

Jurnal Teknologi

Volume 12 Nomor 1 Juni 2019

- **RANCANG BANGUN MEDIA PEMBELAJARAN BUDAYA KERJA 5S (SEIRI, SEITON, SEISO, SEIKETSU DAN SHITSUKE) BERBASIS ANDROID**
Aditya Wahana, Hasti Hasanati Marfuah
- **SISTEM OPERASI SAKLAR OTOMATIS (ATS) 1 FASA 2200 WATT MELAYANI SUMBER PLN DAN GENSET**
Muhammad Suyanto, P. Wisnubroto, Rhamdhani L.P
- **A RIVIEW: JENIS DAN PENCETAKAN 3D (3D PRINTING) UNTUK PEMBUATAN PROTOTIPE**
Toto Rusianto, Saiful Huda, Hary Wibowo
- **ANALISIS PENINGKATAN KUALITAS MELALUI PENDEKATAN LEAN SIGMA GUNA MENGURANGI KECACATAN PRODUK**
Muhammad Yusuf, Eka Sulistyaningsih, Indri Susilawati
- **EVALUASI KINERJA STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT MENGGUNAKAN PUSHOVER ANALYSIS DENGAN METODE FEMA 356 DAN FEMA 440**
Muhamad Gigih Realdy, Rika Nuraini
- **IMPLEMENTASI ALGORITMA DECISION TREE C4.5 UNTUK MENENTUKAN KELAS CALON SISWA DI LEMBAGA KURSUS BAHASA INGGRIS BERBASIS WEB**
Uminingsih Uminingsih, Ign. Suraya, Isnanto Nugroho
- **MEMPREDIKSI KEMISKINAN DI PROVINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA MENGGUNAKAN METODE ANALISIS RANTAI MARKOV**
Noeryanti Noeryanti, Yudi Setyawan, Hadinagara Hadinagara
- **PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI ELEKTROPLATING DENGAN FITOREMEDIASI MENGGUNAKAN AZOLLA MICROPHYLLA**
Yuli Pratiwi, Sri Sunarsih, Kurnia Puspa Dewi
- **ANALISIS HAZARD IDENTIFICATION AND HEALTH RISK ASSESSMENT DI LINGKUNGAN KERJA PRODUKSI GARMEN DI PT. DAIWABO GARMENT INDONESIA, KABUPATEN PEMALANG, JAWA TENGAH**
Nunung Agus Firmansyah, Winda Nur Cahyo
- **PENGARUH FAKTOR PERSONALITY TERHADAP KEAHLIAN DALAM END USER COMPUTING**
Petrus Wisnubroto, Muhammad Suyanto, Novi Yohana Sudiro
- **MODEL KONTROL TRANSAKSI RDBMS MENGGUNAKAN TRIGGER DAN WAKTU SERVER**
Joko Triyono, Prita Haryan, Aditya Padmanaba
- **SISTEM INFORMASI PRODUKSI UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS SISTEM MANUFAKTUR DAN JASA**
Dina Andayati, Muhammad Yusuf

Jurnal
Teknologi

Volume 12

Nomor 1

Halaman
1 - 92

Juni
2019

Fakultas Teknologi Industri
Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta



Jurnal Teknologi

EDITORIAL BOARD

Editor in Chief

Dr. Ir. Toto Rusianto, M.T.

Managing Editor

Dr. Rahayu Khasanah, S.T., M.Eng.

Editor

Andrean Emaputra, S.T., M.Sc.

Beny Firman, S.T., M.Eng.

Ir. Muhammad Yusuf, M.T.

Ir. Murni Yuniwati, M.T.

Reviewer

Daniel Oranova Siahaan, S.Kom, M.Sc., PDEng (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)

Dr. Deendarlianto, ST., M.Eng. (Universitas Gadjah Mada Yogyakarta)

Dr. Eng. Azridjal Aziz, ST., MT. (Universitas Riau)

Dr. Ir. Abdul Kadir, MT., MM. (Universitas Gadjah Mada Yogyakarta)

Dr. Ir. Amir Hamzah, MT. (Universitas AKPRIND Indonesia)

Dr. Ir. Iswanjono, (Universitas Sanata Dharma Yogyakarta)

Dr. Moh. Hardiyanto (Institut Teknologi Indonesia)

Dr. Ratna Wardani, ST., MT. (Universitas Negeri Yogyakarta)

Dr. Romadoni Syahputra, ST., MT. (Universitas Muhammadiyah Yogyakarta)

Ir. Ellyawan Setyo A., ST., M.Sc., Ph.D (Universitas AKPRIND Indonesia)

Ir. Ganjar Andaka, Ph.D. (Universitas AKPRIND Indonesia)

Muhammad Kusumawan Herliansyah, ST., MT., Ph.D. (Universitas Gadjah Mada Yogyakarta)

Prof. Dr. Erma Utami, S.Si, M.Kom (Universitas AMIKOM).

Prof. Dr. Indarto. DEA. (Universitas Gadjah Mada Yogyakarta)

Prof. Dr. Ir. Sudarsono, MT. (Universitas AKPRIND Indonesia)

Prof. Muhammad Djaeni, ST., M.Eng. (Universitas Negeri Diponegoro)

Yuni Kusumastuti, ST., M.Eng., D.Eng. (Universitas Gadjah Mada Yogyakarta)

Focus and Scope

This journal is a scientific journal to develop knowledge in the field of Engineering & Technology. Editors invite professionals from education and researcher to write about the progress of science in the field of Engineering & Technology. The journal is published 2 (two) times in 1 year.

Topics of papers that can be published in the Journal of Technology (Jurtek) Faculty of Industrial Technology, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta are scientific topics that are in accordance with the fields of interest in the Faculty, namely: Chemical Engineering, Industrial Engineering, Mechanical Engineering, Electrical Engineering, informatics and Relevant Science and Technology

Fakultas Teknologi Industri

Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Email: jurtek@akprind.ac.id

<https://ejournal.akprind.ac.id/index.php/jurtek>

Jurnal Teknologi

Volume 12 Nomor 1 Juni 2019

- | | |
|---|-------|
| • RANCANG BANGUN MEDIA PEMBELAJARAN BUDAYA KERJA 5S (SEIRI, SEITON, SEISO, SEIKETSU DAN SHITSUKE) BERBASIS ANDROID
<i>Aditya Wahana, Hasti Hasanati Marfuah</i> | 1-8 |
| • SISTEM OPERASI SAKLAR OTOMATIS (ATS) 1 FASA 2200 WATT MELAYANI SUMBER PLN DAN GENSET
<i>Muhammad Suyanto, P. Wisnubroto, Rhamdhani L.P.</i> | 9-13 |
| • A RIVIEW: JENIS DAN PENCETAKAN 3D (3D PRINTING) UNTUK PEMBUATAN PROTOTIPE
<i>Toto Rusianto, Saiful Huda, Hary Wibowo</i> | 14-21 |
| • ANALISIS PENINGKATAN KUALITAS MELALUI PENDEKATAN LEAN SIGMA GUNA MENGURANGI KECACATAN PRODUK
<i>Muhammad Yusuf, Eka Sulistyaningsih, Indri Susilawati</i> | 22-27 |
| • EVALUASI KINERJA STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT MENGGUNAKAN PUSHOVER ANALYSIS DENGAN METODE FEMA 356 DAN FEMA 440
<i>Muhamad Gigih Realdy, Rika Nuraini</i> | 28-34 |
| • IMPLEMENTASI ALGORITMA DECISION TREE C4.5 UNTUK MENENTUKAN KELAS CALON SISWA DI LEMBAGA KURSUS BAHASA INGGRIS BERBASIS WEB
<i>Uminingsih Uminingsih, Ign. Suraya, Isnanto Nugroho</i> | 35-44 |
| • MEMPREDIKSI KEMISKINAN DI PROVINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA MENGGUNAKAN METODE ANALISIS RANTAI MARKOV
<i>Noeryanti Noeryanti, Yudi Setyawan, Hadinagara Hadinagara</i> | 45-53 |
| • PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI ELEKTROPLATING DENGAN FITOREMEDIASI MENGGUNAKAN AZOLLA MICROPHYLLA
<i>Yuli Pratiwi, Sri Sunarsih, Kurnia Puspa Dewi</i> | 54-62 |
| • ANALISIS HAZARD IDENTIFICATION AND HEALTH RISK ASSESSMENT DI LINGKUNGAN KERJA PRODUKSI GARMEN DI PT. DAIWABO GARMENT INDONESIA, KABUPATEN PEMALANG, JAWA TENGAH
<i>Nunung Agus Firmansyah, Winda Nur Cahyo</i> | 63-68 |
| • PENGARUH FAKTOR PERSONALITY TERHADAP KEAHLIAN DALAM END USER COMPUTING
<i>Petrus Wisnubroto, Muhammad Suyanto, Novi Yohana Sudiro</i> | 69-79 |
| • MODEL KONTROL TRANSAKSI RDBMS MENGGUNAKAN TRIGGER DAN WAKTU SERVER
<i>Joko Triyono, Prita Haryan, Aditya Padmanaba</i> | 80-86 |
| • SISTEM INFORMASI PRODUKSI UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS SISTEM MANUFAKTUR DAN JASA
<i>Dina Andayati, Muhammad Yusuf</i> | 87-92 |

RANCANG BANGUN MEDIA PEMBELAJARAN BUDAYA KERJA 5S (SEIRI, SEITON, SEISO, SEIKETSU DAN SHITSUKE) BERBASIS ANDROID

Aditya Wahana¹, Hasti Hasanati Marfuah²

^{1,2} Program Studi Teknik Informatika, Universitas PGRI Yogyakarta

Email : aditya@upy.ac.id¹, hasti@upy.ac.id²

ABSTRACT

In this industrial revolution 4.0 era information technology rapidly increase. The example is the development of telephone, many years ago people use telephone without any screen, its just contain lot of button. Nowadays people use touchscreen to operate the telephone. Beside the development of the telephone hardware, the telephone software also develop fast. Android is one of the software that use in the telephone. Telephone based on android also use for education, few application created for education purpose. One of them is instructional Media, this application is to help gain the goals of learning.

This research is to create a learning media based on android to explain the work ethic call 5S. 5S is contain of Seiri (Concise), Seiton(Tidy), Seiso(Clean), Seiketsu(Treat), and Shitsuke (diligent). 5S is a work ethic usually used in Japanese. The approach of this research is SDLC, SDLC is System Development Life Cycle.

Keywords : android, 5S work ethic, learning media, System Development Life Cycle

INTISARI

Di era revolusi industri 4.0 seperti sekarang ini, semua aspek mengalami perkembangan. Perkembangan teknologi khususnya di bidang teknologi informasi dan komunikasi juga mengalami kemajuan. Salah satu contoh kemajuan teknologi di bidang teknologi informasi dan komunikasi adalah dengan adanya *handphone* atau *gadget*. Perkembangan *handphone* dari tahun ke tahun mengalami perkembangan yang cukup signifikan dari segi bentuk dan fungsinya. sebagian besar *handphone* di era sekarang sudah layar sentuh (*touchscreen*) dan juga adanya OS seperti android. Dikarenakan saat ini perkembangan teknologi semakin canggih, maka penggunaan android juga bisa diterapkan dalam dunia pendidikan. Penerapan android sebagai media pembelajaran pada pendidikan formal masih jarang digunakan. Media pembelajaran merupakan salah satu faktor penunjang tercapainya tujuan pembelajaran dalam dunia pendidikan. Dengan menggunakan media pembelajaran yang tepat sangat berdampak dalam proses pembelajaran yaitu dengan meningkatkan motivasi belajar dan mengurangi sikap pasif dari mahasiswa. Media pembelajaran dapat diterapkan di semua mata kuliah, termasuk mata kuliah Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3). Salah satu materi dalam mata kuliah ini adalah Budaya Kerja 5S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu* dan *Shitsuke*). Tujuan Penelitian ini adalah merancang sebuah media pembelajaran berbasis android mengenai Budaya Kerja 5S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu* dan *Shitsuke*) dan mengenalkan Budaya Kerja 5S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu* dan *Shitsuke*) melalui media pembelajaran berbasis android. Pendekatan penelitian pada penelitian ini adalah menggunakan metode SDLC atau System Development Life Cycle. SDLC merupakan sebuah siklus hidup pengembangan sistem dalam perancangan dan pembangunan sistem.

Kata Kunci : Android, Metode 5S, Media Pembelajaran, Budaya Kerja, *System Development Life Cycle*

PENDAHULUAN

Di era revolusi industri 4.0 seperti sekarang ini, semua aspek mengalami perkembangan. Tak terlepas aspek teknologi dan ilmu pengetahuan juga mengalami perkembangan yang signifikan. Hal tersebut tentunya membuat manusia menjadi lebih termotivasi dan terdorong untuk mengikuti perkembangannya. Adanya perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan tentunya

membutuhkan sebuah pemikiran yang selektif dan kreatif. Perkembangan teknologi khususnya di bidang teknologi informasi dan komunikasi juga mengalami kemajuan. Kemajuan tersebut ditandai dengan adanya media atau alat komunikasi yang fungsinya sebagai sebuah perantara dalam berkomunikasi, yang dapat membantu manusia untuk menyampaikan dan menerima informasi

melalui media secara efektif, efisien, tepat, mudah, cepat, dan akurat (Sudjana, dkk. 2010)

Salah satu contoh kemajuan teknologi di bidang teknologi informasi dan komunikasi adalah dengan adanya *handphone* atau *gadget*. Perkembangan *handphone* dari tahun ke tahun mengalami perkembangan yang cukup signifikan dari segi bentuk dan fungsinya. Misalkan perubahan bentuk *handphone* yang awalnya berbentuk balok tebal dan fungsinya masih standar yaitu hanya bisa untuk melakukan panggilan telepon dan menerima pesan singkat (*short message service*). Sekarang bentuk *handphone* semakin elegan, simpel dan ramping serta fungsinya tidak hanya untuk melakukan panggilan telepon dan menerima pesan singkat saja, tetapi sudah dilengkapi dengan fitur-fitur yang mampu memenuhi kebutuhan manusia, bahkan sebagian besar *handphone* di era sekarang sudah layar sentuh (*touchscreen*) dan juga adanya OS seperti android.

Dikarenakan saat ini perkembangan teknologi semakin canggih, maka penggunaan android juga bisa diterapkan dalam dunia pendidikan. Awalnya ditandai dengan adanya aplikasi-aplikasi yang ditujukan untuk anak-anak seperti adanya games tebak gambar, tebak huruf dan berhitung yang tentunya sifatnya mendidik. Kemudian penerapan android sebagai media pembelajaran pada pendidikan formal masih jarang digunakan. Hal ini dikarenakan pembuatan aplikasi android yang kompleks yang biasanya memakan waktu yang cukup lama sehingga kebanyakan guru cenderung menggunakan media pembelajaran yang konvensional yang digunakan seperti buku teks (Leuw, J.E.F., dkk. 2013)

Media pembelajaran merupakan salah satu faktor penunjang tercapainya tujuan pembelajaran dalam dunia pendidikan. Dengan menggunakan media pembelajaran yang tepat sangat berdampak dalam proses pembelajaran yaitu dengan meningkatkan motivasi belajar dan mengurangi sikap pasif dari mahasiswa. Media pembelajaran dapat diterapkan di semua mata kuliah, termasuk mata kuliah Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3). Salah satu materi dalam mata kuliah ini adalah Budaya Kerja 5S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu* dan *Shitsuke*) dalam Toha 1997.

Istilah 5S berasal dari bahasa Jepang yang dikenal sebagai singkatan dari *Seiri* (pemilahan), *Seiton* (penataan), *Seiso* (pembersihan), *Seiketsu* (pembiasaan) dan *Shitsuke* (pemantapan). Di Indonesia sistem ini dapat dikenal dengan istilah 5R (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin), namun pada dasarnya

tidak ada perbedaan antara "5S" dan "5R" (Jahya, 2009).

PEMBAHASAN

1. Media Pembelajaran

Sebelum membahas tentang media pembelajaran marilah kita mengenal kata media dan pembelajaran terlebih dahulu. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, media diartikan sebagai "alat (sarana) komunikasi", "yang terletak di antara dua pihak (orang, golongan, dan sebagainya)", "perantara", atau "penghubung". Sedangkan menurut Arsyad (2009) mengemukakan bahwa: kata media berasal dari bahasa latin *medius* yang secara harfiah berarti "tengah", "perantara", atau "pengantar". Jadi dari beberapa analogi tersebut dapat disimpulkan bahwa media adalah suatu perantara yang digunakan untuk memberikan pesan dari pengantar pesan kepada penerima pesan. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, pembelajaran berasal dari kata ajar yang diartikan sebagai petunjuk yang diberikan kepada orang supaya diketahui (diturut), sedangkan pembelajaran itu sendiri diartikan sebagai proses, cara, perbuatan menjadikan orang atau makhluk hidup belajar. Dari uraian di atas, media pembelajaran dapat disimpulkan sebagai sesuatu yang digunakan guru menyampaikan pesan berupa materi pembelajaran kepada siswa yang dimaksudkan agar siswa dapat menerima materi secara efektif.

2. Android

Android merupakan salah satu sistem informasi yang saat ini memiliki umlah terbanyak di dunia. Jumlah pengguna OS buatan Google ini mencapai 1,4 miliar pada tahun 2015. Angka tersebut naik 400 juta pengguna aktif dari tahun sebelumnya dimana Google mengumumkan OS Android telah digunakan oleh 1 miliar pengguna aktif di seluruh dunia. Menurut Leuw, dkk (2013) bahwa android adalah sistem operasi yang berbasis linux untuk *mobile device* misalnya *smartphones* dan *computer tablet*, yang dikembangkan oleh google dalam hubungannya dengan *Open Handset Alliance*. Android dirancang sebagai sistem operasi yang menyediakan *platform* yang bersifat *open source* bagi para pengembang untuk menciptakan sebuah aplikasi (Ciptadi, 2017).

3. 5S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, dan Shitsuke*)

1) *Seiri* (Pemilahan)

Dalam fase pertama ini, kita harus memilah antara barang yang masih digunakan, dan yang tidak. Antara

barang yang tidak layak pakai dan yang masih bisa dipakai. Barang-barang tersebut harus dipilah sesuai dengan tempatnya masing-masing agar suasana kerja menjadi lebih ringkas (Suprpto, 2010)

2) *Seiton* (*Penyusunan*)

Kata Jepang “*seiton*” secara harfiah berarti menyusun berbagai benda dengan cara yang menarik. Dalam konteks 5S, ini berarti mengatur barang-barang sehingga tiap orang dapat menemukan dengan cepat. Untuk mencapai langkah ini, salah satu cara menggunakan plat petunjuk yang digunakan untuk menetapkan nama tiap barang atau alat dan tempat penyimpanannya. Proses penyusunan atau perapihan juga dapat dikerjakan sesuai dengan metode penyimpanan yang dilakukan. Misal barang disimpan berdasarkan materialnya, maka barang-barang tersebut juga harus dirapikan sesuai dengan jenis materialnya.

3) *Seiso* (*Pembersihan*)

Konsep ketiga dari 5S adalah *seiso* yang berarti resik. Pada umumnya, istilah ini berarti membersihkan barang-barang sehingga tempat kerja menjadi bersih. Tempat kerja yang gelap, kumuh dan kotor dapat mengganggu proses kerja dan mengurangi estetika keindahan. Orang harus bertahan sambil bekerja di tempat kerja seperti itu. Tempat kerja yang kotor, berdebu, lembab dan berjamur tidaklah sehat.

4) *Seiketsu* (*Pemantapan*)

Konsep keempat dari 5S adalah *seiketsu* yang berarti pemantapan. Prinsip utama dari *seiketsu* adalah memelihara keadaan area kerja yang bersih dan rapi dengan meningkatkan disiplin kerja mengikuti disiplin 3S yang telah ada sebelumnya (Osada, 2000) Tujuan dari *seiketsu* adalah untuk menjaga lingkungan agar dalam kondisi tetap baik, menjaga agar alat kerja selalu siap untuk dipakai, menjaga kualitas hasil kerja, lebih mudah melatih karyawan baru.

5) *Shitsuke* (*Pembiasaan*)

Konsep kelima dari 5S adalah *shitsuke* yang berarti rajin. Prinsip utama dari *shitsuke* adalah secara rutin dan kontinyu dengan penuh disiplin melakukan prosedur dan semua aktivitas yang telah

ditetapkan dengan benar. Adapun tujuan utama dari konsep *shitsuke* adalah membudayakan 4S sebelumnya sebagai sarana untuk menciptakan kondisi tempat kerja yang lebih kondusif (lebih baik). *Shitsuke* (Pembiasaan) berkaitan dengan kebiasaan karyawan yang harus dibina agar dapat menjaga dan meningkatkan apa yang sudah baik. Rajin di tempat kerja berarti pengembangan kebiasaan positif di tempat kerja (Suwondo, 2012) Apa yang sudah baik harus selalu dalam keadaan prima setiap saat.

METODE PENELITIAN

1. Pendekatan Penelitian

Pendekatan penelitian pada penelitian ini adalah menggunakan metode SDLC atau *System Development Life Cycle*. SDLC merupakan sebuah siklus hidup pengembangan sistem dalam perancangan dan pembangunan sistem.



Gambar 1. Flowchart SDLC

2. Desain Penelitian

Sesuai dengan pendekatan penelitian yang menerapkan SDLC, berikut adalah tahapan penelitian ini :

- 1) Tahapan definisi kebutuhan adalah proses perancangan kebutuhan aplikasi terhadap *user*. Dilakukan pula pengelompokan permasalahan yang terjadi sebelum aplikasi dibangun sehingga dapat dilakukan penilaian terhadap kebutuhan baru.
- 2) Tahapan analisis kebutuhan yaitu mencari dan menganalisis kebutuhan *user*, baik berupa informasi maupun perangkat yang digunakan serta aplikasi disesuaikan dengan kebutuhan *user*, kemudian memberikan alternative terbaik tentang aplikasi yang digunakan oleh *user* untuk mempermudah kinerja *user*.

- 3) Tahapan perancangan/desain merupakan perancangan *user interface design* yang meliputi tampilan, *form* dan desain dari Aplikasi Pembelajaran (Muyaroah, dkk., 2017)
- 4) Tahapan pembangunan system (*Coding*) merupakan tahapan *implementasi* dari tahap perancangan yang secara teknisnya dikerjakan oleh *programmer*. Setelah perancangan selesai, maka Aplikasi dibangun dengan menggunakan *App Inventor*.
- 5) Pengujian sistem merupakan tahapan uji coba terhadap aplikasi media pembelajaran. Sebelum aplikasi dapat digunakan sepenuhnya, seluruh fungsi- fungsi dari aplikasi harus diuji coba agar sistem terbebas dari *error* dan hasilnya sesuai dengan kebutuhan *user*.
- 6) Tahapan perawatan aplikasi terjadi modifikasi *software*, perbaikan dari *error* atau umpan balik dari *user* terhadap aplikasi yang telah digunakan. Pemeliharaan suatu aplikasi diperlukan, termasuk didalamnya pengembangan dari aplikasi dengan penambahan fitur- fitur baru untuk mendapatkan hasil yang maksimal.

3. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang dilakukan adalah dengan menganalisa kebutuhan sistem untuk perancangan media pembelajaran budaya kerja 5S (*seiri, seiton, seiso, seiketsu* dan *shitsuke*) berbasis android, yaitu:

- 1) Windows : Windows XP, Windows Vista, Windows 7+
- 2) GNU/Linux : Ubuntu 8+, Debian 5+ (Catatan: *GNU/Linux live development* hanya mendukung koneksi WiFi antara komputer dan perangkat android).

Analisis kebutuhan browser untuk perancangan media pembelajaran budaya kerja 5s (*seiri, seiton, seiso, seiketsu* dan *shitsuke*) berbasis android yaitu:

- 1) Minimal Mozilla Firefox 3.6 (Catatan : Jika menggunakan Firefox dengan NoScript extension) Minimal Apple Safari 5.0
- 2) Minimal Google Chrome 4.0

Alat lain yang dibutuhkan dalam perancangan media pembelajaran budaya kerja 5s (*seiri, seiton, seiso, seiketsu* dan *shitsuke*) berbasis android yaitu:

- 1) App Inventor tidak support Microsoft

Internet Explorer. Pengguna windows harus menggunakan Chrome atau Firefox

- 2) Phone atau Tablet (bisa juga menggunakan *on-screen emulator*)
- 3) Minimal Android Operating System 2.3 ("Gingerbread")

Apapun model *hand phone* yang dimiliki, harus memiliki SD card (fisik atau virtual), jika tidak *hand phone* tidak dapat berjalan menggunakan App Inventor. Kebanyakan, telepon android terbaru sudah memiliki virtual SD cards, sehingga masalah ini hanya berlaku untuk *hand phone* versi lama. App Inventor juga bekerja dengan banyak telepon android, contohnya HTC, Samsung, and Dell, tetapi pada umumnya harus mendownload dan install software tambahan terlebih dahulu.

HASIL PENELITIAN

Hasil dari penelitian ini adalah Aplikasi Pembelajaran 5S Berbasis Android. Aplikasi tersebut dibuat dalam bentuk APK (*Application Package File*). Aplikasi tersebut dapat dipasang pada *smartphone* berbasis android. Perangkat yang diperlukan untuk membuat aplikasi 5S berbasis android meliputi perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*), berikut adalah spesifikasi perangkat yang dibutuhkan.

Spesifikasi minimum perangkat keras yang dibutuhkan:

- a. Laptop atau komputer RAM 4 GB pada Sistem operasi windows,
- b. Jika menggunakan sistem operasi linux membutuhkan minimal RAM 2 GB
- c. *Free space* Harddisk 20 gb
- d. Prosesor AMD A6 atau Intel Core i3 generasi 2 ke-atas
- e. HP android ram 1 gb ROM 8 gb
- f. *Operating System* android minimal versi 5.1 atau sdk api =22

Spesifikasi perangkat lunak yang dibutuhkan:

- a. Visual studio code atau code editor sejenisnya seperti sublime text
- b. Andoid studio
- c. Node.js
- d. Java, jdk8
- e. Python 2
- f. Command prompt atau terminal
- g. System operasi linux, windows, OSx

Selain menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak dibutuhkan juga library untuk

bisa membuat aplikasi 5S berbasis android tersebut, Library yang digunakan adalah react-native-linear-gradient, react-native-youtube, react-native-tts, native base.

Fitur Aplikasi Pembelajaran 5S Berbasis Android

1. Halaman Utama



Gambar 2. Tampilan halaman depan aplikasi 5S berbasis android

Pada saat user pertama kali membuka halaman depan akan ada *greeting* "selamat datang di pembelajaran budaya kerja 5S", *greeting* tersebut dibuat dengan google voice. Halaman utama aplikasi 5S berbasis android terdapat beberapa menu utama, diantaranya:

a. Menu *button* Seiri



Gambar 3. Menu *button* seiri

Menu *button* seiri ini digunakan untuk menuju halaman pembelajaran seiri

b. Menu *button* Seiso



Gambar 3. Menu *button* seiso

Menu *button* seiso ini digunakan untuk menuju halaman pembelajaran seiso

c. Menu *button* Seiton



Gambar 4. Menu *button* seiton

Menu *button* seiso ini digunakan untuk menuju halaman pembelajaran seiton

d. Menu *button* Seiketsu



Gambar 5. Menu *button* seiketsu

Menu *button* seiso ini digunakan untuk menuju halaman pembelajaran seiketsu

e. Menu *button* Shitsuke



Gambar 6. Menu *button* shitsuke

Menu *button* seiso ini digunakan untuk menuju halaman pembelajaran shitsuke

2. Halaman Seiri

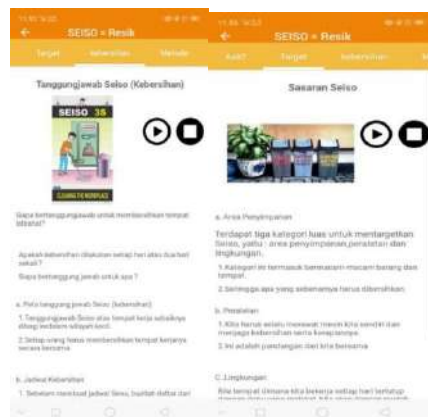
Seiri diartikan sebagai ringkas, maka halaman pembelajaran Seiri berisi materi-materi pembelajaran berupa foto maupun video mengenai tata kerja ringkas, berikut adalah tampilannya,

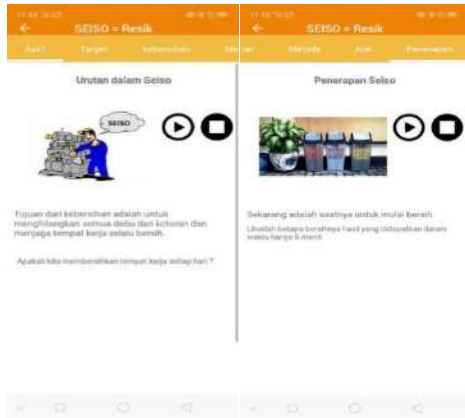


Gambar 7. Tampilan menu Seiri

3. Halaman Seiso

Seiso diartikan sebagai resik (bersih), maka halaman pembelajaran Seiso berisi materi-materi pembelajaran berupa foto maupun video mengenai tata kerja yang mengedepankan kebersihan, berikut adalah tampilannya:





Gambar 8. Tampilan menu Seiso

4. Halaman Seiton

Seiton diartikan sebagai rapi, maka halaman pembelajaran Seiton berisi materi-materi pembelajaran berupa foto maupun video mengenai tata kerja rapi dalam hal penataan alat dan bahan kerja, berikut adalah tampilannya:

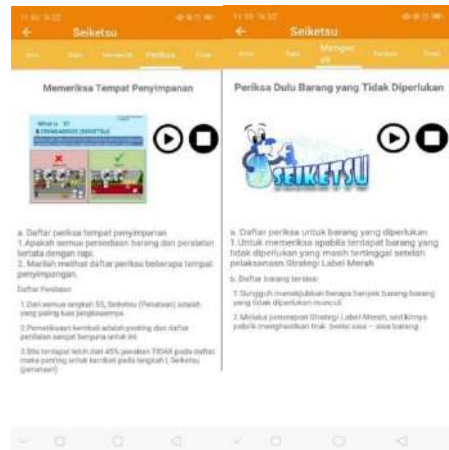


Gambar 9. Tampilan menu Seiton

5. Halaman Seiketsu

Seiketsu diartikan sebagai rapi rawat maka halaman pembelajaran

Seiketsu berisi materi-materi pembelajaran berupa foto maupun video mengenai tata cara perawatan alat-alat penunjang kerja, berikut adalah tampilannya:



Gambar 10. Tampilan menu Seiketsu

6. Halaman Shitsuke

Shitsuke diartikan sebagai rajin maka halaman pembelajaran Shitsuke berisi materi-materi pembelajaran berupa foto maupun video mengenai tata kerja rajin, berikut adalah tampilannya:



Gambar 11. Tampilan menu Shitsuke

KESIMPULAN

Rancang bangun aplikasi pembelajaran 5S berbasis android dibuat dengan android studio dan node.js sebagai frameworknya. Selain itu aplikasi pembelajaran 5S berbasis android dibuat juga menggunakan phyton 2 dan java. Sementara hardware yang digunakan adalah Laptop atau komputer RAM 4 GB pada Sistem operasi windows, Jika menggunakan sistem operasi linux membutuhkan minimal RAM 2 GB Free space Hardisk 20 gb, Prosesor AMD A6 atau Intel Core i3 generasi 2 ke-atas, HP android ram 1 gb ROM 8 gb, dan Operating System android minimal versi 5.1 atau sdk api =22.

DAFTAR PUSTAKA

Arsyad, A. 2009. *Media Pembelajaran*. Jakarta: Rajawali Pers
 Ciptadi, P. W. (2017). *Rancang Bangun Aplikasi Pembelajaran PGRI*

Melalui Kuis Interaktif Berbasis Android. *Jurnal Dinamika Informatika*, 75-86.

- Jahja, Kristanto. 2009. *Seri Budaya Unggulan 5R (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin)*, 3th ed Jakarta: Productivity and Quality Management Consultan.
- Leuw, J.E.F., dkk. 2013. Pembuatan Aplikasi Pembelajaran Matematika untuk Android Mobile dengan Komunikasi Device-Server. *Jurnal Infra*, 1/2.
- Monden, Yasuhiro. 1995. *Sistem Produksi Toyota: Suatu Ancangan Terpadu*
- Muyaroah, S., & Fajartia, M. (2017). *Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Android dengan menggunakan Aplikasi Adobe Flash CS 6 pada Mata Pelajaran Biologi*. *Innovative Journal of Curriculum and Educational Technology*, 79-83.
- Oktiana, Gian Dwi. 2015. *Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Android dalam Bentuk Buku Saku Digital untuk Mata Pelajaran Akuntansi Kompetensi Dasar Membuat Ikhtisar Siklus Akuntansi Perusahaan Jasa di Kelas XI MAN 1 Yogyakarta Tahun Ajaran 2014/2015*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta
- Osada, Takashi. 2000. *Sikap Kerja 5S*. Jakarta: Penerbit PPM.
- Sudjana, N. & Rivai, A. 2011. *Media Pengajaran (Penggunaan dan Pembuatannya)*. Bandung: Sinar Baru Algensindo
- Suprpto, Timotius. 2010. *Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, dan Rajin*. Jakarta: Conimp
- Suwondo, Chandra. 2012. *Penerapan Budaya Kerja Unggulan 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Dan Shitsuke) Di Indonesia*. *Jurnal MAGISTER MANAJEMEN* Vol. 1 No. 1, April 2012 29 - 48
- Toha, R. 1997. *Pengaruh Penerapan 5S/5R pada Produktivitas Kerja Karyawan di PT Pindad (Persero)*. Jakarta: Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi IPWI.

SISTEM OPERASI SAKLAR OTOMATIS (ATS) 1 FASA 2200 WATT MELAYANI SUMBER PLN DAN GENSET

Muhammad Suyanto¹, P. Wisnubroto², Rhamdhani L.P³

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

²Teknik Industri, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Email: myanto@akprind.ac.id¹, wisnurinibobok@gmail.com², danipamungkas71@gmail.com³

ABSTRAC

Automation systems can be defined as a technology related to mechanical, electronic and computer-based systems. By using automation technology, everyone can do something without having to act directly. With the convenience offered, human needs for the application of automation will always increase. For example the operation of a generator manually, is considered to be less efficient because it still requires more effort and time to operate. This research, discusses the Automatic Switch Operating System (ATS), Serves Two Sources of Electrical Energy 1 phase alternately with a load capacity of 2200 Watts at Home Installation. This is an application Planning alternating the source of electrical energy alternately, if one source is released / broken then the switch will automatically switch to the other power source. With the existence of this research, it is expected, can provide scientific contributions, especially in designing systems, automatic switches ATS (Automatic Transfer Switch) in home electrical installations. So when there is a supply outage from the National Electric Company, then the source of electrical energy at home automatically switches to the electricity source from the generator. So that home electricity can still be used because it gets supply from the generator set.

Keywords: Generator, ATS, power source, operating system

INTISARI

Sistem otomasi dapat didefinisikan sebagai suatu teknologi yang berkaitan dengan aplikasi mekanik, elektronik dan sistem yang berbasis komputer. Dengan menggunakan teknologi otomasi, setiap orang dapat melakukan sesuatu tanpa harus bertindak secara langsung. Dengan kemudahan yang ditawarkan, kebutuhan manusia akan penerapan otomasi akan selalu meningkat. Contoh pengoperasian generator secara manual, dinilai masih kurang efisien karena masih memerlukan usaha dan waktu yang lebih dalam pengoperasiannya. Penelitian ini, membahas tentang Sistem Operasi Saklar Otomatis (ATS), Melayani Dua Sumber Energi Listrik 1 fasa bergantian dengan kapasitas beban 2200 Watt Pada Instalasi Rumah. Hal ini merupakan aplikasi Perencanaan pemindahan sumber energi listrik secara bergantian, jika salah satu sumber lepas/putus maka saklar akan secara otomatis berpindah pada sumber listrik yang lainnya. Dengan adanya penelitian ini diharapkan, dapat memberikan kontribusi keilmuan khususnya dalam perancangan sistem, saklar otomatis ATS (*Automatic Transfer Switch*) pada instalasi listrik rumah. Jadi ketika terjadi pemadaman suplai dari PLN, maka sumber energi listrik pada rumah dengan sendirinya berpindah ke sumber listrik dari genset. Sehingga listrik rumah tetap bisa digunakan karena mendapat bakcup suplai dari Genset.

Kata kunci: Generator, ATS, sumber listrik, sistem operasi

PENDAHULUAN

Penelitian ini pada lingkup perkembangan sumber listrik, kebeban oleh para pelanggan listrik yang dilayani. lebih dari satu sumber. Oleh karenanya besar kecilnya beban beserta perubahannya tergantung pada kebutuhan para pelanggan akan tenaga listrik. Tidak Tujuan dari perancangan sistem elektro ini adalah untuk otomasi sistem hidup mati generator dan mentransfer secara otomatis sumber tegangan dari PLN ke beban (*load*) atau generator ke beban (*load*) pada saat PLN padam. Manfaat yang diperoleh adalah mempermudah dan meringankan pekerjaan

para konsumen, dalam menghidupkan dan mematikan generator.

Maka dari itu penulis merancang sebuah alat berupa saklar otomatis yang biasanya disebut sebagai panel ATS. Yang merupakan singkatan dari kata *Automatic Transfer Swicth*, jika dipahami berdasarkan arti kata tersebut maka sakelar yang bekerja secara otomatis, namun bekerjanya, berdasarkan jika sumber listrik dari PLN terputus atau mengalami pemadaman maka sakelar akan berpindah kesumber listrik yang lainnya, misal sumber dari generator. (Agbetuyi A.F, 2011).

Berdasarkan hal tersebut maka pada perancangan sistem ini akan dilakukan system perancangan saklar otomatis (*Automatic Transfer Switch*) pada instalasi listrik rumah tinggal. Jadi ketika terjadi pemadaman dari suplai PLN rumah akan dengan sendirinya memmanuver listrik ke genset menggunakan panel ATS ini. Sehingga listrik rumah tetap bisa digunakan dengan mendapat suplai dari genset.

Penelitian ini penting untuk dilakukan mengingat pentingnya aplikasi Ketersediaan energi listrik, merupakan salah satu faktor penting ditengah perkembangan teknologi yang sangat pesat. Namun karena sistem kelistrikan yang sangat kompleks, mulai dari pusat pembangkitan hingga sampai ke konsumen, maka besar kemungkinan akan terjadi gangguan yang bisa menyebabkan aliran daya ke konsumen terputus. Namun pada konsumen tertentu seperti pabrik, aliran daya listrik tidak boleh terputus dalam waktu yang lama karena dapat menghambat proses produksi. Sehingga dibutuhkan suplai tambahan untuk mengantisipasi ketika aliran daya dari jaringan listrik utama (PLN) terputus. Biasanya dipasang Genset (Generator Set) dengan kapasitas daya yang besar. (Ezema L.S, 2012).

Transfer switch adalah sebuah saklar listrik yang menghubungkan sumber tenaga listrik dari sumber utama ke sumber siaga. Switch dapat dioperasikan secara manual atau secara otomatis. Sebuah Transfer Switch Otomatis (ATS) sering dipasang di mana generator cadangan terletak, sehingga generator dapat memberikan daya listrik sementara jika sumber listrik terputus. (Riki, R, 2018).

ATS merupakan singkatan dari kata Automatic Transfer Swicth, jika dipahami berdasarkan arti kata tersebut maka ATS adalah sakelar yang bekerja otomatis, namun kerja otomatisnya berdasarkan memungkinkan jika sumber listrik dari PLN terputus atau mengalami pemadaman maka sakelar akan berpindah kesumber listrik yang lainnya misalnya adalah Inverter DC to AC. (Suyanto, M, 2014).

