

Jurnal Teknologi

TECHNOSCIENTIA

Vol. 6 No. 1 Agustus 2013



DAFTAR ISI

Studi Perbandingan Perbedaan Konseptual Antara Sistem Basis Data Relasional Dengan Sistem Penyimpanan Data Bertipe Non-Relasional (No-SQL) : Eksplorasi Pada Server Data Cassandra <i>Adi Nugroho, Edi Winarko</i>	001 - 011
Pelaksanaan Program Kewirausahaan Pada Pusat Kegiatan Belajar Masyarakat Di Kabupaten Sleman <i>Aji Pranoto</i>	012 - 020
Rekayasa Geomedis Pemanfaatan Pasir Pantai Di Pantai Parangritis Dan Sekitarnya, Kec. Kretek, Kab. Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta <i>Arie Noor Rakhman</i>	021 - 031
Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Padi Berbasis Web <i>Dwi Setyowati, Yudha Indra Permana</i>	032 - 040
Perbandingan Perolehan Batubara Cair (<i>Yield</i>) Antara Batubara Rank Rendah Dengan Rank Menengah Pada Batubara Formasi Warukin, Kabupaten Tabalong, Kalimantan Selatan <i>Edy Nursanto, Arifudin Idrus, Hendra Amijaya, Subagyo Pramumijoyo</i>	041 - 045
Penerapan <i>Customer Relationship Management</i> Untuk Merancang Fitur Aplikasi Penjualan Buku Online <i>Emu Utami, Sarkawi</i>	046 - 054
Potensi Akuifer Daerah Desa Karangmojo Kecamatan Weru Kabupaten Sukoharjo Propinsi Jawa Tengah Berdasarkan Data Geolistrik <i>Fivry Wellda Maulana</i>	055 - 064
Pengaruh Perbandingan Komposisi Terhadap Angka Konduktivitas Termal Papan Partikel Campuran Sekam Padi Dengan Tiga Jenis Serbuk Kayu <i>Hary Wibowo, Lilik Cahyo Nugroho</i>	065 - 072
Analysis Of Rewetting Time And Temperature Distributions During Cooling Process In Vertical Rectangular Narrow Channel <i>Ign. Bagus Catrawedarma, Indarto, Mulya Juarsa, Anhar Riza Antariksawan</i>	073 - 079
Penerapan Teknik SEO (<i>Search Engine Optimization</i>) Pada Blog (Studi Kasus: Nova13.Com) <i>Nova Tri Cahyono, Joko Triyono, Suwanto Raharjo</i>	080 - 088
Pengaruh Pengasaman Pada Spesiasi Cu(II) Dalam Sistem Asam Humat-Air <i>Sri Sunarsih, Sri Juari Santosa, Mudasir</i>	089 - 096
Prediksi Ketidakstabilan Lereng Berdasarkan Data Hydrology Monitoring <i>Supandi</i>	097 - 102
Aplikasi Sistem Inverter 1 Fasa Dengan Kapasitas Beban 1200 Watt <i>Muhammad Suyanto</i>	103 - 109

STUDI PERBANDINGAN PERBEDAAN KONSEPTUAL ANTARA SISTEM BASIS DATA RELASIONAL DENGAN SISTEM PENYIMPANAN DATA BERTIPE NON-RELASIONAL (NO-SQL) : EKSPLORASI PADA SERVER DATA CASSANDRA

Adi Nugroho¹, Edi Winarko²

¹Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga

²Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

Masuk: 9 April 2013, revisi masuk: 19 Juni 2013, diterima: 5 juli 2013

ABSTRACT

Relational database system (RDBMS-Relational Database Management System) is a database system that has a very strong mathematical foundation and has many advantages, so it is generally accepted by almost vendor. Basically, there is nothing 'wrong' with a relational database system. However, with the emergence of a variety of Web applications today that require the higher performance of query, relational data base system was showing the queries performance that do not fit the user's needs and expectations, because relational database system, for generate specific queries, often have to join data from two or more tables that relate. This process require relational database server to perform a data search (lookup) in the tables must be joined. These data searches require computing resources (processor performance and memory usage) that relatively high, so the performance of a relational database server typically decreasesas more data should be joined. This problems trying to be addressed by several vendor. Google with its BigTable, Amazon with its Dynamo, Yahoo with its PNUTS, and Facebook with its Apache Cassandra for example, using the non-relationaldata storage (Data Store) approach. The purpose of this paper is to introduce Apache Cassandra that is one of the very large non-relational systems, then compare to relational database systems.

Keywords : Cassandra, VLDB (Very Large Database), NoSQL Database

INTISARI

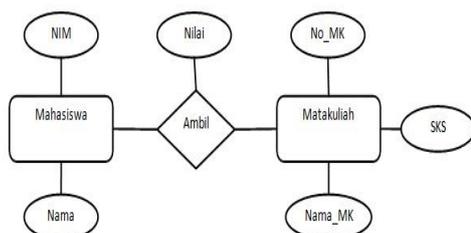
Sistem basis data relasional (RDBMS-Relational Database Management System) merupakan sistem basis data yang memiliki landasan matematika yang sangat tangguh dan memiliki sangat banyak keunggulan, sehingga secara umum dapat diterima oleh berbagai pihak. Pada dasarnya, sama sekali tidak ada yang 'salah' dengan sistem basis data relasional. Meski demikian, dengan munculnya berbagai aplikasi-aplikasi Web masa kini yang membutuhkan kinerja query (baca: kecepatan) yang lebih tinggi, sistem basis data relasional ternyata menunjukkan kinerja query yang tidak sesuai dengan kebutuhan dan harapan pengguna, karena sistem basis data relasional ini -untuk menghasilkan query-query tertentu- seringkali harus melakukan penggabungan data dari 2 atau lebih tabel yang berelasi (join), yang pada gilirannya meminta server basis data relasional untuk melakukan pencarian data (lookup) pada tabel-tabel yang harus digabungkan. Pencarian-pencarian data ini memerlukan sumberdaya komputasi (kerja dan kinerja prosesor serta penggunaan memori) yang relatif tinggi, sehingga kinerja server basis data relasional biasanya menurun dengan semakin banyaknya data yang harus digabungkan. Hal inilah yang coba diatasi oleh beberapa pihak. Google dengan BigTable-nya, Amazon dengan Dynamo-nya, Yahoo dengan PNUTS-nya, dan Facebook dengan Apache Cassandra-nya misalnya, menggunakan pendekatan tempat penyimpanan data (Data Store) yang bersifat non-relasional. Tujuan tulisan ini adalah memperkenalkan sistem penyimpanan data Apache Cassandra yang merupakan salah satu sistem non-relasional berukuran sangat besar, kemudian membandingkannya secara konseptual dan teknik pemrogramannya dengan sistem basis data relasional.

¹adi.nugroho@staff.uksw.edu, ²ewinarko@yahoo.com

Kata kunci : Cassandra, VLDB (*Very Large Database*), Non-relational Database, NoSQL Database

PENDAHULUAN

Sistem Basis Data Relasional, setelah hampir empat dekade sejak ditemukannya konsep 'basis data relasional' oleh **Peter Chen (1970)** dan diimplementasikan oleh **DR. E.F. Codd** beberapa tahun berikutnya di laboratorium IBM (*International Business Machine*) yang ada di San Jose – Amerika Serikat dalam bentuk sistem basis data DB2, hingga saat ini sistem basis data relasional masih secara luas digunakan [12]. Sistem-sistem basis data yang umum digunakan saat ini (Oracle, Microsoft SQL Server, MySQL, PostgreSQL, Informix, Paradox, Microsoft Access, dan sebagainya) semuanya bertipe relasional.



Gambar 1 Diagram ERD : Mahasiswa Mengambil Matakuliah

Sistem-sistem basis data dari relasional (RDBMS-*Relational Database Management System*) pada umumnya dikembangkan menggunakan model ERD (*Entity Relationship Diagram*) (Gambar 1), yang mencakup di dalamnya konsep-konsep entitas, atribut, serta relasi [12].

Entitas sesungguhnya merupakan sejumlah objek di dunia nyata yang memiliki karakteristik yang sama/serupa, yang datanya dapat disimpan di dalam media komputer; atribut merupakan deskripsi-deskripsi masing-masing objek yang dapat dikelompokkan menjadi sebuah entitas tertentu; sementara itu, relasi merupakan cara bagaimana suatu entitas memiliki hubungan (berelasi) dengan entitas yang lainnya [12].

Berhubungan dengan relasi antarentitas, pada umumnya perancang basis data relasional mengenal konsep

kardinalitas, yang secara umum merupakan jumlah objek dari suatu entitas yang berhubungan/berelasi dengan objek (atau objek-objek) yang berasal dari entitas (atau entitas-entitas) lain [12].

Tabel Nama Mahasiswa	
Nim	Nama
5184025	Adi Nugroho
5183027	Agus Kuswanto
5184088	Sapto Budi Hartono

NIM	No_MK
5184025	110011
5184025	130013
5184088	110011

Tabel Pengambilan Matakuliah, Tabel Nama Matakuliah

No_MK	Nama_MK	SKS
110011	Pemrograman Java	3
130012	Pemrograman C#	3
130013	Sistem Basis Data	3

Gambar 2 Relasi/Tabel Mahasiswa Mengambil Matakuliah

Kardinalitas ini dapat dinyatakan menggunakan skala kualitatif, yaitu : satu ke satu (*one to one*), satu ke banyak (*one to many*), serta banyak ke banyak (*many to many*) [12]. Setelah ERD ini dikembangkan, sistem basis data relasional dapat dibentuk dengan cara melakukan pemetaan (*mapping*) diagram-diagram ERD menjadi bentuk-bentuk relasi/tabel yang kemudian dapat diimplementasikan ke sistem basis data relasional yang dipilih menggunakan 'bahasa' yang khas untuk sistem basis data relasional, yaitu **SQL (*Structured Query Language*)** [12, 13].

Langkah-langkah pada gilirannya akan menghasilkan struktur-struktur tabel pemuat (*container*), yang kelak dapat diisi dengan data sesungguhnya. Selanjutnya, data bisa dengan mudah disisipkan ke dalam tabel pemuat (menggunakan perintah SQL **INSERT**), dapat dengan mudah di-*query* (menggunakan perintah SQL **SELECT**),

dimodifikasi (menggunakan perintah SQL UPDATE), dan dihapus (menggunakan perintah SQL DELETE) [12, 13]. Secara umum, proses pembentukan ERD, kemudian transformasi/pemetaan (*mapping*) ke bentuk relasi/tabel, dan diakhiri oleh penyisipan data sesungguhnya ke relasi/tabel, ditunjukkan melalui Gambar 1 dan Gambar 2.

Salah satu tujuan dari pembentukan relasi-relasi/tabel-tabel dengan basis ERD adalah untuk menghilangkan anomali-anomali (kesalahan-kesalahan logika) pada saat operasi-operasi CRUD (*Create-Read-Update-Delete*), dilaksanakan pada relasi/tabel yang bersangkutan [12]. Konsekuensinya, saat kita memerlukan informasi-informasi tertentu melalui *query*, seringkali kita perlu melakukan *query* terhadap kedua atau lebih relasi/tabel. Sebagai contoh, perhatikan Gambar 2, untuk mengetahui "siapa mengambil matakuliah apa beserta juga nilainya" (lengkap dengan nama yang mengambil matakuliah ditambah nama matakuliah yang diambil), kita mungkin perlu melakukan penggabungan tiga relasi/tabel sekaligus menggunakan perintah SQL (dialek **Oracle 10g**) berikut [8, 12, 13].

```
SELECT
NIM, Nama, No_MK, Nama_MK,
Nilai
FROM Mahasiswa NATURAL JOIN
Pengambilan_Matakuliah
NATURAL JOIN Matakuliah
```

Meski penggabungan tabel (*join*) di atas bisa berjalan dengan baik pada setiap sistem basis data relasional, untuk data yang jumlah baris (*row/record*)-nya sangat banyak, prosesnya akan berjalan dengan kinerja (kecepatan) yang relatif rendah, sebab server basis data relasional selalu akan melakukan pencarian data (*lookup*) pada ketiga tabel yang terlibat pada *query* [1, 3].

NIM	Nama	No_MK	Nama_MK	Nilai
-----	------	-------	---------	-------

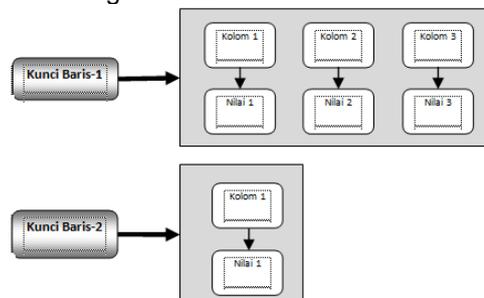
Gambar 3 Struktur Tabel Denormalisasi (Tabel Mahasiswa_Mengambil_Matakuliah)

Bagaimana untuk menyelesaikan masalah kinerja di atas? Beberapa

praktisi basis data relasional (saat merasa yakin bahwa *query* di atas dilakukan secara intensif) sering melakukan suatu teknik yang dinamakan sebagai denormalisasi, yaitu membentuk suatu tabel yang justru 'tidak normal' (melanggar aturan-aturan sistem basis data relasional dan mungkin akan mengakibatkan terjadinya anomali-anomali CRUD) demi menghasilkan kinerja *query* yang lebih baik [1, 4, 12]. Sebagai contoh, jika *query* yang didefinisikan di atas dilakukan secara intensif, mungkin para praktisi basis data akan membuat suatu tabel khusus yang struktur tabelnya seperti terlihat pada Gambar 3, sehingga kinerja *query* akan meningkat karena pencarian data (*lookup*) hanya dilakukan pada satu tabel saja.

Sistem Non-Relasional Cassandra, secara ringkas Cassandra (lengkapnya : **Apache Cassandra**) adalah sistem penyimpanan data (*Data Store*) yang bersifat 'kode terbuka' (*opensource*) (kodenya dibuka untuk publik oleh **Facebook** pada tahun 2008) dan saat ini digunakan di beberapa situs Web terkenal, seperti **Facebook**, **Twitter**, **Cisco**, **IBM** (untuk sistem surat elektroniknya) [14, 17, 19, 20, 21]. Sistem penyimpanan data Cassandra memungkinkan data tersimpan secara tersebar di beberapa komputer yang berbeda (*distributed*), mudah untuk ditambah datanya hingga jumlah yang sangat banyak membentuk sistem basis data yang berukuran sangat besar (VLDB-*Very Large Database*), dapat melayani jumlah pengguna yang sangat banyak (*multiuser*), server basis data dapat ditambahkan dengan cara yang relatif mudah (memiliki skalabilitas yang tinggi), memiliki metoda penanganan kesalahan yang canggih, kinerjanya (dengan pengaturan-pengaturan dan konfigurasi-konfigurasi tertentu) dapat dengan mudah ditingkatkan, dan juga memiliki berbagai keunggulan lainnya [17, 20]. Meski demikian, tulisan ini tidak bermaksud untuk menjelaskan keunggulan-keunggulan itu secara lengkap dan mendalam. Alih-alih kita akan secara umum berusaha secara konseptual dan secara teknik pemrograman dari arah

aplikasi klien ini membandingkannya dengan sistem basis data relasional yang umum digunakan.



Gambar 4 Struktur Data Kumpulan Kolom Dalam Sistem Cassandra [9]

Cassandra terutama dikembangkan untuk mengatasi penurunan kinerja sistem basis data relasional saat aplikasi-aplikasi relasional menerima permintaan-permintaan data dari banyak pengguna (misalnya pada aplikasi-aplikasi Web) [17, 20]. Cassandra menggunakan model data yang berbeda dengan sistem basis data relasional. Cassandra menggunakan konsep 'kumpulan kolom' (*column family*) sebagai pengelompokan data yang jenisnya serupa [9, 20]. Dari sudut pandang ini, *kumpulan kolom* pada dasarnya serupa dengan konsep relasi/tabel yang dikenal dalam sistem basis data relasional. Dengan demikian, struktur data yang diadopsi oleh Cassandra adalah kolom yang berisi dengan pasangan nama/nilai (*name/value*) dan nilai waktu (*timestamp*) saat pasangan nama/nilai tersebut disisipkan atau diperbaharui. Selain itu, Cassandra juga mengenal kumpulan kolom sebagai pemuat (*container*) untuk baris-baris yang memiliki himpunan kolom yang serupa (tetapi tidak identik) [9, 20]. Pada sistem basis data relasional, kita mendefinisikan nama-nama kolom dalam bentuk string, tetapi pada Cassandra, pengembang tidak dibatasi dengan aturan ini. Baik kunci baris dan nama kolom dapat berupa string seperti pada sistem basis data relasional, tetapi dapat juga berupa tipe-tipe data yang lain, misalnya integer, UUID (*Universally Unique Identifier*), dan sebagainya [9]. Selain itu, hal yang menarik pada Cassandra adalah isi dari suatu kolom. Isi dari suatu kolom tidak harus

merupakan hal yang sederhana seperti pasangan nama/nilai (*name/value*). Alih-alih kita bisa menyimpan data pada kunci itu sendiri, tidak hanya pada bagian nilainya. Ini sangat bermanfaat saat kita mau menambahkan indeks-indeks yang seringkali akan sangat meningkatkan kinerja server data Cassandra.

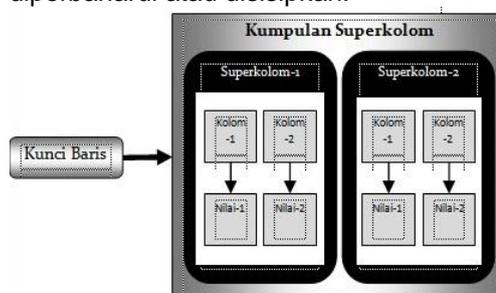
Menggunakan Cassandra, kita tidak perlu menyimpan nilai-nilai pada setiap kolom setiap saat kita akan menyimpan data untuk sebuah entitas yang baru. Kenyataannya, mungkin saja kita memang tidak tahu nilai untuk semua kolom yang dimiliki suatu entitas tertentu. Sebagai contoh, seseorang mungkin memiliki alamat situs Web pribadi, sementara orang-orang yang lainnya tidak; beberapa orang memiliki nomor fax, orang-orang yang lainnya tidak; dan seterusnya. Alih-alih pada sistem basis data relasional kita menyimpan nilai NULL untuk kolom-kolom yang tidak kita ketahui nilainya (memboroskan tempat), pada Cassandra kita tidak diharuskan menyimpan nilai untuk setiap kolom, sehingga struktur data pada Cassandra pada dasarnya mirip dengan 'matriks jarang bermatra/berdimensi banyak' (*multidimensional sparse matrices*), seperti yang diperlihatkan dalam Gambar 4 [9]. Sebagai contoh data yang disimpan oleh server data Cassandra, dengan meminjam Gambar 2 dan Gambar 3, mungkin bisa digambarkan serupa dengan data contoh pada Tabel 1.

Tabel 1 Contoh Struktur Data yang Digunakan Cassandra

Mahasiswa :	Kumpulan Kolom
Adi Nugroho :	Kunci Baris
Matakuliah-1 :	Pemrograman Java :
Nama Kolom :	Nilai
Nilai-1 :	A Nama Kolom :
Matakuliah-2 :	Sistem Basis Data: Nama
Kolom :	Nilai
Nilai-2 :	A Nama Kolom :
Sapto Budi Hartono:	Kunci Baris
Matakuliah-1 :	Pemrograman Java :
Nama Kolom :	Nilai
Nilai-1 :	C Nama Kolom :
	Nilai

Pada contoh Tabel 1 kita memiliki satu kumpulan kolom (*column*

family) (**Mahasiswa**) yang memiliki dua baris data (*row/record*)(**Adi Nugroho** dan **Sapto Budi Hartono**). Kedua baris (*row/record*) itu memiliki jumlah kolom (*column*) yang berbeda. Baris **Adi Nugroho** kita lihat memiliki empat kolom (Matakuliah-1, Nilai-1, Matakuliah-2, Nilai-2), sementara baris **Sapto Budi Hartono** kita lihat hanya memiliki dua kolom (Matakuliah-1, Nilai-1). Hal ini (jumlah kolom yang tidak seragam) diperkenalkan terjadi pada Cassandra. Dalam hal ini, perlu diketahui bahwa secara internal Cassandra (untuk masing-masing data) memiliki *timestamp* yang mencatat saat kapan terakhir data diperbaharui atau disisipkan.



Gambar 5 : Kumpulan Superkolom

Masalah selanjutnya adalah bagaimana jika kita mau membuat kelompok dari kolom-kolom yang saling berhubungan satu dengan yang lainnya (dengan kata lain : menambahkan matra/dimensi lain di bagian atas)? Cassandra memungkinkan kita melakukannya dengan apa yang dinamakan sebagai *kumpulan superkolom* yang mengijinkan kita memikirkannya sebagai suatu hierarki kolom, seperti yang diperlihatkan dalam Gambar 5. Dalam hal ini, satu baris di dalam kumpulan kolom menyimpan sejumlah kolom yang memiliki pasangan nama/nilai (*name/value*), kumpulan superkolom menyimpan subkolom-subkolom di dalamnya, dimana subkolom-subkolom dinamakan sebagai kelompok kolom-kolom yang saling memiliki hubungan satu dengan yang lainnya.

Jika kita perhatikan dengan jeli pembahasan di atas, kita melihat bahwa -tidak seperti sistem basis data relasional yang dirancang dan dikembangkan menggunakan ERD (*Entity Relationship Diagram*)- perancangan dan pengembangan sistem Cassandra seharusnya

dimulai justru dari *query-query* yang diharapkan akan dilakukan pada server data Cassandra – dalam hal ini kita sebagai pengembang bisa bertanya pada perancang aplikasi tentang *query-query* seperti apa yang diharapkan oleh aplikasi. Ini merupakan paradigma yang cukup berbeda, sehingga mungkin akan membingungkan perancang dan pengembang aplikasi yang sebelumnya telah terbiasa dengan model-model relasional. Pada sistem yang terdistribusi, perancang dan pengembang Cassandra juga harus menggunakan *timestamp* untuk memastikan data mana yang terakhir mengalami perubahan.

Tabel 2 Operasi-operasi Baku Pada Cassandra[9]

Create	Read	Update	Delete
<code>insert()</code>	<code>getKey()</code>	<code>mutate()</code>	<code>remove()</code>
<code>batch_insert()</code>	<code>getColumnSlice()</code>	<code>batch_mutate()</code>	

Operasi CRUD pada Sistem Non Relasional Cassandra, operasi-operasi yang bersifat baku pada sistem basis data sering dinamakan sebagai operasi CRUD (*Create-Read-Update-Delete*) [12]. Tabel 2 memperlihatkan sintak-sintak dasar operasi CRUD pada Cassandra. Dalam hal ini Cassandra (tidak seperti sistem relasional yang menggunakan SQL), menggunakan API (*Application Programming Interface*) yang dinamakan sebagai **Thrift** sedemikian rupa sehingga klien-klien bisa mengakses data yang tersimpan di dalamnya [9, 17, 20]. API **Thrift** dapat dimanfaatkan oleh sejumlah besar bahasa pemrograman (misalnya C#, C++, Java, PHP, Python, dan sebagainya). Meski demikian, dalam pembahasan selanjutnya, kita mengasumsikan bahwa bahasa pemrograman yang digunakan adalah **Java**. (Sebagai catatan, dalam pembahasan selanjutnya, kita mengasumsikan bahwa klien dan server data Cassandra berada di komputer yang sama [**localhost**]). Dengan kata lain, meskipun Cassandra dipromosikan sebagai sistem basis data

terdistribusi yang tangguh, dalam tulisan ini kita tidak akan membahasnya.)

Pada umumnya, agar klien-klien bisa mengakses data yang disimpan dalam server data Cassandra, seringkali kita harus melakukan konfigurasi sedemikian rupa sehingga Cassandra dapat mengenali kumpulan kolom (**ColumnFamily**) yang akan digunakan. Hal ini bisa dilakukan dengan cara menyunting berkas **storage-conf.xml** yang ada di folder **CASSANDRA_HOME/conf** [9]. Dalam berkas **storage-conf.xml** kita akan menjumpai 2 elemen kunci (**Keyspaces**) yang ada secara *default*, yaitu elemen kunci yang digunakan secara internal oleh Cassandra dan **Keyspaces1** yang tidak digunakan oleh server data Cassandra dan hanya digunakan untuk tujuan demonstrasi. Di dalam elemen **Keyspaces** yang ada, kita bisa mendefinisikan elemen-elemen **Keyspace** yang dapat kita gunakan untuk mendefinisikan kumpulan kolom (**ColumnFamily**) yang diperlukan oleh aplikasi klien. (Di bawah ini, kita akan mengambil contoh konfigurasi untuk struktur data yang ada pada server data Cassandra seperti yang diperlihatkan dalam Tabel 1.)

```
<Keyspaces>
<Keyspace Name="Mahasiswa">
<ColumnFamily CompareWith="UTF8Type"
  Name="Nama Matakuliah"/>
<ColumnFamily CompareWith="UTF8Type"
  Name="Nilai"/>
<!-- Necessary for Cassandra :
diisi oleh Cassandra -->
<ReplicaPlacementStrategy>
org.apache.cassandra.locator.RackUnawareStrategy
</ReplicaPlacementStrategy>
<ReplicationFactor>1</ReplicationFactor>
<EndPointSnitch>
org.apache.cassandra.locator.EndPointSnitch
</EndPointSnitch>
</Keyspace>
</Keyspaces>
```

Dengan konfigurasi **XML (eXtensible Markup Language)** di atas, sesungguhnya kita mendefinisikan dua kolom yaitu satu untuk menyimpan **Nama Matakuliah** yang diambil oleh **Mahasiswa** tertentu, satu lagi untuk menyimpan **Nilai**-nya. Selanjutnya, kita juga bisa melihat baris-baris konfigurasi tambahan

yang diperlukan oleh Cassandra agar pekerjaannya bisa berjalan dengan baik. Kumpulan kolom (**ColumnFamily**) akan mengorganisasi data berdasarkan kolom-kolom (**Column**)-nya dalam susunan hierarkis. Aturan pengurutan yang akan diterapkan pada **ColumnFamily** adalah **UTF8Type** sehingga data nantinya akan diurutkan berdasarkan urutan alfabetis. Demikianlah, kita sudah mendefinisikan konfigurasi data yang akan dimasukkan ke dalam server data Cassandra. Selanjutnya, setelah kita mengaktifkan server data Cassandra, maka kita bisa melakukan pemrograman dari sisi klien [15, 16].

Sebelum kita bisa bekerja dari arah klien, pastikan proyek Java yang kita buat sudah memasukkan pustaka-pustaka **APIThrift** ke dalamnya (ada di folder **CASSANDRA_HOME/lib**). Jika hal ini sudah dilakukan dengan baik, klien bisa melakukan koneksi dengan server data Cassandra dengan membuka **port 9160** yang merupakan *port default* server data Cassandra. Adapun contoh kode bahasa Java untuk membuka koneksi **port 9160** itu tersaji di bawah ini.

```
TTransport transport = new
TSocket("localhost", 9160);
TProtocol protocol = new
TBinaryProtocol(transport);
Cassandra.Client client = new
Cassandra.Client(protocol);
transport.open();
```

Setelah port komunikasi terbuka, selanjutnya kita bisa mengisi datanya. Contohnya adalah menggunakan kode-kode Java berikut ini.

```
Map<String, List<ColumnOrSuperColumn>>
data = new HashMap<String,
List<ColumnOrSuperColumn>>();
List<ColumnOrSuperColumn> columns =
new ArrayList<ColumnOrSuperColumn>();
```

Pertama kali, sebelum memasukkan data, kita harus terlebih dulu mendefinisikan objek-objek yang akan bertindak sebagai pemuat (*container*) di memori klien, sebelum kita mengisinya dengan data sesungguhnya, kemudian menyisipkannya ke sistem basis data Cassandra. Pada contoh kode di atas, kita menggunakan struktur data **Map** yang diimplementasikan sebagai **List**

yang berisi dengan kolom/superkolom (ColumnOr SuperColumn) dan penempatannya dalam memori dilakukan menggunakan algoritma **Hash** [11], sementara kolom/superkolom (ColumnOrSuperColumn) sendiri diimplementasikan menggunakan struktur data `ArrayList`. Setelah pendefinisian objek dilakukan dengan baik, selanjutnya kita bisa memasukkan data sesungguhnya ke server data Cassandra menggunakan kode Java berikut (perhatikan komentar-komentar yang berfungsi untuk menjelaskan maksud penulisan kode).

```
// Timestamp diambil dari
// sistem peawatan komputer.
long timestamp =
System.currentTimeMillis();
// Membuat kolom Matakuliah
// dan mengisi datanya.
ColumnOrSuperColumn c1 = new
ColumnOrSuperColumn();
c1.setColumn(new Column
("Nama Matakuliah".getBytes("utf-8"),
"Pemrograman Java".getBytes("utf-
8"), timestamp));
columns.add(c1);
// Menambah kolom Nilai
// dan mengisi datanya.
ColumnOrSuperColumn c2 = new
ColumnOrSuperColumn();
c2.setColumn(new
Column("Nilai".getBytes("utf-8"),
"A".getBytes("utf-8"), timestamp));
columns.add(c2);
// Menambahkan data ke
// server data Cassandra.
data.put("Mahasiswa", columns);
client.batch_insert("Mahasiswa", "Adi
Nugroho", data, ConsistencyLevel.ANY);
```

Seperti telah kita bahas sebelumnya, pada dasarnya ada tiga nilai yang diperlukan untuk melakukan penambahan kolom, yaitu : nama kolom, nilainya, serta *timestamp*-nya. Kita saat ini hanya akan menambahkan satu data, yaitu (perhatikan Tabel 1) **Adi Nugroho** yang mengambil **Pemrograman Java**, mendapatkan nilai **A**, serta waktu (*timestamp*) saat dimasukkannya data ke server data Cassandra. Tentunya *key* yang lain serta kolom-kolom yang lain dapat dilakukan dengan cara yang serupa. (Perhatikan bahwa argumen `String` pada struktur data `Map` pada dasarnya berisi nama **ColumnFamily** yang kita definisikan sebelumnya saat kita menyunting berkas **storage-conf.xml**.)

Setelah kita berhasil menyisipkan data ke server data Cassandra, selanjutnya pasti kita ingin agar bisa melihatnya kembali. Hal ini bisa dilakukan menggunakan potongan kode Java berikut ini.

```
SlicePredicate slicePredicate =
new SlicePredicate();
SliceRange sliceRange = new
SliceRange();
sliceRange.setStart(new byte[] {});
sliceRange.setFinish(new byte[] {});
slicePredicate.setSlice_range(sliceRange);
List result =
client.get_slice("Mahasiswa", "Adi
Nugroho",
new
ColumnParent("Mahasiswa"), slicePredica
te,
ConsistencyLevel.ONE);
```

Pada kode Java di atas, pertama kali kita membuat objek dari kelas `SlicePredicate` yang digunakan untuk mengatakan pada server data Cassandra tentang data apa yang akan diambil. Pada contoh kode bahasa Java di atas kita akan mengambil nilai yang ada di dalam sejumlah kolom yang didefinisikan oleh `setStart()` hingga `setFinish()` (Ingat kembali pengurutan kolom secara alfabetis yang didefinisikan melalui berkas konfigurasi **storage-conf.xml**.) (Dalam hal ini, kita tidak menyebutkan kolom awal dan kolom akhir, sehingga server data Cassandra kelak akan mengambil semua kolom yang ada!) (Catatan : Argumen yang digunakan oleh metoda-metoda `setStart()` dan `setFinish()` seharusnya adalah nama kolom.). Lalu, setelah kita bisa melakukan penyisipan data dan mengambilnya kembali, bagaimana jika kita melakukan pembaharuan data (*updating*)? Kita bisa menggunakan metoda `batch_mutate()`. Misalkan kita ingin mengubah nilai **Pemrograman Java** untuk mahasiswa dengan nama **Adi Nugroho** sehingga bernilai **B**, kita bisa memberikan perintah Java berikut ini.

```
long timestamp =
System.currentTimeMillis();
Column column =
new Column("Nilai".getBytes("utf-
8"), "B".getBytes("utf-8"), timestamp);
```

```
ColumnOrSuperColumn  
columnOrSuperColumn =  
new ColumnOrSuperColumn();  
columnOrSuperColumn.setColumn(column);  
Mutation mutation = new Mutation();  
mutation.setColumn_or_supercolumn  
(columnOrSuperColumn);  
List<Mutation> mutations =  
new ArrayList<Mutation>();  
mutations.add(mutation);  
Map<String,List<Mutation>> nilai =  
new HashMap<String,List<Mutation>>();  
job.put("Mahasiswa",mutations);  
Map<String,  
Map<String,List<Mutation>>> batch =  
new HashMap<String,Map<String,  
List<Mutation>>>();  
batch.put("Adi Nugroho",nilai);  
client.batch_mutate("Mahasiswa",batch,  
ConsistencyLevel.ALL);
```

Pertama kali kita harus membuat kolom (Column) yang memuat perubahan nyata yang akan kita lakukan, kemudian kita mengisinya dengan *key* yang benar dan dengan nilai yang baru. Kemudian, kita perlu menambahkan kolom (Column) tersebut ke kumpulan `ColumnOrSuperColumn` dan kemudian menambahkan keseluruhannya ke objek `Mutation`. Objek `Mutation` ini juga dapat digunakan untuk membuat kolom yang baru atau untuk menghapus kolom yang sudah ada sebelumnya. Jika kita mengisinya dengan *key* yang belum ada di basis data, berarti kita akan menambahkannya; jika *key* yang dimasukkan sudah ada di basis data Cassandra, maka ia pada dasarnya akan menindas nilai yang sudah ada tersebut serta juga akan menindas nilai *timestamp* yang lama. Terakhir, jika kita mau, kita juga bisa meletakkan objek `Deletion` ke objek `Mutation` dan dengan demikian mengatakan pada server basis data Cassandra bahwa ia harus menghilangkan/menghapus `Column` tertentu.

Kita, seperti telah dibahas di atas, bisa melakukan penghapusan menggunakan metoda pembaharuan. Alternatif lain, kita juga bisa secara langsung menggunakan metoda `remove()` berikut ini.

```
long timestamp =  
System.currentTimeMillis();  
client.remove("Mahasiswa","Adi  
Nugroho",
```

```
new ColumnPath ("Mahasiswa"), time-  
stamp, ConsistencyLevel.ALL);
```

Kita lihat di atas, alih-alih menggunakan SQL seperti pada sistem basis data relasional, operasi-operasi CRUD dari arah aplikasi-aplikasi klien ke server data Cassandra dapat dilakukan dengan memanfaatkan API **Thrift** yang dapat dipanggil dari arah klien (dalam kasus kita di atas, kita menggunakan bahasa pemrograman Java).

Perbandingan Antara Sistem Basis Data Relasional dengan Implementasi Non-Relasional pada Cassandra, perbandingan secara lengkap antara sistem basis data relasional dan Cassandra semestinya dilakukan dengan juga melakukan perbandingan kinerjanya pada lingkungan sistem tersebar (*distributed system*) sebab salah satu tujuan utama dari pengembangan Cassandra adalah dengan beradaptasi dengan sistem-sistem tersebar ini. Meski demikian, tulisan ini hanya membandingkan kedua jenis penyimpanan data lebih pada konsepnya (termasuk dari sisi pengembangannya) dan teknik pemrogramannya. Beberapa perbandingan antara sistem basis data relasional dengan sistem *Data Store* **Cassandra** (sering juga disebut sebagai sistem **'NoSQL'** [**Not Only SQL**]) [14, 21] diperlihatkan pada Tabel 3.

Jika kita membahas sistem-sistem basis data/tempat penyimpanan data non relasional, sesungguhnya (selain konsep NoSQL yang digunakan oleh Cassandra) dunia Teknologi Informasi juga mengenal beberapa konsep-konsep sistem-sistem basis data/tempat penyimpanan data (*Data Store*) yang lainnya (tidak dibahas dalam tulisan ini) misalnya sistem basis data graf (**Neo4j**, **OrientDB**), sistem basis data berorientasi objek (**OODBMS-Object Oriented Database Management System**) (misalnya **Versant**, **GemFire**), sistem basis data XML (**Berkeley DB XML**, **MonetDB/XQuery**), dan sebagainya. Selain itu, dari sudut pandang sistem NoSQL seperti Cassandra, kita juga mengenal beberapa konsep yang secara umum serupa, tetapi tidak tepat sama, misalnya *Key-Values Store* (**Voldemort**, **Riak**, **Redis**

Scalaris, Tokyo Cabinet), Document Store (SimpleDB, CouchDB, MongoDB, TerraStore), serta Extensible Record Store (BigTable-nya Google,

HBase, HyperTable, PNUTS-nya Yahoo, Dynamo-nya Amazon) (Apache Cassandra termasuk dalam kelompok ini) [2, 4, 5, 6, 10, 14, 18, 21].

Tabel 3 Perbandingan Sistem Basis Data Relasional Dengan Cassandra

Hal Yang Dibandingkan	Sistem Basis Data Relasional	Cassandra
Sistem basis data secara konseptual.	1 Sistem dibangun dengan konsep dasar entitas, atribut, dan relasi. Relasi menghubungkan suatu tabel dengan tabel lainnya menggunakan hubungan 'kunci primer' (<i>primary key</i>) dan 'kunci tamu' (<i>foreign key</i>).	Sistem dibangun berdasarkan konsep dasar pasangan nama/nilai (<i>name/value</i>). Setiap kumpulan kolom (<i>column family</i>) yang merupakan struktur untuk menyimpan kolom-kolom ditunjuk menggunakan kunci baris (<i>row key</i>).
	2 Tabel-tabel diupayakan bersifat 'normal', yaitu tidak memiliki anomali-anomali (kesalahan-kesalahan logika basis data) di dalamnya. Untuk mempercepat <i>query-query</i> tertentu (terutama yang berkaitan dengan penggabungan data dari 2 atau lebih tabel yang berbeda/ <i>join</i>) kadang dilakukan teknik denormalisasi yang pada dasarnya agak bertentangan dengan prinsip-prinsip dasar sistem basis data relasional.	Sistem dikembangkan dengan konsep yang seringkali melanggar aturan tabel 'normal' dari sudut pandang basis data relasional demi meningkatkan kinerja <i>query</i> . Pada dasarnya perancangan data pada Cassandra mirip dengan prinsip denormalisasi. Meski demikian, jumlah kolom (<i>column</i>) pada setiap baris (<i>record/row</i>) tidak harus sama.
	3 Baris-baris (<i>record</i>) pada setiap tabel akan selalu memiliki jumlah kolom yang sama.	Baris-baris yang ditunjuk oleh suatu kunci baris (<i>rowkey</i>) tertentu mungkin memiliki panjang yang beragam (bergantung pada jumlah kolom yang dimasukkan ke baris itu).
	4 Nama-nama kolom dibatasi dengan karakter-karakter alfanumerik.	Nama kolom bisa berupa tipe data apa saja yang dikenali oleh Cassandra.
	5 Pengurutan hasil <i>query</i> dikendalikan menggunakan pernyataan SQL ORDER BY dan tidak secara langsung diimplementasikan di tempat penyimpanan.	Pengurutan diimplementasikan langsung di tempat penyimpanan data menggunakan definisi-definisi yang diberikan saat melakukan penyuntingan berkas konfigurasi storage-conf.xml .
Metoda pengembangan.	Analisis dan perancangan sistem basis data dilakukan menggunakan ERD (<i>Entity Relationship Diagram</i>)	Analisis dan perancangan dilakukan dari sudut pandang kebutuhan aplikasi klien yaitu dengan beradaptasi dengan <i>query-query</i> apa yang akan diberikan oleh aplikasi klien.
Bahasa pengakses.	SQL (<i>Structured Query Language</i>)	NoSQL (Not Only SQL). Akses ke server data Cassandra dilakukan secara langsung menggunakan CLI (<i>Call Level Interface</i>).
Kecepatan query.	Relatif lambat karena SQL harus diterjemahkan dulu menjadi algoritma-algoritma akses data.	Relatif lebih cepat karena <i>query</i> dilakukan langsung dari arah aplikasi (tidak perlu dilakukan penerjemahan menjadi algoritma-algoritma akses data).

Hal Yang Dibandingkan	Sistem Basis Data Relasional	Cassandra
<p>Pengelolaan data dan manipulasi CRUD langsung pada data yang ada dalam sistem basis data.</p> <p>Tingkat kemudahan pemrograman di sisi klien.</p>	<p>Relatif mudah dilakukan menggunakan SQL. Bagi para pengguna yang belum terlalu fasih menuliskan perintah-perintah SQL, beberapa sistem basis data relasional memiliki fitur penulisan sintak SQL berbasis grafis, yang sering disebut sebagai QBE (<i>Query By Example</i>).</p> <p>Relatif mudah. Sintak SQL bisa ditanamkan di aplikasi klien (<i>SQL Embedded</i>). Koneksi ke sistem basis data ditangani oleh <i>driver</i> yang khas untuk bahasa pemrograman yang digunakan dan yang khas untuk sistem basis data relasional yang diakses.</p>	<p>Relatif sulit dilakukan karena membutuhkan pengetahuan yang mendalam tentang sintak-sintak perintah yang khas hanya untuk server data Cassandra.</p>
<p>Perawatan sistem.</p>	<p>Pengaturan kinerja sistem basis data (<i>tuning</i>) dan metoda-metoda penyalinan dan pemulihan (<i>backup and recovery</i>) dapat dilakukan dengan cara yang mudah. Sebagian sistem basis data relasional memiliki antarmuka-antarmuka (<i>interface</i>) yang mudah untuk melakukannya, dimana sebagian besar aksi dapat dilakukan menggunakan sintak-sintak berbasis SQL. Sebagian sistem basis data relasional yang lain menggunakan antarmuka berbasis grafis untuk melakukannya.</p>	<p>Relatif lebih sulit. Tidak menggunakan SQL. Pemrograman dilakukan langsung dari arah aplikasi klien menggunakan API (<i>Application Programming Interface</i>) Thrift tanpa membutuhkan <i>driver</i> tertentu untuk bahasa pemrograman apa pun.</p> <p>Pengaturan kinerja sistem basis data pada umumnya dilakukan dengan cara yang relatif sulit, karena membutuhkan pengetahuan yang mendalam tentang berkas-berkas konfigurasi. Penyalinan dan pemulihan data (<i>backup and recovery</i>) pada umumnya tidak terlalu perlu dilakukan karena salinan data berada di berbagai komputer. Data yang rusak/hilang dapat dengan mudah diperbaiki menggunakan replikanya.</p>

KESIMPULAN

Sistem basis data relasional telah mapan selama sekitar empat dekade karena memiliki banyak sekali keunggulan. Meski demikian, sistem ini berkinerja (dalam hal kecepatan) relatif kurang baik saat aplikasi-aplikasi yang dikembangkannya memerlukan data yang berasal dari beberapa relasi/tabel sekaligus. Penggabungan tabel (*join*) menurunkan kinerja (kecepatan) sistem relasional. Jika aplikasi-aplikasi yang dikembangkan lebih menuntut kecepatan *query* alih-alih konsistensi dan integritas data, mungkin bisa digunakan sistem-sistem NoSQL (misalnya **Cassandra**) dengan konsekuensi aplikasi-aplikasi harus dikembangkan dengan teknik pemrograman yang berbeda (yang umumnya harus dilakukan dengan cara yang relatif sulit dibandingkan dengan penggunaan SQL pada sistem relasional). Intinya sistem NoSQL memiliki keunggulan untuk sistem-sistem yang hanya melakukan pembacaan data (*read*

only). Secara khusus, sistem NoSQL seperti **Cassandra** ini mungkin sesuai untuk aplikasi-aplikasi OLAP (*On-Line Analytic Processing*) yang membutuhkan data 'hanya baca' (*read only*), sementara sistem relasional lebih sesuai untuk aplikasi-aplikasi OLTP (*On-Line Transaction Processing*) yang menuntut konsistensi dan integritas data. Sistem-sistem NoSQL seperti **Cassandra** ini juga memiliki keunggulan dibandingkan sistem basis data relasional dalam hal menangani data yang tersebar dalam lingkungan sistem basis data terdistribusi. Meski demikian, tidak seperti sistem basis data relasional dengan SQL-nya yang bersifat baku melintas berbagai sistem basis data relasional yang berbeda, kurva belajar sistem-sistem NoSQL relatif terjal, karena masing-masing sistem NoSQL memiliki konsep-konsep yang relatif berbeda serta memiliki sintak-sintak bahasa pengakses data yang sangat beragam pula.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alsultany, Yas, 2010. *Database Management and Partitioning to Improve Database Processing Performance*. Journal of Database Marketing & Customer Strategy Management(2010) **17**, 271 – 276. doi: 10.1057/dbm.2010.14; published online 11 October 2010.
- [2] Arnold, Steve, 2010. *Learning about Google from Google*. Business Process Management. www.kmworld.com. Diakses 25 Februari 2011.
- [3] Beitzel, Steven M., Eric C. Jensen, Abdur Chowdhury, Ophir Frieder, and David Grossman, 2006. *Temporal Analysis of a Very Large Topically Categorized Web Query Log*. Journal of the American Society for Information Science and Technology. 58(2):166–178, 2007. Wiley Periodicals, Inc. Published online 22 November 2006 inWiley InterScience (www.interscience.wiley.com).
- [4] Bezdek, James C., Richard J. Hathaway, Jacalyn M. Huband, Christopher Leckie, Ramamohanarao Kotagiri, 2006. *Approximate Clustering in Very Large Relational Data*. International Journal of Intelligent System Vol. 21, 817–841. Wiley Periodicals, Inc. Published online in Wiley Inter Science. www.interscience.wiley.com.
- [5] Chang, Fay, et al., 2008. *Bigtable: A Distributed Storage System for Structured Data*. Proceedings of the 7th Symposium on Operating Systems Design and Implementation, Google Inc.
- [6] Chodorow, Kristina, Michael Dirolf, 2010. *MongoDB : The Definitive Guide*. O'Reilly Media Inc., Sebastopol-USA.
- [7] Giroux, David Paul, 2009. *DBCC CheckedDB for Very Large Databases*. SQL Server Magazine. www.sqlmag.com. Diakses 28 Februari 2011.
- [8] Greenberg, Nancy, 2004. *Oracle Database 10g : SQL Fundamental I*. Oracle Corp., Redwood Shores-USA.
- [9] Hewitt, Eben, 2011. *Cassandra : The Definitive Guide*. O'Reilly Media Inc., Sebastopol-USA.
- [10] Kemne, Bettina, Gustavo Allonso, 2010. *Database Replication : A Tale About Research Across Communities*. VLDB Concept from ETH Zurich and McGill University Montreal.
- [11] Nugroho, Adi, 2008. *Algoritma dan Struktur Data Menggunakan Bahasa Java*. Penerbit ANDI OFFSET, Yogyakarta.
- [12] Nugroho, Adi, 2004. *Konsep-konsep Pengembangan Sistem Basis Data*. Penerbit INFORMATIKA, Bandung.
- [13] _____. *Oracle Berkeley DB : Getting Started with Transaction Processing for Java*. Oracle Corp.
- [14] Basis data NoSQL. www.wikipedia.com. Diakses 3 Maret 2011.
- [15] Kode-kode akses ke sistem Cassandra. www.coderjournal.com. Diakses 4 Maret 2011.
- [16] Kode-kode akses ke sistem Cassandra menggunakan Java. <http://www.unnaki.com/2010/05/apache-cassandra-with-java/>. Diakses 4 Maret 2011.
- [17] Konsep dan definisi Apache Cassandra. www.wikipedia.com. Diakses 1 Maret 2011.
- [18] Konsep dan definisi BigTable. www.wikipedia.com. Diakses 1 Maret 2011.
- [19] Perbandingan beberapa basis data NoSQL. <http://www.thoughtworks.com/articles/nosql-comparison>. Diakses 5 Maret 2011.
- [20] Situs resmi Cassandra. Cassandra.apache.org. Diakses 4 Maret 2011.
- [21] Situs tentang basis data non-relasional. nosql-database.org/. Diakses 5 Maret 2011.

PELAKSANAAN PROGRAM KEWIRAUSAHAAN PADA PUSAT KEGIATAN BELAJAR MASYARAKAT DI KAB. SLEMAN

Aji Pranoto¹

¹Jurusan Teknik Mesin, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Masuk: 12 Maret 2013, revisi masuk: 6 Juni 2013, diterima: 15 Juli 2013

ABSTRAC

Unemployment and poverty in Yogyakarta, especially in the districts of Sleman both rural and urban is still high. Efforts have been taken by the government with the entrepreneurship education programs (PKM). The program is the Course Rural Entrepreneurial (KWD) and Course Entrepreneurial City (KWK). The purpose of the research is to figure out the implementation of administration, process, achievement of results, follow-up mentoring business, and the factors supporting and inhibiting the implementation of the program (KWD) and (KWK) at the Community Learning Center (PKBM) in Sleman. Data are collected by questionnaires, interviews and documentation. The data obtained are then analyzed using descriptive method. Results show that the average value of implementation of the program administration KWD & KWK, implementation process, and follow-up mentoring are 2.331, 2.406, and 2.338 respectively, hence categorized enough. Meanwhile, an achievement of objectives in average of 2,176 and categorized is less. Supporting factors are the aspect of understanding, ability and experience in conducting, has the electronic media (computer) 70% and a good enough office space, as well as funding (block grants) from the government. Limiting factors are the reliance on a particular board member; un-expert tutor, low motivation learners, and nonproductive citizens. Furthermore, the limitations are (PKBM) which insufficient Internet connection and guide books, lack of funds to open a business stimulant, tutor small honorarium, and the difficulty of finding an external funding sources.

Keywords: *Implementation, Entrepreneurship Program, Community Learning Center*

INTISARI

Pengangguran dan kemiskinan di Yogyakarta, khususnya di kabupaten Sleman baik di pedesaan dan perkotaan masih tinggi. Upaya yang ditempuh pemerintah dengan menyelenggarakan program Pendidikan Kewirausahaan Masyarakat (PKM). Program tersebut adalah Kursus Wirausaha Desa (KWD) dan Kursus Wirausaha Kota (KWK). Tujuan penelitian untuk mengungkap pelaksanaan administrasi, proses/pelaksanaan, pencapaian hasil, tindak lanjut pendampingan usaha, dan faktor-faktor pendukung & penghambat pelaksanaan program KWD dan KWK pada Pusat Kegiatan Belajar Masyarakat (PKBM) di Kabupaten Sleman. Pengumpulan data dengan kuesioner, wawancara dan dokumentasi. Data dianalisis dengan metode deskriptif. Hasil menunjukkan bahwa pelaksanaan pengelolaan administrasi program KWD dan KWK rerata 2,331 kategori cukup. Pelaksanaan/proses rerata 2,406 kategori cukup. Pencapaian tujuan rerata 2,176 kategori kurang. Tindak lanjut pendampingan rerata 2,338 kategori cukup. Faktor pendukung adalah aspek pemahaman, kemampuan dan pengalaman menyelenggarakan, punya media elektronik (*computer*) 70% dan ruangan kantor yang cukup baik, serta dana (*block grant*) dari pemerintah. Faktor penghambat adalah ketergantungan pada pengurus tertentu, tutor kurang menguasai materi, motivasi rendah warga belajar, serta warga tidak berusia produktif, PKBM yang belum punya jaringan internet dan buku-buku panduan, minimnya dana stimulan untuk membuka usaha, honor tutor yang kecil, dan sulitnya mencari sumber dana dari tempat lain juga merupakan faktor penghambat.

Kata kunci: Pelaksanaan, Program Kewirausahaan, Pusat Kegiatan Belajar Masyarakat

¹aji_pranoto@akprind.ac.id

PENDAHULUAN

Jumlah pengangguran di Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) dari tahun ke tahun terus meningkat. Berdasarkan hasil survei angkatan kerja nasional (Sakernas) yang dilakukan Februari 2010 diketahui bahwa jumlah angkatan kerja di DIY mencapai 2,07 juta orang. Jumlah itu bertambah sekitar 50 ribu orang dibanding angkatan kerja pada Agustus 2009 yang sebanyak 2,02 juta orang. Berdasarkan data yang dipaparkan bahwa pengangguran dan kemiskinan di provinsi DIY khususnya di kabupaten Sleman, baik yang ada di pedesaan dan perkotaan masih cukup tinggi, untuk mengendalikan masalah tersebut diperlukan upaya-upaya mengurangi pengangguran dan kemiskinan baik di perkotaan maupun di pedesaan. Upaya yang ditempuh pemerintah melalui Direktorat Pembinaan Kursus dan Pelatihan (*Ditbansuslat*) Direktorat Jenderal Pendidikan Nonformal dan Informal (Moerdiyanto, 2010) dengan melalui menyelenggarakan program kursus dan pelatihan pendidikan kewirausahaan masyarakat (PKM). Program tersebut antara lain Kursus Wirausaha Desa (KWD), Kursus Wirausaha Kota (KWK) (*Ditbansuslat*, 2010).

Pelaksanaan program KWD dan KWK sudah dilakukan oleh Ditbansuslat selama ini, dengan pendekatan 3 in 1 yaitu kompetensi, sertifikasi dan penempatan kerja (Moerdiyanto, 2007). Program ini saat diluncurkan memang sedikit memberi harapan untuk bisa mengentaskan pengangguran dan kemiskinan. Namun setelah dicermati dari indikator keberhasilan programnya hanya menekankan pada peserta/warga belajar berhasil mendapatkan pekerjaan (*workers*) dan membuka usaha kecil (*small bisnis*). Hal ini masih tertumpu pada pembelajaran keterampilan (*skills*), belum menyentuh kepada aspek jiwa kewirausahaan. Padahal jiwa kewirausahaan menyebabkan peserta/warga belajar memiliki rasa percaya diri yang besar dan tidak mudah terombang ambing.

Jiwa kewirausahaan hanya bisa tumbuh dan berkembang secara optimal dalam dunia usaha. Oleh karena itu, dunia usaha dari yang paling sederhana

dan kecil hingga yang berskala besar merupakan laboratorium yang handal yang dapat dijadikan proses penumbuh kembang jiwa kewirausahaan. Substansi jiwa kewirausahaan pada akhirnya bertumpu pada satu kata kunci yaitu keberanian mengambil keputusan dan sekaligus menanggung risiko. Sebab tidak sedikit orang yang berkemauan keras, punya inisiatif dan berpandangan luas tetapi tidak banyak yang berani menanggung risiko.

Sejak tahun 2007 program KWD dan KWK di kabupaten Sleman yang dilakukan oleh PKBM belum cukup informasi yang menyatakan bahwa program ini berhasil untuk mendidik warga belajar. Pertanyaan yang muncul adalah bagaimana efektivitas program KWD dan KWK serta sejauh mana keberhasilan program ini berhasil dalam mengembangkan kemampuan berwirausaha.- Oleh karena itu diperlukan evaluasi program KWD dan KWK ini. Sehingga dana yang banyak diberikan oleh pemerintah dapat mencapai sasaran dan target yang diharapkan.

Berdasarkan paparan di atas, maka perumusan permasalahan adalah bagaimana administrasi program KWD dan KWK pada PKBM di Kabupaten Sleman? bagaimana pelaksanaan program? bagaimanakah pencapaian hasil? Bagaimanakah tindak lanjut pendampingan usaha? faktor-faktor apa saja sebagai pendukung pelaksanaan program? faktor apa saja sebagai penghambat pelaksanaan program KWD dan KWK pada PKBM di Kabupaten Sleman ?

Manfaat menjadi masukan bagi Direktorat jenderal pendidikan nonformal informal (Moerdiyanto, 2010) khususnya direktorat pembinaan kursus dan kelembagaan (*Ditbansuslat*) pusat. Bagi pihak-pihak yang terkait terutama PKBM supaya dapat sebagai masukan dan upaya peningkatan mutu pendidikan secara umum dan khususnya pendidikan *nonformal informal*.

METODE

Menurut Slamet PH (2010:21) Kewirausahaan adalah kegiatan kreatif, inovatif, dan terorganisir dalam menciptakan produk baru dan pasar baru yang

disertai keberanian mengambil risiko atas hasil ciptaannya dan melaksanakannya secara terbaik (ulet, gigih, tekun, progresif, pantang menyerah) sehingga nilai tambah yang diharapkan dapat dicapai. Hasil kegiatan kreatif adalah daya cipta produk baru dan pasar baru, hasil kegiatan inovatif adalah pengembangan dari produk dan pasar yang ada ke yang baru.

Pendapat di atas bahwa kewirausahaan tidak cukup hanya menemukan produk baru, tetapi juga harus mampu memasarkan produk/ide barunya ke dunia nyata (bisnis/non bisnis) dan ini memerlukan kemampuan memasarkan (kemampuan berbisnis). Kegiatan kewirausahaan juga melibatkan pengambilan risiko karena produk/ide baru yang dihasilkan belum jelas masa depannya, apakah akan laku atau tidak yaitu apakah konsumen akan menerimanya walaupun produk barunya itu lebih bagus dari yang ada. Jadi, seorang wirausahawan memiliki kemampuan untuk memikirkan sesuatu yang belum pernah dipikirkan oleh orang lain (prinsip kreatif dan inovatif) yang hasilnya adalah buah pikiran yang asli dan bukannya replikasi, baru dan bukannya meniru, memberi kontribusi dan bukannya membuat rugi, dan kemampuan memasarkan serta kemampuan melaksanakannya secara konsekuen.

Karakteristik seorang wirausahawan yang berhasil (*successful entrepreneurs*), adalah sebagai berikut: komitmen, determinasi, dan ketabahan hati secara total, bergerak maju untuk mencapai tujuan dan tumbuh, peluang dan orientasi pada tujuan, mengambil inisiatif dan tanggung jawab pribadi, gigih terhadap pemecahan masalah, *realism* dan mempunyai *sense of humor*, mencari dan memakai umpan balik (*feedback*), adanya tempat kontrol internal, mengambil risiko yang telah dipehitungkan untuk mencari risiko, mempunyai keinginan yang rendah untuk mendapatkan status dan kekuasaan, integritas dan dipercaya.

Pendidikan dan Latihan Kewirausahaan adalah Pendidikan yang berorientasi *life skills*, semua tuntutan tersebut terintegrasi dalam kecakapan

Generik (*Psycho Sosial*) meliputi kecakapan sosial dan personal, antara lain berperilaku hidup sehat, kecakapan bekerjasama, kecakapan berkomunikasi, kecakapan berpikir secara kritis. Kecakapan Spesifik antara lain terdiri dari kecakapan akademik dan Vokasional, dan Nilai-nilai Sikap (*Value and Attitude*) antara lain terdiri dari disiplin, bertanggung jawab, *respect* terhadap orang lain yang targetnya adalah usia anak sekolah dan pemuda, sehingga *life skills* diharapkan mampu membentuk peserta didik dengan berbagai keterampilan dan sikap dasar yang erat hubungannya dengan pengembangan pribadi yang peduli pada kesehatan baik fisik, mental maupun sosial serta entrepreneurship. Untuk itu *life skills* perlu diberikan sedini mungkin, sehingga sikap dan tindakan ataupun perilaku hidup sehat menjadi bagian dari kehidupan sehari-hari, maka pendidikan berorientasi *life skills* harus diberikan secara bertahap dan sistematis yaitu dimulai dari peserta didik pada jenjang pendidikan terendah.

Program Kursus Wirausaha Desa (KWD) adalah program pelayanan pendidikan dan pelatihan bagi penduduk kurang beruntung yang memiliki keinginan untuk memperoleh keterampilan sebagai bekal untuk bekerja di dalam negeri atau membuka usaha mandiri. Jenis keterampilan yang dikembangkan berorientasi pada keterampilan jasa atau produk (terutama produk) sesuai potensi sumberdaya yang ada di pedesaan. Pendekatan yang digunakan dalam kpp adalah 3 in 1, yaitu: (1) pendidikan dan pelatihan berbasis kompetensi, (2) Uji kompetensi dan sertifikasi kompetensi (3) Pendampingan dalam penegembangan usaha mandiri (Ditbansuslat : 2010)

Lebih lanjut dijelaskan bahwa KWD dan KWK adalah Program pelayanan pendidikan dan pelatihan bagi penduduk kurang beruntung yang memiliki keinginan untuk memperoleh keterampilan sebagai bekal untuk bekerja di dalam negeri atau membuka usaha mandiri. Jenis keterampilan yang dikembangkan berorientasi pada keterampilan jasa atau produk (terutama jasa) sesuai kebutuhan pasar kerja

dalam negeri baik spectrum pedesaan maupun perkotaan. Keterampilan yang diselenggarakan dalam program KWK dan KWD adalah jenis keterampilan yang sesuai dengan kebutuhan pasar kerja dan/atau wirausaha yang ada di pedesaan. Kegiatan pembelajaran yang diselenggarakan harus sesuai kebutuhan masyarakat dengan memusatkan perhatian perhatian pada keterampilan/ vokasi.

Sasaran Program, Lembaga Penyelenggara dan Indikator Keberhasilan Program. Kriteria Sasaran Program KWD dan KWK Kriteria terhadap sasaran (warga belajar) adalah sebagai berikut: penduduk usia produktif (18 – 35 th), menganggur, mempunyai kemampuan membaca, menulis, dan berhitung, prioritas berdomisili tidak jauh dari tempat penyelenggaraan program KWD/KWK, tidak dalam proses masih sekolah, diprioritaskan dari keluarga tidak mampu beasiswa disediakan untuk membelajarkan peserta didik yang lulus SMP/ sederajat, DO SMP/ SMK sederajat, dan lulus SMA/ SMK sederajat tidak lanjut, menganggur dan berasal dari keluarga miskin.

Penyelenggaraan program KWD dan KWK dilakukan oleh lembaga non formal dan informal baik itu milik pemerintah maupun swasta. Lebih jauh dijelaskan bahwa lembaga yang menerima Biaya operasional penyelenggaraan (BOP) KWD dan KWK adalah lembaga/ satuan pendidikan nonformal dan informal dengan cara kompetensi proposal. Dalam hal ini PKBM adalah termasuk satuan pendidikan nonformal dimana sangat strategis sebagai ujung tombak dalam pelaksanaan program ini. Dengan kompetisi proposal diharapkan PKBM dapat bersaing dalam pemberdayaan masyarakat desa dan kota dalam mengentaskan pengangguran dan kemiskinan.

Indikator keberhasilan program Kursus Wirausaha Desa dan Kota (Ditbansuslat, 2010; 15) dapat dilihat dari: (1) adanya laporan penyelenggaraan program dan keuangan, (2) Minimal 90% peserta didik menyelesaikan program pembelajaran KWD dan KWK sampai tuntas, (3) Minimal 80% lulusan berwirausaha (usaha mandiri) atau bekerja

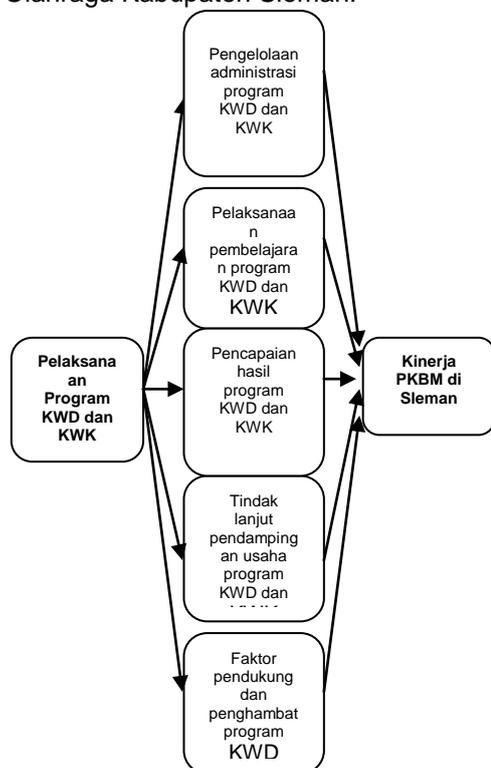
pada dunia usaha dan dunia industri (DU/DI).

Secara operasional, PKBM merupakan tempat di mana kegiatan PNFI dipusatkan pelaksanaannya dengan lokasi berada di tingkat kecamatan dan pedesaan. Syarat minimal dapat didirikan PKBM adalah: adanya gedung sekolah/gedung lainnya yang kosong dan tidak dimanfaatkan, minimal dapat digunakan selama 5 tahun, ada izin tertulis dari pihak berwenang, memiliki sekurang-kurangnya 2 lokal, letaknya mudah dijangkau oleh masyarakat dan adanya warga masyarakat yang akan dibelajarkan.

Indikator keberhasilan PKBM yang ditetapkan Depdiknas adalah: Keberhasilan pengelolaan, setiap hari ada kegiatan pembelajaran; Minimal diselenggarakan lima jenis kegiatan pembelajaran. Keberhasilan proses pembelajaran, meningkatkan peran serta warga belajar dan masyarakat sekitarnya, terciptanya suasana belajar yang kondusif, semakin meningkatnya kemampuan warga belajar dan warga masyarakat sekitar dalam mengelola sumber daya yang ada di lingkungannya atau sebagai mata pencaharian warga desa setempat. Semakin meningkatnya kualitas hidup warga belajar dan masyarakat sekitar PKBM.

Program PKBM dapat dilihat berdasarkan keberhasilan programnya yang terukur. Agar pengukuran keberhasilan program PKBM tersebut tepat dan dapat dipertanggungjawabkan, maka indikatornya harus jelas. Indikator tersebut selanjutnya dijadikan dasar penyusunan instrumen evaluasi diri penilaian program. Indikator tersebut adalah: 1) Pengelolaan administrasi yang terdiri atas akreditasi, pengelolaan dan pembiayaan. Pelaksanaan program yang terdiri atas kurikulum, proses pelajaran, pendidik, tenaga kependidikan, warga belajar dan sarana prasarana. Pencapaian tujuan terdiri atas penilaian, Follow up (tindak lanjut) terdiri atas citra lembaga, Penghambat dan pendukung terdiri atas faktor penghambat dan pendukung pelaksanaan program. Sampel sebanyak 13 PKBM yang berada di Kecamatan Sleman, Mlati,

Gamping, Godean, Minggir, Tempel, Ngaglik, Depok, Prambanan yang mendapat dana bantuan operasional penyelenggaraan (BOP) berdasarkan catatan dari Dinas Pendidikan dan Olahraga Kabupaten Sleman.



Gambar 1. Kerangka Berfikir

Pengambilan data dalam penelitian ini : Angket digunakan untuk menjangkau data pengelola PKBM, Nara Sumber Teknik (NST)/ tutor, warga belajar, *stakeholder* dalam pelaksanaan program KWD dan KWK. Wawancara untuk menjangkau data pada pengelola PKBM untuk mengetahui kesiapan pengelolaan dalam pelaksanaan kursus KWD dan KWK. Model wawancara bersifat tertutup. Dokumentasi untuk mengetahui data-data tentang persiapan pengelola, identitas peserta, pengelola, kualifikasi tutor/ Nara Sumber Teknik (NST), laporan akhir, sukses story, laporan keuangan dll.

Data-data yang terkumpul kemudian dianalisis dengan menggunakan teknik analisis deskriptif kuantitatif yaitu mendeskripsikan dan memaknai tiap-tiap komponen data evaluasi kemudian dibandingkan dengan acuan kriteria

yang telah ditentukan sebelumnya berdasarkan rata-rata ideal dan simpangan baku ideal yang dicapai oleh instrumen.

Tabel 1. Kriteria penafsiran efektivitas program

Nilai Skor	Interpretasi
$X \geq M_i + 1,5 SD$	Sangat Baik
$M_i + 0,5 < X < M + 1,5 SD$	Baik
$M_i - 0,5 SD < X < M_i + 0,5 SD$	Cukup Baik
$M_i - 1,5 SD < X < M_i - 0,5 SD$	Kurang
$X < M_i - 1,5 SD$	Sangat kurang

Keterangan:

M_i = rata-rata ideal komponen dalam penelitian, dengan rumus = $\frac{1}{2}$ (skor ideal tertinggi dalam komponen + skor ideal terendah).

SD = standartdeviasi ideal dalam setiap komponen penelitian, dengan rumus $1/6$ (skor ideal tertinggi dalam komponen – skor ideal terendah).

PEMBAHASAN

Hasil perolehan rerata skor pelaksanaan program kewirausahaan pada PKBM di Kabupaten Sleman, secara keseluruhan dapat diringkas pada tabel berikut ini.

Pembahasan, titik berat program KWD dan KWK adalah memberi pelayanan pendidikan keterampilan tertentu kepada warga belajar agar mampu membuka lapangan kerja dan atau diterima bekerja di DU/DI atau individu tertentu dan memperoleh penghasilan yang layak untuk memperbaiki dan meningkatkan taraf hidupnya. Kerja sama dengan aparat pemerintah di tingkat desa, lembaga pembangunan desa dan tokoh-tokoh masyarakat, terfokus pada rekrutmen dan seleksi calon warga belajar serta pembinaan kelompok belajar yang berada di daerahnya. Kerjasama dengan instansi teknis dinas pemerintah daerah dan organisasi, perguruan tinggi,

lembaga kursus ditujukan untuk men-
jaring Nara Sumber Teknik (NST)/tutor,
sedangkan kerjasama dengan pengusa-
ha/perusahaan swasta terkait dengan
penempatan kerja, konsultasi teknis,
pemagangan dan pemasaran hasil
produksi. Belum baiknya proses

pembelajaran dikarena-kan pada PKBM
yang menyeleng-garakan program KWD
dan KWK terdapat tutor yang belum
punya berkualifikasi dan kompetensi
yang baik dan kurang mempunyai
kerjasama dengan instansi dan lembaga
kursus yang sesuai dengan bidang

Tabel 2. Ringkasan Hasil Penelitian

No	Variabel/ Indikator	Aspek	Sumber Data	Rerata Skor	Kategori
A. Pengelolaan Administrasi Program KWD dan KWK					
1.	Tingkat kebutuhan	Conteks	• Pengelola	2,808	Baik
2.	Dukungan Lingkungan	Conteks	• Pengelola	2,615	Cukup
3.	Penilaian kinerja	Input	• Pengelola	2,160	Kurang
4.	Pengelolaan	Proses	• Pengelola	2,353	Cukup
5.	Pembiayaan	Input	• Pengelola	2,207	Kurang
Total				2,331	Cukup
B. Pelaksanaan Pembelajaran Program KWD dan KWK					
1.	Kurikulum	Input	• Tutor/NST	2,052	Kurang
2.	Proses pembelajaran	Proses	• Pengelola • Tutor/NST	2,405 2,390	Cukup Cukup
3.	Nara sumber teknik (NST)/Tutor	Input	• Pengelola • Tutor/NST	2,410 2,345	Cukup Cukup
4.	Warga belajar	Input	• Warga Belajar	2,431	Cukup
5.	Tenaga kependidikan	Input	• Tutor/NST	2,117	Kurang
6.	Sarana dan prasarana	Input	• Pengelola • Tutor/NST	2,224 2,153	Kurang Kurang
Total				2,406	Cukup
C. Pencapaian Tujuan (Output) Program KWD dan KWK					
1.	Kecakapan hidup warga belajar	Produk	▪ Warga Belajar	2,312	Cukup
2.	Penempatan kerja dan membuka usaha	Produk	▪ Pengelola ▪ Tutor/NST ▪ Warga Belajar	2,410 1,845 2,239	Cukup Kurang Kurang
3.	Pencitraan/peng- akuan dari pihak luar (stakeholder)	Produk	▪ Stakeholder	1,282	Sangat Kurang
Total				2,176	Kurang
D. Tindak lanjut pendampingan program KWD dan KWK					
1.	Bentuk dan intensitas pendampingan	Produk	▪ Pengelola ▪ Tutor/NST	2,538 2,417	Cukup Cukup
2.	Hasil pendampingan usaha	Produk	▪ Pengelola ▪ Tutor/NST	2,352 2,042	Cukup Kurang
Total				2,338	Cukup

keterampilannya. Keberhasilan proses pembelajaran PKBM yang ditetapkan oleh Depdiknas adalah (1) meningkatkan peran serta warga belajar dan masyarakat sekitarnya, (2) terciptanya suasana belajar yang kondusif, (3) semakin meningkatnya kemampuan warga belajar dan warga masyarakat sekitar dalam mengelola sumber daya yang ada dilingkungannya atau sebagai mata pencaharian warga desa setempat, (4) semakin meningkatnya kualitas hidup warga belajar dan masyarakat sekitar PKBM.

Pelaksanaan program KWD dan KWK terdapat faktor pendukung dan penghambat yang merupakan kekuatan dan kelemahan program ini. Beberapa faktor pendukung dan penghambat yang dihadapi dalam program KWD dan KWK pada PKBM di Kabupaten Sleman, antara lain: (1) sumber daya manusia (SDM), (2) fasilitas (sarana dan prasarana), (3) pendanaan dan waktu, (4) dukungan pemerintah setempat dan masyarakat, dan (5) *stakeholders* (dunia usaha dan industri).

Berdasarkan pengumpulan data hasil penelitian pada aspek SDM baik itu pengurus PKBM, NST dan warga belajar dalam pelaksanaan program KWD dan KWK dari segi pemahaman program, meningkatkan kemampuan, pengalaman melaksanakan program merupakan faktor pendukung yang perlu dipertahankan. Mengingat PKBM sudah memprogramkan dan membuat satuan tugas dan job deskripsi yang jelas serta sanksi yang tegas baik dalam tingkat pengurus, tutor dan warga belajar.

Sedangkan faktor penghambat yang dialami oleh PKBM adalah (1) pengurus (PKBM): koordinasi intern dan ekstern organisasi masih kurang maksimal, kesibukan personil, dan ketergantungan kegiatan PKBM pada figur ketua dan beberapa pengurus tertentu. (2) NST/Tutor, kualitas penguasaan materi kurang karena hanya mengandalkan keterampilan alami, sibuk tutor dalam melakukan pekerjaan lain, (3) Warga Belajar, terdapat permasalahan: motivasi yang tidak konsisten, kendala penentuan waktu belajar, kecenderungan warga belajar yang serba ingin "instant" untuk

memperoleh penghasilan. Disamping itu faktor penghambat yang diterjadi adalah tidak semua warga belajar sesuai dengan kualifikasi yang dipersyaratkan oleh PNFI dimana warga belajar harus usia produktif 17 s/d 35 tahun, kurang beruntung, tidak mempunyai keterampilan dan miskin. Dalam kenyataannya warga belajar sudah usia 45 tahun ke atas yang merupakan usia tidak produktif lagi. Sedangkan ada beberapa warga belajar yang tidak dalam kategori miskin ikut dalam kursus KWD dan KWK.

Segi fasilitas sebagian besar hampir (70%) PKBM di Sleman mempunyai media cetak, media elektronik dan ruangan kantor yang cukup representative dalam pelaksanaan kursus KWD dan KWK. Fasilitas ini merupakan faktor pendukung yang cukup baik dalam pelaksanaan KWD dan KWK. Faktor penghambat dalam aspek ini adalah PKBM masih belum banyak memiliki buku-buku panduan yang cukup serta akses internet yang belum lengkap sehingga mengganggu jalannya suatu program.

Pada uraian tentang faktor dana dan waktu dapat berlaku sebagai faktor pendukung maupun sebagai faktor penghambat. Faktor pendukungnya karena dengan adanya dana yang diberikan oleh pemerintah maka jalannya kursus KWD dan KWK berjalan dengan baik. Sedangkan minimnya dana dan terlambatnya pengiriman dana yang dialokasikan dan dijadwalkan dapat menjadi penghambat. Dana dapat berlaku sebagai faktor pendukung kegiatan, karena setiap kegiatan membutuhkan dana. Dalam hal ini, dana bantuan pemerintah mempunyai arti penting bagi kelanjutan program KWD dan KWK. Tetapi, minimnya dana juga menjadi faktor penghambat kegiatan. Misalnya tidak setiap proposal yang diajukan dengan nilai tertentu dikabulkan bahwa ada yang dipotong 50% dengan jumlah warga belajar yang sama. Honor tutor yang kecil menjadi sebab motivasi melaksanakan kegiatan "naik-turun". Identifikasi dana sebagai faktor penghambat proses: (1) kurang dukungan APBN/D akibat minimnya anggaran yang dialokasikan untuk program ini menye-

babkan kuota dan dana stimulan terbatas; (2) sedikitnya honor tutor, (3) banyak warga belajar kurang mampu sehingga tidak dapat memenuhi kesempatan iuran, (4) sulit mendapat dana dari sumber lain.

Dukungan dari pemerintah dan warga masyarakat sekitar pada semua PKBM yang menyelenggarakan kursus KWD dan KWK rata-rata mendapat dukungan yang baik dari pemerintah desa dan masyarakat setempat. Namun masih terdapat warga masyarakat yang kurang mengetahui kegiatan KWD dan KWK. Beberapa jenis keterampilan tidak berhasil karena kendala pasangsurutnya dunia usaha, yang berarti ide yang dijalankan kurang sesuai dengan situasi dan kondisi yang ada. Jaringan pemasaran, kerja sama dengan pengusaha dan pemerintah desa belum maksimal. PKBM hanya sekali menyalurkan dana stimulan, kemudian masing-masing warga belajar program KWD dan KWK "dibiarkan" berkembang sendiri tanpa pendampingan yang maksimal.

Beberapa kendala ditemukan, antara lain pengawasan, pemantauan, dan pendampingan yang kurang maksimal dari PKBM. Sehingga setelah modal awal diberikan, para coordinator program KWD dan KWK menjalankan kegiatan tersebut sendiri. "Pembinaan" ini menurut pengurus PKBM karena mengingat keterbatasan personil dan dimaksudkan untuk mendorong kemandirian bagi warga belajar untuk mengembangkan diri. *Stakeholder* pengembangan kegiatan belum maksimal, misalnya stakeholder pemasaran produk dan kerja sama dengan pihak pengusaha. Pencairan dana KWD dan KWK dilakukan setelah proposal disetujui Dinas Pendidikan Propinsi DI Yogyakarta, dan diserahkan dalam bentuk *block grant*. Hal ini menandakan bahwa keberlangsungan PKBM masih tergantung dari dana *block grant* yang diberikan Pemerintah, sementara sumber pendanaan yang lain belum tergal.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan adalah sebagai berikut:

Pengelolaan administrasi program, Pelaksanaan program KWD dan KWK pada PKBM di Kabupaten Sleman berada pada kategori cukup.

Pencapaian tujuan (*output*) program dalam kategori kurang, Tindak lanjut pendampingan program KWD dan KWK pada PKBM di Kabupaten Sleman berada pada kategori cukup.

Faktor pendukung program adalah aspek pemahaman program, meningkatkan kemampuan dan pengalaman menyelenggarakan. Fasilitas 70% PKBM di Sleman sudah mempunyai media elektronik (computer) dan ruangan kantor yang cukup representatif. Selanjutnya adanya dana block grant yang diberikan pemerintah.

Faktor penghambatnya adalah pengurus PKBM yang kurang koordinasi, ketergantungan pada figur ketua dan beberapa pengurus tertentu, tutor yang kurang menguasai materi, motivasi yang rendah dari warga belajar, serta warga belajar yang ikut program sudah tidak berusia produktif lagi, PKBM yang belum punya jaringan akses internet dan buku-buku panduan. Minimnya dana stimulan untuk membuka usaha, honor tutor yang kecil, sulitnya mencari sumber dana dari tempat lain.

Saran

Mengacu pada kesimpulan serta berdasarkan tujuan dan kegunaan penelitian, beberapa saran yang dapat disampaikan antara lain:

Penelitian menyimpulkan bahwa pencitraan/pengakuan dari pihak luar (*stakeholder*) berada pada kategori sangat kurang. Oleh karena itu perlu adanya dukungan dari pihak luar terutama dunia usaha dan dunia industri (DU/DI) dalam kerjasama dalam pelaksanaan KWD dan KWK yang dijalankan oleh PKBM. Sedangkan PKBM sendiri harus bersikap aktif mencari mitra dengan memakai warga belajar (lulusan) setelah selesai mengikuti kursus.

Perlu adanya tindak lanjut pendampingan program KWD dan KWK dalam bentuk membuka kelompok wirausaha baru yang selama jangka waktu tertentu dibina oleh PKBM. Karena selama program berjalan tidak semua

PKBM melakukan pembinaan dalam membuka wirausaha baru bagi warga belajar. Sehingga pada akhirnya setelah selesai program berjalan warga belajar akan bekerja sesuai dengan kebiasaan sebelumnya.

Pihak pemerintah desa dan penilik PNFI kecamatan dalam pelaksanaan program KWD dan KWK perlu adanya perhatian khusus misalnya membantu memberikan saran dan dukungan kerjasama terhadap pihak industry yang ingin mencari tenaga kerja.

DAFTAR PUSTAKA

Direktorat pembinaan kursus dan kelembagaan, 2008. Pedoman program kursus wirausaha kota (KWK). Jakarta. Dirjen PNFI Depdiknas.

Direktorat pembinaan kursus dan kelembagaan, 2008. Pedoman program kursus wirausaha Desa (KWD). Jakarta. Dirjen PNFI Depdiknas.

Direktorat pembinaan kursus dan pelatihan. 2011. Petunjuk teknis penyelenggaraan program dan dana bantuan social, pendidikan kewirausahaan masyarakat (PKM). Jakarta. Kemendiknas.

Moerdiyanto, dkk. 2010. *Naskah akademik penilaian kinerja lembaga kursus dan pelatihan ditsuskel, ditjen PNFI, kemendiknas RI*. Jakarta. Dirjen PNFI Kemendiknas RI.

Moerdiyanto. (2009). Pedoman praktik kewirausahaan untuk lembaga pendidikan. Tidak diterbitkan. Yogyakarta. Direktorat tenaga kependidikan Depdiknas.

**REKAYASA GEOMEDIS PEMANFAATAN PASIR PANTAI
DI PANTAI PARANGTRITIS DAN SEKITARNYA, KECAMATAN KRETEK
KABUPATEN BANTUL DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**

Arie Noor Rakhman¹

¹Jurusan Teknik Geologi, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Masuk: 27 April 2013, revisi masuk: 8 Juli 2013, diterima: 19 Juli 2013

ABSTRACT

This research aims to utilize sand in Parangtritis Beach, Parangtritis Subdistrict, Kretek, Bantul regency, Yogyakarta Special Region. Utilization of sand with geomedical engineering as means therapy for valuable health sand and applicable scientific. The method used in the form of field data capture characteristic properties of sand to determine the effect of the physical properties of the sand to the sand as a medium utilizing health therapy, include: color, grain size, dust properties, mineral composition, geology and inundated the following conditions as the controller. Primary data field is supported by the analysis of laboratory data in the form of grain size distribution, density, magnetic properties, and secondary data relating to the application of sand therapy information. Composition of magnetic minerals (average 66.20%) were more abundant than non-magnetic mineral grain size and the dominance of fine-sized sand (0.425 to 0.075 mm) affects the temperature of radiant heat on the sand (41.4 to 42 °C). Utilization of hot sand is recommended for optimal therapy performed at 16:00 to 18:00 pm with sunny weather conditions. Application using a combination therapy of Egypt model and Tembolor Beach, Lombok. Sand therapy by using a parabolic sand dunes can be applied with local wisdom of the area. Sand retrieval can be done by reusing the small scale and limited. Barchan sand dune land use is not recommended in order to preserve its existence.

Keywords: sand, dunes, temperature, heat, and therapy, geomedis

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan pasir di Pantai Parangtritis, Desa Parangtritis, Kecamatan Kretek, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Pemanfaatan pasir dengan rekayasa geomedis sebagai sarana terapi pasir untuk kesehatan yang bernilai ilmiah dan aplikatif. Metode yang digunakan berupa pengambilan data lapangan sifat karakteristik pasir untuk mengetahui pengaruh sifat fisik pasir terhadap pemanfaat pasir sebagai media terapi kesehatan, meliputi: warna, ukuran butir, sifat urai, komposisi mineral, berikut kondisi geologi dan keairan sebagai pengontrolnya. Data primer lapangan didukung data laboratorium berupa analisis distribusi ukuran butir, berat jenis, sifat kemagnetan serta data sekunder yang berhubungan dengan informasi penerapan terapi pasir. Komposisi mineral magnetik (rata-rata 66,20%) yang lebih melimpah daripada mineral non-magnetik serta dominasi ukuran butir pasir berukuran halus (0,425 - 0,075 mm) berpengaruh terhadap suhu pancaran panas pada pasir (41,4 - 42°C). Pemanfaatan panas pasir untuk terapi secara optimal disarankan dilakukan pada pukul 16.00 – 18.00 WIB dengan kondisi cuaca cerah. Penerapannya menggunakan kombinasi model terapi pasir Mesir dan terapi pasir Pantai Tembobor Lombok. Pasir untuk terapi kesehatan di lahan gumuk pasir parabolik dapat diterapkan dengan kearifan lokal. Pengambilan pasir dapat dilakukan dengan pemanfaatan ulang dalam skala kecil dan terbatas. Pemanfaatan pasir pada lahan gumuk pasir barchan tidak direkomendasi guna menjaga kelestarian keberadaan gumuk pasir jenis tersebut.

Kata kunci: pasir, gumuk, suhu, panas dan terapi, geomedis

¹arie_rakhman@akprind.ac.id

PENDAHULUAN

Kesadaran untuk memperoleh kesehatan dan kehidupan yang lebih baik telah memotivasi orang untuk memperoleh kesehatan melalui penyembuhan atau kuratif. Penyembuhan dinilai lebih mahal dibandingkan dengan cara preventif. Untuk menjaga kesehatan secara preventif maka diperlukan ilmu kesehatan masyarakat, yakni pembelajaran ilmu yang ingin menjaga kesehatan dengan mempelajari lingkungan hidupnya. Kontrol pengaruh kondisi lingkungan tidak lepas dari kondisi geologi daerah tersebut, sehingga lahirlah cabang ilmu *Medical Geology* ("Medical Geology", 21 September 2007). Dengan demikian, sumber daya geologi dapat dimanfaatkan untuk mencapai kehidupan yang sehat (Sukandarrumidi, 2009). Salah satu sumber daya geologi tersebut, yaitu pasir pantai, dapat dimanfaatkan untuk penyembuhan.

Terapi pasir di manca negeri telah terbukti dapat mengobati beberapa penyakit. Di Mesir, pemanfaatan pasir untuk terapi kesehatan telah dilakukan masyarakat Siwa sejak 3.000 SM. Metode pengobatan tersebut adalah sebuah cara yang sangat unik yaitu dengan mandi pasir yang dipanaskan oleh sinar matahari hingga 45 derajat celsius, bahkan lebih. Menurut ilmu kesehatan tradisional masyarakat Siwa, munculnya berbagai macam penyakit adalah akibat kondisi unsur air yang tidak sehat di dalam tubuh. Karena itu air tersebut harus dikeluarkan. Dan cara yang lebih ampuh untuk itu adalah dengan mandi pasir panas di Hammam Raml (pemandian pasir). Mandi pasir ini diperkirakan bisa mengeluarkan 3 liter sampai 4 liter air dari dalam tubuh melalui keringat. Bersamaan dengan itulah keluar berbagai macam penyakit yang diidap pasien semisal rematik, asam urat, struk, kolesterol, dan lain-lain. Masyarakat Siwa telah mewarisi ilmu-ilmu pengobatan tradisional yang terus mereka pertahankan hingga sekarang. Dengan pengobatan tradisional ini, mereka bisa hidup sehat secara alami tanpa harus pergi ke dokter, klinik kesehatan dan apotek (Hasibuan, 21 Juli 2010). Selain Mesir, terapi pasir juga

dilakukan di Jepang sejak 300 tahun lalu, yaitu di Ibasuki, Kagoshima, Jepang ("Jepang kembangkan", 2011). Hasil penelitian Universitas Kagoshima menunjukkan adanya efek dari mandi pasir terhadap tekanan darah, sistem kardiovaskuler, dan sistem pernapasan. Untuk perempuan, terapi ini efektif untuk melancarkan sirkulasi darah dan nyeri punggung. Untuk kulit, terapi ini baik bagi penderita alergi atopi. Diperkirakan, suhu pasir bisa mencapai 85 derajat celsius, sedangkan suhu maksimal untuk seseorang dapat bertahan di pasir itu yakni 50 derajat celsius. Terapi mandi pasir di Ibasuki tiga kali lipat lebih efektif ketimbang panas rata-rata pada musim semi. Selain efek pengobatan, terapi ini juga dapat membuat tubuh sejuk saat musim panas dan hangat saat musim dingin. Penyakit alergi atopi pada kulit atau disebut Dermatitis atopik (DA) merupakan penyakit kulit kronik berulang dengan abnormalitas pada fungsi *barrier* kulit dan sensitasi alergen (Leung et al., 2008 dalam Nurdin, 2011) dengan karakteristik seperti kekeringan, eritema, dan gatal yang hebat (Goh et al., 1997 dalam Nurdin, 2011).

Pemanfaatan pasir pantai untuk penyembuhan telah dilakukan di Indonesia ada di beberapa tempat, antara lain: Pantai Ujoeng Batee, Aceh ("Mandi Pasir", 2011); Pantai Tombobor, Lombok ("Khasiat dari", 21 Mei 2012); Pantai Sanur, Bali ("Terapi Pasir", 26 April 2011); Pesisir Utara BatangBatang, Sumenep ("Menyibak Ihwal", 17 September 2012). Pasir di Pantai Ujoeng Batee, Aceh berwarna hitam, bersih, dan lembut. Pasir tersebut telah digunakan untuk terapi kelumpuhan, terapi penyakit tulang, juga bagus untuk kesehatan kulit dan melancarkan peredaran darah ("Mandi Pasir", 2011). Sedangkan proses pengobatan alternatif dengan terapi pasir pantai di Pantai Tombobor, Lombok diawali dengan mandi di Pantai Tombobor selama 15-30 menit. Setelah itu warga yang sakit menanam dirinya di pasir setempat. Penyakit yang dapat disembuhkan dengan terapi tersebut penyakit ginjal, sesak napas, mulai dari kaki yang sakit karena letih hingga susah berjalan akibat stroke. Proses

penyembuhan tidak bisa hanya sekali tapi harus dilakukan beberapa kali. Penderita yang melakukan terapi pasir pantai tak hanya dari Lombok Utara tapi juga dari luar Lombok ("Khasiat dari", 21 Mei 2012). Bagi beberapa orang di Pantai Sanur, Bali, pasir pantai dipercaya mengandung mineral dan zat yodium yang bisa membantu pengobatan beberapa jenis penyakit. Hanya dengan menanam bagian tubuh di dalam pasir dan sesekali dilakukan pemijatan ringan, terapi pasir ini dapat mengurangi rasa sakit dan berangsur-angsur penyakit dapat sembuh. Selain untuk rekreasi, tempat tersebut sekaligus digunakan untuk terapi kesehatan ("Terapi Pasir", 26 April 2011). Sebagai bagian dari tradisi budaya lokal yang telah berlangsung bertahun-tahun lamanya, pasir di Pesisir Utara Batang-Batang, Sumenep dimanfaatkan masyarakat untuk alas tidur sehari-hari (kasur pasir) sekaligus penyembuh segala penyakit ("Rumah Mewah", 22 Maret 2011; "Menyibak Ihwal", 17 September 2012). Penyembuhan melalui media pasir dapat dilakukan di pantai mana saja karena media pasir yang panas terkena matahari dapat melancarkan sirkulasi darah di daerah kaki yang sakit ("Khasiat dari", 21 Mei 2012).

Terapi panas yang terpancar pada suhu 42°C mempunyai manfaat untuk tubuh yaitu membuang unsur logam berat melalui kelenjar keringan dan kelenjar lemak juga mengeluarkan zat beracun dalam tubuh akibat pencemaran kimia. Dapat juga membuang asam laktat, asam lemak dan lemak, Ion natrium, uric acid dan zat-zat lain penyebab lelah dan berbagai penyakit. Selain itu juga mengatur syaraf otonomik, mencegah kelainan syaraf perasa, memulihkan fungsi tubuh, mengatur sistem jaringan tubuh, mensuplai energi aktif dan menambah daya regenerasi dalam tubuh (SOQI, 2013).

Daerah Istimewa Yogyakarta mempunyai banyak potensi wisata, salah satunya potensi wisata pantai di Pantai Parangtritis, Bantul. Wisata panorama keindahan Pantai Parangtritis, mulai dari bentang alam gumuk pasir, wisata mandi

air panas bumi di Parangendog, dan beberapa situs petilasan sejarah Kraton Mataram di Parangkusumo dan sekitarnya yang telah dilengkapi sarana rekreasi dan pelelangan ikan (Senior, 1 April 2008; Badan Pariwisata Daerah Prop. DIY, 2011). Berdasarkan pengamatan peneliti dan beberapa media serta wawancara dengan penduduk setempat, diketahui bahwa pasir di Pantai Parangtritis belum dioptimalkan sebagai bagian wisata terapi pasir. Dari sekian penelitian yang ada di Pantai Parangtritis belum ada penelitian ilmu kebumihan yang fokus terhadap aplikasi pasir pantai sebagai terapi pasir untuk rekayasa geomedis.

Pasir pantai di Parangtritis mempunyai karakteristik bentang alam yang spesifik yaitu gumuk pasir. Kondisi sekarang, keberadaan gumuk pasir telah mengalami degradasi akibat perkembangan lahan pemukiman, pertanian dan aktivitas ekonomi oleh penduduk setempat. Hal tersebut tidak lepas dari faktor manusia/kelompok sosial ekonomi akibat kurangnya kesadaran menjaga keberadaan gumuk pasir tersebut (Hartanto, 2012). Dengan kesadaran akan potensi pemanfaatan pasir pantai baik sebagai sarana terapi pasir untuk rekayasa geomedis sekaligus rekreasi maka terbuka peluang kesempatan terciptanya lapangan kerja dan pembangunan di Parangtritis. Ke depan, keberadaan gumuk pasir dapat turut lestari terjaga seiring dengan kesadaran adanya sisi manfaat lain dari keberadaan gumuk pasir tersebut bagi masyarakat Pantai Parangtritis.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penelitian rekayasa geomedis dengan memanfaatkan pasir pantai sebagai penyembuh (terapi pasir) dilakukan dengan lokasi penelitian berada di Pantai Parangtritis, Kecamatan Kretek, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta.

Tujuan, penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan pasir di Pantai Parangtritis, Desa Parangtritis, Kecamatan Kretek, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta untuk dapat dilakukan rekayasa geomedis sebagai sarana terapi pasir untuk kesehatan yang

bernilai ilmiah dan aplikatif. Penelitian ini bermanfaat untuk membantu masyarakat di dalam memanfaatkan pasir pantai sebagai media pengobatan yang dapat dilakukan secara mudah dan murah. Ke depannya, sebagai alternatif jenis wisata kesehatan dapat mendorong perkembangan perekonomian penduduk setempat dengan terciptanya lapangan pekerjaan yang harmoni dengan menjaga keberadaan gumuk pasir di kawasan wisata Pantai Parangtritis.

METODE

Metode penelitian ini akan dibagi menjadi beberapa tahap kegiatan. Tahap pertama, yaitu studi pustaka, kemudian dilanjutkan dengan penelitian di lapangan dan analisis di laboratorium/ studio guna memperoleh sintesa data, diakhir dengan pembuatan laporan. Masing-masing tahap kegiatan tersebut diuraikan sebagai berikut.

Studi pustaka dikerjakan untuk memperoleh informasi dan mengumpulkan data sekunder. Eksplorasi data sekunder dengan melakukan review publikasi penelitian terdahulu dan kajian teoretik, terutama tentang pasir dan sebarannya di Pantai Parangtritis dan sekitarnya, Kecamatan Kretek, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Selain itu juga peneliti menghimpun data sekunder yang berhubungan dengan data geologi daerah penelitian sebagai pengontrol terutama informasi perkembangan rekayasa geomedis pemanfaatan pasir untuk kesehatan. Pencarian data ini dilakukan melalui media publikasi baik berupa artikel, jurnal, prosiding, majalah, koran harian serta internet. Untuk lebih mempertajam analisis data geologi, data sekunder yang dipergunakan berupa peta geologi regional lembar Yogyakarta (Rahardjo, dkk., 1995), peta rupa bumi lembar Dringo (Bakosurtanal, 1999) dan foto citra satelit (Google Inc., 2011).

Penelitian di lapangan meliputi pengambilan data geologi yang terkait dengan sifat karakteristik pasir. Pengambilan data karakteristik pasir meliputi: plotting lokasi pengamatan, identifikasi/pendeskripsian pasir, pencatatan data geologi serta pengambilan sampel pasir. Pengambilan data karakteristik sifat pasir

di lapangan memerlukan beberapa perlengkapan. Perlengkapan yang diperlukan terdiri dari bahan dan alat berupa: pasir pantai, sekop, ember besar, ember kecil, cangkul, plastik sampel, palu geologi, kompas geologi, lup, plastik sampel, batang magnet, meteran, termometer, tali, benang, lembaran plastik. Alat dan bahan pendukung yang digunakan berupa Peta rupa bumi digital Indonesia skala 1 : 25.000 daerah penelitian edisi 1999 terbitan Bakosurtanal, Peta Geologi *Global positioning system* (GPS), buku catatan lapangan, alat tulis dan kamera.

Pengambilan data pasir pantai di Parangtritis dilakukan pada tubuh gumuk pasir, meliputi pada bagian depan (*slip face*), tengah (*crest*) dan belakang (*backslope*) tubuh gumuk pasir. Pada tiap bagian tersebut dilakukan studi profil tanah pasir hingga kedalaman tertentu, mencapai 50 cm dari permukaan tanah pasir. Pada studi profil tanah profil diamati sifat fisik pasir seperti: warna, ukuran butir, sifat urai, vegetasi, kondisi keairan, suhu, dan komposisi mineral pasir. Pengambilan sampel tiap titik lokasi pengamatan dilakukan dengan memenuhi kriteria teknik pengambilan dan jenis analisis laboratorium yang akan dilakukan. Teknik pengambilan sampel mempertimbangkan kondisi fisik pasir yang digali dan kedalaman pengambilan sampel pasir. Di lokasi pengambilan sampel dilakukan pengamatan kondisi geologi dan lingkungan yang diperkirakan turut berpengaruh atas sifat karakteristik pasir di daerah penelitian. Untuk memperlancar pengambilan data di lapangan, peneliti bekerja sama dengan Laboratorium Geospasial Pesisir Parangtritis di Depok, Parangtritis, Kretek, Bantul. Laboratorium tersebut merupakan aset bentuk kerja sama antara Badan Informasi Geospasial, Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada dan Pemerintah Kabupaten Bantul yang didirikan di atas tanah *Sultan Ground*.

Penelitian laboratorium/studio dilakukan di Laboratorium Geologi Sumber Daya Mineral, IST AKPRIND Yogyakarta. Sampel pasir dianalisis sifat fisik pasir seperti warna, distribusi butir,

berat jenis, kemagnetan, dan komposisi mineral pasir. Peralatan laboratorium yang digunakan berupa alat: cawan, sendok, komparator skala wentworth, saringan ayakan, kuas, neraca/timbangan jolly, lup, mikroskop binokuler, benang, magnet, jarum, plate, air, tabung ukur/erlenmeyer, kertas penyaring, buku catatan, alat tulis, kamera.

Data primer sifat fisik pasir dari laboratorium dan lapangan serta data sekunder digunakan untuk memperoleh sintesa data. Pada sintesa data dilakukan penerapan konsep teori ataupun model rekayasa geomedis pemanfaatan pasir untuk kesehatan. Dari hasil analisis dan sintesa data diperoleh suatu

kesimpulan dan rekomendasi hasil penelitian.

Daerah penelitian berada di Pantai Parangtritis, termasuk dalam wilayah administrasi Kretek Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, sekitar 30 km selatan Kota Yogyakarta. Secara kartografis, daerah penelitian merupakan bagian dari pemetaan rupa bumi buatan Badan Koordinasi dan Survei Pemetaan Nasional (Bakosurtanal) berupa peta rupa bumi cetakan dan digital skala 1 : 25.000 tahun 1999 bernomor lembar peta 1407-543 (Lembar Dringo).