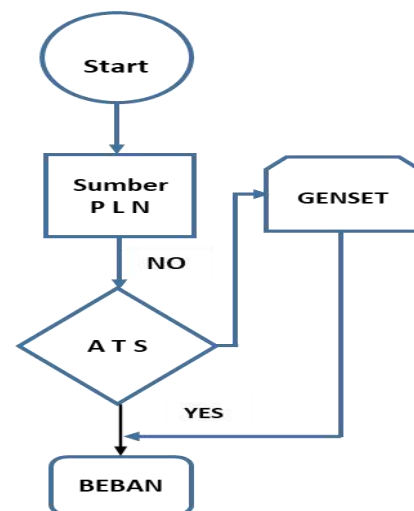
Untuk mengontrol peralihan dari suplai utama ke suplai cadangan diperlukan suatu peralatan yang disebut dengan ATS (*Automatic Transfer Switch*). Hal ini jauh lebih menguntungkan dibanding dengan menggunakan jasa operator. Karena dapat menghindari kesalahan dalam pengoperasian dan dapat menghindari adanya kejutan listrik terhadap operator. (Paul, H.G, 2014).

Sebagai kontrol kapan genset mengambil alih suplai tenaga listrik ke beban ataupun sebaliknya dipergunakan sebuah sistem atau

alat yang disebut Automatic Transfer Switch (ATS) – Automatic Main Failure (AMF). Sesuai dengan namanya alat ini dapat bekerja secara otomatis. Untuk mengetahui dan memahami cara kerja rangkaian control ATS – AMF ini hendaknya dipahami terlebih dahulu komponen-komponen pendukungnya. Dari hasil analisis yang dilakukan dapat diuraikan bahwa komponen-komponen yang dirangkai menjadi sistem ATS – AMF, mempunyai peran masing-masing diantaranya : sebagai proses pemanasan serta start genset saat PLN padam, mematikan genset saat PLN hidup kembali, sebagai start bantu bila terjadi gagal start, serta mematikan genset saat terjadi gangguan over heating dan low pressure oil. (Suhanto, 2018).

METODE

Dalam suatu penelitian seorang peneliti harus menggunakan jenis penelitian yang tepat. Hal ini dimaksud agar peneliti dapat memperoleh gambaran yang jelas mengenai masalah yang dihadapi serta langkah-langkah yang digunakan dalam mengatasi masalah tersebut.



Gambar 1. Blok Diagram Perancangan Sistem ATS

Tahapan pelaksanaan kegiatan penelitian, diperlihatkan seperti Gambar 1. untuk perancangan sistem elektro terdapat beberapa tahapan yang akan dilakukan dengan langkah-langkahnya sebagai berikut:

- Membuat desain box panel untuk meletakkan komponen di dalamnya.
- Membuat wiring diagram untuk panel ATS (*Automatic Transfer Switch*).
- Membuat rangkaian yang bisa mem-proses menghidupkan dan mematikan generator serta mentransfer tegangan dari PLN/ Genset ke beban secara otomatis.

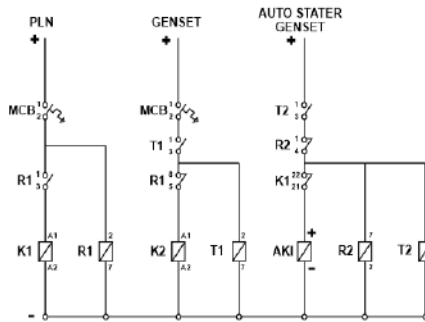
d. Melakukan pengujian pada rangkaian kontrol ATS. Membuat analisis beban melalui panel ATS dari sumber PLN / genset.

Perancangan sistem merupakan perancangan secara menyeluruh terhadap rangkaian dan alat yang di-gunakan, seperti urutan Gambar 2. (Schneider, 2016)

Analisis data merupakan suatu langkah yang paling menentukan suatu perancangan ataupun penelitian, karena analisis data berfungsi untuk me-nyimpulkan hasil penelitian.

Adapun data yang dianalisis dalam perancangan panel ATS ini diperoleh dari besaran angka di tegangan (*volt*) dan juga arus (*ampere*) terukur didalam uji tabel percobaan untuk menentukan daya (*watt*) perhitungan nyata yang didapatkan dari beban yang dialirkan lewat ATS melalui dua sumber yaitu PLN dan Genset.

Perencanaan Rangkaian Kontrol ATS

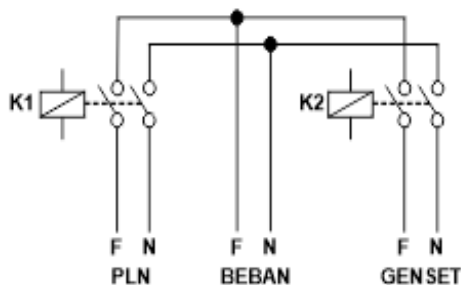


Gambar 2. Rangkaian Kontrol ATS

Pada saat catu daya PLN padam (gangguan) maka anak kontak NC pada R1 akan mendeteksi kemudian rangkaian kontrol auto stater genset akan menyala dan menghidupkan sumber dari genset. Dan sumber terbeban oleh suplai genset.

Apabila suplai PLN kembali normal, maka beban akan diputus oleh anak kontak NC R1 dan beban langsung berpindah dari genset ke PLN. (Eko, S, 2013).

Perencanaan Rangkaian Daya ATS



Gambar 3. Rangkaian Daya ATS

Apabila suplai PLN kembali normal, maka beban akan diputus oleh anak kontak NC R1 dan beban langsung berpindah dari genset ke PLN. (Eko, S, 2013).

Dari data yang diperoleh pada pengujian, perbandingan dapat digunakan persamaan (1), yang digunakan untuk memastikan berapa daya beban yang mengalir sebenarnya yaitu :

$$P = V \cdot I \cdot \cos\phi \quad (1)$$

dimana,

P= Daya (*Watt*), V= Tegangan (*Volt*), I= Arus (*Ampere*), $\cos\phi$ = Faktor Daya Listrik

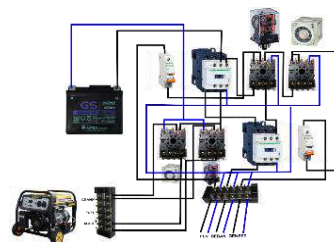
Dalam percobaan jenis beban yang dipakai untuk percobaan yaitu beban induktif dan beban resistif.

Beban Induktif

Adalah beban yang membutuhkan lilitan kawat penghantar untuk bekerja atau beroperasi. Dimana nilai dari $\cos\phi$ ini sendiri bernilai kurang dari 1. Dengan batasan angka 0,65 – 0,95. Dimana beban elektronik yang dipakai adalah kipas angin dan amplifier.

Beban Resistif

Suatu komponen beban listrik yang membutuhkan resistan (*ohm*) untuk bekerja atau beroperasi. Beban jenis ini hanya mengkonsumsi beban daya aktif, dan tidak menyebabkan nilai $\cos\phi$ berubah dan tetap sama yaitu 1. Untuk beban yang dipakai dalam percobaan adalah lampu, kompor listrik, setrika, dispenser, dan magic.com.



Gambar 4. Rangkaian Blok Diagram ATS dan pelaksanaannya

Seperti diperlihatkan pada Gambar 4. Prinsip kerja diagram blok yaitu ketika sumber PLN memberikan daya pada beban, namun ketika terjadinya trouble pada PLN maka kontaktor pada ATS secara otomatis akan mengalihkan sumber daya PLN ke genset. Prinsip kerja dari rancangan tersebut berdasarkan sistem interlock sehingga penyaluran energi listrik akan kontinu dengan adanya sistem interlock dari PLN-Genset.

PEMBAHASAN

Dari Tabel 1. pengujian untuk menentukan apakah terjadi kestabilan atau tidaknya dalam menyalurkan suplai listrik dan beda tegangan juga arus per setiap percobaan maka dapat ditentukan dengan memperlihatkan, Gambar 3. ditunjukkan bahwa tegangan dan arus yang disuplai PLN mengalami fluktuasi yang tidak stabil. Ketidakstabilan ini juga mempengaruhi perhitungan beban yang sebenarnya yang ditunjukkan pada Tabel 1. Dengan angka tegangan yang paling tinggi adalah di percobaan 7 dengan daya perhitungan 1750 W, lalu tegangan 200 V, dan arus 6,7 Ampere. Sedangkan drop tegangan terjadi di percobaan ke 5 dengan nilai daya 1050 Watt, tegangan 172 Watt, dan arus 3,6 Ampere. Dari analisis diatas dapat disimpulkan bahwa tegangan yang masuk sangatlah mempengaruhi nilai dari arus dan daya.

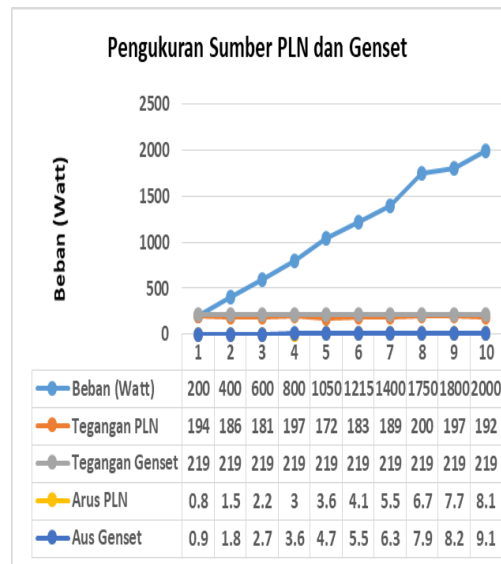
Tabel 1. Data hasil pengukuran Sumber PLN dan Genset

No	Beban (Watt)	Sumber dari PLN		Sumber Genset	
		Teg. (Volt)	Arus (A)	Teg. (Volt)	Arus (A)
1	200	194	0,8	219	0,9
2	400	186	1,5	219	1,8
3	600	181	2,2	219	2,7
4	800	197	3	219	3,6
5	1050	172	3,6	219	4,7
6	1215	183	4,1	219	5,5
7	1400	189	5,5	219	6,3
8	1750	200	6,7	219	7,9
9	1800	197	7,7	219	8,2
10	2000	192	8,1	219	9,1

Dari hasil data pengujian tegangan incoming dan outgoing PLN yang melewati kontaktor 1 rata-rata nilai tegangan adalah 191 V, begitu juga untuk incoming dan outgoing Genset, yang melewati kontaktor 2 adalah 219 V.

Sedangkan untuk perhitungan beban, yang digunakan kebanyakan adalah beban resistif dimana 1 beban induktif tidak

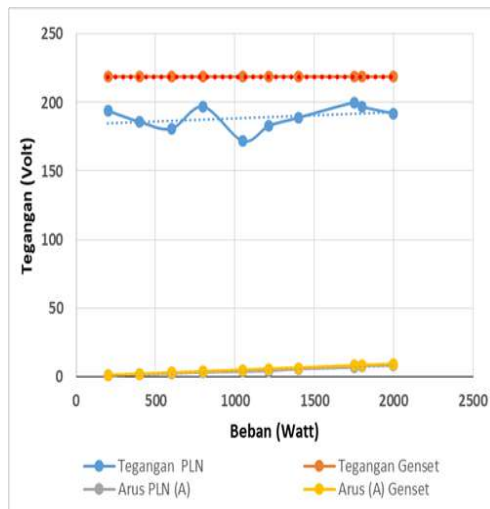
mempengaruhi nilai dari power factor ($\cos \phi$) lainnya dan tetap mempunyai nilai yang sama yaitu 1. Dengan beban untuk sumber dari PLN menunjukkan angka tertinggi berada di percobaan 9 dengan nilai angka 1595 Watt. Sedangkan untuk beban perhitungan tertinggi dari sumber Genset terdapat, terjadi di percobaan 10 dengan nilai daya 1893 Watt.



Gambar 3. Grafik sumber PLN dan Genset terhadap beban

Dari gambar grafik 3. didapatkan bahwa angka yang didapatkan dari sumber genset lebih stabil dengan tegangan di 219 V dan Arusnya pun melonjak secara stabil sesuai peningkatan nilai daya perhitungan di tabel 1. Jadi hal ini membuktikan bahwa komponen listrik yang ada pada panel pengontrolan Genset, otomatis masih berfungsi dengan baik dimana hasil data yang didapat bervariasi, hal ini dikarenakan sumber yang diberikan tegangan PLN 220VAC pada rumah dan tegangan output generator 220VAC. Gambar 4. membuktikan bahwa tidak ada kesalahan pada rangkaian dimana sistem panel pengontrolan generator otomatis ini berfungsi sesuai tujuannya, proses untuk menghidupkan Genset secara otomatis ketika PLN mati/padam dibutuhkan waktu selama 3 detik, dan untuk mentransfer tegangan ke beban setelah generator hidup dibutuhkan waktu selama 5 detik, jadi total waktu yang dibutuhkan dari menghidupkan generator hingga mentransfer tegangan ke beban adalah 8 detik. Dan untuk proses pemindahan transfer tegangan ke beban dari generator ke PLN apabila PLN hidup kembali dibutuhkan tidak dibutuhkan selisih waktu dan untuk mematikan

kembali generator otomatis langsung mati jika PLN mati.



Gambar 4. Grafik Tegangan terhadap beban

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan analisa pada sistem yang telah dibuat, maka didapat beberapa kesimpulan yaitu: Sistem *Automatic Transfer Switch* (ATS) bekerja secara normal karena tidak adanya tabrakan diantara suplai PLN dan Genset.

1. Rata-rata nilai tegangan incoming dan outgoing PLN, yang melewati kontak-tor 1 adalah 191 V. dan tegangan outgoing Genset, yang melewati kontak-tor 2 adalah 219 V.
2. Nilai tertinggi daya perhitungan beban dari PLN adalah 1516 dan 1595 Watt. Dsn Nilai tertinggi daya perhitungan beban dari genset adalah 1893 Watt.
3. Waktu yang dibutuhkan untuk menghidupkan generator disaat PLN dalam keadaan mati/padam hingga mentransfer tegangan ke beban adalah 8 detik.

Saran

Untuk pengembangan alat dan penelitian lebih lanjut kedepannya penulis menyarankan untuk menambahkan breaker atau komponen proteksi lainnya sebagai pengaman relay, ini bertujuan agar ketika terjadi short circuit pada rangkaian kontrol tidak merusak relay serta komponen outgoing lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

Agbetuyi A.F., Adewale AA., Ogunluyi J.O., Ogunleye D. (2011). Design and

Construction of automatic transfer switch a single phase power generator. International journal of engineering science.

Ezema, L. S., B. U. Peter, and O. O. Harris (2012). "Design of automatic change over switch with generator control mechanism." *Academic Research Internatio-nal*, 3(3), (pp. 125 – 130)

Eko, S. 2013. Automatic Transfer Switch (Suatu Tinjauan). [https:// journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jte/article/view/3549](https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jte/article/view/3549). (diakses pada 26 Desember 2018 pukul 19.00 WIB).

Riki.R, Umar.D.,(2018),Perancangan ATS Satu fasa Menggunakan TDR, *Jurnal of Elektrical Power Control and Automation*, Vol 1, NO 2Hal 59-64, ISSN: 2621-556X (on line).

Suhanto.,(2018), Rancang bangun sys-tem ATS automatic Failure pada generator Set 80kVA dengan deep Sea 4420, Seminar nasional inova-si dan Aplikasi Teknologi Industri, ISSN: 2085-4218, ITN Malang

Suyanto,M.,(2014), "Pemanfaatan Alter-nator DC dengan Inverter pada PLTMh Sebagai Penyedia Listrik Produktif di Dusun Singosaren Imogiri Bantul Jogjakarta", Seminar Nasional Sains dan Pendidikan Sains IX, Fakultas Sains dan Matematika , ISSN: 2087-0922 , Vol. 5, No. 1, UKSW Salatiga.

Paul, H, G. 2014. Perancangan Automatic Transfer Switch (ATS) Parameter Transisi Berupa Tegangan Dan Frekuensi Dengan Mikrokontroler Atmega 16. <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/transmisi/article/viewFile/7193/5866>. (diakses pada 26 Desember 2018 pukul 19.30 WIB).

Standar Nasional Indonesia. 2000/2010. Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000/2010. Jakarta : Yayasan PUIL, No 6.2, Hal. 215-225.

Schneider. 2016. Electrical Instalation Guide. IEC International Standard. Hal 107-119

A RIVIEW: JENIS DAN PENCETAKAN 3D (3D PRINTING) UNTUK PEMBUATAN PROTOTYPE

Toto Rusianto¹, Saiful Huda² dan Hary Wibowo³

Jurusan Teknik Mesin, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
Jalan Kalisahak No. 28 Komplek Balapan Yogyakarta

e-mail: [1toto@akprind.ac.id](mailto:toto@akprind.ac.id), [2saiful@akprind.ac.id](mailto:saiful@akprind.ac.id), [3harywib@akprind.ac.id](mailto:harywib@akprind.ac.id)

ABSTRACT

3D printing or additive manufacturing (AM / additive manufacture) is the process of creating 3D objects in any form from a 3D modeling simulation. This paper discusses 3D printing which has become an important topic in aspects of manufacturing technology development. The first discussion about what is meant by rapid prototype and 3D printing and what is an important discussion of 3D printing. The discussion starts from the history of 3D printing and learns about the process of 3D printing and what materials are used in making 3D printing objects. each 3D printing method has the advantage of seeing benefits and providing advantages in scale of production compared to conventional methods.

Keywords: 3D printing, rapid prototype, additive manufacture

INTISARI

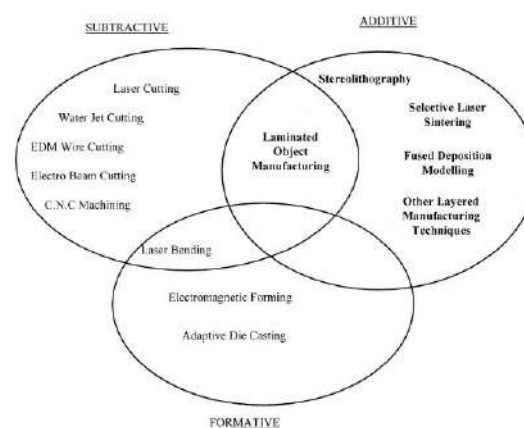
Pencetakan 3D atau manufaktur aditif (AM/additif manufacture) adalah proses untuk membuat objek 3D dalam bentuk apa pun dari simulasi pemodelan 3D. Naskah ini membahas tentang pencetakan 3D yang menjadi topik penting dalam aspek perkembangan teknologi manufaktur. Pembahasan pertama tentang apa yang dimaksud dengan *rapid prototype* dan pencetakan 3D/3D printing dan apa yang menjadi bahasan penting dari pencetakan 3D tersebut. Pembahasan dimulai dari sejarah pencetakan 3D dan mempelajari tentang proses pencetakan 3D dan bahan apa yang digunakan dalam pembuatan objek cetak 3D. masing-masing metode pencetakan 3D memiliki keunggulan lihat keuntungan dan memberikan keuntungan dalam skala produksi dibandingkan metode konvensional.

Kata Kunci: pencetakan 3D, rapid prototype, manufaktur aditif

PENDAHULUAN

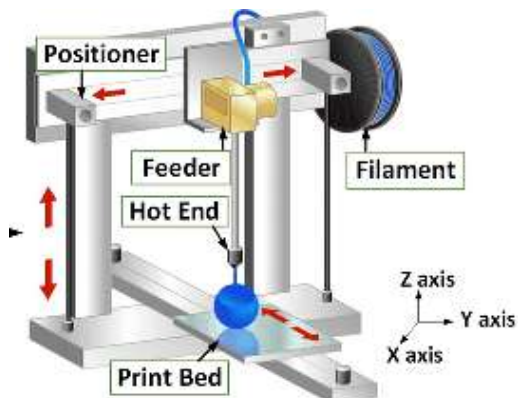
Pencetakan 3 dimensi/3D sekarang telah menunjukkan perkembangan yang sangat pesat. Pencetakan 3D menggunakan perangkat lunak dilakukan dengan mengiris model 3D menjadi beberapa lapisan tipis (tebal 0,01 mm atau kurang). Setiap lapisan kemudian ditelusuri ke lapisan penyusun oleh printer, begitu polanya selesai, bangunan lapisan diturunkan dan lapisan berikutnya ditambahkan di atas yang sebelumnya yang dikenal dengan manufaktur aditif (*additif manufacture/AM*). Teknik manufaktur yang umum dikenal sebagai 'Manufaktur Subtractive' karena prosesnya adalah salah satu menghapus materi dari blok yang sudah ada sebelumnya. Proses seperti tempa, rol, *EDM wire cut* dan pemotongan adalah teknik manufaktur subtraktif. Jenis proses ini menghasilkan banyak limbah. Bahan yang terpotong umumnya tidak dapat digunakan untuk hal lain dan hanya dikirim sebagai limbah. Pencetakan 3D menghilangkan limbah tersebut karena bahan yang ditempatkan di posisi yang hanya dibutuhkan, sedang sisanya

akan dibiarkan sebagai ruang kosong. Mempehatikan kriteria tersebut teknik fabrikasi tertentu dapat diklasifikasikan sebagai otomatisasi dan beberapa contoh ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Teknik rapid prototipe berbagai metode manufaktur antara subtrakti, aditif dan formasi

Pencetakan 3D atau manufaktur aditif (AM/additif manufacture) adalah proses untuk membuat objek 3D dalam bentuk apa pun dari model 3D atau sumber data elektronik lainnya (Gokhare, 2017). Pencetakan 3D melalui proses aditif dimana lapisan demi lapisan material berturut-turut diletakkan di bawah kendali komputer. Hideo Kodama dari Nayoga Municipal Industrial Research Institute telah berhasil mencetak benda padat pertama dari desain digital secara langsung melalui printer 3D. Pengembangan printer 3D pertama telah dilakukan oleh Charles W. Hull, yang pada 1984 (Bhandari, 2014) mendesainnya saat bekerja untuk perusahaan yang ia dirikan, 3D Systems Corp. Charles W. Hull adalah pelopor proses pencitraan solid yang dikenal sebagai stereolithography/STL (stereolithographic). Dimana format file masih merupakan format yang paling banyak digunakan saat ini dalam pencetakan 3D. Charles Hull juga dianggap telah memulai prototyping cepat komersial yang bersamaan dengan pengembangan pencetakan 3D. Dia awalnya menggunakan photopolimer yang dipanaskan oleh sinar ultraviolet untuk mencapai efek peleburan dan pematatan. Sejak tahun 1984, ketika printer 3D pertama dirancang dan direalisasikan oleh Charles W. Hull dari 3D Systems Corp, teknologinya telah berevolusi dan mesin-mesin ini menjadi semakin bermanfaat, sementara harganya semakin turun, sehingga menjadi lebih terjangkau (Barrie, 2014) Menariknya, biaya untuk mendapatkan printer 3D telah berkurang dengan kemajuan teknologi. Penggunaan domestik printer 3D telah meningkat dengan biaya rata-rata mulai dari beberapa ratus dolar naik. Namun, satu kelemahan utama adalah bahwa ia membutuhkan keahlian mencetak objek 3D (Mpofu, 2014). Gambar 2 menunjukkan mesin cetak 3D untuk bahan plastik.



Gambar 2. Printer 3 Dimensi dan bagian-bagiannya (Li, Z. 2018)

Saat ini, pemodelan cepat memiliki berbagai aplikasi dalam berbagai bidang kegiatan seperti; penelitian, teknik, industri medis, militer, konstruksi, arsitektur, mode, pendidikan, industri komputer dan banyak lainnya (Bhandari, 2014). Pada tahun 1990, teknologi ekstrusi plastik paling banyak dikaitkan dengan istilah "pencetakan 3D" diciptakan oleh Stratasys dengan nama pemodelan deposisi menyatu (fused deposition modeling /FDM). Setelah awal abad ke-21, telah terjadi pertumbuhan besar dalam penjualan mesin cetak 3D dan harganya telah turun secara bertahap. Pada awal 2010-an, istilah pencetakan 3D dan manufaktur aditif berkembang dimana mereka menjadi istilah alternatif untuk teknologi AM (Matias, 2015). AM digunakan dalam bahasa populer oleh komunitas konsumen dan media, dan yang lainnya digunakan secara resmi oleh industri akhir penggunaan AM bagian produsen, produsen mesin AM, dan organisasi standar teknis global. Kedua istilah mencerminkan fakta sederhana bahwa semua teknologi berbagi tema umum penambahan lapisan demi lapisan material sekuensial di seluruh benda kerja 3D di bawah kendali otomatis (Lee, 2006). Istilah lain yang telah digunakan sebagai sinonim AM termasuk pembuatan desktop, pembuatan cepat/rapid prototype, dan pembuatan perkakas sesuai permintaan. Proses pencetakan 3D dapat dikombinasikan bahan aditif lain menjadi bahan komposit (Klift, 2016; Li, 2018). Metode umum AM menggunakan ekstruder panas untuk menyimpang lapisan termoplastik berurutan, seperti *polylactic acid* (PLA) atau *acrylonitrile butadiene styrene* (ABS) (Vishwakarma, 2017; Nemzer, 2018). Gambar 3 menunjukkan produk sebuah model generator dengan bantuan pencetakan 3D dapat dibuat dengan proses yang cepat dan efisien dalam penggunaan material plastik ABS.



Gambar 3. Sebuah prototipe generator hasil pencetakan 3D menggunakan material ABS.

Prinsip-Prinsip Umum

A. Pemodelan

Model cetak 3D dapat dibuat dengan bantuan paket desain CAD atau melalui pemindai 3D. Proses pemodelan manual dalam menyiapkan data geometris untuk grafik komputer 3D mirip dengan metode *sculpting*. Pemodelan 3D adalah proses menganalisis dan mengumpulkan data tentang bentuk dan penampilan suatu objek. Berdasarkan data ini, model 3D dari objek yang dipindai dapat diproduksi. Baik kreasi manual dan otomatis dari model cetak 3D sangat sulit bagi konsumen dibuat secara manual. Itulah sebabnya beberapa pasar telah muncul selama beberapa tahun terakhir di dunia. Yang paling populer adalah *Shape ways, Thingiverse, My Mini Factory, dan Threading*.

B. Pencetakan

Sebelum mencetak model 3D dari file *.STL, harus diproses oleh perangkat lunak yang disebut "*licer*" yang mengubah model 3D menjadi serangkaian lapisan tipis dan menghasilkan file kode-G dari file *.STL yang berisi instruksi ke printer. Ada beberapa program perangkat lunak *licer* yang *open source* yang ada, termasuk, Slic3r, KISSlicer, dan Cura. Printer 3D mengikuti instruksi G-code untuk meletakkan lapisan berturut-turut dari bahan cair, bubuk, atau lembaran untuk membangun model dari serangkaian penampang model. Lapisan-lapisan ini, yang sesuai dengan penampang virtual dari model CAD, bergabung atau menyatu untuk membuat bentuk akhir model. Keuntungan utama dari teknik ini adalah kemampuannya untuk membuat hampir semua bentuk atau model geometris. Konstruksi model dengan metode yang ada dapat berlangsung mulai dari beberapa jam hingga berhari-hari, tergantung pada metode yang digunakan dan ukuran serta kompleksitas model. Sistem aditif biasanya dapat mengurangi waktu ini menjadi sangat sedikit; sangat bervariasi tergantung pada jenis mesin yang digunakan dan ukuran dan jumlah model yang diproduksi.

C. Finishing

Meskipun resolusi yang dihasilkan printer cukup untuk banyak aplikasi, mencetak versi objek yang agak besar dalam resolusi standar dan kemudian mengeluarkan material dengan proses resolusi lebih tinggi dapat mencapai presisi yang lebih besar. Seperti halnya Accura iD-20 dan Press Release mesin lainnya. Teknologi Pabrikasi Internasional menunjukkan beberapa teknik pabrikasi tambahan yang mampu

menggunakan banyak material dalam proses pembuatan komponen.

terlepas dari jenis mesin AM, secara umum, selalu ada delapan langkah berbeda dalam urutan proses:

1. Konseptualisasi dan CAD: Desain bagian 3D / model dengan perangkat lunak Computer Aided Design (CAD).
2. Konversi ke STL: Ubah file CAD dari format perangkat lunak ke format yang lebih terbuka sebagai file STL.
3. Transfer dan manipulasi file STL pada mesin AM: Biasanya menggunakan kartu jaringan, USB, atau SD.
4. Pengaturan mesin: Mengkonfigurasi mesin itu sendiri.
5. Urutan Bangunan: Bangunan aktual dari objek 3D.
6. Penghapusan dan pembersihan bagian: Hapus dari mesin, bersihkan, dan hapus dukungan.
7. Bagian pasca pemrosesan: Finishing permukaan, pengerasan, dll.
8. Aplikasi: Penggunaan bagian.

Langkah-langkah proses dapat diringkas seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4



Gambar 4. Langkah-langkah proses pencetakan part 3D

<https://aaq.auburn.edu/node/9907/take>

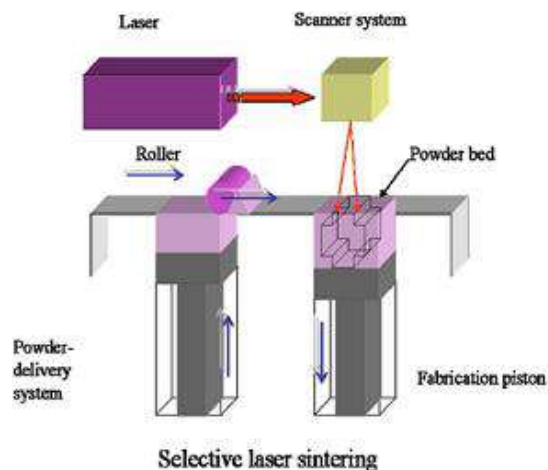
METODE

Banyak proses dan teknologi pencetakan 3D telah ditemukan sejak akhir 1970. Printer pada awalnya sangat besar dan mahal dalam hal apa yang dapat mereka hasilkan. Sejumlah besar proses pembuatan aditif tersedia sekarang. Beberapa metode melelehkan atau melembutkan bahan untuk menghasilkan lapisan, misalkan *Selective Laser Melting* (SLM), sintering laser selektif (*Selective Laser Sintering*/SLS), pemodelan deposisi menyatu (FDM), sementara cara lain memadatkan bahan cair menggunakan teknologi lain yang berbeda, misalkan *stereolithography* (SLA) atau dengan metode *Laminated Object Manufacturing* (LOM) (Jasveer, 2018).

A. Selective Laser Sintering/SLS

Laser Sintering (juga dikenal sebagai LS atau SLS) membangun bagian yang kompleks langsung dari data CAD 3D melalui laser panas yang memadukan atau menyinterkan termoplastik bubuk. Mirip dengan teknologi pencetakan 3D lainnya, ini memungkinkan konsolidasi sebagian dan geometri yang kompleks, namun LS cukup unik karena menghilangkan kebutuhan akan struktur pendukung. Bagian-bagian yang dibangun dengan LS dicetak dalam serbuk serba serba guna; kelebihan serbuk mudah terguncang selama post-processing. Ini adalah cara yang terjangkau untuk membangun bagian produksi yang tahan lama dalam volume rendah. Aplikasi umum termasuk pekerjaan saluran, permukaan kontrol, braket, klip, klem, tangki bahan bakar dan suku cadang bersertifikasi penerbangan.

Selective laser sintering (SLS) dikembangkan dan dipatenkan oleh Dr. Carl Deckard dan penasihat akademis, Dr. Joe Beaman di University of Texas pada pertengahan 1980, di bawah sponsor DARPA. Sintering laser selektif adalah teknik pencetakan 3D yang menggunakan laser sebagai sumber daya untuk menyinter bahan bubuk (kebanyakan logam), bertujuan laser pada titik-titik dalam ruang yang ditentukan oleh model 3D, mengikat bahan untuk membuat struktur yang solid.



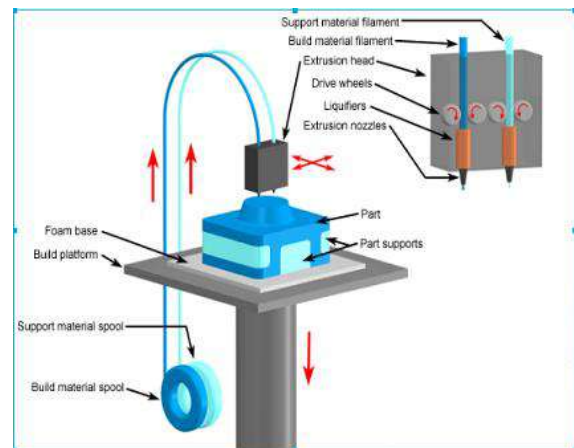
Gambar. 5. Skema proses Selective laser sintering/SLS (Peltola, 2008).

Peleburan laser selektif menggunakan konsep yang sebanding, tetapi dalam SLM bahan sepenuhnya meleleh daripada disinter, memungkinkan sifat yang berbeda (struktur kristal, porositas). SLS adalah teknologi yang relatif baru yang sejauh ini terutama telah

digunakan untuk pembuatan aditif dan untuk produksi suku cadang dalam volume rendah.

B. Pemodelan Deposisi Menyatu/Fused deposition modeling (FDM)

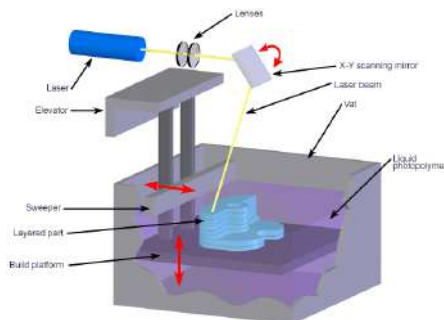
Metode Fused deposition modeling (FDM) dikembangkan oleh S. Scott Crump pada akhir 1980-an dan dirancang pada 1990 oleh Stratasys. Setelah paten pada teknologi ini berakhir, sebuah komunitas pengembangan sumber terbuka lebar untuk dikembangkan dan varian komersial yang menggunakan jenis printer 3D ini bermunculan. Akibatnya, harga teknologi FDM telah turun dua kali lipat sejak penciptaannya. Dalam teknik ini, model diproduksi dengan mengekstrusi manik-manik kecil dari bahan yang mengeras untuk membentuk lapisan. Sebuah filamen atau kawat termoplastik yang dililitkan ke koil tidak dapat dilepas untuk memasok material ke *head nozzle* ekstrusi. Kepala nozzle memanaskan material hingga suhu tertentu dan menghidupkan dan mematikan aliran. Biasanya motor stepper digunakan untuk menggerakkan *head* ekstrusi dalam arah-z dan menyesuaikan aliran sesuai dengan kebutuhan. *Head nozzle* dapat dipindahkan dalam arah horisontal dan vertikal, dan kontrol mekanisme dilakukan oleh paket perangkat lunak *computer-aided manufacturing* (CAM) berjalan pada mikrokontroler. Proses Deposition Modeling (FDM) yang digunakan sedang dalam proses tambahan. Ini adalah salah satu dari beberapa proses aditif seperti Stereo lithography (SL), *Selective Laser sintering* (SLS), dll. Manufaktur Aditif mengikuti komponen konstruksi produk dengan penambahan bahan tambahan. Gambar 6 menunjukkan skema FDM.



Gambar 6. Skema proses Fused deposition modeling/FDM (Chennakesava, 2014)

C. Stereolithography/SLA

Stereolithography adalah teknologi pencetakan 3D awal dan banyak digunakan. Pencetakan 3D diciptakan dengan maksud memungkinkan para insinyur untuk membuat prototipe desain mereka sendiri dalam waktu yang lebih lama dan secara efektif. Teknologi ini pertama kali muncul pada awal tahun 1970. Dr. Hideo Kodama Peneliti Jepang pertama kali menemukan pendekatan berlapis modern untuk stereolithography dengan menggunakan sinar UV untuk menyembuhkan polimer fotosensitif. Pada Juli 1984, sebelum Chuck Hull mengajukan patennya sendiri dan Alain Le Mehaute mengajukan paten untuk proses stereolithografi. Aplikasi paten penemu Prancis diabaikan oleh French General Electric Company dan oleh CILAS (The Laser Consortium). Le Mehaute percaya bahwa pengabaian mencerminkan masalah dengan inovasi di Prancis. Stereolithografi adalah bentuk teknologi cetak 3-D yang digunakan untuk membuat model, prototipe, pola dalam mode lapis demi lapis menggunakan polimerisasi foto, suatu proses di mana cahaya menyebabkan rantai molekul saling terhubung, membentuk polimer. Polimer-polimer tersebut kemudian membentuk benda padat tiga dimensi. Penelitian di daerah tersebut telah dilakukan selama tahun 1970-an, tetapi istilah ini diciptakan oleh Charles W. Hull pada tahun 1986 ketika ia mematenkan proses tersebut. Dia kemudian mendirikan 3D Systems Inc. untuk mengkomersialkan patennya. Gambar 7 menunjukkan skema stereolitografik.

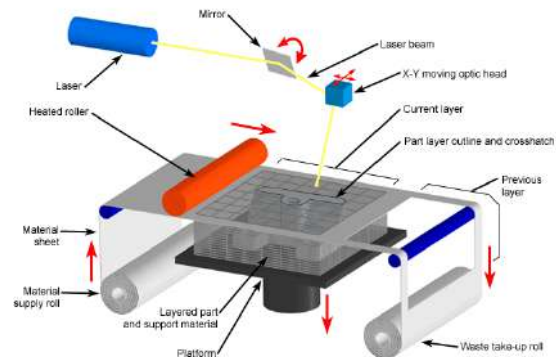


Gambar 7. Stereolithography/SLA (<https://www.custompartnet.com/wu>)

D. Pembuatan Objek Laminasi

Ini adalah teknologi pencetakan 3D yang dikembangkan oleh Helisys Inc. (sekarang disebut sebagai *Cubic Technologies*) (Pirjan, 2013). Di dalamnya, lapisan kertas yang dilapisi perekat, plastik, atau laminasi logam secara berturut-turut disatukan dan dipotong sesuai bentuk dengan pemotong laser. Objek yang dicetak dengan teknik ini dapat dimodifikasi dengan

pemesinan setelah proses pencetakan. resolusi lapisan tipikal untuk proses ini ditentukan oleh bahan baku material dan biasanya berkisar pada ketebalan dari satu ke beberapa lembar kertas, skema LOM dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Laminated Object Manufacturing/LOM (<https://www.custompartnet.com/wu>)

Keuntungan

1. Time-to-Market: Pencetakan 3D memungkinkan ide berkembang lebih cepat. Mampu mencetak konsep pada hari yang sama dan dirancang untuk mengurangi proses pengembangan yang mungkin dapat berbulan-bulan menjadi beberapa hari, membantu perusahaan tetap selangkah lebih maju dari yang lain.
2. Menghemat uang: *Prototyping* alat cetakan injeksi dan produksi kontinu adalah investasi yang mahal. Proses pencetakan 3D memungkinkan pembuatan suku cadang atau alat melalui manufaktur aditif dengan harga jauh lebih rendah dari permesinan tradisional.
3. Mengurangi Risiko: Mampu memverifikasi desain sebelum berinvestasi dalam alat cetakan yang mahal yang dan sepadan dengan beratnya produk plastik cetak 3D. Jauh lebih murah untuk mencetak prototipe uji 3D daripada mendesain ulang atau mengubah cetakan yang ada.
4. Umpan Balik: Dengan prototipe, dapat menguji pasar dengan mengungkapkannya di pameran dagang, menunjukkannya kepada pembeli atau meningkatkan modal dengan melakukan pra-penjualan. Mendapatkan respons pembeli terhadap produk sebelum benar-benar berproduksi adalah cara yang

berharga untuk memverifikasi bahwa produk tersebut memiliki potensi pasar.