Gambar 1. Lokasi penelitian (tanpa skala)

PEMBAHASAN

Daerah penelitian merupakan bagian dari morfologi dataran pantai dengan litologi penyusun yang didominasi endapan pasir yang terakumulasi membentuk gundukan gumuk pasir; dan beberapa singkapan intrusi andesit di Parangkusumo. Secara geologi regional, endapan pasir tersebut diperkirakan berada di atas batuan Tersier, yaitu Formasi Semilir dan Formasi Kebo-Butak (Rahardjo, dkk., 1995) yang telah terubah secara kuat sampai rendah oleh proses alterasi hidrotermal melalui struktur sesar Pundong dan Sanden sebagai jalur manifestasi panas bumi (Indratmoko, dkk., 2009).

Bentukan gumuk pasir yang umum dijumpai di Parangtritis berupa bentuk

barchan dan parabolik. Bentuk gumuk pasir barchan menyerupai bulan sabit. Gumuk pasir ini terbentuk secara aktif (gumuk pasir aktif) oleh peran angin yang dominan, ditunjukkan dengan adanya struktur sedimen ripple mark dengan sedikit vegetasi penghalang. Vegetasi umumnya berupa rumput angin. Gumuk pasir barchan menempati bagian timur Pantai Parangtritis. Pengamatan foto udara melalui citra satelit (Google Inc., 2011; Laboratorium Geospasial, 2012) menunjukkan kawasan tersebut telah marak menjadi lahan bangunan pemukiman yang bertambah seiring perkembangan kawasan rekreasi wisata pantai. Saat ini, menurut Laboratorium Geospasial (2012), makin banyak vegetasi yang tumbuh, baik vegetasi endemik maupun vegetasi yang ditanam

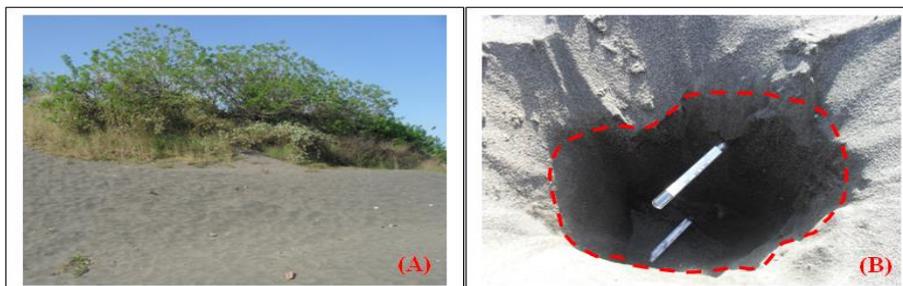
penduduk sekitar, sebaran gumuk pasir barchan sebagai gumuk pasir aktif akan semakin terancam berkurang sehingga gumuk pasir yang lebih sering ditemui adalah gumuk pasir parabolik. Gumuk pasir barchan terbentuk pada daerah yang relatif datar dan tanpa penghalang.

Gumuk pasir parabolik terbentuk secara pasif (gumuk pasir pasif) akibat adanya vegetasi penghalang. Berdasarkan pengamatan citra satelit (Google Inc., 2011) dan peta foto udara (Laboratorium Geospasial, 2012), sebaran gumuk pasir pasif dominan berada pada kawasan Pantai Parangtritis bagian tengah hingga muara Kali Opak. Di lapangan, pada gumuk pasir parabolik banyak dijumpai vegetasi yang lebat berupa akasia, dan beberapa pandan dan rumput-rumputan. Kondisi keairan di kawasan tersebut berupa rawa-rawa yang berasal akumulasi air pada musim hujan yang terjebak pada cekungan pertemuan antara beberapa gumuk pasir, dimana salah satu bagiannya landai (Laboratorium Geospasial, 2012). Kondisi keairan gumuk pasir oleh keberadaan rawa saat musim hujan dan dekat muara Kali Opak diduga turut berperan atas keberadaan vegetasi yang berpengaruh terhadap morfologi bentukan gumuk pasir.

Selaras dengan turut menjaga keberadaan gumuk pasir barchan yang terancam luasannya oleh perkembangan penggunaan lahan pemukiman dan daerah wisata, maka penelitian ini dilakukan di kawasan Pantai Parangtritis bagian barat sekitar lokasi Laboratorium Geospasial Pesisir Parangtritis di Depok, Parangtritis, Kretek, Bantul. Lokasi pengamatan dilakukan pada cerukan

profil tanah yang dibuat dengan kedalaman mencapai 50 cm. Profil tanah dibuat pada bagian depan (*slip face*), tengah (*crest*) dan belakang (*backslope*) tubuh gumuk pasir parabolik. Gumuk pasir yang menjadi objek penelitian berada pada posisi koordinat astronomis: 08°00'34,06" LS & 110°18'10,26" BT; 08°00'34,34" LS & 110°18'09,71" BT; 08°00'32,24" LS & 110°18'08,44" BT.

Berdasarkan pengamatan profil tanah pasir pada tiap bagian tubuh gumuk pasir terdapat hubungan kesamaan sifat fisik tanah pasir. Umumnya pada interval kedalaman 5 cm hingga 8 cm dari permukaan tanah, sifat fisik tanah berubah tidak berangsur. Pada kedalaman tersebut, pasir berwarna hitam keabu-abuan, urai, kering, tidak ada akar vegetasi, bersuhu antara 41,4°C hingga 42°C. Pada kedalaman interval 8 cm hingga 23 cm dari permukaan tanah, pasir berwarna hitam gelap, cenderung padat, beberapa akar vegetasi, bersuhu antara 37,9°C hingga 39,2°C. Ke dalam lagi, pada kedalaman 43 cm hingga 50 cm dari permukaan tanah, pasir berwarna hitam lebih gelap, padat, akar vegetasi lebih melimpah, bersuhu antara 35,2°C hingga 36,4°C. Gumuk pasir parabolik terbentuk di daerah penelitian dikontrol oleh vegetasi penahan yang memotong arah angin (Laboratorium Geospasial, 2012). Suhu permukaan pantai (dataran) tersebut diperkirakan turut berperan atas arah pergerakan angin (angin laut), tenggara barat laut, media akumulasi endapan pasir hingga terbentuk gumuk pasir parabolik.



Gambar 1. Vegetasi penghalang bagian dari pembentukan gumuk pasir parabolik (Gambar A) dan profil tanah pasir menunjukkan adanya perbedaan sifat karakteristik pasir pada kedalaman ± 10 cm (garis putus-putus) (Gambar B).

Menurut Satriadi, dkk. (2003) beberapa sampel pasir pantai selatan di Bantul mempunyai karakteristik lapisan pasir kering terletak di atas lapisan pasir yang lebih basah. Lapisan tengah yang lembab ditandai dengan keberadaan kadar air yang konstan berkisar antara 4-6%. Berdasarkan pengamatan di lapangan, lokasi pengambilan sampel berada di Pantai Parangtritis bagian barat, dekat kawasan dataran banjir Kali Opak. Vegetasi tumbuh dengan lebat di lokasi penelitian berupa pandan dan akasia, berperan sebagai vegetasi penghalang bagi pembentukan gumpul pasir parabolik. Pengamatan di lapangan dan foto citra satelit menunjukkan semakin menjauhi muara Kali Opak, kelembatan vegetasi tersebut cenderung semakin berkurang. Perbedaan sifat fisik pasir pada profil tanah diperkirakan dipengaruhi kondisi keairan (kelembaban) oleh aktivitas akar-akar (*biomarker*) vegetasi penghalang.

Bentuk butir pasir daerah penelitian mempunyai bentuk butir menyudut tanggung. Bentuk butir yang dominan menyudut tanggung (*sub angular low sphericity*) diperkirakan turut mempengaruhi faktor kelembaban pada pasir pada kedalaman ± 10 cm ke bawah oleh aktivitas *biomarker*. Menurut Boggs (1992) dalam Satriadi, dkk. (2003), bentuk butir mempengaruhi porositas sehingga menentukan besar kecilnya suhu serta kadar air substrat pasir pantai. Bentuk butir yang menyudut (*angular*) memiliki sudut yang saling mengisi ruang antar butiran sehingga porositas menjadi lebih kecil.

Berdasarkan uji sifat kemagnetan menunjukkan prosentase rata-rata komposisi mineral ferromagnetik (magnetik) sebesar 66,20% dengan kisaran komposisi antara 25,04 hingga 74,83%. Komposisi mineral lainnya merupakan mineral diamagnetik (non-magnetik) berupa kuarsa, felspar dan kalsit. Menurut Feo-Codecido (1956) dalam Mc Lane (1995), mineral ferromagnetik bersifat magnetik dipengaruhi oleh kandungan besinya, dan diklasifikasi sebagai golongan mineral opak. Hasil analisis XRD melalui penelitian Rosianto, dkk. (2012) menunjukkan komposisi pasir

di pantai selatan Bantul didominasi magnetite (Fe_3O_4) dan maghemite ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$). Selain itu juga terdapat komposisi ilmenit (Eko Teguh, 2002; Lubis, 2003 dalam Satriadi, 2003). Mineral ferromagnetik berasal dari batuan batuan basaltik dan andesitik vulkanik (Feo-Codecido, 1956) dalam Mc Lane, 1995). Pasir penyusun gumpul pasir berasal dari endapan Kali Opak yang berukuran halus akibat proses pengisikisan/pencucian dan terendapan di pantai oleh media angin hingga terakumulasi membentuk gundukan gumpul pasir. Endapan Kali Opak di daerah penelitian merupakan gabungan dengan endapan Kali Oyo berupa endapan Sungai Opak yang berhulu dari lereng Merapi yang bercampur dengan material gampingan yang berasal dari Pegunungan Sewu (Laboratorium Geospasial, 2012). Secara genesa, keberadaan mineral ferromagnetik (magnetite, maghemite, ilmenit) di daerah penelitian diperkirakan merupakan produk Merapi (berasal dari batuan batuan basaltik dan andesitik vulkanik Merapi), sedangkan kehadiran mineral diamagnetik (kuarsa, felspar dan kalsit) diperkirakan berasal dari produk pelapukan material gampingan Pegunungan Sewu.

Pengamatan profil menunjukkan suhu pasir di permukaan berkisar antara $41,4^\circ\text{C}$ hingga 42°C . Berdasar uji saringan dengan metode ASTM C 136 dalam Rolling & Rolling (1996), butiran pasir daerah penelitian tersebut lolos saringan nomor 4 dan tinggal dalam saringan nomor 200. Ukuran butiran pasir mempunyai berkisar 4,75 – 0,075 mm, sekitar 90% dominan pasir berukuran halus (0,425 - 0,075 mm). Menurut Mohsesnin (1980) dalam Siswantoro, dkk. (2008), konduktivitas panas (k) dan koefisien pindah panas permukaan (h) pasir menurun dengan semakin bertambah diameter, kondisi ini disebabkan diameter kandungan udara didalam tumpukan pasir semakin besar. Distribusi ukuran butiran pasir yang dominan berukuran halus (pasir halus) diduga turut berperan mempengaruhi sifat pasir dalam menghantarkan panas lebih baik.



Gambar 2. Salah satu set alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian laboratorium/studio (gambar A) dan pasir hasil pemisahan antara mineral magnetik, ditunjukkan pada pasir bagian bawah, masih dalam pengaruh magnet; dan mineral non-magnetik, ditunjukkan pasir pada bagian atas, tidak terpengaruh oleh magnet (Gambar B).

Hasil analisis berat jenis pasir dominan mineral ferromagnetik (magnetik) tergolong tinggi, 4 – 6 gr/cm³. Menurut Mohsesnin (1980) dan Rohsenow (1961) dalam Siswanto, dkk. (2008), pasir dengan kandungan mineral ferromagnetik yang dominan (pasir besi) cenderung mempunyai berat jenis lebih besar daripada pasir dominan mineral diamagnetik, disebabkan karena kandungan besi pada pasir besi. Kandungan besi ini turut mempengaruhi nilai panas jenis (Cp) pasir besi/ pasir ferromagnetik yang mempunyai nilai panas jenis lebih kecil dari pada pasir diamagnetik sehingga untuk menaikkan suhu pasir ferromagnetik membutuhkan jumlah panas yang relatif lebih kecil dibanding pasir diamagnetik (Mohsesnin, 1980 dalam Siswanto, dkk.,2008). Kandungan komposisi mineral ferromagnetik (magnetik) yang dominan dengan berat jenis yang tinggi diinterpretasikan sebanding dengan jumlah panas yang terserap oleh pasir.

Pasir dominan berkomposisi mineral ferromagnetik (magnetik) rata-rata 66,20% dengan kisaran komposisi antara 25,04 hingga 74,83% dan berkomposisi mineral diamagnetik (non-magnetik) rata-rata 33,80% dengan kisaran komposisi antara 25,17 hingga 74,96%. Umumnya logam memiliki daya hantar panas lebih besar daripada non-logam (Sears dan Zemansky, 1982 dalam Satriadi, dkk., 2003). Berdasarkan penelitian Satriadi, dkk. (2003), pasir pantai yang berwarna hitam seperti pasir

di Pantai Selatan mampu mengabsorpsi sebagian besar radiasi kira-kira 30-80% dari radiasi panas yang datang dan mengurangi evaporasi dari permukaan pasir. Kemampuan pasir hitam dalam mengabsorpsi radiasi panas diperkirakan dikontrol oleh komposisi mineral magnetik yang dominan.

Suhu pasir pada sore hari cuaca cerah (pukul 16.00 – 17.00 WIB) terukur antara 41,4°C hingga 42°C. Suhu tersebut diperkirakan merupakan hasil absorpsi radiasi panas yang datang dari terik matahari pada tengah hari. Menurut SOQI (2013), terapi panas yang terpancar pada suhu 42°C mempunyai manfaat untuk kesehatan tubuh berupa memperlancar peredaran darah dan siklus metabolisme serta membuang zat beracun dan zat –zat lain penyebab berbagai penyakit serta menambah daya regenerasi dalam tubuh. Semakin mengarah matahari terbenam (menuju malam), radiasi panas daratan lebih cepat terlepas daripada pelepasan radiasi panas oleh laut, sehingga untuk lebih optimum pemanfaatan panas pasir untuk terapi disarankan dilaksanakan pada sore hari hingga sesaat setelah matahari terbenam, diperkirakan pada interval waktu pukul 16.00 – 18.00 WIB dengan kondisi cuaca cerah. Pasir yang baik digunakan untuk terapi yaitu pasir kering

Arahan rekayasa geomedis berupa pemanfaatan pasir yang diambil pada bagian atas (tanah pucuk) hingga kedalaman 10 cm. Pasir tersebut menjadi

material urugan pada galian lubang tempat pasien ditanam. Dimensi lubang dengan ukuran kedalaman sekitar 50 cm dan ukuran panjang lebar menyesuaikan ukuran postur tubuh pasien. Teknis pelaksanaan terapi mengikuti model terapi pasir Mesir dimana pasien tertanam pasir dengan posisi berbaring menghadap langit. Terapi untuk seluruh tubuh (*full body*) dapat menggunakan handuk yang tadinya dipakainya ditarik dengan pelan setelah tubuh pasien tertanam rapat oleh pasir. Lama pelaksanaan terapi antara 15-30 menit (model terapi pasir Pantai Tembobor Lombok). Di dalam pelaksanaannya perlu memperhatikan beberapa hal seperti pendampingan bagi pasien penderita penyakit jantung, stroke, tekanan darah tinggi dan lemah fisik; setelah terapi, pasien harus memperbanyak minum air gunaantisipasi banyaknya air yang keluar melalui pori-pori kulit.

KESIMPULAN

Pasir hitam di daerah penelitian didominasi komposisi mineral magnetik (rata-rata 66,20%) daripada mineral non-magnetik (rata-rata 33,80%). Kelimpahan mineral magnetik di daerah penelitian dipengaruhi oleh batuan sumber produk Merapi yang tertransport Kali Opak dan tercuci oleh arus laut, terendapan di pantai melalui media angin membentuk gumuk pasir barchan dan parabolik.

Kandungan mineral magnetik yang melimpah, meningkatkan kemampuan pasir dalam mengabsorpsi radiasi panas matahari. Hal ini juga didukung oleh adanya distribusi ukuran butiran pasir yang didominasi 90% pasir berukuran halus (0,425 - 0,075 mm) yang berpengaruh terhadap sifat pasir dalam menghantarkan panas lebih baik. Terapi pasir untuk kesehatan diinterpretasikan dapat dilakukan dengan memanfaatkan pasir kering hingga kedalaman ± 10 cm dengan pancaran panas pada suhu 42°C pada interval waktu pukul 16.00 – 18.00 WIB bercuaca cerah. Terapi pasir dapat dilakukan dengan menerapkan kombinasi model terapi pasir Mesir dan terapi pasir Pantai Tembobor Lombok. Pengambilan pasir pada lahan gumuk pasir barchan dihindari guna menjaga

kelestarian keberadaan gumuk pasir jenis tersebut. Pemanfaatan pasir terapi pada lahan gumuk pasir parabolik disarankan tidak berlebihan (skala besar) di dalam pengambilan pasir, terbatas dan lebih diarahkan untuk menerapkan sistem pemanfaatan pasir secara ulang. Hal tersebut menjadi pertimbangan di dalam proses pengambilan pasir, selain rawan longsor juga beresiko terhadap gangguan sistem keairan terutama keairan bawah permukaan. Agar lebih efektif dan tepat pemanfaatan pasir bagi masyarakat secara kesinambungan, perlu dilakukan penelitian detil multi disiplin ilmu baik dari detil lokasi hingga penataan ruang/lahan, teknik operasional, dukungan sosial budaya yang selaras dengan kearifan lokal.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pariwisata Daerah Prop. DIY. (2011), *Peta Wisata Jogja*, Yogyakarta: Badan Pariwisata Daerah Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta
- Bakosurtanal. (1999). Peta Rupa Bumi Digital Indonesia 1: 25.000 Lembar 1407-543 Dringo. Jakarta: Blom Narcon Cooperation – Badan Koordinasi dan Survei Pemetaan Nasional (Bakosurtanal).
- Google Inc. (2011). Global Maps. Version 5.2.1. Diunduh 10 Juli 2013 dari <https://mobilemaps.clients.google.com/glm/mmap>
- Hartanto. (2012). Studi Degradasi Gumuk Pasir Akibat Penggunaan Lahan di Kawasan Parangtritis dan Sekitarnya Kecamatan Kretek, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Pembangunan Nasional "Veteran".
- Hasibuan. (21 Juli 2010). Khasiat Terapi Alternatif Mandi Pasir dari Siwa. Diunduh 09 Februari 2013 dari situs: <http://www.Republika.co.id>
- Indratmoko, P., Nurwidyanto, M.I., Yulianto, T. (2009). Interpretasi Bawah Permukaan Daerah Manifestasi Panas Bumi Parang Tritis Kabupaten Bantul DIY Dengan Metode Magnetik. Berkala Fisika

- Vol. 12, No. 4, Oktober 2009, hal 153 – 160. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Jepang Kembangkan Terapi Mandi Pasir. (2011). Diunduh 9 Februari 2013 dari <http://mangamaniabandung.blogspot.com/2011/04/jepang-kembangkan-terapi-mandi-pasir-di.html>
- Khasiat dari Terapi Pasir. (21 Mei 2012). NERACA diunduh 8 Februari 2013 dari situs <http://www.Neraca.web.id/>
- Mandi Pasir di Pantai Ujoeng Batee. (2011). KIDNESIA diunduh 8 Februari 2013 dari situs <http://www.kidnesia.com/Kidnesia/Potret-Negeriku/Jalan-Jalan/Mandi-Pasir-di-Pantai-Ujoeng-Batee>
- Mc Lane. M. (1995). *Sedimentology*. New York: Oxford University Press.
- Medical Geology. (21 September 2007). Diunduh 9 Februari 2013 dari situs <http://medgeolugm.Wordpress.com/>
- Menyibak Ihwal Pasir di Dusun Lebbak. (17 September 2012). TEMPO diunduh Koesoemadinata. R.P. (1985). *Prinsip-prinsip Sedimentasi*. Bandung: Departemen Teknik Geologi, Institut Teknologi Bandung.
- Laboratorium Geospasial. (2012). Gumuk Pasir Barchan Itu Masih Ada, Upaya Penyelamatan Bantang Alam Gumuk Pasir di Pesisir Laut Selatan Yogyakarta. Yogyakarta: Badan Informasi Geospasial, Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada dan Pemerintah Kabupaten Bantul.
- Mandi Pasir di Pantai Ujoeng Batee. (2011). KIDNESIA diunduh 9 Februari dari situs <http://www.tempo.co/read/news/2012/09/17/202429938/Menyibak-Ihwal-Pasir-di-Dusun-Lebbak>
- Nurdin. A.R. (2011). Kolonisasi Mikroorganisme Pada Lesi Kulit Penyakit Dermatitis Atopik Anak Di Makassar. *Penelitian*. Makassar: Program Pasca Sarjana. Universitas Hasanuddin.
- Pantai Parangtritis, Gumuk Pasir Terlengkap di Dunia. (1 April 2008). SENIOR diunduh 8 Februari 2013 dari <http://nasional.kompas.com/read/2008/04/01/16563410>
- Rahardjo, W., Sukandarrumidi, dan Rosidi H.M.D. (1995). *Geologi Lembar Yogyakarta Skala 1 : 100.000*, Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi
- Rosianto, T., Wildan, M.W., Abraha, K., dan Kusmono. (2012) The Potensial of Iron Sand From The Coast South of Bantul Yogyakarta as Raw Ceramic Magnet Materials. *Jurnal Teknologi*, Volume 5 Nomor, Juni 2012, hal 62-69. Yogyakarta: Institut Sains & Teknologi AKPRIND.
- Rumah Mewah Berkasur Pasir untuk Terapi Kesehatan. (22 Maret 2011). SURABAYA POST diunduh 8 Februari 2013 dari situs <http://www.surabayapost.co.id/?mnu=berita&act=view&id=b10c20c3b95769ef29e6f733805a0b6a&jenis=1679091c5a880faf6fb5e6087eb1b2dc>
- Satriadi, A., Rudiana, E. dan Af-idati, N. (2003). Identifikasi Penyu dan Studi Karakteristik Fisik Habitat Penelurannya di Pantai Samas, Kabupaten Bantul, Yogyakarta. *Ilmu Kelautan*, Vol. 8 (2), hal 69 – 75, ISSN 0853 – 7291. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Siswanto, Rahardjo. B., Bintoro, N. dan Hastuti, P. (2008). Model Matematik Transfer Panas Pada Penggorengan Menggunakan Pasir. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Pertanian*, 18-19 November 2008. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- SOQI. (2013). Far Infrared Ray. Diunduh 8 Februari 2013 dari situs <http://biancasoqihouse.com/prod-uk/fir.html>.
- Sukandarrumidi. (2009). *Geologi Medis: Pengantar Pemanfaatan Sumber Daya Geologi dalam Usaha Menuju Hidup Sehat*. Yogyakarta-

ta: Gadjah Mada University
Press

Teknik Geologi UGM. (2000). Panduan
Praktikum Sedimentologi. *Modul
Praktikum*. Yogyakarta:
Laboratorium Sedimentografi,
Jurusan Teknik Geologi, Fakultas
Teknik, Universitas Gadjah
Mada.

Terapi Pasir, Upaya Sehat Tetap Hemat.
(26 April 2011). OKEZONE
diunduh 9 Februari 2013 dari
[http://lifestyle.okezone.com/read/
2011/04/26/195/450239/ terapi-
pasir-upaya-sehat-tetap-hemat](http://lifestyle.okezone.com/read/2011/04/26/195/450239/terapi-pasir-upaya-sehat-tetap-hemat)

SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT TANAMAN PADI BERBASIS WEB

Dwi Setyowati¹, Yudha Indra Permana²

^{1,2} Jurusan Matematika, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Masuk: 11 April 2013, revisi masuk: 29 Juni 2013, diterima: 5 Juli 2013

ABSTRACT

Expert system for analysis of disease in rice is a computer-based system for analysis and diagnosis of diseases in rice based on the symptoms that are displayed on the search process. System design goal is to help farmers to know the type of disease in rice plants as well as instructions given solution and the solution given by an expert. Design of an expert system was built using the method of forward chaining in which the searches performed with the technique in detail and the detail so that the search process is obtained as solutions of the selected problems. Advantages of this method is the description of the algorithm and a knowledge base that is comparable to the analysis of the problem, so the results given the results obtained in the order and detail. Expert system for analysis of disease in rice plants created uses programming language Delphi 7.0 with MySQL. By using an expert system is expected to acquire the system user the ease in obtaining the information needed regarding the analysis and diagnosis of disease in rice.

Keywords: *Expert Support System, Forward Chaining, disease Rice*

INTISARI

Sistem pakar untuk analisis penyakit pada tanaman padi merupakan sistem yang berbasis komputer untuk melakukan analisis dan diagnosa terhadap penyakit pada tanaman padi berdasarkan gejala yang ditampilkan pada proses penelusuran. Tujuan pembuatan desain sistem adalah untuk membantu para petani dalam rangka mengetahui jenis penyakit pada tanaman padi serta solusi yang diberikan sebagaimana petunjuk dan solusi yang diberikan oleh seorang pakar. Desain sistem pakar dibangun dengan menggunakan metode *forward chaining* dimana proses penelusuran yang dilakukan dengan teknik detail dan terinci sehingga pada proses penelusuran diperoleh solusi sebagaimana permasalahan yang dipilih. Kelebihan metode ini adalah deskripsi algoritma dan basis pengetahuan menjadi bagian yang sebanding dengan analisis permasalahan, sehingga hasil yang diberikan diperoleh hasil secara urut dan terinci. Sistem pakar untuk analisis penyakit pada tanaman padi dibuat dengan bahasa pemrograman Delphi 7.0 dengan MySQL. Dengan menggunakan sistem pakar diharapkan pengguna sistem memperoleh kemudahan dalam memperoleh informasi yang dibutuhkan berkaitan dengan analisis dan diagnosa penyakit pada tanaman padi.

Kata kunci : Sistem Pendukung Pakar, *Forward Chaining*, penyakit tanaman padi

PENDAHULUAN

Sebagai negara agraris konsumsi pokok terbesar masyarakat Indonesia adalah beras yang dihasilkan dari tanaman padi. Proses penanaman komoditas pangan pada tanaman padi tidak lepas dari kegagalan, salah satu penyebab gagal panen pada tanaman padi adalah penyakit tanaman pada padi itu sendiri.

Perkembangan teknologi informasi sampai dengan saat ini telah memberikan pengaruh yang sangat besar bagi kehidupan manusia tidak terkecuali pada sektor pertanian. Bentuk perkembangan tersebut adalah adanya sistem yang mendukung kegiatan pertanian yang sehingga dapat membantu kepada petani dalam rangka memberikan informasi

terhadap keberadaan penyakit pada komoditas tertentu pada bidang pertanian.

Implementasikan sistem dibuat untuk mengetahui penyakit pada tanaman padi sehingga mampu memberikan informasi kepada petani yaitu berbagai penyakit dan gejala pada tanaman padi. Sistem pakar ini diharapkan agar dapat membantu petani dapat melakukan tindakan secara mandiri terhadap gejala-gejala yang ditimbulkan oleh penyakit tanaman padi, penelusuran terhadap gejala dan bentuk yang ditimbulkan dari tanaman padi yang tidak sehat, sehingga terhindar dari kerugian. Sistem pakar untuk mengetahui penyakit pada tanaman padi disusun dengan menggunakan bahasa pemrograman Borland Delphi 7.0 dan sistem basis data MySQL diharapkan mampu memberikan solusi terhadap permasalahan dan gejala, serta solusi bagi penyakit pada tanaman padi.

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas, disusun rumusan permasalahan terhadap kegiatan penelitian sebagai berikut merancang dan mengimplementasikan sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit pada tanaman padi, yang nantinya mampu memberikan kemudahan terhadap pengakses sistem serta menemukan jenis penyakit yang menyerang pada tanaman padi serta dapat melakukan penanggulangan dan pencegahannya. Memberikan informasi tentang gejala-gejala pada jenis-jenis penyakit pada tanaman padi. Selain itu juga memberikan informasi tentang penyakit pada tanaman padi beserta tata cara penanggulangannya. Melakukan desain sistem pakar yang mampu melakukan diagnosa terhadap penyakit tanaman padi sehingga dapat diakses secara mudah dan memberikan informasi yang tepat bagi petani .

Tujuan penelitian yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk membantu para petani yang awam, sehingga dapat melakukan diagnosa sendiri pada penyakit tanaman padi serta solusi dan penanggulangannya pada tanaman padi secara mandiri. Desain sistem mampu memberikan dokumentasi atau menyimpan informasi dari pengetahuan seorang pakar yang diimplementasikan pada

ketentuan *knowledge base* pada sistem. Kegiatan desain sistem diharapkan dapat membantu praktisi pertanian maupun petani yang masih awam dalam menentukan jenis suatu penyakit beserta gejala-gejala yang ditimbulkan pada tanaman padi serta mengetahui penyebab, dan cara penanggulannya.

Kegiatan penelitian ini dilakukan dengan meninjau beberapa referensi yang berhubungan dengan obyek penelitian. Referensi-referensi tersebut diambil dari buku-buku maupun hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Referensi pertama pada proses desain sistem adalah hasil penelitian yang dilakukan oleh Indriatie D.F (2005) melakukan pembahasan telah menggunakan bahasa pemrograman PHP dan MySQL terhadap permasalahan diagnosa penyakit tanaman buah dengan menggunakan sistem pakar berbasis Web. Kelebihan pada hasil penelitian adalah kemampuan sistem yang mampu menampilkan informasi terhadap solusi untuk mengatasi penyakit tersebut. Sedangkan kekurangan pada sistem adalah tampilan antar muka yang tidak mencantumkan gambar penyakit. Selain itu, karena banyak tanaman buah yang dibahas maka pembahasannya menjadi kurang terperinci dan cenderung tidak fokus.

Makarim (2008) dalam penelitiannya dengan menggunakan sistem pakar budi daya tanaman padi, merupakan metode atau cara yang dapat membantu petani dalam memilih varietas padi yang sesuai dengan kondisi biotik dan abiotik setempat serta keinginan atau kebutuhan petani dan kondisi lahan, lingkungan dan sosial ekonomi. Didalam sistem juga menyajikan fasilitas upload informasi sehingga user dapat saling berbagi informasi seputar penyakit tanaman padi.

Dalam penelitian Trigiyantri (2010), yaitu membuat desain program aplikasi untuk mengidentifikasi hama dan penyakit padi dilengkapi dengan basis pengetahuan yang sangat cukup menyangkut jenis hama yang berasal dari penyakit maupun hama bukan penyakit. Selain itu mekanisme penelusuran jenis penyakit beserta solusinya serta permodelan analisis terhadap kecenderungan jenis penyakit

berdasarkan gejala yang ditimbulkan dan dapat pengaksesan secara *online*.

Dalam pembuatan Sistem Pakar untuk mendiagnosa Penyakit Tanaman Padi Berbasis Web ini nantinya akan menggunakan bahasa pemrograman Delphi dan MySQL, dan pengolahan tampilan interface dengan menggunakan Adobe Photoshop CS5.

Sistem pakar adalah sebuah perangkat lunak komputer yang memiliki basis pengetahuan untuk domain tertentu dan menggunakan penalaran inferensi menyerupai seorang pakar dalam memecahkan masalah. *Expert System (ES)* atau sistem pakar merupakan representasi pengetahuan yang menggambarkan cara seorang ahli dalam mendekati suatu masalah. Sistem Pakar untuk mendiagnosa Penyakit Tanaman Padi Berbasis Web ini nantinya bertujuan untuk menciptakan sebuah sistem pakar yang dapat diakses setiap saat oleh para petani guna mengenali dan menanggulangi hama penyakit tanaman padi.

Pada awalnya aplikasi web dibangun hanya untuk menggunakan bahasa yang disebut HTML (*Hypertext Markup Language*) dan protokol yang digunakan dinamakan HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*). Pada perkembangan berikutnya sejumlah skrip dan obyek dikembangkan untuk memperluas kemampuan HTML. Pada saat ini banyak skrip antara lain PHP dan ASP, sedangkan contoh yang berupa objek adalah applet (java). Sistem Pakar untuk mendiagnosa Penyakit Tanaman Padi Berbasis Web akan membantu para petani yang telah menjadi member di lingkup Kelompok Tani Sido Makmur untuk mencari jenis penyakit padi serta cara penanggulangannya berdasarkan jenis gejala yang dialami oleh tanaman padi. Sistem Pakar yang berbasis web ini akan memberikan manfaat yang sangat besar bagi para petani untuk melakukan perawatan ketika tanaman padinya mulai mengalami gejala yang disebutkan karena lebih mudah diakses setiap saat.

Bahasa Pemrograman Borland Delphi merupakan kelanjutan dari *Turbo*

Pascal yang merupakan produk *Borland*. *Borland Delphi 7.0* menggunakan bahasa *object Pascal* dan mendukung pemrograman berorientasi obyek yaitu bahasa OOP (*Object Oriented Programming*). *Borland Delphi 7.0* yang digunakan untuk pembuat program yang lengkap dan mudah. penggunaan Delphi pada perancangan Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Padi Berbasis Web ini adalah sebagai bahasa pemrograman untuk perancangan sistem dan sebagai pengkoneksi dengan database MySQL yang berisi data penyakit dan gejala pada morfologi tanaman padi.

MySQL adalah salah satu jenis *database server* versi *open source* sehingga dapat digunakan oleh semua orang secara gratis tanpa adanya tuntutan hak cipta intelektual bagi pemakainya. Kelebihan database MySQL adalah dapat dijalkann pada dua platform Windows dan Linux.. MySQL mempunyai tiga subbahasa, yaitu *Data Definition Language (DDL)*, *Data Manipulation Language (DML)*, dan *Data Control Language*. *DDL* berfungsi pada obyek database, seperti membuat table, mengubah table dan menghapus table. *DML* untuk obyek table, seperti melihat, menambah, menghapus dan mengubah isi table. Sedangkan *DCL* untuk kepentingan sekuritas databse, seperti memberikan hak akses ke database dan menghapus hak tersebut dari database. Dalam perancangan ini MySQL dipergunakan untuk dikoneksikan baik secara *on line* maupun *client server*. Selain itu dalam Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Padi Berbasis Web ini MySQL memiliki kelebihan dan keandalan dalam melakukan penyimpanan data penyakit tanaman padi dan data gejala yang dialami pada morfologi tanaman padi.

Database MySQL termasuk dalam jenis *RDBMS (relational Database management System)*. Itulah sebabnya istilah seperti table, baris, dan kolom digunakan pada MySQL. Pada MySQL, sebuah database mengandung satu sejumlah table. Table terdiri atas sejumlah baris dan setiap baris mengandung satu atau beberapa kolom.(Husni, 2004).

METODE

Perancangan database bertujuan untuk membentuk struktur tabel yang saling terkait sehingga membentuk suatu database relasional. Perancangan ini bertujuan untuk menentukan atribut, type data beserta ukuran pada masing-masing tabel.

Struktur Tabel Penyakit

Nama tabel : Penyakit

Primary key : Kode_Pny

Tabel 1. Struktur Tabel Penyakit

No	Nama Field	Type	Pri	Ket.
1.	Kode_Pny	Char(6)	Yes	Kode Penyakit
2.	Nama_Pny	VarChar (35)		Nama Penyakit
3.	Sebab	VarChar (25)		Sebab Penyakit
4.	Definisi	Text		
5.	Gambar	Medium BLOB		Gbr Penyakit

Struktur Tabel Gejala

Nama tabel : Gejala

Primary key : Kode_Gej

Tabel 2. Struktur Tabel Gejala

No	Nama Field	Type	Pri	Ket.
1.	Kode_Gej	Char (6)	Yes	Kode Gejala
2.	Kode_Pny	Char (6)		Kode Penyakit
3.	Nama_Gej	Text		Nama Gejala
4.	Tgl_Temu	Date		Tanggal Penemuan

Struktur Tabel Relasi

Nama tabel : Relasi

Primary key : Kode_Rel

Tabel 3. Struktur Tabel Relasi

No	Nama Field	Type	Pri	Ket.
1.	Kode_Rel	Integer(9)	Yes	Kode Relasi
2.	Kode_Gej	Char(6)		Kode Gejala
3.	Kode_Pny	Char(6)		Kode Penyakit

Struktur Tabel Solusi

Nama tabel : Solusi

Primary key : Kode_Sol

Tabel 4. Struktur Tabel Solusi

No	Nama Field	Type	Pri	Ket.
1.	Kode_Sol	Char(6)	Yes	Kode Solusi
2.	Kode_Pny	Char(6)		Kode Penyakit
3.	Solusi	Text		Solusi

Struktur Tabel User

Nama tabel : User

Primary key : Kode_User

Tabel 5. Struktur Tabel User

No	Nama Field	Type	Pri	Ket.
1.	Kode_Us er	TinyInt(3)	Yes	Kode User
2.	Nama_Us er	VarChar (25)		Nama User
3.	Level_Us er	VarChar (10)		Level User
4.	Password	VarChar (15)		Password

Struktur Tabel Kasus

Nama tabel : Kasus

Primary key : Kode_Ksu

Foreign key : Kode_User

Tabel 6. Struktur Tabel Kasus

No	Nama Field	Type	Pri	Ket.
1.	Kode_Ksu	Integer (9)	Yes	Kode Kasus
2.	Kode_Us er	TinyInt (3)		Kode User
3.	Nama_Pn g	VarChar (35)		Nama Pengguna
4.	Tgl_Ksu	Date		Tanggal Entry Kasus
5.	T_Nilai	Double (12,2)		Total Nilai Kasus

Struktur Tabel Analisa

Nama tabel : Analisa

Primary key : Kode_Ans

Foreign key : Kode_Ksu

Tabel 7. Struktur Tabel Analisa

N	Nama Field	Type	Pri	Keterangan
1	Kode_Analis	Integer (9)	Yes	Kode Analisa
2	Kode_Kasu	Integer (9)		Kode Kasus
3	Kode_Geja	Char (6)		Kode Gejala
4	Ket_Ans	Var Char (55)		Keterangan Analisa
5	Nilai_Ans	Double (12,2)		Nilai Analisa

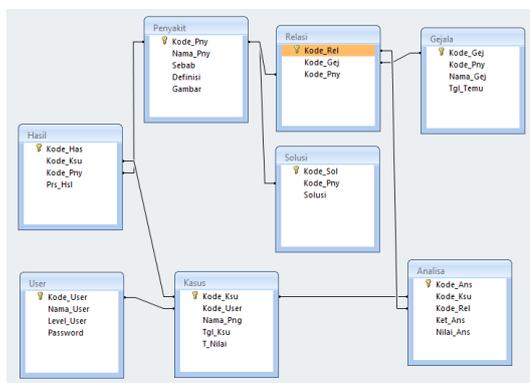
Struktur Tabel Hasil

Nama tabel : Hasil
 Primary key : Kode_Has
 Foreign key : Kode_Pny

Tabel 8. Struktur Tabel Hasil

No	Nama Field	Type	Pri	Keterangan
1.	Kode_Has	Integer(9)	Yes	Kode Hasil
2.	Kode_Pny	Char(6)		Kode Penyakit
3.	Prs_Hsl	Double(12,2)		Prosentase Hasil

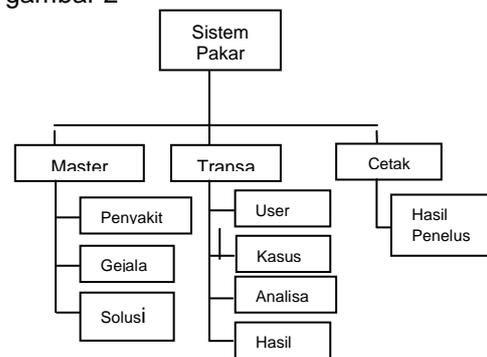
Kerelasian antar tabel berfungsi sebagai penjelasan hubungan dari masing-masing tabel yang telah disusun pada rancangan struktur tabel. Pada tahapan ini masing-masing tabel saling berhubungan sehingga membentuk model ketergantungan fungsional yang direlasikan antara *primary key* dan *foreign key*. Model kerelasian antar tabel seperti Gambar 1



* : Primary Key
 ** : Foreign Key
 ↔ : One to many
 ↔↔ : many to many

Rancangan input output data berfungsi sebagai desain masukan dan keluaran sistem sebelum data yang diinputkan disimpan pada tabel ataupun dicetak pada laporan. Rancangan input output data memiliki tahapan antara lain desain HIPO, desain menu utama dan desain input serta desain output data.

Desain HIPO adalah bagan susunan proses pada sistem yang menggambarkan model sistem secara umum. Desain HIPO memiliki bentuk garis sistem yang akan atau sedang berlangsung. Pada desain HIPO terdapat pengaturan jenjang atau level yang menggambarkan susunan sistem tersebut. Desain tampilan HIPO seperti gambar 2



Gambar 2. Desain HIPO

PEMBAHASAN

Berdasarkan tahapan desain sistem sampai dengan pembuatan sistem pakar dengan bahasa pemrograman delphi dan MySql diperoleh hasil dalam bentuk sistem pakar yang berbasis web. Pada tahapan implementasi dilakukan pembahasan secara menyeluruh terhadap hasil desain sistem. Dengan serangkaian proses uji coba untuk mengetahui kekurangan maupun kelebihan sistem sehingga dapat dipastikan bahwa sistem memiliki kelayakan untuk dipergunakan dalam kegiatan sehari-hari.

Untuk menjalankan sistem aplikasi ini user diwajibkan untuk melakukan input nama user beserta passwordnya terlebih dahulu. Ketentuan proses pada *password* adalah jika input *password* benar maka *user* dapat memasuki bagian-bagian menu utama

pada sistem dan jika input *password* dan nama *user* salah maka dilakukan penolakan akses terhadap sistem. Bentuk *password* sistem aplikasi seperti pada Gambar 3



Gambar 3. Tampilan password

Menu utama berfungsi untuk melakukan pengaksesan terhadap bagian-bagian sistem. Pengaksesan terhadap bagian-bagian sistem dilakukan berdasarkan level user yang terdiri dari pakar dan non pakar. Jika level user sebagai pakar maka user dapat melakukan pengaksesan ke seluruh bagian-bagian sistem, dan jika user sebagai non pakar maka hanya dapat melakukan penelusuran saja. Tampilan menu utama seperti gambar 4.

Entry master data berfungsi sebagai basis pengetahuan untuk melakukan input data jenis penyakit, gejala, dan solusi penanganannya. Ketentuan entry master data adalah harus diinputkan terlebih dahulu sebelum melakukan penelusuran.



Gambar 4. Tampilan menu utama

Adapun pengisian basis pengetahuan adalah tugas dari pakar selanjutnya user non pakar dapat

melakukan penelusuran berdasarkan rincian basis pengetahuan yang telah dipersiapkan oleh pakar.

Entry data jenis penyakit berfungsi untuk melakukan pengisian basis pengetahuan berkaitan dengan jenis penyakit pada tanaman padi. Tampilan entry data jenis penyakit seperti pada Gambar 5

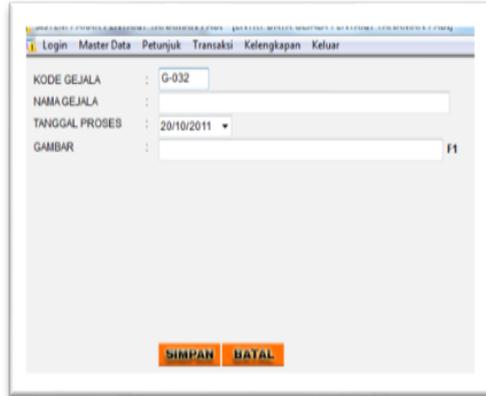


Gambar 5. Tampilan entry data jenis penyakit

Proses entry data dilakukan dengan menginputkan nama penyakit sebab serta definisi pada masing-masing input data. Untuk pengisian gambar dilakukan dengan mencari lokasi alamat gambar selanjutnya gambar akan ditampilkan pada bagian form, Jika proses input telah dilakukan selanjutnya klik tombol simpan untuk melakukan penyimpanan data. Ketentuan proses penyimpanan data adalah jika salah satu input data terdapat kekosongan maka proses penyimpanan ditolak. Untuk membatalkan input data klik tombol batal.

Entry data gejala pada penyakit tanaman padi berfungsi untuk melakukan pengisian basis pengetahuan berkaitan dengan gejala pada jenis penyakit pada tanaman padi. Tampilan entry data gejala penyakit tanaman padi seperti pada gambar 6. Ketentuan entry data gejala penyakit pada tanaman padi: Proses entry data dilakukan dengan menginputkan nama gejala penyakit serta tanggal penemuan gejala pada masing-masing input data. Jika proses input telah dilakukan selanjutnya klik tombol simpan untuk melakukan penyimpanan data. Ketentuan proses penyimpanan data adalah jika salah satu input data terdapat kekosongan maka

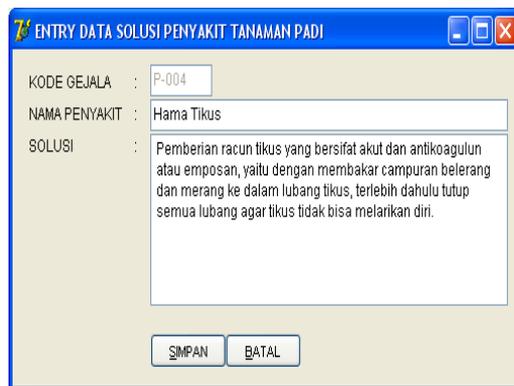
proses penyimpanan ditolak. Untuk membatalkan input data klik tombol batal.



Gambar 6 Tampilan entry data gejala penyakit tanaman padi

Entry data solusi penyakit tanaman padi berfungsi untuk melakukan pengelolaan data solusi terhadap penyakit tanaman padi. Tampilan entry data solusi seperti pada Gambar 7.

Ketentuan entry data solusi penyakit tanaman padi: Proses entry data dilakukan dengan memilih nama penyakit terlebih dahulu, selanjutnya isikan solusi yang diberikan untuk setiap permasalahan penyakit tanaman padi.



Gambar 7. Tampilan Entry data solusi penyakit tanaman padi

Jika proses input telah dilakukan selanjutnya klik tombol simpan untuk melakukan penyimpanan data. Ketentuan proses penyimpanan data adalah jika salah satu input data terdapat kekosongan maka proses penyimpanan ditolak. Untuk membatalkan input data klik tombol batal.

Entry data relasi berfungsi untuk merelasikan gejala dan jenis penyakit tanaman padi. Proses relasi merupakan rangkaian basis pengetahuan mengingat ada kemungkinan persamaan gejala pada jenis penyakit tanaman padi yang berbeda. Untuk melakukan relasional antara gejala dan jenis penyakit dilakukan proses relasi seperti pada gambar 8



Gambar 8. Entry data relasi Penyakit dan Gejala Tanaman Padi

Proses entry data dilakukan dengan memilih nama penyakit terlebih dahulu, selanjutnya pilih gejala penyakit tanaman padi. Jika proses input telah dilakukan selanjutnya klik tombol simpan untuk melakukan penyimpanan data. Ketentuan proses penyimpanan data adalah jika salah satu input data terdapat kekosongan maka proses penyimpanan ditolak. Untuk membatalkan input data klik tombol batal.

Entry Data User, entry data teknisi berfungsi untuk menginputkan data teknisi yang melakukan pengerjaan setiap order kerja. Tampilan entry data teknisi seperti pada gambar 9. Hal tersebut dilakukan dengan input data pada masing-masing input data secara lengkap. Ketentuan input data adalah jika input kode user terjadi kerangkapan maka proses input data akan dilakukan penolakan. Ketentuan proses penyimpanan data adalah jika salah satu input data terdapat kekosongan maka proses penyimpanan ditolak. Proses update data dan penghapusan data dilakukan dengan mencari nama user atau kode user terlebih dahulu selanjutnya untuk klik tombol *update* untuk melakukan *update* data dan klik

tombol hapus untuk melakukan hapus data.



Gambar 9. Tampilan Entry Data User

Entry data kasus berfungsi untuk menginputkan data kasus beserta pengguna sistem yang melakukan penelusuran pada penyakit tanaman padi. Tampilan entry data kasus seperti pada Gambar 10.



Gambar 10. Tampilan entry data kasus

Ketentuan entry data kasus: Proses entry data dilakukan dengan menginputkan nama pengguna beserta tanggal proses terlebih dahulu. Jika proses input telah dilakukan selanjutnya klik tombol simpan untuk melakukan penyimpanan data. Ketentuan proses penyimpanan data adalah jika salah satu input data terdapat kekosongan maka proses penyimpanan ditolak. Untuk membatalkan input data klik tombol batal.

Diagnosa berfungsi melakukan penelusuran terhadap jenis penyakit pada tanaman padi berdasarkan gejala dan ciri yang ditampilkan. Tampilan proses penelusuran penyakit pada tanaman padi seperti Gambar 11.



Gambar 11. Entry data diagnosa

Ketentuan proses pada entry data diagnosa: Proses penelusuran dilakukan dengan klik tombol mulai selanjutnya ditampilkan gejala pada jenis penyakit tanaman padi. Selanjutnya user melakukan klik ya jika gejala sesuai dengan permasalahan yang ditemukan dan tidak jika gejala tidak sesuai dengan permasalahan yang ditemukan. Jika proses penelusuran dinyatakan cukup klik tombol selesai dan untuk melakukan pengulangan proses penelusuran klik tombol reset.

Hasil penelusuran ditampilkan berdasarkan proses pemilihan gejala dan ciri dari jenis-penyakit tanaman padi. Hasil penelusuran memberikan keterangan tentang kecenderungan penyakit tanaman padi yang dinilai berdasarkan prosentase dari seluruh nilai yang diperoleh. Tampilan hasil penelusuran seperti pada Gambar 12



Gambar 12. Entry Hasil Penelusuran

Validasi sistem merupakan kumpulan dialog yang disusun pada sistem

untuk memberikan batasan proses pada saat sistem dioperasikan. Tujuan dialog adalah untuk mengkomunikasikan *user* dengan sistem sehingga alur kerja sistem tidak kaku dan membingungkan. Validasi kelengkapan data berfungsi untuk memberikan batasan pada proses penyimpanan data agar *user* tidak melakukan penyimpanan data kosong. Validasi proses penghapusan data berfungsi untuk memberikan peringatan kepada *user* pada saat melakukan penghapusan data. Validasi kerangkapan data berfungsi memberikan batasan pada saat proses input data *primary key*. Jika input data yang diinputkan sudah terdaftar maka ditampilkan dialog validasi kerangkapan.

KESIMPULAN

Berdasarkan proses desain system dan tahapan implementasi diperoleh hasil berupa sistem pakar berkaitan dengan penyakit pada tanaman padi. Hasil desain system telah mampu melakukan penelusuran terhadap penyakit pada tanaman padi berdasarkan gejala dan ciri-ciri penyakit tanaman padi. Hasil desain sistem pakar untuk melakukan penelusuran penyakit tanaman padi memiliki kelebihan : desain sistem telah mampu melakukan diagnosa dan penelusuran terhadap jenis penyakit pada tanaman padi sehingga pengguna sistem mendapatkan informasi tentang gejala dan ciri yang ditimbulkan pada penyakit tanaman padi beserta solusi penanganannya.

Hasil desain sistem dan proses implementasi telah memberikan kemudahan bagi pengguna sistem untuk memperoleh informasi berkaitan dengan tentang penyakit pada tanaman padi sesuai dengan batasan permasalahannya.

Sistem yang dirancang diharapkan mampu memberikan bantuan untuk memperoleh informasi mengenai penyakit padi serta penanganan terhadap jenis penyakit pada tanaman padi sehingga mampu menunjang peningkatan produksi pangan.

Sistem mampu melakukan pengelolaan basis pengetahuan yang

terdiri dari jenis penyakit, gejala dan solusi serta relasi antara jenis dan gejala.

Sistem mampu melakukan penelusuran terhadap penyakit tanaman padi berdasarkan relasi yang dilakukan oleh pakar sehingga pengguna system tinggal melakukan pemanggilan pada saat proses penelusuran.

Penggunaan sistem aplikasi hasil desain sistem dapat menekan berbagai kendala dan mendukung efisiensi analisis pada penyakit tanaman padi. Selain itu sistem yang dihasilkan dapat menampilkan solusi terhadap masing-masing jenis penyakit pada tanaman padi.

DAFTAR PUSTAKA,

- Husni, 2004 "Membuat Aplikasi DataBase Client – Server Dengan Delphi Dan MySQL", Graha Ilmu, Semarang.
- Indriatie, D.F, 2005,"Rancang Bangun Sistem Pakar Untuk Melakukan Diagnosa Pada Tanaman Buah-buahan ", IST - AKPRIND Yogyakarta.
- Kusrini, 2007, "Sistem Pakar Teori dan Aplikasi", Andi Offset – Yogyakarta
- Makarim, A.K, 2008, "Aplikasi Sistem Pakar Untuk Budidaya Tanaman Padi", Istitut Pertanian Bogor – Bogor
- Nugroho, B, 2004, "Database Relasional Dengan MySQL", Andi Offset – Yogyakarta.
- Trigiyanti, E, 2010, "Pembuatan Program Aplikasi Untuk Mengidentifikasi Hama Dan Penyakit Padi", Universitas Diponegoro – Semarang

PERBANDINGAN PEROLEHAN BATUBARA CAIR (YIELD) ANTARA BATUBARA RANK RENDAH DENGAN RANK MENENGAH PADA BATUBARA FORMASI WARUKIN, KAB. TABALONG, KALIMANTAN SELATAN

Edy Nursanto^{1), 5)}; Arifudin Idrus²⁾; Hendra Amijaya³⁾; Subagyo Pramumijoyo⁴⁾

¹⁾ Prodi Teknik Pertambangan, UPN "Veteran" Yogyakarta

^{2), 3), 4), 5)} Jurusan Teknik Geologi, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

Masuk: 5 Mei 2013, revisi masuk: 26 Juni 2013, diterima: 13 Juli 2013

ABSTRACT

Research focusing on the quality of coal in Warukin Formation has been conducted in coal outcrops located on Tabalong area, particularly in 3 coal seams, namely, Wara 120 which is low rank coal, then Tutupan 210 and Paringin 712 which consist of medium rank coal. The average coal quality for seam Wara 120 consist of inherent moisture (IM): 26.65%, whereas for ash and volatile matter (VM) is (ash:5.08%; VM=43.98%). Beside that for fixed carbon (FC) is 24.29%. Meanwhile for seam Tutupan 210 consist of inherent moisture (IM) is 18.42%, ash:1.81%, FC: 33,88% and Paringin 712 consist of inherent moisture (IM) is 16.84%, ash:1.36% VM: 23.02% and FC: 35.76%. Coal liquefaction is conducted of coal -200 mesh(1g) in an autoclave on low pressure and temperature. Pressure during the process is 14 psi and temperature is 120°C. Research was designed by using time variable, respectively, 30 60, 90 minutes. Conversion result gained will be associated with the length of yield process. The aim on the coal liquefaction process is coal liquid. The process is conducted on the time variables of 30, 60 and 90 minutes with following results: seam Wara 120 is 35,76% (30 minute), 40,68% (60 minute), 31,15% (90 minute). Then Tutupan 210 and Paringin seam are 7,64% (30 minute): 14,51% (60 minute), 4,53% (90 minute) and 3,21% (30 minute): 9,57% (60 minute), 1,71% (90 minute). Due to characteristic of coal that Wara 120 seam have H/C ratio higher than Tutupan 210 and Paringin 712, so the average result of yield shows that coals in Wara has higher yield conversion than coals in seam Tutupan and Paringin.

Key words: Batubara, Yield, Formasi Warukin

INTISARI

Penelitian mengenai kualitas batubara pada Formasi Warukin telah dilakukan pada singkapan batubara di daerah Tabalong dengan 3 seam batubara yaitu Wara 120 yang merupakan batubara peringkat rendah, sedangkan batubara seam Tutupan 210 dan Paringin 712 adalah batubara peringkat menengah. Rata-rata kualitas batubara untuk seam Wara 120 terdiri dari inherent moisture (IM): 26,65%, ash:5,08%, Volatile matter (VM):43,98%, dan Fixed Carbon (FC):24,29%, sedangkan untuk seam Tutupan 210: IM:18,42%, ash:1,81%, VM: 22,95% dan FC:33,88% dan Paringin 712: IM:16,84%, ash:1,36%, VM:23,02% dan FC:35,76%. Proses pencairan dilakukan dalam autoclave dengan temperatur 120 °C dan tekanan 14 psi. Proses pencairan dilakukan pada variabel waktu 30, 60, 90 menit dengan hasil rata-rata sebagai berikut: seam Wara 120: 35,76% (30 menit): 40,68% (60 menit), 31,15% (90 menit), sedangkan untuk seam Tutupan 210 adalah 7,64% (30 menit): 14,51% (60 menit), 4,53% (90 menit) dan Paringin 712: 3,21% (30 menit): 9,57% (60 menit), 1,71% (90 menit). Rata-rata hasil proses pencairan memperlihatkan bahwa untuk batubara seam Wara mempunyai konversi pencairan lebih tinggi dibandingkan dengan batubara seam Tutupan dan Paringin.

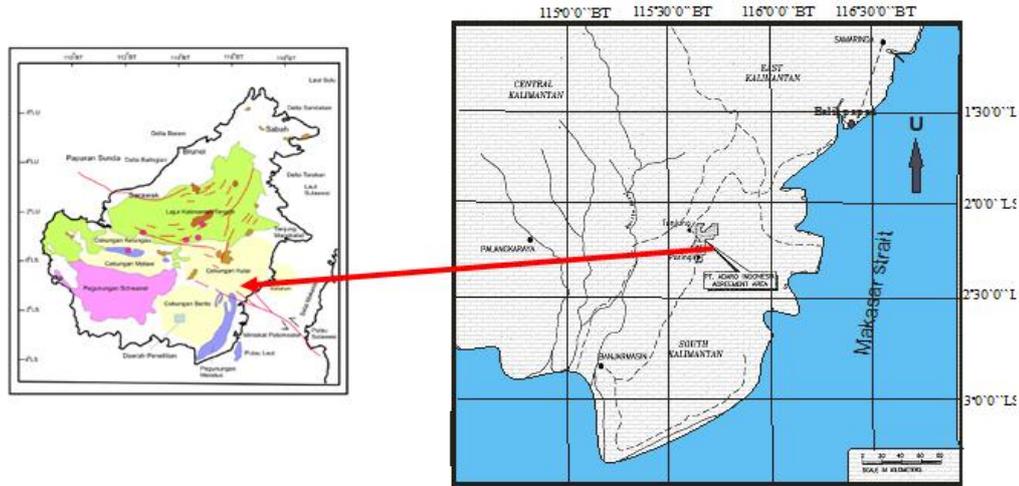
Kata kunci: Batubara, Yield, Formasi Warukin

¹edynursantoyyk@yahoo.com.au

PENDAHULUAN

Perkembangan industri batu-bara Indonesia selama beberapa tahun terakhir mengalami peningkatan yang cukup pesat sejalan dengan pertumbuhan ekonomi. Di masa mendatang penggunaan batubara sebagai sumber energi akan meningkat pula terutama sebagai bahan bakar langsung misalnya

untuk pembangkit listrik, pabrik semen, industri kecil dan rumah tangga maupun sebagai bahan bakar tak langsung yaitu batubara dikonversi menjadi bentuk lain sebelum digunakan sebagai bahan bakar. Bahan bakar tak langsung tersebut misalnya adalah batubara yang diubah menjadi minyak atau batubara dicairkan.



Gambar 1. Lokasi Penelitian (PT. Adaro Indonesia)

Penelitian bertujuan untuk melihat pengaruh karakteristik batubara terhadap hasil proses pencairannya terutama berkaitan dengan peringkat (*rank*). Karakteristik batubara yang dicairkan adalah sebagai berikut: kandungan abu (ash), kandungan air bawaan (IM), kandungan zat terbang (VM) dan kandungan karbon tertambat (FC) pada Tabel 1. Lokasi batubara yang dicairkan berada pada Formasi Warukin di daerah Kabupaten Tabalong, Kalimantan Selatan. Pengambilan sampel dilakukan di pertambangan batubara PT. Adaro (Gambar 1) dengan lokasi di seam Wara Wara 120, Tutupan 210 dan Paringin 712.

Berdasarkan tatanan tektoniknya, daerah penelitian yang berada di Kabupaten Tabalong merupakan Cekungan Barito yang berada di Pulau Kalimantan. Darman dan Sidi (2000) menjelaskan, Cekungan Barito berada sepanjang batas tenggara dari Pegunungan Schwaner pada Kalimantan bagian selatan (Gambar 2).

Secara garis besar lokasi kontrak kerja PT. Adaro Indonesia terletak pada Formasi Warukin yang banyak mengandung endapan batubara yang diselingi oleh batulempung dan batupasir. Tambang batubara PT. Adaro Indonesia terdapat pada tiga blok yang terpisah yaitu: blok Tutupan, Wara dan Paringin. Perbukitan Tutupan mempunyai panjang sekitar 20 km, naik memanjang dari Timur-Laut ke Barat-Daya (PT. Adaro, 1997). Bukit ini terbentuk dan dibatasi oleh pergerakan dua sesar naik (*Thrust Fault*) yang berarah paralel. Sesar di bagian barat bukit dikenal sebagai sesar Dahai, membatasi Formasi Dahor di bagian barat dan Formasi Warukin di bagian Timur. Sesar lain yang membatasi bagian timur bukit adalah sesar naik Tanah Abang-Tepian Timur.

Karakteristik Batubara, Batubara berbeda-beda menurut komposisi dan menurut tingkatan perubahan yang telah terjadi atau tingkatan pembentukan batubara (*degree of coalification*) dari tumbuh-tumbuhan asalnya. Sebagian

besar dari batubara termasuk varitas *humic* hasil dari pengubahan tumbuh-tumbuhan di bawah kondisi rawa (*aerobic*) dari peat, kemudian memasuki satu atau lebih tingkatan transformasi menghasilkan salah satu varitas batubara yang dikenal sebagai lignit, sub-bituminous, bituminous dan antrasit. Beberapa cara untuk mengklasifikasikan batubara, *rank* adalah yang umum dipakai.

Berdasarkan karakteristiknya klasifikasi batubara daerah Tabalong, Kalimantan Selatan merupakan batubara jenis lignit dan sub-bituminous. Klasifikasi batubara berdasarkan karakteristiknya bisa dilihat pada klasifikasi yang dinyatakan oleh Speight (2005).

Cadangan batubara *In situ* daerah Wara, Tutupan dan Paringin cukup besar, tetapi setiap daerah mempunyai kualitas yang berbeda. Kualitas merupakan hal terpenting dalam batubara, kualitas ini dicerminkan dengan karakteristik batubara tersebut. Karakteristik batubara yang dicairkan dapat dilihat pada Tabel 1.

METODE

Metode Pencairan Batubara, percobaan proses pencairan batubara dilakukan terhadap batubara pada seam Wara 120, Tutupan 210 dan Paringin 712. Percobaan dirancang dengan variable waktu yaitu 30, 60 dan 90 menit. Hasil konversinya yang berupa perolehan dihubungkan dengan waktu proses pencairan.

Proses pencairan berupa perolehan adalah sebagai berikut: variable waktu 30, 60 dan 90 menit dengan hasil rata-rata sebagai berikut: seam Wara 120: 35,76% (30 menit): 40,68% (60 menit) dan 31,15% (90 menit), sedangkan untuk seam Tutupan 210: 7,64% (30 menit): 14,51% (60 menit) dan 4,53% (90 menit) dan Paringin 712: 3,21% (30 menit): 9,57% (60 menit) dan 1,71% (90 menit). Rata-rata hasil proses pencairan memperlihatkan bahwa untuk batubara seam Wara mempunyai konversi pencairan lebih tinggi dibandingkan dengan batubara seam Tutupan dan Paringin. Hubungan antara waktu proses pencairan dengan perolehannya pada

berbagai seam batubara yaitu seam Wara 120, Tutupan 210 dan Paringin 712 ditunjukkan oleh Gambar 2-4.

PEMBAHASAN

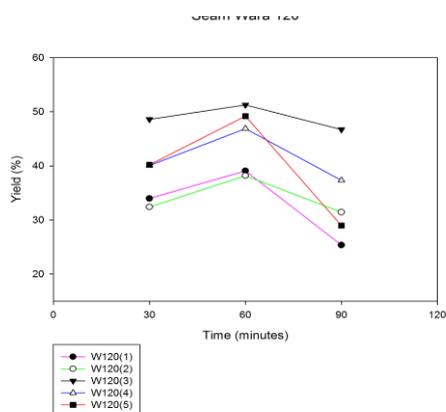
Gambar 2-4 memperlihatkan hubungan antara waktu pencairan dengan perolehan pada variabel waktu 30, 60 dan 90 menit untuk berbagai seam batubara yaitu seam Wara 120, Tutupan 210 dan Paringin 712. Terlihat bahwa batubara pada masing-masing seam mempunyai persen kenaikan perolehan rata-rata 4,92% untuk Wara 120, 4,52% untuk Tutupan 210 dan 3,65% untuk paringin 712 pada proses pencairan dengan waktu 30 dan 60 menit, sedangkan untuk pencairan dengan waktu 90 menit perolehan pencairan mengalami penurunan untuk berbagai seam batubara. Terlihat bahwa pada proses pencairan terjadi kenaikan persen perolehan tertinggi yaitu pada batubara seam Wara 120. Hal ini disebabkan pada batubara seam Wara 120 tersebut adalah batubara peringkat rendah yang merupakan batubara jenis lignit. Batubara lignit mempunyai sebanyak 15-25% kandungan oksigen total yang membentuk gugus hidroksil. Kandungan gugus hidroksil pada batubara merupakan fungsi dari derajat kualitas batubara atau kandungan oksigen yang menambah gugus hidroksil berkurang dengan kenaikan kandungan karbon. Batubara kualitas tinggi terdapat sedikit bahkan tidak ada gugus hidroksil dan batubara peringkat rendah banyak ditemukan, lihat Given (1960 dalam Krevelen, 1992). Adanya gugus hidroksil mengakibatkan perbandingan unsur H/C menjadi besar sehingga batubara peringkat rendah lebih mudah untuk dikonversi menjadi batubara cair karena sedikit membutuhkan hidrogen donor. Persen konversi batubara menjadi cair juga telah ditunjukkan oleh Whitehurst (1978) yang menyatakan bahwa batubara yang mempunyai kandungan hidrogen lebih banyak akan menghasilkan persen konversi yang lebih besar dibandingkan dengan batubara yang mempunyai kandungan hidrogen sedikit. Di samping itu batubara peringkat rendah seperti lignit menghasilkan

perolehan yang lebih banyak di banding batubara peringkat menengah atau peringkat yang lebih tinggi seperti sub-

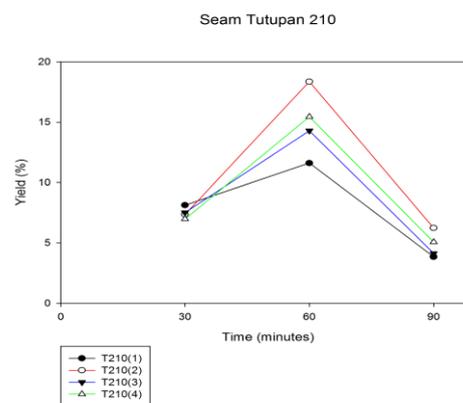
bituminous, bituminous dan antrasit pada waktu dilakukan proses pencairan (Speight, 1994).

Tabel 1. Karakteristik Batubara Kabupaten Tabalong

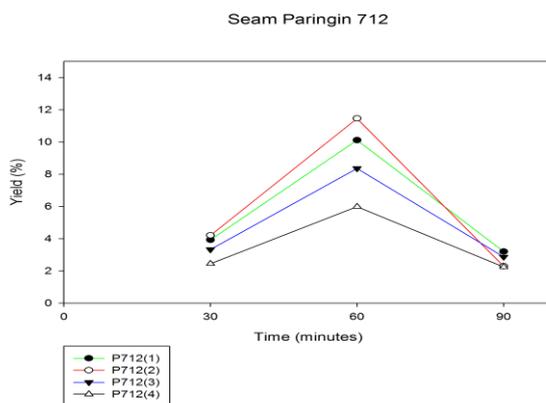
Seam	Ash (%)	IM (%)	VM (%)	FC (%)
Wara 120	3,57-6,11	21,27-30,90	35,28-49,67	19,29-28,94
Tutupan 210	1,31-2,87	16,40-20,40	44,80-47,70	32,50-35,10
Paringin 712	1,03-1,72	12,89-18,77	45,22-46,93	34,29-39,46



Gambar 2. Hubungan antara waktu pencairan dengan *yield* pada batubara seam Wara 120



Gambar 3. Hubungan antara waktu pencairan dengan *yield* pada batubara seam Tutupan 210



Gambar 4. Hubungan antara waktu pencairan dengan *yield* pada batubara seam Paringin 712

Di lain pihak terlihat bahwa batubara peringkat menengah yang merupakan batubara sub-bituminous yaitu seam Tutupan 210 dan Paringin 712 masing-masing hanya mempunyai persen

kenaikan 4,52% dan 3,65%. Terjadinya kenaikan persentase hasil pencairan dari waktu operasi 30 menit menjadi 60 menit dikarenakan semakin lama proses pencairan menyebabkan kontak batu-

bara dengan pelarut dan donor hidrogen semakin lama sehingga hasil konversi juga semakin besar. Disamping itu pengaruh kenaikan waktu pada proses pencairan batubara juga telah dikemukakan oleh Vassallo (1983), Priyanto (2001), Maloletnev (2009), yang menyatakan bahwa semakin lama waktu proses pencairan batubara maka perolehan yang didapat semakin besar. Tetapi untuk hasil pencairan 90 menit mengalami penurunan. Hal ini terjadi karena batubara pada saat dicairkan selama 90 menit mengalami polimerisasi (penggumpalan) sehingga hasil perolehan (*yield*) mengalami penurunan.

KESIMPULAN

Berdasarkan karakteristiknya, batubara Wara termasuk klasifikasi jenis lignit (batubara rank rendah), sedangkan batubara Tutupan dan Paringin termasuk klasifikasi jenis sub-bituminous (batubara rank menengah). Batubara Wara 120 mempunyai persen kenaikan hasil pencairan 4,92%, sedangkan batubara Tutupan 210 dan Paringin 712 masing-masing 4,52% dan 3,65%.

Batubara jenis lignit berpengaruh lebih baik terhadap hasil pencairannya dibandingkan dengan batubara jenis sub-bituminous. Hal ini disebabkan rasio H/C untuk batubara lignit lebih besar dibandingkan dengan batubara sub-bituminous sehingga pada saat proses pencairannya tidak banyak membutuhkan hidrogen donor.

UCAPAN TERIMA KASIH

Riset ini didukung oleh PT. Adaro Indonesia. Terima kasih diucapkan kepada manajemen PT. Adaro Indonesia yang telah memberi ijin dan kesempatan serta segala bantuannya selama melakukan penelitian di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Krevelen D.W., 1992. *Coal Typology-Physics-Chemistry-Constitution*. University Of Technology, Delft, The Netherlands. 750 hal.
- Maloletnev A.S., 2009, Current Status of The Hydrogenation of Coal, *Solid Fuel Chemistry*, Vol. 43, pp. 165-176.
- Priyanto U., Sakanishi K., Okima O., Murti S.D.S., Watanabe I, Korai Y., Mochida I., 2001, Optimization of Two-Stage Liquefaction of Tanito Harum Coal With Fe-Ni Catalyst Supported Carbon Black, *Energy & Fuel*, pp. 856-862.
- PT. Adaro Indonesia, 1997, *Adaro Resources Report*, Departemen Geologi PT. Adaro Indonesia.
- Setyana, A.H. dan Idris, R., 1996, Chronology and Intensity of Barito uplifts, SE Kalimantan: a geochemical constraints and window of opportunity (poster), *Proceeding of the Indonesian Petroleum Association*, 25 National symposium on sequence stratigraphy in SE Asia proceeding, Indonesian Petroleum Association, 64p.
- Speight J.G., 1994, *The Chemistry and Technology of Coal*, Marcel Dekker Inc., New York, 642 p.
- Speight J.G., 2005, *Handbook of Coal Analysis*, John Wiley & Sons, Inc., Publication, 222 p.
- Vassallo A.M., Fredericks P.M., Wilson M.A., 1983, *FTIR Studies of Deuterium Incorporation Into Coal*, , *Organic Geochemistry* Vol.5 No.2, pp. 75-85.
- Whitehurst D.D., 1978, *A Primer on the Chemistry and Constitution of Coal*, American Chemical Society, pp.1-35.

PENERAPAN *CUSTOMER RELATIONSHIP MANAGEMENT* UNTUK MERANCANG FITUR APLIKASI PENJUALAN BUKU ONLINE

Ema Utami¹, Sarkawi²

¹Magister Teknik Informatika, STMIK AMIKOM Yogyakarta

²Politeknik Kesehatan Kemenkes Bengkulu

Masuk: 7 Mei 2013, revisi masuk: 13 Juni 2013, diterima: 8 Juli 2013

ABSTRACT

Due to high competition in the business world especially at the bookstore having critical thinking skills to breakthrough the sales performance. Customer Relationship Management (CRM) is an approach used to know, identify and recognize the customer expectation to the company. Today's information system era made customer easier to purchase books using online system. Online bookstore having comprehensive information, many services is what customer looking for. The purpose of designing applications online book sales by implementing CRM is to help increase book sales, improve customer satisfaction, increase customer loyalty, providing convenience to customers to obtain information about book price and availability, provide service complaints, comments and suggestions, and provide services ease of ordering books.

Keywords: *Customer Relationship Management, Online Sales, Online Book Sales*

INTISARI

Tingginya persaingan di dunia usaha khususnya pada toko buku mengharuskan para pengusaha penjualan buku tersebut berpikir kritis untuk dapat melakukan terobosan-terobosan dalam melakukan aktivitasnya. Customer Relationship Management (CRM) merupakan suatu pendekatan yang digunakan untuk mengenal, mengetahui dan menggali apa yang diharapkan dari seorang pelanggan terhadap sebuah perusahaan. Pada era sistem informasi dewasa ini, para pembeli buku cenderung untuk melakukan transaksi pembelian yang lebih mudah secara online. Toko buku yang akan dicari adalah toko buku yang melayani penjualan secara online dengan informasi yang lengkap. Tujuan merancang aplikasi penjualan buku online dengan menerapkan CRM ini agar dapat membantu meningkatkan penjualan buku, meningkatkan kepuasan pelanggan, meningkatkan loyalitas pelanggan, memberikan kemudahan kepada pelanggan untuk mendapatkan informasi mengenai buku harga, ketersediaan, memberikan layanan pengaduan, layanan kritik dan saran, dan memberikan layanan kemudahan memesan buku.

Kata Kunci : Customer Relationship Management, e-commerce, Penjualan Online, Penjualan Buku Online

PENDAHULUAN

Dengan penjualan tradisional para pengusaha toko buku akan dengan sabar menunggu kedatangan pembeli, melakukan tawar-menawar buku dagangannya dan kemudian jika ada kesepakatan maka buku tersebut akan berpindah tangan. Setelah pembeli melakukan transaksi entah kapan lagi mereka akan datang membeli buku yang lainnya sementara para pedagang tidak mengetahui apakah buku yang dijualnya

terlalu mahal, terlalu murah apakah pelanggan merasa senang belanja ditoko bukunya serta pertanyaan-pertanyaan lain yang tidak dapat dijawab. Tidak terjawabnya pertanyaan-pertanyaan tersebut dikarenakan dengan penjualan tradisional tidak memperhatikan kepuasan pelanggan. Sementara penjual buku saat ini sudah banyak bertebaran di berbagai sudut kota terutama kota besar yang memungkinkan toko-toko tersebut merupakan pesaing yang perlu diwaspadai mengambil bisnis market mereka.

¹ema.u@amikom.ac.id; ²mustawie@gmail.com.

Dengan penjualan tradisional hanya pembeli yang datang di toko yang mengetahui buku-buku apa saja yang dijual itupun jika mereka masih meluangkan waktu melihat-lihat koleksi buku yang dimilikinya untuk itu perlu dibangun sebuah website.

Menurut Qian dan Jinghua (2008) situsweb sangat penting dan perusahaan dapat menarik pelanggan dengan mempromosikan berbagai barang dagangannya melalui situs web tersebut. Dengan belanja di toko online maka waktu mereka tidak akan terbuang percuma dengan memilih buku pada katalog atau hanya melihat-lihat judul yang disusun pada puluhan bahkan ratusan rak yang dipajang rapi, cukup dengan menggunakan mouse pengunjung dapat melihat semua buku yang dikoleksi dan hanya mengklik buku pilihan maka buku tersebut sudah menjadi miliknya tanpa harus rebutan dengan calon pembeli lain serta mengantri pada saat pembayaran.

Menurut Lee (2012), CRM adalah proses pemasaran dengan segmentasi pelanggan untuk lebih memahami mereka dan untuk meningkatkan hubungan berharga jangka panjang dengan pelanggan. Menurut Saddei (2004), CRM adalah strategi bisnis yang fokus pada pelanggan yang didesain untuk mengoptimasi *profitability*, *revenue*, dan *customer satisfaction*. Menurut Pandan dan Lee (2003), CRM merupakan sebuah strategi bisnis yang mengintegrasikan proses bisnis yang bersentuhan langsung dengan para konsumen (pemasaran, penjualan, dan pelayanan) dengan pelaku bisnis, proses bisnis, dan teknologi pendukung guna memperoleh *customer retention*.

Dengan CRM, perusahaan dapat membangun basis data mengenai pelanggan, yang akan mencatat profil pelanggan seperti jenis pekerjaan, kesukaan, besarnya penghasilan, jumlah anggota keluarga. Informasi ini kemudian dapat dipergunakan untuk membangun relasi antara perusahaan dengan pelanggan, serta pelanggan satu dengan yang lainnya. Untuk dapat bersaing dan mempertahankan kelangsungan hidup

perusahaan maka perusahaan harus mencari strategi dalam bisnis salah satunya dengan memanfaatkan teknologi informasi (Peelen, 2005).

Menurut Sutedjo dkk (2003), CRM diawali dengan pengumpulan informasi tentang apa yang dibutuhkan dan diharapkan oleh pelanggan dari perusahaan. Dengan mengetahui kebutuhan dan harapan dari pelanggan tersebut, perusahaan dapat memanjakan dan "mengikatnya" dalam sebuah "persahabatan". CRM mengajarkan agar perusahaan membuka saluran-saluran komunikasi semudah mungkin dengan tingkat respon yang tinggi, agar pelanggan merasakan kedekatan dengan pihak perusahaan. Dari situ, loyalitasnya terhadap perusahaan sedikit demi sedikit akan menjadi tumbuh dan berkembang. Dengan demikian perusahaan akan memperoleh manfaat dari penerapan CRM ini, yakni memiliki pelanggan yang loyal.

Hasil pemetaan daftar kebutuhan fungsional aplikasi online Penjualan Buku dengan menerapkan CRM bagi pengunjung, member, serta admin disajikan pada tabel 1, 2 dan 3.

Tabel 1. Kebutuhan fungsional bagi Pengunjung

N o.	Nama Aplikasi	Manfaat / Kegunaan
1	Katalog Buku	Melihat daftar buku yang ada di toko buku sesuai dengan spesifikasi yang dicari oleh pengunjung, mulai dari judul buku, pengarang, maupun penerbit dari buku yang akan dicari, termasuk stok buku serta harganya.
2	Informasi Buku	Berisi tentang new release, berisi informasi buku yang baru dirilis best seller, informasi buku yang paling laku regular, berisi informasi buku reguler book sale, berisi tentang buku-buku dengan diskon coming soon, berisi info buku yang akan segera tersedia.

3	Info Lainnya	Berisi informasi bonus dan promo, berisi tentang bonus-bonus serta promo-promo maupun diskon yang ada di toko buku untuk para pembeli
4	Customer care	Berisi alamat email, kantor pusat, telepon, fax, marketing dan jam operasional
5	Frequently Asked Questions	Berisi jawaban dari pertanyaan umum yang biasa/sering ditanyakan oleh pengunjung.
6	Store locations	Cabang-cabang kami, berisi informasi tentang cabang-cabang toko buku.
7	Privacy Policy	Berisi keamanan dan kerahasiaan transaksi pembelian produk
8	Return Policy	Berisi kebijakan umum dan khusus

Tabel 2. Kebutuhan fungsional bagi member

No.	Nama Aplikasi	Manfaat / Kegunaan
1	Login	Dapat mengakses update data buku serta update promosi dan info
2	Belanja Online	Setelah melakukan login, member dapat memilih buku yang akan dibeli. Selanjutnya akan dimunculkan rekap buku yang akan dibeli disertai dengan biaya pengiriman dan total yang harus dibayarkan oleh. Setelah melakukan transfer pembayaran, member konfirmasi transfer dengan mengisi form konfirmasi pembayaran. Pembeli tinggal menunggu barang dikirim.
3	Info Lainnya	menampilkan info bonus dan promo yang ada di toko buku untuk para pembeli
4	Konfirmasi pembayaran	Konfirmasi pembayaran, berisi informasi tentang proses dan cara pembayaran yang bisa dilakukan oleh pembeli
5	Privacy Policy	Berisi keamanan dan kerahasiaan transaksi pembelian produk

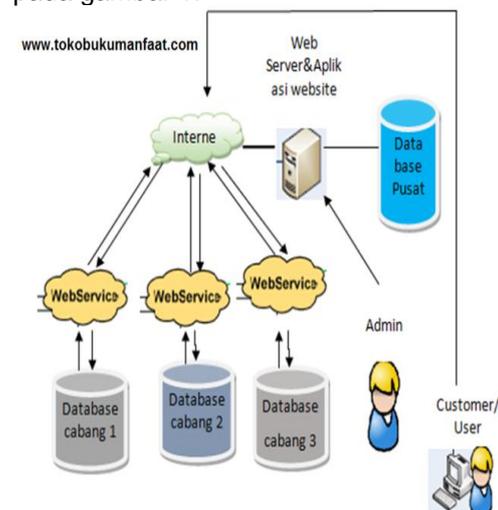
6	Return Policy	Berisi kebijakan umum dan khusus
7	Testimonials	Berisi ucapan terimakasih dari member

Tabel 3. Kebutuhan fungsional bagi admin

No.	Nama Aplikasi	Manfaat / Kegunaan
1	Login	Login admin dapat mengakses seluruh fitur yang ada pada aplikasi penjualan online, dapat merubah dan menambah semua data yang ada.
3	Info Lainnya	Pada fitur ini terdapat info-info yang bisa diupdate, diantaranya: bonus dan promo, berisi tentang bonus-bonus serta promo-promo maupun diskon yang ada di toko buku untuk para pembeli
4	Konfirmasi pembayaran	Konfirmasi pembayaran, berisi informasi tentang proses dan cara pembayaran yang bisa dilakukan oleh pembeli
5	Privacy Policy	Berisi keamanan dan kerahasiaan transaksi pembelian produk
6	Return Policy	Berisi kebijakan umum dan khusus
7	Testimonials	Berisi ucapan terimakasih dari member

METODE

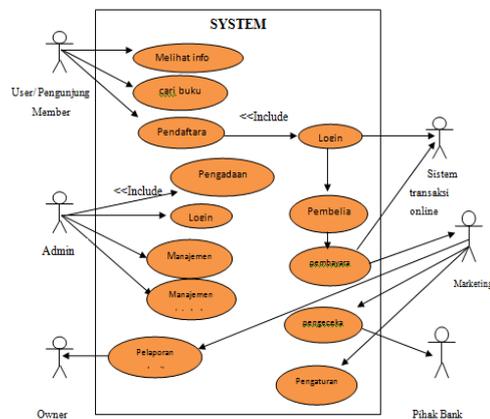
Arsitektur teknologi untuk aplikasi yang akan dirancang seperti ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Arsitektur Teknologi

Teknologi untuk penarikan data menggunakan web service. Basis data pusat berisi data tentang buku, stok buku, data pelanggan, data penjualan, informasi promo dan sebagainya. Basis data cabang berisi data tentang buku, stok buku, data penjualan buku. Admin bertugas mengelola web secara keseluruhan baik update data maupun delete data yang sudah tidak digunakan lagi. Pelanggan melakukan transaksi pembelian secara online dengan mengakses alamat toko buku di internet.

Use case diagram untuk aplikasi online yang dirancang ditunjukkan pada gambar 2.



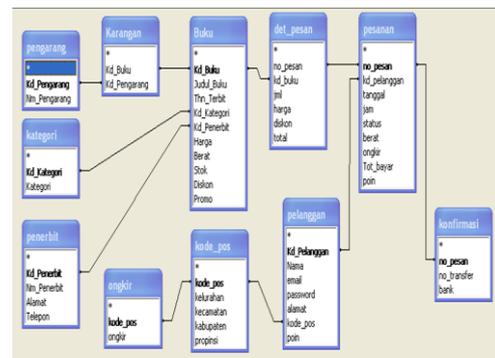
Gambar 2. Use Case Diagram Aplikasi Online

User, pengunjung atau member dapat melihat isi atau informasi buku dari website secara langsung setelah membuka alamat yang telah ditentukan. Selain melihat informasi user dapat mencari buku berdasarkan kategori berdasarkan judul maupun pengarangnya. Untuk melakukan pembelian serta pembayaran maka user harus melakukan pendaftaran dan login berdasarkan userid dan password yang akan dibagikan sendiri oleh user.

Admin dapat menginput data baru, mengganti content dan merubah informasi sesuai kebutuhan. Marketing mengolah data yang ada pada sistem untuk kemudian memberdayakan informasi tersebut serta melaporkannya kepada owner. Sementara pihak Bank melakukan pengecekan atas pembayaran user serta pengesahan pada sistem

sehingga buku pesanan dapat dikirim segera.

Bagan pemodelan data aplikasi penjualan buku online dengan menerapkan CRM ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Pemodelan Data

Untuk membangun sistem ini diperlukan basis data sebagai gudang data yang dapat menyimpan informasi tentang produk yang ditawarkan serta data pelanggan. Basis data didesain dengan memperhatikan bisnis proses sehingga fungsi CRM berhasil maksimal.

Untuk mendukung fungsi sistem CRM data yang penting untuk diperhatikan adalah informasi tentang pelanggan dan data tentang hal-hal yang menguntungkan pelanggan. Semakin banyak informasi data pelanggan yang berhasil dikumpulkan dan semakin mudah pelanggan mendapat informasi keuntungan apa yang diberikan toko kepada pelanggan maka semakin baik pula informasi yang dihasilkan.

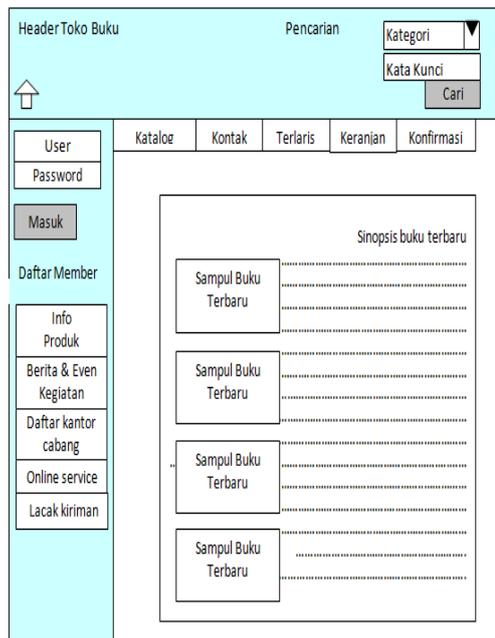
Field penting data pelanggan yang diperlukan untuk mendukung sistem CRM ini adalah nama, alamat, e-mail, nomor HP. Field pelanggan ini dapat ditambah sesuai dengan kebutuhan. Diharapkan dengan field tersebut pihak admin dapat memberi informasi kepada pelanggan tentang promo, diskon, informasi buku baru yang diberlakukan oleh toko buku melalui e-mail maupun HP pelanggan.

PEMBAHASAN

Rancangan fitur halaman yang pertama kali ditampilkan pada saat user

membuka halaman website ditunjukkan pada gambar 4.

Pada halaman utama ini terdapat menu-menu yang dapat dipilih secara acak sesuai keinginan user. Pada halaman utama ini juga akan ditampilkan informasi buku-buku terbaru yang disertai dengan gambar sampul buku dan sinopsis. Dengan adanya informasi tersebut user atau pengunjung dapat melihat berbagai informasi tentang buku baru yang siap jual.



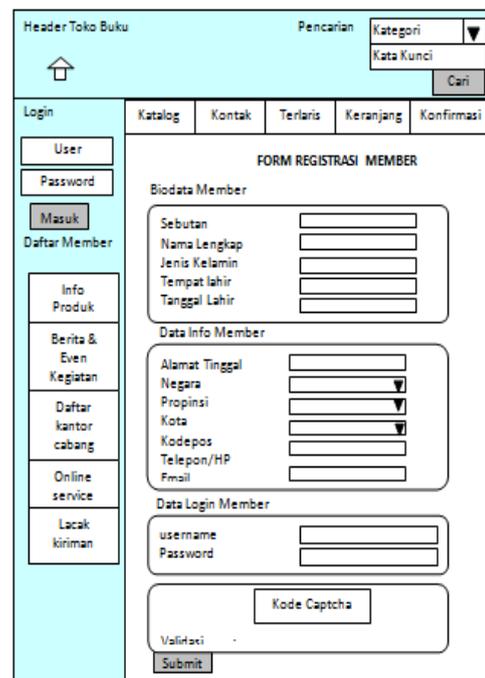
Gambar 4. Desain Fitur Halaman Utama

Informasi pendukung CRM ini berupa promo, diskon dan hadiah juga ditampilkan agar dapat menarik pengunjung untuk membeli buku yang diinginkan. Informasi promo, diskon dan hadiah didesain dengan jangka waktu tertentu sehingga pengunjung yang melihat kesempatan terbatas segera memutuskan untuk segera memesan ataupun membeli buku tersebut.

User juga dapat mencari buku sesuai yang diinginkan dengan memasukkan kata kunci pada menu pencarian, selanjutnya user dapat menjadi member dengan mengisi daftar member dan login pada tempat yang telah disiapkan. Dengan menjadi member maka dapat melakukan pembelian buku serta melakukan pembayaran.

Pada saat user memilih daftar member maka akan muncul menu Form Registrasi Member. User harus mengisi form tersebut secara benar. Form registrasi member terdiri dari biodata member, data info member, data login member dan kode captcha untuk validasi. Setelah semua form terisi dengan lengkap data harus disimpan dengan mengklik tombol Submit. Dengan menjadi member maka data user akan tersimpan pada basis data toko sehingga data tersebut dapat diolah sesuai kebutuhan toko.

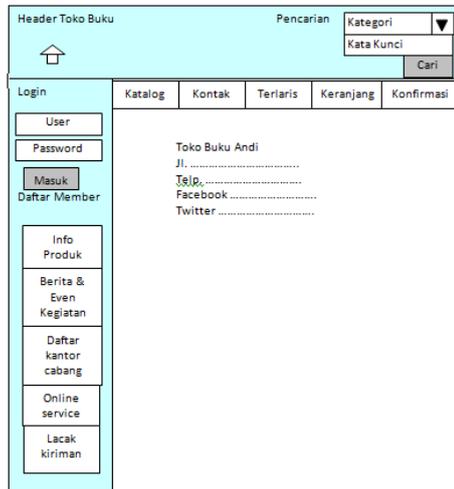
Rancangan fitur halaman daftar anggota baru ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Desain Fitur Halaman Daftar Anggota Baru

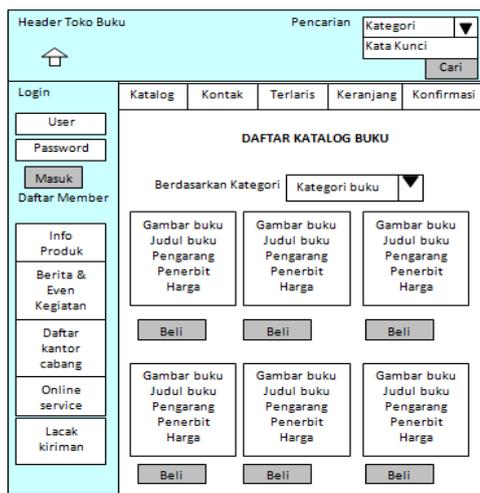
Form registrasi member merupakan form perekaman data utama sistem CRM. Dengan form registrasi member ini data member akan ditangkap dan disimpan dalam basis data. Form registrasi member hendaknya diberi pengaman sehingga data yang masuk merupakan data yang sesungguhnya dan lengkap. Jika data tidak lengkap dan tidak benar hendaknya diberi warning dan dapat disimpan setelah diperbaiki.

Rancangan fitur halaman kontak ditunjukkan pada gambar 6. Halaman kontak merupakan halaman yang berisi informasi nomor kontak sebagai Call Center yang bisa dihubungi.



Gambar 6. Desain Fitur Halaman Kontak

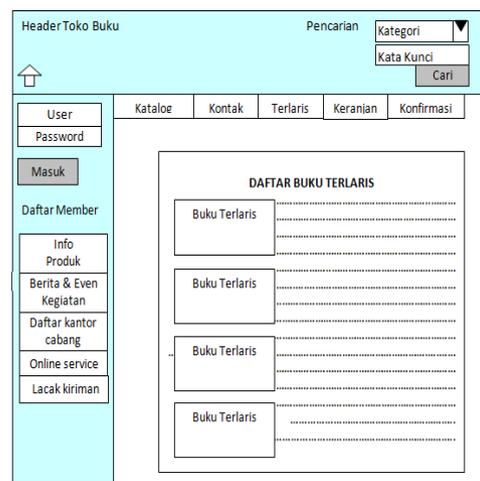
Pelayanan Call Centre merupakan hal yang penting dalam dunia bisnis saat ini, salah satu tujuan adanya Call Centre bagi perusahaan adalah memberikan pelayanan terbaik untuk para pelanggannya. Prosedur layanan Call Center hendaknya tidak berbelit belit. Pelanggan merasa tersanjung dan terhormat apabila kebutuhan informasi dapat segera dilayani dengan cepat. Rancangan fitur halaman katalog buku ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Desain Fitur Halaman Katalog Buku

Perlu dihindari layanan Call Center yang mengecewakan, petugas Call Center hendaknya ditraining secara khusus agar mampu menjalankan tugas sebaik-baiknya. Banyak faktor yang dapat menyebabkan pelanggan kecewa dengan petugas call center baik dari tutur kata yang judes, terlalu cepat dalam menjelaskan sesuatu, kurang empati dan terburu-buru ingin cepat mengakhiri pembicaraan. Sering pula petugas tidak bisa memberikan penyelesaian masalah yang cepat dan tuntas. Akibatnya, calon pelanggan merasa kecewa dan akan meninggalkan toko tersebut untuk mencari toko buku yang lain.

Halaman katalog buku berisi informasi buku yang tersedia di toko buku. Buku yang ditampilkan merupakan buku yang dicari berdasarkan kategori tertentu yang diinput oleh member. Halaman katalog didesain agar memudahkan konsumen memilih sendiri produk mana yang sesuai dengan keinginan dan anggaran biayanya. Pada halaman ini produk-produk yang didisplay disertai dengan informasi harga dan diskon yang sedang berlaku. Pendekatan CRM menggunakan katalog ini diharapkan konsumen memiliki pengetahuan dan informasi yang cukup sehingga tidak ragu-ragu untuk memilih dan membeli produk yang ditawarkan. Rancangan fitur halaman daftar buku terlaris ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Desain Fitur Halaman Daftar Buku Terlaris

Pada halaman Daftar Buku Terlaris berisi informasi buku-buku yang laris pada periode tertentu. Halaman ini memberikan informasi kepada pengunjung dan member serta admin termasuk juga pengarang dan penerbit buku-buku yang menjadi best seller.

Dengan adanya informasi ini pengunjung dan member akan mendapatkan gambaran buku apa yang sedang trend di masyarakat. Tingginya rating pembelian ini akan menjadi daya rangsang member dan pengunjung untuk mengetahui dan akhirnya memutuskan membeli buku tersebut.

Halaman daftar buku terlaris dapat pula dimanfaatkan oleh pengarang dan penerbit sebagai referensi kedepan tentang tema yang disukai masyarakat. Informasi ini dapat memberikan ide baru bagi pengarang dan penerbit tema apa yang layak untuk diterbitkan dimasa mendatang.

Rancangan fitur halaman keranjang belanja ditunjukkan pada Gambar 9.

Gambar 9. Desain Fitur Halaman Keranjang Belanjaan

Halaman keranjang belanja berisi semua daftar buku yang telah dipesan beserta daftar harga masing-masing. Pada halaman keranjang belanja buku yang dipesan akan ditampilkan cover beserta judul buku sehingga member tidak ragu atas buku yang dipesan dan akan dibayarnya.

Sebagai kunci rekaman ditampilkan nomor pesan beserta wilayah kirim agar tidak terjadi kesalahan pengiriman. Wilayah kirim menentukan besar ongkos kirim yang telah ditentukan oleh perusahaan ekspedisi seperti JNE yang dibebankan kepada pembeli.

Pada halaman ini member dapat menambah daftar belanjaan maupun membatalkannya. Fasilitas ini dibuat agar member merasa nyaman dan tidak merasa terpaksa membeli barang yang tidak diinginkannya. Pada halaman ini juga akan ditampilkan total belanja yang harus dibayar. Nilai pembayaran dirandom sehingga bernilai unik dengan nilai tertentu. Setelah yakin dengan jenis buku yang dipilih selanjutnya diberi fasilitas Submit. Fungsi tombol Submit agar barang yang ada dikeranjang belanjaan diproses untuk pembayaran.

Langkah terakhir dari proses pembelian buku adalah dengan melakukan konfirmasi pembayaran. Halaman konfirmasi pembayaran berupa formulir isian identitas member yang telah melaksanakan pembayaran pada bank maupun ATM. Rancangan fitur halaman konfirmasi pembayaran ditunjukkan pada Gambar 10.

Gambar 10. Desain Fitur Halaman Konfirmasi Pembayaran

Konfirmasi pembayaran ini berfungsi sebagai media penyampaian konfirmasi member yang telah melaksanakan pembayaran kepada toko agar buku agar pesannya dapat segera dikirimkan. Pada konfirmasi pembayaran

dapat pula disertakan scan bukti transfer pembayaran.

Konfirmasi pembayaran ini diperlukan untuk mengantisipasi banyaknya pembeli yang melakukan pembayaran. Dengan adanya konfirmasi ini pihak manajemen akan dengan cepat menemukan pesanan berdasarkan nomor pesan beserta kode unik transaksi yang tertera pada nilai transfer yang telah ditetapkan.

Pihak toko dapat melakukan pengecekan terhadap transaksi pembayaran member baik dengan cara manual maupun dengan internet banking. Dengan memanfaatkan teknologi ini validitas pembayaran akan cepat terdeteksi. Rancangan fitur halaman pelacakan kiriman ditunjukkan pada Gambar 11.

Gambar 11. Desain Fitur Halaman Pelacakan Kiriman

Setelah mendapatkan informasi pembayaran, langkah terakhir yang dilakukan oleh pihak toko adalah dengan mengirimkan pesanan buku sesuai yang ada di keranjang belanja. Agar tidak terjadi kesalahan pengiriman diperlukan nomor order sebagai kunci pengecekan terakhir.

Barang yang telah dikirim dapat dilacak sampai sejauh mana tindak lanjutnya dengan melihat halaman pelacakan kiriman. Informasi pada halaman ini berupa sudah dikirim atau belum pesanan bukunya. Informasi pengiriman disertai dengan tanggal

pengiriman dan jasa pengiriman yang digunakan.

Dengan adanya halaman ini diharapkan member dapat memantau status pesannya, apabila pada status belum dikirim maka member dapat melakukan kontak pada call center untuk meminta konfirmasi alasan belum dikirim.

KESIMPULAN

Dengan membuat website berbasis *Customer Relationship Management* maka toko buku diharapkan dapat mempertahankan pelanggan karena kepuasan pelanggan sangat diperhatikan, diantaranya dengan terpenuhinya kebutuhan informasi akan buku-buku dan informasi lain yang berkenaan dengan toko buku seperti event dan diskon yang ada. Dengan mempertahankan pelanggan serta pemberian informasi yang akurat kepada user/ pengunjung baru diharapkan toko buku dapat meningkatkan penjualan buku serta tetap dapat eksis dalam mempertahankan usahanya.