5. *Sensation*: Satu hal yang tidak bisa didapatkan gambar atau prototipe virtual di layar komputer, dengan prototipe cetak 3D adalah cara sesuatu terasa lebih nyaman. Jika ingin memastikan ergonomi dan kecocokan suatu produk tepat, konsumen dapat benar-benar memegangnya, menggunakannya dan mengujinya.

6. Personalisasi: Dengan pencetakan 3D, seseorang dapat mempersonalisasi, menyesuaikan bagian agar sesuai dengan kebutuhan mereka secara unik, yang memungkinkan penyesuaian sesuai kebutuhan dalam industri medis dan membantu mengatur orang untuk menguraikan ide mereka di dunia baru.

7. Bangun Imajinasi: Dalam boom seni dan desain digital modern, kemungkinan tidak hanya semakin cepat tetapi juga tanpa batas. Saat sekarang dapat mencetak 3D hampir semua yang mereka bayangkan setelah menggambarnya secara virtual dalam waktu yang relatif singkat, sebuah ide, konsep, mimpi atau penemuan dapat berubah dari pemikiran sederhana menjadi bagian yang diproduksi.

8. bentuk berlubang, persegi, tidak masalah, permesinan telah membatasi desain produk selama bertahun-tahun. Dengan perbaikan di AM, sekarang kemungkinan menjadi tidak terbatas. Geometri yang secara historis sulit dibangun; seperti lubang yang mengubah arah, *overhang* yang tidak realistis sekarang mungkin dan sebenarnya mudah dibangun.

9. Gagal Cepat, Gagal Murah: Pencetakan 3D memungkinkan pengembang produk untuk membuat terobosan pada tahap awal yang relatif murah yang mengarah ke produk yang lebih baik dan lebih cepat (Gokhare, 2017).

Keunggulan

1. Masalah kekayaan intelektual: Kemudahan replika dapat dibuat menggunakan teknologi 3D menimbulkan masalah atas hak kekayaan intelektual. Ketersediaan cetak biru online tanpa biaya dapat berubah dengan organisasi nirlaba yang ingin menghasilkan keuntungan dari teknologi baru ini.

2. Batasan ukuran: Teknologi pencetakan 3D saat ini dibatasi oleh batasan ukuran. Benda

yang sangat besar masih tidak layak ketika dibangun menggunakan printer 3D.

3. Keterbatasan bahan baku: Saat ini, printer 3D dapat bekerja dengan sekitar 100 bahan baku yang berbeda. Ini tidak signifikan jika dibandingkan dengan sejumlah besar bahan baku yang digunakan dalam pembuatan tradisional. Diperlukan lebih banyak penelitian untuk merancang metode yang memungkinkan produk cetak 3D menjadi lebih tahan lama dan kuat.

4. Biaya printer: Biaya membeli printer 3D masih tidak membuat pembelian oleh rata-rata pemilik rumah layak. Juga, printer 3D yang berbeda diperlukan untuk mencetak berbagai jenis objek. Juga, printer yang dapat menghasilkan warna lebih mahal daripada printer yang mencetak objek monokrom.

5. Lebih Sedikit Pekerjaan Manufaktur: Seperti halnya semua teknologi baru, pekerjaan manufaktur akan berkurang. Kerugian ini dapat berdampak besar bagi perekonomian negara-negara dunia ketiga terutama Cina, yang bergantung pada sejumlah besar pekerjaan dengan keterampilan rendah.

6. Produksi barang berbahaya yang tidak diperiksa: Liberator, pistol fungsional cetak 3D pertama di dunia, menunjukkan betapa mudahnya memproduksi senjata sendiri, asalkan orang memiliki akses ke desain dan printer 3D. Pemerintah perlu menemukan cara dan sarana untuk memeriksa kecenderungannya yang berbahaya (Gokhare, 2017).

Aplikasi

1. Industri Aeronautika dan Aerospace mendorong batas kompleksitas desain geometris; evolusi dan peningkatan yang konsisten dari kendaraan menuntut agar bagian-bagian menjadi lebih efisien dan akurat bahkan ketika ukuran kapal menjadi lebih kecil. Inilah sebabnya mengapa optimasi desain sangat penting untuk perkembangan industri. Mengoptimalkan desain bisa jadi menantang ketika menggunakan proses manufaktur tradisional, dan itulah sebabnya sebagian besar insinyur beralih ke Pencetakan 3D.

2. Untuk mendukung pengembangan produk baru untuk industri medis dan gigi, teknologi juga digunakan untuk membuat pola untuk pengecoran logam hilir mahkota gigi dan dalam pembuatan alat-alat di mana plastik

sedang vakum dibentuk untuk membuat pelurus gigi.

3. Untuk sektor perhiasan, pencetakan 3D terbukti sangat mengganggu. Ada banyak minat dan serapan berdasarkan bagaimana pencetakan 3D dapat, dan akan, berkontribusi pada pengembangan lebih lanjut dari industri ini. Dari kebebasan desain baru yang dimungkinkan oleh CAD 3D dan pencetakan 3D, melalui peningkatan proses tradisional untuk produksi perhiasan hingga mengarahkan produksi cetak 3D yang menghilangkan banyak langkah tradisional.

4. Model arsitektur telah lama menjadi aplikasi pokok dari proses pencetakan 3D, untuk menghasilkan model demonstrasi yang akurat dari visi seorang arsitek. Pencetakan 3D menawarkan metode yang relatif cepat, mudah, dan ekonomis untuk menghasilkan model terperinci langsung dari CAD 3D, BIM atau data digital lainnya yang digunakan arsitek.

5. Karena proses pencetakan 3D telah meningkat dalam hal resolusi dan bahan yang lebih fleksibel, satu industri, yang terkenal karena eksperimen dan pernyataan yang keterlaluan, telah mengemuka. Kita tentu saja berbicara tentang aksesoris cetak fashion. 3D termasuk sepatu, headpieces, topi, dan tas semuanya masuk ke jalur cat global.

KESIMPULAN

Kepentingan teknologi cetak 3-D dan dampak sosial meningkat secara bertahap hari demi hari dan memengaruhi kehidupan manusia, ekonomi, dan masyarakat modern. Teknologi Pencetakan 3D dapat merevolusi dunia. Kemajuan dalam teknologi pencetakan 3D dapat secara signifikan mengubah dan meningkatkan cara memproduksi produk dan menghasilkan barang di seluruh dunia. Objek dipindai atau dirancang dengan perangkat lunak *Computer Aided Design*, kemudian diiris menjadi lapisan tipis, yang kemudian dapat dicetak untuk membentuk padatan tiga dimensi. Seperti yang ditunjukkan pencetakan 3D dapat memiliki aplikasi di hampir semua kategori kebutuhan manusia. Perusahaan dan individu manufaktur dapat dengan cepat dan mudah dalam produksi komponen dengan ukuran atau skala apa pun yang hanya dibatasi oleh imajinasi mereka. Pencetakan 3D, di sisi lain, dapat memungkinkan cara yang cepat, andal, dan berulang untuk menghasilkan produk yang dibuat khusus yang masih dapat

dibuat dengan biaya murah karena proses otomatisasi dan distribusi kebutuhan manufaktur.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta yang telah memberikan dukungan dana penelitian sehingga dapat dipublikasi dalam jurnal ini dan terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Barrie, J., 2014, 3D Printing: Improving Creativity And Digital-To-Physical Relationships In CAD Teaching, International Conference On Engineering And Product Design Education.
- Bhandari, S., dan Regina, B., 2014, 3D Printing and Its Applications, International Journal of Computer Science and Information Technology Research ISSN 2348-120X. 2(2), pp: 378-380.
- Chennakesava P. dan Narayan . S., 2014, Fused Deposition Modeling -Insights International Conference on Advances in Design and Manufacturing (ICAD&M'14) p.1345-1350
- Klift, F.V.D. Koga, Y., dan Todoroki, A., 2016, 3D Printing of Continuous Carbon Fibre Reinforced Thermo-Plastic (CFRTP) Tensile Test Specimens", Open Journal of Composite Materials, 6, 1827.
- Gokhare, V. G., Raut, D. N., dan Shinde, D. K., 2017, A Review paper on 3D-Printing Aspects and Various Processes Used in the 3D-Printing International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT) 6(6).
<https://www.custompartnet.com/wu/>
- Jasveer, S., dan Jianbin, X., 2018, Comparison of Different Types of 3D Printing Technologies, International Journal of Scientific and Research Publications, 8(4).
- Lee, D., Miyoshi, T., Takaya, Y., dan Taeho Ha, 2006, 3D Micro fabrication of Photosensitive Resin Reinforced with Ceramic Nanoparticles Using LCD Microstereolithography", Journal of Laser Micro/Nano engineering, 1(2).
- Li, Z., Rathore, A.S., Song, C., Wei, S., Wang, Y., dan Xu, W., 2018, PrinTracker: Fingerprinting 3D Printers using Commodity Scanners CCS'18, October 15-19, 2018, Toronto, Canada

- Matias, E. dan Rao, B., 2015, 3D printing on its historical evolution and the implications for business”, Proceedings of PICMET: Management of the Technology Age.
- Mpofu, T.P., Mawere, C., dan Mukosera, M., 2014, The Impact and Application of 3D Printing Technology, International Journal of Science and Research (IJSR) 3(6), pp: 2148- 2152.
- Nemzer, L.R., 2018, Data Visualization and 3D-Printing Nova Southeastern University, Bepress, Florida USA.
- Peltola, S. M. and Grijpma, D. W. Melchels
,
- Ferry P.W. and Kellomäki, Minna, 2008, A review of rapid prototyping techniques for tissue engineering purposes, Annals of Medicine, 40(4). p. 268-280.
- Pirjan, A., dan Petrosanu, D.H., 2013, The Impact of 3D Printing Technology on the society and economy”, Journal of Information Systems and Operations Management, 7.
- Vishwakarma, S.K., Pandey, P., dan Gupta, N.K., 2017 Characterization of ABS Material: A Review Journal of Research in Mechanical Engineering 3(5), pp: 13-16.

ANALISIS PENINGKATAN KUALITAS MELALUI PENDEKATAN *LEAN SIGMA* GUNA MENGURANGI KECACATAN PRODUK

Muhammad Yusuf¹, Eka Sulistyarningsih², Indri Susilawati³

¹²³Jurusan Teknik Industri, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Email: yusuf@akprind.ac.id¹, sulistyarningsih@akprind.ac.id², indrisusilawati05@gmail.com³

ABSTRACT

Good production quality is characterized by optimizing the number of product defects that are low and with low production costs. Production processes carried out by humans tend to result in defect products that can reduce company profits. So, it is needed for methods to reduce these product defects. Adi Satria Abadi (ASA) Company is a manufacturing industry company that manufactures gloves that are still done manually. The manufacturing process causes product defects namely the grade value of the gloves decreases. The lean six sigma method is applied to overcome these problems. The results of the application of the method show the Value Stream Mapping (VSM) of the glove production process obtained by the Process Cycle Efficiency of 56.85% which means it includes the concept of lean. However, the concept of lean still needs a lot of improvement to be more optimized. The lean six sigma method as an approach in the process of analyzing the causes of disability problems and in solving the results obtained DPMO (Defects Per Million Opportunities) and sigma values, for 20021.65 with a sigma level of 3.77 - sigma. Sigma 3-4 range is a sigma level that is still common in Indonesia, but it is necessary to carry out continuous improvement and improvement steps

Keywords: *product defects, quality, lean sigma.*

INTISARI

Kualitas produksi yang baik yang ditandai dengan optimalisasi jumlah produk cacat yang rendah dan dengan biaya produksi yang rendah. Proses produksi yang dilakukan oleh manusia cenderung dapat berakibat produk cacat yang dapat mengurangi keuntungan perusahaan. Sehingga perlu adanya metode untuk mengurangi produk cacat tersebut. PT. Adi Satria Abadi (ASA) merupakan perusahaan industri manufaktur yang memproduksi sarung tangan glove masih dikerjakan secara manual. Proses pembuatan tersebut menyebabkan cacat produk yaitu nilai *grade* sarung tangan menurun. Metode *lean six sigma* diterapkan untuk menanggulangi permasalahan tersebut. Hasil penerapan metode tersebut menunjukkan *Value Stream Mapping (VSM)* proses produksi sarung tangan diperoleh *Proses Cycle Eficiency* sebesar 56,85% yang berarti sudah termasuk konsep *lean*. Namun demikian konsep *lean six sigma* masih perlu banyak perbaikan agar lebih dapat dioptimalkan lagi. Metode *lean six sigma* sebagai pendekatan dalam proses analisis sebab-sebab masalah kecacatan serta dalam pemecahannya didapatkan hasil nilai DPMO (*Defects Per Million Opportunities*) dan sigma, sebesar 20021,65 dengan tingkat *sigma* sebesar 3,77 –sigma. Rentang *sigma* 3-4 merupakan tingkat *sigma* yang masih umum di Indonesia, namun perlu dilakukan langkah perbaikan dan peningkatan secara terus menerus

Kata Kunci: cacat produk, kualitas, lean sigma

PENDAHULUAN

Adanya kualitas produksi yang baik yang ditandai dengan pengoptimalan jumlah produk cacat yang minimum dan pengurangan pemborosan yang terjadi akan lebih mempunyai daya saing yang tinggi bagi perusahaan diantara persaingan antar perusahaan yang semakin ketat. Terlebih sekarang AEC (*Asean Economic Community*) atau lebih dikenal masyarakat ekonomi asean sudah berlaku. Tentu saja menuntut perusahaan untuk meningkatkan kualitasnya agar dapat bersaing pada pasar bebas saat

ini. Selain itu dengan menghasilkan produk yang berkualitas akan memperluas *market share* dan juga meningkatkan loyalitas konsumen.

Perusahaan dikatakan berkualitas bila perusahaan tersebut mempunyai sistem produksi yang baik dengan proses terkendali. Hal ini berhubungan dengan proses produksi dan kecepatan produksi. Untuk bersaing dalam pasar sekarang ini, perusahaan harus selalu berusaha meningkatkan efisiensi dan memfokuskan diri pada minimalisasi cacat serta pemborosan dari keseluruhan proses

mereka. Meminimumkan cacat adalah usaha yang harus dilakukan secara berkesinambungan, salah satunya dengan menerapkan pendekatan *Lean Six Sigma* yaitu *lean* yang diintegrasikan dengan *Six Sigma* (Riyan, dkk, 2016). *Six sigma* adalah seperangkat alat yang digunakan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mengeliminasi sumber variasi dalam proses. Pengendalian kualitas dengan mendalami sistem produksi perusahaan secara keseluruhan, memiliki tujuan untuk, menghilangkan cacat produksi, memangkas waktu pembuatan produk, dan mehilangkan biaya. *Lean* adalah suatu upaya terus-menerus untuk menghilangkan pemborosan (*waste*) dan meningkatkan nilai tambah (*value added*) produk (barang dan/atau jasa) agar memberikan nilai kepada pelanggan (*customer value*) (Gaspersz, 2011).

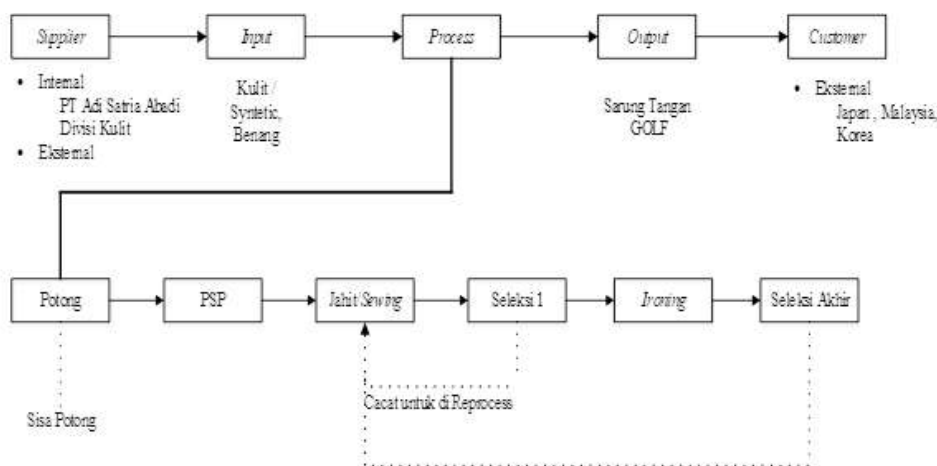
PT. Adi Satria Abadi (ASA) merupakan perusahaan yang bergerak di industri manufaktur dengan hasil berupa sarung tangan glove. Proses produksi yang masih banyak dilakukan oleh manusia maka masih banyak pula produk yang masih dalam kategori cacat, sehingga perlu adanya perbaikan dalam hal proses produksi guna mengurangi kecacatan produk tersebut. Penyebab cacat tersebut yang mengakibatkan nilai *grade* sarung tangan menurun sekaligus mengurangi tingkat *profit* perusahaan maka dalam penelitian ini peneliti akan menerapkan metode *lean six sigma* sebagai pendekatan

dalam proses analisis sebab-sebab masalah kecacatan serta dalam pemecahannya dan juga mengukur tingkat efisisensi proses produksi perusahaan menggunakan *value stream mapping*. (Sinurmaida dkk, 2013).

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Tahap *Define*

Didalam metodologi Six Sigma, SIPOC digunakan dalam tahap DEFINE yaitu tahap pertama dalam Six Sigma untuk mendefinisikan dan menyeleksi permasalahan yang akan diselesaikan beserta biaya, manfaat dan dampak terhadap pelanggan. SIPOC merupakan singkatan dari *Supplier* (Pemasok), *Input* (Masukan), *Process* (Proses), *Output* (Keluaran) dan *Customer* (Pelanggan), merupakan suatu alat visual yang digunakan untuk mendokumentasikan proses-proses bisnis dari awal hingga akhir dan berfungsi untuk mengidentifikasi elemen-elemen relevan dari proyek perbaikan yang akan dikerjakan (Artharn, dkk, 2013). Identifikasi SIPOC (gambar 1) ini biasanya dilakukan sebelum proyek perbaikan proses (*process improvement*) tersebut dimulai. Pada bidang operasional sasaran tersebut dapat berupa penurunan tingkat produk cacat dan biaya operasional serta peningkatan output produksi dan produktivitas. Langkah ini juga mendefinisikan rencana tindakan yang harus dilakukan untuk melakukan penigkatan dari setiap tahap prosesnya.



Gambar 1. Gambar Diagram SIPOC

Critical To Quality (CTQ) adalah atribut-atribut yang sangat penting untuk diperhatikan karena berkaitan langsung dengan kebutuhan dan kepuasan pelanggan. CTQ merupakan elemen dari suatu produk, proses, atau spesifikasi lain yang berhubungan langsung kepada kepuasan

pelanggan. Sebelum melakukan pengukuran terhadap CTQ, perlu dilakukan evaluasi terhadap sistem pengukuran yang ada agar menjamin efektivitas sepanjang waktu, selai itu digunakan untuk menguraikan atau mendekomposisi *requirement customer* yang cukup luas menjadi *requirement* yang

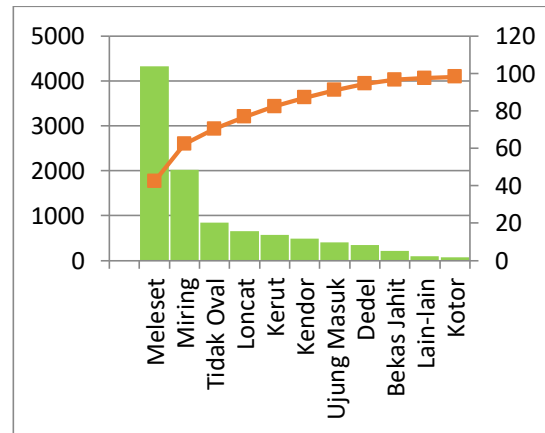
terkuantifikasi dan lebih mudah memprosesnya. Dalam hal ini terdapat 20 jenis cacat yang ada pada proses pembuatan sarung tangan golf (lihat Tabel 1),

Tabel 1. Tabel data kecacatan produk (Juni 2019-Agustus 2019)

NO	Jenis Cacat	Jumlah Cacat		TOTAL
		Juni	Agustus	
1	Meleset	1494	2829	4323
2	Kendor	194	290	484
3	Loncat	258	391	649
4	Bekas Jahit	86	124	210
5	Kerut	206	362	568
6	Dedel	119	229	348
7	Tidak Oval	224	617	841
8	Ujung Masuk	37	368	405
9	Miring	666	1358	2024
10	Muntir	2	27	29
11	Pendek	0	44	44
12	Gemuk	6	13	19
13	Sempit	4	11	15
14	Mulur	11	29	40
15	Beda Warna	2	3	5
16	Salah Size	0	4	4
17	Kotor	0	70	70
18	Benang Sisa	0	1	1
19	Lain-lain	0	92	92
20	Afkir	4	22	26
TOTAL		3313	6884	10197

Selanjutnya dilakukan pembuatan diagram pareto untuk mengetahui jenis cacat yang paling potensial berdasarkan jumlah cacat yang di hasilkan. Dengan diagram ini cacat yang paling sering di jumpai akan di teliti

terlebih dahulu, dari 20 jenis cacat di atas nantinya akan di ambil 5 besar (Gambar 2),



Gambar 2. Diagram Pareto Defect

b. Tahap Measure

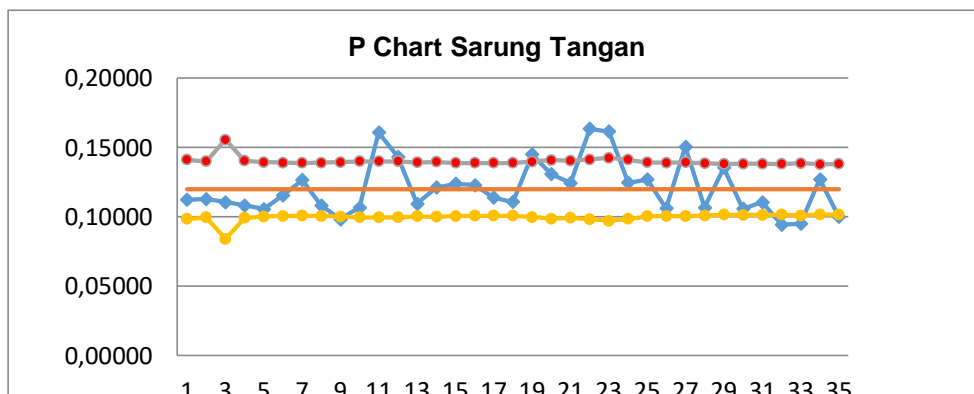
Nilai *cycle time* yang termasuk *value added time* sebesar 820,2 detik sedangkan nilai dari *lead time* sebesar 1442,6 detik. Salah satu kunci untuk menentukan kinerja dari *value stream mapping* proses adalah dengan menghitung nilai *Process Cycle Efficiency (PCE)*,

$$PCE = \frac{\text{Value Added Time}}{\text{Lead Time}} \times 100 \%$$

$$= \frac{820,2}{1442,6} \times 100 \% = 56,85\%$$

Karena nilai *Process Cycle Efficiency* lebih dari 25% maka proses tersebut merupakan proses lean, namun masih banyak yang harus di tingkatkan lagi agar *process cycle efficiency* menjadi lebih optimal dan secara otomatis produktivitas akan meningkat. (Deshmukh, dkk, 2012)

Analisis dengan menggunakan peta control P untuk mengetahui hasil produksi sarung tangan berada pada batas yang di ijinakan dapat dilihat pada gambar 3,



Gambar 3. Diagram P chart Sarung Tangan

Dari diagram P pada gambar 3 terlihat bahwa masih ada produksi yang berada diluar batas kendali. Target kualitas yang diharapkan dalam menerapkan Metodologi Six Sigma di Produksi adalah untuk meningkatkan kapabilitas proses dengan mencapai 3,4 DPMO dalam proses produksi. Kepanjangan dari DPMO adalah *Defects Per Million Opportunities* yaitu Cacat per Satu Juta kesempatan. Jadi yang dimaksud dengan 3,4 DPMO adalah 3,4 Cacat dalam 1 (satu) Juta kesempatan. DPMO merupakan salah satu dari penilaian Kapabilitas Proses (*Process Capability*) untuk mengukur seberapa baiknya suatu proses produksi, nilai *sigma* dan DPMO sebagai berikut,

$$DPMO = \frac{\text{Jumlah Defect}}{CTQ \times \text{Jumlah Produksi}} \times 1000000$$

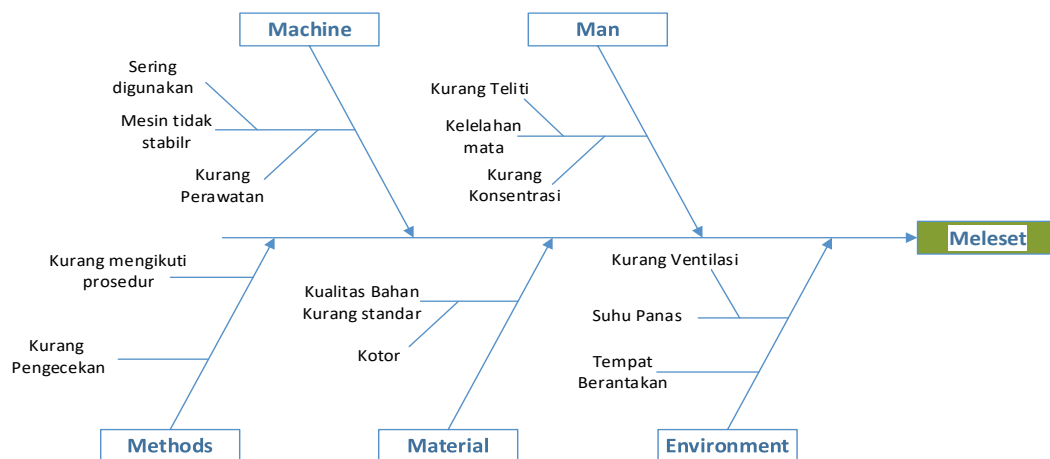
$$DPMO = \frac{204}{5 \times 2085} \times 1000000 = 19568.35$$

Konversi ke nilai *sigma* :

$$\begin{aligned} \text{Nilai sigma} &= 3 + \frac{\text{Batas Atas}-DPMO}{\text{Batas Atas}-\text{Batas Bawah}} \\ &= 3 + \frac{66800-19568.35}{66800-6210} \\ &= 3,78 \text{ sigma} \end{aligned}$$

c. Tahap Analyze

Pada tahap *analyze* ini di lakukan pembuatan *fishbone* diagram /diagram tulang ikan untuk mencari sebab permasalahan yang menimbulkan *defect* / kecacatan pada produk sarung tangan. Kecacatan yang di ambil adalah 5 CTQ potensial yaitu meleset, miring, tidak oval, loncat dan kerut. Nantinya ke 5 jenis kecacatan tersebut akan di analisa berdasarkan beberapa faktor yang mungkin mempengaruhi. Cacat meleset pada sarung tangan adalah jenis cacat yang paling sering terjadi .. Untuk itu dilakukan analisa dengan memperhatikan factor-faktor seperti mesin, material, manusia, metode yang di gunakan maupun lingkungan tempat bekerja. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat *fishbone diagram* pada gambar 4,



Gambar 4 Fishbone Diagram Cacat Meleset

Dari *fishbone diagram* di atas dapat di lihat penyebab terjadinya cacat meleset karena beberapa faktor. Untuk faktor lingkungan di sebabkan oleh suhu ruangan yang panas karena kurang ventilasi dan hanya menggunakan kipas angin serta ruang kerja yang berantakan. Metode yang di gunakan juga kurang diikuti dan dicek ulang oleh operator di tambah material yang kurang bagus kualitasnya. Sedangkan untuk mesin yang digunakan terus menerus membuat mesin tidak stabil karena pengecekan juga di lakukan hanya sebulan sekali . untuk faktor *man* atau manusianya sendiri juga sangat berpengaruh terhadap timbulnya kecacatan

karena kelelahan dengan ruangan yang panas menyebabkan kurang nyaman untuk bekerja. Tahapan ini juga dilakukan pada cacat miring, cacat tidak oval, cacat loncat dan cacat kerut.

d. Tahap Improve (Perbaikan)

Tahap perbaikan merupakan langkah-langkah atau usulan perbaikan yang di berikan kepada pihak perusahaan untuk mengurangi terjadinya kecacatan produk sarung tangan kembali ataupun mengurangi produk yang cacat sehingga nantinya akan menambah produktivitas dan juga mengurangi pemborosan yang terjadi. (Ferreira, dkk, 2012) Untuk itu di lakukan analisis brainstorming

kepada pihak-pihak yang berwenang dan bertanggung jawab terhadap proses produksi. Untuk usulan perbaikan cacat meleset yang di

rumuskan dapat di lihat pada tabel 2 di bawah ini :

Tabel 2. Usulan Perbaikan Cacat Meleset

Penyebab	Usulan Perbaikan
<p>Faktor Manusia :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kurang Konsentrasi 2. Kurang Teliti 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Karyawan di beri kelonggaran waktu sejenak untuk melihat lingkungan sekitar yang hijau setelah bekerja selama 3-4 jam 2. Dilakukan pengawasan yang lebih ketat namun tidak terlalu intensif 3. Pengecekan setelah dan sebelum proses
<p>Faktor Mesin :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mesin tidak stabil / terkadang <i>rewel</i> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dilakukan pengecekan mesin dalam range waktu yang tidak terlalu lama mungkin 2 minggu sekali dari yang awalnya 1-2 bulan sekali
<p>Faktor Metode :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kurang mengikuti prosedur 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dilakukan pengawasan yang lebih sering dan mungkin perlu di peringatkan apabila ada operator yang tidak mengikuti prosedur 2. Di beri pengarahan awal sebelum memulai proses produksi untuk selalu membaca dan mengikuti prosedur terlebih dahulu
<p>Faktor Material :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kualitas Bahan yang kurang standar 2. Kotor 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lebih di perketat dan teliti lagi pada saat inspeksi bahan baku yang masuk sehingga nantinya bahan baku yang masuk ke proses <i>sewing</i> dalam keadaan baik 2. Pada saat melakukan proses yang perhubungan dengan penggunaan tangan secara langsung harus di pastikan dahulu tangan dalam keadaan bersih
<p>Faktor Lingkungan :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Suhu ruangan panas 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ventilasi di perbanyak sehingga sirkulasi udara yang masuk dan keluar lancar sehingga ruangan tidak terlalu panas 2. Pengurangan lampu yang tidak begitu penting untuk di hidupkan sehingga tidak menambah panas ruangan

Hal-hal di atas merupakan usulan rencana perbaikan yang di berikan oleh peneliti kepada pihak perusahaan untuk di pertimbangkan, tahapan usulan ini juga dilakukan pada cacat miring, cacat tidak oval, cacat loncat dan cacat kerut.

e. Tahap Control

Tahap *control* merupakan tahap lanjutan dari tahap *improve*. Tahap control berisi usulan-usulan rencana pengendalian dari rencana perbaikan dari tahap *improve*. Rencana pengendalian yang di usulkan :

1. Membuat *schedule* / jadwal dalam hal perawatan dan pengecekan mesin secara teratur sehingga kondisi mesin akan selalu baik dan dalam keadaan siap ketika

akan di gunakan. Dengan cara ini kecacatan yang di timbulkan akibat mesin bisa di kurangi bahkan di hilangkan.

2. Melakukan *monitoring* dan inspeksi baik pada awal maupun akhir produksi , serta mengupayakan bahan baku dengan kualitas yang lebih baik
3. Membuat peta *control* untuk mengetahui kondisi produksi di setiap waktu
4. Melakukan *monitoring* dan pengawasan terhadap operator sehingga *work instruction* dapat di jalankan sebagaimana mestinya.

KESIMPULAN

1. Dari hasil *Value Stream Mapping* (*VSM*) proses produksi sarung tangan di PT Adi

Satria Abadi diperoleh *Proses Cycle Efeciency* sebesar 56,85% yang berarti sudah termasuk konsep *lean*. Namun, masih perlu banyak perbaikan agar lebih di optimalkan lagi sehingga secara otomatis produktivitas juga akan meningkat.

2. Dari 20 jenis kecacatan produk sarung tangan yang ada , terdapat 5 jenis cacat potensial yang sering terjadi yaitu meleset, miring, tidak oval, loncat dan kerut .
3. Nilai DPMO dan sigma, sebesar 20021,65 dengan tingkat *sigma* sebesar 3,77 –sigma. Rentang *sigma* 3-4 merupakan tingkat *sigma* yang masih umum di Indonesia, namun perlu di lakukan langkah perbaikan dan peningkatan secara terus menerus agar nantinya dapat mencapai 6–*sigma*.

DAFTAR PUSTAKA

Artharn, P., dan Rojanarowan, N., 2013., Defective Reduction on Dent Defects in Flexible Printed Circuits Manufacturing Process, *IOSR Journal Of Engineering*. 3(5)

Deshmukh, S. V., dan Chavan, A. 2012. Six Sigma and SMEs: a critical review of

literature. *International Journal of Lean Six Sigma*, 3(2)

Ferreira, L.M.D., Silva, C., dan Mesquita, C. 2013. *Using the Six Sigma Methodology to Improve an Internal Logistic Process*. Switzerland. Springer International Publishing

Gaspersz, V. 2011. *Landasan Analisis Dan Strategi Bisnis Untuk Manajemen Perusahaan dan Industri*. PT. Gramedia Pustaka Utama : Jakarta.

Riyan Saputro, Winarni, Muhammad Yusuf, 2016, Pendekatan Six Sigma, FMEA, Dan Kaizen Sebagai Upaya Peningkatan Perbaikan Kualitas Produksi Pengecoran Logam Di Pt. Mitra Rekatama Mandiri, *Jurnal Rekavasi* ISSN: 2338-7750, Vol 4 No.1.

Sinurmaida Gultom , Tuti Sarma Sinaga, Sukaria Sinulingga, 2013. Studi Pengendalian Mutu Dengan Menggunakan Pendekatan Lean Sixsigma pada PT. XYZ, *Jurnal Teknik Industri* FT USU Vol 3, NO 2, PP 23-30. Universitas Sumatra Utara : Medan

Yusuf, Muhammad, 2014, Analisis Kualitas Produk Genteng Dengan Metode Taguchi, *Jurnal Teknik*, ISSN: 1410-8216

EVALUASI KINERJA STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT MENGUNAKAN *PUSHOVER ANALYSIS* DENGAN METODE *FEMA 356* DAN *FEMA 440*

(STUDI KASUS: GEDUNG RAWAT INAP RUMAH SAKIT UMUM DAERAH
TIDAR, KABUPATEN MAGELANG)

Muhamad Gigih Realdy¹, Rika Nuraini²

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Teknologi Yogyakarta

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Emai: gigihrealdy95@gmail.com¹, rika.nuraini@staff.uty.co.id²

ABSTRACT

Indonesia has become one of the most seismic and frequently occurring earthquakes in the central region of the Pacific Ring of Fire, the Alpide Belt earthquake pathway, as well as several tectonic plates. Earthquakes can be categorized into two types, namely volcanic earthquakes and tectonic earthquakes. Therefore, the structure of the building must be in accordance with the applicable planning regulatory standards. The purpose of this study was to study the structure of buildings supported by plastic connections on column and beam elements and determine the level of building structures against earthquakes. The current building is earthquake resistant which has managed to survive and not repaired significant damage so the building is still as sturdy as before.

Static nonlinearities that are ranked higher, are quite accurate for the level of understanding of structures when receiving earthquake loads. The analysis used is a nonlinear static pushover analysis with the transfer coefficient method (FEMA 356 and FEMA 440). The object of research in this studio in reinforced concrete buildings that work on the Regional General Hospital, is a new building which was completed in December 2018. The tall building is 27.95 meters with a number of 6 floors. The level of building planning according to demand. by FEMA 356 (1997). The location itself can be seen as a pushover analysis.

The pushover analysis results using SAP2000 V.19.2.1 software get the target value to get FEMA 356 push X and push Y of 0.253 m, and the target value of transferring FEMA 440 push X and push Y is 0.186, for the actual drift value of FEMA 356 is 0.009 and FEMA 440 actual drift value of 0.006. From the results of the research obtained the level of performance of the building structure is Immediate Occupancy. In this category, why a building earthquake does not damage the structure, the strength and stiffness of the building is still the same as the condition before the structure was hit by the earthquake. Buildings can behave nonlinearly during an earthquake.

Keywords: *Earthquake, Pushover, Hospital, Nonlinear Static.*

ABSTRAK

Indonesia menjadi salah satu daerah paling seismik dan sering terjadi bencana alam gempa bumi karena terletak di tengah-tengah daerah Cincin Api Pasifik, jalur gempa Sabuk Alpide, serta di atas beberapa lempeng tektonik. Gempa bumi dapat dikategorikan dalam dua jenis yaitu gempa bumi vulkanik dan gempa bumi tektonik. Oleh sebab itu, struktur bangunan harus direncanakan sesuai dengan standar peraturan perencanaan yang berlaku. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui perilaku struktur dengan memperlihatkan skema terjadinya sendi plastis pada elemen kolom dan balok dan menentukan level kinerja struktur gedung terhadap gempa. Sehingga saat terjadi gempa struktur bangunan tersebut mampu bertahan dan tidak mengalami kerusakan yang signifikan sehingga bangunan masih berdiri kokoh seperti sebelumnya.

Diperlukan analisis statik nonlinier yang sederhana tetapi cukup akurat untuk mengetahui level kinerja struktur saat menerima beban gempa. Analisis yang digunakan adalah statik nonlinier *pushover analysis* dengan *displacement coefficient method* (FEMA 356 dan FEMA 440). Objek penelitian dalam studi kasus ini pada gedung beton bertulang yang berfungsi sebagai Rumah Sakit Umum Daerah, merupakan gedung baru yang selesai dibangun pada Desember 2018. Tinggi bangunan 27,95 meter dengan jumlah lantai 6. Level kinerja struktur gedung ditentukan melalui kriteria *drift* aktual yang disyaratkan oleh FEMA 356 (1997). Letak sendi plastis dapat dilihat apabila analisis *pushover* sudah dilakukan.

Hasil analisis *pushover* menggunakan software SAP2000 V.19.2.1 mendapatkan nilai target perpindahan FEMA 356 push X dan push Y sebesar 0,253 m, dan nilai target perpindahan FEMA 440 push X dan push Y sebesar 0,186, untuk nilai *drift* aktual FEMA 356 sebesar 0,009 dan nilai *drift* aktual FEMA 440 sebesar 0,006. Dari hasil penelitian didapatkan level kinerja struktur gedung adalah

Immediate Occupancy. Pada kategori ini berarti bahwa bila terjadi gempa gedung tidak mengalami kerusakan struktural, kekuatan dan kekakuan gedung masih hampir sama dengan kondisi sebelum struktur dilanda gempa. Gedung dapat berperilaku nonlinier saat terjadi gempa.

Kata kunci: Gempa Bumi, *Pushover*, Rumah Sakit, Statik Nonlinier

1. PENDAHULUAN

Indonesia menjadi salah satu daerah paling seismik dan sering terjadi bencana alam gempa bumi karena terletak di tengah-tengah daerah Cincin Api Pasifik, jalur gempa Sabuk Alpide, serta di atas beberapa lempeng tektonik, gempa bumi dapat dikategorikan dalam dua jenis yaitu gempa bumi vulkanik dan gempa bumi tektonik. Gempa bumi yang terjadi di Indonesia banyak menimbulkan kerusakan fatal pada bangunan dan seringkali memakan korban jiwa. Penyebab terjadinya korban jiwa ketika terjadi gempa bumi akibat keruntuhan sebuah bangunan. Oleh sebab itu, struktur bangunan harus di rencanakan sesuai dengan standar peraturan perencanaan yang berlaku, sehingga saat terjadi gempa struktur bangunan tersebut mampu bertahan dan tidak mengalami kerusakan yang signifikan sehingga bangunan masih berdiri kokoh seperti sebelumnya.