DAFTAR PUSTAKA

- Lee, EW., 2012, *Data Mining Application in Customer Relationship Management for Hospital Inpatients*, Healthcare Informatics Research, vol. 18, no. 3, pp. 178–185
- Pan, SL., Lee, JN., 2003, *Using e-CRM for A Unified View of The Customer*, Communications of The ACM, Vol. 46 No.4, 95-99, April 2003
- Peelen, E., 2005, *Customer Relationship Management*, Pearson Education, Prentice Hall
- Qian, T., dan Jinghua, H., 2008, *Impact of Web Site Functions on E-Business Success in Chinese Wholesale and Retail Industries*, Vol. 13, No. 3
- Saddei, D., 2004, *CRM Lessons in Revenue, Profitability, and Customer Satisfaction*, Vol. 5, Issue 1

Sutedjo, B., Simandjuntak, JP., dan
Sukoco, AA., 2003, *i-CRM
Membina Relasi dengan
Pelanggan.Com*, Penerbit Andi
Yogyakarta

POTENSI AKUIFER DAERAH DESA KARANGMOJO KECAMATAN WERU KABUPATEN SUKOHARJO PROPINSI JAWA TENGAH BERDASARKAN DATA GEOLISTRIK

Fivry Wellda Maulana¹

¹Jurusan Teknik Geologi, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Masuk: 4 Maret 2013, revisi masuk: 19 Juni 2013, diterima: 8 Juli 2013

ABSTRACT

Karangmojo village, District Weru, Sukoharjo regency Central Java, during the dry season drought range. The purpose of this study was to determine the hydrogeological conditions of the data, so it can be estimated groundwater potential areas prone to dry. Aquifer in the area carefully situations with flow in the aquifer system of the space between the grains, and the nature of its production being keterdapatannya locally - local. The method used is the estimation of subsurface geology using the data obtained geoelectric tools hold value types, geological mapping and hydrogeological mapping. Advance the depth of groundwater in wells dug around the village Weru, depth of groundwater in the face of population ranged dug 11 meters from the local ground level. Based on geophysical data obtained, the maximum volume of 330 m³/day of water obtained on the west and on the west timur¹ timur² 178 m³/day.

Keywords: Aquifer, geoelectric, volume

INTISARI

Desa Karangmojo, Kecamatan Weru, Kabupaten Sukoharjo Jawa Tengah, pada musim kemarau rentang mengalami kekeringan. Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui data kondisi hidrogeologi, sehingga dapat diperkirakan adanya potensi airtanah daerah rawan kering. Akuifer pada daerah telitian akuifer dengan aliran pada sistem ruang antar butir, sifat produksinya sedang dan keterdapatannya secara setempat – setempat. Metode yang digunakan adalah pendugaan geologi bawah permukaan dengan menggunakan alat geolistrik yang didapatkan data nilai tahan jenis, melakukan pemetaan geologi dan pemetaan hidrogeologi. Kedalaman muka airtanah pada sumur gali di sekitar Desa Weru, kedalaman muka airtanah pada sumur gali penduduk berkisar 11 meter dari permukaan tanah setempat. Berdasarkan data geofisika yang didapat, maksimum volume air yang didapat 330 m³/hari pada bagian arah barat timur¹ dan pada bagian barat timur² 178 m³/hari.

Kata Kunci: akuifer, geolistrik, volume

PENDAHULUAN

Daerah propinsi Jawa Tengah khususnya di Kabupaten Sukoharjo Kecamatan Weru (Desa Karangmojo) pada musim kemarau mengalami kekeringan. Oleh karena itu perlu adanya tindakan antisipasi untuk tetap memenuhi kebutuhan air bersih secara permanen. Salah satu sumber air baku untuk keperluan tersebut adalah diperlukannya air tanah dalam atau akuifer dalam yang ada di wilayah tersebut.

Maksud dan tujuan hasil penelitian ini diharapkan dapat memperoleh gambaran geologi bawah permukaan, terutama susunan litologi dalam kaitannya dengan fungsi batuan yang bersangkutan sebagai akuifer dari airtanah, sehingga bisa didapatkan gambaran lokasi yang memungkinkan untuk dapat dilakukan pemboran eksplorasi airtanah. Dengan demikian secara eksplisit dapat dikatakan maksud dari kegiatan ini adalah untuk mengetahui data kondisi hidrogeologi, sehingga

dapat diperkirakan adanya potensi airtanah daerah rawan kering. Di Kabupaten Sukoharjo, Kecamatan Weru (Desa Karangmojo), baik potensi airtanah tertekan maupun airtanah

bebas. Sedangkan tujuannya adalah mengupayakan pengembangan dan pemanfaatan airtanah dalam rangka pemenuhan secara permanen air bersih bagi masyarakat.



Gambar 1. Peta Lokasi Daerah Penelitian.

METODE

Pengukuran Geofisika, berupa nilai tahanan jenis pada prinsipnya sama dengan metode geolistrik yang lain seperti potensial diri, polarisasi terimbas, VLF dan lain sebagainya yaitu menyelidiki kondisi bawah permukaan dengan mempelajari sifat aliran listrik pada batuan di bawah permukaan. Dengan pertimbangan bahwa daya hantar listrik suatu batuan beserta kandungan fluida di dalamnya mencerminkan kondisi dan sifat batuan yang bersangkutan (Gambar 2). Dalam pelaksanaan pendugaan geolistrik tahanan jenis, pada prinsipnya arus bolak balik frekwensi rendah dialirkan ke bawah permukaan melalui elektroda arus dan distribusi potensial yang dihasilkan diukur melalui elektrode potensial. Pengaturan letak elektrode yang biasa digunakan dalam pelaksanaan pendugaan geolistrik adalah menggunakan Konfigurasi Schlumberger

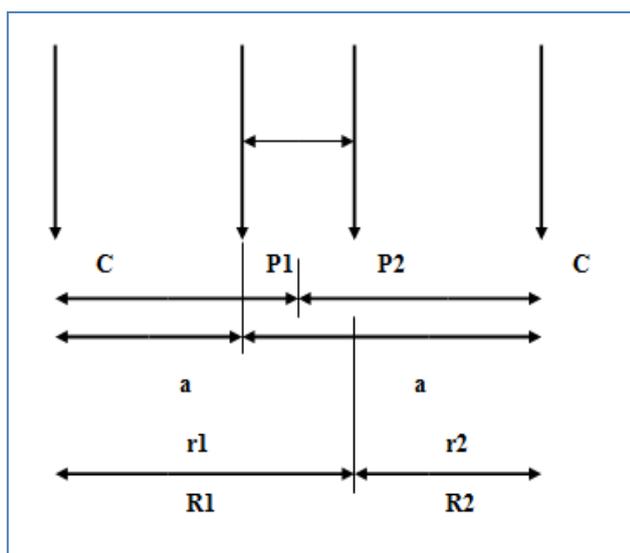
dan bisa juga menggunakan Konfigurasi Wernner.

Pengamatan Geologi, Daerah Penelitian kondisi geologi daerah penelitian digambarkan sebagai peta geologi, dalam hal ini data diperoleh dengan menelusuri dan mencari singkapan batuan di seluruh daerah penelitian (*hunting outcrops*). Setiap litologi yang ditemukan dideskripsi dan diplotkan pada peta lapangan dan peta pangkalan (*Base Map*) yang telah dipersiapkan terlebih dulu. Deskripsi fisik litologi sebagaimana mestinya dalam deskripsi baik batuan beku, batuan sedimen dan batuan metamorf di lapangan menyangkut tekstur, struktur dan komposisi mineral. Dilakukan pula pengukuran terhadap unsur – unsur struktur yang ditemukan di lapangan, baik unsur struktur garis maupun unsur struktur bidang. Hal ini sangat penting untuk mendukung dalam interpretasi kondisi geologi bawah permukaan yang

didukung dengan hasil pendugaan geolistrik.

Pengamatan Hidrogeologi, pengamatan dilakukan dengan mengukur kedalaman permukaan air pada sumur – sumur dangkal dan mencari informasi kedalaman saringan terpasang pada sumur – sumur pemboran dalam yang ada. Disamping itu juga dilakukan

pengamatan terhadap mata air serta dilakukan pengukuran debit luahannya. Setiap lokasi sumur baik sumur dangkal maupun sumur dalam dan lokasi mata air ditentukan koordinatnya dengan menggunakan GPS serta diskripsi litologi dimana mata air keluar dan ditentukan jenis mata airnya.



Gambar 2. Skematik Susunan Konfigurasi Schlumberger (Milsom J. 1989)

Konfigurasi Schlumberger mempunyai kelebihan dalam hal resolusi ke arah vertikal lebih akurat, sedangkan Konfigurasi Wernner sangat sensitif terhadap perubahan secara lateral, sehingga Konfigurasi Wernner sangat baik untuk pendugaan pada daerah – daerah yang litologinya banyak mempunyai struktur lensa – lensa, ataupun pada wilayah – wilayah yang merupakan jalur struktur sesar. Mengingat bahwa daerah penelitian pada umumnya ditempati oleh batuan – batuan sedimen vulkanik yang berumur Kuartar dan sangat mungkin di bawah sedimen – sedimen tersebut ditempati oleh batuan – batuan sedimen Tersier, maka dalam pelaksanaan pendugaan geolistrik di lapangan digunakan Konfigurasi Schlumberger.

Dalam Konfigurasi Schlumberger sebagaimana dijelaskan dengan gambar (Gambar 1.2), jarak elektrode diatur sedemikian rupa sehingga $r_1 = R_2 = (a -$

$\frac{1}{2} b)$ dan $r_2 = R_1 = (a + \frac{1}{2} b)$, dimana a adalah jarak titik pusat ke elektrode arus dan b adalah jarak antara kedua elektrode potensial.

Dalam pelaksanaan di lapangan digunakan sistem sounding untuk mendapatkan gambaran litologi secara vertikal dibawah titik pendugaan. Penyebaran secara lateral suatu satuan litologi bisa diperoleh dengan melakukan kesebandingan satu titik sounding pendugaan dengan titik sounding yang lain. Dalam hal ini jarak elektrode potensial P1 – P2 dimulai dari $\frac{1}{3}$ jarak elektrode arus C1 – C2. Selanjutnya pengukuran pendugaan dilakukan hanya dengan memindahkan elektrode arus sampai suatu jarak dimana hasil pengukuran beda potensial P1 – P2 sudah menunjukkan harga kecil, kemudian P1 – P2 dilebarkan secara bertahap sesuai dengan yang telah ditentukan, sehingga kurva yang

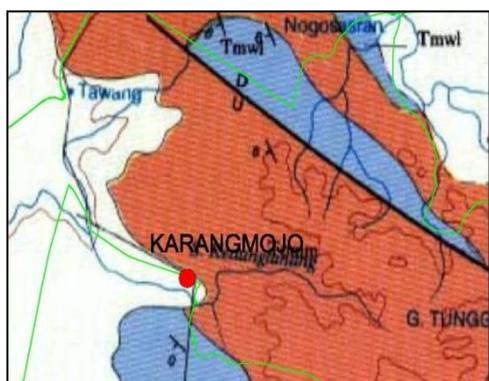
diperoleh memenuhi kurva standart yang ada (Milsom J. 1989).

Berdasarkan data lapangan yang didapat, selanjutnya dilakukan interpretasi untuk mendapatkan gambaran mengenai litologi di bawah permukaan daerah penelitian. Dalam pelaksanaan ini dari data lapangan yang diperoleh dilakukan interpretasi dengan menggunakan perangkat lunak Resist Versi 2,2 untuk mendapatkan hasil yang optimal.

Berdasarkan nilai tahanan jenis untuk setiap lapisan batuan yang diperoleh, selanjutnya dilakukan interpretasi litologinya dan kemungkinan kandungan air yang ada dengan mempertimbangkan data geologi dan hidrogeologi yang ada pada wilayah yang bersangkutan. Kesebandingan kondisi litologi dilakukan untuk setiap titik duga, sehingga akan dapat diperkirakan arah aliran airtanahnya serta daerah dimana terjadi akumulasi airtanah. Dengan demikian titik yang memungkinkan untuk dapat dilakukan pemboran eksplorasi dapat ditentukan berdasar hasil analisa tersebut.

PEMBAHASAN

Geologi Daerah Telitian, Sebagaimana telah diuraikan di muka, bahwa secara administratif daerah penelitian terletak di Desa Karangmojo, Kecamatan Weru, Kabupaten Sukoharjo, Propinsi Jawa Tengah. Kondisi geologi daerah penelitian seperti Gambar 4 .



Gambar 4. Peta Geologi regional, Desa Weru, Kecamatan Weru, Kabupaten Sukoharjo Propinsi Jawa Tengah (Surono, B. Toha dan Sudarno, 1992).

Batuan – batuan dari Formasi Mandalika (Tomm). Batuan – batuan dari Formasi Wonosari Punung (Tmwl), terdiri dari batugamping, batugamping napalan tufan, batugamping konglomerat, batupasir tufan dan batulanau. Aluvium (Qa), terdiri dari lempung, lumpur, lanau, pasir, kerikil, kerakal dan brangkal (Surono, B. Toha dan Sudarno, 1992).

Geomorfologi, Sebagaimana telah diterangkan di muka, bahwasanya daerah penelitian di Kabupaten Sukoharjo ini terletak di dua kecamatan yang letaknya terpisah dengan jarak yang cukup jauh, walaupun kondisi geomorfologinya relatif hampir sama. Geomorfologi wilayah Kecamatan Weru sebagian, terutama di wilayah bagian Utara pada dasarnya adalah morfologi lereng kaki gunung berapi yaitu Gunung Merapi. Merupakan wilayah yang hampir datar dengan kemiringan umum 2% sampai 5 %, lembah – lembah sungainya cukup dalam dengan stadia sungai umumnya dewasa, sebagian besar wilayahnya ditempati oleh permukiman penduduk dan wilayah persawahan. Sedangkan di bagian Selatan daerah penelitian adalah merupakan bagian dari Fisiografi Pegunungan Selatan Bagian Timur (*Southern Mountain East*). Merupakan pegunungan yang relatif memanjang dengan arah Barat – Timur dan ditempati oleh batuan – batuan yang berumur Tersier Tua sampai Tersier Muda (Bemmelen, R.W. Van. 1949).

Stratigrafi dan Litologi, Di Daerah Karangmojo berdasarkan geologi regional dan pengamatan langsung di lapangan berada pada batuan – batuan dari Formasi Wonosari – Punung yang terdiri dari: Batugamping, batugamping napalan - tufan, batugamping, konglomerat, batupasir tufan dan batu lanau. (Surono, B. Toha dan Sudarno, 1992)

Singkapan breksi vulkanik abu-abu kehijauan fragmen batuan beku (dasit, tuff, lapili tuff), dibawahnya di endapkan batupasir lempungan coklat kehitaman, pasir kasar, Db: menyudut-membundar tanggung, Dp: baik, Kemas: Terbuka, singkapan ini dijumpai pada LP 1 (475239, 9140014, 152) (foto 1), Dijumpai singkapan Batupasir

gampingan, putih, UB: psr sedang-psr kasar, perlapisan Db: membundar-membundar tanggung, Dp: baik, Kemas: tertutup singkapan ini di jumpai pada LP 2 (475161, 9139598, 164) (foto 2), Dijumpai singkapan Napal, putih, perlapisan, sisipan pasir lempungan putih kekuningan, perlapisan, UB: psr halus – lempung, Db: Angular, Dp: buruk, Kemas: terbuka singkapan ini dijumpai pada LP 3 (475631, 9139355, 184) (foto 3)



Foto 1. Singkapan breksi vulkanik



Foto 2. Singkapan Batupasir gampingan, putih, fragmen andesit, dasit

Struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian dan sekitarnya pada dasarnya sangat sulit untuk diamati di lapangan, terutama pada batuan – batuan yang berumur Kuarter, yang umumnya berupa aluvial dan batuan – batuan vulkanik. Struktur geologi berkembang cukup baik bisa teramati adalah pada batuan – batuan yang berumur Tersier. Perlipatan – perlipatan yang tidak kuat mendominasi batuan – batuan Tersier di daerah ini, ditandai dengan bentuk – bentuk antiklin maupun

sinklin yang hampir simetri sampai simetri dengan arah relatif Barat – Timur. Di beberapa tempat lipatan – lipatan ini dipotong oleh beberapa sesar normal / sesar turun yang bearah relatif hampir Utara – Selatan. Kekar tarik (*tension fracture*) dan kekar tekan (*Shear fracture*) berkembang baik di sekitar zona – zona patahan /sesar ini



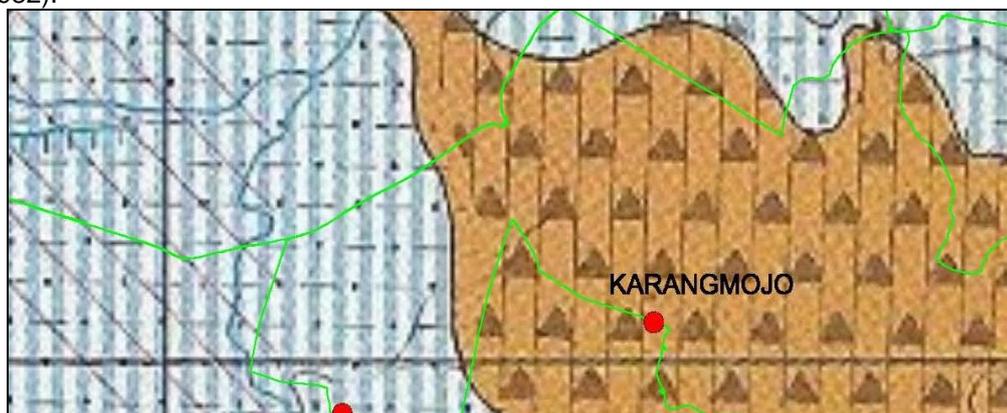
Foto 3. Singkapan Napal putih, sisipan pasir lempungan

Hidrogeologi Daerah Telitian, Klimatologi, berdasarkan data yang diperoleh dari Dinas Pertanian Kabupaten Sukoharjo dan Direktorat Geologi Tata Lingkungan Bandung, bahwa Wilayah se-ex Karesidenan Surakarta yang paling kecil jumlah curah hujan pertahunnya adalah Wilayah Kabupaten Sukoharjo. Sebagaimana daerah penelitian yang termasuk dalam Kecamatan Weru, curah hujan rata – rata pertahunnya hanyalah berkisar 1500 mm sampai 2000 mm pertahunnya. Jumlah hari hujan sebanyak 120 hari dalam satu tahun. Sebagaimana dengan wilayah yang lainnya bahwasanya bulan Januari merupakan bulan dalam satu tahun yang terbanyak hari hujannya. Sedangkan bulan – bulan tanpa hari hujan yaitu bulan Juni sampai bulan Oktober (Directorate General of Water Resources Development.1999).

Status Daerah Imbuan dan Daerah Luahan, berdasarkan kondisi dan posisi topografi serta keberadaan mata air di daerah penelitian yang termasuk dalam Wilayah Kabupaten Sukoharjo, ditinjau dari status sistem

hidrogeologinya, daerah penelitian yang termasuk dalam Wilayah yang ditempati oleh batuan – batuan vulkanik Kuartar termasuk dalam Sistem Hidrogeologi Merapi. Status daerahnya merupakan daerah luahan (*Discharge Area*), dengan wilayah yang merupakan daerah pengisian adalah lereng Timur Gunung Merapi dengan ketinggian di atas 1000 meter dari permukaan air laut. Sedangkan daerah penelitian yang termasuk Zona Pegunungan Selatan, ditinjau dari sisi geologi dan topografi termasuk dalam wilayah tangkapan air hujan (*Cathment Area*) yang mensuplai sistem aliran permukaan wilayah sekitarnya maupun wilayah – wilayah dengan topografi lebih rendah (Djaeni, 1982).

Airtanah dan Sistem Akuifer, berdasarkan berbagai publikasi terdahulu, peta hidrogeologi regional maupun pengamatan lapangan, sistem akuifer yang berkembang di daerah – daerah penelitian umumnya yang berfungsi sebagai akuifer adalah batuan – batuan vulkanik maupun endapan aluvial yang berumur Kuartar. Sedangkan jenis akuifer yang berkembang dan dimungkinkan untuk dieksploitasi airtanahnya adalah akuifer tak tertekan atau akuifer bebas dan akuifer setengan tertekan atau akuifer setengah bebas. Untuk lebih rincinya kondisi hidrogeologi daerah – daerah dapat dilihat pada Gambar 5, dan uraian sebagai berikut :



Gambar 5. Peta Hidrogeologi Daerah Karangmojo, Kecamatan Weru, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah (Djaeni, 1982).

Desa Karangmojo pada dasarnya tidak terdapat batuan – batuan yang berfungsi sebagai akuifer, sehingga wilayah – wilayah ini merupakan wilayah dengan kriteria daerah airtanah langka. Kedalaman sumur – sumur gali penduduk menembus zona air soil, mempunyai kedalaman muka airnya berkisar 15 sampai 17 meter dari muka tanah setempat.

Pendugaan Geolistrik, Sebagaimana telah diuraikan di muka, bahwa untuk menunjang penelitian ini terutama dilakukan pendugaan bawah permukaan dengan menggunakan cara geofisika metode geolistrik berdasarkan konfigurasi elektrode Schlumberger. Untuk mendapatkan data resistiviti (tahanan

jenis) daerah penelitian, maka dalam pelaksanaa penyelidikan lapangannya dilakukan pendugaan (*sounding*) sebanyak 15 titik duga dengan sebaran titik duga diusahakan mewakili keseluruhan daerah penelitian. Prosedur interpretasi, terhadap data lapangan dilakukan dalam tiga tahapan:

Tahapan penentuan ketebalan dan resistiviti lapisan batuan.

Hasil pengeplotan data lapangan berupa kurva lapangan dalam kertas logaritmis antara nilai resistiviti terukur dengan jarak bentangan elektrode. Kurva ini memeberikan gambaran jumlah lapisan yang akan ditemui. Untuk mendapatkan ketebalan setiap lapisan batuan berikut nilai resistivitinya dilakukan dengan

menggunakan bantuan komputer memakai perangkat lunak Resist-2D. Data lapangan yang diperoleh dimasukkan kedalam program, selanjutnya dirunning, maka akan memberikan keluaran berupa grafik dan ketebalan lapisan batuanya beserta nilai resistivitasnya. Tahapan pembuatan penampang litologi.

Berdasarkan nilai resistivitas dan ketebalan yang diperoleh pada setiap lapisan batuan pada tahapan pertama, selanjutnya dibandingkan sehingga bisa didapatkan suatu gambaran berupa penampang litologi yang menghubungkan nilai – nilai resistivitas yang sama atau hampir sama pada setiap titik sounding. Agar penampang yang diperoleh bisa mewakili daerah penelitian, maka minimal dibuat dua arah pembuatan

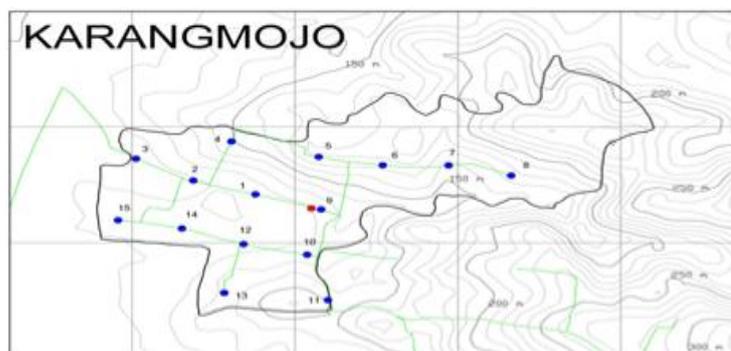
penampang yang saling bersilangan arahnya. Tahapan interpretasi litologi. Penampang – penampang litologi yang telah diperoleh pada tahapan dua, merupakan penampang yang menunjukkan lapisan – lapisan batuan dan nilai resistivitasnya. Selanjutnya dengan memperhatikan nilai – nilai resistivitas batuan tersebut dilakukan interpretasi litologinya, dalam hal ini mengingat resistivitas merupakan sifat fisik batuan yang khas. Dalam interpretasi ini, disamping mengacu pada nilai resistivitas batuan yang terdapat pada referensi yang ada dan bisa dipertanggung jawabkan secara ilmiah (Freeze R.A. and Cherry J.A. 1990). Hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Litologi dan Harga Tahanan Jenisnya

Litologi / Batuan	Tahanan Jenis (Ohm-meter)
Serpih terkonsolidasi	$20 - 2 \times 10^3$
Batupasir	$1 - 6,4 \times 10^4$
Konglomerat	$2 \times 10^3 - 10^4$
Batugamping	50 - 107
Dolomit	$3,5 - 10^2$
Lempung	1 - 100
Napal	3 - 70
Aluvial & pasir	4 - 800

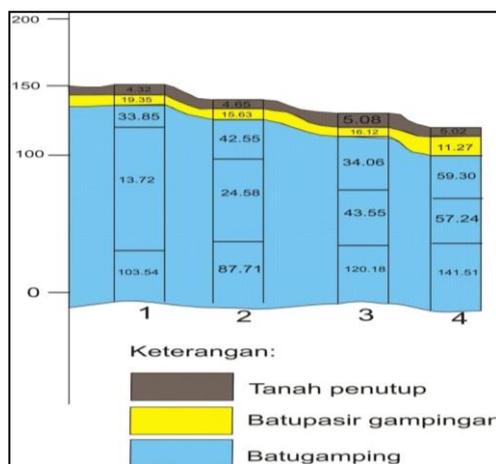
Analisis Data Pendugaan Geolistrik Di di titik duga Desa Karangmojo Kecamatan Weru, penentuan titik titik duga geolistrik di Desa Karangmojo Kecamatan Weru ini tersebar di Wilayah desa, terutama pada tempat – tempat dimana bisa bebas untuk melakukan bentangan kabel untuk

penempatan elektroda potensial maupun elektrode tahanan, serta diusahakan tidak ada pengaruh induksi listrik dari luar. Sedangkan lokasi penyebaran titik – titik duga geolistrik di Wilayah Desa Karangmojo Kecamatan Weru dapat dilihat Gambar 6.



Gambar 6. Peta Lokasi Titik – Titik Pendugaan Geolistrik Di Wilayah Desa Karangmojo Kecamatan Weru

Penampang melalui jalur pendugaan titik – titik duga geolistrik 1 – 2 – 3 – 4.. Jalur ini pada dasarnya berarah Barat – Timur , pada elevasi mulai dari 100 meter sampai 200 meter dari atas permukaan laut. Penampang ini terdapat di bagian Utara tengah Desa Karangmojo (Gambar 7), Selanjutnya berbagai litologi berupa lapisan – lapisan batuan tersebut diuraikan sebagai berikut seperti pada Gambar 7



Gambar 7. Jalur Penampang Geolistrik Melalui Titik Duga 1 – 2 – 3 - 4

Dari permukaan sampai kedalaman 5 meter hingga 10 meter adalah ditempati oleh tanah penutup yang ditunjukkan dengan harga tahanan jenis dari 4,32 Ohm-meter sampai 5,08 Ohm-meter. Tanah penutup, ini adalah merupakan hasil pelapukan batuan dasarnya yang bersifat masih insitu, mempunyai butiran – butiran bersifat pasir lempungan sampai berukuran lempung. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat pelapukannya sudah merupakan tingkat pelapukan yang lanjut. Dari nilai tahanan jenisnya menunjukkan bahwa tanah penutup ini dalam kondisi jenuh basah. Di bawah tanah penutup ini dengan ketebalan 5 meter sampai 15 meter, berupa lapisan batupasir gampingan dengan nilai tahanan jenisnya 11,27 Ohm meter sampai 19,35 Ohm meter. Dari nilai tahanan jenis yang disajikan oleh batupasir gampingan ini menunjukkan bahwa lapisan batupasir gampingan ini jenuh airtanah. Sehingga lapisan batupasir gampingan ini

merupakan akuifer setengah tertekan. Di bawah lapisan batupasir gampingan ini sampai pada kedalaman tak terhingga ditempati oleh litologi batugamping yang cukup masiv dengan memberikan nilai tahanan jenis 13,72 Ohm meter sampai 120,18 Ohm meter. Dari semua lithologi yang tersaji dalam penampang melalui titik duga geolistrik ini, maka apabila akan dilakukan pemboran airtanah untuk produksi bisa dilakukan di sembarang titik sepanjang penampang ini, dengan menyadap akuifer pada lapisan batupasir gampingan. Debit maksimum yang diijinkan dalam produksi yaitu sesuai Formula Darcy yang dikemukakan oleh Fetter (1996) adalah :

$$Q = -K \cdot b \cdot dh/dl \cdot 1000 \text{ m (lebar diambil dlm 1 Km).}$$

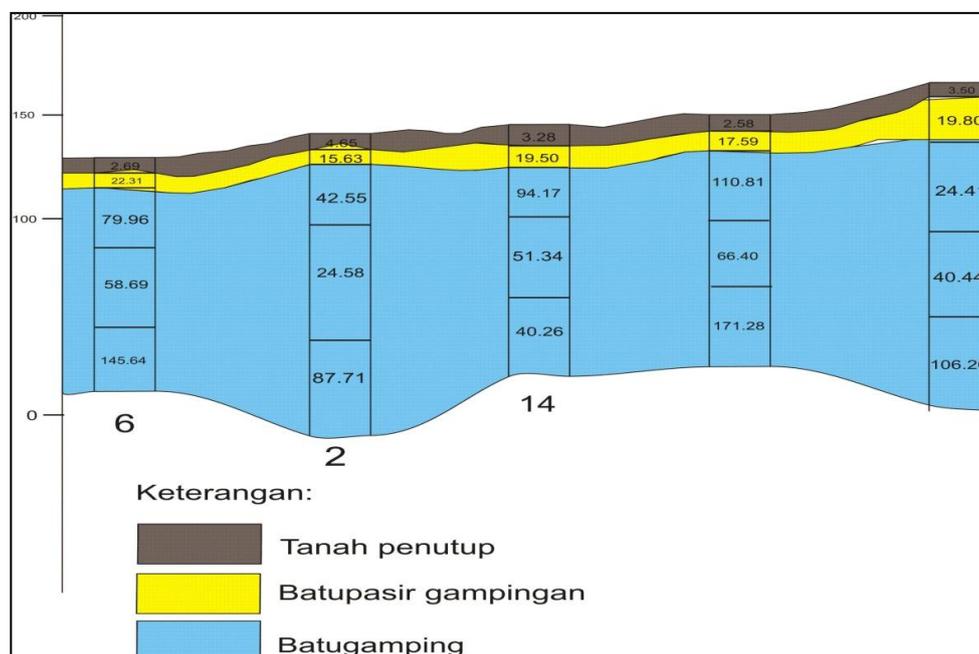
$$Q = -10^{-2} \times 100 \times 0,33 \times 1000 = 330 \text{ m}^3/\text{hari}$$

K pada batupasir gampingan diasumsikan 10^{-2} , gradien hidrolik = 0,33

Diharapkan debit maksimum dan optimum yang dipakai adalah debit hasil uji pemompaan langsung.

Penampang melalui jalur pendugaan titik – titik duga geolistrik 6 – 2 – 14 – 9 – 5, jalur ini pada dasarnya berarah relatif Barat – Timur , pada elevasi mulai dari 100 meter sampai 200 meter dari atas permukaan laut. Penampang ini terdapat di bagian Utara tengah Desa Karangmojo (Gambar 8), Selanjutnya berbagai litologi berupa lapisan – lapisan batuan tersebut diuraikan seperti pada Gambar 8.

Dari permukaan tanah sampai kedalaman 5 meter hingga 10 meter adalah ditempati oleh tanah penutup yang ditunjukkan dengan harga tahanan jenis dari 2,59 Ohm-meter sampai 4,65 Ohm-meter. Tanah penutup, ini adalah merupakan hasil pelapukan batuan dasarnya yang bersifat masih insitu, mempunyai butiran – butiran bersifat pasir lempungan sampai berukuran lempung. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat pelapukannya sudah merupakan tingkat pelapukan yang lanjut



Gambar 8. Jalur Penampang Geolistrik melalui titik duga 6 – 2 – 14 – 9 – 5

Dari nilai tahanan jenisnya menunjukkan bahwa tanah penutup ini dalam kondisi jenuh basah. Di bawah tanah penutup ini dengan ketebalan 5 meter sampai 25 meter, berupa lapisan batupasir gampingan dengan nilai tahanan jenisnya 15,65 Ohm meter sampai 23,31 Ohm meter. Dari nilai tahanan jenis yang disajikan oleh batupasir gampingan ini menunjukkan bahwa lapisan batupasir gampingan ini jenuh airtanah. Sehingga lapisan batupasirgampingan ini merupakan akuifer setengah tertekan. Di bawah lapisan batupasir gampingan ini sampai pada kedalaman tak terhingga ditempati oleh litologi batugamping yang cukup masiv dengan memberikan nilai tahanan jenis 24,41 Ohm meter sampai 145,04 Ohm meter. Dari semua lithologi yang tersaji dalam penampang melalui titik duga geolistrik ini, maka apabila akan dilakukan pemboran airtanah untuk produksi bisa dilakukan di sembarang titik sepanjang penampang ini, dengan menyadap akuifer pada lapisan batupasir gampingan. Debit maksimum yang diijinkan dalam produksi yaitu sesuai Formula Darcy yang dikemukakan oleh Fetter (1996) adalah :

$Q = -K \cdot b \cdot dh/dl \cdot 1000 \text{ m}$ (lebar diambil dlm 1 Km).

$Q = -10 \cdot 2 \times 100 \times 0,178 \times 1000 = 178 \text{ m}^3/\text{hari}$

K pada batupasir gampingan diasumsikan 10^{-2} , gradien hidrolik = 0,178

Diharapkan debit maksimum dan optimum yang dipakai adalah debit hasil uji pemompaan langsung.

KESIMPULAN

Daerah penelitian termasuk dalam Zona Pegunungan Selatan, ditinjau dari sisi geologi dan topografi termasuk dalam wilayah tangkapan air hujan (*Catchment Area*) yang mensuplai sistem aliran permukaan wilayah sekitarnya maupun wilayah – wilayah dengan topografi lebih rendah, sistem akuifer yang berkembang di daerah – daerah penelitian umumnya yang berfungsi sebagai akuifer adalah batuan – batuan vulkanik maupun endapan aluvial yang berumur Kuarter, Sedangkan jenis akuifer yang berkembang dan dimungkinkan untuk dieksplotasi airtanahnya adalah akuifer tak tertekan atau akuifer bebas dan akuifer setengah tertekan atau akuifer setengah bebas

Di wilayah Desa Karangmojo Kecamatan Weru Dari nilai tahanan jenis yang didapatkan dari pengukuran geolistrik merupakan litologi batupasir gampingan, litologi ini menunjukkan bahwa lapisan batupasir gampingan ini jenuh airtanah. Sehingga lapisan batupasirgampingan ini dapat dikatakan sebagai akuifer setengah tertekan.

Maksimum volume air yang didapat 330 m³/hari pada bagian arah barat timur¹ dan pada bagian barat timur² 178 m³/hari.

DAFTAR PUSTAKA

Bemmelen, R.W. Van. 1949. The geology of Indonesia, Government Printing Office, The Hague, Nethetland.
Directorate General of Water Resources Development.1999.
hydrogeological Report Central

Java Groundwater Irrigation Project Development. Semarang
Djaeni, 1982, Peta Hidrogeologi Indonesia lembar IX: Yogyakarta, skala 1 : 250.000, Direktorat Geologi Tata Lingkungan, Bandung
Milsom J. 1989. *Field Geophysics*, Open University Press and Hallsed Press, Canada.
Fetter C.W. 1996. *Applied Hydrogeology*. Prentice Hall Inc. Englewood Cliff, New Jersey.
Freeze R.A. and Cherry J.A. 1990. *Groundwater Prentice Hall Inc. Englewood Cliff New Jersey*.
Surono, B. Toha dan Sudarno, 1992. Peta Geologi Lembar Surakarta - Giritontro. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung

**PENGARUH PERBANDINGAN KOMPOSISI TERHADAP ANGKA KONDUKTIVITAS
TERMAL PAPAN PARTIKEL CAMPURAN SEKAM PADI DENGAN TIGA JENIS
SERBUK KAYU**

Hary Wibowo¹, Lilik Cahyo Nugroho²

^{1,2} Jurusan Teknik Mesin, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Masuk: 8 Mei 2013, revisi masuk: 5 Juni 2013, diterima: 21 Juli 2013

ABSTRACT

Rice husk and wood sawdust produced in many parts of Indonesia as forest and agricultural waste. Both of these types of waste materials that can potentially be improved benefits and economic value, one way to be further processed into particle board. Particle board from a mixture of rice husk and sawdust than required strength properties, it is also necessary to study the nature of the heat transfer capability. The purpose of this study to determine the value of the thermal conductivity of a mixture of rice husk particle board with three types of sawn wood dust. Three kinds of powder sawdust wood is teak, mahogany wood powder, sawdust and coconut. The study was conducted by means of modifications based on ASTM C177. Test particle board made from a mixture of rice hulls - three types of wood dust by weight of the composition of each mixture 1:1, 2:1, 4:1 and 3:1 with density. The results showed that the rate of thermal conductivity (k) of the lowest $0.997 \text{ W / m } ^\circ \text{ C}$ obtained in a mixture of rice husk particle board with teak wood powder with 1:1 composition. While the largest numbers conductivity obtained in a mixture of rice husk particle board - sawdust coconut (glugu) of $1.315 \text{ W / m } ^\circ \text{ C}$ with a 2:1 composition.

Keyword : thermal conductivity, rice husk, sawdust wood, composition of mixtures.

INTISARI

Sekam padi dan serbuk gergaji kayu banyak dihasilkan di wilayah Indonesia sebagai limbah hasil hutan dan pertanian. Kedua jenis bahan limbah ini mempunyai potensi yang dapat ditingkatkan manfaat dan nilai ekonominya, salah satunya dengan cara diproses lebih lanjut menjadi papan partikel. Papan partikel dari campuran sekam padi dan serbuk gergaji selain dibutuhkan sifat kekuatannya, juga perlu diteliti sifat kemampuan perpindahan panasnya. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui nilai konduktivitas termal dari papan partikel campuran sekam padi dengan tiga jenis serbuk kayu gergajian. Tiga macam serbuk kayu tersebut adalah serbuk kayu jati, serbuk kayu mahoni, dan serbuk kayu kelapa. Penelitian dilakukan dengan alat modifikasi berdasar ASTM C177. Papan partikel uji terbuat dari campuran sekam padi – tiga jenis serbuk kayu dengan komposisi campuran berat masing-masing 1:1, 2:1, dan 3:1 dengan kepadatan 4:1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa angka konduktivitas termal (k) terendah sebesar $0,997 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ diperoleh pada papan partikel campuran sekam padi dengan serbuk kayu jati dengan komposisi 1:1. Sedangkan angka konduktivitas terbesar diperoleh pada papan partikel campuran sekam padi – serbuk kayu kelapa (glugu) sebesar $1,315 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ dengan komposisi 2:1.

Kata kunci: konduktivitas termal, sekam padi, serbuk kau gergaji, komposisi campuran.

PENDAHULUAN

Tanah air Indonesia yang membentang luas digaris katulistiwa mempunyai kekayaan alam yang berlimpah. Hutan pepohonan dan aneka

tanaman merupakan jenis kekayaan alam bumi Indonesia yang beriklim tropis. Kayu hasil hutan dimanfaatkan untuk bahan bangunan perlu diolah secara langsung langsung maupun tidak

¹harywib@akprind.ac.id

langsung diawali proses penebangan dan penggergajian. Tanaman padi merupakan salah satu aneka tanaman, menghasilkan bahan makanan pokok rakyat Indonesia. Butiran padi yang sudah tua dan kering perlu dikupas untuk menghasilkan beras.

Peningkatan kebutuhan kayu sebagai bahan bangunan maupun bahan baku industri juga semakin meningkat. Akibatnya kegiatan penebangan dan penggergajian kayu semakin meningkat pula. Proses penggergajian akan menghasilkan serbuk kayu sebagai hasil sampingan dari penggergajian kayu yang jumlahnya sangat besar. Begitu pula dalam kebutuhan padi sebagai makanan pokok semakin meningkat dan proses pengolahan padi untuk menghasilkan beras juga menghasilkan limbah berupa sekam padi. Limbah serbuk kayu dan sekam padi di daerah penghasil serta pengolah kayu dan padi jumlahnya sangat melimpah. Sebagian besar serbuk kayu dan sekam padi sebagian besar oleh masyarakat hanya dipergunakan sebagai bahan bakar.

Bahan-bahan limbah ini mempunyai potensi yang dapat ditingkatkan manfaat dan nilai ekonominya, salah satunya dengan cara diproses lebih lanjut menjadi papan partikel. Untuk mengetahui karakteristik papan partikel dari sekam maupun serbuk gergaji kayu perlu dilakukan penelitian terlebih dulu. Penelitian sekam padi menunjukkan bahwa kepadatan dan ketebalan berpengaruh terhadap angka konduktivitas papan sekam padi (Ikhsan, 2007). Kandungan silika dalam

Penelitian yang dilakukan Azhar (2007) pada papan partikel sekam padi untuk kepadatan 4 – 1 dengan sumber kalor 80 watt menghasilkan angka konduktivitas termal sebesar 0,094 W/m°C, sedangkan dengan sumber kalor 70 watt menghasilkan angka konduktivitas sebesar 0,117 W/m°C. Penelitian Ikhsan (2007) menghasilkan nilai konduktivitas termal dari papan Partikel sekam padi pada ketebalan 1 cm dan kepadatan 6:1 sebesar 0,0798 W/m°C. Sedangkan Sujatmiko (2008) dari penelitian papan partikel sekam padi dengan kepadatan 4:1 dihasilkan

sekam padi diketahui berpengaruh terhadap nilai konduktivitas termal bahan. Nilai konduktivitas termal dari bahan akan semakin kecil apabila kandungan silika bahan tersebut semakin besar, sehingga sekam dapat dimanfaatkan sebagai bahan isolator.

Serbuk kayu dan sekam padi keduanya mempunyai bentuk fisik yang berbeda untuk dapat dijadikan bahan komposit papan partikel. Serbuk kayu berbentuk butiran sedangkan sekam padi berbentuk serpihan sehingga dapat dipadukan bahan sebagai isian dan serat dalam komposit untuk dibentuk menjadi papan partikel. Kondisi itu menjadi pemikiran untuk melakukan penelitian karakteristik papan partikel campuran serbuk kayu dengan sekam padi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh komposisi campuran sekam padi dengan tiga macam serbuk kayu sebagai papan partikel terhadap konduktivitas termalnya.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh perbandingan komposisi campuran terhadap angka konduktivitas termal pada papan partikel campuran sekam padi dengan serbuk kayu.

Manfaat dari penelitian ini diharapkan akan menghasilkan data nilai konduktivitas termal yang terdapat pada papan partikel campuran sekam padi dengan serbuk gergaji. Nilai konduktivitas tersebut akan memberikan informasi bahwa benda tersebut mempunyai sifat penghantar panas yang baik (isolator) atau tidak.

angka konduktivitas termal rendah terbaik yaitu sebesar 0,0945 W/m°C pada pengujian dengan sumber kalor 100 W.

Perpindahan kalor adalah ilmu yang menjelaskan perpindahan energi yang terjadi karena adanya perbedaan suhu benda atau material, bagaimana dan laju perpindahan yang terjadi. Laju perpindahan energi dalam bentuk panas atau kalor (*heat*) dipengaruhi pula oleh nilai konduktivitas termal bahan yang menjadi tujuan pokok penelitian ini. Perpindahan kalor yang kita kenal ada 3 mode, yaitu Konduksi (hantaran),

konveksi (ilian), dan radiasi (sinaran). Hukum pertama termodinamika menyatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan maupun dimusnahkan tetapi hanya dapat dirubah dari bentuk satu ke bentuk yang lainnya, mendasari ketiga asas mode tersebut. Namun hukum ini tidak mengatur arah perubahan bentuknya. Dalam perpindahan panas akan diketahui bahwa perpindahan panas akan berlangsung dari daerah bertemperatur lebih tinggi ke daerah yang temperaturnya lebih rendah.

Perpindahan panas konduksi atau hantaran adalah perpindahan energi dari bagian yang bersuhu tinggi ke bagian yang bersuhu rendah apabila terdapat perbedaan temperatur atau gradien temperatur. Hubungan dasar untuk perpindahan panas dengan cara konduksi diusulkan oleh Fourier (1822). Hubungan ini menyatakan bahwa laju aliran panas (q) dengan cara konduksi dalam suatu bahan sama dengan hasil kali besaran k (Konduktivitas termal bahan), A (luas penampang yang dilalui panas yang mengalir dengan cara konduksi dan diukur tegak lurus terhadap arah aliran panas), serta $\frac{dT}{dx}$ (Gradien

temperatur pada penampang tersebut yaitu laju perubahan temperatur T terhadap jarak dalam arah aliran panas arah x). Persamaan dasar untuk konduktivitas termal satu dimensi dalam

kondisi *steady state* ditulis Kreith, (1986:7) sebagai berikut:

$$q_k = -kA \frac{dT}{dx} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

q_k : Laju aliran panas (W)

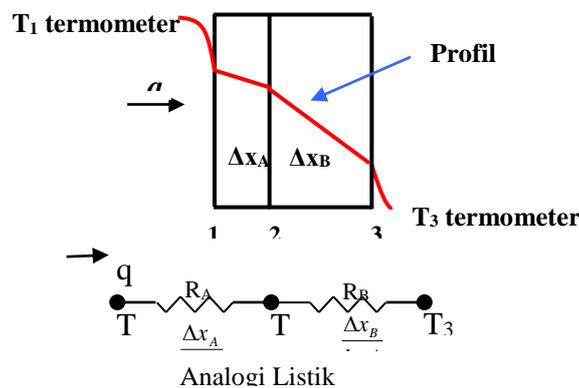
k : Konduktivitas termal bahan (W/m.°C)

A : luas penampang (m²)

$\frac{dT}{dx}$: Gradien temperatur (°C/m)

Konduktivitas termal (k) merupakan sifat bahan yang menunjukkan kemampuan bahan itu menghantarkan energi panas. Hukum Fourier merupakan persamaan dasar laju perpindahan panas konduksi dan dengan persamaan tersebut dapat dilakukan perhitungan dalam percobaan untuk menentukan konduktivitas termal suatu bahan.

Untuk mendapatkan harga konduktivitas termal (k) pada papan partikel dalam penelitian ini dengan cara menguraikan persamaan (1) disertai dengan melihat laju perpindahan kalor pada papan partikel sehingga akan didapatkan rumus untuk mencari besarnya angka konduktivitas termal. Gambar (1) menunjukkan gambaran pengukuran perpindahan panas yang sesuai dengan susunan alat uji (gambar 2a).



Gambar 1. Laju perpindahan panas pada papan partikel dan analogi listrik.

Keterangan :

- | | | | |
|-------------------------------------|-------|---------------------|-------|
| Δx_A : Tebal plat aluminium | (m) | T_1 : Kalor awal | (°C) |
| Δx_B : Tebal papan partikel | (m) | T_3 : Kalor akhir | (°C) |

- q : Laju aliran kalor (Watt)
- k_A : Konduktivitas termal plat aluminium (W/m°C)
- k_B : Konduktivitas termal papan partikel (W/m°C)

Persamaan dasar (persamaan 1) yang diterapkan pada susunan gambar konduksi papan berlapis beserta rangkaian termal analogi listrik (Gambar 1) akan menghasilkan persamaan besarnya laju perpindahan kalor antara T₁ dan T₂ menghasilkan persamaan (2).

$$q = \frac{T_1 - T_3}{\frac{\Delta x_A}{k_A A} + \frac{\Delta x_B}{k_B A}} \dots\dots\dots (2)$$

$$q \frac{\Delta x_A}{k_A A} + q \frac{\Delta x_B}{k_B A} = T_1 - T_3 \dots\dots\dots (3)$$

$$\frac{\Delta x_A}{k_A A} + \frac{\Delta x_B}{k_B A} = \frac{T_1 - T_3}{q} \dots\dots\dots (4)$$

METODE PENELITIAN

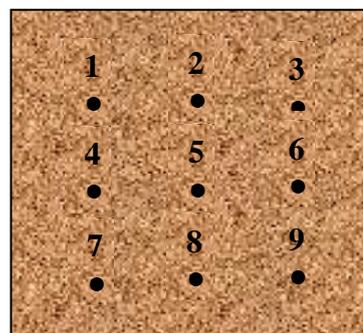
Metode penelitian dilakukan secara eksperimental. Sekam padi dicampur dengan masing-masing serbuk gergaji kayu jati, mahoni, dan glugu (pohon kelapa) dengan komposisi yang telah ditentukan untuk dibuat papan partikel. Papan partikel yang terbuat dari campuran sekam padi dan serbuk kayu dengan jenis dan komposisi sesuai rencana tersebut dicampur dengan bahan resin sebagai bahan pengikat. Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan perlu bahan tambahan pengikat yaitu kobalt. Campuran sekam padi dan serbuk kayu mempunyai komposisi perbandingan berat 1:1, 2:1, dan 3:1. Bahan campuran tersebut kemudian dipres dengan perbandingan 4:1, yaitu penekanan bahan campuran yang tebal awalnya 4 cm menjadi 1 cm untuk dicetak menjadi papan partikel berukuran 20 cm x 20 cm dengan ketebalan 1 cm . Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.

$$\frac{\Delta x_B}{k_B A} = \frac{T_1 - T_3}{q} - \frac{\Delta x_A}{k_A A} \dots\dots\dots (5)$$

$$k_B A = \frac{\Delta x_B}{\frac{T_1 - T_3}{q} - \frac{\Delta x_A}{k_A A}} \dots\dots\dots (6)$$

Persamaan (2) berturut-turut diurai menjadi persamaan (3), (4), (5), dan (6) sehingga akhirnya akan didapatkan persamaan (7) yang digunakan untuk mendapatkan nilai konduktivitas k berdasar data-data hasil pengukuran.

$$k_B = \frac{\Delta x_B}{\frac{T_1 - T_3}{q} A - \frac{\Delta x_A}{k_A}} \dots\dots\dots (7)$$

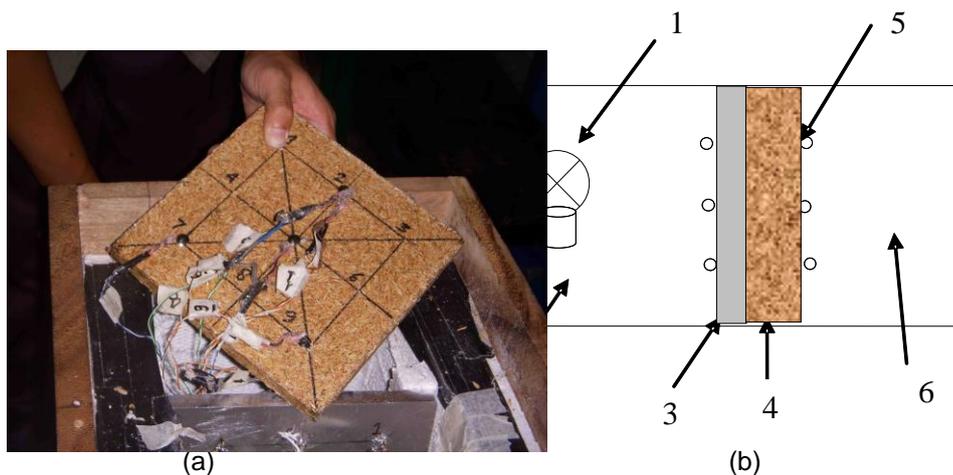


Gambar 2. Bentuk dan susunan titik pengambilan data pada spesimen papan partikel campuran

Selanjutnya konduktivitas termal sebagai sifat yang menunjukkan kemampuan bahan memindahkan panas melalui bahan (bahan uji papan partikel), diuji dengan menggunakan alat modifikasi berdasar ASTM (*American Society For Testing and Material*) dengan kode C177. Alat ini terdiri dari kotak yang didalamnya diisolasi dengan styrofoam, lampu sebagai sumber kalor, plat aluminium sebagai penghantar panas agar merata, serta termokopel (Gambar 3a). Papan partikel dengan hasil

pengepresan ditempatkan pada ruang benda uji, menempel pada plat aluminium di ruang sumber panas. Sumber panas dibutuhkan agar ada beda temperatur sehingga terjadi laju perpindahan panas, yaitu energi kalor akan mengalir dari temperatur tinggi ke temperatur lebih rendah. Pengukuran temperatur pada sembilan titik di sisi plat dan sisi permukaan papan partikel dilakukan

dengan menempelkan termokopel yang terhubung dengan alat baca temperatur. Spesimen papan partikel masing-masing komposisi campuran diuji pada alat pengujian konduktivitas termal modifikasi tersebut.