Perencanaan struktur bangunan gedung tahan gempa sangat penting di Indonesia, mengingat sebagian besar wilayahnya terletak dalam wilayah gempa dengan intensitas moderat hingga tinggi. Tren terbaru perencanaan bangunan tahan gempa saat ini adalah perencanaan berbasis kinerja (*Performance Based Design*). Konsep perencanaan berbasis kinerja merupakan kombinasi dari aspek tahanan dan aspek layan.

Penelitian ini mengambil studi kasus pada gedung beton bertulang yang berfungsi sebagai Rumah Sakit Umum Daerah. RSUD Tidar merupakan gedung baru yang selesai dibangun Desember 2018. Tinggi bangunan 27,950 meter dengan jumlah lantai 6. Selain itu, gedung Rumah Sakit Umum Daerah Tidar terletak di Magelang sebuah Kabupaten di Provinsi Jawa Tengah yang merupakan daerah rawan gempa. Gedung ini menarik untuk dievaluasi menggunakan *pushover analysis* karena fungsi gedung ditujukan sebagai fasilitas kesehatan dengan kategori resiko IV.

2. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Analisa Statik Nonlinier (*pushover*)

Analisa statik nonlinier merupakan prosedur analisa untuk mengetahui perilaku keruntuhan suatu bangunan terhadap gempa, dikenal pula sebagai analisa *pushover* atau

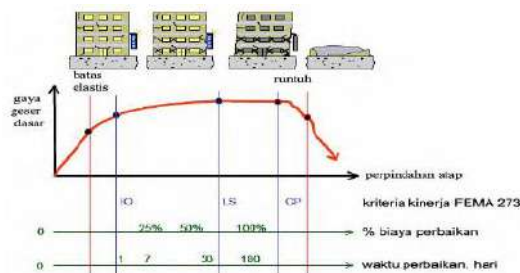
analisa beban dorong statik. Kecuali untuk suatu struktur yang sederhana, maka analisa ini memerlukan komputer program untuk dapat merealisasikannya pada bangunan nyata. Beberapa program komputer komersial yang tersedia adalah SAP2000, dan ETABS.

Analisa dilakukan dengan memberikan suatu pola beban lateral statik pada struktur, yang kemudian secara bertahap ditingkatkan dengan faktor pengali sampai satu target perpindahan lateral dari suatu titik acuan tercapai. Biasanya titik tersebut adalah titik pada atap, atau lebih tepat lagi adalah pusat massa atap. Analisa *pushover* menghasilkan kurva *pushover*, kurva yang menggambarkan hubungan antara gaya geser dasar (V) versus perpindahan titik acuan pada atap (D). Pada proses *pushover*, struktur didorong sampai mengalami leleh disatu atau lebih lokasi distruktur tersebut. Kurva kapasitas akan memperlihatkan suatu kondisi linier sebelum mencapai kondisi leleh dan selanjutnya berperilaku non-linier. Kurva *pushover* dipengaruhi oleh pola distribusi gaya lateral yang digunakan sebagai beban dorong.

Tujuan analisa *pushover* adalah untuk memperkirakan gaya maksimum dan deformasi yang terjadi serta untuk memperoleh informasi bagian mana saja yang kritis. Selanjutnya dapat diidentifikasi bagian-bagian yang memerlukan perhatian khusus untuk pendetailan atau stabilitasnya.

b. Kinerja Struktur Metode FEMA 356

Berdasarkan FEMA 356 maka kinerja struktur bangunan saat terjadi gempa dibagi menjadi beberapa kategori dan dapat dilihat pada **Gambar 2.1** Tingkat kinerja pada FEMA ini secara garis besar adalah sama dengan tingkat kinerja dalam ATC-40.



Gambar 2.1 Tingkat Kinerja Struktur (FEMA 273/356)

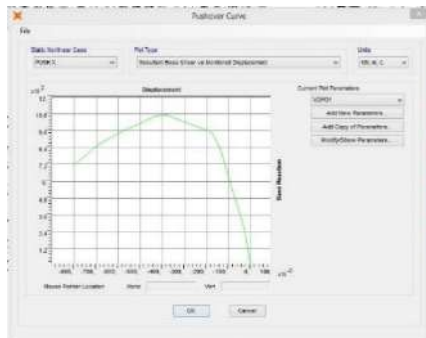
Metode koefisien perpindahan FEMA 356 adalah suatu metode pendekatan yang

menyediakan perhitungan numerik langsung dari perpindahan global maksimum pada struktur. Penyelesaian dilakukan dengan memodifikasi respon elastis dari sistem SDOF (*single degree of freedom*) ekuivalen dengan faktor koefisien C_0, C_1, C_2 dan C_3 sehingga diperoleh perpindahan global maksimum (elastis dan inelastis) yang disebut target perpindahan (δ_t). Parameter-parameter tersebut diambil dari idealisasi kurva kapasitas struktur atau kurva bilinear struktur. Kurva kapasitas tersebut biasanya memiliki dua kemungkinan perilaku, yaitu berkemiringan positif dan negatif.

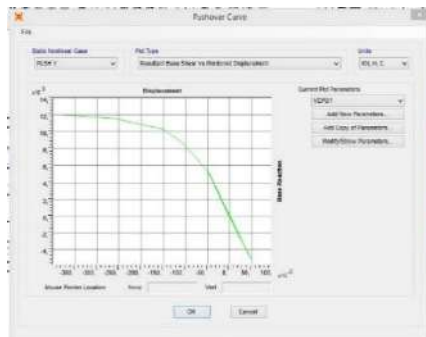
Tabel 2.1 Batasan Simpangan Level Kinerja

Kinerja	Drift	Keterangan
IO	1,0	Transient
LS	2,0	Transient
CP	1,0	Permanent
	4,0	Transient atau Permanent

(Sumber : FEMA 356, 1997)



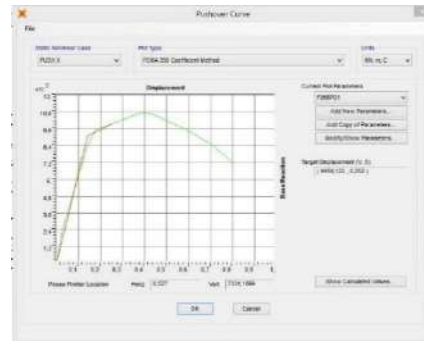
Gambar 2.2 Kurva Kapasitas Push X



Gambar 2.3 Kurva Kapasitas Push Y

Berdasarkan hasil perhitungan analisis pushover besarnya gaya lateral maksimum untuk push x yang mampu ditahan oleh struktur sebesar 7138,99 kN yang terjadi pada step 17, dengan displacement 0,800865 m. Gaya lateral yang mampu

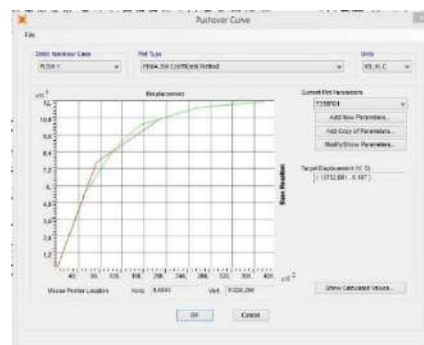
ditahan untuk push y sebesar 11939,852 kN yang terjadi pada step 9, dengan displacement -0,375588 m.



Gambar 2.4 Kurva Biner Pushover Arah x-x

Tabel 2.2 Parameter FEMA 356 Push X

C0	1,229
C1	1
C2	1
C3	1
Sa	0,492
Te (detik)	1,298
Ti (detik)	1,102
Vy (kN)	9051,985
Dy (m)	0,1397
Ki	90097,08
Ke	65010,83
Alpha	0,123
R	2,205296
Weight	40496,687
Cm	1



Gambar 2.5 Kurva Biner Pushover Arah y-y

Tabel 2.3 Parameter FEMA 356 Push Y

C0	1,142
C1	1
C2	1
C3	1
Sa	0,624
Te (detik)	1,024
Ti (detik)	1,015
Vy (kN)	7653,933
Dy (m)	0,0725
Ki	107955,72

Ke	106070,95
Alpha	0,252
R	3,306001
Weight	40496,687
Cm	1

Dari hasil analisis program SAP2000 V.19.2.1 pada Tabel 2.3 dan Tabel 2.4 maka target perpindahan dapat dihitung sebagai berikut:

1. Perhitungan Arah X

$$\begin{aligned} \delta t &= C_0 C_1 C_2 C_3 S_a \frac{T_e^2}{4 \pi^2} g \\ &= 1,229598 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,492937 \times \\ &\quad \frac{1,298341^2}{4 \pi^2} \quad 9,81 \\ &= 0,2538875 \text{ m} \end{aligned}$$

Drift aktual

$$\begin{aligned} &= \frac{\delta t}{H} \\ &= \frac{0,2538875}{27,95} \\ &= 0,009084 \quad (0,908363 \%) \end{aligned}$$

2. Perhitungan Arah Y

$$\begin{aligned} \delta t &= C_0 C_1 C_2 C_3 S_a \frac{T_e^2}{4 \pi^2} g \\ &= 1,142041 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,624839 \times \\ &\quad \frac{1,024264^2}{4 \pi^2} \quad 9,81 \\ &= 0,18603 \text{ m} \end{aligned}$$

Drift aktual

$$\begin{aligned} &= \frac{\delta t}{H} \\ &= \frac{0,18603}{27,95} \\ &= 0,006656 \\ &= (0,6655813 \%) \end{aligned}$$

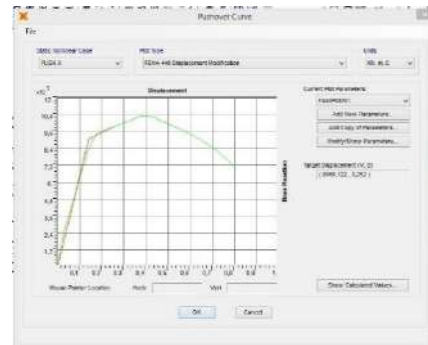
Tabel 2. 4 Hasil Perhitungan FEMA 356

δt (m)	Drift Aktual (%)	Level Kinerja Gedung
0,253	0,908	IO
0,186	0,665	IO

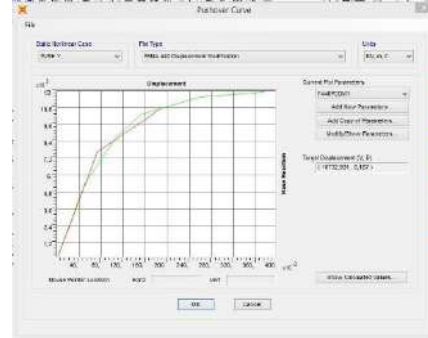
Level kinerja struktur ditentukan melalui kriteria *roof drift aktual* yang diperoleh pada saat target perpindahan tercapai. Nilai *roof drift aktual* yang ditampilkan pada tabel diatas masih lebih kecil dari 1%, sehingga dapat di simpulkan bahwa berdasarkan simpangan yang disyaratkan oleh FEMA 356 pada **Tabel 5.8** perbandingan nilai persentase *drift aktual*, didapatkan bahwa struktur para arah X dan arah Y berada pada level kinerja *Immediate Occupancy* (IO). Berarti pada saat struktur menerima beban gempa bangunan tidak ada kerusakan yang berarti pada komponen struktural. Kekakuan dan kakuatan gedung hampir sama dengan kondisi sebelum sturktur dilanda gempa.

c. Kinerja Struktur Metode FEMA 440

Metode FEMA 440 merupakan metode pengembangan dari metode koefisien perpindahan FEMA 356 atau juga bisa disebut metode koefisien perpindahan yang diperbaiki. Secara garis besar dasar dalam perhitungan metode FEMA 440 ini sama dengan FEMA 356, yaitu dengan hasil akhir menentukan nilai target perpindahan (δt). Perbaikan atau modifikasinya diberikan untuk menentukan parameter C1 dan C2. Perhitungan parameter C1 dan C2 ditentukan dengan persamaan berikut:



Gambar 2. 6 Kurva Biner Pushover Arah x-x



Gambar 2. 7 Kurva Biner Pushover Arah y-y

Tabel 2. 5 Parameter FEMA 440 Push x

C0	1,229
C1	1
C2	1
C3	1
Sa	0,492
Te (detik)	1,298
Ti (detik)	1,102
Vy (kN)	9051,985
Dy (m)	0,1397
Ki	90097,08
Ke	65010,83
Alpha	0,123
R	2,205296
Weight	40496,687
Cm	1

Tabel 2. 6 Parameter FEMA 356 Push Y

C0	1,142
----	-------

C1	1
C2	1
C3	1
Sa	0,624
Te (detik)	1,024
Ti (detik)	1,015
Vy (kN)	7653,933
Dy (m)	0,0725
Ki	107955,72
Ke	106070,95
Alpha	0,252
R	3,306001
Weight	40496,687
Cm	1

Dari hasil analisis program SAP2000 V.19.2.1 pada **Tabel 5.9** dan **Tabel 5.10** maka target perpindahan dapat dihitung sebagai berikut:

1. Perhitungan Arah X

$$\begin{aligned} \delta t &= C_0 C_1 C_2 C_3 S_a \frac{T_e^2}{4 \pi^2} g \\ &= 1,229598 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,492937 \times \\ &\quad \frac{1,298341^2}{4 \pi^2} \times 9,81 \\ &= 0,253888 \text{ m} \end{aligned}$$

Drift aktual

$$\begin{aligned} &= \frac{\delta t}{H} \\ &= \frac{0,2538875}{27,95} \\ &= 0,009084 \\ &= (0,908363 \%) \end{aligned}$$

2. Perhitungan Arah Y

$$\begin{aligned} \delta t &= C_0 C_1 C_2 C_3 S_a \frac{T_e^2}{4 \pi^2} g \\ &= 1,142041 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,624839 \times \\ &\quad \frac{1,024264^2}{4 \pi^2} \times 9,81 \\ &= 0,18603 \text{ m} \end{aligned}$$

Drift aktual

$$\begin{aligned} &= \frac{\delta t}{H} \\ &= \frac{0,18603}{27,95} \\ &= 0,006656 \\ &= (0,665581 \%) \end{aligned}$$

Tabel 2. 7 Hasil Perhitungan FEMA 356

δt (m)	Drift Aktual (%)	Level Kinerja Gedung
0,253	0,908	IO
0,186	0,665	IO

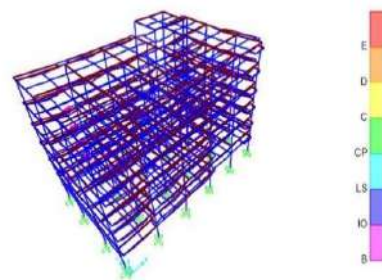
Untuk menentukan kinerja struktur FEMA 440 sama seperti FEMA 356, Berdasarkan perbandingan nilai persentase *drift aktual* dengan batasan simpangan level kinerja

struktur pada FEMA 440, didapatkan bahwa struktur para arah X dan arah Y berada pada level kinerja *Immediate Occupancy* (IO).

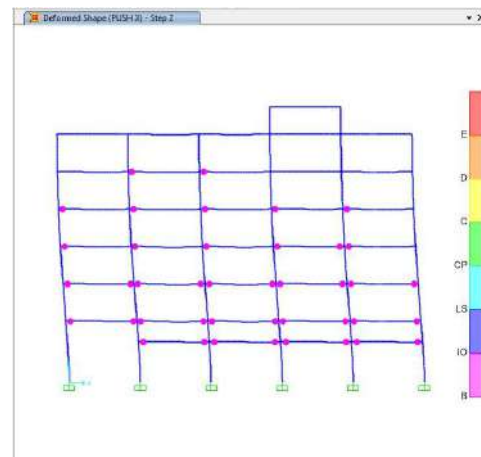
d. Sendi Plastis

1. Sendi Plastis X

Berdasarkan analisis statik nonlinear yang dilakukan hingga mendapatkan perilaku *inelastic* pasca keruntuhan bangunan, maka diperoleh gambar pendistribusian sendi plastis perlangkah pada portal yang juga menjadi titik kontrol *case push*. Mekanisme distribusi sendi plastis dapat dilihat pada gambar berikut:



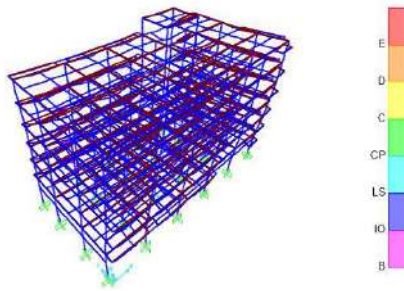
Gambar 2. 8 3D Displacement



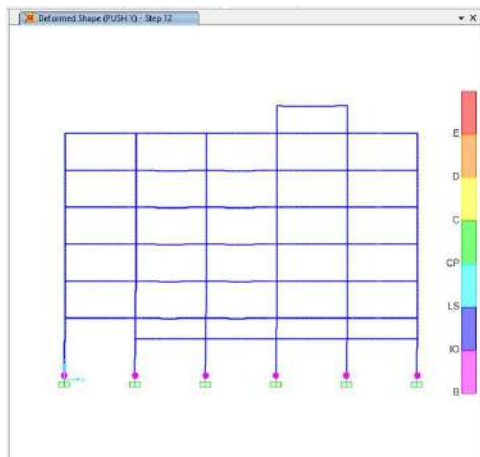
Gambar 2. 9 2D Sendei Plastis X

Pada tahap ini nilai *displacement* diperoleh 0,800865 m dengan gaya geser dasar 7138,99 kN dan gedung sudah berperilaku nonlinear. Terjadinya sendi plastis pada level B menunjukkan batas linier pada struktur balok tersebut kemudian diikuti pelelehan pertama pada struktur balok tersebut. selanjutnya struktur akan berada pada level kinerja *Immediate Occupancy* (IO).

2. Sendi Plastis Y

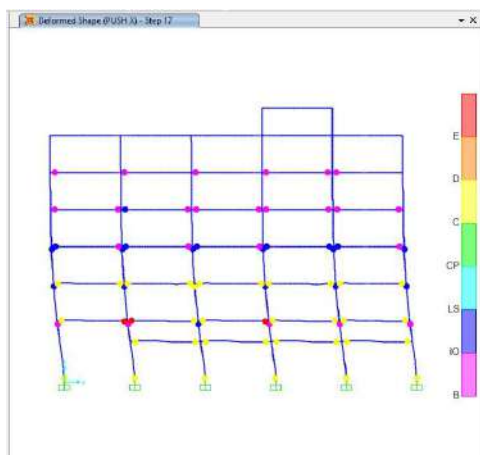


Gambar 2. 10 3D Displacement



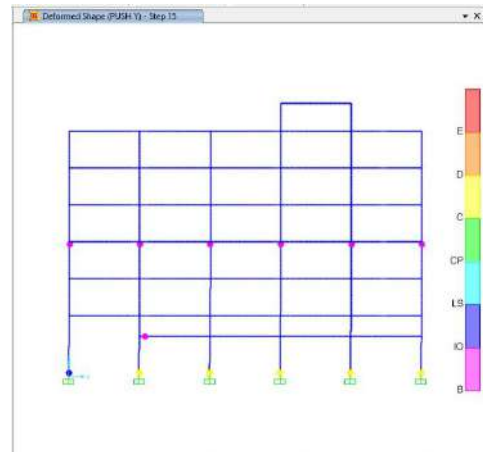
Gambar 2. 11 2D Sendi Plastis Y

Pada tahap ini nilai *displacement* diperoleh 0,375588 m dengan gaya geser dasar 11939,852 kN dan gedung sudah berperilaku nonlinier. Terjadinya sendi plastis pada level B menunjukkan batas linier pada struktur kolom tersebut kemudian diikuti pelelehan pertama pada struktur kolom tersebut. selanjutnya struktur akan berada pada level kinerja *Immediate Occupancy* (IO).



Gambar 3. 1 Pola Keruntuhan Arah X Pada Step 17

(Sumber: SAP2000 V.19.2.1, 2019)



Gambar 3. 2 Pola Keruntuhan Arah Y Pada Step 15

(Sumber: SAP2000 V.19.2.1, 2019)

3. KESIMPULAN

Setelah melakukan serangkaian analisis dan perhitungan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil analisis pada gedung tercapai level kinerja *Immediate Occupancy* (IO).
2. Pola keruntuhan sendi plastis pada gedung Rumah Sakit Umum Daerah Tidar pada arah X dan arah Y dapat dilihat pada gambar berikut:
3. Perilaku keruntuhan terjadi pada balok yang menunjukkan terjadinya pelelehan pertama pada struktur arah X, pada *Step 7* gedung sudah mulai menunjukkan kehancuran (*collapse*), hingga pada *Step 17* gedung sudah hancur. Pada arah Y gedung sudah menunjukkan perilaku keruntuhan pada *Step* ke 12, hingga *Step 15* gedung sudah menunjukkan kehancuran (*collapse*).

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi Rachmad Nur. (2010). "Evaluasi Kinerja Seismik Struktur Beton Dengan Analisis Pushover Menggunakan Program SAP 2000". Laporan Tugas Akhir, Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Applied Technology Council 40 (ATC 40). (1996). "seismic evaluation and retrofit of concrete buildings". Volume I. Redwood City, California, U.S.A.
- Bashori Ikrom. (2019). "Evaluasi Kinerja Seismik Struktur Bangunan Gedung Bertingkat Menggunakan Pushover Analysis Dengan Metode Capacity Spectrum Method". Laporan Tugas Akhir, Yogyakarta: Universitas Teknologi Yogyakarta.

- Budi P. Anindityo. (2018). "Evaluasi Kinerja Seismik Struktur Beton Dengan Analisis Pushover Prosedur A Menggunakan Program Etabs V.9.50". Laporan Tugas Akhir, Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Badan Standarisasi Nasional. (2012). "Standart Perancangan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Struktur Lain (SNI 03-1726:2012)". Jakarta: BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. (2012). "Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung Dan Struktur Lain (SNI 03-1727:2013)". Jakarta: BSN.
- Desain Rekayasa Gempa Berbasis Kinerja. (2018). "Desain Rekayasa Gempa Berbasis Kinerja (Performance Based Design) Dilengkapi Contoh Dan Aplikasi Program Etabs". Surabaya dan Jakarta: C.V Andi Offset.
- Endarto Puspasari Audila. (2018). "Evaluasi Keandalan Bangunan Pada Gedung Asrama Haji Yogyakarta". Laporan Tugas Akhir, Yogyakarta: Universitas Teknologi Yogyakarta.
- Federal Emergency Management Agency 356. (1997). "NEHRP guildelines for seismic rehabilitation of bulfings". Washington, D.C.: Federal Emergency Management Agency.
- Improvement of Nonlinier Static Seismic Analysis Procedures 440. (2005). "NEHRP guildelines for seismic rehabilitation of bulfings". Washington, D.C.: Federal Emergency Management Agency.
- Nurdianti Ulfa. (2013). "Studi Keandalan Struktur Gedung Tinggi Tidak Beraturan Menggunakan Pushover Analysis Pada Tanah Medium". Makassar: Universitas Hasanudin.
- Pangestu Wisnu Surya I Made. (2017). "Analisis Statik Non-Liner Pushover Pada Optimalisasi Desain Gedung Pendidikan Bersama FKUB Dengan Variasi Konfigurasi Bresing Baja". Jurnal Tugas Akhir, Malang: Universitas Brawijaya.
- Pranata Aji Yosafat. (2006). "Evaluasi Kinerja Gedung Beton Bertulang Tahan Gempa Dengan Pushover Analysis (Sesuai Atc-40, Fema 356 Dan Fema 440)". Jurnal Tugas Akhir, Bandung: Universitas Kristen Maranatha.
- Ramadhani Irfan. (2018). "Evaluasi Kinerja Bangunan Gedung Horison Hotel & Residence Di Yogyakarta Dengan Metode Pushover Analysis". Laporan Tugas Akhir, Yogyakarta: Universitas Teknologi Yogyakarta.
- Ramadhani Nurinda Febella. (2018). "Evaluasi Kinerja Bangunan Rumah Sakit Panti Rapih Yogyakarta Terhadap Gaya Gempa Dengan Metode Pushover Analysis". Laporan Tugas Akhir, Yogyakarta: Universitas Teknologi Yogyakarta.

IMPLEMENTASI ALGORITMA DECISION TREE C4.5 UNTUK MENENTUKAN KELAS CALON SISWA DI LEMBAGA KURSUS BAHASA INGGRIS BERBASIS WEB

Uminingsih¹, Ign.Suraya², Isnanto Nugroho³

¹²³Program Studi Sistem Komputer, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
Email : umy_bin@yahoo.com

ABSTRACT

Difficulties in learning English in school led to the establishment of several English language course institutions. The number of classes / levels as well as the confidence factor of each student during the process. Less precisely in choosing this class that makes less effective use of time and money during the course. The implementation of C4.5 algorithm is very supportive for determining the class of prospective students. To facilitate the management of the selection system is made web-based using PHP, MySQL, and CSS. The attribute used is the number of answers to the question for classification and grammar abilities of prospective students with the results class are the Basic, Active, Pro, and Ultimate classes. This is due to advanced level institutions. From the classification process of the C4.5 algorithm, 12 rules are obtained with the grammar attribute as the main attribute. From 45 test data, there were 16 active classes, basic 15, pro 8, and ultimate class results 6. The accuracy obtained from this application was 91.11% with the amount of data predicted by 41 data.

Keywords: *Class, English, Classification, C4.5 Algorithm, Web*

INTISARI

Kesulitan dalam belajar bahasa Inggris di sekolah memunculkan berdirinya beberapa lembaga kursus bahasa inggris.untuk membantunya. Banyaknya kelas/ jenjang serta factor percaya diri masing-masing siswa saat proses inialisasi membuat calon siswa mengalami kesulitan dalam memilih kelas yang sesuai. Kesalahan dalam memilih kelas ini yang membuat kurang efektifnya penggunaan waktu dan biaya selama kursus. Implementasi algoritma C4.5 sangat mendukung untuk menentukan kelas calon siswa . Untuk memudahkan pengelolaan sistem seleksi dibuat berbasis web dengan menggunakan PHP, MySQL, dan CSS. Atribut yang digunakan adalah jumlah jawaban pada pertanyaan untuk klasifikasi dan kemampuan *grammar* calon siswa dengan kelas hasil adalah kelas *Basic, Active, Pro, dan Ultimate*. Hal ini karena untuk lembaga kursus yang tingkat advance. Dari proses klasifikasi algoritma C4.5 diperoleh 12 *rules* dengan atribut *grammar* sebagai atribut utama. Dari 45 data uji diperoleh hasil kelas *active* sebanyak 16, basic 15, pro 8, dan ultimate sebanyak 6. Akurasi yang diperoleh dari aplikasi ini adalah sebesar 91,11% dengan jumlah data tepat prediksi sejumlah 41 data

Kata Kunci : Kelas, Bahasa Inggris, Klasifikasi, Algoritma C4.5, Web

1. PENDAHULUAN

Bahasa Inggris merupakan paspor untuk memasuki dunia luar. Banyak kendala orang mempelajari bahasa inggris diantaranya, kurang efektifnya metode pengajaran dan kurangnya tenaga pengajar yang ahli dalam bidangnya. Fenomena inilah yang mendasari munculnya lembaga kursus bahasa Inggris. Pembelajaran di lembaga kursus bahasa Inggris untuk tingkat advance *conversation* ada 4 kelas/level yaitu.kelas *basic, active, profesional, dan ultimate*. Pada penentuan level kelas biasanya dilakukan dengan memberikan beberapa tes dan setelah itu akan dilakukan wawancara untuk menguji kemampuan berbahasa Inggris. Permasalahannya terkadang siswa tidak percaya diri menjawab, sehingga banyak

sekali siswa yang salah masuk kelas. Hal ini akan mengurangi keefektifitasan waktu belajar siswa. Untuk mengatasi masalah tersebut perlulah dibuat sebuah sistem yang membantu calon siswa untuk mengetahui kelas yang cocok yang harus diambil oleh calon siswa dalam menentukan kelas dalam kursus bahasa Inggris salah satunya adalah dengan data mining.

Data mining adalah proses yang menggunakan statistik, matematika, kecerdasan buatan, dan machine learning untuk mengekstraksi dan mengidentifikasi informasi yang bermanfaat dan pengetahuan yang terkait dari berbagai database besar (Hermawati, F. A., 2013). Sedangkan, algoritma C4.5 yaitu metode pohon keputusan yang mengubah fakta yang

sangat besar menjadi pohon keputusan yang merepresentasikan aturan. Algoritma C4.5 juga dapat diekspresikan dalam bentuk bahasa basis data seperti Structured Query Language untuk mencari record pada kategori tertentu (Suhartono, Suparlan. 2009). Pada algoritma ini dilakukan penghitungan entropy dan gain information untuk memperoleh node akar dan node lainnya. Proses minning berdasarkan Algoritma C4.5 dapat digunakan untuk melakukan seleksi kelas yang harus dipilih oleh calon siswa lembaga kursus bahasa Inggris yang mengacu pada data primer yang ada. Penulis memilih menggunakan algoritma C4.5 karena dapat melakukan prediksi dengan memberikan tingkat nilai akurasi yang tinggi .

Penelitian sebelumnya yang terkait penggunaan algoritma C.45, salah satunya adalah "Implementasi Data Mining dengan Algoritma C4.5 untuk Memprediksi Tingkat Kelulusan Mahasiswa" (Kamagi, D. H., dkk, 2014) yang membahas mengenai pendekatan teknik klasifikasi data mining dengan menggunakan algoritma C4.5 yang diterapkan dalam memprediksi tingkat kelulusan mahasiswa dengan empat kategori yaitu lulus cepat, lulus tepat, lulus terlambat dan drop out. Parameter yang digunakan adalah Indeks Prestasi Semester (IPS). Penelitian ini menghasilkan akurasi prediksi kelulusan mahasiswa dengan presentase 87.5% dari enam puluh data training dan empat puluh data testing. Hasil prediksi kelulusan dari aplikasi penelitian ini dapat membantu bagian program studi untuk mengetahui status kelulusan mahasiswa.

Pada penelitian ini digunakan algoritma C4.5 karena dapat melakukan prediksi dengan memberikan tingkat nilai akurasi yang tinggi untuk menentukan kelas calon siswa di Lembaga kursus bahasa Inggris. Tujuan dari penelitian ini berdasarkan uraian rumusan masalah di atas adalah sebagai berikut :a). Menentukan kelas calon siswa di lembaga kursus bahasa Inggris, b).Merancang bangun aplikasi penentu kelas calon siswa dengan algoritma C4.5 berbasis web. . Sedangkan level kelas dipilih: *basic*, *active*, *profesional*, dan *ultimate*.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Basis Teori Perancangan

A. ALGORITMA C4.5

Algoritma C4.5 adalah program yang memberi kontribusi satu set data berlabel dan menghasilkan pohon keputusan sebagai

keluaran. Pohon keputusan tindak lanjut ini kemudian diverifikasi terhadap data uji berlabel yang tidak terlihat untuk menghitung generalisasinya. Algoritma C4.5 membangun pohon keputusan dari serangkaian data pelatihan yang mirip dengan Algoritma ID3, dengan menggunakan konsep entropi informasi. (Ginanjari, A. dkk., 2012)

Algoritma ini dapat menyelesaikan masalah secara sistematis dengan membentuk suatu *decision tree* dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Pilih atribut sebagai akar.
2. Buat cabang untuk masing masing record dari atribut.
3. Membagi kasus ke dalam cabang,
4. Ulangi proses untuk masing-masing cabang sampai semua kasus pada cabang menghasilkan suatu keputusan yang sesuai.

Dalam memilih sebuah atribut menjadi akar, dilakukan perhitungan nilai dari atribut yang ada. Nilai gain yang paling tinggi dijadikan root pada pohon keputusan. Untuk menghitung nilai gain digunakan rumus :

$$Gain(S, A) = Entropy(S) - \sum_{i=0}^n \frac{|S_i|}{|S|} \times Entropy(S_i) \quad (1)$$

Keterangan :

S : himpunan kasus

A : atribut

n : jumlah partisi atribut A

|S_i| : jumlah kasus pada partisi ke-i

|S| : jumlah kasus dalam S

Setelah mendapat nilai gain, ada satu hal lagi yang perlu dilakukan perhitungan yaitu mencari nilai entropy. Entropy digunakan untuk menentukan seberapa informatif sebuah input atribut untuk menghasilkan output dari atribut. Rumus dasar dari entropy tersebut adalah sebagai berikut :

$$Entropy(S) = \sum_{i=0}^n - P_i * \log_2 P_i \quad (2)$$

Keterangan :

S : himpunan kasus

n : jumlah partisi S

pi : proporsi dari S_i terhadap S.

Setelah perhitungan selesai, maka dihasilkan pohon keputusan yang dapat diubah menjadi rules menggunakan kaidah IF-THEN-ELSE. Penjelasan rules tersebut adalah sebagai berikut:

1. IF-THEN Rule

IF kondisi THEN Kesimpulan

Aturan ini terdiri dari dua bagian. Aturan yang (bagian IF) mengandung satu atau lebih

kondisi sekitar nilai prediktor atribut mana sebagai akibat aturan (THEN bagian) berisi prediksi tentang nilai atribut tujuan. Prediksi yang akurat dari nilai atribut tujuan akan meningkatkan proses pengambilan keputusan. IF-THEN aturan prediksi sangat populer di data mining. Mereka mewakili menemukan pengetahuan pada tingkat tinggi abstraksi. Aturan Induksi Metode memiliki potensi untuk menggunakan kasus diambil untuk prediksi.

B.PERANCANGAN HIPO

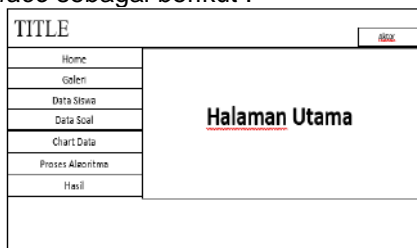
Perancangan HIPO untuk membangun sistem implementasi algoritma C4.5 untuk menentukan kelas calon siswa di lembaga kursus bahasa Inggris dilukiskan pada gambar : 1



Gambar 1. Perancangan HIPO sistem Aplikasi

C.PERANCANGAN INTERFACE

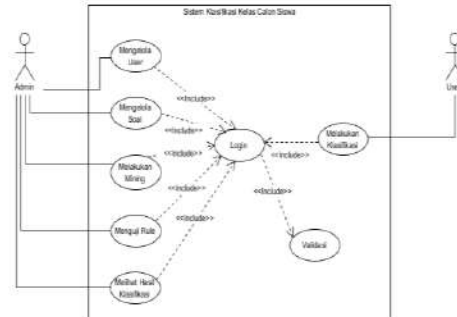
Perancangan *interface* adalah bagian yang penting dalam aplikasi karena yang pertama kali dilihat ketika aplikasi dijalankan adalah *interface* aplikasi. Perancangan *interface* sebagai berikut :



Gambar 2. Perancangan Interface

D. PERANCANGAN SISTEM

Pada bagian ini, akan dijelaskan tentang gambaran sistem yang akan dibangun menggunakan diagram pemodelan sistem UML. (Muslihudin, M., dkk., 2016)



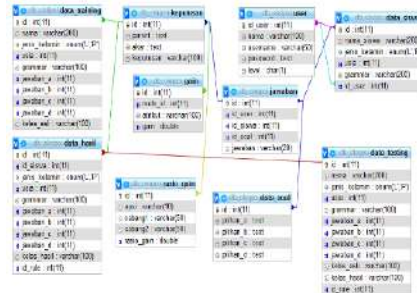
Gambar 3: Use Case Diagram

Perancangan Database

Dalam pembuatan sistem klasifikasi ini basisdata bernama db_skripsi yang terdapat 10 tabel yaitu tabel data_hasil_klasifikasi, data_latih, data_siswa, data_uji, gain, jawaban_kuisisioner, rasio_gain, t_keputusan, dan tabel users. Contoh strukturnya pada Tabel 2.

RELASI ANTAR TABEL DATA

Pada Gambar .4. merupakan gambar relasi basisdata untuk aplikasi implementasi algoritma C4.5 yaitu database db_skripsi dan mempunyai 10 tabel yang saling berelasi (Wahyudi, D. 2003).



Gambar 4. Relasi antar tabel

Tabel .1. Rancangan data_hasil

No	Nama field	Tipe	Ukuran	Null	Keterangan
1	id	Int	11	No	Primary Key
2	id_siswa	int	11	No	id siswa
3	jenis_kelamin	enum	-	Yes	jenis kelamin user
4	usia	int	11	Yes	usia user
5	sekolah	varchar	100	Yes	asal sekolah user
6	jawaban_a	int	11	No	menampung jawaban a
7	jawaban_b	int	11	No	menampung jawaban b
8	jawaban_c	int	11	No	menampung jawaban c
9	jawaban_d	int	11	No	menampung jawaban d
10	kelas_hasil	varchar	100	No	hasil kelas user
11	id_rule	int	11	No	id rule yang cocok

PERANCANGAN ALGORITMA DECISION TREE C4.5

Pada bagian ini akan disebutkan bagaimana proses jalannya algoritma *decision tree C4.5*. Berikut adalah langkah-langkah prosesnya (Nugroho, Y. S. 2014).
User mengisi data pada aplikasi

1. Sistem menghitung total *entropy* sebelum dicari masing-masing *entropy class* dari masing-masing atribut
2. Sistem menghitung nilai *information gain* dan *gain ratio* dari masing-masing atribut.
3. Sistem menerima pemrosesan langkah ke-2 dan ke-3 hingga semua data terpartisi.
4. Jika :
 - a. Semua *record* didalam *node N* mendapat kelas yang sama.
 - b. Tidak ada atribut didalam *record* yang dapat dipartisi lagi.
 - c. Tidak ada *record* didalam *leaf* yang kosong.
 Maka : Proses partisi *decision tree* berhenti (*gain* = 0)
Selesai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Penelitian

Dalam pengambilan data dilakukan dua kali yaitu

- a). Data latihan sebanyak 45 data adalah diambil dari peserta kursus pada 4 kelas yang sudah berjalan..Soal yang diberikan

untuk dijawab adalah:1) bagaimana menurutnya atas kemampuan menguasai grammar, 2).Soal ABCD yg telah ditentukan, 3).mengisi pilihan kelas. Data ini setelah diolah (dicari entropi , gain dan dilakukan proses mining),maka akan menghasilkan pohon keputusan disertai rulanya. Dan ini nanti digunakan sebagai acuan untuk analisa data obyek(peserta kursus) yang akan diseleksi kelasnya(sebagai data uji) menghasilkan pohon keputusan disertai rulanya. Dan ini nanti digunakan sebagai acuan untuk analisa data objek (peserta kursus) yang akan diseleksi kelas nya (sebagai data uji).

- b). Untuk data uji juga diambil sebanyak 45 data diambil dari peserta pendaftar baru yang akan diseleksi kelasnya. Dengan menerapkan rule hasil dari data latihan ke data uji maka akan diperoleh hasil seleksi kelas baru yang mendekati lebih tepat. Jadi hasil seleksi kelas baru kemungkinan bisa sesuai tapi juga bisa tidak sesuai

Data latihan yang digunakan pada penelitian ini adalah berjumlah 45 data yang mana merupakan hasil pengisian data kuisioner oleh siswa yang sudah kursus dalam beberapa waktu dan menempati pada jenis kelas masing-masing. Data latihan ditampilkan pada tabel 3.Selanjutnya data latihan ini diklasifikasikan berdasarkan *field* datanya (Jumlah data, kelas Basic, kelas Active, kelas Pro, Kelas Ultimate). Untuk masing-masing jenis jawaban (Nugroho, Y. S. 2014).