Gambar 3. Alat uji modifikasi (a) dan bagan alat pengujian konduktivitas termal, hasil modifikasi metode ASTM C 177 (b)

Keterangan :

- | | |
|-------------------------------------|--|
| 1. Lampu sumber panas. | 4. Papan partikel yang diuji |
| 2. Ruang sumber panas terisolasi. | 5. Titik pengukuran temperatur benda uji |
| 3. Plat aluminium penghantar panas. | 6. Ruang benda uji terisolasi |

PEMBAHASAN

Pengambilan data pengujian ini dilakukan di Laboratorium Prestasi Mesin IST AKPRIND. Harga temperatur diperoleh dengan melakukan pengukuran pada sembilan titik di permukaan plat aluminium (T_1) dan pada permukaan papan partikel sekam padi (T_3) dengan termokopel, sedangkan untuk T_0 ruang sumber panas dan T_4 ruang isolasi diukur langsung dengan thermometer. Hasil pengukuran papan partikel masing-masing campuran disajikan dalam Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3. Besarnya nilai k diperoleh dari perhitungan dengan persamaan (7), berdasar hasil pengukuran data. Hasil perhitungan masing-masing campuran disajikan dalam Tabel 4, Tabel 5, dan Tabel 6.

Untuk keperluan pembahasan selanjutnya, hasil nilai konduktivitas termal masing-masing papan partikel dengan pengepresan 4:1 disajikan dalam bentuk grafik (Gambar 4).

Sifat isolator nilai konduktivitas terendah ($0,997 \text{ W/m}^\circ\text{C}$) yang ditunjukkan pada Gambar 4 dihasilkan oleh papan partikel campuran sekam padi dan serbuk kayu jati dengan komposisi 1:1. Nilai terbesar ($1,086 \text{ W/m}^\circ\text{C}$) dihasilkan oleh papan partikel dengan komposisi 3:1. Jumlah campuran serbuk kayu jati (1:1) berpengaruh pada kemampuan bahan sebagai penghantar panas.

Tabel 1. Data temperatur rata-rata pengujian papan partikel campuran sekam padi dengan serbuk kayu jati

Komposisi papan partikel Sekam : Serbuk Jati	Temperatur (°C)			
	T ₁ pada Plat	T ₃ pada papan partikel	T ₀ ruang sumber panas (termometer)	T ₄ ruang isolasi (termometer)
1 : 1	73,6	35,8	89,3	50
2 : 1	70,5	33,6	91	33
3 : 1	68,2	33,5	95	34,3

Tabel 2. Data temperatur rata-rata pengujian papan partikel campuran sekam padi dengan serbuk kayu mahoni

Komposisi papan partikel Sekam : Serbuk Mahoni	Temperatur (°C)			
	T ₁ pada Plat	T ₃ pada papan partikel	T ₀ ruang sumber panas (termometer)	T ₄ ruang isolasi (termometer)
1 : 1	71,8	35,2	87,3	35
2 : 1	69,7	34	88,6	32,3
3 : 1	70	33,6	84,6	31,3

Tabel 3. Data temperatur rata-rata pengujian papan partikel campuran sekam padi dengan serbuk kayu kelapa

Komposisi papan partikel Sekam : Serbuk Kelapa	Temperatur (°C)			
	T ₁ pada Plat	T ₃ pada papan partikel	T ₀ ruang sumber panas (termometer)	T ₄ ruang isolasi (termometer)
1 : 1	65,1	35,1	93,6	37,6
2 : 1	65,7	35,1	92	33,6
3 : 1	67	33,9	93,6	34,3

Tabel 4. Nilai konduktivitas termal papan partikel campuran sekam padi dengan serbuk kayu jati

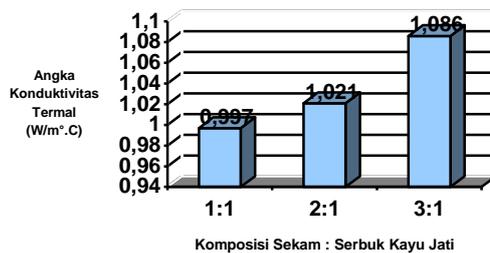
Kepadatan	Komposisi Sekam : Serbuk Kayu Jati	Nilai Konduktivitas Termal (W/m°C)
4 – 1	1 : 1	0,997
4 – 1	2 : 1	1,021
4 – 1	3 : 1	1,086

Tabel 5. Nilai konduktivitas termal papan partikel campuran sekam padi dengan serbuk mahoni

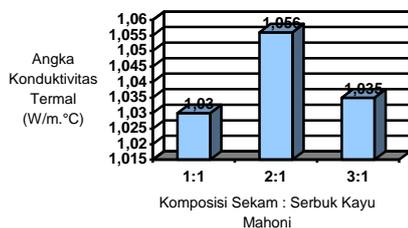
Kepadatan	Komposisi Sekam : Serbuk Kayu Mahoni	Nilai Konduktivitas Termal (W/m°C)
4 – 1	1 : 1	1,030
4 – 1	2 : 1	1,056
4 – 1	3 : 1	1,035

Tabel 6. Nilai konduktivitas termal papan partikel campuran sekam padi dengan serbuk kayu kelapa

Kepadatan	Komposisi Sekam : Serbuk Kayu Kelapa	Nilai Konduktivitas Termal (W/m°C)
4 – 1	1 : 1	1,25
4 – 1	2 : 1	1,315
4 – 1	3 : 1	1,063



Gambar 4. Nilai Konduktivitas Termal Papan Partikel Sekam + Serbuk Kayu Jati

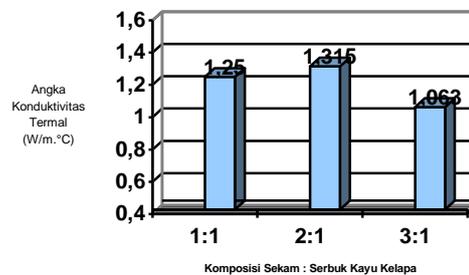


Gambar 5. Nilai Konduktivitas Termal Papan Partikel Sekam + Serbuk Kayu Mahoni

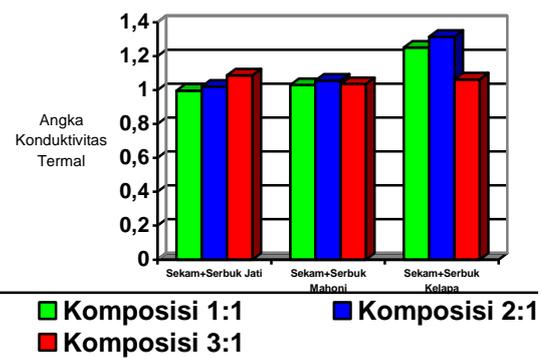
Pada Gambar 5 menunjukkan nilai konduktivitas termal papan partikel campuran sekam padi – serbuk kayu mahoni. Angka terendah diperoleh pada komposisi 1:1 sebesar 1,03 W/m°C, sedangkan pada komposisi 2:1 menghasilkan angka sebesar 1,056 W/m°C. Kayu mahoni yang bersifat keras mempengaruhi sifat kemampuan menghantarkan kalor dari papan partikel. Komposisi serbuk kayu mahoni yang lebih besar (1:1) mempengaruhi nilai konduktivitas kalor papan partikel campuran untuk menjadi isolator.

Pada Gambar 6 menunjukkan bahwa komposisi terendah kandungan serbuk kayu glugu menghasilkan nilai

konduktivitas kalor bahan paling rendah. Sifat lunak dari serbuk kayu glugu mempengaruhi sifat dari papan partikel ini.



Gambar 6. Nilai Konduktivitas Termal Papan Partikel Sekam + Serbuk Kayu Kelapa.



Gambar 6. Nilai Konduktivitas Termal Papan Partikel Campuran Sekam Dengan Serbuk Kayu

Hasil pengujian ketiga papan partikel campuran tersebut bersama-sama disajikan dalam Gambar 6. Pada grafik tersebut dapat terlihat bahwa nilai konduktivitas terendah adalah papan partikel campuran sekam padi – serbuk kayu jati, sedangkan nilai konduktivitas

tertinggi adalah papan partikel campuran sekam padi – serbuk kayu kelapa (glugu).

KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian tentang angka konduktivitas termal papan partikel campuran sekam padi dengan tiga jenis serbuk kayu, maka dapat diambil kesimpulan bahwa konduktivitas termal tertinggi diperoleh pada campuran sekam padi dengan serbuk kayu kelapa dengan komposisi 2:1. Sedangkan konduktivitas termal terendah terjadi pada campuran sekam padi dan serbuk kayu jati komposisi 1:1. Dari campuran sekam padi dan ketiga macam serbuk kayu dipilih campuran sekam padi dengan serbuk kayu jati komposisi 1:1 dengan nilai k terendah, sebesar 1,030 W/m°C, sebagai bahan yang mempunyai sifat isolator panas yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

Azhar, S., 2007, *Pengaruh Kepadatan Terhadap Angka Konduktivitas*

Thermal Papan Partikel Sekam Padi Dengan Menggunakan Metode ASTM Yang Dimodifikasi, Skripsi, Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, IST AKPRIND Yogyakarta.

Ikhsan, Manarul, 2007. *Pengaruh Variasi Tebal Papan Terhadap Unjuk Kerja Papan Sekam Sebagai Isolator Panas*. Skripsi, Teknik Mesin IST AKPRIND.

Kreith, Frank, 1986., *Prinsip-prinsip Perpindahan Panas*, edisi ketiga, penerjemah Prijono, Arko, Msc, Penerbit Erlangga, Jakarta.

Sujatmiko, Andhi., 2008, *Penelitian Tentang Perbandingan Konduktivitas Thermal Pada Kotak Gabus Dengan Papan Partikel Sekam Padi*, Skripsi-Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, IST AKPRIND Yogyakarta.

Vlack, 1983, *Ilmu dan Teknologi Bahan*, edisi keempat, Alih Bahasa : Sriati Djaprie, Penerbit Erlangga, Jakarta.

ANALYSIS OF REWETTING TIME AND TEMPERATURE DISTRIBUTIONS DURING COOLING PROCESS IN VERTICAL RECTANGULAR NARROW CHANNEL

IGN. Bagus Catrawedarma¹, Indarto², Mulya Juarsa³, Anhar Riza Antariksawan³

¹Faculty of Engineering, Indonesia Hindu University, Bali, Indonesia

²Mechanical and Industrial Engineering Department, Gadjah Mada University

³Indonesia Nuclear Energy Agency, Tangerang, Indonesia

Masuk: 5 Mei 2013, revisi masuk: 9 Juni 2013, diterima: 3 Juli 2013

ABSTRACT

Cooling process to analyze effect of gap size to rewetting time and temperature distributions were studied from transient temperature of surface plate. It as result of experiment using two vertical plate with the initial temperature about 600°C. Debit and temperature of cooling water are 0,09 L/s and saturated temperature. The gap sizes were changed from 1 mm, 2 mm, and 3 mm. As the results showed that the smaller the gap size, the longer the rewetting time. Pattern of temperature distribution is similar at initial condition for all of gap sizes and the smaller the gap sizes, the longer the time of decreasing temperature.

Keywords: cooling process, rewetting time, temperature distribution.

INTISARI

Proses pendinginan untuk menganalisis pengaruh ukuran celah terhadap waktu rewetting dan distribusi temperatur telah dipelajari berdasarkan transien temperur dari permukaan plat. Pada analisis tersebut berdasarkan hasil ekperimen yang menggunakan 2 plat vertikal dengan temperatur awalnya sekitar 600C. Debit dan temperatur air pendingin adalah 0,09l/s dan temperatur saturasi. ukuran celahnya divariasikan dari 1, 2, 3 mm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran celah, semakin lama waktu rewetting. Pola distribusi temperatur saat kondisi awal adalah sama unuk semua ukuran celah dan semakin kecil ukuran celah, semakin lama waktu untuk menurunkan temperatur plat.

Kata kunci: proses pendinginan, waktu rewetting, distribusi temperatur

INTRODUCTION

Cooling process is one of the important processes for system sustainability. It is a process of decreasing temperature, and it is occurred heat transfer from medium with higher to lower temperature. In cooling process, transient and distribution temperature need to be known to determine the rewetting point. Cooling process phenomena can be known in severe accident reactor nuclear Three Miles Island 2 (TMI-2). TMI-2 nuclear accident is one of the cases about cooling process in narrow channel. It is formed between debris and wall reactor

pressure vessel (RPV). Based on Juarsa^[2] opinion that the debris has been cooled by water in the bottom reactor and it can't exit from RPV wall, so reactor condition can be controlled. When the debris move to bottom (see Figure 1), then a part of cooling water volume is moving to upper part and evaporation process is occurred. The vapor is moving to upper part but the cooling water is continually flowing to the bottom, then it is occurred counter current flow (CCF) between vapor and cooling water (see Figure 1).

The first contact of cooling fluid to wall surface is known as rewetting

point. It is indicated by drastically drop temperature of wall surface.

It is one of the important roles to maintain the condition of wall surface, and then melting point can be controlled. In other parts, temperature distribution of wall surface need also to be considered, so the temperature of each point in the wall surface can be known to maintain

the temperature in order to unclose to the melting point.

So, the severe accident of reactor nuclear can be avoided. Some experiments about cooling process in narrow channel have been conducted by researcher.

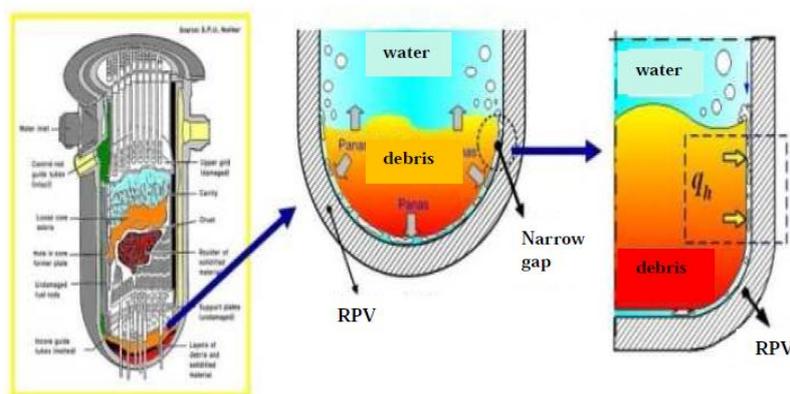


Figure 1. Narrow gap in the nuclear reactor (Riyono, B, 2010)

Zhang et al , 2003 was conducted the experiment in vertical annulus narrow channel with the water as cooling fluid based on single heated case. It is using the 300 mm length, the gap sizes were changed from 0.5 mm, 1.0 mm, 2.0 mm, 4.0 mm, and 7.0 mm. The initial temperature of plate surface was varied from 500 °C, 650 °C, and 800°C. The results are the smaller the gap size, the longer the rewetting time and rewetting time of 4.0 mm is very closing to 7.0 mm gap size. It is caused by effect of Counter Current Flow Limitation (CCFL).

Juarsa and Antariksawan ^[1] were conducted the experiment with some of the variable is similar to Zhang et al ^[3] experiment. Juarsa and Antariksawan ^[1] were proposing the rewetting pattern of cooling process in annulus vertical narrow channel with the 1.0 and 4.0 mm gap sizes, 300 mm heated length, and saturated water as cooling fluid. The initial temperature of heated surface is 800°C. For 1.0 mm gap size, the rewetting is started from upper, then lower, and finish at middle part of the heated surface. In other parts, for 4.0 mm gap size, rewetting process is started

from lower, then middle, and finish at upper part of the channel.

Next, experiment Riyono et. al ^[2] is similar to Zhang et.al , 2003 and Juarsa and Antariksawan, 2010. Riyono et. al , 2007 was using annulus as geometry channel, with the 800 mm heated length, 1.0 mm gap size, and 650°C initial temperature of surface. Water as cooling fluid with the temperatures were varied from 75°C, 85°C, and 95°C. As the results that rewetting time at 75°C is longer than 85°C dan 95°C temperature of water. This experiment show that change phase at 85°C and 95°C are easier than 75°C temperature of water. So, it is causing film boiling existence is shorter than 75°C temperature of water.

The previous experiments are indicating that the experiments about cooling process in the narrow gap are one of the complex analyzes because it is influenced by some variables. Therefore, in this study is to know effect of gap size to rewetting time and temperature distributions in vertical rectangular narrow channel. Rewetting time is analyzed from transient

temperature of heated plate and then temperature distributions as the contour of the temperature of plate at certain time.

METHOD

Experimental Apparatus, this experiment is a joint two facilities. They are Untai Uji Beta (UUB) and HeaTiNG-02 (see Figure 2). UUB is used to set-up flow rate and temperature of cooling water before it is flowed to the channel. UUB has a centrifugal pump for setting-up flow rate of the cooling water and circulating it, flow meter is used to know mass flow rate of the cooling water, pre heater is used to increase the cooling water temperature, thermocouple is used to measure the temperature, and some of valves are used to open or close the cooling water flow. HeaTiNG-02 is the main test section. It has main and cover plates stainless steel with 8 mm and 3 mm thickness, 1100 mm length, 50 mm width. Narrow gaps of the main and cover plates are changed from 1.0 mm, 2.0 mm and 3.0 mm. The main and cover plates have six chromel-allumel thermocouples (see Figure 3). It is used to measure of temperature during heating and cooling process. Figure 2 show the schematic apparatus.

WinDAQ T1000 data acquisition system (DAS) is used to measure plate temperature during process with 1 data per second. Slide regulator with the 25 kW maximum power is used to change power input during heating process until the plate temperature is about 600°C. The power input was gradually increased for uniform plate temperature.

Experimental Procedure, the experiment is started by setting up the gap size. The range is shown in **Table 1**.

Bottom part is opened, so the pressure system is about atmospheric pressure, and then the plates are heated by ceramic heater until the initial temperature is about 600°C. If it has been reached, the ceramic heater is switched off, then 0.09 L/s and about 90°C of cooling water that controlled at UUB is flowed to the channel. If all of the temperatures are closing to 90°C, the experiment is stopped.

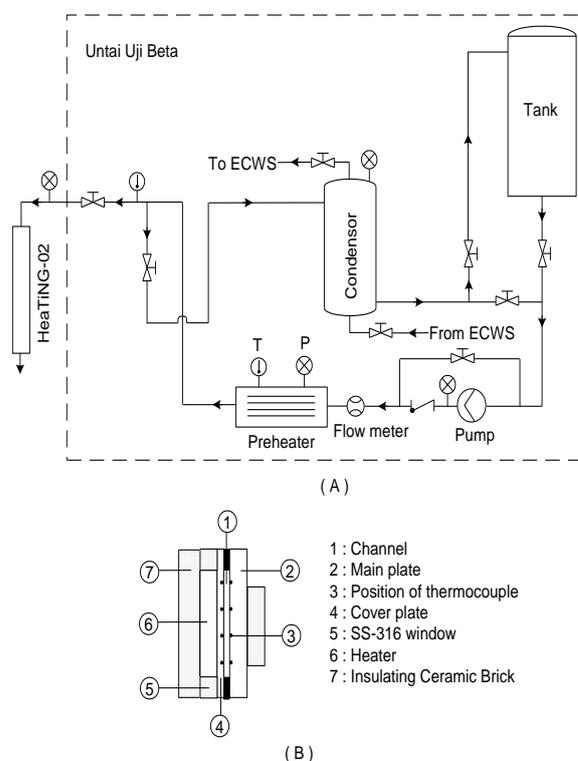


Figure 2. (A) Schematic apparatus, (B) Detail HeaTiNG-02

Table 1. Experimental variable

Variable	Value		
	I	II	III
Gap Size (mm)	01.00	02.00	03.00
Initial temperature (°C)	600.0	600.0	600.0
Cooling water mas flow rate (L/s)	00.09	00.09	00.09
Cooling water temperature (°C)	90.00	90.00	90.00

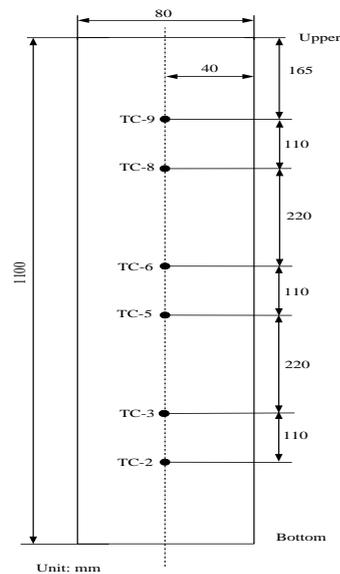


Figure 3. Thermocouple position on main and cover plate

Plate temperature is slightly decreasing before and after rewetting point. Rewetting point can be known from transient temperature. It is a condition when the cooling water contact to the surface plate and indicated by drastically drop temperature. Figure 4 also shown that the smaller the gap size, the longer the rewetting time. It is caused by the smaller the gap size, the higher the vapor pressure in the channel. Hence, the smaller mass flow rate of water cooling, the longer the time of vapor contraction in the channel. In the condition, penetration of water in the channel is resisted by vapor that existed on the surface of plate, so the longer the contact time of cooling water to plate surface. Next condition, temperature is not significantly decreasing, because deference temperature between plat surface and cooling water is not so high.

DISCUSSIONS

Figure 4 show that decreasing temperature is occurred in the plate.

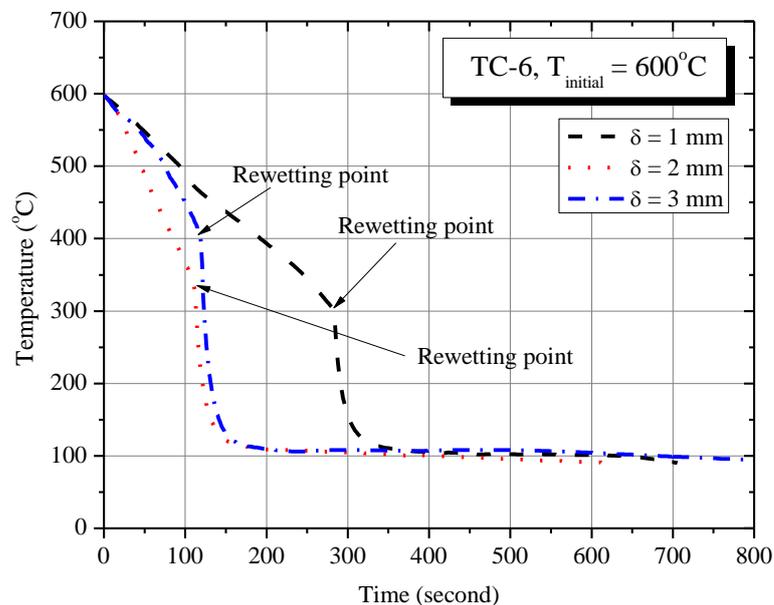


Figure 4. Transient Temperature TC-6

Temperature distribution was made from data of plate temperature. It was recorded by DAS and then plotted by Origin computer program with the contour type. So, as the results are

showed in Figure 5 up to Figure 7. In the initial condition, the pattern of temperature distribution is similar for all of the gap size and show that the air was flowing to the channel. It is indicated by

plate temperature in the bottom part is smaller than other. The phenomena is

similar therefore the gap sizes was changed.

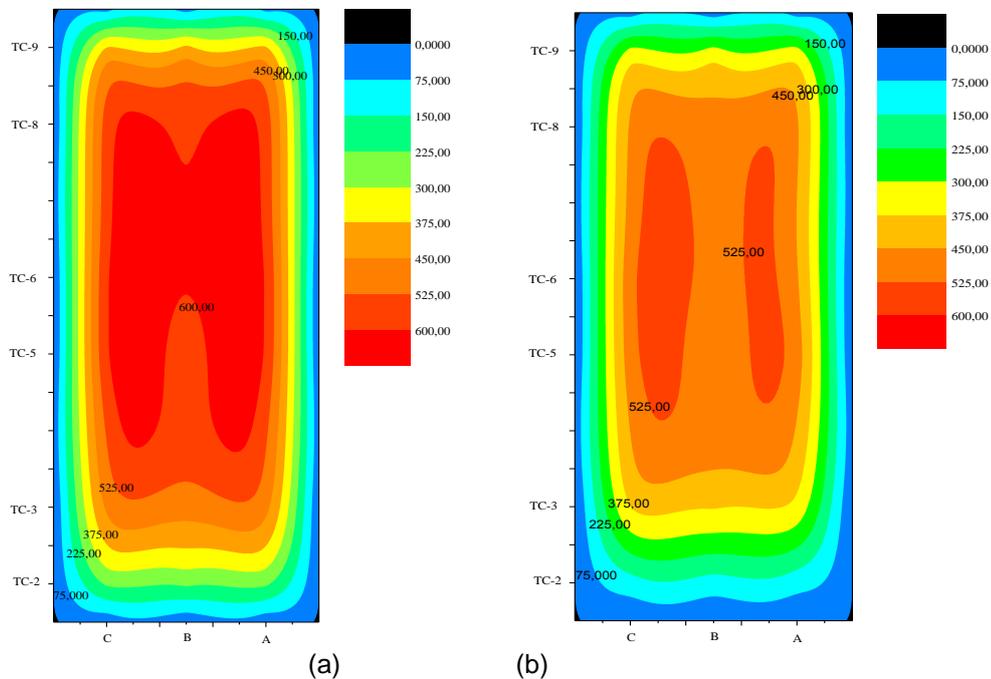


Figure 5. Temperature Distributions at $T_{\text{initial}} = 600^{\circ}\text{C}$ for $\delta = 1 \text{ mm}$,
 (a) The 1st seconds, (b) The 100th seconds

For $\delta = 1 \text{ mm}$:

At the 100th seconds was occurring the decreasing of temperature for all of the thermocouple. The cooling water was flowing in the center of the plate, so the temperature is smaller than side part. The temperature in bottom part is smallest because it is caused by flowing air to the channel from the bottom part.

For $\delta = 2 \text{ mm}$:

Different condition is occurred at the 100th seconds. From Figure 6 is shown that the bottom temperature is smaller than the middle part of plate. It is indicating that the cooling water is flowing through side part to contact to the bottom part. In other hand, the temperature

middle part is still highest than other parts.

For $\delta = 3 \text{ mm}$:

Pattern of temperature distribution at $\delta = 3 \text{ mm}$ is similar with $\delta = 2 \text{ mm}$. It is a indication that decreasing temperature at $\delta = 3 \text{ mm}$ is closed to $\delta = 2 \text{ mm}$. At $\delta = 3 \text{ mm}$, quantity of air is so high to flow in the channel because the gap is longest than other. So, from all of the temperature distributions are known that the higher the gap size, the faster the decreasing temperature. It is caused by the smaller the gap size, the higher the effect of CCFL, then the longer the time contact to surface plate. So, decreasing plate temperature need a long time.

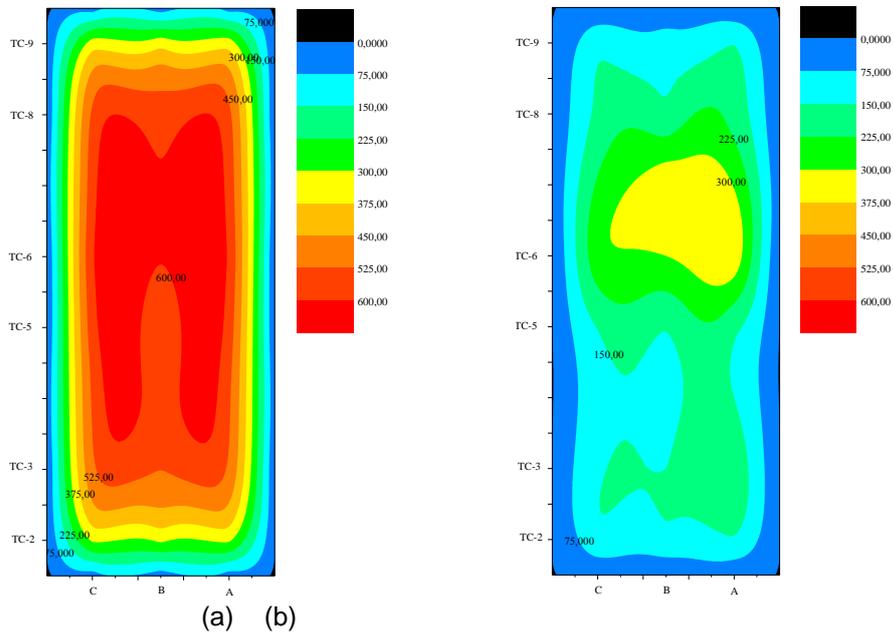


Figure 6. Temperature Distributions at $T_{\text{initial}} = 600^{\circ}\text{C}$ and $\delta = 2 \text{ mm}$,
 (a) The 1st seconds, (b) The 100th seconds

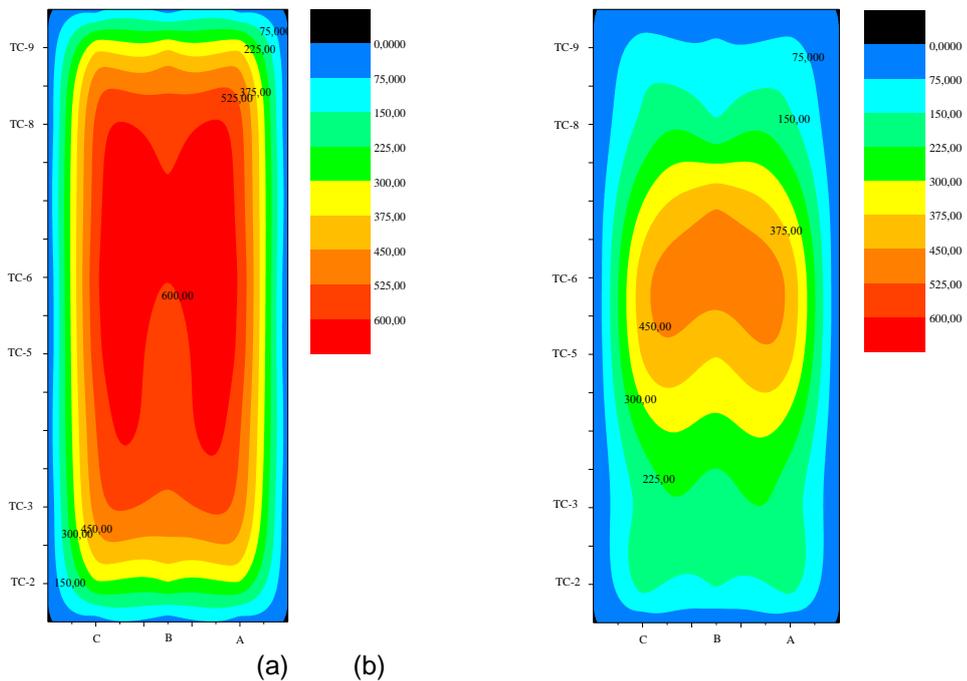


Figure 7. Temperature Distributions at $T_{\text{initial}} = 600^{\circ}\text{C}$ and $\delta = 3 \text{ mm}$,
 (a) The 1st seconds, (b) The 100th seconds

CONCLUSIONS

From the discussion above can be concluded that The smaller the gap size, the longer the rewetting time.

Pattern of temperature distribution is similar at initial condition for all of gap sizes. The smaller the gap sizes, the longer the time of decreasing temperature.

ACKNOWLEDGEMENT

Thank you very much to Mr. Ismu Handoyo, Mr. Kiswanta, Mr. Joko P, and Mr. Ainur R for their help and caring attitude. Thanks to Ministry of Research and Technology, Indonesia Government for Insentif Research Grant 2009. Thanks to Thermo Hydraulic research group, Center of Reactor Technology and Safety Nuclear, Indonesia National Nuclear Energy Agency, Tangerang, Indonesia for their support activity.

REFERENCES

- Juarsa, M., dan Antariksawan, A.R., 2007, *Effect of Counter Current Flow Limitation on Boiling Heat Transfer in A Narrow Gap*, Tri Dasa Mega Journal of Nuclear Reactor Technology, Vol. 10 No. 1.
- Riyono, B., Indarto, Juarsa, M., Sinta, T.H., Kiswanta., Ainur., Edy., Joko., Ismu H., 2010, *Experimental Analisis of Heat Flux in Annulus Narrow Channel Based on Variations of Cooling Water Temperature Using Uji HeaTING-01*, Gadjah Mada University.
- Zhang, J., Tanaka, F., Juarsa, M., Mishima, K., 2003, *Calculation of Boiling Cuves during Rewetting of a Hot Vertical Narrow Channel*, The 10th International Topical Meeting on Nuclear Reactor Thermal Hydraulics.

**PENERAPAN TEKNIK SEO (SEARCH ENGINE OPTIMIZATION) PADA BLOG
(STUDI KASUS: NOVA13.COM)**

Nova Tri Cahyono¹, Joko Triyono², Suwanto Raharjo³

^{1,2,3}Teknik Informatika, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Masuk: 7 April 2013, revisi masuk: 12 Juni 2012, diterima: 6 Juli 2013

ABSTRACT

Websites on the internet is now very much and will continue to grow over time. To facilitate the search for websites on the internet, it needs a search engine. There are many types of search engines, but only one of the most popular and frequently visited, namely Google. The number of websites that have been indexed by Google is also very much, even in the millions. This will certainly lead to competition between the websites that have similar themes and discussions as well as having an almost similar keywords to snatch the top position of search results or SERP (Search Engine Result Page) on Google. With the SEO techniques applied, then the effort to get the best position in Google SERP will be easier. To implement the SEO techniques to blog with purpose to get the best position in Google SERP, first decide the targeted keywords and create a blog and set up the blog to make it more SEO Friendly, then implementation will use SEO methods SEO Onpage and SEO Offpage techniques to support performance. After making the implementation of these two methods will be tested on the Google SERP position blog for several days to know the progress of the SEO techniques. The results obtained that implemented SEO technique before the blog positions was on the second page of Google SERP, but after implementation SEO technique then slowly improved blog position and even be in the top five the first page of Google. It can be concluded that the implementation of proven SEO techniques went well.

Keywords: Blog, Google, SEO (Search Engine Optimatization)

INTISARI

Website yang ada di internet sekarang ini sudah sangat banyak dan akan terus bertambah dari waktu ke waktu. Untuk memudahkan mencari website yang ada di internet tersebut, diperlukan sebuah mesin pencari. Ada banyak jenis mesin pencari, namun hanya satu yang paling populer dan sering dikunjungi, yaitu Google. Jumlah website yang telah diindeks oleh Google juga sangat banyak, bahkan mencapai jutaan. Hal ini tentu akan menimbulkan persaingan antara website yang memiliki tema dan pembahasan yang serupa serta memiliki kata kunci yang hampir mirip untuk berebut posisi teratas hasil pencarian atau SERP (Search Engine Result Page) di Google. Dengan diterapkan teknik SEO, maka usaha untuk mendapatkan posisi terbaik di Google SERP akan lebih mudah. Untuk menerapkan teknik SEO pada blog dengan tujuan supaya mendapat posisi terbaik di Google SERP, terlebih dahulu menentukan kata kunci yang diincar dan membuat blog serta mengatur blog tersebut supaya lebih SEO Friendly, kemudian akan menggunakan penerapan metode SEO Onpage dan SEO Offpage untuk mendukung kinerja teknik SEO. Setelah melakukan implementasi dari kedua metode tersebut, akan diuji posisi blog pada Google SERP selama beberapa hari untuk mengetahui perkembangan dari teknik SEO tersebut. Hasil yang didapatkan yaitu posisi blog sebelum diterapkan teknik SEO berada di halaman kedua Google SERP, namun setelah diterapkan teknik SEO maka posisi blog perlahan membaik dan bahkan berada di posisi lima besar halaman pertama Google. Dapat disimpulkan bahwa penerapan teknik SEO terbukti telah berjalan dengan baik.

Kata kunci : Blog, Google, SEO

¹aku@nova13.com, ²zainjack@gmail.com,

³wa2n@akprind.ac.id

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi komputer khususnya dunia internet saat ini semakin pesat. Kebutuhan akan akses *internet* dalam kehidupan sehari-hari menjadi penting, hal ini ditandai dengan maraknya penyedia layanan *internet* dari operator seluler yang menawarkan biaya yang sangat terjangkau, berbeda dengan beberapa tahun yang lalu dimana biaya untuk berlangganan *internet* masih sangat mahal. Dengan mudahnya masyarakat mengakses *internet*, setiap orang ingin mencari informasi yang mereka butuhkan melalui *website* atau blog. *Website* yang ada di *internet* sekarang ini sudah sangat banyak dan akan terus bertambah dari waktu ke waktu. Untuk memudahkan mencari *website* yang ada di *internet*, diperlukan sebuah mesin pencari atau *Search Engine*. Dari sekian banyak jenis mesin pencari yang ada, namun hanya satu yang paling sering dikunjungi, yaitu Google.

Jumlah *website* yang telah diindeks oleh Google juga sangat banyak, bahkan mencapai jutaan. Hal ini tentu akan menimbulkan persaingan antara *website* yang memiliki tema pembahasan yang serupa serta memiliki kata kunci atau *keywords* yang hampir mirip untuk berebut posisi teratas hasil pencarian atau SERP (*Search Engine Result Page*) di Google. Banyak kasus dimana *website* yang bagus dari segi *interface* atau tampilan halamannya, namun ketika sudah berada dalam indeks Google, web tersebut berada di urutan terakhir atau bahkan sulit ditemukan, ini akan sangat berdampak buruk untuk jumlah pengunjung web tersebut menjadi sepi, tentu ini akan merugikan bagi pemilik web yang sudah membuat web dengan tingkat kesulitan yang tinggi. Menurut Santosa (2010), salah satu dari sekian banyak indikasi kesuksesan dari sebuah *website* adalah trafik pengunjung. Trafik ini bisa didapat dari banyak sumber salah satunya adalah dari *Search Engine*. Lebih dari 80% pemakai internet mengandalkan *Search Engine* sebagai alat pencari informasi (berdasarkan *research* dari

Georgia Tech's GVU Center). Agar *website* yang dibuat lebih mudah ditemukan melalui *Search Engine* seperti Google perlu diterapkan teknik SEO (*Search Engine Optimization*).

Menurut Hernawati (2013), SEO adalah serangkaian proses yang dilakukan secara sistematis yang bertujuan untuk meningkatkan *volume* dan kualitas trafik kunjungan melalui mesin pencari menuju situs *website* tertentu dengan memanfaatkan mekanisme kerja atau algoritma mesin pencari tersebut, yang disebut dengan *PageRank*. Berdasarkan prinsip kerja *PageRank*, secara umum bisa dikatakan bahwa halaman *website* yang memperoleh peringkat tinggi adalah halaman *website* yang banyak mendapat *link* dari halaman *website* lain. Nilai *PageRank* juga akan semakin tinggi apabila halaman web yang mengarah kepadanya juga memiliki kualitas yang tinggi juga. Tujuan dari SEO adalah menempatkan sebuah situs *website* pada posisi teratas hasil pencarian berdasarkan kata kunci tertentu yang ditargetkan. Situs web yang menempati posisi teratas pada hasil pencarian memiliki peluang lebih besar untuk mendapatkan pengunjung.

Berdasarkan hal-hal tersebut, maka solusi yang akan ditawarkan adalah bagaimana cara agar web atau blog berada pada posisi teratas di hasil pencarian Google dan akan mendatangkan trafik pengunjung yang banyak, yang mana dari konsep yang dibangun ini akan menjadi jawaban bagi para pemilik web atau blog.

Berdasarkan latar belakang masalah di atas dapat dirumuskan masalah sebagai berikut : Bagaimana agar web atau blog berada pada posisi teratas di hasil pencarian Google dan akan mendatangkan trafik pengunjung yang banyak.

Tujuan dari penerapan teknik SEO pada web log atau blog adalah memberikan posisi blog di mesin pencari yang lebih baik yaitu berada di urutan teratas pada halaman pertama Google SERP, memaksimalkan kinerja penerapan metode *SEO Onpage* dan

SEO *Offpage* pada blog. Selain itu juga dapat membuktikan bahwa teknik SEO yang diterapkan telah berfungsi dan berjalan dengan baik.

METODE

Metodologi penelitian yang dilakukan oleh penulis dalam melakukan analisa yang berkaitan dengan obyek yang sedang diteliti atau dipelajari. Metode ini diperlukan untuk memperoleh data, dalam hal ini data tentang SEO dan juga *Search Engine* sebagai bahan penunjang implementasi teknik SEO yang akan dilakukan.

Pelaksanaan dari penelitian ini menggunakan referensi yang berhubungan dengan obyek penelitian. Referensi itu diambil dari penelitian sebelumnya yang masih berhubungan dengan penelitian ini. Referensi yang pertama yaitu "Analisis dan Penerapan Metode SEO (*Search Optimization*) Image untuk Meningkatkan SERP (*Search Engine Result Page*)" oleh Santoso (2010). Pada penelitian tersebut hanya fokus menjelaskan bagaimana optimasi dengan gambar atau *image* di konten *website*, namun optimasi konten suatu *website* juga tidak kalah pentingnya, maka dari itu akan dibahas pada penelitian ini.

Referensi penelitian kedua selanjutnya sebagai tinjauan pustaka yang berjudul "*Optimalisasi SEO (Search Engine Optimizer) sebagai upaya meningkatkan unsur Visibility dalam Webometric*" oleh Hernawati (2013). Dalam penelitian tersebut dibahas tentang pentingnya optimasi SEO terhadap web akademik yang diranking berdasarkan peringkat *Webometric*, namun yang dibahas hanya teori serta analisis *SEO On Page* saja. Sedangkan pada penelitian skripsi ini yang dibahas bukan hanya analisis saja, tetapi juga implementasi.

Referensi yang ketiga dari Prasetyo (2012) yang berjudul "Analisis dan Implementasi SEO (*Search Engine Optimization*) Konten Website untuk Algoritma Google Panda dan Yahoo". Dalam penelitian tersebut dibahas hanya fokus mengenai algoritma yang dipakai oleh mesin pencari Google dan Yahoo,

sedangkan untuk penerapan *SEO Onpage* di web tidak terlalu detail penjelasannya. Implementasi *SEO* juga hanya fokus dilakukan pada *SEO Off Page* saja.

Referensi penelitian keempat sebagai tinjauan pustaka adalah skripsi yang berjudul "*Penerapan Konsep (Search Engine Optimization) Pada Situs Web Hosting (Studi kasus: http://www.hostinggokil.com)*". Pada Hermawan (2010). Dalam penelitian tersebut dibahas tentang optimasi *SEO* terhadap web *hosting* menggunakan PHP dan MySQL, sedangkan pada penelitian ini yang dibahas mengenai blog. Penulis memilih untuk menggunakan *platform* blogger karena sudah sangat banyak penggunaannya berdasarkan *ranking Alexa* berada 100 besar situs paling sering dikunjungi seluruh dunia, ini membuktikan bahwa memakai *hosting* di blogger terjamin stabil karena akan berdampak terhadap *SEO* nantinya, *website* dengan *hosting* yang jarang *down* atau hampir tidak pernah *maintenance* akan lebih baik. Berbeda dengan web yang menggunakan *hosting* sendiri terlebih yang memakai *server* lokal biasanya lebih sering *down*, tentu ini akan berdampak buruk terhadap perkembangan *SEO*. Kemudian, web yang memakai *hosting* sendiri lebih rentan terhadap ancaman *hacker*.

Pada penelitian ini akan membahas hal yang berbeda dari referensi atau tinjauan pustaka yang sudah dijelaskan sebelumnya, yang hanya fokus pada optimasi *image* saja, maka penelitian ini akan membahas lebih rinci mengenai konten blog dan juga *SEO On Page* serta menyinggung optimasi konten gambar. Penelitian ini akan memanfaatkan *Google Webmaster Tools* untuk mengelola dan memonitor perkembangan optimasi *SEO*, bukan menggunakan *Webometric* sebab tidak membahas tentang web akademik, serta pada penelitian ini akan dibahas mengenai *SEO On Page* dan juga *SEO Off Page*, perbandingan antara posisi blog sebelum dioptimasi atau diterapkan teknik *SEO* dengan posisi blog setelah diterapkan teknik *SEO*.

SEO merupakan ilmu atau panduan yang perlu dimengerti jika anda ingin *website* anda menduduki peringkat tinggi di *Search Engine*. Dengan memiliki teknik yang benar, kemungkinan *website* berada di posisi lebih tinggi akan meningkat. SEO tidak sesulit pikiran orang. Intinya bagaimana *website* anda mendapatkan posisi tinggi di hasil pencarian *Search Engine* atau *Search Engine Results Position* (SERP). Apakah sebenarnya SEO itu? Jawabnya adalah pengoptimalan *website* sehingga *website* berada di posisi optimal. Menurut penelitian, hampir 80% persen pengunjung *website* didapatkan dari *Search Engine*. Dengan mendapatkan posisi tinggi, otomatis orang yang mengunjungi *website* akan lebih banyak dibandingkan *website* yang mendapatkan posisi rendah di SERP-nya (Zaki, 2009).

Mesin pencari atau *Search Engine* adalah suatu program komputer yang dirancang untuk membantu, mempermudah, mempercepat seseorang menemukan informasi atau data yang diinginkan. Mesin pencari internet (web) bekerja dengan cara menyimpan informasi dalam bentuk halaman web dengan jumlah yang sangat banyak ke dalam *database*nya. Halaman web yang tersimpan dalam *database* diambil oleh *software (robot) web crawler, web spider* atau nama lainnya yaitu semacam *browser* otomatis yang mengikuti setiap *hyperlink* yang ditemui pada halaman web kemudian dianalisa untuk menentukan cara mengindeksnya dalam *database* untuk digunakan dalam pencarian selanjutnya. Ketika seseorang menggunakan mesin pencari dan memasukkan kata kunci/*keyword (query)* selanjutnya mesin pencari akan mencari dalam indeks *database* dan memberikan daftar hasil halaman web beserta urutannya yang paling sesuai dengan kriteria algoritma (Andre, 2013).

Search engine bergantung pada program *robot* yang sangat rumit biasa disebut algoritma. *Robot* ini melakukan 4 hal, yaitu menjelajahi *internet*, mengumpulkan data ke dalam indexnya, menilai penekanan relevansi pada setiap halaman, dan memberikan ranking pada setiap halaman berdasarkan

relevansinya dengan suatu kata kunci. Setelah *spiderbot* sampai ke halaman blog, maka akan membaca semua teks (tulisan) yang ada pada halaman tersebut tersebut lalu menyimpannya ke *database Search Engine*. Halaman yang sudah dibaca, akan dianalisa dan disusun berdasarkan persentase jumlah kata, penekanan-penekanan dengan menggunakan *title tag, meta description, bold*, dan lain-lain. Proses ini sangatlah rumit, dan menggunakan banyak algoritma untuk mengenali, yang mana yang penting, dan yang mana tidak penting. Setelah di analisa, maka data-data ini disimpan untuk dipanggil kapanpun ada *query* yang membutuhkan.

Halaman-halaman web yang disimpan di dalam *database Search Engine* mempunyai begitu banyak parameter. Semua kata pada halaman tersebut akan dihitung untuk menentukan relevansi halaman tersebut. Teks Jangkar pada link yang masuk pun diperhitungkan, dan ada begitu banyak lagi parameter yang menjadi penilaian suatu halaman. Google menyatakan bahwa ada lebih dari 200 faktor yang menjadi parameter untuk menentukan poin relevansi suatu halaman (Pratama, 2013).