Tabel 2. Data Siswa (sebagai data latihan)

No	Nama	Jenis Kelamin	Usia	Grammar	Jawaban				Kelas Asli
					A	B	C	D	
1.	Mohammad Aziz .P	L	23	Baik	1	9	9	11	Ultimate
2.	Hajjar Nur Putriani	P	22	Baik	4	5	10	11	Ultimate
3.	Anggi Riyanto	L	23	Cukup	12	13	5	1	Active
4.	Angga Dewanti	P	26	Baik	1	4	3	22	Ultimate
5.	Bayu Bagus	L	23	Baik	13	14	2	1	Active
6.	Anggi Pratiwi	P	22	Cukup	10	10	6	4	Basic
7.	Muhammad Iqbal	L	23	Cukup	14	10	5	1	Basic
8.	Galih Firman	L	22	Cukup	18	8	2	2	Basic
9.	Miming Suryani	P	23	Baik	5	8	15	2	Pro
10.	Dhani Ramadhan	L	23	Baik	6	3	17	4	Pro
11.	Rizkhi Aswariyan	L	22	Baik	1	12	16	1	Pro
12.	Maharani R	P	23	Cukup	15	11	2	2	Basic
13.	Valentino Ibanez	L	23	Baik	10	14	4	2	Active
14.	Fitrianingrum	P	24	Baik	5	5	14	6	Pro
15.	Avra	P	24	Cukup	10	14	4	2	Active
16.	M Riyadi	L	24	Cukup	14	9	5	2	Basic
17.	Merrysa	P	23	Cukup	13	12	2	3	Active

18.	Siska Candra	P	23	Baik	7	6	14	3	Pro
19.	Mahardika Cahaya	L	22	Baik	2	2	11	15	Ultimate
20.	Hasan	L	21	Cukup	11	17	2	0	Active
21.	Eva Widi	P	23	Cukup	17	9	3	1	Basic
22.	Ira Musyarafa	P	24	Baik	3	2	22	4	Pro
23.	Rodhiatam Miftah	P	23	Baik	2	6	10	12	Ultimate
24.	Bagus Ardiyanto	L	25	Cukup	22	5	2	1	Basic
25.	Kiki	P	20	Baik	4	6	17	3	Pro
26.	Hani Irawati	P	20	Baik	1	4	6	19	Ultimate
27.	Elisabeth Amanda	P	23	Baik	1	3	12	14	Ultimate
28.	Panji	L	20	Cukup	6	19	4	1	Active
29.	Sri Mulyani	P	24	Baik	0	1	8	21	Ultimate
30.	Reni Wijayanti	P	26	Baik	3	6	15	6	Pro
31.	Susiana	P	23	Cukup	11	17	1	1	Active
32.	Yusia	P	22	Cukup	21	7	1	1	Basic
33.	Santi Ernawati	P	23	Cukup	18	6	4	2	Basic
34.	Salvatore Dimas	L	24	Baik	1	1	10	18	Ultimate
35.	Endicha	L	24	Cukup	7	16	4	3	Active
36.	Sugito	L	21	Cukup	4	15	7	4	Active
37.	Syahrul Gunawan	L	19	Cukup	15	12	2	1	Basic
38.	Muhammad Affif	L	24	Baik	2	2	9	17	Ultimate
39.	Thomas Nugroho	L	23	Baik	1	4	22	3	Pro
40.	Tian	L	19	Cukup	22	5	2	1	Basic
41.	Erika	P	23	Cukup	12	14	3	1	Active
42.	Arditya	L	22	Cukup	14	12	3	1	Basic
43.	Ayi	P	21	Baik	2	5	10	13	Ultimate
44.	Nur Seto Aji	L	24	Baik	4	6	9	11	Ultimate
45.	Eka Wulandari	L	22	Baik	2	7	13	8	Pro

Tabel .3 Klasifikasi Grammar

Atribut	Jumlah Data	Kelas Basic	Kelas Active	Kelas Pro	Kelas Ultimate
Grammar = baik	25	1	2	10	12
Grammar = cukup	20	11	9	0	0

Tabel 4. Klasifikasi Jawaban A

Atribut	Jumlah Data	Kelas Basic	Kelas Active	Kelas Pro	Kelas Ultimate
Jawaban A <= 10	28	1	5	10	12
Jawaban A > 10	17	11	6	0	0

Dengan cara yang sama dilakukan sampai pada Jawaban D

Setelah data diklasifikasikan langkah pertama dalam proses algoritma C 4.5 adalah menghitung total *entropy* yaitu dengan menerapkan Rumus (2) maka sebagai contoh :

$$Entropy(Total) = \left(-\frac{12}{45} * \log_2\left(\frac{12}{45}\right)\right) + \left(-\frac{11}{45} * \log_2\left(\frac{11}{45}\right)\right) + \left(-\frac{10}{45} * \log_2\left(\frac{10}{45}\right)\right) + \left(-\frac{12}{45} * \log_2\left(\frac{12}{45}\right)\right) = 1.998947$$

$$Entropy(Total) = 1.998947$$

Dengan cara yang sama dilakukan sampai ke jawaban D dan grammar serta disesuaikan dengan input data yang masuk dihitung semuanya.

Langkah selanjutnya adalah perhitungan untuk mencari nilai *Gain* menggunakan rumus persamaan(.1)yang nantinya akan digunakan sebagai *root node* :, sebagai contoh

$$Gain (Total, A = 15) = 1.998947 - \left(\frac{39}{45} * 1.957\right) + \left(\frac{6}{45} * 0\right) = 0.3$$

$$Gain(Total, grammar) = 1.998947 - \left(\frac{25}{45} * 1.514\right) + \left(\frac{20}{45} * 0.993\right) = 0.714$$

Hasil perhitungan entropy dan gain ditunjukkan pada tabel 5:

Tabel. 5 Hasil Perhitungan gain dan entropy

Node	Atribut	Jumlah Kasus (S)	Basic (S1)	Active (S2)	Pro (S3)	Ultimate (S4)	Entropy	Gain	
1	Total Grammar	45	12	11	10	12	1.996		
	Jawaban A	A ≤ 10	28	1	5	10	12	1.67	0.603
		A > 10	17	11	6	0	0	0.993	
		A ≤ 15	39	6	11	10	12	1.957	0.3
		A > 15	6	6	0	0	0	0	
		A ≤ 20	42	9	11	10	12	1.992	0.137
		A > 20	3	3	0	0	0	0	
		A ≤ 25	45	12	11	10	12	1.996	0
		A > 25	0	0	0	0	0	0	
	Jawaban B	B ≤ 10	30	9	0	9	12	1.571	0.598
		B > 10	15	3	11	1	0	1.053	
		B ≤ 15	41	12	7	10	12	1.97	0.201
		B > 15	4	0	4	0	0	0	
		B ≤ 20	45	12	11	10	12	1.996	0
		B > 20	0	0	0	0	0	0	
		B < 25	45	12	11	10	12	1.996	0
		B > 25	0	0	0	0	0	0	
	Jawaban C	C ≤ 10	33	12	11	0	10	1.581	0.663
		C > 10	12	0	0	10	2	0.65	
		C ≤ 15	40	12	11	6	11	1.956	0.177
		C > 15	5	0	0	4	1	0.772	
		C ≤ 20	43	12	11	8	12	1.982	0.305
		C > 20	12	0	0	10	2	0.65	
		C ≤ 25	45	12	11	10	12	1.996	0
		C > 25	0	0	0	0	0	0	
	Jawaban D	D ≤ 10	33	12	11	9	1	1.723	0.622
		D > 10	12	0	0	1	11	0.414	
		D ≤ 15	40	12	11	10	7	1.973	0.242
		D > 15	5	0	0	0	5	0	
		D ≤ 20	43	12	11	10	10	1.996	0.089
		D > 20	2	0	0	0	2	0	
		D ≤ 25	45	12	11	10	12	1.996	0
		D > 25	0	0	0	0	0	0	
	Grammar	Baik	25	1	2	10	12	1.514	0.714
		Cukup	20	11	9	0	0	0.993	

Dari hasil perhitungan Gain diperoleh Gain tertinggi adalah grammar yaitu 0.714 sehingga grammar menjadi *root node*. *Root node* digunakan sebagai *rule* utama dalam pohon keputusan. Kemudian untuk memperoleh keputusan *leaf* harus dilakukan perhitungan kembali hingga *node* akhir menghasilkan gain sebesar 0.

Proses Pembentukan Pohon Keputusan Algoritma C4.5

Dengan mengambil data latihan sebanyak 45 buah yang telah diklasifikasikan kemudian dihitung *entropy* keseluruhannya,

dari data latihan yang ada diperoleh hasil seperti pada tabel 6

Tabel .6 Perhitungan Uji Awal Data

Jumlah Data	45
Jumlah <i>Basic</i>	12
Jumlah <i>Active</i>	11
Jumlah <i>Pro</i>	10
Jumlah <i>Ultimate</i>	12
<i>Entropy</i> Keseluruhan	1.996

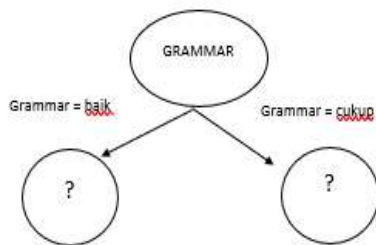
Kemudian data latihan yang sudah di klasifikasikan dihitung *gain* dan *entropy*nya menggunakan rumus(.1) dan rumus(2)

sehingga diperoleh hasil (contoh sebagian cuplikan hasil perhitungan gain dan entropy dilukiskan pada Gambar 5 :

Nilai Atribut	Jumlah Data	Jumlah Basic	Jumlah Active	Jumlah Pro	Jumlah Ultimate	Entropy	Gain
grammar=baik	25	1	2	10	12	1.514	
grammar=cukup	0	0	0	0	0	0	0.714

Gambar 5. Sebagian hasil cuplikan perhitungan *Gain* dan *Entropy*

Dari hasil gambar diatas(sampai 45 data) dapat diketahui bahwa atribut dengan Gain tertinggi adalah Grammar, yaitu 0.714 sehingga atribut Grammar menjadi *root node* dan harus dilakukan perhitungan kembali untuk mencari keputusan hingga perhitungan selesai atau berhenti (bila hasil iterasi mencapai 0) .



Gambar 6. .Gambar keputusan perhitungan pertama

Kemudian menghitung kembali jumlah kasus untuk Grammar = baik, jumlah kasus untuk keputusan kelas *basic*, *active*, *pro*, *ultimate* dan *entropy* dari data latih hingga proses *mining* selesai. Hasil iterasi adalah menentukan cabang .Proses iterasi ditampilkan pada gambar 7

```

kalkang 1
(grammar=baik)
Jumlah data = 25
Jumlah Basic = 1
Jumlah Active = 2
Jumlah Pro = 10
Jumlah Ultimate = 12
Entropy H = 1.514
  
```

Nilai Atribut	Jumlah data	Jumlah Basic	Jumlah Active	Jumlah Pro	Jumlah Ultimate	Entropy	Gain
grammar=baik	25	1	2	10	12	1.514	
grammar=cukup	0	0	0	0	0	0	0
grammar=10	25	0	1	10	12	1.209	
grammar=11	2	1	1	0	0	1	0.322
grammar=15	24	0	2	10	12	1.225	
grammar=10	1	1	0	0	0	0	0.322

Gambar 7. Mencari *Gain* dan *Entropy* Perhitungan ke 2

Kemudian dilakukan proses *mining* kembali dengan *root node* C=10. Atribut C=10 dipilih karena pada iterasi sebelumnya memiliki gain tertinggi. Selanjutnya dilakukan perhitungan gain dan entropi perhitungan ke 3 dilukiskan pada Gambar 8.

```

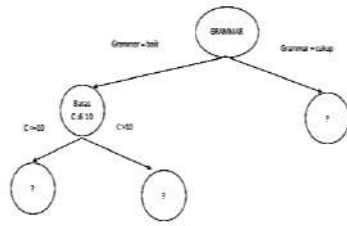
kalkang 1
(grammar=baik) AND (grammar_c=10)
Jumlah data = 13
Jumlah Basic = 1
Jumlah Active = 1
Jumlah Pro = 3
Jumlah Ultimate = 10
Entropy H = 0.991
  
```

Nilai Atribut	Jumlah data	Jumlah Basic	Jumlah Active	Jumlah Pro	Jumlah Ultimate	Entropy	Gain
grammar=baik	13	1	2	0	10	0.991	
grammar=cukup	0	0	0	0	0	0	0
grammar_c=10	13	0	1	0	12	0.69	
grammar_c=11	2	1	1	0	0	1	0.46
grammar_c=15	12	0	2	0	10	0.62	
grammar_c=16	1	1	0	0	0	0	0.391
grammar_c=11	12	0	2	0	10	0.62	
grammar_c=10	1	1	0	0	0	0	0.391

Gambar 8. Mencari *Gain* dan *Entropy* Perhitungan 3

Kemudian dilakukan proses *mining* kembali dengan *root node* D=10. Atribut D=10 dipilih karena pada iterasi sebelumnya memiliki gain tertinggi. Pohon keputusan yang terbentuk dari tahap ini ditunjukkan pada gambar 9.

PERHITUNGAN 2



Gambar : 9 Pohon keputusan yang dihasilkan tahap perhitungan 2

Hasil analisa pohon keputusan sampai pada tahap tersebut dilukiskan pada gambar10..

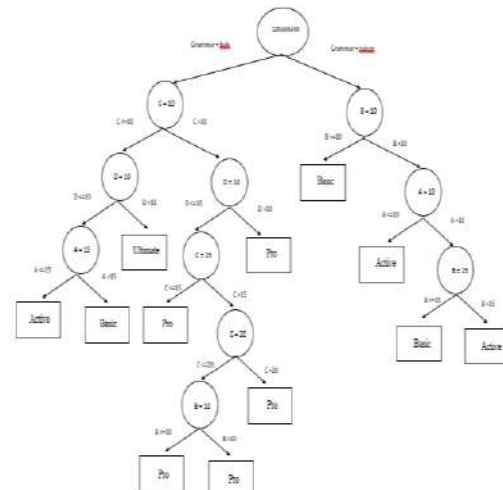
```

=====
cabang 1
(grammar="Baik") AND (jawaban_c<=10) AND (jawaban_d<=10) AND (jawaban_a<=15)
LEAF |Keputusan = Active
=====
cabang 2
(grammar="Baik") AND (jawaban_c<=10) AND (jawaban_d<=10) AND (jawaban_a>15)
LEAF |Keputusan = Basic
=====
cabang 3
(grammar="Baik") AND (jawaban_c>10) AND (jawaban_d<=10) AND (jawaban_a<=15)
LEAF |Keputusan = Ultimate
=====
cabang 4
(grammar="Baik") AND (jawaban_c>10) AND (jawaban_d<=10) AND (jawaban_a>15)
LEAF |Keputusan = Pro
=====
cabang 5
(grammar="Cukup") AND (jawaban_c<=10) AND (jawaban_d<=10) AND (jawaban_a<=15)
LEAF |Keputusan = Basic
=====
cabang 6
(grammar="Cukup") AND (jawaban_c<=10) AND (jawaban_d<=10) AND (jawaban_a>15)
LEAF |Keputusan = Active
=====
cabang 7
(grammar="Cukup") AND (jawaban_c>10) AND (jawaban_d<=10) AND (jawaban_a<=15)
LEAF |Keputusan = Pro
=====
cabang 8
(grammar="Cukup") AND (jawaban_c>10) AND (jawaban_d<=10) AND (jawaban_a>15)
LEAF |Keputusan = Pro
=====
cabang 9
(grammar="Cukup") AND (jawaban_c>10) AND (jawaban_d>10) AND (jawaban_a<=15)
LEAF |Keputusan = Basic
=====
cabang 10
(grammar="Cukup") AND (jawaban_c>10) AND (jawaban_d>10) AND (jawaban_a>15)
LEAF |Keputusan = Active
=====

```

Gambar 10. Hasil analisis rule proses mining data latih.

Dengan cara yang sama proses mining dilakukan sampai menghasilkan 0 untuk seluruh data .[Hermawati, F. A] .Seperti dilukiskan pada gambar 11.



Gambar 11 .Hasil pohon keputusan algoritma C-45 dari data latih

Dari pohon keputusan proses mining yang dilakukan menghasilkan 12 Rule. Hal ini terlihat pada gambar 12

Jumlah rule: 12

Id	Aturan
1	F(grammar="Baik") AND (jawaban_c<=10) AND (jawaban_d<=10) AND (jawaban_a<=15) THEN Label = Active
2	F(grammar="Baik") AND (jawaban_c<=10) AND (jawaban_d<=10) AND (jawaban_a>15) THEN Label = Basic
3	F(grammar="Baik") AND (jawaban_c>10) AND (jawaban_d<=10) THEN Label = Ultimate
4	F(grammar="Baik") AND (jawaban_c>10) AND (jawaban_d<=10) AND (jawaban_a>15) THEN Label = Pro
5	F(grammar="Baik") AND (jawaban_c>10) AND (jawaban_d<=10) AND (jawaban_a<=15) AND (jawaban_b<=20) AND (jawaban_b>10) THEN Label = Pro
6	F(grammar="Baik") AND (jawaban_c>10) AND (jawaban_d<=10) AND (jawaban_a>15) AND (jawaban_b<=20) AND (jawaban_b>10) THEN Label = Pro
7	F(grammar="Baik") AND (jawaban_c>10) AND (jawaban_d<=10) AND (jawaban_a>15) AND (jawaban_c<20) THEN Label = Pro
8	F(grammar="Baik") AND (jawaban_c>10) AND (jawaban_d>10) THEN Label = Pro
9	F(grammar="Cukup") AND (jawaban_c<=10) THEN Label = Basic
10	F(grammar="Cukup") AND (jawaban_c<=10) AND (jawaban_a>15) THEN Label = Active
11	F(grammar="Cukup") AND (jawaban_c>10) AND (jawaban_d<=10) AND (jawaban_a<=15) THEN Label = Basic
12	F(grammar="Cukup") AND (jawaban_c>10) AND (jawaban_d<=10) AND (jawaban_a>15) THEN Label = Active

Gambar 12. Rule sebagai hasil Interpretasi Pohon Keputusan

PENGUJIAN ALGORITMA

Dari hasil penelitian ini untuk mengetahui ketepatan dalam menentukan metode maupun perancangan perlu dilakukan pengujian. b) pengujian keberhasilan hasil perancangan sistem menggunakan web.Hal tersebut dapat diterangkan berikut:

- a. PENGUJIAN ALGORITMA C.45
 - Langkah-langkah pengujian:
 1. Mengambil data uji sebanyak 45
 2. Data dikenakan pada program mining,dan dianalis dengan rule
 3. Membandingkan dengan hasil kelas asli(yang ditulis sendiri oleh siswa)
- Hasil klasifikasi dengan penerapan rule sebagai contoh cuplikan beberapa data dilukiskan pada gambar 13

Hasil Klasifikasi

Uji Data: 45

No	Nama	Jenis Kelamin	Rata	Grammar	Jawaban A	Jawaban B	Jawaban C	Jawaban D	Kelompok	Waktu
1	Herbert12	P	22	Baik	15	15	0	9	Active	2
2	Siswa1	L	21	Cukup	7	32	1	9	Active	10
3	Siswa7	P	23	Cukup	9	17	2	1	Active	10
4	Siswa5	L	22	Baik	5	16	7	2	Active	1
5	Siswa13	P	23	Cukup	5	22	2	1	Active	10
6	Siswa7	L	23	Baik	6	18	1	1	Active	1
7	Siswa2	L	21	Baik	7	18	4	1	Active	1
8	Siswa1	L	22	Baik	7	12	7	4	Active	1

Gambar 13..Cuplikan hasil penerapan rule ke data uji

.Selanjutnya dilakukan uji akurasi: yaitu dengan membandingkan dengan hasil data asli(pilihan siswa sendiri). Dari hasil perbandingan dapat digunakan untuk uji ketepatan hasil dari algoritma Decision Tree C4.5 maka dihitung akurasi. Untuk menghitung akurasi digunakan rumus:

$$Akurasi = \frac{\text{Total Prediksi Benar}}{\text{Total Prediksi}} \times 100 \dots \dots (2.3)$$

Contoh Cuplikan sebagian hasil uji akurasi pada gambar 14

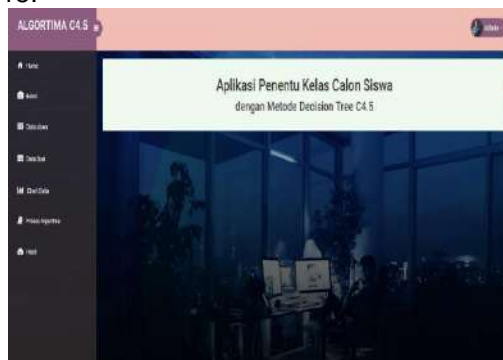
41	Siswa10	L	20	Baik	15	9	5	1	Active	Active	1	benar
42	Siswa9	P	20	Cukup	2	11	11	6	Active	Active	10	benar
43	Siswa11	P	22	Cukup	17	9	9	1	Basic	Basic	9	benar
44	Siswa17	L	22	Baik	12	11	4	3	Active	Active	1	benar
45	Siswa22	P	22	Cukup	19	7	2	2	Basic	Basic	9	benar

Jumlah prediksi: 45
 Jumlah tepat: 41
 Jumlah tidak tepat: 4
AKURASI = 91.11 %
LAJU ERROR = 8.89 %

Gambar 14. Cuplikan hasil uji akurasi data uji.

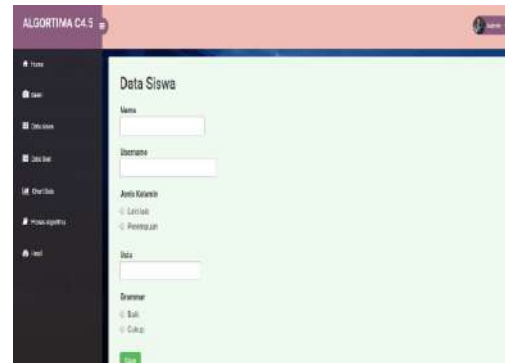
b). PENGUJIAN PERANCANGAN SISTEM

Pengujian sistem yang dilakukan ialah dengan menggunakan metode *blackbox testing*, adalah salah satu metode pengujian perangkat lunak yang berfokus pada sisi fungsionalitas, khususnya pada input dan output aplikasi. Hasil pengujian sesuai dengan perancangan an sistem adalah halaman utama admin. Halaman ini memuat informasi data soal serta hasil proses algoritma C4.5 terdiri dari proses mining dan penentuan pohon keputusan., seperti dilukiskan pada gambar 15.



Gambar 15. Halaman utama admin.

Selanjutnya untuk mengisi data siswa oleh admin dilukiskan pada gambar 16.



Gambar 16. Halaman data siswa.

Kelebihan Sistem

Kelebihan yang dimiliki oleh sistem yang diteliti, yaitu

1. Bentuk implementasi dari sistem mudah dipahami dan mudah diakses.
2. Tampilan mudah dimengerti oleh pengguna awam
3. Tampilan mudah dimengerti oleh pengguna awam
4. User dimudahkan dalam mengklasifikasi kelas.
5. Pembagian aktivitas antar user jelas.
6. Mudah dalam perawatan dan pengembangan.
7. *Rule* yang dihasilkan dinamis berdasarkan data uji

KESIMPULAN

1. Implementasi algoritma C4.5 ini menghasilkan 12 *rules* dari hasil pengolahan data uji sebanyak 45 data dengan iterasi perulangan sebanyak 12 kali.
2. Atribut grammar merupakan atribut yang paling berpengaruh pada aplikasi Implementasi algoritma C4.5 ini karena grammar merupakan atribut yang menghasilkan *gain* tertinggi sehingga grammar menjadi *root node* pada pohon keputusan.
3. Dengan sistem ini untuk menentukan kelas calon siswa di lembaga kursus bahasa Inggris bisa diakses melalui web dengan cara membuka localhost/web pad
4. Hasil klasifikasi siswa sebanyak 45 data didominasi oleh kelas *active* sejumlah 8, dan *ultimate* sejumlah 6 data. kemudian dihasilkan *basic* sejumlah 15 data, *prov* sejumlah 5 data
5. Aplikasi klasifikasi ini menghasilkan akurasi sebesar 91.11% dan laju eror sebesar 8.89% dengan data prediksi tepat

adalah 41 dan prediksi tidak tepat adalah 4 dari 45 data uji.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan Terimakasih kepada IST Akprind yang telah membantu dalam pendanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriliyani, R. (2017). Pengaruh dan harga bukti fisik terhadap kepuasan dan dampaknya pada loyalitas peserta didik (studi kasus terhadap peserta didik yang kursus di EPLC Bandung).
- Ginanjari, A., Mabur, & Lubis, R. (2012). Penerapan Data Mining Untuk Memprediksi Kriteria Nasabah Kredit. *Komputa Edisi 1, Vol 1*.
- Hermawati, F. A. (2013). Data Mining. Penerbit Andi. Yogyakarta:
- Kamagi, D. H., & Hansun, S. (2014). Implementasi Data Mining dengan Algoritma C4.5 untuk Memprediksi

Tingkat Kelulusan Mahasiswa. *Ultimatics Vol VI, No.1*.

- Muslihudin, M., & Oktafianto. (2016). *Analisis dan Perancangan Sistem Informasi Menggunakan Model Terstruktur dan UML*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Muslihudin, M., & Oktafianto. (2016). *Analisis dan Perancangan Sistem Informasi Menggunakan Model Terstruktur dan UML*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Nugroho, B. (2004). *Aplikasi Pemrograman Web Dinamis dengan PHP dan MySQL*. Yogyakarta: Gava Media.
- Nugroho, Y. S. (2014). Klasifikasi Masa Studi Mahasiswa Fakultas Komunikasi dan Informatika Universitas Muhammadiyah Surakarta Menggunakan Algoritma C4.5. *Jurnal Komuniti Volume VI, No.1*.
- Suhartono, Suparlan. 2009. Filsafat Pendidikan. Jogjakarta: Ar-Ruzz Media
- Sunarrihantono, Bimo. 2002. PHP Dan MySQL Untuk Web. Yogyakarta: Andi.
- Wahyudi, D. (2003). *Membuat Situs Menggunakan PHP Website*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.

MEMPREDIKSI KEMISKINAN DI PROVINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA MENGGUNAKAN METODE ANALISIS RANTAI MARKOV

Noeryanti¹, Yudi Setyawan², Hadinagara³

^{1,2,3}Jurusan Statistika Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

E-mail:¹ noeryanti@akprind.ac.id, ² setyawan@akprind.ac.id, ³ nagadygta26@gmail.com

ABSTRACT

Poverty in Indonesia continues to be a serious problem throughout the year. The main problem in poverty alleviation efforts is related to the fact that economic growth is not spread evenly throughout Indonesia today. The past five years ago, the number of decrease of poor people in the Special Region of Yogyakarta (D.I. Yogyakarta) is 72.48 thousand people. In 2014, the number of poor people was recorded by 532.59 thousand people. But, in 2018 the poor population have decreased to 460.11 thousand people. This study aims to predict poverty in the Province of the D.I. Yogyakarta uses the Markov Chain Analysis method.

The results of the Markov chain analysis predictions the number of poor people in five district at D.I. Yogyakarta at 2019-2022 i.e. for the Kulon Progo, Bantul, and Gunung Kidul Districts will increase by 0.35%, 0.04%, and 0.11%, respectively. The Sleman and City of Yogyakarta District will decrease of 0.74% and 0.03%, respectively. In steady-state probability of Kulon Progo, Bantul Regency, Gunung Kidul, Sleman and City of Yogyakarta districts is 16.58%, 28.90%, 27.97%, 20.00%, and 6.55%, respectively

Keywords: Markov Chain, Poverty, Probability, Steady State

INTISARI

Kemiskinan di Indonesia masih terus menjadi masalah yang serius sepanjang tahun. Permasalahan utama dalam upaya pengentasan kemiskinan di Indonesia saat ini terkait dengan adanya fakta bahwa pertumbuhan ekonomi tidak tersebar secara merata di seluruh wilayah Indonesia. Dalam kurun waktu lima tahun terakhir, jumlah penduduk miskin di D.I. Yogyakarta mengalami penurunan sebesar 72.48 ribu jiwa. Pada tahun 2014, jumlah penduduk miskin tercatat masih sebanyak 532.59 ribu jiwa. Namun pada tahun 2018 penduduk miskin berkurang menjadi 460.11 ribu jiwa. [sumber BPS DIY, 2018]. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi kemiskinan di Provinsi D.I. Yogyakarta menggunakan metode Analisis Rantai Markov. Hasil analisis rantai markov, prediksi jumlah penduduk miskin tahun 2019-2022 untuk Kabupaten Kulon Progo mengalami kenaikan rata-rata jumlah penduduk miskin sebesar 0.35%, Kabupaten Bantul mengalami kenaikan persentase kemiskinan rata-rata sebesar 0.04%, Kabupaten Gunung Kidul akan mengalami kenaikan persentase kemiskinan sebesar 0.11%, Kabupaten Sleman akan mengalami penurunan persentase kemiskinan sebesar 0.74%, dan untuk Kota Yogyakarta akan mengalami penurunan persentase kemiskinan sebesar 0.03%. Probabilitas *steady state* Kab. Kulon Progo sebesar 16.58%, Kabupaten Bantul sebesar 28.90%, Kab. Gunung Kidul sebesar 27.97%, Kab. Sleman sebesar 20.00%, dan Kota Yogyakarta sebesar 6.55%.

Kata Kunci: Rantai Markov, Kemiskinan, Probabilitas, *Steady State*

PENDAHULUAN

Kemiskinan selalu menjadi permasalahannya fenomenal sepanjang sejarah di Indonesia [Almasdi S dan Suarman S, 2014]. Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas) telah membantu men-canangkan rencana strategis penanggulangan kemiskinan di Indonesia [Bappenas, 2004]. Masalah utama dalam upaya pengentasan kemiskinan di Indonesia saat

ini terkait dengan adanya pertumbuhan ekonomi yang tidak menyebar secara merata di seluruh wilayah Indonesia [Rubiyana R, dkk, 2016]. Kemiskinan merupakan kondisi dimana terjadi kekurangan kebutuhan pokok sehari-hari yang biasa dipunyai seperti makanan, pakaian, tempat tinggal (*rumah*) dan air minum [Binti MT, 2016]. Kemiskinan juga menjadi persoalan mendasar yang dihadapi masyarakat Indonesia, khususnya di

Provinsi D.I. Yogyakarta. Kemiskinan juga merupakan masalah kompleks tentang kesejahteraan yang dipengaruhi oleh berbagai faktor yang saling berkaitan antara lain tingkat pendapatan masyarakat, pengangguran, kesehatan, pendidikan, akses terhadap barang dan jasa, geografis dan lingkungan. Esensi kemiskinan menyangkut kondisi kekurangan dari sebuah tuntutan kehidupan yang paling minimum, khususnya dari aspek konsumsi dan pendapatan [Azzi ADHDA, 2012]

Menurut data Badan Pusat Statistika D.I.Yogyakarta tahun 2014 sampai 2018 menunjukkan jumlah penduduk miskin hampir setiap tahun mengalami penurunan, tetapi rata-rata penurunan hanya sebesar 30.04 ribu jiwa atau 4.37% tiap tahunnya. Sedangkan pada tahun 2015 meningkat sebesar 3.20%.

Mengupayakan agar pengentasan kemiskinan lebih cepat diperlukan peramalan untuk memprediksi jumlah kemiskinan tahun yang akan datang agar dapat mengetahui seberapa besar penurunan atau kenaikannya sehingga pemerintah segera mengambil kebijakan strategis berupa paket kebijakan ekonomi [Bappenas, 2004]

Penelitian sebelumnya oleh Noeryanti (2018) memprediksi kemiskinan menggunakan regresi spline. Melati PM dkk (2018) menggunakan *Markov Chains* untuk memprediksi bencana alam di wilayah Kabupaten Wonogiri. Firdaniza dkk (2016) menggunakan Distribusi Stasioner Rantai Markov untuk prediksi curah hujan di wilayah Jawa Barat. Mukhsin AM dkk (2016) menggunakan Rantai Markov dan Proses Stokastik *Fuzzy* untuk prediksi Indeks Harga Saham di Bursa Efek Indonesia (BEI).

Berdasarkan latar belakang diatas maka yang menjadi perumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana karakteristik kemiskinan di Provinsi D.I.Yogyakarta, bagaimana hasil prediksi kemiskinan di Provinsi D.I.Yogyakarta menggunakan analisis rantai markov dan Bagaimana kondisi *steady state* dalam analisis rantai markov pada kasus kemiskinan di Provinsi D.I.Yogyakarta. Dengan alat bantu program R

Sumber data yang digunakan dalam penelitian disini merupakan data sekunder yaitu data yang diperoleh dari publikasi digital/ buku Badan Pusat Statistik (BPS)

Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, dalam kurun waktu 2014-2018 (5 tahun)

Adapun langkah-langkah analisis data sebagai berikut: a. Pengumpulan Data. b. Analisis Deskriptif. c. Matriks Peluang Transisi. d. Plot Rantai Markov. e. Perkalian Matriks Initial *State* (Keadaan Awal) dengan Matriks Peluang Transisi (Proses Prediksi). f. Hasil Prediksi. g. Kondisi *Steady State*

LANDASAN TEORI

Rantai Markov dikemukakan oleh Andrei A Markov (1856-1922) sebagai orang pertama yang mempublis hasil penelitiannya pada tahun 1906. Analisis Markov merupakan suatu bentuk metode kuantitatif yang digunakan untuk menghitung probabilitas perubahan-perubahan yang terjadi berdasarkan probabilitas perubahan selama periode waktu tertentu. *Markov analysis* digunakan untuk mencari probabilitas yang akan muncul dimasa depan, dengan menganalisa probabilitas pada saat ini. Salah satu tujuan metode ini adalah untuk memprediksi masa depan (Render, 2006).

Penggunaan *markov analysis* memerlukan pengetahuan tentang 3 keadaan, yaitu keadaan awal, keadaan transisi, dan keadaan *steady state*. Sedangkan asumsi-asumsi dalam *Markov analysis* adalah sebagai berikut:

- Jumlah probabilitas transisi keadaan (baris matriks) adalah 1.
- Probabilitas transisi tidak berubah selamanya artinya peluang untuk setiap keadaan dari periode $t \geq 0$ adalah sama.
- Probabilitas transisi hanya tergantung pada status sekarang, bukan pada periode sebelumnya (Eni, 2015).

Teknik *Irreducible Chain* digunakan dalam proses analisis Rantai Markov untuk memenuhi syarat dalam proses pembentukan matriks transisi yang memenuhi keadaan *steady state*. Dalam proses *Irreducible Chain* syarat-syarat sebagai berikut :

- Accessible*, state j dikatakan *accessible* dari state i jika $P_{ij}^n \geq 0$, untuk beberapa $n \geq 0$. Hal ini berarti bahwa state j *accessible* dari state i jika dan hanya jika, proses transisi dimulai dari state i , dan ada probabilitas bahwa proses tersebut menuju ke state j . Jika j tidak *accessible* dari i , maka $P_{ij} = 0$.
- Communicate*, dua state i dan j dikatakan berkomunikasi

(communicate), jika state i dan state j saling accessible satu sama lain, sehingga dapat ditulis $i \leftrightarrow j$.

- c. Hanya mempunyai satu kelas communicate, adalah banyaknya anggota P_j yang saling communicate secara keseluruhan.

Matriks Probabilitas Transisi: Jika sebuah rantai Markov $\{X_t, t = 0, 1, 2, \dots\}$ dengan ruang state $\{0, 1, \dots, m\}$, maka peluang sistem itu dalam state i pada suatu state j pada pengamatan sebelumnya diberi notasi P_{ij} dan disebut peluang transisi dari state i ke state j . Dan matriks $P = [P_{ij}]$ disebut matriks transisi rantai Markov. Dimana elemen-elemen dari matriks P bernilai positif dan jumlah elemen-elemen pada satu baris di matriks peluang transisi ini harus sama dengan 1 dengan P berukuran $m \times m$ didefinisikan sebagai berikut:

$$P_{ij} = \begin{matrix} \text{State} & 0 & 1 & \dots & m \\ \begin{matrix} 0 \\ 1 \\ \vdots \\ m \end{matrix} & \begin{bmatrix} p_{00} & p_{01} & \dots & p_{0m} \\ p_{10} & p_{11} & \dots & p_{1m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{m0} & p_{m1} & \dots & p_{mm} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Dimana:
 matriks transisi P_{ij} dengan entri
 $i = \text{State ke-}i (0, 1, \dots, m)$
 $j = \text{State ke-}j (0, 1, \dots, m)$
 $n = \text{langkah transisi } (1, 2, \dots, n)$

dengan $p_{ij} \geq 0$ dan $\sum_{j=0}^m p_{ij} = 1 (i, j = 0, 1, 2, \dots, m)$

Probabilitas transisi pada kondisi steady state adalah probabilitas transisi yang sudah mencapai titik keseimbangan, sehingga tidak akan berubah terhadap keadaan waktu yang terjadi. Secara matematis probabilitas transisi tingkat keadaan seimbang didefinisikan sebagai berikut :

$$\pi_j = \lim_{n \rightarrow \infty} P_{ij}^n$$

dengan :
 $\pi_j =$ probabilitas transisi keadaan steady state pada keadaan j .

Semakin besar nilai n , maka probabilitas transisi akan mendekati suatu nilai tertentu, dengan hubungan atau relevansi antara keadaan awal dengan peluang peralihan tahap ke n akan mengecil dengan bertambahnya n .

Dengan demikian akan diperoleh suatu distribusi untuk n menuju tak hingga berada dalam keadaan steady state, karenanya informasi mengenai kedudukan awal dari proses tidak diperlukan lagi, atau dengan kata lain nilai dari probabilitas transisi keadaan steady state independen terhadap kondisi awal proses, dan konvergen ke sebuah matriks π untuk n menuju tak berhingga.

Di Indonesia, Badan Pusat Statistik (BPS) mempunyai konsep mengenai kemiskinan dengan menggunakan pendekatan kebutuhan dasar (basic needs approach). Besaran nilai kebutuhan dasar minimum tersebut ditentukan dengan menggunakan Garis Kemiskinan (GK), yaitu batas minimum pengeluaran per kapita per bulan untuk memenuhi makanan dan bukan makanan. Adapun besaran GK yang selama ini digunakan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) terdiri dua komponen, yaitu garis kemiskinan makanan (GKM) dan garis kemiskinan bukan makanan (GKNM).

Garis kemiskinan adalah garis batas yang membedakan antara kelompok penduduk miskin dan tidak miskin. Garis ini menunjukkan sejumlah rupiah yang diperlukan oleh individu untuk dapat memenuhi kebutuhan hidup minimumnya, baik kebutuhan makanan maupun non makanan (BPS DIY, 2018). Penduduk dengan nilai pengeluaran di bawah garis kemiskinan akan dikategorikan sebagai penduduk miskin. Sebaliknya penduduk dengan jumlah pengeluaran yang lebih besar dari nilai garis kemiskinan dikategorikan sebagai bukan penduduk miskin.

Garis kemiskinan biasanya dibuat lebih dari satu. Hal ini diperlukan untuk mengakomodir perbedaan karakteristik wilayah, terutama dalam kaitannya dengan harga komoditi dan pola konsumsi yang berbeda antar wilayah. Dalam hal ini, garis kemiskinan dibedakan menjadi garis kemiskinan daerah perkotaan dan garis kemiskinan daerah perdesaan. Selain itu, garis kemiskinan juga dibedakan menurut kabupaten/kota. Berikut garis kemiskinan (Rp/Kapita/Bulan) di Provinsi D. I. Yogyakarta untuk perkotaan, perdesaan, kota dan desa pada tahun 2014 – 2018 disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Garis Kemiskinan Menurut Tipe Daerah Tahun 2014-2018

Daerah/Tahun	Garis Kemiskinan (Rp/Kapita/Bulan)		
	Makanan	Bukan Makanan	Total
Perkotaan			
2014	230329	103232	333561
2015	238042	109745	347787
2016	254284	110502	364786
2017	270924	114383	385307
Maret 2018	301252	125328	426580
Perdesaan			
2014	227233	69196	296429
2015	236342	75907	312249
2016	246960	84348	331308
2017	260249	87813	348062
Maret 2018	270706	95550	366256
Kota + Desa			
2014	229286	91770	321056
2015	237473	98413	335886
2016	246776	100945	347721
2017	267501	106508	374009
Maret 2018	292472	112272	409744

Sumber: Berita Resmi Statistik 2015, 2016, dan 2018

Garis Kemiskinan Makanan (**GKM**) merupakan nilai pengeluaran kebutuhan minimum makanan yang disetarakan dengan 2.100 kilo kalori per kapita per hari. Patokan ini mengacu pada Widyakarya Pangan dan Gizi 1978. Garis Kemiskinan Non Makanan (**GKNM**) adalah kebutuhan minimum untuk perumahan, sandang, pendidikan, dan kesehatan.

Foster-Greer-Thorbecke (1984) telah merumuskan suatu ukuran yang digunakan untuk mengukur tingkat kemiskinan Sebagai

$$P_{\alpha} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^q \left[\frac{z - y_i}{z} \right]^{\alpha}$$

Jika $\alpha = 0$, diperoleh *Head Count Index* (P_0), jika $\alpha = 1$, diperoleh indeks kedalaman kemiskinan (*Poverty Gap Index* - P_1), dan jika $\alpha = 2$, diperoleh indeks keparahan kemiskinan (*Poverty Severity Index* - P_2).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Statistik deskriptif merupakan analisa untuk menggambarkan data untuk mempermudah pembacaan nilai rata-rata, nilai maksimum dan nilai minimum dari data jumlah penduduk miskin. Berikut statistik deskriptif disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. pembacaan nilai rata-rata, nilai maksimum dan nilai minimum dari data jumlah penduduk miskin

Kab/Kota	Nilai Maksimum	Nilai Minimum	Rata – rata
Kulon Progo	88.13	77.72	83.802
Bantul	160.15	134.84	146.166
Gunung Kidul	155	125.76	140.8
Sleman	110.96	92.04	101.36
Yogyakarta	35.98	29.75	33.114

- Penduduk Miskin Kabupaten Kulon Progo menunjukkan bahwa penduduk miskin pada tahun 2014, 2015, 2016, 2017 dan 2018 adalah sebesar 84.67 ribu jiwa, 88.13 ribu jiwa, 84.34 ribu jiwa, 84.17 ribu jiwa, dan 77.72 ribu jiwa. Dengan rata - rata sebesar 83.806 ribu jiwa, dan miskin terbesar pada tahun 2015 sebesar 88.13 ribu jiwa, dan miskin terkecil pada tahun 2018 sebesar 77.72 ribu jiwa.
- Penduduk Miskin Kabupaten Bantul menunjukkan bahwa penduduk miskin pada tahun 2014, 2015, 2016, 2017 dan 2018 adalah sebesar 153.49 ribu jiwa, 160.15 ribu jiwa, 142.76 ribu jiwa, 139.67 ribu jiwa, dan 134.84 ribu jiwa. Rata – rata penduduk miskin sebesar 146.182 ribu jiwa dengan jumlah miskin terbesar pada tahun 2015 sebesar 160.15 ribu jiwa dan miskin terkecil pada tahun 2018 sebesar 134.84 ribu jiwa.
- Penduduk Miskin Kabupaten Gunung Kidul menunjukkan bahwa penduduk miskin pada tahun 2014, 2015, 2016, 2017 dan 2018 adalah sebesar 148.39 ribu jiwa, 155 ribu jiwa, 139.15 ribu jiwa, 135.74 ribu jiwa, dan 125.76 ribu jiwa. Rata- rata penduduk miskin sebesar 140.808 ribu jiwa dengan jumlah miskin terbesar pada tahun 2015 sebesar 155 ribu jiwa dan miskin terkecil pada tahun 2018 sebesar 125.76 ribu jiwa.
- Penduduk Miskin Kabupaten Sleman menunjukkan bahwa penduduk miskin pada tahun 2014, 2015, 2016, 2017 dan 2018 adalah sebesar 110.44 ribu jiwa, 110.96 ribu jiwa, 96.63 ribu jiwa, 96.75 ribu jiwa, dan 92.04 ribu jiwa. Rata- rata penduduk miskin sebesar 101.364 ribu jiwa dengan jumlah miskin terbesar pada tahun 2015 sebesar 110.96 ribu jiwa dan miskin terkecil pada tahun 2018 sebesar 92.04 ribu jiwa.

e. Penduduk Miskin Kota Yogyakarta menunjukkan bahwa penduduk miskin pada tahun 2014, 2015, 2016, 2017 dan 2018 adalah sebesar 35.6 ribu jiwa, 35.98 ribu jiwa, 32.06 ribu jiwa, 32.2 ribu jiwa, dan 29.75 ribu jiwa. Rata-rata penduduk miskin sebesar 33.118 ribu jiwa dengan jumlah miskin terbesar pada tahun 2015 sebesar 35.98 ribu jiwa dan miskin terkecil pada tahun 2018 sebesar 29.75 ribu jiwa.

Menentukan Rantai Markov. Dari data Jumlah Penduduk Miskin Kabupaten/Kota di Provinsi D. I. Yogyakarta, disajikan dalam

tabel 3 di bawah ini, menunjukkan data jumlah penduduk miskin dalam 5 tahun terakhir. Dari Tabel 3 tampak bahwa jumlah penduduk miskin terlihat adanya fluktuatif dan mengalami kenaikan jumlah penduduk miskin pada tahun 2015. Kabupaten sleman dan kota yogyakarta sempat juga mengalami kenaikan di tahun 2017 yaitu, kenaikan pada kabupaten sleman dari tahun 2016 sebesar 96.63 ribu jiwa menjadi 96.73 ribu jiwa pada tahun 2017, sedangkan pada kota yogyakarta pada tahun 2016 sebesar 32.06 ribu jiwa menjadi 32.18 ribu jiwa pada tahun 2017. Selanjutnya dari Tabel 3 dibuat menjadi matriks peluang transisi.

Tabel 3 Jumlah Penduduk Miskin Kab/Kota di Provinsi D. I. Yogyakarta

Tahun	Kabupaten/Kota					D. I. Yogyakarta
	Kulon Progo	Bantul	Gunung Kidul	Sleman	Yogyakarta	
2014	84.67	153.49	148.39	110.44	35.6	532.59
2015	88.13	160.15	155	110.96	35.98	550.22
2016	84.34	142.76	139.15	96.63	32.06	494.94
2017	84.15	139.59	135.7	96.73	32.18	488.35
2018	77.72	134.84	125.76	92.04	29.75	460.11

$$P = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \end{matrix} & \left[\begin{array}{ccccc} 0.1589778 & 0.2881954 & 0.2786196 & 0.2073640 & 0.06684316 \\ 0.1601723 & 0.2910654 & 0.2817055 & 0.2016648 & 0.06539203 \\ 0.1704045 & 0.2884390 & 0.2811452 & 0.1952358 & 0.06477553 \\ 0.1723149 & 0.2858401 & 0.2778745 & 0.1980752 & 0.06589536 \\ 0.1689161 & 0.2930604 & 0.2733259 & 0.2000391 & 0.06465845 \end{array} \right] \end{matrix}$$

Tampak pada matriks P_{11} diperoleh dengan membagi jumlah penduduk miskin Kab. Kulon Progo tahun 2014 dengan membentuk peluang $84.7/532.59 = 0.1589778$. Untuk nilai P_{12} diperoleh dari jumlah penduduk miskin Kab. Bantul tahun 2014 yaitu $153.49/532.59 = 0.2881954$. Dan seterusnya sampai P_{55} berlaku hal yang sama, dimana diperoleh dari jumlah penduduk miskin Kota Yogyakarta tahun 2018 dibagi dengan jumlah penduduk miskin keseluruhan tahun 2018 pada provinsi D. I. Yogyakarta yaitu $29.75/460.11 = 0.06465845$.

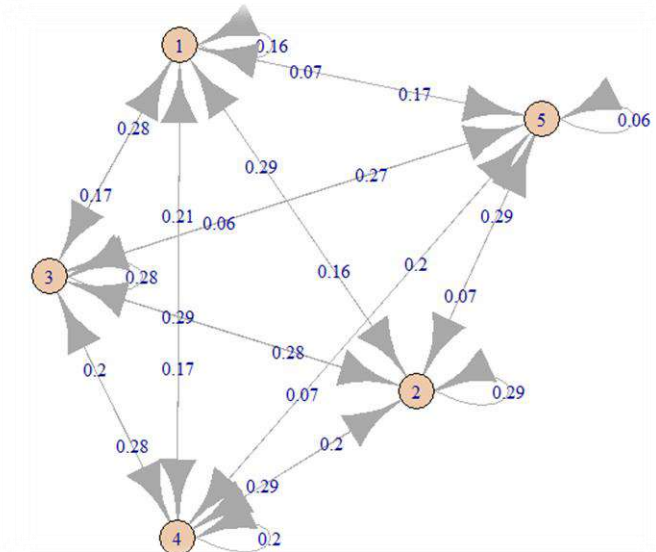
Matriks peluang transisi tersebut memberikan informasi, bahwa peluang penduduk miskin pada lima kabupaten/kota di provinsi D. I. Yogyakarta yaitu Kab. Kulon

Progo, Kab. Bantul, Kab. Gunung Kidul, Kab. Sleman, dan Kota Yogyakarta pada tahun 2014 masing-masing sebesar 15.90%, 28.82%, 27.86%, 20.74%, dan 6.68%. Pada tahun 2015 masing-masing sebesar 16.02%, 29.11%, 28.17%, 20.17%, dan 6.54%. Pada tahun 2016 masing-masing sebesar 17.04%, 28.84%, 28.11%, 19.52%, dan 6.48%. Pada tahun 2017 masing-masing sebesar 17.23%, 28.58%, 27.79%, 19.81%, dan 6.59%. Pada tahun 2018 masing-masing sebesar 16.89%, 29.31%, 27.33%, 20%, dan 6.47%.

Berdasarkan analisis tersebut, matriks peluang transisi merupakan sebuah matriks peluang transisi yang *Irreducible Chain*, karena matriks tersebut *Assesible*,

Communicate dan hanya mempunyai satu kelas *communicate*.

Menampilkan plot rantai markov dari matriks peluang transisi dapat disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1 Plot Rantai Markov

Plot diatas menunjukkan bahwa matriks peluang transisi tersebut *irreducible chain*. Sebelum melakukan prediksi terlebih dahulu menentukan *initial state*. Disini peneliti menggunakan *initial state* sebagai berikut :

$$initial\ state = [1\ 0\ 0\ 0\ 0]$$

Initial state ($\pi(0)$) adalah jenis state yang dilambangkan dengan bilangan biner 0 atau 1. Dalam hal ini isi initial state untuk prediksi jumlah penduduk miskin ada lima, yaitu: Kab. Kulon Progo, Kab. Bantul, Kab. Gunung Kidul, Kab. Sleman, dan Kota Yogyakarta. Maka jika dinotasikan dengan

Kemudian untuk mendapatkan hasil berupa % atau merubah bentuk peluang menjadi persentase, maka hasil dari $\pi(1)$ dikalikan dengan 100%. Jadi, kemungkinan persentase kemiskinan pada tahun 2019 di Kab. Kulon Progo adalah sebesar 15.90 %, kemungkinan persentase kemiskinan di

Memprediksi Kemiskinan di Tahun 2020 dihitung dengan cara :

$$\pi(2) = \pi(0).P^2$$

huruf adalah [KP, B, GK, S, Y]. Dan jika dengan bilangan biner adalah [1, 0, 0, 0, 0].

Hasil Prediksi

Memprediksi Kemiskinan di Tahun 2019 dihitung dengan cara :

$$\pi(1) = \pi(0).P$$

$$\pi(1) = [1\ 0\ 0\ 0\ 0] \begin{bmatrix} 0.1589778 & 0.2881954 & 0.2786196 & 0.2073640 & 0.06684316 \\ 0.1601723 & 0.2910654 & 0.2817055 & 0.2016648 & 0.06539203 \\ 0.1704045 & 0.2884390 & 0.2811452 & 0.1952358 & 0.06477553 \\ 0.1723149 & 0.2858401 & 0.2778745 & 0.1980752 & 0.06589536 \\ 0.1689161 & 0.2930604 & 0.2733259 & 0.2000391 & 0.06465845 \end{bmatrix} = [0.1589778\ 0.2881954\ 0.2786196\ 0.207364\ 0.06684316]$$

$$\pi(1) \times 100\% = [15.90\% \ 28.82\% \ 27.86\% \ 20.74\% \ 6.68\%]$$

Kab. Bantul sebesar 28.82 %, kemungkinan persentase kemiskinan di Kab. Gunung Kidul sebesar 27.86%, kemungkinan persentase kemiskinan di Kab. Sleman sebesar 20.74%, dan kemungkinan persentase kemiskinan di Kota Yogyakarta sebesar 6.68 %.

$$\pi(2) = [1\ 0\ 0\ 0\ 0] \begin{bmatrix} 0.1589778 & 0.2881954 & 0.2786196 & 0.2073640 & 0.06684316 \\ 0.1601723 & 0.2910654 & 0.2817055 & 0.2016648 & 0.06539203 \\ 0.1704045 & 0.2884390 & 0.2811452 & 0.1952358 & 0.06477553 \\ 0.1723149 & 0.2858401 & 0.2778745 & 0.1980752 & 0.06589536 \\ 0.1689161 & 0.2930604 & 0.2733259 & 0.2000391 & 0.06465845 \end{bmatrix}^2 = [0.1659357\ 0.2889272\ 0.2797043\ 0.1999266\ 0.0655063]$$

$$\pi(2) \times 100\% = [16.59\% \ 28.89\% \ 27.97\% \ 19.99\% \ 6.55\%]$$

Kemudian untuk mendapatkan hasil berupa % atau merubah bentuk peluang menjadi persentase, maka hasil dari $\pi(1)$ dikalikan dengan 100%. Jadi, kemungkinan persentase kemiskinan pada tahun 2020 di Kab. Kulon Progo adalah sebesar 16.59 %, kemungkinan persentase kemiskinan di Kab. Bantul sebesar 28.89 %, kemungkinan persentase kemiskinan di Kab. Gunung Kidul sebesar 27.97%, kemungkinan persentase kemiskinan di Kab. Sleman sebesar 19.99%, dan kemungkinan persentase kemiskinan di Kota Yogyakarta sebesar 6.55%.

Memprediksi Kemiskinan di Tahun 2021 dihitung dengan cara :

$$\pi(3) = \pi(0).P^3$$

$$\pi(3) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.1589778 & 0.2881954 & 0.2786196 & 0.2073640 & 0.06684316 \\ 0.1601723 & 0.2910654 & 0.2817055 & 0.2016648 & 0.06539203 \\ 0.1704045 & 0.2884390 & 0.2811452 & 0.1952358 & 0.06477553 \\ 0.1723149 & 0.2858401 & 0.2778745 & 0.1980752 & 0.06589536 \\ 0.1688161 & 0.2930604 & 0.2733259 & 0.2000391 & 0.06465845 \end{bmatrix}$$

$$= [0.1658365 \quad 0.2889406 \quad 0.2797219 \quad 0.1999881 \quad 0.06551296]$$

$$\pi(3) \times 100\% = [16.58\% \quad 28.89\% \quad 27.97\% \quad 20.00\% \quad 6.55\%]$$

Hasilnya berupa persen (%), kemudian hasil peluang dirubah ke bentuk menjadi persentase, maka hasil dari $\pi(1)$ dikalikan dengan 100%

Jadi, kemungkinan persentase kemiskinan pada tahun 2021 di Kab. Kulon Progo adalah sebesar 16.58%, kemungkinan persentase kemiskinan di

Untuk mendapatkan hasil Kondisi Seimbang. Dengan melakukan Iterasi n -langkah sampai mencapai kondisi *steady state*, yaitu apabila matriks probabilitas transisi berikutnya konvergen terhadap matriks probabilitas transisi n -langkah yang sebelumnya dan konvergen pula ke sebuah

Kab. Bantul sebesar 28.90%, kemungkinan persentase kemiskinan di Kab. Gunung Kidul sebesar 27.97%, kemungkinan persentase kemiskinan di Kab. Sleman sebesar 20.00%, dan kemungkinan persentase kemiskinan di Kota Yogyakarta sebesar 6.55%.

Memprediksi Kemiskinan di Tahun 2022 dihitung dengan cara :

$$\pi(4) = \pi(0).P^4$$

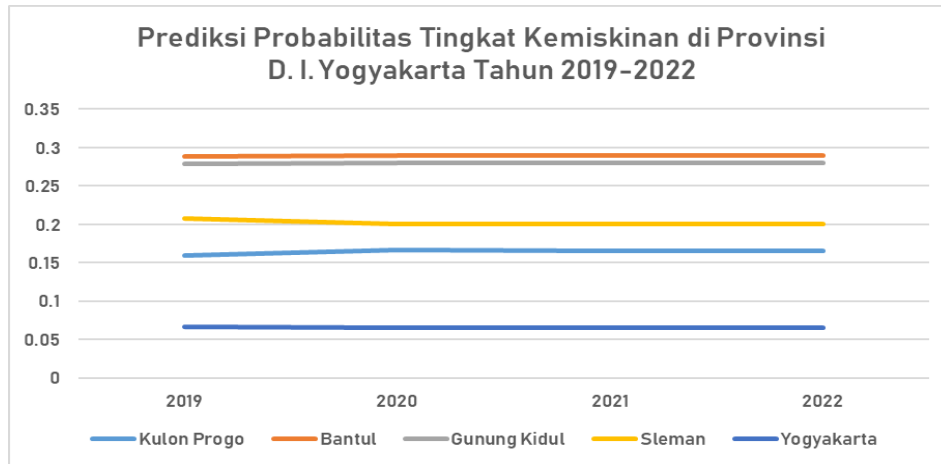
$$\pi(3) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.1589778 & 0.2881954 & 0.2786196 & 0.2073640 & 0.06684316 \\ 0.1601723 & 0.2910654 & 0.2817055 & 0.2016648 & 0.06539203 \\ 0.1704045 & 0.2884390 & 0.2811452 & 0.1952358 & 0.06477553 \\ 0.1723149 & 0.2858401 & 0.2778745 & 0.1980752 & 0.06589536 \\ 0.1688161 & 0.2930604 & 0.2733259 & 0.2000391 & 0.06465845 \end{bmatrix}$$

$$= [0.1658365 \quad 0.2889406 \quad 0.2797219 \quad 0.1999881 \quad 0.06551296]$$

$$\pi(4) \times 100\% = [16.58\% \quad 28.89\% \quad 27.97\% \quad 20.00\% \quad 6.55\%]$$

Kemudian untuk mendapatkan hasil berupa % atau merubah bentuk peluang menjadi persentase, maka hasil dari $\pi(4)$ dikalikan dengan 100%. Jadi, kemungkinan persentase kemiskinan pada tahun 2022 di Kab. Kulon Progo adalah sebesar 16.58%, kemungkinan persentase kemiskinan di Kab. Bantul sebesar 28.90%, kemungkinan persentase kemiskinan di Kab. Gunung Kidul sebesar 27.97%, kemungkinan persentase kemiskinan di Kab. Sleman sebesar 20.00%, dan kemungkinan persentase kemiskinan di Kota Yogyakarta sebesar 6.55%. Grafik hasil prediksi kemiskinan disajikan pada Gambar 2.

matriks probabilitas transisi keadaan π untuk n menuju tak berhingga, dimana hal tersebut terjadi pada n -langkah yang ke-4 (P^4), karena pada n -langkah ke-4 konvergen pada n -langkah sebelumnya, yaitu pada n -langkah yang ke-3 (P^3).



Gambar 2 Grafik Garis Prediksi Probabilitas Tingkat Kemiskinan di Provinsi D. I. Yogyakarta Tahun 2018 - 2020

$$P^4 = \begin{bmatrix} 0.1626017 & 0.2890250 & 0.2803598 & 0.2022382 & 0.06577523 \\ 0.1626014 & 0.2890250 & 0.2803599 & 0.2022385 & 0.06577525 \\ 0.1626021 & 0.2890250 & 0.2803598 & 0.2022379 & 0.06577520 \\ 0.1626028 & 0.2890249 & 0.2803598 & 0.2022373 & 0.06577515 \\ 0.1626024 & 0.2890250 & 0.2803598 & 0.2022376 & 0.06577517 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.1596088 & 0.2889750 & 0.2811698 & 0.2045207 & 0.06572562 \\ 0.1589778 & 0.2881954 & 0.2786196 & 0.2073640 & 0.06684316 \\ 0.1601723 & 0.2910654 & 0.2817055 & 0.2016648 & 0.06539203 \\ 0.1704045 & 0.2884390 & 0.2811452 & 0.1952358 & 0.06477553 \\ 0.1722924 & 0.2858985 & 0.2778540 & 0.1980431 & 0.06591202 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 0.162602 & 0.289025 & 0.2803598 & 0.202238 & 0.06577521 \\ 0.162602 & 0.289025 & 0.2803598 & 0.202238 & 0.06577521 \\ 0.162602 & 0.289025 & 0.2803598 & 0.202238 & 0.06577521 \\ 0.162602 & 0.289025 & 0.2803598 & 0.202238 & 0.06577521 \\ 0.162602 & 0.289025 & 0.2803598 & 0.202238 & 0.06577521 \end{bmatrix}$$

Berdasarkan hasil probabilitas matriks transisi n -langkah yang ke-4 (P^4) di atas, menunjukan bahwa nilai probabilitas *steady state* Kab. Kulon Progo sebesar 16.58%, Kab. Bantul sebesar 28.89%, Kab. Gunung Kidul sebesar 27.97%, Kab. Sleman sebesar 20.00%, dan Kota Yogyakarta sebesar 6.55%.

KESIMPULAN

Dari hasil analisis dan pembahasan menggunakan metode rantai markov pada kasus kemiskinan pada lima kabupaten/kota di provinsi D. I. Yogyakarta peneliti dapat menyimpulkan, diantaranya :

a. Karakteristik penduduk miskin, jika penduduk tersebut memiliki rata – rata pengeluaran per kapita per bulan dibawah garis kemiskinan (GK) dimana Garis Kemiskinan adalah besarnya nilai rupiah pengeluaran per kapita setiap bulan yaitu sebesar Rp 409.744,- sesuai ukuran GK per maret 2018.

b. Hasil prediksi kemiskinan untuk Kabupaten Kulon Progo pada tahun 2019 akan turun sebesar 0.99%, naik pada tahun 2020 sebesar 0.69%, dan kembali turun pada tahun 2021-2022 sebesar 0.01%. Kabupaten Bantul pada tahun 2019 akan turun sebesar 0.49%, naik pada tahun 2020-2022 sebesar 0.08%. Kabupaten Gunung Kidul pada tahun 2019 akan naik sebesar 0.53%, akan naik lagi pada tahun 2020-2022 sebesar 0.11%. Kabupaten Sleman pada tahun 2019 naik sebesar 0.74%, akan turun pada tahun 2020-2022 sebesar 0.74%. Kota Yogyakarta pada tahun 2019 naik sebesar 0.21%, akan turun pada tahun 2020-2022 sebesar 0.13%.

c. Nilai probabilitas *steady state* Kab. Kulon Progo sebesar 16.58%, Kab. Bantul sebesar 28.89%, Kab. Gunung Kidul sebesar 27.97%, Kab. Sleman sebesar 20.00%, dan Kota Yogyakarta sebesar 6.55%.

DAFTAR PUSTAKA

- Almasdi S, Suarman S, 2014, Model Pengembangan Daerah Tertinggal Dalam Upaya Percepatan Pembangunan Ekonomi Pedesaan” *Ekuitas, Jurnal Ekonomi dan Keuangan*, Vol 18, No 3 , Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia (STIESIA), Surabaya
- Mukhsin AM dkk, 2016, Model Prediksi Indeks Harga Saham Di Bursa Efek Indonesia (BEI) Menggunakan Rantai Markov Dan Proses Stokastik Fuzzy, e-*Proceeding of Engineering* : Vol.3, No.2 Agustus 2016, Bandung
- Azzi ADHDA, 2012, Analisis Program-Program Penanggulangan Kemiskinan Menurut Skpd (Satuan Kerja Perangkat Daerah) Di Kota Semarang Dengan Metode Analisis Hierarki, UNDIP, Semarang
- Bappenas, 2004, Rencana Strategis Penanggulangan Kemiskinan di Indonesia, Kementrian PPN, Jakarta
- Firdaniza, dkk, 2016, Distribusi Stasioner Rantai Markov Untuk Prediksi Curah Hujan Di Wilayah Jawa Barat, Prosiding Seminar Matematika dan Pendidikan Matematika hal 1035-1050 November 2016, UNS, Surakarta
- Binti MT., 2016 “Analisa Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi Terhadap Penurunan Tingkat Kemiskinan Di Kalimantan Tengah,” *Jurnal Komunikasi Bisnis dan Manajemen*, vol. 3, pp. 69–78, uniska, Banjarmasin
- Melati PM dan Jatipaningrum MT, 2018, Prediksi Bencana Alam Di Wilayah Kabupaten Wonogiri Dengan Markov Chains, *Journal Statikom*, Yogyakarta
- Noeryanti, 2018, Memprediksi Tingkat Kemiskinan Di Provinsi Nusa Tenggara Timur Menggunakan Estimasi Regresi Nonparametrik Spline Dan Model Regresi Berganda, *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST)*, Yogyakarta
- Rubiyana R, Minarsih MM, Hasiholan LB, 2016, Implementasi Program Nasional Pemberdayaan Masyarakat Mandiri Perkotaan Dalam Penanggulangan Kemiskinan” *Journal Of Management*. Vol 2, No 2 , Universitas Pandanaran, Semarang
- Sucipto A, 2012, Aplikasi Rantai Markov Dalam Menganalisis Probabilitas Pangsa Pasar, Riau
- <https://yogyakarta.bps.go.id/pressrelease/2019/02/01/943/profil-kemiskinan-daerah-istimewa-yogyakarta-september-2018.html>

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI ELEKTROPLATING DENGAN FITOREMEDIASI MENGGUNAKAN *AZOLLA MICROPHYLLA*

Yuli Pratiwi¹, Sri Sunarsih², Kurnia Puspa Dewi³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains Terapan, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

E-mail: yuli_pratiwi@akprind.ac.id

ABSTRACT

The electroplating wastewater industry generally contains heavy metals, such as chromium (Cr) metals that can harm the environment and health. This study aims to determine the effect of dwell time and wet weight of Azolla microphylla in reducing BOD, COD and Cr-Total levels in metal coating liquid waste. The experimental study included the effect of residence time between 2, 4, 6, 8, 10 days and wet weight of plants between 70, 90, 110, 130 and 150 gram against the tested parameters BOD, COD and Cr-Total electroplating wastewater. The results showed that the best residence time in this treatment was six days with BOD value 22,26 mg/L and efficiency decrease equal to 65,74%. COD score of 61 mg/L and efficiency decrease of 72,79%. Cr-Total value 2,98 mg/L with efficiency decrease of 93,23%. The best wet weight of the plant reduces BOD, COD and Cr-Total levels is 150 grams. The value of BOD is 24,07 mg/L and efficiency decrease of 62,97%. COD score 67,87 mg/L and efficiency decrease equal to 69,72%. Cr-Total value of 4.13 mg/L and Cr-Total decrease efficiency of 90.58%. According to the Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta No. 7 Tahun 2016 only BOD and COD that meet the quality standards, while Cr-Total does not meet the quality standard.

Keywords: electroplating wastewater, Azolla microphylla, phytoremediation

INTISARI

Air limbah industri elektroplating umumnya banyak mengandung logam-logam berat, diantaranya adalah logam kromium (Cr) yang dapat membahayakan lingkungan dan kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu tinggal dan berat basah *Azolla microphylla* dalam menurunkan kadar BOD, COD dan Cr-Total pada limbah cair pelapisan logam. Waktu tinggal antara 2, 4, 6, 8, 10 hari dan berat basah tanaman antara 70, 90, 110, 130 dan 150 gram terhadap parameter yang diuji yaitu BOD, COD dan Cr-Total air limbah elektroplating. Hasil penelitian menunjukkan waktu tinggal paling baik pada pengolahan ini adalah enam hari dengan nilai BOD 22,26 mg/L dan efisiensi penurunan sebesar 65,74%. Nilai COD 61 mg/L dan efisiensi penurunan sebesar 72,79%. Nilai Cr-Total 2,98 mg/L dengan efisiensi penurunan sebesar 93,23%. Berat basah tanaman yang paling baik menurunkan kadar BOD, COD dan Cr-Total adalah 150 gram. Nilai BOD yaitu 24,07 mg/L dan efisiensi penurunan sebesar 62,97%. Nilai COD 67,87 mg/L dan efisiensi penurunan sebesar 69,72%. Nilai Cr-Total 4,13 mg/L dan efisiensi penurunan Cr-Total sebesar 90,58%. Menurut Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta No. 7 Tahun 2016 hanya BOD dan COD yang memenuhi baku mutu, sedangkan Cr-Total tidak memenuhi baku mutu.

Kata kunci: air limbah elektroplating, *Azolla microphylla*, fitoremediasi

PENDAHULUAN

Meningkatnya kebutuhan akan produk yang menggunakan proses pelapisan logam /elektroplating mendorong berkembangnya industri elektroplating yang berada di Indonesia khususnya di Daerah Istimewa Yogyakarta. Pelapisan logam diaplikasikan antara lain dalam industri elektronik, cindermata, peralatan rumah tangga, otomotif dan lain-lain. Terdapat ± 30 industri

kecil penyepuhan perak dan ± 10 industri kecil pelapisan logam krom dan nikel di

Yogyakarta. Proses pelapisan logam bertujuan untuk memberikan perlindungan dari karat dan memberikan efek mengkilap pada besi serta baja. Industri pelapisan logam menghasilkan limbah cair dan padat pada proses produksinya. Limbah padat yaitu serbuk besi dari penghalusan logam yang akan dilapisi, sedangkan limbah cair berasal dari air bilasan dan larutan pembersih maupun larutan plating yang telah kotor/jenuh. Hampir semua industri kecil pelapisan logam belum mengolah limbah sebelum dibuang ke lingkungan. Berbagai

limbah tersebut apabila tidak dikelola dengan baik dan benar sangat berbahaya bagi kesehatan masyarakat sekitar maupun lingkungan.

Air limbah industri elektroplating umumnya banyak mengandung logam-logam berat, diantaranya adalah logam kromium (Cr). Limbah cair yang mengandung krom heksavalen (Cr VI) dapat membahayakan lingkungan dan kesehatan. Pembuangan langsung air limbah elektroplating tanpa diolah terlebih dahulu dapat menyebabkan pencemaran kepada mikroorganisme dan lingkungannya baik dalam bentuk larutan, koloid maupun partikel lainnya. Krom heksavalen bersifat lebih toksik dari krom trivalen karena sifatnya yang lebih stabil. Selain Cr, limbah cair industri elektroplating mengandung logam berat antara lain Sn, Pb, Cd, Zn, Cu dan Ni. Limbah ini jika langsung dibuang ke lingkungan tanpa pengolahan terlebih dahulu akan menimbulkan dampak negatif terhadap komponen-komponen lingkungan, sehingga akan menurunkan kualitas lingkungan. Dampak langsung yang ditimbulkan oleh air limbah industri pelapisan logam apabila tidak dikelola dengan benar adalah menurunnya kualitas badan air, dan dampak jangka panjang dapat memicu timbulnya penyakit kanker, karena sebagian besar bahan baku industri logam bersifat karsinogenik (Widayat, 2010).

Menurut Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 7 tahun 2016 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri, Pelayanan Kesehatan dan Jasa Pariwisata, disebutkan bahwa limbah cair yang mengandung krom total yang dibuang ke lingkungan tidak boleh melebihi ambang batas yang ditetapkan yaitu 0,5 ppm, sedangkan untuk krom heksavalen tidak boleh melebihi 0,3 ppm.

Untuk menghindari kerusakan lingkungan, limbah cair yang mengandung logam berat harus diolah terlebih dahulu. Alternatif pengolahan yang ditawarkan adalah dengan fitoremediasi yang merupakan proses penurunan kadar zat pencemar dengan menggunakan tanaman sebagai indikatornya. Penelitian tentang tanaman air yang memiliki kemampuan menyerap dan mengakumulasi logam berat telah banyak dilakukan. Salah satu jenis tanaman air yang dapat digunakan untuk pengolahan limbah cair atau fitoremediasi logam berat adalah *Azolla microphylla*. Dengan teknik fitoremediasi ini diharapkan *Azolla microphylla* mampu mereduksi

kandungan bahan pencemar yang terdapat pada limbah industri elektroplating.

Industri pelapisan logam menghasilkan limbah cair dan padat pada produksinya. Limbah padat yaitu serbuk besi dari penghalusan logam yang akan dilapisi, sedangkan limbah cair berasal dari air bilasan dan larutan pembersih maupun larutan plating yang telah kotor/jenuh yang dibuang. Berbagai limbah tersebut apabila tidak ada pengolahan dan langsung dibuang akan menyebabkan pencemaran lingkungan yang semakin lama semakin parah (Sunardi, Roselini, 2011). Logam berat dikategorikan sebagai bahan berbahaya dan beracun (B3). Kontaminan logam berat bersifat akumulatif akan terus bertambah kemudian mengendap di sedimen atau bahkan terakumulasi pada biota air, terutama pada ikan (Fahrudin, 2014). Salah satu contoh B3 adalah kromium, kromium trivalen merupakan unsur yang esensial bagi tumbuhan dan hewan, sedangkan kromium heksavalen bersifat toksik. Keracunan kromium dapat mengganggu fungsi hati, ginjal, pernafasan dan mengakibatkan terjadinya kerusakan kulit (Effendi, 2003). Paparan kromium biasanya melibatkan garam kromat seperti Na_2CrO_4 . Garam ini cenderung larut dalam air dan mudah diserap ke dalam aliran darah melalui paru-paru. Karsinogenisitas kromat telah ditunjukkan oleh studi pada pekerja yang terpapar. Paparan kromat dapat menyebabkan kanker paru-paru dengan masa laten 10-15 tahun (Manahan, 1999).

Menurut Rosiana dkk (2007) fitoremediasi adalah pemanfaatan tumbuhan dan mikroorganisme untuk minimalisasi dan mendetoksifikasi polutan karena tanaman mempunyai kemampuan menyerap logam dan mineral yang tinggi atau sebagai fitoakumulator dan fitochelator. Jadi fitoremediasi merupakan penggunaan tumbuhan untuk menghilangkan, memindahkan, menstabilkan, atau menghancurkan bahan pencemar baik itu senyawa organik maupun anorganik (Wijayanti, 2012). Banyak penelitian yang telah dilaporkan tentang kemampuan tanaman air dalam menyerap dan mengakumulasi logam berat. Beberapa tanaman merupakan akumulator logam yang spesifik, misalnya *Salvinia natans* merupakan akumulator yang baik untuk Hg dan *Lenma polyrrhyza* merupakan akumulator yang baik untuk Zn. *Lemna minor* dan *Azolla pinata* merupakan akumulator yang baik untuk Fe dan Cu. Ada pula beberapa tanaman yang dapat menyerap beberapa jenis logam. *Pistia*

stratiotes dapat menyerap dan mengakumulasi Hg, Cu dan As. *Ceratophyllum demersum*, *Spirodela ptyrrhyza*, *Bacopa monnieri*, *Hygrophorhiza aristata* dapat menyerap dan mengakumulasi Cu, Cr, Fe, Mn, Cd dan Pb. Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) merupakan salah satu jenis tanaman yang sering digunakan dalam fitoremediasi logam berat (Fahrudin, 2014). *Azolla* berpotensi sebagai biofilter dalam pengelolaan limbah yang mengandung logam berat. Untuk lahan pertanian, pengelolaan pencemaran limbah bukan sekedar untuk menjaga produktivitas tanaman saja, tetapi lebih dari itu yaitu untuk menjamin kualitas produk yang aman bagi kesehatan dan juga menjaga daya saing produk pertanian di pasar global (Munarso, 2003).

Azolla microphylla telah dimanfaatkan sebagai upaya perbaikan kualitas air limbah dan dapat menurunkan kadar fosfat yaitu 27,81 mg/L menjadi 0,96 mg/L dalam limbah cair domestik dengan berat basah tanaman 90 g yang dikontakkan dengan 6 liter air limbah selama 7 hari (Yuliani, 2001). Selain itu, Muhammad (2015) juga sudah memanfaatkan *Azolla microphylla* telah menurunkan kadar logam berat (Zn) dalam air limbah. Berat *Azolla microphylla* yang digunakan adalah 30g/L air limbah dan telah terbukti mampu menurunkan kandungan Zn yang terbaik dalam air yaitu sebesar 57,69 % dalam 15 hari.

Penelitian ini dibatasi pada pengolahan air limbah industri elektroplating dengan parameter BOD, COD dan Cr-Total. Tanaman *Azolla microphylla* yang digunakan dengan variasi berat basah 70, 90, 110, 130, 150 gram dan variasi waktu tinggal 2, 4, 6, 8 serta 10 hari. Tujuan penelitian penelitian ini adalah: 1) Mengetahui pengaruh waktu tinggal *Azolla microphylla* dalam menurunkan kadar BOD, COD dan Cr-Total pada limbah cair industri elektroplating. 2) Mengetahui pengaruh berat basah *Azolla microphylla* dalam menurunkan kadar BOD, COD dan Cr-Total pada limbah cair industri elektroplating. 3) Mengetahui kadar BOD, COD dan Cr-Total limbah cair industri elektroplating yang telah diolah dan membandingkannya dengan baku mutu limbah cair elektroplating menurut Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta No. 7 Tahun 2016

HASIL DAN PEMBAHASAN

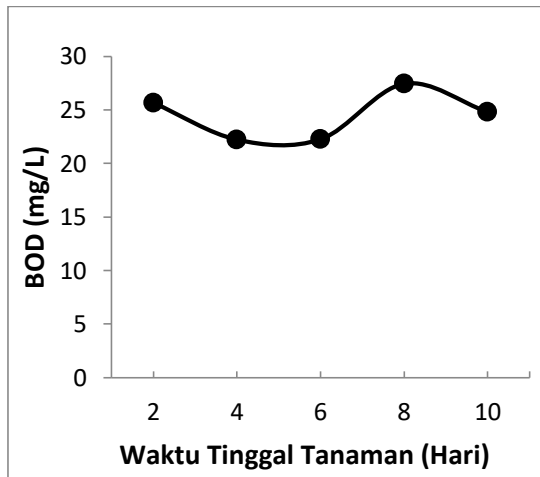
Air limbah yang dihasilkan oleh salah satu industri kecil elektroplating di Yogyakarta adalah 1.500 L per hari, dengan kapasitas produksi \pm 30 m² per hari.