Google Webmaster Tools adalah sebuah fitur grafis yang disediakan oleh Google untuk mempermudah para *Webmaster* dalam meningkatkan performa *website* mereka didalam pencarian *Search Engine* Google. Google dapat membantu mendiagnosa masalah yang muncul, memperbolehkan berbagi info dengan *user internet* di seluruh dunia, serta membantu meningkatkan visibilitas yang ingin dicapai oleh *website* melalui hasil dari pencarian *GoogleBot*.

Dengan adanya *Google Webmaster Tools*, dapat secara aktif menyuguhkan data halaman web kepada Google. Jadi tidak hanya menunggu Google untuk menelusuri halaman *website*, tetapi juga bisa memancing *GoogleBot* untuk menelusuri suatu *website*. Kenapa menggunakan *Google Webmaster Tools* karena mengingat bahwa mesin pencari Google memiliki

keterbatasan dalam menelusuri halaman web baru, apalagi halaman web dinamis *database* berbasis PHP dan *Javascript*. Oleh karena itu, diciptakanlah fitur *Google Webmaster Tools* untuk membantu para *Webmaster* dalam meningkatkan performa websitenya (Khafidli, 2011).

PEMBAHASAN

Tahapan perencanaan penelitian merupakan langkah-langkah penerapan atau implementasi metode teknik SEO yang akan dilakukan secara terstruktur dan urut supaya hasil yang dicapai lebih optimal. Berikut tahap-tahap perencanaan penerapan teknik SEO pada blog seperti pada Tabel 1.

Tabel 1 Tahapan Perencanaan Penelitian

No.	Tahapan	Kegiatan	Hasil Ukuran
1.	Pembuatan Blog	<ul style="list-style-type: none"> - Penetapan tema dan judul blog - Memulai membuat blog. - Pengaturan pada blog. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tema dan judul telah sesuai <i>keyword</i> yang diincar. - Blog sudah siap digunakan. - Konfigurasi blog sudah sesuai panduan SEO.
2.	Penerapan SEO <i>Onpage</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Optimasi kata kunci blog. - Optimasi struktur blog. - Optimasi isi konten blog. - Optimasi gambar. - Optimasi <i>sitemap</i> blog. - Optimasi <i>link</i> pada blog. - Optimasi <i>file robots.txt</i> - Optimasi Google Webmaster - Optimasi Google Analytics 	<ul style="list-style-type: none"> - Menemukan <i>keyword</i> yang banyak dicari pada Google. - Posisi artikel berada di sebelah kiri <i>sidebar</i>. - Isi konten blog di optimasi dengan memberi <i>keyword</i>. - Pemasangan tag <i>Alt</i> pada gambar. - Mempercepat proses indeks artikel blog. - Penggunaan tag <i>rel</i> pada <i>link</i>. - Pemakaian untuk perintah <i>disallow</i> dan <i>allow</i>. - Pengoptimalan kinerja SEO pada blog. - Analisis <i>visitor</i> pada blog.
3.	Penerapan SEO <i>Offpage</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Komentar di blog <i>dofollow</i>. - Membangun <i>dummy</i> blog. - Posting di forum <i>dofollow</i>. - <i>Submit</i> di <i>Social Bookmark</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mendapatkan <i>backlink</i> pada blog <i>dofollow</i> dan komentar telah tampil. - Semua blog <i>dummy</i> sudah terindeks pada Google dan menautkan <i>link</i> ke blog utama. - Komentar sudah muncul dan mendapat <i>backlink dofollow</i> dari forum. - Selesai <i>submit</i> artikel blog dan sudah <i>terindex</i> pada Google.

Hal - hal yang perlu dilakukan supaya teknik SEO berhasil sehingga posisi blog pada SERP (*Search Engine Result Page*) berada di halaman pertama atau mungkin posisi teratas, maka diperlukan optimalisasi unsur - unsur pendukung yang merupakan bagian penting dari *Search Engine Optimization*

(SEO) dapat dibagi menjadi 2 (dua), yaitu *SEO on-page* dan *SEO off-page*.

Optimasi *SEO Onpage* merupakan metode SEO yang dikerjakan secara langsung pada blog atau web itu sendiri dan hasilnya serta efeknya bisa dirasakan langsung oleh pengunjung blog dengan melihat secara grafis dan

juga bisa dilihat oleh *robot spider* mesin pencari (dengan membaca kode html halaman). Penerapan teknik *SEO Onpage* harus dilakukan terlebih dahulu sebelum melakukan teknik *SEO Offpage*, karena hal ini sangat penting untuk peringkat blog pada SERP Google. *SEO Onpage* terdiri dari beberapa hal yaitu dengan menggunakan Kata Kunci, struktur blog, isi konten blog, gambar, peta, link, robot.txt, google webmaster tools, dan google analyt

Optimasi *SEO Onpage* dengan Menggunakan Kata Kunci. Penggunaan kata kunci pada blog sangat penting sekali dan hal ini yang melatarbelakangi penggunaan teknik *SEO*, maka dari itu hal yang pertama harus dilakukan pada *SEO Onpage* adalah memilih kata kunci atau *keyword* karena pengunjung yang berasal mesin pencari menyetikkan suatu kata kunci di kotak pencarian Google. Jadi sudah saatnya memikirkan perkiraan kata kunci yang akan diinginkan oleh pengguna Google dan memungkinkan menemukan suatu blog atau web yang akan dijadikan bahan penelitian ini.

Optimasi *SEO Onpage* pada Struktur Blog. Metode *SEO Onpage* ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas dari blog itu sendiri dengan mengoptimalkan *template* yang dipakai blog tersebut. Contoh penggunaan metode ini meliputi tata letak *sidebar*, ukuran huruf artikel, penggunaan kata baku (bukan bahasa gaul), meminimalisir penggunaan *iframe* dan media *flash* seperti *widget* atau *banner*, pemakaian *header* halaman blog, serta penggunaan *meta tag* dan *title tag*.

Optimasi *SEO Onpage* pada Isi Konten Blog. Optimasi ini fokus pada isi artikel dan juga yang berhubungan dengan isi blog, antara lain menentukan kata kunci pada judul artikel blog, pemakaian *heading tag* pada judul artikel dan label, seleksi para komentator artikel blog.

Optimasi *SEO Onpage* pada Gambar. Penggunaan gambar pada blog terutama gambar yang terdapat pada konten artikel blog memang dianjurkan, karena bukan hanya berfungsi

memperindah konten blog namun juga mempertegas maksud dari isi konten artikel blog tersebut. Tidak banyak yang terlalu memperhatikan bahwa gambar pada konten blog bisa mempengaruhi *SEO*.

Optimasi *SEO Onpage* dengan *Sitemap* (Peta Situs). Peta situs atau *Sitemap* suatu blog memberikan kesempatan untuk robot mesin pencari lebih mudah menjelajahi seluruh isi blog karena pada *sitemap* tercantum semua artikel blog, dengan begini akan memudahkan dalam hal *index* ke dalam *database* mesin pencari.

Optimasi *SEO Onpage* pada *Link.Link* atau tautan pada suatu blog baik itu terdapat pada artikel blog atau pada bagian lain pada blog sangat penting peranannya, *link* berfungsi untuk mengaitkan satu halaman ke halaman lain, bisa itu *internal links* (masih berada di blog tersebut) atau memakai *external links* (tautan menuju web lain), maka dari itu optimalisasi *link* akan mempengaruhi juga terhadap *SEO*.

Optimasi *SEO Onpage* pada *robots.txt*. *Filerobots.txt* adalah sebuah *file* yang digunakan sebagai pemberi peringatan kepada robot mesin pencari supaya melakukan apa yang tercantum pada *file robots.txt* tersebut, perintah itu memberikan info untuk dapat mengindeks direktori web atau yang tidak diperbolehkan untuk mengindeks direktori tertentu suatu web karena masalah privasi, misalnya halaman admin (bagi yang menggunakan *self hosting*).

Optimasi *SEO Onpage* dengan *Google Webmaster Tool*. Menggunakan layanan produk dari Google yaitu *Google Webmaster Tools* sangat mutlak diperlukan sebab pada *Google Webmaster Tool* sangat berperan terhadap kinerja *SEO* suatu blog pada Google, baik itu tentang indeks blog, data kata kunci yang masuk ke dalam blog, dan lain sebagainya.

Optimasi *SEO Onpage* dengan *Google Analytics*. Untuk memantau dan juga memonitor aktifitas suatu blog dengan memanfaatkan *Google Analytics*, yaitu berupa data laporan statistik total

jumlah pengunjung blog baik itu dalam jangka waktu harian atau bulanan.

Optimasi *SEO Offpage*. Optimasi *SEO Offpage* merupakan kebalikan dari metode *SEO Onpage* yang mengoptimalkan dari blog itu sendiri sedangkan optimasi *SEO Offpage* dilakukan dibalik layar yang tidak akan sepenuhnya diketahui oleh pengunjung blog tentang aktifitas yang dilakukan oleh pemilik blog untuk optimisasi *SEO Offpage*, namun tujuan utama dari *SEO Offpage* tetap untuk menghadirkan kedatangan *robot* mesin pencari yang berasal dari web lain datang ke blog tersebut, dengan begitu blog yang di optimasi akan memperoleh reputasi lebih oleh mesin pencari serta dapat juga mendatangkan pengunjung tambahan yang berasal dari situs lain. Jadi optimasi *SEO Offpage* pada intinya adalah bagaimana mempromosikan blog sekaligus mencari *backlink* yang berkualitas sebanyak-banyaknya. Ada beberapa langkah yang termasuk ke dalam *SEO Offpage* yaitu : Mencari blog *Dofollow* dan memberikan komentar, membangun dan membuat *dummy* blog, memberikan posting pada forum *Dofollow*, dan submit artikel blog di *Social Bookmark*

Mencari blog *Dofollow* dan memberikan komentar Banyak dari para blogger yang memuat informasi tentang daftar blog yang menganut *dofollow*, bisa dicari dengan mengetikkan kata kunci "Daftar blog *dofollow*" pada kotak pencarian Google. Cara ini merupakan hal yang paling mudah bagi yang masih pemula dalam mempelajari ilmu SEO, namun harus diperhatikan bahwa komentar harus sesuai dengan topik artikel yang dibahas jika tidak ingin disebut *out of topic* atau oot.

Membangun dan membuat *dummy* blog. Dengan membangun blog lain untuk menunjang blog utama, maka akan memperkuat kinerja SEO pada blog yang akan di optimasi. Lebih banyak *dummy* blog akan lebih baik, dengan memberikan tautan antar satu *dummy* blog ke lainnya lalu masing-masing *dummy* blog memberikan tautan kepada blog utama, metode ini biasa disebut *linkwheel*.

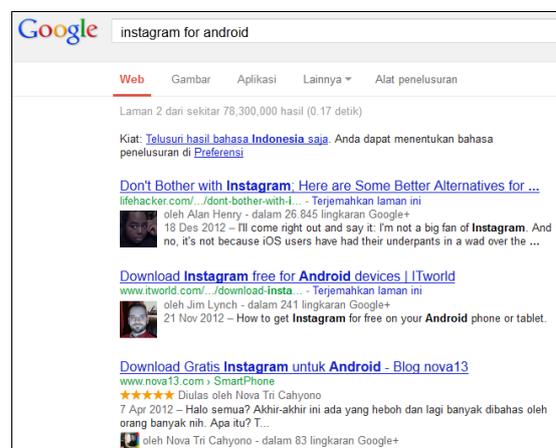
Memberikan posting pada forum *Dofollow*. Memanfaatkan berbagai forum diskusi *online* yang mempunyai banyak member akan sangat membantu dalam hal optimasi *SEO Offpage*, terlebih lagi *backlink* yang diberikan dari forum tersebut adalah *dofollow*. Posting disini adalah dengan membuat *thread* baru atau memberikan komentar.

Submit artikel blog di *Social Bookmark*. Sudah banyak sekali jenis *Social bookmark* yang sudah ada, namun harus secara cermat untuk memilih *social bookmark* apa yang mempunyai reputasi bagus, mempunyai *PageRank* tinggi, artikelnya cepat terindeks di Google, serta tentunya yang memiliki *link dofollow* akan menjadi prioritas utama.

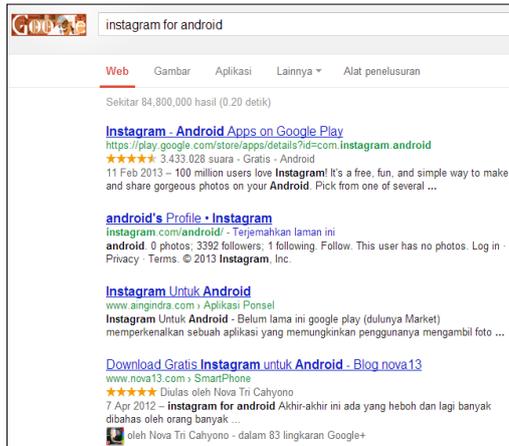
Setelah dilakukan beberapa kali pengujian posisi blog pada Google SERP mulai dari tanggal 17 Februari 2013 sampai tanggal 4 Maret 2013 didapatkan beberapa hasil posisi blog yang bisa dilihat seperti pada Tabel 2 serta tampilan *Screenshot* pada Gambar 1 dan Gambar 2.

Tabel 2 Hasil Pengujian Posisi blog pada Google SERP

No.	Tanggal pengujian	Waktu/jam (WIB)	Posisi blog
1.	17-02-13	23.02	13
2.	18-02-13	21.25	10
3.	20-02-13	15.17	8
4.	27-02-13	23.21	5
5.	04-03-13	13.00	4



Gambar 1 Posisi blog pada SERP (17 Februari 2013)



Gambar 2 Posisi blog pada SERP (4 Maret 2013)

KESIMPULAN

Tujuan utama dari penerapan teknik SEO adalah supaya posisi blog selalu berada di halaman pertama dan posisi teratas dari Google SERP dengan kata kunci tertentu sehingga kemungkinan blog lebih sering dikunjungi.

Penentuan kata kunci atau keyword sangat penting sebelum dilakukannya penerapan teknik SEO pada blog, dapat diperoleh dengan riset kata kunci pada *Google Adwords* dan *Google Trends* atau mengoptimalkan kata kunci yang masuk pada blog dengan *Google Webmaster Tools*.

Dalam tahap penerapan teknik SEO pada blog, langkah pertama yang harus dikerjakan terlebih dahulu adalah mengoptimalkan dengan metode *SEO Onpage* baru kemudian dilakukan penerapan metode *SEO Offpage*. Unsur-unsur penunjang teknik SEO yaitu metode *SEO Onpage* dan *SEO Offpage* telah bekerja dengan baik.

Hasil yang didapatkan setelah dilakukan penerapan teknik SEO dan dengan sebelum diterapkannya teknik SEO menunjukkan perkembangan yang positif dan dibuktikan bahwa posisi blog pada Google SERP naik peringkat dari percobaan sebelumnya. Metode *SEO Offpage* yang merupakan bagian dari penerapan teknik SEO memiliki peranan yang paling besar terhadap perkembangan SEO pada blog. Apabila

hanya menerapkan metode *SEO Onpage* saja maka hasil yang didapatkan tidak akan maksimal.

Penerapan metode *SEO Offpage* tidak bisa dilepaskan dengan tujuan utamanya adalah mencari *backlink dofollow* yang berkualitas.. Penerapan teknik SEO pada blog baik itu dengan metode *SEO Onpage* atau *SEO Offpage* sebagian besar juga bisa diterapkan pada web yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Andre, 1 Februari 2013, *Pengertian Mesin Pencari - Search Engine*, <http://lenterakecilku.blogspot.com/2012/02/pengertian-mesin-pencari-search-engine.html>
- Hermawan, Irwan., 2010, *Penerapan Konsep Seo (Search Engine Optimization) Pada Situs Web Hosting (Studi Kasus: Hostinggokil.Com)*, Skripsi, Teknik Informatika, Universitas Komputer Indonesia, Bandung
- Hernawati, Kuswari., 16 Januari 2013, *Optimalisasi SEO (Search Engine Optimizer) sebagai upaya meningkatkan unsur Visibility dalam Webometric*, <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/seo%20webometric.pdf>
- Khafidli, M. F., 2011, *Trik Menguasai HTML5, CSS3, PHP Aplikatif*, Penerbit Lokomedia, Yogyakarta
- Prasetyo, F.D., 2012, *Analisa Dan Implementasi Seo (Search Engine Optimization) Konten Website Untuk Algoritma Google Panda Dan Yahoo*, Naskah Publikasi, Teknik Informatika, STMIK AMIKOM, Yogyakarta
- Pratama, Ricky., 10 Februari 2013, *Bagaimana cara kerja search engine?*, <http://trikmudahseo.blogspot.com/2012/04/bagaimana-cara-kerja-search-engine.html>
- Santoso, J.T., 2010, *Analisis Dan Penerapan Metode Seo (Search Engine Optimization) Image Untuk Meningkatkan Serp (Search Engine Result Page)*, Naskah Publikasi, Teknik Informatika, STMIK AMIKOM, Yogyakarta

Zaki, Ali., 2009, *Mudah dan Cepat
Membuat Website dengan Drupal
CMS*, Penerbit ANDI, Yogyakarta

PENGARUH PENGASAMAN PADA SPESIASI CU(II) DALAM SISTEM ASAM HUMAT-AIR

Sri Sunarsih¹, Sri Juari Santosa², Mudasir³

¹ Teknik Lingkungan, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
^{2,3} Jurusan Kimia, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

Masuk: 15 Maret 2013, revisi masuk: 6 Juni 2013, diterima: 13 Juli 2013

ABSTRACT

The influences of acidify and humic acid (HA) weight on Cu(II) speciation in humic acid-water system has been studied. The HA was extracted from peatsoil in Siantan, Pontianak, West Kalimantan. The Cu(II) solution was made from Cu(SO)₄.5 H₂O crystal of E.Merck for analytical grade. The acidify effect test carried out with 50 mL of Cu(II) solution in 100 ppm concentration then varied their pH level at 4, 5, 6, 7 and 8. To each solution added with 30 mg of HA, be interacted in 1 hour, and then settled in 24 hour to be equilibrium. The same procedure were done to prepare the solutions for determining the effect of HA weight on Cu(II) speciation. The weight of HA varied at 20, 40, 60, 80 and 120 mg with pH solution 5,0. The concentration of total Cu and hydrated Cu(II) were determined using Atomic Absorption Spectrophotometer and Ionic Selective Electrode (ISE), respectively. Based on measurement of total Cu and hydrated Cu known that if the initial pH of solution higher, the absorption of Cu to HA became higher too. The fraction that was not absorbed distributed as hydrated Cu and Cu-AH complex that their concentration was in equilibrium at pH value of 5,0. The result of pH measurement at the equilibrium, the value of K_{sp} Cu(OH)₂ and calculation of OH⁻ indicated that there were no deposition of Cu(OH)₂ formed. The measurement also indicated that if the more weight of HA applied on the interaction, the absorption to Cu became higher. The fraction that was not adsorbed increasingly as Cu-AH complex.

Keywords: acidify, humic acid, speciation, humic acid water

INTISARI

Telah dilakukan uji pengaruh pengasaman dan berat asam humat terhadap spesiasi tembaga(II) dalam sistem asam humat-air. Asam humat diperoleh dari ekstraksi tanah gambut yang berasal dari Siantan, Pontianak, Kalimantan Barat, dan larutan tembaga dibuat dari kristal Cu(SO)₄.5 H₂O dari E.Merck .berkualitas analitis. Uji pengaruh pengasaman terhadap spesiasi tembaga(II) dalam sistem AH-air dilakukan dengan menambahkan 30 mg asam humat (AH) ke dalam 50 mL larutan Cu(II) konsentrasi 100 ppm yang divariasi pH awalnya pada 4, 5, 6, 7 dan 8, kemudian diinteraksikan selama 1 jam dan dibiarkan berkesetimbangan selama 24 jam. Cara yang sama dilakukan untuk uji pengaruh AH terhadap spesiasi tembaga(II), dengan variasi berat dari 20, 40, 60, 80 dan 120 mg dan pH larutan diatur sebesar 5,0. Untuk mengamati besarnya spesies Cu(II) yang terhidrat dilakukan pengukuran dengan elektroda selektif ion (ESI) merk Metrohm dan untuk mengukur Cu(II) total yang masih tinggal di larutan digunakan spektrofotometer serapan atom (SSA) merek Perkin Elmer model 3110. Selisih antara Cu(II) total dengan Cu(II) terhidrat adalah fraksi Cu yang membentuk kompleks dengan asam humat (Cu-AH). Berdasar pengamatan pengaruh pengasaman spesies Cu(II) dalam sistem asam humat-air, maka semakin tinggi pH awal untuk interaksi, fraksi logam yang teradsorpsi makin besar. Cu(II) yang tak teradsorp oleh AH terdistribusi sebagai Cu-terhidrat dan senyawa kompleks Cu-AH. Kedua spesies ini konsentrasinya hampir berimbang pada pH awal interaksi 5,0. Dari data pengukuran pH kesetimbangan, nilai K_{sp} Cu(OH)₂ dan hasil perhitungan konsentrasi OH⁻, maka dapat

dipastikan tidak ada Cu(II) yang mengendap sebagai Cu(OH)₂. Sedangkan pengaruh AH terhadap spesiasi Cu(II) menunjukkan bahwa semakin besar berat AH, Cu yang teradsorpsi juga semakin banyak, sementara yang masih terdapat dalam larutan makin banyak yang berbentuk sebagai kompleks Cu-AH dan spesies Cu terhidrat makin sedikit.

Kata kunci: pengasaman, asam humat, spesiasi, tembaga

PENDAHULUAN

Toksisitas, bioavailabilitas, bioakumulasi, mobilitas dan kemampuan spesies kimia untuk dapat terdegradasi secara biologis bergantung pada macam spesies kimianya. Penelitian spesiasi menjadi menarik bagi kimiawan yang mempelajari toksikologi dan penanganan kimia air alam; bagi ahli biologi menyangkut pengaruh spesies kimia pada binatang dan tumbuhan dan bagi ahli geokimia untuk investigasi kemungkinan transport unsur dalam lingkungan (Mota and Goncalves, 1996).

Spesiasi adalah proses untuk memperoleh bukti tentang bentuk atom atau molekul pada suatu analit termasuk kombinasi molekul secara spesifik dari suatu unsur dan perbedaan keadaan oksidasi atom-atomnya. Definisi ini dapat mencakup senyawa organik maupun anorganik. Spesiasi juga diperdebatkan apakah termasuk proses untuk mendapatkan unsur yang ditentukan, misal berdasar kemampuan untuk terlindi dari matriks kompleks seperti tanah atau sedimen (Caroli, 1996).

Interpretasi spesiasi diperlukan untuk menetapkan bentuk unsur kimia yang memiliki potensi merugikan lebih besar pada organisme maupun ekosistem, dan untuk mengklarifikasi spesies unsur esensial mana yang *bioavailable*. Atau dengan kata lain pada logam *trace* spesiasi diperlukan untuk mengetahui fraksi yang larut dalam air yang penting bagi nutrisi tanaman dan mengetahui bentuk kation yang bersifat toksik bagi tanaman. Kedua aspek ini memiliki peran krusial untuk mengembangkan kimia bioanorganik yang menunjang perawatan dan kesejahteraan manusia (Caroli, 1996 dan Stevenson, 1994).

Bahan yang terhumifikasi dikenal sebagai senyawa humat, merupakan makromolekul yang strukturnya sangat

rumit, berwarna kuning sampai hitam, bersifat asam dan merupakan polimer organik yang heterogen. Senyawa ini memiliki gugus hidrofobik dan hidrofilik bermuatan, merupakan polielektrolit yang tahan panas, dengan rentang berat molekul yang luas (Lorenzo et al, 2002).

Senyawa humat berasal dari sisa tanaman dan hewan melalui proses mikrobial dari dekomposisi plankton dan organisme laut. Senyawa ini dapat berada dalam lingkungan tanah dan perairan sebagai materi utama karbon organik. Dalam sistem perairan, senyawa humat mencakup 60-80% karbon organik terlarut; dan di lautan persentasenya dapat lebih kecil (Lorenzo et al, 2002). Konsentrasi senyawa humat di perairan mencapai 2 - 40 mg/L, di dalam tanah mencapai 60-70% zat organik tanah (Jones and Bryan, 1998).

Berdasar berat molekul dan kompleksitasnya, senyawa humat dapat dibagi menjadi 3 fraksi: humin (fraksi tidak larut), asam humat (yang mengendap pada pH asam), dan asam fulvat (fraksi yang larut) (Mota and Goncalves, 1996; Aster et al, 1997; Plavsic and Cosovic, 1999).

Interaksi material humat dengan ion logam sudah banyak dikaji, baik pada permukaan maupun dalam larutan. Juga dikaji konstanta stabilitas senyawa kompleks material humat dengan sejumlah ion logam (Plavsic and Cosovic, 1999).

Kapasitas senyawa humat mengikat ion logam hampir sama dengan jumlah gugus fungsional asam, terutama -COOH (Stevenson, 1985). Menurut Aster et al (1997) kapasitas kompleksnya terhadap ion logam 0,5 -1,5 mmol logam berat per gram senyawa humat. Faktor lain yang mempengaruhi kapasitas pengikatan logam meliputi pH, kekuatan ion, berat molekul (Mr) dan banyaknya gugus fungsional lain. Pada setiap nilai pH dan kekuatan ion, jumlah kation

trivalen yang terikat lebih besar dibanding kation divalen. Kation divalen yang terikat kompleks koordinasi kuat (misal Cu) akan terikat lebih besar dibanding kation yang terikat secara lemah, misalnya Ca dan Mg (Stevenson, 1985).

Besarnya kelarutan kompleks kation polivalen dengan asam humat dan fulvat, bergantung pada derajat kejenuhan (banyaknya humat yang jenuh dengan ion logam), pH, serapan kompleks pada mineral (misalnya lempung) dan biodegradasi. Pada nilai pH tertentu, sejumlah kation trivalen dan divalen, efektif mengendapkan senyawa humat dari larutannya yang sangat encer, sedang kation monovalen hanya efektif pada konsentrasi yang relatif tinggi (Stevenson, 1985).

Asam humat tersebar hampir di semua lingkungan perairan dan tanah. Pembentukan senyawa kompleks humat-logam mempengaruhi mobilitas, transport, segregasi, availabilitas logam berat dan pengendapan logam *trace* di tanah, sedimen, batuan sedimen dan berbagai endapan biogenik. Beberapa logam terikat pada kompleks humat yang tak larut. Asam humat berperan penting dalam pelapukan batuan dan mineral secara kimia. Dalam ekosistem hutan, asam humat mengimobilisasi Pb dan Cd dengan kompleksasi di dasar hutan (Stevenson, 1985; Aster et al, 1997; dan Stevenson, 1994). Kemampuan humat membentuk kompleks inilah yang sangat mempengaruhi sifat toksik tidaknya polutan logam di lingkungan perairan dan tanah (mempengaruhi *bioavailabilitas*).

Beberapa senyawa organik dapat diadsorpsi asam humat meliputi senyawa non ionik seperti benzena, halobenzena, hidrokarbon terklorinasi seperti tetra dan trikloroetilen, PCBs, senyawa nitrogen seperti anilin dan urea, pestisida dan herbisida, asam amino seperti glisin, asam aspartat, alanin, serin dan asam glutamat (Sanjay et al, 1999 dan Mota and Goncalves, 1996). Sifat asam humat yang dapat berinteraksi dan mengadsorpsi senyawa-senyawa ionik maupun non ionik, menyebabkan senyawa tersebut banyak dimanfaatkan sebagai adsorben polutan, bahkan sering

dengan diimbangkan (impregnasi) pada bahan lain seperti kitin dan silika gel.

Kemampuan asam humat mengikat logam, membentuk kompleks yang tinggi serta mengadsorpsi senyawa-senyawa non ionik menyebabkannya secara langsung maupun tidak, dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Secara langsung dengan memperbaiki kesuburan tanah dengan mengubah kondisi fisik, kimia, dan biologi tanah. Secara tidak langsung dengan merangsang pertumbuhan tanaman melalui pengaruhnya terhadap metabolisme serta proses-proses fisiologi dalam tanaman (Tan, 1998). Asam humat juga mempengaruhi beberapa reaksi fotokimia.

Tembaga merupakan unsur esensial bagi organisme (baik tumbuhan maupun hewan), terdapat dalam banyak metabolisme enzimatik yang melibatkan reaksi redoks. Namun Cu sangat toksik terhadap berbagai organisme jika konsentrasinya di lingkungan berlebihan terutama dalam sistem perairan. Selain Hg dan Ag, Cu adalah satu logam paling toksik terhadap fitoplankton laut, larva bivalve, larva ekinoderm dan larva krustacea (Lorenzo et al, 2002; Lu and Johnson, 1997; dan Plavsic and Cosovic, 1999).

Tembaga yang mencemari lingkungan dapat berasal dari limbah industri dan pelapukan mineral, yang dapat berubah menjadi tak bermuatan dan merupakan polutan yang serius jika mencapai level toksik (Lu and Johnson, 1997). Morel dalam Lorenzo et al (2002) mengemukakan bahwa *bioavailabilitas* logam terlarut bersesuaian dengan aktivitas ion bebasnya. Ini sesuai dengan yang dikemukakan Lu and Johnson (1997) bahwa beberapa efek racun Cu diakibatkan oleh ion logam bebas. Srna dalam Caroli (1996) dan Mota and Goncalves (1996), juga memperlihatkan hubungan aktivitas Cu(II) dalam air laut dengan efek toksik Cu terhadap fitoplankton dan organisme yang lebih tinggi.

Tahap pertama masuknya logam ke organisme meliputi transport kation menembus membran plasma. Karena sifat hidrofobiknya, lipid membran

merupakan penghalang untuk difusi ion secara sederhana. Transport logam biasanya diasumsikan dimediasi oleh protein trans membran dengan gugus pengompleks yang mengikat logam (Lorenzo et al, 2002).

Karena *bioavailabilitas* dan toksisitas logam terhadap organisme hidup dalam sistem perairan bergantung pada spesiasi logam tersebut, maka spesiasi ion Cu(II) pada setiap konsentrasi mempunyai pengaruh bermakna pada peran serta ion logam ini dalam proses biokimia, transportnya di lingkungan dan akumulasinya pada sedimen dan tanah (Lorenzo et al, 2002 dan Lu and Johnson, 1997).

Tembaga dapat membentuk kompleks stabil dengan ligan organik yang ada dalam air. Seperti logam lain, interaksi Cu dengan permukaan di perairan (materi koloid tersuspensi), sedimen dan biota (bakteri, sel fitoplankton) juga dimediasi oleh keberadaan molekul-molekul organik pada permukaan, terutama yang dominan adalah senyawa humat (Plavsic and Cosovic, 1999). Kapasitas senyawa humat mengikat ion Cu berkisar 48 - 160 mg Cu per gram asam humat. Dengan asumsi kandungan karbon asam humat sebesar 56% , satu atom Cu akan diikat oleh 20 -60 atom karbon dalam kompleks yang jenuh. Menurut Lees dalam Stevenson (1985) satu atom Cu dapat mengikat 60 atom C dalam asam humat gambut.

Kompleksasi asam humat dengan Cu(II) penting karena pembentukan kompleks Cu-humat yang larut dalam air akan menekan hidrolisis ion Cu(II) dan menyebabkan pH turun akibat proses pertukaran proton dari ligan (asam humat) dengan ion logam. Kompleksasi mengurangi toksisitas Cu(II) karena menyebabkan penurunan asupan ion Cu(II) ke dalam tumbuhan khususnya pada pH rendah. Beberapa kajian memperlihatkan bahwa kompleksasi Cu(II) bergantung pada pH dan konsentrasi senyawa humat. Juga terlihat bahwa Cu lebih larut dan lebih mudah bergerak pada air yang mengandung humat, dan merupakan faktor penting pada transport Cu(II) di lingkungan

perairan (Lu and Johnson, 1997). Adanya asam humat akan menaikkan kelarutan dan menghambat adsorpsi Cu pada partikulat lempung. Atau sebaliknya, pada beberapa kasus, keberadaan asam humat justru akan menambah total toksisitas sistem karena menghalangi pengendapan, serta menahan logam tetap berada dalam larutan (Jones and Bryan, 1998).

Meskipun Lakatos (1977) dalam Stevenson (1985) mengatakan bahwa Cu(II) terikat oleh asam humat dengan atom donor N dan 2 gugus karboksilat, namun McBride (1978) dalam Stevenson (1985) mengatakan hanya donor oksigen (COO⁻) yang terlibat dan hanya membentuk ikatan tunggal. Manunza et al, dalam Xia (1997) menunjukkan bahwa meskipun gugus fenolik berperan penting dalam ikatan logam, Cu memperlihatkan afinitas yang lebih besar pada gugus karboksilat.

METODE

Dalam penelitian ini digunakan asam humat yang diisolasi dari tanah gambut yang berasal dari Siantan, Pontianak, Kalimantan Barat, merupakan daerah yang tidak dipakai untuk aktivitas pertanian dan jauh dari pemukiman.

Bahan kimia yang dipakai berkualitas analitik, produksi E. Merck meliputi kristal NaOH, HCl pekat, KOH, HNO₃, kristal CuSO₄.5H₂O, akuades dan akuabides.

Alat-alat yang digunakan terdiri atas pH meter Hanna Instrumen model 8013 beserta larutan buffer standar pH 4,01 dan 7,01, spektrofotometer serapan atom (SSA) merek Perkin Elmer model 3110, elektroda selektif ion (ESI) merk Metrohm beserta elektroda Cu, seperangkat alat gelas, alat pengaduk magnetik merek Simadzu, neraca analitis dan kertas saring Whatman 42.

Pengaruh pengasaman pada spesiasi Cu(II) dalam sistem asam humat-air

Dibuat sederet larutan Cu(II) 100 ppm dengan volume 50 mL dan pHnya diatur pada harga 4,0; 5,0; 6,0; 7,0 dan 8,0 dengan HNO₃ dan atau NaOH 0,1 M. Ke dalam larutan ini masing-masing ditambahkan 30 mg asam humat dan

diinteraksikan selama 1 jam. Sistem dibiarkan selama 24 jam agar berkesetimbangan, kemudian disaring dengan kertas Whatman 42. Filtratnya sebagian diencerkan 20 kali untuk diukur Cu totalnya dengan metode SSA. Sebagian yang lain diamati konsentrasi Cu(II) terhidratnya dengan metode ESI. Selisih dari 2 pengukuran tersebut menunjukkan konsentrasi kompleks Cu-asam humat (Cu-AH).

Pengaruh asam humat pada spesiasi Cu(II) dalam sistem asam humat-air

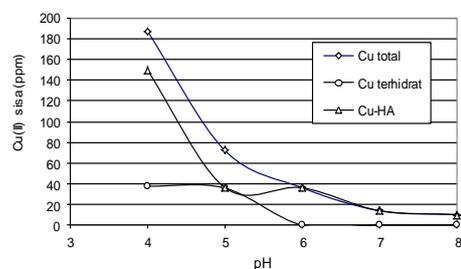
Dibuat sederet larutan Cu(II) 100 ppm dengan volume 50 mL diatur pHnya 5,0 (pH yang menghasilkan Cu(II) terhidrat dan Cu-AH berimbang), kemudian ditambah asam humat secara bervariasi mulai dari 20, 40, 60, 80, 100 dan 120 mg. Larutan dikocok selama 60 menit, dibiarkan selama 24 jam agar berkesetimbangan, kemudian disaring dengan kertas Whatman 42. Filtratnya sebagian diencerkan 20 kali untuk diukur Cu totalnya dengan metode SSA. Sebagian yang lain diamati konsentrasi Cu(II) terhidratnya dengan metode ESI. Selisih dari dua pengukuran tersebut menunjukkan konsentrasi kompleks Cu-AH.

PEMBAHASAN

Pada Pengaruh pengasaman pada spesiasi Cu(II) dalam Sistem Humat-Air, maka banyaknya proton di dalam larutan secara langsung akan mempengaruhi interaksi asam humat dengan logam. Sesuai prinsip kesetimbangan, maka pada konsentrasi H^+ yang tinggi, akan menyebabkan proton pada gugus asam cenderung tidak terlepas. Konsentrasi H^+ yang tinggi ini menyebabkan permukaan asam humat dipenuhi muatan-muatan positif sehingga terjadi tolak-menolak antara muatan positif permukaan asam humat dengan muatan positif ion logam. Konsentrasi H^+ yang tinggi juga akan menyebabkan terjadinya ikatan hidrogen antar molekul asam humat sehingga gugus-gugus fungsional terikat lebih kuat dan sulit tergantikan dengan ion logam. Jika pH tinggi (konsentrasi H^+ rendah), gugus-gugus fungsional akan

terdeprotonasi sehingga lebih mudah mengadsorpsi ion logam.

Hasil pengamatan pengaruh pengasaman terhadap spesiasi Cu(II) dalam sistem asam humat-air dapat diamati pada gambar 1. Gambar 1 tersebut menunjukkan bahwa sisa Cu total (yang tak teradsorpsi) makin kecil sejalan dengan bertambahnya pH awal interaksi. Hal ini menunjukkan bahwa makin tinggi pH awal untuk interaksi logam dengan asam humat, fraksi yang teradsorpsi makin besar, dan membuktikan bahwa makin tinggi pH awal, maka gugus-gugus fungsi pada AH makin terdeprotonasi dan makin mudah mengadsorpsi logam.



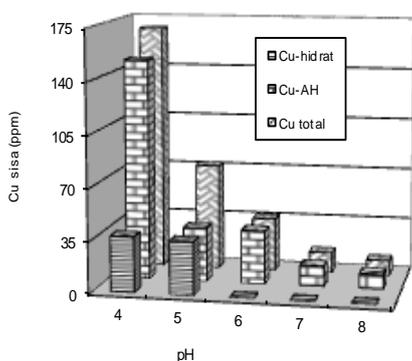
Gambar 1. Pengaruh pengasaman terhadap spesiasi Cu(II) dalam sistem asam humat –air.

Fraksi yang berada dalam larutan terdistribusi sebagai Cu(II) terhidrat dan kompleks Cu-AH. Keduanya menunjukkan nilai yang makin berkurang dengan kenaikan pH awal, namun penurunan ini lebih tajam pada spesies Cu-AH.

Dari pengamatan keasaman sistem yang sudah berkesetimbangan (Tabel 1) tampak bahwa nilai pH cenderung turun apabila dibandingkan dengan pH awal. Penurunan pH cukup tajam terjadi pada larutan yang mempunyai pH awal 4,0 dan 5,0. Menurut Lu and Johnson (1997), penurunan pH ini disebabkan proses kompleksasi Cu(II) atau pertukaran Cu(II) dengan proton pada asam humat sehingga konsentrasi H^+ dalam larutan bertambah. Fakta tersebut menunjukkan bahwa Cu(II) kemungkinan besar terikat pada gugus karboksilat AH. Pendapat ini sejalan dengan yang dilaporkan oleh Xia et al(1997).

Tabel 1. Pengukuran pH larutan pada awal interaksi dan setelah kesetimbangan.

pH awal	pH kst
4,00	2,90
5,00	2,94
6,00	4,21
7,00	6,51
8,00	6,81

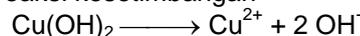


Gambar 2. Perbandingan konsentrasi Cu(II) hidrat : Cu-AH : Cu-total

Adanya kompleksasi oleh fraksi humat terlarut juga akan menekan reaksi hidrolisis Cu(II). Ini terlihat pada data pengamatan perbandingan konsentrasi Cu(II) terhidrat terhadap Cu total yang cenderung turun pada rentang pH pengamatan. Pada pH awal yang cukup tinggi, Cu(II) yang tersisa dalam larutan relatif sedikit dan cenderung membentuk kompleks. Adanya kompleks Cu-AH ini akan sangat menekan pembentukan Cu(II) terhidrat, sehingga konsentrasinya mendekati nol seperti terlihat pada Gambar 3.

Gambar 3 juga memperlihatkan bahwa spesies Cu-AH dan Cu(II) terhidrat yang terbentuk hampir berimbang pada larutan dengan pH awal 5,0. Kondisi ini menguntungkan apabila akan digunakan untuk mengamati perilaku adsorpsi kedua spesies pada permukaan suatu adsorben lain.

Di dalam larutan juga dapat terjadi reaksi kesetimbangan



$K_{SP} \text{ Cu(OH)}_2 = 2,6 \times 10^{-19}$ (Ebing and Wrighton, 1987).

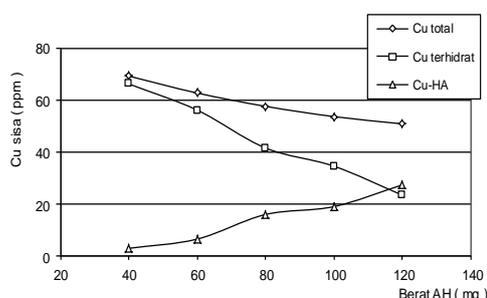
Pada awal interaksi, konsentrasi Cu terhidrat 100 ppm atau $1,573 \times 10^{-3}$ M, sehingga endapan Cu(OH)₂ secara teoritis mulai terbentuk jika $[\text{OH}^-] = 1,285 \times 10^{-8}$. Nilai ini terlampaui pada pH awal sistem 7,0 dan 8,0. Dengan demikian dapat diduga bahwa pada kondisi tersebut berkurangnya konsentrasi Cu total bukan hanya disebabkan adsorpsi asam humat, tapi bersamaan dengan pembentukan endapan Cu(OH)₂.

Dengan adanya asam humat, pH larutan Cu(II) berubah dari pH awalnya. Apabila pH setelah kesetimbangan ini diperhitungkan, maka konsentrasi OH⁻ dalam larutan Cu(II) menjadi seperti tersaji dalam Tabel 2.

Dalam Tabel 2 terlihat bahwa untuk sistem yang mengandung AH, [OH⁻] pada kesetimbangan lebih kecil dibanding [OH⁻] yang diperlukan untuk terbentuknya endapan Cu(OH)₂. Artinya, pada kondisi tersebut tidak ada endapan Cu(OH)₂. Endapan yang terbentuk di awal (ketika asam humat belum ditambahkan) tentunya larut kembali oleh adanya H⁺ dari hasil ionisasi asam humat. Jadi penurunan Cu(II) terhidrat pada pH awal yang makin besar bukan disebabkan peran serta pembentukan endapan; melainkan teradsorpsi asam humat. Pada Proses Pengaruh asam humat pada spesiasi Cu(II) dalam sistem asam humat-air, dari hasil percobaan di yang dilihat pada Tabel 2 terlihat bahwa pH awal untuk sistem yang dapat menghasilkan Cu-AH dan Cu(II) terhidrat pada konsentrasi yang kurang lebih sama adalah 5,0. Untuk itu, selanjutnya diamati pengaruh asam humat terhadap spesiasi Cu(II) dengan memvariasi berat AH yang ditambahkan pada kondisi pH=5,0.

Hasil pengamatan pH kesetimbangan menunjukkan bahwa pH menurun dengan makin besarnya asam humat yang ditambahkan. Ini konsisten dengan pendapat Lu and Johnson (1997) bahwa pertukaran proton oleh Cu(II)

akan menambah konsentrasi H^+ . Makin banyak asam humat (situs pertukaran kation) yang ditambahkan, H^+ yang lepas dari asam humat makin banyak pula.



Gambar 3. Pengaruh variasi berat asam humat terhadap spesiasi Cu(II).

Pengaruh variasi berat asam humat terhadap spesiasi Cu(II) terlihat pada Gambar 3. Dalam gambar tersebut tampak bahwa semakin banyak asam humat yang ditambahkan, Cu total yang ada dalam larutan makin menurun. Hal ini membuktikan bahwa Cu yang teradsorpsi oleh asam humat semakin banyak pula. Juga terlihat bahwa pada penambahan asam humat seberat 40 mg, konsentrasi Cu total dan Cu terhidrat

hampir sama. Fakta ini menunjukkan bahwa hampir semua Cu dalam sistem berbentuk sebagai Cu terhidrat, sedangkan yang membentuk kompleks dengan asam humat sangat kecil. Sejalan dengan makin banyaknya asam humat, spesies kompleks Cu-AH makin bertambah dan Cu terhidrat makin berkurang. Bahkan pada penambahan AH sebanyak 120 mg kedua spesies ini hampir berimbang.

Untuk melihat kemungkinan pembentukan endapan $Cu(OH)_2$, dapat dilihat dari fakta berikut: pada pH 5,0; maka $[OH^-] = 1 \times 10^{-9}$ M, $[Cu(II)]$ 100 ppm atau $1,573 \times 10^{-3}$ M. KSP $Cu(OH)_2 = 2,6 \times 10^{-19}$. Jadi pada awal interaksi, endapan $Cu(OH)_2$ akan mulai terbentuk jika $[OH^-] = 1,285 \times 10^{-8}$ M. Karena $[OH^-]$ yang diperlukan untuk terjadi pengendapan tidak tercapai, endapan $Cu(OH)_2$ tidak terbentuk pada kondisi sistem. Apalagi setelah ditambahkan asam humat, $[OH^-]$ makin kecil. Ini berarti penurunan konsentrasi Cu total pada larutan hasil interaksi benar-benar hanya disebabkan oleh adsorpsi Cu pada asam humat padat.

Tabel 2 Perbandingan $[OH^-]$ kesetimbangan dan pembentuk endapan (mol/L)

pH kst	pOH kestimb	$[OH^-]$ kestimb	$[Cu(II)]$	$[OH^-]$ endapan
2,90	11,10	$7,94 \times 10^{-12}$	$5,9 \times 10^{-4}$	$2,09 \times 10^{-8}$
2,94	11,06	$8,71 \times 10^{-12}$	$5,6 \times 10^{-4}$	$2,15 \times 10^{-8}$
4,21	9,79	$1,62 \times 10^{-10}$	$7,4 \times 10^{-7}$	$5,94 \times 10^{-7}$
6,51	7,49	$3,24 \times 10^{-8}$	$2,6 \times 10^{-8}$	$3,14 \times 10^{-7}$
6,81	7,19	$6,46 \times 10^{-8}$	$1,8 \times 10^{-8}$	$3,81 \times 10^{-6}$

KESIMPULAN

Dari uji pengaruh pengasaman terhadap spesies Cu(II) dalam sistem asam humat-air, maka semakin tinggi pH awal untuk interaksi, fraksi logam yang teradsorpsi semakin besar, karena gugus-gugus fungsi pada AH makin terdeprotonasi dan makin mudah mengadsorpsi logam.

Dalam sistem asam humat-air, Cu(II) yang tak teradsorpsi oleh AH terdistribusi sebagai Cu-terhidrat dan senyawa kompleks Cu-AH. Kedua

spesies ini konsentrasinya hampir berimbang pada pH awal interaksi 5,0.

Dari data pengukuran pH kesetimbangan, nilai Ksp $Cu(OH)_2$ dan hasil perhitungan konsentrasi OH^- , maka dapat dipastikan bahwa berkurangnya konsentrasi Cu total dalam larutan benar-benar karena teradsorpsi oleh AH dan tidak terbentuk endapan $Cu(OH)_2$. Dari uji pengaruh AH terhadap spesiasi Cu(II), maka dapat dilihat bahwa semakin besar berat AH, Cu yang teradsorpsi juga semakin banyak, sementara yang masih

terdapat dalam larutan semakin banyak yang berbentuk sebagai kompleks Cu-AH dan Cu terhidrat semakin sedikit.

DAFTAR PUSTAKA

- Aster, B., Bohlen, A. and Burba, P., 1997, Determination of Metal and Their Species in Aquatic Humic Substances by Using Total-Reflection X-ray Fluorescence Spectrometry, *Spect. chim. Act. Part B*, 52 : 1009 -1018.
- Caroli, S., 1996, Chemical Speciation: A Decade of Progress, *Element Speciation in Bioinorganic Chemistry*, John Wiley & Sons, Inc., Singapore,
- Ebing, D.D. and Wrightton, M.S., 1987, General Chemistry, p 650, 2nd Edition, Hughton Mifflin Company, Boston,
- Jones, M.N. dan Bryan, N.D., 1998, Colloidal Propertis of Humic Substances, *Adv. Colloidal Interfaces Sci*, 78 : 1- 48
- Lorenzo, J.I., Nieto, O. dan Beiras, R., 2002, Effect of Humic Acid on Speciation and Toxicity of Copper to *Paracentrotus lividus* larvae in Seawater, *Aquatic Toxicol.*, 58: 27 - 41
- Lu, X.Q., and Johnson, W.D., 1997, The Reactions of Aquatic Humic Substances with Copper(II) ions: an ESR Study of Complexation, *Sci. Total Environ.*, 203: 199 - 207.
- Mota, A.M. and Goncalves, L.S., 1996, Direct Methods of Speciation of Heavy Metal in Natural Waters, *Element Speciation in Bioinorganic Chemistry* (Caroli, S), John Wiley & Sons, Inc., Singapore.
- Plavsic, M., and Cosovic, B., 1999, Voltametric Study of the Role of Organic Acids on Sorption of Cd and Cu Ions by Alumina Particles, *Colloids Surf. A* ,151: 189 - 200
- Sanjay, H.G., Fataftah, A.K., Walia, D.S. and Srivastava, K.V., 1999., Humasorb CSTM : A Humic Acid-Based Adsorbent to Remove Organic and Inorganic Contaminants, in *Understanding Humic Substances : Advanced methods, Properties and Applications*, (E.A. Ghabbour and G. Davies) Royal Society of Chemistry, Cambridge, pp 241
- Stevenson, F.J., 1985, Geochemistry of Soil Humic Substances, in *Humic Substances in Soil, Sedimen, and Water: Geochemistry, Isolation, and Characterization* (G.R. Aiken, D.M. McKnight, R.L. Wershaw, P McCharthy Eds) John Wiley & Sons, New York, pp 35 -40.
- Stevenson, F.J., 1994, *Humic Chemistry : Genesis, Composition, Reactions*, John Wiley & Sons Ltd, Toronto, pp 381-388.
- Tan, K.H., 1998, Dasar-dasar Kimia Tanah, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Xia, K., Bleam W. and Helmke P.A., 1997, Studies of Nature of Binding Sites of First Row Transition Elements Bound to Aquatic and Soil Humic Substances using X-ray Absorption Spectroscopy, *Geochim. Cosmochim. Acta*, Vol 61, No11.

PREDIKSI KETIDAKSTABILAN LERENG BERDASARKAN DATA HYDROLOGY MONITORING

Supandi¹

¹Jurusan Teknik Pertambangan, Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta

Masuk: 3 April 2013, revisi masuk: 4 Juni 2013, diterima: 3 Juli 2013

Abstract

Mining activities have a high risk which one of them is the slope stability. Nature provides information about slope instability indication in various ways and methods. Observing indication of instability based on incidents that have occurred is an important study for improvement. One thing to do is viewing the correlation between groundwater position before and after the landslide that by knowing its behavior, the preventive measures against this potential can be reduced or eliminated. Groundwater monitoring installation is commonly done because this data is contributed to the slope stability analysis. Optimizing all existing data sources for various purposes are required to achieve effectiveness and job efficiency. The study was conducted by observing the behavior of groundwater level before the landslide occurred so that it can be deduced correlation between these two things. In this study, ground water level is observed at the closest point to the location of landslide that can reflect the real correlation. Groundwater level observation data were plotted into graphs and combined with related data such as rainfall intensity. Observational data groundwater levels and precipitation associated with the landslide incident can be obtained before the ground water level behavior occur landslide. Plotting generate a form of "horse saddle". Information obtained from this data is the slip surface is formed when the inlet pushed into this field so that the ground water level has decreased. As the slip surface stopped the water will keep filling until it formed a stable and when the groundwater level increasing it is an indication of slope instability will be occur. Based on this study the groundwater level will form a saddle horse pattern before the landslide. When discovering it then it should give extra attention and conduct a risk assessment.

Keywords: Hydrology monitoring, slope monitoring, slip surface.

INTISARI

Kegiatan penambangan memiliki resiko tinggi salah satunya dalam hal kestabilan lereng. Alam telah memberikan informasi tentang indikasi ketidakstabilan lereng dengan berbagai cara dan metode. Mencermati indikasi ketidakstabilan berdasarkan kejadian yang pernah terjadi merupakan suatu pembelajaran yang penting untuk perbaikan. Salah satu hal yang dapat dilakukan adalah melihat korelasi antara kedudukan muka air tanah sebelum dan setelah kejadian longsor sehingga dengan diketahui perilaku ini maka langkah-langkah preventive terhadap potensi ini dapat dikurangi atau dihilangkan. Instalasi monitoring muka air tanah sudah umum dilakukan karena data ini sangat berperan terhadap stabilitas lereng. Mengoptimalkan semua sumber data yang ada untuk berbagai keperluan sangat diperlukan sehingga efektifitas dan efisiensi kerja dapat dicapai. Studi yang dilakukan adalah mencermati perilaku muka air tanah sebelum kejadian longsoran yang pernah terjadi sehingga dapat ditarik kesimpulan korelasi antara kedua hal ini. Muka air tanah yang dipakai dalam studi adalah muka air tanah hasil pengamatan untuk titik terdekat terhadap lokasi longsoran sehingga dapat mencerminkan korelasi yang nyata. Data pengamatan muka air tanah diplotkan kedalam grafik dan dikombinasikan dengan data terkait seperti intensitas hujan. Data-data pengamatan muka air tanah dan curah hujan yang dihubungkan dengan kejadian longsoran maka dapat diperoleh suatu perilaku muka air tanah sebelum kejadian longsoran terjadi. Dari hasil plotting diperoleh suatu bentuk "pelana kuda". Data ini menginformasikan bahwa

¹supandistnas@gmail.co

saat slip surface terbentuk maka mendorong air masuk kedalam bidang ini sehingga muka air tanah mengalami penurunan. Ketika slip surface tersebut berhenti maka air akan terus mengisi sampai membentuk bidang stabil dan ketiak ada kenaikan muka air tanah setelah ini maka ada indikasi ketidakstabilan lereng akan terjadi. Berdasarkan studi ini maka muka air tanah akan membentuk pola seperti pelana kuda sebelum kejadian longsoran terjadi. Ketika menemukan hal ini maka harus memberikan perhatian extra termasuk melakukan *risk assessment*.

Keywords: Hydrology monitoring, slope monitoring, slip surface

PENDAHULUAN

Lokasi penelitian dilakukan pada konsesi penambangan batubara PKP₂B PT Borneo Indobara yang merupakan salah satu tambang besar di Kalimantan Selatan. Untuk mendukung kegiatan penambangan khususnya dalam bidang stabilitas lereng telah dilakukan pemasangan titik-titik pantau monitoring baik untuk monitoring stabilitas lereng maupun monitoring muka air tanah. Selain itu berdasarkan pada peraturan pemerintah juga telah dilakukan pemasangan titik ukur curah hujan untuk setiap lokasi tambang. Kejadian longsoran yang pernah terjadi menjadi bahan studi ini yang dikorelasikan terhadap data muka air tanah dan curah hujan. Dengan pembelajaran dari sumber data yang ada maka langkah-langkah perbaikan menuju *good mining practice* dapat dilakukan sehingga optimalisasi sumber daya batubara dapat dicapai.

Secara geologi lokasi telitian merupakan salah satu bagian kegiatan penambangan terbuka yang merupakan bagian dari cekungan Barito yang berada pada formasi Warukin. Daerah kajian merupakan kesamaan kondisi geologi dengan struktur cenderung tidak berkembang sehingga dengan mempunyai *rockmass* yang relatif sama (Hoek E, 2002). Material didominasi oleh pasir, lempung dan batubara yang mempunyai sifat plastis dengan kekerasan dibawah 1 Mpa. Perubahan kadar air berlangsung sangat cepat dan memberikan dampak signifikan terhadap sifat mekanik batuan. Muka air tanah cenderung dangkal dan mudah dijumpai pada setiap lokasi pengukuran sehingga hal ini yang dijadikan dasar dalam penelitian ini.

Walaupun telah dilakukan studi geoteknik dengan seksama untuk semua

lokasi penambangan namun beberapa "*Unknow Geologic Information*" yang mendorong ketidaksesuaian antara desain dan actual berupa longsoran. Dalam beberapa kasus lokasi longsoran berdekatan dengan titik pengamatan muka air tanah sehingga dapat dilakukan studi terhadap perilaku muka air tanah sebelum kejadian longsoran. Dari studi ini maka langkah preventif dan risk assessment terhadap dampak longsoran dapat diminimalisir dan dihilangkan (Félix Darve, 2012),.

Maksud dari penelitian ini adalah pembelajaran terhadap kejadian yang sudah terjadi untuk sebuah perbaikan dimasa mendatang dengan mempelajari perilaku muka air tanah sebelum kejadian longsor. Dengan mempelajari perilaku tersebut maka dapat dibuat semua model perilaku muka air tanah sebelum longsoran terjadi. Tujuan akhir dari penelitian ini adalah mencari hubungan antara muka air tanah terhadap longsoran sehingga potensi ketidakstabilan dapat diperoleh sejak dini dan langkah preventif dapat dilakukan.

Manfaat dari penelitian memberikan kontribusi yang besar kepada masyarakat luas khususnya dalam bidang industri pertambangan sehingga dapat diterapkan dalam setiap lokasi kerja penambangan. Dengan hasil penelitian ini juga dapat mendorong untuk setiap kegiatan penambangan memanfaatkan informasi yang ada di sekitarnya sehingga usaha pertambangan di Indonesia akan semakin baik.

Proses terjadinya longsoran tidak akan lepas dari pola pembentukan slip surface. Pembentukan slip surface sangat tergantung dari tipe longsoran yang terjadi dimana setiap longsoran dikontrol oleh tipe material dan pola

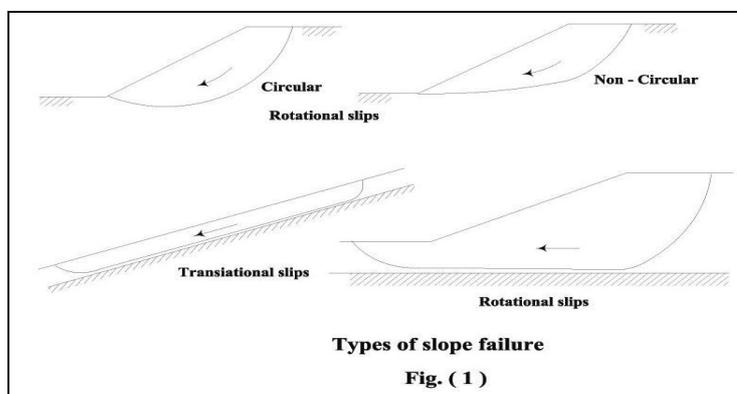
struktur. Adapun tipe longsor yang biasa dijumpai adalah longsor busur, longsor baji, longsor bidang dan longsor guling. Setiap longsor memiliki pola slip surface yang berbeda-beda sehingga mengenali tipe dari longsor dan pola slip surface menjadi hal penting dalam pembelajaran tentang stabilitas lereng (A.C Plamer, 1973). Adapun pola slip surface yang terbentuk dapat dilihat pada Gambar 1.

Pembentukan slip surface sangat dikontrol oleh sifat mekanik material penyusun lereng dan juga pola struktur batuan yang ada. Sifat mekanik batuan sangat ditentukan oleh sudut geser dan kohesi dari material penyusun lereng. Semakin tinggi nilai sudut geser dalam dan kohesi maka sifat material akan semakin baik. Faktor lainnya yang mempengaruhi adalah stabilitas lereng adalah geometri lereng dimana semakin besar geometri lereng maka akan semakin besar besar yang diberikan sehingga akan mengurangi stabilitas lereng. Slip surface akan terbentuk pada bidang circular pada material yang relatif homogen seperti pada timbunan dan tanah lunak. Sedangkan pola non circular terbentuk karena kontrol stratigrafi batuan atau struktur geologi

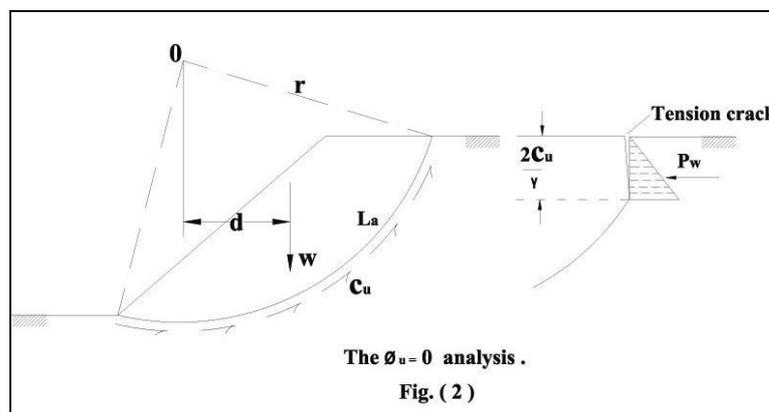
Salah satu pola slip surface yang umum dijumpai adalah pola circular dimana pola slip surface membentuk bidang circular di dalam suatu massa batuan (Gambar 2). Ketika pola slip surface terbentuk maka terjadi proses reaksi pada kohesi dan sudut geser dalam karena beberapa faktor

(Rocscience, 2002). Faktor kohesi mendorong terjadinya proses berkurangnya daya ikat material penyusun lereng dimana dengan berkurangnya daya ikat tersebut menyebabkan material dari luar mudah menerobos bidang-bidang tersebut. Material dari luar yang dapat masuk menjadi material pengisi ruang adalah air dimana air akan terus mengisi ruang-ruang kosong yang ada. Akibat tekanan formasi maka air akan menjadi pore pressure yang berdampak daya ikat butiran menurun. Daya ikat menurun karena butiran menjadi saling tidak menyangga sehingga lebih mudah bergerak. Ketika butiran sudah tidak saling menyangga satu sama lain maka membuat sudut geser berkurang sehingga mendorong degradasi sifat mekanik batuan. Ketika proses ini terjadi maka proses indikasi ketidakstabilan lereng akan terjadi.

Korelasi antara penurunan kohesi, sudut geser dalam, air dan slip surface dapat dijelaskan menjadi suatu rangkaian. Pada kondisi awal permukaan air tanah akan setabil pada level tertentu namun pada saat kohesi berkurang dan air mulai masuk kedalam suatu pori maka permukaan air akan menurun. Hal ini akan lebih intensif jika masuknya air ke dalam pori memiliki zona yang besar dalam hal ini bidang slip surface. Ketika semua ruang dalam material sudah diisi oleh air maka akan material menjadi jenuh. Ketika material sudah jenuh maka air akan kembali kembali terakumulasi dan elebasi muka air tanah kembali naik (Geo Slope, 2000)



Gambar 1. Macam-macam pola slip surface dari proses longsor



Gambar 2. Pola slip surface dalam sebuah longsor

METODE

Penelitian diawali dengan melakukan studi pustaka terhadap perilaku surface pada sebuah bidang longsor. Perilaku slip surface menjadi cikal bakal korelasi antara muka air tanah karena perubahan slip surface pasti berdampak pada muka air tanah karena kapasitas dan bentuk mengalami perubahan. Dari studi slip surface ini maka berikutnya dilakukan eksplorasi terhadap hal-hal yang berhubungan dengan slip surface.

Slip surface berhubungan dengan longsor maka data yang diperlukan adalah lokasi kejadian longsor. Dari setiap longsor dilakukan kajian secara mendetail untuk geometri dan hal-hal yang berhubungan longsor tersebut sehingga dipilih lokasi longsor yang tidak didorong oleh faktor eksternal (blasting, gempa dan factor eksternal lainnya). Ketika longsor didorong oleh faktor internal maka factor yang berhubungan dengan slip surface adalah muka air tanah sehingga factor ini yang menjadi salah satu hal yang perlu dikorelasikan terhadap kejadian failure. Disisi lain muka air tanah sangat dipengaruhi oleh curah hujan sehingga harus dibuat sebuah korelasi antara curah hujan terhadap muka air tanah. Dari ketiga hal inilah yang menjadi dasar dalam studi sehingga pengukuran terhadap faktor-faktor ini diperlukan.

Adapun peralatan yang diperlukan dalam studi ini adalah peralatan survey untuk pick up situasi

dan lokasi baik lokasi longsor maupun titik pengamatan monitoring, alat ukur curah hujan, Alat ukur ketinggian muka air tanah – Solint, meteran, dan satu set computer untuk processing

PEMBAHASAN

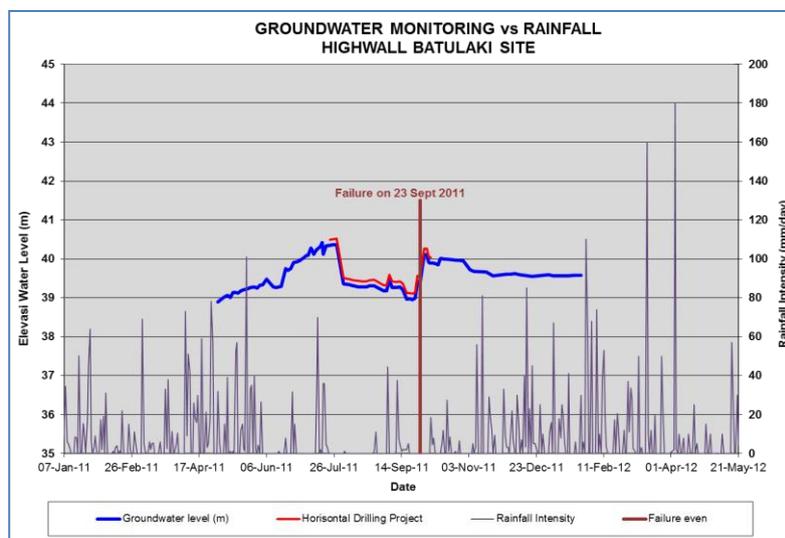
Penelitian dilakukan terhadap kegiatan penambangan Pit Batulaki Selatan dimana pada pit ini terjadi beberapa kasus ketidakstabilan lereng. Identifikasi geometri longsor dilakukan pada setiap lokasi longsor. Geometri longsor di plot kedalam sebuah peta dengan skala kecil (1:100) sehingga lebih informative. Kendala dalam plotting semua lokasi longsor berhubungan topografi actual dimana pada setiap lokasi longsor seharusnya mencerminkan topografi yang actual karena kejadian longsor sejalan dengan progress penambangan maka jika semua lokasi longsor di plotkan ke dalam satu peta maka tidak mencerminkan kondisi actual dilapangan. Berdasarkan kondisi tersebut maka penentuan topografi yang dipakai dalam analisa ini ditentukan berdasarkan lokasi ideal korelasi antara longsor dan muka air tanah. Pada lokasi ideal inilah diperoleh topografi actual dan lokasi lain hanya menunjukkan kejadian longsor yang pernah terjadi sebagai visualisasi. Walaupun peta topografi yang dipakai dalam visualisasi laporan hanya pada waktu tertentu namun untuk analisa longsor untuk

setiap lokasi tetap menggunakan peta topografi yang aktual sehingga dapat diperoleh faktor penyebab dari setiap kejadian longsor.

Peta lokasi longoran digabungkan dengan titik-titik pengamatan muka air tanah dan stasiun hujan. Titik pengamatan muka air tanah menggunakan sistem "Open Hole Piezometer". Sistem *open hole piezometer* dilakukan dengan membuat lubang ke dalam tanah dengan menggunakan mesin bor dan memasang pipa screen sepanjang lubang bor tersebut. Karena pipa yang dipasang berupa pipa screen maka air akan masuk ke dalam pipa sampai ketinggian muka air tanah yang ada sehingga muka air tanah dalam pipa diasumsikan sama dengan ketinggian muka air tanah dalam formasi. Pengukuran dilakukan dengan memasukan sensor air kedalam pipa dan ketika bersentuhan dengan air akan memberikan signal atau tanda-tanda khusus. Kedalaman muka air dalam pipa

dikoreksi terhadap tinggi sisa pipa dipermukaan yang artinya punya selisih antara elevasi permukaan dan puncak pipa screen. Dengan diketahuinya elevasi permukaan dan kedalaman muka air yang dikorekasi terhadap tinggi sisa pipa maka dapat diperoleh ketinggian muka air tanah aktual.

Muka air tanah hasil pengukuran regular diplotkan kedalam chart antara waktu pada sisi x dan besaran elevasi muka air tanah pada sisi y. Ketinggian muka air tanah sangat dipengaruhi oleh curah hujan sehingga dilakukan korelasi antara curah hujan pada area penelitian terhadap ketinggian muka air tanah pada daerah tersebut. Pada chart tersebut juga dilakukan plotting untuk kejadian longoran sehingga dapat diketahui perilaku muka air tanah sebelum kejadian longoran terjadi. Adapun hasil pengukuran muka air tanah, curah hujan dan kejadian longoran dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil pengukuran muka air tanah, curah hujan dan kejadian longsor.

Studi yang dilakukan pertama adalah mencari korelasi antara besaran curah hujan terhadap muka air tanah. Muka air tanah yang berada di lokasi penelitian termasuk muka air tanah dangkal dimana hal ini sesuatu dengan karakteristik endapan batubara pada *fore arc basin*. Pada *fore arc basin* ini tdnai

dengan batuan berbutir halus sampai pasir dengan kemiringan yang relatif landai dan muka air tanah yang dangkal. Berdasarkan karakteristik tersebut maka curah hujan sulit memberikan kontribusi secara langsung kedalam muka air tanah karena butiran harus cenderung mengarah ke lempung yang

mempenyai premabilitas yang rendah. Dengan material yang relatif *impermeable* ini maka air hujan cenderung membentuk laju aliran permukaan dan sebagian kecil terserap ke tanah. Dari data terlihat bahwa secara umum perilaku muka air tanah sama sekali tidak berkorelasi dengan curah hujan karena kontrol batuan yang bersifat *impermeable*.

Berdasarkan pada sifat batuan yang ada di lokasi penelitian maka perubahan muka air tanah cenderung dipicu oleh faktor lain. Salah satu faktor ini adalah pembentukan *slip surface*. Pada kondisi normal muka air tanah akan relatif stabil namun ketika ada pembentukan slip surface dimana ada ruang baru yang menambah volume maka akan menyebabkan muka air tanah akan menurun. Ketika pembentukan *slip surface* sudah berhenti maka kapasitas atau volume ruang akan tetap dan ditandai dengan muka air tanah yang relatif stabil. Ketika *slip surface* sudah stabil pada posisi terendah maka sejalan dengan waktu akan terjadi penambahan elevasi muka air tanah karena menyesuaikan dengan formasi yang ada di sekitarnya. Kecepatan penyesuaian muka air tanah ini tergantung pada tipe material yang ada dimana semakin besar ukuran butir akan semakin cepat penambahan muka air tanah. Ketika penambahan muka air tanah yang terjadi adalah peningkatan pore pressure terhadap material dimana peningkatan pore pressure ini berbanding dengan stabilitas lereng. Semakin tinggi pore pressure akan menurunkan stabilitas lereng sehingga ketika pore pressure sudah meningkat pada zona slip surface maka potensi ketidakstabilan lereng akan semakin besar karena peningkatan *pore pressure* pada zona lemah.

Berdasarkan pada penjelasan diatas maka sebelum kejadian longsor akan mengalami penurunan, rata pada titik terendah dan mengalami kenaikan. Pola ini menyerupai pelana kuda sehingga muka air tanah yang menyerupai pelana kuda merupakan tanda-tanda akan terjadi longsor. Dari berbagai data cenderung membentuk pelana kuda namun besaran kenaikan muka air tanah sebelum kejadian longsor

sangat bervariasi. Secara rata-rata kenaikan mencapai 50% dari penurunan sebelumnya sudah menunjukkan ketidakstabilan lereng. Hal ini yang perlu dilakukan penelitian lanjutan sehingga dapat diketahui secara kuantitatif dalam prosentase kenaikan pore pressure sebelum kejadian longsor.

KESIMPULAN

Memaksimalkan sumber data secara maksimal untuk kebutuhan yang maksimal akan mendorong kerja yang efektif dan efisien. Pada studi ini dimaksimalkan menggunakan data muka air tanah terhadap tanda-tanda potensi ketidakstabilan lereng sehingga muka air tanah inipun dapat menjadi *early warning* untuk potensi ketidakstabilan sehingga resiko terhadap kejadian ini dapat dikurangi atau dihilangkan. Pengambilan data secara regular diperlukan sehingga dapat memperlihatkan pola detail dari muka air tanah. Dari studi diperoleh kesimpulan bahwa muka air tanah cenderung memperlihatkan pola pelana kuda sebelum kejadian longsor.

DAFTAR PUSTAKA

- A.C Plamer and J. R. Rice. "The growth of slip surface in the progressive Failure of over-consolidated clay". Proceedings of the Royal society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences Vol 332. 1591 (Apr. 3, 1973) pp 527-548.
- Félix Darve, René de Borst, Andrew J. Whittle, Ronaldo I. Borja, 2012.. *Determination of the critical slip surface in slope stability computations*, International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics.
- Hoek E, Carlos Carranza-Torres, Brent Corkum, 2002, *Hoek-Brown Failure Criterion*, Vancouver, Canada.
- Rocscience, 2002, *Critical Slip Surface Search Methods in SLIDE*, Rocscience Inc, Canada.
- Geo Slope, "Block Slip Surfaces", GEO-SLOPE International Ltd, Calgary, Alberta, Canada.

APLIKASI SISTEM INVERTER 1 FASA DENGAN KAPASITAS BEBAN 1200 WATT

Muhammad Suyanto¹

¹Jurusan Teknik Elektro, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Masuk: 9 Juni 2013, revisi masuk: 11 Juli 2013, diterima: 5 Mei 2013

ABSTRACT

Providers Backup Power Supply for Household Electricity Load In automatic, very necessary as an emergency response efforts in the event of termination of electricity to consumers. So with a backup power supply that has been prepared, the electric lighting in the household is not disrupted. The effort is meant is conducted by making a piece of equipment such as power supply 1 Phase Inverter System Design for Load Capacity 1200 Watt, is a piece of equipment that can serve as a replacement power supply but can work efficiently and save energy. After designing and testing tools execute the inverter, it can be some of the results of the designation gauges recorded and performed calculations. The larger the installed load will produce a greater flow, this caused huge load requires a large current flow. At 50-250 cosQ load close to 1, while the 300-1200Watt load cosQ up and down, this happens when the 300-1200Watt load test, the load used in the form of incandescent bulbs. The voltage on the inverter device is sometimes not reached 220 volts when tested. This is due to the voltage source when the test does not reach the stable, and also due to the greater load at the time of testing with mixed loads. Long period of time of an inverter is able to work depends on the quality of the battery and how to use it.

Keywords: Inverter, power supply, VA to Watt

INTISARI

Penyedia Catu Daya Cadangan untuk Beban Listrik Rumah Tangga Secara otomatis, sangat diperlukan sebagai upaya penanggulangan darurat saat terjadi pemutusan hubungan aliran listrik ke konsumen. Sehingga dengan adanya catu daya cadangan yang telah dipersiapkan, maka penerangan listrik didalam rumah tangga tidak terganggu. Adapun upaya yang dimaksudkan adalah dilakukan pembuatan suatu peralatan catu daya berupa Perancangan Sistem Inverter 1 Fasa Untuk Kapasitas Beban 1200 Watt, merupakan sebuah peralatan yang dapat berfungsi sebagai catu daya pengganti tetapi dapat bekerja efisien dan hemat energi. Setelah melaksanakan perancangan dan pengujian alat *inverter* maka dapat diambil beberapa hasil dari penunjukan alat ukur dicatat dan dilakukan perhitungan. Semakin besar beban terpasang maka akan menghasilkan arus yang besar pula, hal ini disebabkan beban besar memerlukan aliran arus yang besar. Pada beban 50-250 CosQ mendekati 1, sedangkan pada beban 300-1200Watt CosQ naik turun, hal ini terjadi pada saat pengujian beban 300-1200Watt, beban yang digunakan berupa lampu pijar. Tegangan pada alat *inverter* ini terkadang tidak mencapai 220 Volt pada saat diuji. Hal ini disebabkan tegangan sumber saat pengujian tidak mencapai 220 V, dan juga dikarenakan oleh beban yang semakin besar pada saat melakukan pengujian dengan beban campuran. Jangka panjang waktu dari sebuah *inverter* mampu bekerja tergantung dari kualitas baterai serta cara pemakaiannya.

Kata kunci: Inverter, Catu daya, VA to Watt

PENDAHULUAN

Pada zaman modern ini perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi secara umum meningkat dengan

pesat dan telah mencapai tingkat kecanggihan dan kesederhanaan yang semakin tinggi. Dengan adanya peneruan maupun inovasi-inovasi yang

¹musyant@gmail.com

ada akan semakin meningkat untuk mencapai kepuasan manusia dalam berbagai hal, tidak terkecuali dalam bidang elektronika.

Berbagai komponen elektronika diciptakan oleh para ilmuwan sebagai penunjang bagi terciptanya suatu perangkat elektronika yang bermanfaat bagi kehidupan manusia. Komponen-komponen tersebut dari bahan semikonduktor dengan berbagai ukuran dan fungsi yang berbeda-beda sehingga lebih mudah dalam memilih suatu komponen elektronika yang bentuk dan fungsinya benar-benar sesuai dengan kebutuhan.

Perancangan elektronika merupakan sebuah pekerjaan yang semestinya dapat dikerjakan oleh orang-orang yang berkaitan dalam bidang elektro. Oleh karena itu tidak membedakan antara konsentrasi elektronika maupun ketenagaan, asalkan masih dikaitkan dengan output daya listrik yang digunakan. Maka dalam perancangan ini penulis akan membahas pembuatan tentang sebuah inverter (*dc to ac*) dengan menggunakan *multi-vibrator* pada frekuensi 50 Hz.

Tujuannya agar dapat memberikan energi listrik sementara ketika terjadi kegagalan daya pada listrik utama. Karena alasan tersebut di dalam penulisan ini, alat tersebut akan dijadikan judul dalam Tugas Perancangan Sistem Elektro ini, dan diharapkan dapat dimanfaatkan secara maksimal.

Sistem *inverter* mulai dibangun ketika sering terjadinya gangguan pada jalur listrik pada saat perang dunia ke-2 dimana saat itu penggunaannya masih pada instansi-instansi penting seperti rumah sakit, instansi pelayanan masyarakat dan instansi komunikasi yang penting.

Rotary Power Source. Sistem *inverter* ini masih menggunakan mesin diesel yang berfungsi sebagai pembangkit tenaga listriknya. Apabila terjadi gangguan listrik maka secara otomatis akan menyalakan mesin diesel tersebut kira-kira 15detik setelah terjadi gangguan listrik pertama kali. Dengan sistem seperti ini maka penggunaan listrik hanya terganggu dalam beberapa detik

saja. (Zuhal, 1988).

Static Power Source. Sistem *inverter* ini dikembangkan pada sekitar 1960 ketika mulai dikembangkannya rangkaian dengan menggunakan 'solid state'. Sistem *inverter* ini menggunakan sumber tegangan DC sebagai sumber tenaga pengganti sementara melalui rangkaian-rangkaian elektronika. (Theraja, BL, 1998).

Kelebihan dari menggunakan sistem UPS *continous* dan reverse adalah selain dapat melakukan *back up* suplai tenaga listrik, juga UPS dengan sistem tersebut dapat berfungsi sebagai supresor tegangan transien dan fluktuasi tegangan listrik

Continous inverter systems. Sistem inverter ini selalu bekerja mem-*'backup'* suplai tenaga listrik sehingga pada sistem ini suplai tenaga listrik selalu dirubah ke suplai DC kemudian diubah kembali menjadi suplai tenaga AC melalui sebuah rangkaian komponen elektronika.

Forward transfer inverter Systems. Sistem ini akan bekerja menyuplai tenaga listrik ke beban ketika sensornya mendeteksi adanya gangguan suplai tenaga listrik.

Kemampuan sebuah inverter dapat menyuplai tenaga listrik semuanya tergantung dari besarnya kemampuan sebuah baterai dan jumlah beban yang akan menggunakan daya tersebut. Semakin besar kapasitas baterai dalam sebuah *inverter* maka *inverter* tersebut (dengan beban yang sama besar) akan mampu mensuplai tenaga lebih lama daripada *inverter* dengan kapasitas baterai yang lebih kecil.

Rectifier-Charger, pada bagian tersebut merupakan rangkaian yang umum sering dipakai pada penyearahan dan pengisian baterai. Namun rangkaian inilah yang menjadi titik berat sistem *inverter*. Pada prinsipnya blok *rectifier-charger* ini akan mensuplai daya yang dibutuhkan oleh inverter dalam kondisi terbeban penuh dan pada saat itu juga dapat mempertahankan muatan di dalam baterai *back-up*. Karakteristik baterai juga perlu diperhatikan dalam desain rangkaian *charger*-nya karena jika sebuah baterai diisi

ulang dengan arus yang melebihi batasan kemampuan sebuah baterai dapat memperpendek umur baterai tersebut. Biasanya untuk arus pengisian sebuah baterai *back-up inverter* ini adalah 80% dari kondisi arus yang dikeluarkan oleh baterai backup pada saat beban penuh (pada kondisi *emergency*, kondisi dimana suplai tenaga konvensional terganggu).

Batasan sebuah sistem *inverter* yang baik menurut standar NEMA (*National Electrical Manufacturer Association*) adalah dapat memberikan daya 100% terus-menerus (*continous load*) dan 2 jam pada beban 125% tanpa terjadi penurunan performa (kerusakan). Hal ini baterai, masih dapat dikategorikan sebagai kondisi layak pakai adalah baterai yang masih mampu memberikan daya 100% selama 1 jam jika lama pengisiannya selama 8 jam (ditentukan oleh manufaktur baterai).

Penguat operasi (*operational amplifier/op-amp*) tersebut rangkaian penguat, sifat-sifat rangkaian ditentukan oleh unsur-unsur umpan balik di luar rangkaian penguat. Karena itu kini penguat yang karakteristiknya ditentukan hanya oleh unsur-unsur umpan balik disebut penguat operasi (*op-amp*). *Op-amp* dapat diterapkan sebagai penguat, pembelah fasa, tapis aktif, tapis selektif, penyearah setengah gelombang, penyearah gelombang penuh, osilator sinus maupun osilator blok (Wasito, 1978).

Komponen Transistor banyak digunakan antara lain sebagai penguat arus, membangkitkan getaran, mengubah arus bolak-balik menjadi arus searah yang stabil, dan menyampurakan sinyal listrik. Dalam contoh penggunaannya transistor digunakan sebagai penguat arus. Pada arus input yang kecil dengan penguatan arus output yang besar (Ganti, S. Depari., 1986).

Teknologi MOS (*Metal Oxid Semiconductor*) telah memberikan solusi terhadap masalah yang terdapat pada pengembangan untai terpadu (*Integrated Circuit*). Masalah yang dimaksud adalah disipasi panas yang dengan untai MOS menjadi sangat berkurang. Disamping itu untai MOSFET lebih kecil dibanding dengan untai BJT (Ibrahim KF, 1979).

UPS (*Uninterruptible Power Supply*) digunakan untuk mengantisipasi listrik padam. Walaupun tidak sehandal UPS yang asli, rangkaian ini sedikit bermakna karena gampang dan mudah merakitnya. Dengan biaya yang relatif lebih murah dari pada membeli UPS yang asli. Dengan memanfaatkan IC CD 4047 yang beroperasi sebagai multivibrator pada frekuensi 50 Hz (Colwel, A. Moris, 2003).

Berbagai ragam barang atau peralatan elektronik yang kita jumpai saat ini, akan kita dapati bahwa hampir semua bagian bagiannya dijalankan oleh sumber tenaga satu arah (DC). Menurut Michael Neidle., (1979) Penyediaan sumber tenaga DC tersebut dapat dalam bentuk baterai ataupun sumber daya (*power supply*) DC yang mana keluaran DC nya tidak hanya harus tersaring (*filter*) dengan bersih tetapi juga teregulasi dengan baik. Dalam sistem pengubah daya, terdapat empat jenis proses yang banyak dikenal yaitu sistim perubahan daya AC ke DC, DC ke DC, DC ke AC, dan AC ke AC. Masing masing sistem perubahan memiliki keunikan aplikasi tersendiri, namun ada dua yang implementasinya kemudian berkembang pesat dan luas yaitu sistem perubahan AC ke DC (*DC power supply*) dan DC ke AC (*DC-AC Inverter*).

Adapun tujuan dan manfaat dari pembuatan inverter (*dc to ac*) 1 fasa dengan kapasitas beban 1200 Watt ini adalah sebagai berikut:

Mengetahui masalah-masalah yang sering terjadi dan dapat memberikan pertimbangan dalam menyelesaikan suatu masalah.

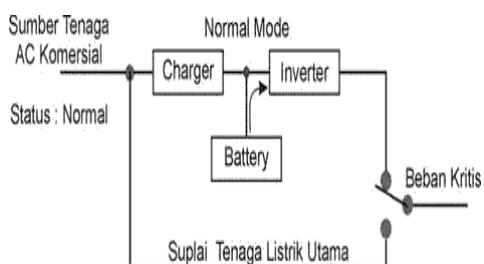
Dapat memberikan energi listrik sementara ketika terjadi kegagalan daya pada pembangkit listrik milik Negara (PLN). Memberikan waktu yang cukup untuk mensuplai daya listrik sementara ketika terjadi pemadaman listrik.

METODE

Sistem *inverter* mulai dibangun ketika sering terjadinya gangguan pada jalur listrik pada saat perang dunia ke-2 dimana saat itu penggunaannya masih pada instansi-instansi penting seperti rumah sakit, instansi pelayanan masya-

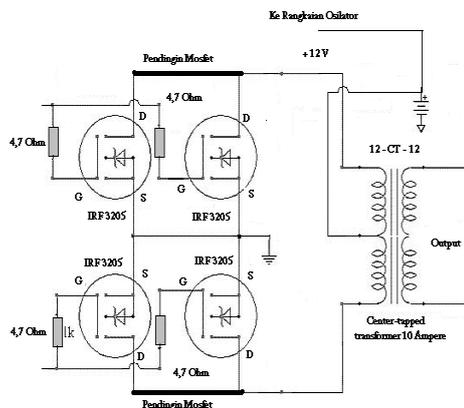
rakat dan instansi komunikasi yang penting.

Rotary Power Source, sistem *inverter* ini masih menggunakan mesin diesel yang berfungsi sebagai pembangkit tenaga listriknya. Apabila terjadi gangguan listrik maka secara otomatis akan menyalakan mesin diesel tersebut kira-kira 15 detik setelah terjadi gangguan listrik pertama kali. Dengan sistem seperti ini maka penggunaan listrik hanya terganggu dalam beberapa detik saja.



Gambar 1. *Reverse inverter Systems*

Rangkaian penguat digunakan untuk menguatkan sinyal frekuensi yang dihasilkan oleh rangkaian multivibrator sekaligus menguatkan tegangan keluaran agar dapat memenuhi kebutuhan tegangan pada trafo, agar trafo dapat berkerja secara maksimal. Rangkaian ini dibuat dengan menggunakan empat buah MOSFET Q1, Q2, Q3 dan Q4 (IRF 820) yang dipasang secara seri (Ganti, S. Depari., 1986).



Gambar 2. Rangkaian Penguatan tegangan dan arus

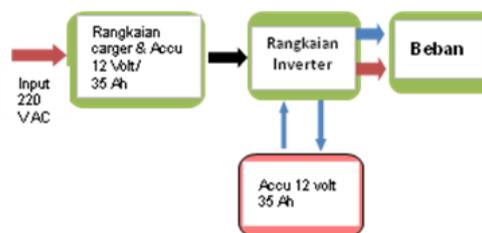
Static Power Source, sistem *in-*

verter ini dikembangkan pada sekitar 1960 ketika mulai dikembangkan-rangkaan dengan menggunakan 'solid state'. Sistem *inverter* ini menggunakan sumber tenaga DC sebagai sumber tenaga pengganti sementara melalui rangkaian-rangkaian elektronik. Berdasarkan operasi kerjanya sistem *inverter* dibedakan menjadi tiga golongan dimana masing-masing sistem mempunyai teknik yang berbeda-beda, yaitu:

Reverse transfer inverter systems, pada sistem ini output sistem *inverter* ini langsung terhubung dengan beban kritis namun pada kondisi gangguan tertentu maka beban kritis dapat dialihkan pada sumber tenaga lain selain *inverter*.

PEMBAHASAN

Setelah alat dibuat maka diperlukan pengujian, hal ini dilakukan agar dapat ditentukan kelayakan sebuah alat yang telah dirancang sesuai dengan standart yang telah ada. Dalam melakukan pengujian ada beberapa hal yang perlu diperhatikan diantaranya adalah:

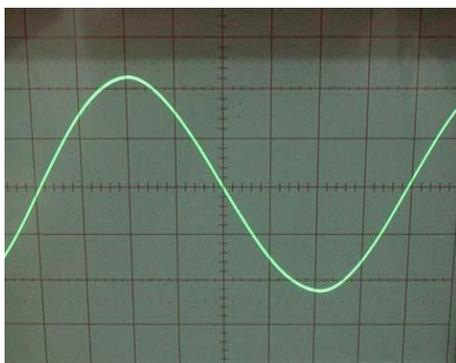


Gambar 3. Blok Diagram Inverter

Diperlihatkan blok diagram pada Gambar 3. bahwa bila jaringan dari PLN normal maka, rangkaian charger akan berfungsi memeberikan supply tegangan pada accu untuk pengisian, fungsi dari accu sendiri yaitu untuk menyimpan sementara muatan listrik arus searah sebesar 12 volt, sedangkan pada saat listrik PLN mati, secara otomatis accu akan memberika supply tegangan pada rangkaian inverter yang berfungsi merubah tegangan dan arus searah menjadi bolak-balik. Lama nyala inverter dapat ditentukan dengan besarnya nilai Ah pada accu dan besarnya beban yang terpasang pada

inverter, semakin besar nilai AH maka semakin lama daya kerja inverter.

Rangkaian Inverter itu sendiri terdiri dari 3 bagian pokok yaitu multivibrator, penguat dan trafo. Inverter harus dapat merubah tegangan DC menjadi AC. Masukan Catu Dari PLN atau yang disebut dengan Tegangan kerja sistem yang memadai yaitu 220 V, sebagai tegangan kerja sistem digunakan menghidupkan atau mengaktifkan peralatan yang di bebaskan. Seperti diperlihatkan pada Gambar 4. Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui bentuk dari frekuensi tegangan 220 Vac dari PLN, yang besar frekuensinya adalah 50 Hz.



Gambar 4. Bentuk frekuensi tegangan 220 V AC

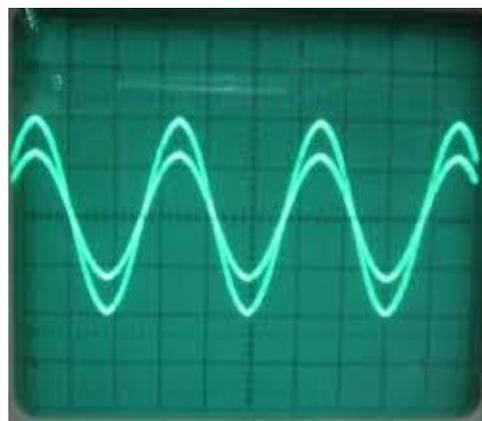
Menurut Artono. A.(1973), Kemampuan daya kontak relay dan isolasi yang memenuhi standart pada bagian tegangan tinggi (220V), hal ini perlu diperhatikan mengingat 220 V dianggap tegangan berbahaya dan kemampuan *relay*-pun perlu diperhatikan karena jika kita memasang beban melebihi kapasitas kontak *relay*.

Cara menoperasikan inverter sangat mudah hanya dengan menghubungkan kedua konektor inputan pada kutup accu dan memosisikan saklar pada posisi ON secara otomatis rangkaian langsung berkerja, namun untuk menghasilkan tegangan keluaran diperlukan waktu pengisian muatan pada kapasitor. Oleh karena itu alat harus selalu dalam kondisi On bila diperlukan untuk mengamankan alat dari padam listrik secara mendadak.

Hasil pengujian ini adalah me-

rupakan hasil akhir dari perancangan yang telah diimplementasikan. Seperti yang telah dijelaskan pada kondisi sebelumnya bahwa perancangan awal akan menentukan hasil akhir. Jadi perancangan yang telah dilakukan secara keseluruhan ditentukan oleh hasil dari perancangan. Hasil pengujian ini meliputi prinsip kerja alat, cara pengoperasian alat, dan pengamatan. Sedangkan Bentuk Frekuensi Multivibrator dan Keluaran Trafo pada Saat *Inverter* berkerja.

Keluaran PLN Setelah Trafo Step-down dapat dilihat pada Gambar 5.



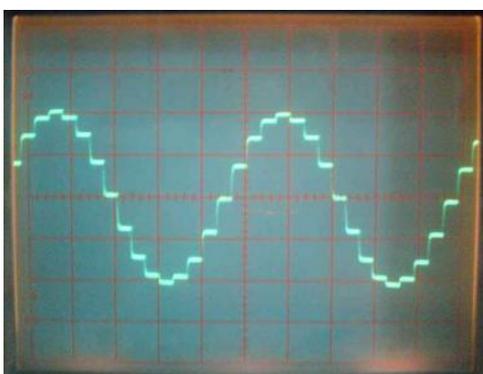
Gambar 5. Bentuk Frekuensi Dari Keluaran Trafo

Dari keluaran Trafo terjadi penurunan tegangan dan frekuensi hal ini disebabkan oleh proses induksi yang terjadi pada inti yang menyebabkan perpindahan tegangan dari belitan primer ke sekunder. Maka besar frekuensinya terjadi penurunan dari 50 Hz ke 10 Hz. Seperti ditunjukkan pada Gambar 6. Bentuk frekuensi Setelah Dioda.

Pada keluaran dioda sebagai penyearah tegangan DC, terjadi perubahan bentuk gelombang, untuk meratakan bentuk dari frekuensi tersebut diperlukan kapasitor yang berfungsi meyaring sisa deytan frekuensi agar tidak merusak komponen terutama IC. Pengukuran Terhadap Beban dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 6. Bentuk Frekuensi Setelah Dioda



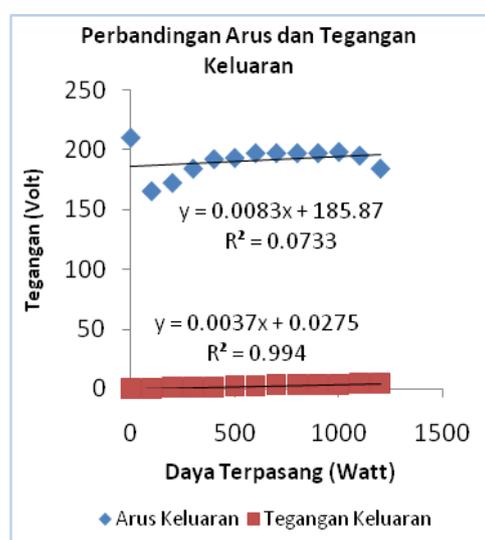
Gambar 7. Frekuensi Yang dihasilkan Rangkaian *inverter*.

Dari hasil percobaan diketahui bahwa penguatnya terjadi hampir mencapai 2 kali lipat, hal ini diperlukan agar besarnya tegangan bisa masuk pada *Gate Mosfet* dan *mosfet* dapat bekerja secara maksimal.

Tabel 1. data hasil pengukuran Tegangan dan arus beban

P (daya) (Watt)	V _{in} Accu (Volt)	V _{out} (Volt)	Ibeban (A)
0	12.60	210	0
100	12.30	165	0.33
200	12.16	172	0.70
300	11.95	184	1.12
400	11.79	192	1.50
500	11.67	193	1.90
600	11.50	197	2.40
700	11.40	197	2.80
800	11.29	197	3.27
900	11.16	197	3.40
1000	11.10	198	3.71
1100	11.04	195	4.00
1200	11.00	184	4.40

Pada Tabel 1. diketahui bahwa untuk tegangan yang diperlukan untuk mengaktifkan pada trafo bekerja berkisar antara 12 - 8 volt. Jadi apabila keluaran dari rangkaian multivibrator dimasukkan pada gate mosfet maka keluaran tegangan-nya kurang maksimal. Oleh karena itu diperlukan penguatan dulu sebelum masuk ke gate Mosfet. Berdsasarkan hasil pengukuran didapatkan perbandingan besaran arus dan tegangan seperti pada Gambar 8.

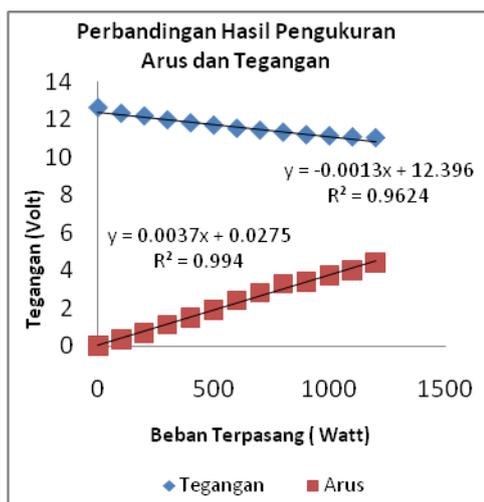


Gambar 8. Grafik Perbandingan Daya Terhadap Arus dan Tegangan Keluaran

Tabel 2. Perhitungan Daya Keluaran berdasarkan perhitungan

Daya Beban (Watt)	Tegangan Keluaran (Volt)	Arus Keluaran (ampere)	P out Perhitungan (VA)
0	210	0	0
100	165	0.33	54.45
200	172	0.7	120.4
300	184	1.12	206.08
400	192	1.5	288
500	193	1.9	366.7
600	197	2.4	472.8
700	197	2.8	551.6
800	197	3.27	644.1
900	197	3.4	669.8
1000	198	3.71	732.6
1100	195	4	780
1200	184	4.4	809.6

Dari hasil pengukuran pada Tabel 2 diketahui bahwa alat belum bekerja secara maksimal karena terjadi penurunan tegangan yang cukup besar dari setiap beban yang diuji. Hal ini bisa disebabkan oleh kurangnya penguatan atau lemahnya trafo yang digunakan.



Gambar 9. Grafik Perbandingan Daya terhadap Tegangan dan Arus keluaran inverter

KESIMPULAN

Setelah melaksanakan perancangan dan pengujian alat *inverter* maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

Semakin besar beban terpasang maka akan menghasilkan arus yang besar pula, hal ini disebabkan beban besar memerlukan aliran arus yang besar.

Pada beban 50-250 CosQ mendekati 1, sedangkan pada beban 300-1200Watt CosQ naik turun, hal ini terjadi pada saat pengujian beban 300-1200 Watt, beban yang digunakan berupa lampu pijar.

Tegangan pada alat *inverter* ini terkadang tidak mencapai 220 Volt pada saat diuji. Hal ini disebabkan tegangan sumber saat pengujian tidak mencapai stabil, dan juga dikarenakan oleh beban yang semakin besar pada saat melakukan pengujian dengan beban campuran.

Jangka panjang waktu dari sebuah *inverter* mampu bekerja tergantung dari kualitas baterai serta cara pemakaiannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, A., 1973, Teknik Tenaga Listrik jilid II, Pradya Paramita, Jakarta
- Colwel, A. Moris, 2003, "Komponen Elektronika", PT. Elek Media Komputindo, Jakarta,
- Eguene, C. Lister., "Mesin Dan Rangkaian Listrik", Erlangga, 1993.
- Wasito. S., "Data Sheet Book I (Data IC Lear, TTL dan CMOS", Eelex
- Ganti, S. Depari., 1986, *Teori dan Ke-trampilan Elektronika*, CV Armico, Bandung.
- Ibrahim KF, 1979, *Electronic System and technology*, By Pitman Publishing Ltd.
- Michael Neidle., 1979, *Basic Elektrical Instalations, 2nd Edition*, Macmillan Press Ltd.
- Theraja, BL, 1998, *Book Of Elektrical Tech-nologi, Nirja Construction and Development Co.(P). Ltd.,*
- Warsito, S., 1992, *Vademekum Elektronika*, Jakarta, Gramedia group.
- Zuhal, 1988, *Dasar teknik Tenaga listrik Dan elektronika daya*, PT Gramedia Jakarta.
- [http://www. Alldatasheet.com](http://www.Alldatasheet.com) [http://www. Wikimedia.com](http://www.Wikimedia.com)
- [http://www. Datasheetcatalog.com](http://www.Datasheetcatalog.com) Jakarta, 1989.