Berdasarkan Peraturan Gubernur DIY No. 7 Tahun 2016 debit/volume melebihi baku mutu adalah 20L/m². Parameter yang diukur saat sampling adalah pH dan suhu. Nilai pH yaitu 5 dan suhu sebesar 25 °C. Parameter yang diuji sebelum pengolahan yaitu BOD, COD dan Cr-Total. Kadar BOD sebelum pengolahan sebesar 65 mg/L, sedangkan COD sebesar 224,2 mg/L dan Cr-Total sebesar 43,87 mg/L. Kadar BOD, COD dan Cr-Total sebelum pengolahan masih diatas baku mutu menurut Peraturan Gubernur DIY No. 7 Tahun 2016,

Berdasarkan Peraturan Gubernur DIY No. 7 Tahun 2016, kadar BOD pada air limbah elektroplating sebelum pengolahan melebihi baku mutu yaitu sebesar 65 mg/L. Kadar BOD air limbah elektroplating sebelum dan setelah pengolahan dengan variasi waktu tinggal dapat dilihat pada tabel 1. Berdasarkan tabel tersebut dapat terlihat bahwa penurunan kadar BOD yang signifikan terjadi sampai hari ke empat. Rata-rata kadar BOD pada air limbah elektroplating pada hari ke dua sebesar 25,7 mg/L. Pada hari ke empat kadar BOD mengalami penurunan sebesar 3,47 mg/L sehingga rata-rata kadar BOD menjadi 22,23 mg/L. Pada hari ke enam, ke delapan dan ke sepuluh kadar BOD mengalami kenaikan sebesar 0,03 mg/L, 5,2 mg/L dan 2,57 mg/L. Grafik hubungan kadar BOD air limbah elektroplating dengan waktu tinggal tanaman dapat dilihat pada gambar 1.

Salah satu mekanisme tanaman dalam proses remediasi adalah *fitodegradasi*. Menurut Stowel (2016), *fitodegradasi* adalah metabolisme bahan pencemar di dalam jaringan tumbuhan. Penurunan kadar BOD sampai pada hari keempat terjadi karena bahan-bahan organik yang terkandung dalam air limbah elektroplating diserap oleh *Azolla microphylla* untuk proses metabolisme atau disebut *fitodegradasi*. Bahan-bahan organik ini berupa bahan yang dapat didegradasi secara biologi maupun dapat didegradasi secara kimiawi. Bahan-bahan organik tersebut diuraikan oleh mikroorganisme yang hidup pada akar tanaman. Pada proses *rhizofiltrasi*, akar tanaman menyerap bahan-bahan organik yang terlarut di dalam air limbah yang telah diuraikan oleh mikroorganisme. Dengan demikian bahan-bahan organik yang terdapat di dalam limbah akan berkurang. Mikroorganisme yang terdapat pada akar tanaman semakin lama semakin berkurang karena bahan-bahan organik dalam air limbah yang merupakan nutrisi

mikroorganisme diserap oleh *Azolla microphylla* melalui akar. Jumlah mikroorganisme yang semakin sedikit menyebabkan berkurangnya oksigen terlarut yang dibutuhkan untuk menguraikan bahan organik. Hal ini terukur sebagai penurunan kadar BOD.



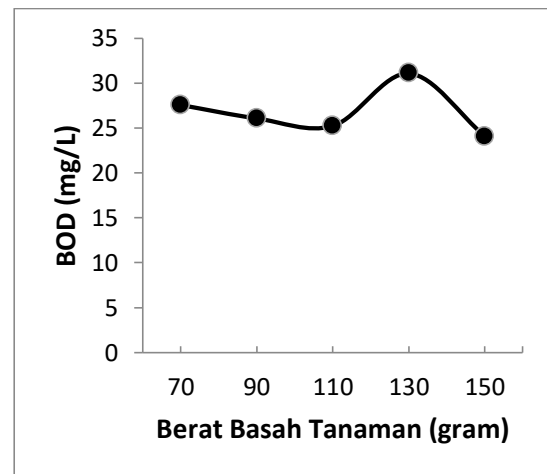
Gambar 1. Grafik hubungan kadar BOD air limbah elektroplating dan waktu tinggal tanaman

Pada waktu tinggal 6 hari, 8 hari dan 10 hari, kadar BOD pada air limbah elektroplating menunjukkan kenaikan. Dalam proses fitoremediasi terjadi proses rhizofiltrasi yaitu memanfaatkan kemampuan akar tanaman untuk menyerap, mengendapkan dan mengakumulasi polutan dalam air limbah. Kenaikan kadar BOD disebabkan karena adanya tambahan bahan organik yang berasal dari pembusukan akar tanaman. Penurunan kadar BOD paling tinggi terjadi pada waktu tinggal 4 hari dengan efisiensi penurunan 65,79%. Hubungan kadar BOD dalam air limbah elektroplating dengan waktu tinggal, setelah dianalisis menggunakan uji korelasi dengan program SPSS, didapatkan koefisien korelasi sebesar 0,239. Hal ini berarti waktu tinggal memiliki korelasi yang rendah atau kurang signifikan dengan kadar BOD.

Kadar BOD air limbah elektroplating sebelum dan setelah pengolahan dengan variasi berat basah tanaman dengan lama waktu tinggal tanaman selama 4 hari dapat dilihat pada tabel 2. Dari tabel tersebut dapat terlihat bahwa penurunan kadar BOD fluktuatif. Penurunan kadar BOD tertinggi pada berat basah tanaman 150 gram yaitu

mencapai kadar rata-rata 24,07 mg/L dengan efisiensi penurunan sebesar 62,97 %.

Air limbah elektroplating yang telah diberi tanaman *Azolla microphylla* dengan variasi berat basah tanaman antara 70-150 gram menyebabkan kadar BOD yang fluktuatif. Hal ini terjadi karena pada penelitian ini digunakan berat basah tanaman secara total yaitu akar dan daun. Grafik hubungan kadar BOD air limbah elektroplating dengan berat basah tanaman dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik hubungan kadar BOD air limbah elektroplating dan berat basah tanaman

Seperti yang diungkapkan Reed (2005), salah satu proses fitoremediasi adalah *rhizofiltrasi* yang merupakan pemanfaatan kemampuan akar tanaman untuk menyerap, mengendapkan, mengakumulasi polutan atau logam berat dari aliran limbah. Akar berfungsi sebagai organ penyerap dan penyalur unsur-unsur hara sehingga akumulasi logam dan bahan lainnya akan lebih tinggi pada akar dibandingkan pada daun. Sehingga yang memiliki pengaruh dominan terhadap degradasi senyawa organik dalam air limbah elektroplating adalah akar tanaman. Jumlah akar yang tidak sama akan menyebabkan variasi absorbansi. Berat basah tanaman dan kadar BOD memiliki korelasi negatif yaitu 0,115. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai berat basah tanaman, maka kadar BOD dalam air limbah elektroplating semakin kecil dan tidak signifikan.

Tabel 1. Kadar BOD air limbah elektroplating sebelum dan setelah fitoremediasi dengan variasi waktu tinggal

Waktu Tinggal (Hari)	Dengan Tanaman (mg/L)			Rata-rata (mg/L)	Tanpa Tanaman (mg/L)	Penurunan (%)
	I	II	III			
2	23	29	25	25,7	65	60,51
4	23	22,6	21,1	22,23	61,7	65,79
6	27,2	19,4	20,2	22,26	84,4	65,74
8	27,4	25,5	29,4	27,43	61	57,79
10	23,8	25,8	24,8	24,8	71,4	61,85
Sebelum Pengolahan = 65 mg/L						
Baku Mutu = 50 mg/L						

Tabel 2. Kadar BOD air limbah elektroplating sebelum dan setelah fitoremediasi dengan variasi berat basah tanaman

Berat Basah Tanaman (gram)	Ulangan (mg/L)			Rata-rata (mg/L)	Penurunan (%)
	I	II	III		
70	29,7	21,2	31,8	27,57	57,59
90	31,8	21,2	25,2	26,07	59,89
110	26	25,6	24,1	25,23	61,18
130	33,9	33,9	25,5	31,10	52,15
150	25,5	27,6	19,10	24,07	62,97
Sebelum Pengolahan = 65 mg/L					
Baku Mutu = 50 mg/L					

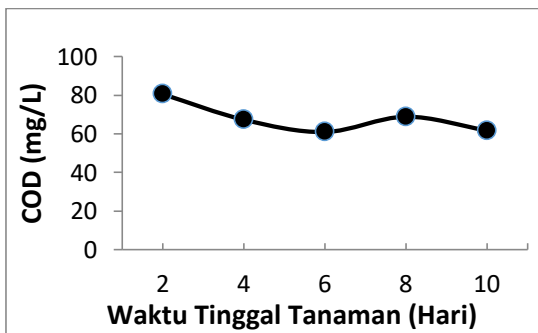
Tabel 3. Kadar COD air limbah elektroplating sebelum dan setelah fitoremediasi dengan variasi waktu tinggal

Waktu Tinggal (Hari)	Dengan Tanaman (mg/L)			Rata-rata (mg/L)	Tanpa Tanaman (mg/L)	Penurunan (%)
	I	II	III			
2	84,2	86,7	71,3	80,73	224,2	63,99
4	63,2	71,1	68	67,63	186,8	69,92
6	66,2	57,3	59,5	61	204,3	72,79
8	69,1	68,7	69,1	68,97	176,8	69,24
10	60,2	64,7	60,5	61,8	196,8	72,43
Sebelum Pengolahan = 224,2 mg/L						
Baku Mutu = 125 mg/L						

Berdasarkan Peraturan Gubernur DIY No. 7 Tahun 2016, kadar COD pada air limbah elektroplating sebelum pengolahan melebihi baku mutu yaitu sebesar 224,2 mg/L. Kadar COD air limbah elektroplating sebelum dan setelah pengolahan dengan variasi waktu tinggal dapat dilihat pada tabel 3. Dari tabel tersebut dapat terlihat bahwa

penurunan kadar COD yang signifikan terjadi sampai pada hari ke enam. Rata-rata kadar COD pada air limbah elektroplating pada hari kedua sebesar 80,73 mg/L. Pada hari ke enam kadar COD mengalami penurunan sebesar 19,73 mg/L sehingga rata-rata kadar COD menjadi 61 mg/L. Pada hari ke delapan kadar COD mengalami kenaikan sebesar 7,79 mg/L.

Penurunan kadar COD sampai pada hari ke enam terjadi karena senyawa kimia organik dan anorganik yang terkandung dalam air limbah elektroplating mengalami penurunan akibat diserap oleh *Azolla microphylla* untuk proses metabolisme. Hal tersebut mengakibatkan terhambatnya proses-proses kimiawi dalam air limbah yang membutuhkan banyak oksigen melalui mekanisme oksidasi yang dilakukan oleh mikroorganisme. Grafik hubungan kadar COD air limbah elektroplating dengan waktu tinggal tanaman dapat dilihat pada gambar 3.

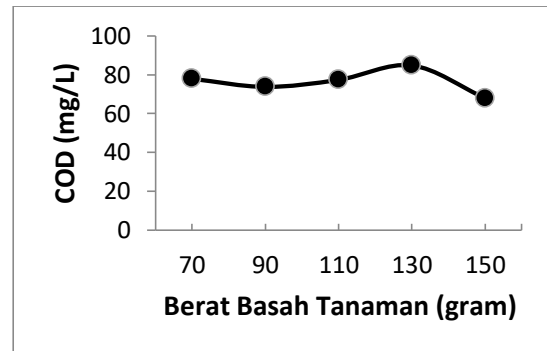


Gambar 3. Grafik hubungan kadar COD air limbah elektroplating dan waktu tinggal tanaman

Kadar COD pada waktu tinggal 8 hari mengalami kenaikan hingga mencapai 68,97 mg/L. Dalam proses fitoremediasi terjadi proses *rhizofiltrasi* yaitu memanfaatkan kemampuan akar tanaman untuk menyerap, mengendapkan dan mengakumulasi polutan dalam air limbah. Adanya tambahan bahan organik yang berasal dari pembusukan akar tanaman, tidak hanya meningkatkan kadar BOD tetapi juga meningkatkan kadar COD. Penurunan kadar COD paling tinggi terjadi pada waktu tinggal 6 hari dengan efisiensi penurunan 72,79%. Hubungan kadar COD dalam air limbah elektroplating dengan waktu tinggal, setelah dianalisis menggunakan uji korelasi dengan program SPSS, didapatkan koefisien korelasi sebesar -0,73. Hal ini berarti waktu tinggal memiliki korelasi yang cukup kuat atau cukup signifikan dengan kadar COD.

Kadar COD air limbah elektroplating sebelum dan setelah pengolahan dengan variasi berat basah tanaman dengan lama waktu tinggal tanaman 6 hari dapat dilihat pada tabel 4. Dari tabel tersebut dapat terlihat bahwa penurunan kadar COD fluktuatif. Penurunan kadar COD tertinggi pada berat basah tanaman 150 gram yaitu mencapai kadar rata-rata 67,87 mg/L dengan

efisiensi penurunan sebesar 69,72 %. Grafik hubungan kadar COD air limbah elektroplating dengan berat basah tanaman dapat dilihat pada gambar 4.

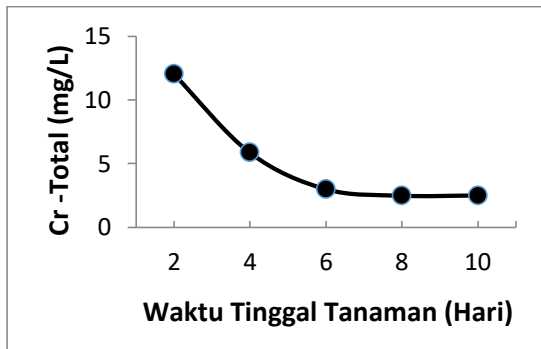


Gambar 4. Grafik hubungan kadar COD air limbah elektroplating dan berat basah tanaman

Air limbah elektroplating yang telah diolah dengan berbagai variasi berat basah tanaman menghasilkan kadar COD yang fluktuatif. Hal ini terjadi karena pada penelitian ini digunakan berat basah tanaman secara total yaitu akar dan daun. Akar berfungsi sebagai organ penyerap dan penyalur unsur-unsur hara sehingga akumulasi logam dan bahan lainnya akan lebih tinggi pada akar dibandingkan pada daun. Sehingga yang memiliki pengaruh dominan terhadap degradasi senyawa organik dan anorganik dalam air limbah elektroplating adalah akar tanaman. Jumlah akar yang tidak sama akan menyebabkan variasi absorbansi. Berat basah tanaman dan kadar COD memiliki korelasi yaitu 0,680. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai berat basah tanaman, kadar COD dalam air limbah elektroplating semakin kecil.

Berdasarkan Peraturan Gubernur DIY No. 7 Tahun 2016, kadar Cr-Total pada air limbah elektroplating sebelum pengolahan melebihi baku mutu yaitu sebesar 43,87 mg/L. Kadar Cr-Total air limbah elektroplating sebelum dan setelah pengolahan dengan variasi waktu tinggal dapat dilihat pada tabel 5. Dari tabel tersebut dapat terlihat bahwa penurunan kadar Cr-Total yang signifikan terjadi sampai pada hari ke delapan. Penurunan Cr-Total pada air limbah elektroplating pada hari ke dua sebesar 72,59 %. Pada hari ke delapan kadar Cr-Total mengalami penurunan sebesar 10,56 mg/L sehingga penurunan Cr-Total menjadi 94,38 %. Pada hari ke sepuluh kadar Cr-Total mengalami kenaikan sebesar

0,02 mg/L. Grafik hubungan waktu tinggal dengan kadar Cr-Total air limbah elektroplating dapat dilihat pada gambar 5.



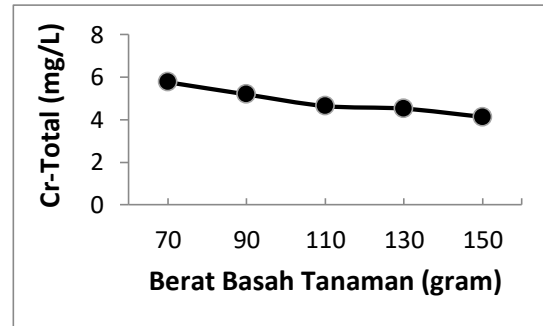
Gambar 5. Grafik hubungan kadar Cr-Total air limbah elektroplating dan waktu tinggal tanaman

Kadar Cr-Total di dalam air limbah elektroplating secara signifikan menurun sampai hari ke delapan. Hal ini terjadi karena *Azolla microphylla* dapat menyerap logam berat Cr-Total melalui akar untuk kemudian logam berat diakumulasi pada organ tanaman *Azolla microphylla* yaitu akar dan daun, proses ini juga disebut fitoekstraksi. Sesuai dengan pendapat Reed (2005) yang menyatakan bahwa penyerapan dan akumulasi logam berat oleh tumbuhan dapat dibagi menjadi tiga proses yang berkesinambungan, yaitu penyerapan logam oleh akar, translokasi dari akar ke bagian tumbuhan lain dan lokalisasi logam pada bagian sel tertentu untuk menjaga agar tidak menghambat metabolisme tumbuhan tersebut.

Pada hari ke sepuluh kadar Cr-Total mengalami kenaikan sebesar 0,02 mg/L. Hal ini dikarenakan banyaknya akar yang membusuk dan tenggelam sehingga logam berat yang masih terakumulasi didalam akar ikut ke dasar perairan. Penurunan kadar Cr-Total paling tinggi terjadi pada waktu tinggal 8 hari dengan efisiensi penurunan 94,98%. Hubungan kadar Cr dalam air limbah elektroplating dengan waktu tinggal, setelah dianalisis menggunakan uji korelasi dengan program SPSS, didapatkan koefisien korelasi sebesar -0,889. Hal ini berarti waktu tinggal memiliki korelasi yang cukup kuat atau cukup signifikan dengan kadar Cr.

Kadar Cr-Total air limbah elektroplating sebelum dan setelah pengolahan dengan variasi berat basah tanaman dengan waktu tinggal selama 8 hari dapat dilihat pada tabel 6. Dari tabel tersebut dapat terlihat bahwa kadar Cr-Total

mengalami penurunan. Penurunan nilai Cr-Total tertinggi pada berat basah tanaman 150 gram yaitu mencapai kadar rata-rata 4,13 mg/L dengan efisiensi penurunan sebesar 90,58%. Air limbah elektroplating yang telah diolah dengan berbagai variasi berat basah tanaman menghasilkan penurunan pada kadar Cr-Total. Grafik hubungan antara berat basah tanaman dengan kadar Cr-Total air limbah elektroplating dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Grafik hubungan kadar Cr-Total air limbah elektroplating dengan berat basah tanaman

Azolla microphylla merupakan tanaman hiperakumulator yang mampu menyerap logam berat. Akar berfungsi sebagai organ penyerap dan penyalur unsur-unsur hara sehingga akumulasi logam lebih tinggi pada akar. Jumlah berat basah tanaman mempengaruhi berapa banyak logam berat yang dapat diserap dan diakumulasi oleh tanaman *Azolla microphylla*. Berat basah tanaman dan kadar Cr-Total memiliki korelasi negatif yang signifikan yaitu sebesar 0,969. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai berat basah, kadar Cr-Total dalam air limbah elektroplating semakin kecil.

Setelah dikontakkan dengan air limbah elektroplating pada tanaman *Azolla microphylla* terjadi perubahan kondisi fisik yaitu pada warna daun tanaman *Azolla microphylla*. Perubahan fisik tanaman berupa warna daun dengan variasi waktu tinggal dapat dilihat pada tabel 7. Menurut Effendi (2003) kromium trivalen merupakan unsur yang esensial bagi tumbuhan dan hewan, sedangkan kromium heksavalen bersifat toksik. Logam berat dengan jumlah berlebih yang terkandung dalam air limbah elektroplating dapat menyebabkan efek toksik pada tanaman. Cr-Total yang telah terakumulasi dalam tanaman selama penelitian telah menunjukkan tanda-tanda keracunan pada tanaman.

Tabel 4. Kadar COD air limbah elektroplating sebelum dan setelah fitoremediasi dengan variasi berat basah tanaman

Berat Basah Tanaman (gram)	Ulangan (mg/L)			Rata-rata (mg/L)	Penurunan (%)
	I	II	III		
70	81,7	62,8	89,1	77,87	65,26
90	89,5	58,4	73,2	73,7	67,13
110	78,2	73,3	80,5	77,33	65,51
130	78,7	101,8	73,9	84,8	62,18
150	70,2	80,6	52,8	67,87	69,72
Sebelum Pengolahan = 224,2 mg/L					
Baku Mutu = 125 mg/L					

Tabel 5. Kadar Cr-Total air limbah elektroplating sebelum dan setelah fitoremediasi dengan variasi waktu tinggal

Waktu Tinggal (Hari)	Dengan Tanaman (mg/L)			Rata-rata (mg/L)	Tanpa Tanaman (mg/L)	Penurunan (%)
	I	II	III			
2	10,45	13,32	12,30	12,02	43,87	72,59
4	5,78	6,07	5,69	5,85	28,13	86,67
6	2,86	3,06	3,01	2,98	32,51	93,23
8	2,32	2,66	2,41	2,46	28,34	94,38
10	2,66	2,12	2,66	2,48	29,13	94,35
Sebelum Pengolahan = 43,87 mg/L						
Baku Mutu = 0,5 mg/L						

Tabel 6. Kadar Cr-Total air limbah elektroplating sebelum dan setelah fitoremediasi dengan variasi berat basah tanaman

Berat Basah Tanaman (gram)	Ulangan (mg/L)			Rata-rata (mg/L)	Penurunan (%)
	I	II	III		
70	5,14	5,97	6,19	5,77	86,84
90	5,39	5,16	5,03	5,19	88,16
110	4,86	4,06	5,01	4,64	89,41
130	4,89	4,26	4,39	4,52	89,69
150	4,58	3,41	4,39	4,13	90,58
Sebelum Pengolahan = 43,87 mg/L					
Baku Mutu = 0,5 mg/L					

Tabel 7. Warna daun tanaman *Azolla microphylla* sebelum dan setelah dikontakkan dengan air limbah pada variasi waktu tinggal

Waktu Tinggal (Hari)	Warna Daun	
	Sebelum Dikontakkan Air Limbah	Setelah Dikontakkan Air Limbah
2	Hijau Segar	Hijau
4	Hijau Segar	Hijau agak kekuningan
6	Hijau Segar	Kuning kecoklatan
8	Hijau Segar	Coklat
10	Hijau Segar	Coklat

Hal ini dapat dilihat dari warna daun *Azolla microphylla*. Semakin lama waktu tinggal tanaman di dalam limbah electroplating, maka warna daun yang semula hijau menjadi kuning kemudian menjadi berwarna coklat bahkan tanaman *Azolla microphylla* akhirnya mati.

KESIMPULAN

Tanaman *Azolla microphylla* memiliki potensi dan pengaruh yang cukup signifikan untuk menurunkan kadar bahan pencemar dalam air limbah elektroplating. Waktu tinggal tanaman paling baik untuk menurunkan kadar BOD, COD dan Cr-Total adalah 6 hari dengan penurunan BOD sebesar 65,79 %, penurunan COD sebesar 72,79 % dan penurunan Cr-Total sebesar 93,23 %. Berat basah tanaman yang paling baik untuk menurunkan kadar BOD, COD dan Cr-Total adalah 150 gram dengan penurunan BOD sebesar 62,97 %, penurunan COD sebesar 69,72% dan penurunan Cr-Total sebesar 90,58%. Berdasarkan waktu tinggal tanaman yang paling baik yaitu selama 6 hari, kadar BOD, COD, Cr-Total mengalami penurunan, dengan nilai BOD 22,26 mg/L, COD 61 mg/L dan Cr-Total 2,98 mg/L. Berdasarkan berat basah tanaman, waktu tinggal yang paling baik yaitu selama 6 hari, kadar BOD, COD, Cr-Total mengalami penurunan, dengan nilai BOD 24,07 mg/L, COD 67,87 mg/L dan Cr-Total 4,13 mg/L. Kadar BOD, COD dan Cr-Total limbah cair industri elektroplating setelah dilakukan fitoremediasi dibandingkan dengan Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta No. 7 Tahun 2016, hanya BOD dan COD yang memenuhi baku mutu, sedangkan Cr-Total tidak memenuhi baku mutu.

DAFTAR PUSTAKA

Effendi, Hefni. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.

Fahrudin. 2014. *Bioteknologi Lingkungan*. Alfabeta, Bandung.

Manahan, Stanley E. 1999. *Toxicological Chemistry*. Lewis Publishers, Michigan.

Muhammad, Fahri. 2015. *Bioremoval Azolla Microphylla Sebagai Alternatif Penanggulangan Alternatif Logam*

Berat (Zn) Dalam Media Budidaya. Universitas Riau, Riau.

Munarso, S.J. 2003. *Peranan Lingkungan Pertanian dalam Antisipasi Perdagangan Internasional Komoditas Unggulan*. Seminar Nasional Pengelolaan Lingkungan Pertanian. UNS, Surakarta.

Peraturan Gubernur DIY. 2016. *Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 7 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri, Pelayanan Kesehatan dan Jasa Pariwisata*, Yogyakarta.

Rosianna, N., Supriatun, T., dan Dhahiyat. 2007. *Fitoremediasi Limbah Cair Dengan Eceng Gondok (Eichhornia Crassipes (Mart) Solms) Dan Limbah Padat Industri Minyak Bumi Dengan Sengon (Paraserianthes Falcataria L. Nielsen) Bermikoriza*. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran, Jawa Barat.

Reed, S. C., 2005. *Natural System Of Waste Managemen And Treatment*. McGraw. New York: H11 Book Company.

Stowel, RR. 2000. *Toward The Rational Design of Aquatic Treatmwnths of Wastewater*. California: University of California

Sunardi, Roselini RPZ. 2011. *Pemanfaatan Serbuk Besi Untuk Penurunan Krom(VI) Limbah Cair Industri Pelapisan Logam*. Jurnal EKOSAINS Vol. III No. 3. Universitas Setia Budi, Surakarta.

Widayat, Wahyu. 2010. *Pengolahan Air Limbah Industri Kecil Pelapisan Logam*. Pusat Teknologi Lingkungan, BPP Teknologi, Jakarta.

Wijayanti, D.W. 2012. *Penyerapan N Total dari Leachate oleh Eceng Gondok (Eichornia Crassipes) : Laju Penyerapan dan Pertumbuhan Tanaman*. Tesis S2, Teknik Kimia UGM, Yogyakarta.

Yuliani, Ni Nyoman. 2001. *Upaya Prbaikan Kualitas Air Limbah Rumah Tangga dengan Filtrasi Saringan Pasir Cepat dan Penanaman Azolla microphylla di Kampung Sorowajan Yogyakarta*. Sekolah Tinggi Teknik Lingkungan, Yogyakarta.

ANALISIS HAZARD IDENTIFICATION AND HEALTH RISK ASSESSMENT DI LINGKUNGAN KERJA PRODUKSI GARMEN DI PT. DAIWABO GARMENT INDONESIA, KABUPATEN PEMALANG, JAWA TENGAH

Nunung Agus Firmansyah¹, Winda Nur Cahyo²

¹ Program Magister, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia,

² Dosen Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia,
Email: 14916109@students.uui.ac.id¹, winda.nurcahyo@uui.ac.id²

ABSTRACT

Research conducted at PT. Daiwabo Garment Indonesia aims to study the level of pollution of fabric fiber dust particles and climate in the garment production room and estimate the effect of hazard levels on the health of workers. Based on literature and research dedicated to this matter, it has been found that hot climate, illumination, and ergonomic factors in garment production are some of the factors that can cause occupational diseases. Long term exposure to fabric fiber dust can cause lung and skin diseases. One of the diseases due to fabric fiber exposure is called Bisinosis and this disease becomes an important concern to the worker in the factory that has been running for many years.

Hazard identification results in the garment production room give health effects to employees is cloth fiber dust. Even if the fiber dust levels are below the standard quality value, the accumulated value exposed in the garment production room can affect the health of the workers inside. The measurement result of climate conditions in the garment production room shows poor lighting in the product finishing section and ergonomic issues in sitting and standing work positions. The working period is also very influential on the decrease of the workers' health in the sewing room or the cutting room because the longer a person works, the more cloth fiber dust is exposed to the workers. The impact of decreased health of the workforce doesn't only affect the lungs but it can also induce other ailments such as allergies/itching on the skin. Based on the research conducted, there are lung and skin complaints felt by workers in the production department.

Keywords: Hazard and Health Risk Assessment, health, ergonomics, temperature

INTISARI

Penelitian yang dilakukan di PT. Daiwabo Garment Indonesia bertujuan untuk mengetahui tingkat pencemaran partikel debu serat kain dan iklim dalam ruang produksi garmen dan memperkirakan mekanisme terjadinya pengaruh hazard terhadap kesehatan para pekerja. Berdasarkan literatur dan penelitian terdahulu diketahui bahwa debu serat kain dan kondisi iklim yang panas, pencahayaan, serta faktor ergonomi di dalam ruangan produksi garmen merupakan salah satu faktor yang dapat menimbulkan penyakit akibat kerja. Pemaparan terhadap debu serat kain yang terus menerus dalam jangka waktu yang panjang dapat menyebabkan gangguan paru-paru dan penyakit kulit. Penyakit akibat pemaparan terhadap debu serat kain disebut Bisinosis dan penyakit ini menjadi persoalan penting bagi para tenaga kerja pada pabrik yang sudah berjalan selama puluhan tahun.

Hasil identifikasi hazard yang berada di ruangan produksi garmen memberikan pengaruh kesehatan terhadap para karyawan berupa: hasil pengukuran debu serat kain di bawah nilai baku mutu, tetapi yang menjadi permasalahannya adalah nilai terakumulasinya yang terpapar di ruang produksi garmen yang dapat berpengaruh terhadap kesehatan tenaga kerja. Pengukuran kondisi iklim dalam ruang produksi garmen menunjukkan bahwa pencahayaan yang kurang baik di bagian produksi finishing dan permasalahan ergonomi pada posisi kerja duduk dan berdiri. Masa kerja sangat berpengaruh terhadap dampak penurunan kesehatan tenaga kerja yang berada di ruang sewing maupun di ruang cutting, disebabkan karena semakin lama seseorang bekerja maka semakin besar penimbunan paparan debu serat kain yang dihirup oleh tenaga kerja tersebut. Dampak penurunan kesehatan tenaga kerja bukan hanya terhadap paru-paru tetapi juga terhadap penyakit lainnya seperti alergi/ gatal-gatal di kulit. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan terdapat keluhan paru-paru dan keluhan kulit yang dirasakan tenaga kerja di bagian produksi.

Kata kunci : Hazard and Health Risk Assessment, kesehatan, ergonomi, temperatur

PENDAHULUAN

Industri mempunyai peranan yang sangat besar dalam menunjang pembangunan yang

sedang berjalan saat ini di Indonesia. Di Indonesia produk garmen merupakan salah satu komoditi yang sangat potensial untuk

dikembangkan di pasar global, kebutuhan produk tekstil dan pakaian jadi (garmen) akan terus meningkat dari tahun ketahun (BPPP Kemendag RI, 2017). Mengingat potensi pasar yang demikian besar maka persaingan produk garmen di pasar duniapun sangat ketat. Eksportir terbesar produk garmen ke pasar dunia berturut-turut adalah negara-negara yang tergabung dalam Uni Eropa, China, Hongkong, Turki, Mexico, India, Amerika, Romania dan Indonesia. Untuk itu negara-negara eksportir garmen dituntut untuk memiliki produktifitas, kualitas, dan daya saing yang tinggi.

Gambaran kondisi industri garmen masih di Indonesia merupakan andalan industri nasional dalam menghasilkan pendapatan devisa negara. Proses produksi di industri garmen dimulai dari pengecekan kain di ruang penyimpanan kain kemudian proses disain dan pembuatan pola, grading dan marker, kemudian dilanjutkan ke proses pembuatan sampel dan pemotongan kemudian dilakukan proses pengepresan. Setelah bagian-bagian yang terpotong tadi dipres maka dilanjutkan ke proses produksi (penjahitan). Proses penjahitan ini dilakukan per piece (bagian) sehingga untuk menjahit satu kemeja terkadang bisa mencapai 100 variasi proses penjahitan. Oleh karena itu produksi garmen dikenal dengan proses piece to piece. Setelah dijahit maka dilanjutkan proses penyempurnaan/penyelesaian akhir, seperti pemasangan kancing, label, pembersihan dan penyetricaan dan kemudian dilakukan pengepakan dan pengiriman ke konsumen.

PT. Daiwabo Garment Indonesia yang berdiri pada tahun 2014 dengan jumlah karyawan 1.155 orang, yang didominasi tenaga kerja wanita sebanyak 1.009 orang dan tenaga kerja pria berjumlah 146 orang. Departemen produksi yang terdiri cutting, sewing, bordir, finishing yang terdiri di dalamnya kegiatan pressing dan setrika, dan warehouse. Melihat dari proses pengerjaan yang ada pada perusahaan garmen akan memberikan dampak lingkungan kerja bagi karyawan yang mendapat paparan potensi bahaya yang dapat mengganggu kesehatannya.

Penyakit akibat kerja adalah penyakit yang mempunyai penyebab yang spesifikasi yang kuat dengan pekerjaan, pada umumnya terdiri dari satu agen penyebab, harus ada hubungan sebab akibat antara proses penyakit dan hazard di tempat kerja. Faktor lingkungan kerja sangat berpengaruh dan berperan sebagai penyebab timbulnya penyakit akibat

kerja. Penyakit akibat hubungan kerja adalah penyakit dengan penyebab multifaktorial, dengan kemungkinan besar berhubungan dengan pekerjaan dan kondisi tempat kerja. Paparan di tempat kerja tersebut memperberat, mempercepat terjadinya serta menyebabkan kekambuhan penyakit.

Bisinosis adalah sebutan bagi penyakit yang disebabkan oleh paparan debu kapas dalam paru-paru. Berasal dari kata Yunani yang berarti kain atau rami. Meskipun tentang *bisinosis* telah lama dilaporkan, tetapi angka kesakitan dan kematian yang tepat belum dapat dipastikan. Di Inggris, Belanda dan Swedia, kekerapan ini dilaporkan sampai sekitar 50 persen dari pekerja tekstil. Sedangkan di Amerika Serikat 30 persen pekerja tekstil menderita *bisinosis*. Penyebab yang sebenarnya dari *bisinosis* ini belum diketahui secara pasti. Namun berbagai teori diajukan oleh para ahli, meskipun berbeda tetapi saling melengkapi. Besar kemungkinan beberapa penyebab bekerja sama dalam menimbulkan gejala (Anies, 2005).

Penyakit akibat kerja yang akan di derita oleh para pekerja di perusahaan garmen bukan saja berasal dari paparan debu kain saja akan tetapi penyakit yang berasal dari faktor ergonomi. Ergonomi sebagai ilmu teknologi dan seni berupaya menyetarakan alat, cara, proses dan lingkungan tempat kerja terhadap kemampuan, kebolehan dan batasan manusia untuk terwujudnya kondisi dan lingkungan kerja yang sehat, aman, nyaman dan tercapai efisiensi yang setinggi-tingginya. Pendekatan ergonomi bersifat konseptual dan kuratif, secara populer kedua pendekatan tersebut dikenal sebagai *To fit the job to the Man and to fit the Man to the job*. Posisi kerja yang salah dan dipaksakan dapat menyebabkan mudah lelah sehingga kerja menjadi kurang efisien dan dalam jangka panjang dapat menyebabkan gangguan fisik dan psikologi (stress) dengan keluhan yang paling sering adalah nyeri pinggang (*low back pain*).

METODE PENELITIAN

Metode penelitian sangat berperan penting dalam sebuah penelitian karena tercapai tidaknya suatu penelitian tergantung dari ketepatan dalam memilih metode penelitian. Untuk memecahkan masalah dalam penelitian ini digunakan metode survei. Arikunto (1991) mengemukakan penelitian survei adalah penelitian yang dilakukan dengan mengambil sampel dari suatu populasi dan menggunakan kuesioner sebagai alat pengumpul data. Objek penelitian khususnya

mengenai pencemaran oleh debu serat kain yang berada pada ruangan produksi garmen. Pengambilan responden yang diambil dalam penelitian ini adalah sebanyak 30 orang operator, yang terdiri sebanyak 15 orang operator dari bagian *sewing* dan 15 orang operator dari bagian *cutting*, kuesioner untuk mengetahui indikator kesehatan operator yang digunakan didalam mendeteksi paparan debu serat kain yang dihirup oleh tenaga kerja adalah usia, kebiasaan merokok, status gizi, masa kerja dan penggunaan alat pelindung diri. Pengecekan kesehatan para pekerja di produksi garmen dilakukan di Poliklinik perusahaan PT. Daiwabo Garment Indonesia.

Penelitian ini di kerjakan secara *cross sectional* yaitu observasi sekaligus pada satu saat, tiap subjek hanya diobservasi sekali dan pengukuran dilakukan terhadap status karakter atau variabel subjek pada saat pemeriksaa. Rancangan *cross sectional* dipilih berdasarkan pertimbangan, bahwa rancangan ini mudah dilaksanakan, ekonomis dari segi waktu, hasilnya dapat diperoleh dengan cepat, dan disamping itu sekaligus banyak variabel, baik berupa faktor resiko maupun efek yang dapat dieksplorasi dan dipelajari korelasi atau pengaruhnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisis Perhitungan Tingkat Kesehatan Operator di Bagian Produksi Garmen Berdasarkan Karakteristik Responden

Berdasarkan kuesioner yang telah di sebarkan kepada 30 orang responden, dengan ketentuan masing-masing departemen diambil 15 orang dari departemen *sewing* dan 15 orang dari departemen *cutting*, untuk menjadi responden yaitu operator yang langsung terlibat di dalam mengoperasikan mesin produksi. Data tentang karakteristik responden, terdiri dari usia tenaga kerja, masa kerja, status perokok/ jumlah batang rokok yang dihisap dalam satu hari, status gizi, penggunaan alat pelindung diri saat bekerja dan keluhan paru-paru yang dirasakan oleh tenaga kerja adalah:

Analisis yang dilakukan menggunakan tabulasi silang bertujuan untuk melihat hubungan variabel bebas dengan masing-masing variabel terikat serta variabel lain yang turut dikontrol dengan variabel terikat, berdasarkan distribusi sel-sel yang ada. Pada tahap selanjutnya dilihat apakah ada hubungan antara keluhan subjektif saluran pernapasan yang dirasakan tenaga kerja dengan gangguan ventilasi paru. Uji statistik yang digunakan adalah *chi square dengan tingkat kemaknaan $P < 0,05$* . Untuk menghitung kemungkinan risiko, yaitu berapa kali peningkatan atau penurunan risiko pada populasi.

Adapun hasil perhitungan untuk masing-masing variabel kontrol dapat dilihat pada tabel 1. sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Analisis Perhitungan Hubungan Variabel dengan Keluhan Subjektif Saluran Pernapasan pada Tenaga Kerja

Variabel	Jumlah Responden (N)	Chi Square (X^2)	P	Keterangan
Usia	30	2,286	0,515	Tidak signifikan
Kebiasaan Merokok	30	0,676	0,879	Tidak signifikan
Status gizi	30	0,833	0,659	Tidak signifikan
Masa kerja	30	4,658	0,031	Signifikan
Penggunaan alat pelindung diri	30	1,429	0,232	Tidak signifikan

Sumber : Data Diolah

2. Kajian Lingkungan di Sekitar Perusahaan (Pemantauan Komponen Lingkungan A, B dan C)

Berdasarkan hasil pengukuran di sekitar PT. Daiwabo Garment Indonesia diperoleh nilai debu melampaui nilai ambang batas yang ada. Dampak paparan debu akibat kendaraan akan berpengaruh terhadap kesehatan masyarakat yang ada di sekitarnya. Kesimpulan yang didapat bahwa belum dikatakan bahwa di sekitar PT. Daiwabo Garment Indonesia terjadi kerusakan lingkungan, karena dari hasil analisis factor

yang terkena dampak hanya factor A dan C saja

3. Pengaruh Dampak Proses Produksi terhadap Lingkungan Tempat Kerja

Kondisi lingkungan tempat kerja yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan bagi pekerjaanya adalah terpaan panas yang ekstrim. Karena paparan panas yang ekstrim telah menjadi permasalahan yang banyak terdapat di lingkungan industri dan dapat mengakibatkan berbagai gangguan kesehatan, sehingga berpotensi menyebabkan

kecelakaan kerja dan dapat menurunkan produktivitas kerja. Lingkungan kerja dengan suhu yang tinggi dapat mengganggu kesehatan tenaga kerja seperti *heat cramps*, *heat exhaustion*, *heat stroke* dan miliaria. *Heat cramps* dialami dalam lingkungan yang suhunya tinggi, sebagai akibat bertambahnya keringat yang menyebabkan hilangnya garam natrium (Na) dari tubuh dan sebagai akibat dari minum banyak air tapi tidak diberi garam untuk menggantikan garam natrium yang hilang. *Heat cramps* mengakibatkan kejang otot pada tubuh dan perut yang sakit. Disamping kejang tersebut terdapat pula gejala yang biasa terjadi pada *heat stress* yaitu pingsan, kelemahan dan muntah.

Kondisi pencahayaan yang melebihi nilai ambang batas akan memberikan pengaruh karyawan akan cepat lelah. Berdasarkan informasi dari hasil wawancara dari yang di dapat pihak P3K yang ada di perusahaan, bahwa sering terjadi pekerja mengalami kesurupan/ kejang-kejang, hal ini dipacu oleh

tingkat kelelahan yang tinggi yang berdasarkan dari Suhu Panas dan Pencahayaan dalam ruang produksi.

4. Identifikasi Health Risk Assessment

Berdasarkan uraian yang telah disampaikan di atas, maka dapat diambil kesimpulan bahwa ruang produksi garment terpapar debu kain, dalam proses identifikasi dan penilaian resiko penyakit dan kecelakaan kerja di ruang produksi garmen. Kegiatan yang ada di ruang pemotongan, penjahitan dan *finishing* mengandung *hazard* sehingga dapat dilakukan upaya pengendalian lingkungan tempat kerja dengan cara menggunakan alat pelindung diri sesuai dengan tingkat resiko kerja yang ada dan melakukan pengawasan terhadap lingkungan tempat kerja. Adapun kegiatan identifikasi *health risk assessmen* di dalam lingkungan kerja di PT. Daiwabo Garment Indonesia pada tabel 2. adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Health Risk Assesment

No.	Ancaman	Resiko	Dampak
1.	Suhu yang sangat tinggi pada kegiatan menjahit	<i>Heat stress</i>	Kekurangan cairan
2.	Sebaran suhu panas yang terdapat pada kegiatan menjahit dan setrika	<i>Heat cramps</i>	Kejang-kejang otot
3.	Kegiatan <i>cutting</i> , menyetrika, bordir, <i>blower</i> menyebabkan paparan debu kain	<i>Pneumokoniosis</i>	Paru-paru kronis
4.	Sebaran debu kain dari kegiatan <i>sewing</i> dan <i>cutting</i>	Gangguan pernafasan dan Dermatitis	Sakit paru-paru dan Sakit kulit
5.	Pencahayaan yang melebihi NAB di setiap ruang produksi	Merusak mata	Mudah lelah
6.	Suhu panas yang tinggi dari kegiatan Setrika	Dilatasi pembuluh darah perifer	Peredaran darah akan terganggu (kekentalan pada darah)
7.	Panas alat setrika	Terbakarnya kulit	Cacat pada kulit
8.	Kebisingan dari mesin jahit	Merusak telinga	Mudah lelah
9.	Gerakan mesin jahit dan alat potong	Terluka bagian kulit	Cacat pada kulit
10.	Pengoperasian mesin jahit dan blower dan kegiatan pengecekan bahan baku	Regangan otot	Sakit pinggang, punggung dan tengkuk
11.	Pengangkatan bahan baku	Regangan otot	Keseleo

Sumber: PT. Daiwabo Garment Indonesia

5. Kajian Dampak Lingkungan terhadap Kesehatan Para Pekerja

Penyakit akibat kerja adalah penyakit yang mempunyai penyebab yang spesifikasi yang kuat dengan pekerjaan, pada umumnya terdiri dari satu agen penyebab, harus ada hubungan sebab akibat antara proses penyakit dan *hazard* di tempat kerja. Faktor lingkungan kerja sangat berpengaruh dan berperan sebagai penyebab timbulnya penyakit akibat kerja. *Bisinosis* adalah sebutan bagi penyakit

66 Firmansyah, Analisis *Hazard Identification And Health Risk Assessment* Di Lingkungan Kerja Produksi Garmen Di Pt. Daiwabo Garment Indonesia, Kabupaten Pematang, Jawa Tengah

yang disebabkan oleh paparan debu kapas dalam paru-paru.

Penyakit akibat kerja yang akan di derita oleh para pekerja di perusahaan garmen bukan saja berasal dari paparan debu kain saja akan tetapi penyakit yang berasal dari faktor ergonomi.

Posisi kerja yang salah dan dipaksakan dapat menyebabkan mudah lelah sehingga kerja menjadi kurang efisien dan dalam jangka panjang dapat menyebabkan gangguan fisik

dan psikologi (*stress*) dengan keluhan yang paling sering adalah nyeri pinggang (*low back pain*).

Hasil identifikasi *hazard* pada kegiatan garmen bersumber dari kegiatan pemotongan, penjahitan dan *finishing* dengan dilakukannya kegiatan identifikasi *health risk assessment* pada kegiatan garmen yang berpengaruh dari dampak lingkungan terhadap kesehatan para pekerja adalah : penyakit alergi kulit yang berasal dari paparan debu kain yang tersebar di dalam lingkungan kerja di bagian produksi, para pekerja di bagian sewing mengalami gangguan pernapasan akibat menjahit beberapa jenis kain yang mempunyai banyak debu kain (*floating fiber*). Sumber bahaya lain adalah permasalahan ergonomi seperti lamanya waktu kerja (duduk dan berdiri) pengulangan gerakan kerja dan lainnya

KESIMPULAN

Hasil identifikasi *hazard* yang berada di ruangan produksi garmen memberikan pengaruh kesehatan terhadap para karyawan berupa: Hasil pengukuran debu serat kain di bawah nilai baku mutu, tetap yang menjadi permasalahannya adalah nilai terakumulasinya yang terpapar di ruang produksi garmen yang dapat berpengaruh terhadap kesehatan tenaga kerja, Hasil identifikasi pengukuran kondisi iklim dalam ruang produksi garmen memberikan hasil bahwa pencahayaan yang kurang baik di bagian produksi *finishing* dan permasalahan ergonomi pada posisi kerja duduk dan berdiri. Temperatur yang tinggi pada bagian penyetricaan dan problem kelistrikan, kebakaran di seluruh bagian dan masa kerja sangat berpengaruh terhadap dampak penurunan kesehatan tenaga kerja yang berada di ruang *sewing* maupun di ruang *cutting*, disebabkan karena semakin lama seseorang bekerja maka semakin besar penimbunan paparan debu serat kain yang dihirup oleh tenaga kerja tersebut. Dampak penurunan kesehatan tenaga kerja bukan hanya terhadap paru-paru tetapi juga terhadap penyakit lainnya seperti alergi/ gatal-gatal di kulit. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan bahwa keluhan tenaga kerja yang bekerja di bagian produksi garmen adalah penyakit gatal-gatal kulit yang di akibatkan banyaknya debu serat kain yang menempel di bagian kulit baik itu kaki maupun tangan.

DAFTAR PUSTAKA

Aditama, T.Y, 1997, Pengaruh Debu Besi Terhadap Kesehatan Paru Pekerja Pabrik

Besi Baja PT.Krakatau Steel ,*Journal Respiratory Indonesia*, 17 (1) : 16 – 24.

Adji, N.C., 2003, *Gambaran Kelainan Paru Akibat Terpapar Debu Asbes dan Semen Pada PT. Samiaji Yogyakarta*, Tesis, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

Almatsier, S., 2002, *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Anies, 2005, *Penyakit Akibat Kerja*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Arikunto, S., 1991, *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktis*, Rineka Cipta, Jakarta

Asep, I., 2003, *Hubungan Paparan Debu Kayu dengan Keluhan Subjektif Saluran Pernafasan dan Gangguan Ventilasi Paru pada Tenaga Kerja PT. Perwita Karya Divisi Mebel Kabupaten Sleman Yogyakarta*, Tesis, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

Damanik, H.L.,2005, *Dampak Pencemaran Debu Terhadap Kesehatan Tenaga Kerja Pada Bagian Produksi Pengecoran Logam Studi Kasus Di PT. Bonjor, Klaten*, Tesis, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

Damanik, H.L.,2015, *Model Pengendalian Kesehatan Tenaga Kerja Pada Kegiatan Pengecoran Logam Tradisional Studi Kasus Di Kawasan Industri Batur, Klaten Jawa Tengah*, Disertasi , Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

Habsari, N.D., 2003, *Penggunaan Alat Pelindung Diri Bagi Tenaga Kerja,Bunga Rampai Hiperkes dan Keselamatan Kerja*, Jakarta

Prayudi. T., 2001, Kualitas Debu dalam Udara sebahai Dampak Industri Pengecoran Logam, *Jurnal Teknologi Lingkungan* Vol 2 No.2, Mei 2001

Purdon, W., 1971, *Environmental Health*, N.Y. Academic Press, New York

Notoatmodjo, S., 1997, *Ilmu Kesehatan Masyarakat*, PT. Rineka Cipta, Jakarta.

Sri .M, 2000, *Paparan Debu Gamping dan Gangguan Penglihatan Tenaga Kerja Pada Industri Pembakaran Batu Gamping Di Kabupaten Sleman Yogyakarta*, Tesis , Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

Sutopo, 1986, *Pengaruh Pemberian Minum Air Dan Natrium Klorida Terhadap Tenaga Kerja Yang Terpapar Pada Industri Pengecoran Logam PT. Inti General Jaya Steel Di Semarang*, Tesis , Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Sutomo, Adi Heru, 2001. *Pengaruh Kualitas Fisik Pekerja, Kualitas Lingkungan Kerja, dan Kualitas Transportasi Terhadap Produktivitas Kerja. (Kajian Tentang*

- Faktor di Dalam dan di Luar Pabrik yang Mempengaruhi Produktivitas Kerja Pelinting Rokok di PT Gudang Garam, Kediri, Jawa Timur. Disertasi.* Surabaya: Fakultas Pascasarjana UNAIR
- Taufiq, M. L., 2006, *Analisis Kondisi Lingkungan dan Pengaruhnya Terhadap Produktivitas Tenaga Kerja (Kasus pada Departemen Produksi Industri Pengecoran Logam dan Permesinan di PT. Bonjor Jaya Klaten)*, Tesis, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta
- Wignjosuebrototo Sritomo, 1995, *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu*, PT. Guna Widya, Jakarta.
- Yunus,F., 1997, Dampak Debu Industri pada Paru dan Pengendaliannya, *Journal Respiratory Indonesia*, 17 (1) : 4 – 7.

PENGARUH FAKTOR PERSONALITY TERHADAP KEAHLIAN DALAM END USER COMPUTING

Petrus Wisnubroto¹⁾, Muhammad Suyanto²⁾, Novi Yohana Sudiro³⁾
^{1,3)} Teknik Industri, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
²⁾ Teknik Elektro, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
Email: wisnurinibobok@gmail.com^{1,3)}, myanto@akprind.ac.id

ABSTRACT

The research model was tested on village officials in Bantul Regency, Yogyakarta, especially village officials who did routine work using computers online, as many as 70 respondent were categorized as samples in the study by sending questionnaires to computer anxiety fear - anticipation, computer attitude - intimidation, math respondent's anxiety. Testing is done with 5 (five) steps, namely Non-Bias Response test, Reliability and Validity Test, Correlation test between variables, hypothesis testing (research objectives) with partial regression and multiple regression

Thus the problem in this study is whether personality factors (computer anxiety fear - anticipation, computer attitude - intimidation, math anxiety) have a significant effect on expertise in end user computing, while the purpose of this study is to analyze personality factors (computer anxiety fear - anticipation, computer attitude-intimidation, math anxiety) to the expertise of end user computing personnel.

The results showed that the F Test for personality variable on Y (expertise in end user computing) with an equal variance assumed probability above 0.05, then the two variance of respondents who answered the questionnaire and respondents who did not answer the questionnaire were the same. Personality variable on Y (expertise in end user computing) has a Cronbach alpha value above 0.60 so the questionnaire questions are reliable. The results of the calculation of the value of the corrected item total correlation can be seen that for all items personality variable questions to Y (expertise in end user computing) above 0.164, it can be concluded that the variable items are valid. Multiple regression equation $Y = 4,409 - 0,159 X1 + 0,133 X2 + 0,01783 X3 + 0,08658 X4 - 0,229 X5 - 0,0520 X6$. The analysis result $R^2 = 0.359$ has the overall meaning of the personality variable influencing the dependent variable Y (expertise in end user computing) at 35.9% while those at 64.1% are explained by other variables not included in the study. Standard error of estimate 0,4383 shows that the standard deviation of the estimation equation is 0,4383. When viewed from the standard deviation Y which shows results 0,5335 means that this model is quite feasible to use, because the standard deviation of the model is smaller than the standard deviation of the variable Y. F arithmetic is 10,682 with a significance level of 0,000 because the probability (0,000) is much smaller than $p < 0.1$ indicating a significant independent relationship between the dependent variable.

Keywords: *personality (computer anxiety, computer attitude, math anxiety), end user computing*

INTISARI

Model penelitian diuji pada perangkat desa Kabupaten bantul Daerah Istimewa Yogyakarta, khususnya perangkat desa yang melakukan pekerjaan rutinitas dengan menggunakan computer sebagai *based solution problem*, sebanyak 70 responden dikategorikan sebagai sampel dalam penelitian dengan mengirim kuesioner ke *computer anxiety fear – anticipation, computer attitude- intimidation, math anxiety* responden. Pengujian

dilakukan dengan 5 (lima) langkah yaitu uji Non Respon Bias, Uji Reliabilitas dan Validitas, uji Korelasi antar variable, uji hipotesis (tujuan penelitian) dengan regresi parsial dan regresi berganda

Dengan demikian permasalahan dalam penelitian ini adalah apakah *factor personality (computer anxiety fear – anticipation, computer attitude- intimidation, math anxiety)* mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap keahlian dalam *end user computing*, sedangkan tujuan penelitian ini adalah menganalisis *factor personality (computer anxiety fear-anticipation, computer attitude- intimidation, math anxiety)* terhadap keahlian personil *end user computing*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *F Test* untuk variable personality terhadap Y (keahlian dalam *end user computing*) dengan *equal variance assumed* probabilitasnya diatas 0,05 maka kedua varians responden yang menjawab kuesioner dan responden yang tidak menjawab kuesioner adalah sama. variable personality terhadap Y (keahlian dalam *end user computing*) mempunyai nilai *alpha cronbach* di atas 0,60 sehingga pertanyaan angket reliable. Hasil perhitungan nilai *corrected item total correlation* terlihat bahwa untuk kesemua item pertanyaan variable personality terhadap Y (keahlian dalam *end user computing*) di atas 0,164 maka dapat disimpulkan bahwa item-item variable valid. Persamaan regresi berganda $Y = 4.409 - 0,159 X_1 + 0,133 X_2 + 0,01783 X_3 + 0,08658 X_4 - 0,229 X_5 - 0,0520 X_6$. Hasil analisis $R^2 = 0,359$ mempunyai arti keseluruhan variable personality memberi pengaruh terhadap variable dependen Y (keahlian dalam *end user computing*) sebesar 35,9% sedangkan yang 64,1% dijelaskan oleh variable lainnya yang tidak dimasukkan dalam penelitian. *Standard error of estimate* 0,4383 menunjukkan bahwa standar penyimpangan dari persamaan pendugaan sebesar 0,4383. Jika dilihat dari standar deviasi Y yang menunjukkan hasil 0,5335 memberi arti bahwa model ini cukup layak digunakan, karena standar deviasi model lebih kecil dari standar deviasi variable Y. *F hitung* adalah 10.682 dengan taraf signifikansinya 0,000 karena probabilitasnya (0,000) jauh lebih kecil dari $p < 0,1$ menunjukkan adanya hubungan yang signifikan independen variable terhadap dependen variable.

Kata kunci : *personality (computer anxiety, computer attitude, math anxiety), end user computing*

PENDAHULUAN

Dengan digunakannya komputer sistem informasi, maka sistem informasi berbasis komputer hanya merubah karakter dari suatu aktivitas, sehingga dapat mengidentifikasi pekerjaan-pekerjaan mana yang harus dilakukan dengan komputer dan pekerjaan yang layak dikerjakan secara manual. Lingkup penelitian akuntansi, untuk system informasi akuntansi antara lain meliputi penerapan dan evaluasi system, sikap pemakai – manajemen – analis, berbagai aplikasi perangkat lunak tertentu pada manajemen keuangan, audit, proses pengajaran (Indriantoro, Soepomo, 1999). Dalam survey pendahuluan studi ini perangkat perangkat desa di Kabupaten Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta belum

seluruhnya melaksanakan program komputerisasi dalam pekerjaan rutinitasnya, penggunaan dan pelaksanaan pelaporannya, diwajibkan menggunakan komputerisasi sebagai *based Solution problem*. Perangkat desa dalam penggunaan komputerisasi masih ada yang merasa cemas ketakutan, sikap kurang berani dalam penggunaan komputer *personality (computer anxiety, computer attitude, math anxiety)* terhadap keahlian personil *end user computing*.

Manajemen puncak akan mengetahui dibagian mana terletak kelemahan-kelemahan tiap-tiap lini untuk selanjutnya diperbaiki dan mengetahui kelalaian- kelalaian yang dilakukan pekerja dalam melaksanakan fungsinya. Berdasarkan semakin besarnya perhatian perusahaan terhadap *end user computing*,

pentingnya teknologi informasi bagi perusahaan maupun individu dalam meningkatkan kinerjanya, penelitian dilakukan untuk meneliti salah satu *end user computing* yaitu mengenai keahlian (*skill*) personil yang terlibat didalamnya. Keahlian dalam *End User Computing* yang dimaksud adalah pengetahuan dan keahlian dalam bidang komputer. *End User Computing* yang mengacu pada interaksi langsung aplikasi *software* dengan pihak manajerial, profesional dan karyawan operasional lainnya (Doll dan Torkzadeh, 1989), menghendaki adanya keahlian komputer yang memadai dari personil yang terlibat didalamnya, sehingga aplikasi teknologi yang berbasis komputer dapat memberikan manfaat, keahlian dalam *End User Computing* yang dimaksud adalah pengetahuan dan keahlian dalam bidang komputer.

Untuk memberikan dukungan terhadap personil *End User Computing* sangat sulit dan kompleks karena personil *End User Computing* yang ada dalam organisasi mempunyai cakupan yang sangat luas, mulai tenaga pada semua area fungsional. Setiap personil berbeda satu sama lain baik karakteristik individu, sikap, kecemasan maupun cara berpikir. Oleh karenanya perlu diteliti dan dipahami faktor *personality* (*computer anxiety*, *computer attitude*, *math anxiety*) yang mempengaruhi keahlian dalam *End User Computing*, hal tersebut dipandang penting karena manusia sebagai penggerak utama dalam pengoperasian teknologi informasi.

Harrison dan Rainer (1992) telah melakukan penelitian mengenai pengaruh perbedaan individual terhadap keahlian personil *End User Computing*. Hasil penelitian analisis *multiple regression* menunjukkan yaitu t hitung dengan *Prob. Valuenya* lebih besar dari *alpha*. Penelitian yang dilakukan oleh Rifa dan Gudono (1998), menguji pengaruh faktor demografi dan *personality* terhadap keahlian dalam *end user computing*, hasil penelitian menggunakan analisis *multiple regression* tiga variable tentang *personality* yaitu *computer attitudes*, *computer anxiety*,

math anxiety juga teruji. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa ketakutan dan *Math Anxiety* berpengaruh negatif pada keahlian dalam *End user Computing*, sedangkan *anticipation* dan *optimism* berpengaruh positif pada keahlian dalam *End User Computing*.

Perbedaan penelitian sekarang dengan penelitian terdahulu adalah sebagai berikut : jurnal penelitian Harrison dan Rainer (1992) obyek penelitiannya karyawan tetap sebuah universitas, Penelitian ini obyek penelitiannya perangkat desa di Kabupaten Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta yang sudah melaksanakan pekerjaan rutinitas menggunakan komputer sebagai *based solution problem* , sampelnya heterogien dengan N= 35, analisisnya dengan *multiple regression*.

Beragamnya aplikasi yang digunakan oleh *end user* dan luasnya cakupan yang ditempuh dalam organisasi, memerlukan perhatian yang serius dari pihak manajemen. Oleh karena itu perlu adanya manajemen *end user computing* yang baik dan dukungan yang efektif agar potensi *end user computing* benar-benar bermanfaat bagi personil *end user computing* maupun instansi secara keseluruhan.

Theory of Reasoned Action (TRA) yang dikemukakan oleh Fisbein dan Ajzen (1975) menyatakan bahwa seseorang akan menggunakan komputer jika dia dapat melihat adanya manfaat positif dari penggunaan komputer tersebut. Beberapa hasil penelitian mengenai pengaruh perbedaan individu terhadap keahlian *end user computing* (Harrison dan Rainer, 1992), pengaruh faktor demografi dan *personality* terhadap keahlian *end user computing* (Rifa dan Gudono, 1998), menggunakan *theory of reasoned action* dalam landasan teori. Dengan demikian model yang dibentuk dalam penelitian ini, tidak langsung mengadopsi teori tindakan yang beralasan diatas tetapi mengadopsi model yang dikembangkan oleh Harrison dan Rainer (1992) , Rifa dan Gudono (1998). Dengan demikian dasar teori yang

digunakan dalam penelitian ini adalah teori tindakan yang beralasan (*Theory of Reasoned Action*) dari Fisbein dan Azjen (1975).

End User Computing adalah penggunaan komputer secara langsung oleh seseorang untuk menyelesaikan masalah yang memerlukan *computer based solution* dengan tepat (Harrison dan Rainer, 1992). *End user computing* merupakan penggunaan komputer secara optimal untuk mendapatkan hasil yang maksimal (Tribowo, 2001). Rifa dan Gudono (1998) mengungkapkan bahwa *end user computing* terdapat pada bagian *Corporate strategy & planning forecasting, marketing (research maupun planning), finance (accounting dan planning/analysis), purchasing, scheduling, distribution* dan bagian lainnya.

Setiap personil *end user computing* berbeda satu sama lainnya baik karakteristik individu, sikap (*attitudes*), kecemasan (*anxiety*), maupun cara berpikir (Harrison dan Rainer, 1992 ; Rifa dan Gudono, 1998). Tribowo (2001) mengungkapkan bahwa *personality* atau kepribadian seseorang yang menentukan tingkah laku (*behavior*) yang akan diambilnya, terkait dengan adanya perubahan lingkungan tersebut. Sistem informasi berbasis komputer merupakan sekelompok perangkat keras dan perangkat lunak yang dirancang untuk mengubah data menjadi informasi yang bermanfaat (Bodnar, 1995).

Computer anxiety didefinisikan sebagai kecenderungan seseorang menjadi susah, khawatir, atau ketakutan mengenai penggunaan komputer dimasa sekarang atau dimasa yang akan datang (Igbaria dan Parasuraman, 1989). *Computer anxiety* berasosiasi dengan kepercayaan yang negatif mengenai komputer, masalah-masalah dalam penggunaan komputer dan penolakan teknologi mesin (Rifa dan Gudono, 1998).

Computer Attitudes didefinisikan oleh Rifa dan Gudono (1998) menunjukkan reaksi atau penilaian seseorang terhadap komputer, secara umum *computer*

attitudes menunjukkan perasaan kesenangan atau ketidak senangan seseorang terhadap beberapa obyek stimulus. Teori *attitude* mengatakan bahwa *behavior* ditentukan oleh *perceived usefulness* dan *social norm* (Igbaria dan Parasuraman, 1989). Dalam hal ini terdapat orang yang senang (*optimis*) dengan perkembangan dunia komputer saat ini, disisi lain orang merasa tidak senang (*pesimis*) dengan perkembangan tersebut (Tribowo, 2001). Dengan demikian terdapat sikap *intimidation* yang mempunyai pengaruh terhadap penggunaan dan sukses atau gagalnya suatu system komputer. Oleh karena itu *computer skill, organizational support, policy* dan *organizational usage* mempunyai pengaruh langsung terhadap diterimanya teknologi komputer.

Math anxiety didefinisikan sebagai terdapatnya rasa tegang (*tension*) dan cemas / khawatir (*anxiety*) yang mengganggu manipulasi angka- angka dan pemecahan masalah-masalah matematis (Rifa dan Gudono, 1998). Dengan demikian *math anxiety* merupakan ketakutan, kecemasan dan kekhawatiran yang berhubungan secara khusus dengan matematika.

METODE

Penelitian yang dilakukan oleh Harrison dan Rainer (1992) menguji pengaruh perbedaan individual terhadap keahlian dalam *end user computing*. Hasil penelitian menunjukkan terdapat pengaruh factor demografi (umur, jenis kelamin, pengalaman) dan *personality (computer anxiety, computer attitudes, math anxiety)* terhadap keahlian dalam *end user computing*, kecuali sikap optimis terhadap komputer dan *cognitive style (hanya original of cognitive style)* tidak terdapat pengaruh terhadap keahlian dalam *end user computing*. Demikian juga penelitian yang dilakukan Rifa dan Gudono (1998) mengenai pengaruh factor demografi dan *personality* terhadap keahlian dalam *end user computing*, hasil penelitian mendukung hipotesis.

Hasil penelitian yang dilakukan Igbaria dan Parasuraman (1989) mengatakan bahwa terdapat hubungan yang positif antara *math anxiety* terhadap *computer attitudes*. Juga terdapat hubungan yang negatif antara *math anxiety* terhadap *computer attitudes*. Hasil penelitian yang dilakukan Harrison dan Rainer (1992) mengatakan bahwa terdapat hubungan yang negatif antara *math anxiety* terhadap keahlian dalam *end user computing*. Analisis *multiple regression* seperti peneliti pendahulu (Harrison dan Rainer, 1992 ; Rifa dan Gudono, 1998) digunakan dalam studi ini untuk menganalisis variabel independen yaitu faktor *personality* (*computer anxiety*, *computer attitude*, *math anxiety*) analisis *multiple regression* dalam penelitian yaitu hasil analisis *multiple regression* yang diperoleh dari pengaruh *personality* terhadap keahlian *end user computing*. Obyek dalam penelitian ini adalah personil dari salah satu perangkat desa di Kabupaten Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta, yang sudah menggunakan komputerisasi sebagai *based solution problem* dalam pekerjaan rutinitasnya. Penelitian menggunakan para pekerja yang mempunyai berpengetahuan (*Knowledge workers*) sebagai responden. Rifa dan Gudono (1998) menyatakan bahwa *Knowledge workers proper* adalah para pekerja yang dapat menciptakan pengetahuan baru atau memberikan nilai tambah pada informasi yang diprosesnya, sedang *information workers* adalah pekerja yang melaksanakan tugas tugas pemrosesan informasi tanpa memberi nilai tambah informasi tersebut. Data dalam penelitian ini menggunakan pekerja yang *Knowledge workers proper* dan *information workers*. Selanjutnya dalam metode penelitian akan dibahas tipe dan jenis data, kriteria responden, populasi dan sampel, metode pengumpulan data, operasionalisasi variabel, metode statistik untuk menganalisis data.

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini adalah metode dokumentasi, data dikumpulkan dengan menggunakan metode *mail survey* yaitu mengirimkan kuesioner kepada responden melalui jasa pos. Metode pengumpulan data melalui studi pustaka diperlukan untuk mendukung penelitian dalam mencari data untuk landasan teori, peneliti- peneliti pendahulu, melalui katalog perpustakaan atau melalui jaringan komputer (*CD Rom*).

Faktor *Personality* terdiri dari tiga variable yaitu *Computer Anxiety*, *Computer Attitudes* dan *Math Anxiety*. 19 item digunakan untuk mengukur variable *computer anxiety* (10 item untuk variable *fear* dan 9 item untuk variable *anticipation*). *Computer Attitudes* diukur dengan *computer Attitudes Scale*, 20 item digunakan untuk mengukur variable *computer attitudes* (9 variabel *pessimism*, 7 variabel *optimism*, 4 variabel *intimidation*). Keahlian dalam *End User Computing*, dioperasionalisasikan dengan 32 item *computer self efficacy Scale*. Harrison dan Rainer (1992) mendefinisikan *Self Efficacy Scale* sebagai suatu perkiraan atas kemampuan seseorang untuk melaksanakan sesuatu pekerjaan dengan sukses demikian juga Rifa dan Gudono (1998). Untuk meringkas operasionalisasi variabel, disajikan dalam tabel 1.

PEMBAHASAN

Statistik diskriptif karakteristik variable responden meliputi indepednen variable factor *personality* yaitu *computer anxiety* (*fear-anticipation*), *computer attitudes* (*pessimism*, *optimism*, *intimidation*) dan *math anxiety*. Sedang dependen variable yaitu keahlian dalam *end user computing* pengukuran menggunakan lima point skala likert.

Tabel 1. Operasionalisasi Variabel Dan Pengukurannya

Variabel	Pengukuran	Butir
Dependent: Keahlian dalam <i>End User Computing</i>	C S E	32
Independent: Personality: <i>Computer Attitudes</i> :		
<i>Pessimism</i>	C A S	9
<i>Optimism</i>	C A S	7
<i>Intimidation</i>	C A S	4
<i>Computer Anxiety</i> :		
<i>Fear</i>	C A R S	10
<i>Anticipation</i>	C A R S	9
<i>Math Anxiety</i>	M A R S	15

Catatan: CSE = *Computer Self Efficacy Scale*, CAS = *Computer Attitudes Scale*
 CARS = *Computer Anxiety Rating Scale* MARS = *Math Anxiety Rating Scale*

Tabel 2. Karakteristik Variabel

Variabel	Range teoritis	Range sesungguhnya	Mean	median	Standar Deviation
<i>Computer anxiety</i> :					
<i>Fear</i> (X ₁)	10 - 50	10 - 32	1.7436	1.7000	.4879
<i>Anticipation</i> (X ₂)	9 - 45	18 - 45	4.3977	4.4400	.4892
<i>Computer Attitude</i> :					
<i>Pessimism</i> (X ₃)	9 - 45	10 - 41	2.4099	2.4400	.5878
<i>Optimism</i> (X ₄)	7 - 35	20 - 35	4.0246	4.0000	.5933
<i>Intimidation</i> (X ₅)	4 - 20	4 - 19	1.6264	1.5200	.6074
<i>Math Anxiety</i> (X ₆)	15 - 75	15 - 64	2.1792	2.1792	.6608
Keahlian EUC (Y)	32 - 160	52 - 160	3.9821	3.9600	.5335

Pengukuran *computer anxiety* – *fear* jawaban responden berkisar antara 10 – 32 dan *computer anxiety* – *anticipation* jawaban responden berkisar antara 18 – 45, menunjukkan responden tidak takut terhadap komputer meskipun ada jawaban responden paling ekstrim rendah dan menunjukkan responden sangat setuju dengan ide pembelajaran pada jawaban responden paling ekstrim tinggi.

Pengukuran *computer attitude* – *pessimism* jawaban responden berkisar antara 10 – 41, *computer attitude* – *optimism* jawaban responden berkisar antara 20 – 45, *computer attitude* – *intimidation* jawaban responden berkisar antara 4 – 19. Responden percaya bahwa komputer (*intimidation*) pada tingkat

ekstrim paling rendah dan percaya komputer mendominasi dan bermanfaat pada tingkat ekstrim paling tinggi. Pengukuran *math anxiety* jawaban responden berkisar antara 15 – 64, menunjukkan bahwa terdapat responden yang tidak takut terhadap matematika. Tingkat keahlian *end user computing* responden dalam menggunakan komputer berkisar antara 52 – 160, menunjukkan keahlian responden dalam *end user computing* pada tingkat yang paling ekstrim tinggi.

Dari sebanyak 35 kuesioner yang dapat digunakan, dikelompokkan bahwa golongan sebelum adalah penerimaan kuesioner antara tanggal 25 Agustus 2019 sampai dengan 20 September 2019 dan 20

september 2019 sampai dengan 30 September 2019.
Tabel 3. Uji Non Respon Bias

Variabel	Mean		F Test	Prob	t Test	Prob
	Sebelum	Sesudah				
<i>Computer Anxiety :</i>						
<i>Fear</i> (X ₁)	2.3297	1.7089	7.459	0.007	1.960	0.053
<i>Anticipation</i> (X ₂)	5,5471	4.3876	8.493	0.004	1.732	0.086
<i>Computer Attitude:</i>						
<i>Pessimism</i> (X ₃)	2.3853	2.4125	0.847	0.358	-0.326	0.745
<i>Optimism</i> (X ₄)	4.0597	3.9976	2.757	0.098	0.710	0.479
<i>Intimidation</i> (X ₅)	1.6559	1.5817	0.852	0.357	0.886	0.377
<i>Math Anxiety</i> (X ₆)	2.1104	2.2083	1.571	0.212	-1.069	0.286
<i>Keahlian EUC</i> (Y)	3.9097	4, 0615	0, 540	0,463	-2,079	0,039

Dari table 3 terlihat bahwa *F Test* untuk variable X₁ (*Computer anxiety- fear*); X₂ (*computer anxiety - anticipation*); X₃ (*Computer attitude- pessimism*); X₄ (*Computer attitude - optimism*); X₅ (*Computer attitude - intimidation*); X₆ (*Math anxiety*); Y (keahlian dalam *end user computing*) dengan *equal variance assumed* probabilitasnya diatas 0,05 maka kedua varians responden yang menjawab kuesioner dan responden yang tidak menjawab kuesioner adalah sama.

Dari jumlah kuesioner yang dapat digunakan, untuk mengukur variable yang akan diuji menggunakan serangkaian skala pengukuran variable yang digunakan merupakan skala telah siap pakai yang telah dikembangkan oleh peneliti pendahulu (Harrison dan rainer, 1002, Rifa dan Gudono, 1998). Uji reliabilitas menggunakan *cronbach alpha* dan uji validitas digunakan analisis factor terhadap setiap item dengan *corrected item total correlation*.

Tabel 4. Reliabilitas Dan Validitas

Variabel	Jumlah butir	Alpha *	Alpha **	Alpha ***
<i>Computer anxiety :</i>				
<i>Fear</i>	10	0,85	0,83	0,7854
<i>Anticipation</i>	9	0,84	0,80	0,7987
<i>Computer attitude :</i>				
<i>Pessimism</i>	9	0,82	0,72	0,7722
<i>Optimism</i>	7	0,79	0,87	0,7809
<i>Intimidation</i>	4	0,86	0,86	0,7266
<i>Math Anxiety</i>	15	0,95	0,95	0,8778
<i>Keahlian EUC</i>	32	0,96	0,96	0,9431

Syarat kuesioner dikatakan reliable jika koefisien *alpha cronbach* di atas 0,60 (Uma sekaran, 1992). dari table 4 terlihat bahwa variable X₅ (*Computer anxiety- fear*); X₆ (*Computer anxiety - anticipation*); X₇ (*Computer attitude - pessimism*); X₈ (*Computer attitude - optimism*); X₉ (*Computer attitude- intimidation*); X₁₀ (*Math Anxiety*); Y (keahlian dalam *end user computing*) mempunyai nilai *alpha cronbach* di atas 0,60 sehingga pertanyaan angket reliable.

Data yang dikumpulkan dari penggunaan instrumen CARS (*Computer Anxiety rating Scale*) untuk mengukur *computer anxiety* menunjukkan nilai *alpha* variable *fear* dan *anticipation* sebesar 0,78 dan 0,79. Angka ini relatif tinggi, namun lebih kecil jika dibandingkan dengan hasil uji yang dilakukan Harrison dan rainer (1992) sebesar 0, 85; 0,84 dan Rifa dan Gudono (1998) sebesar 0,83 ; 0,80. Nilai *alpha cronbach* yang dihasilkan dari data yang diperoleh dengan menggunakan CAS

(*Computer Attitude Scale*) relatif tinggi, jika dibandingkan dengan hasil pengujian yang dilakukan peneliti pendahulu Harrison dan Rainer (1992) sebesar 0,82; 0,79; 0,86 dan Rifa dan Gudono (1998) sebesar 0,72; 0,87; 0,86 angka *cronbach alpha* penelitian ini untuk variable X_7 (*Computer attitude – pessimism*) sebesar 0,7722 lebih tinggi dari hasil penelitian Rifa dan Gudono (1998) sebesar 0,72 namun lebih kecil jika dibandingkan hasil penelitiannya Harrison dan rainer (1992) sebesar 0,82. Angka *cronbach alpha* untuk variable X_8 (*Computer attitude – optimism*) sebesar 0,7809 lebih kecil dibandingkan hasil penelitiannya Harrison dan rainer (1992) sebesar 0,79 dan hasil penelitiannya Rifa dan Gudono (1998) sebesar 0,87 demikian juga variable X_9 sebesar 0,7266 lebih kecil

jika dibandingkan penelitiannya Harrison dan rainer (1992) dan penelitiannya Rifa dan Gudono (1998) masing-masing sebesar 0,86.

Data yang dikumpulkan dengan menggunakan instrumen MARS (*Math Anxiety Rating Scale*) menunjukkan nilai *alpha cronbach* yang tinggi, namun lebih kecil jika dibandingkan hasil penelitiannya Harrison dan Rainer (1992) sebesar 0,93 dan hasil penelitiannya Rifa dan gudono (1998) sebesar 0,95. Data yang diperoleh dengan menggunakan instrumen CSE (*Computer self Efficacy Scale*) menunjukkan nilai *alpha cronbach* yang tinggi, namun lebih kecil dibandingkan dengan hasil penelitiannya dan penelitiannya Rifa dan Gudono (1998) sebesar 0,96

Tabel 5. Korelasi Antar Variabel

Variabel	1	2	3	4	5	6
1. Fear	.069	.095	-.178	-.300	-	-
2. Anticipation	-.063	.106	.069	.026	-.372	-
3. Pessimism	.157	-.003	-.042	-.118	.208	-.136
4. Optimism	-.044	-.077	.244	.032	-.314	.316
5. Intimidation	.054	-.058	-.193	-.277	.515	-.384
6. math Anxiety	.087	.058	-.210	-.099	.363	.301
keahlian EUC	-.194	-.101	.046	.231	-.439	.320

* N= 35

Hasil pengujian korelasi antar variable menunjukkan koefisien tertinggi 0,515 dan koefisien terendah adalah 0,026. Hasil pengujian tersebut mengindikasikan bahwa variable yang akan diteliti tidak terdapat multikolinearitas, karena tidak

terdapat korelasi yang lebih besar dari 0,80 (Gujarati, 1995 atau 0,90 (Ghozali, 2001). Untuk memperkuat analisis dipertimbangkan *tolerance value* dan *variance inflatin factor* dalam menguji multikolinearitas.

Tabel 6. Kolinearitas Variabel

Variabel	Collinearity Statistics		
	Tolerance	VIF	
Fear	(X_1)	.609	1.643
Anticipation	(X_2)	.740	1.352
Pessimism	(X_3)	.814	1.228
Optimism	(X_4)	.758	1.320
Intimidation	(X_5)	.578	1.730
Math Anxiety	(X_6)	.759	1.318

Dari table 6 terlihat variable X_1 (*Computer Anxiety- fear*); X_2 (*Computer Anxiety – anticipation*); X_3 (*Computer Attitude – Pessimism*); X_4 (*Computer Attitde- Optimism*); X_5 (*Computer Attitude – Intimidation*); X_6 (*Math Anxiety*) pada kolom *tolerance value* diatas 0,10 dan kolom *variance inflation factor* tidak

lebih besar dari 10 (Hair, 1992) maka variable tersebut tidak mempunyai masalah multikolinearitas, dapat disimpulkan antara variable bebas yang diuji tidak menimbulkan efek terhadap hasil analisis. Berikut diuraikan signifikansi hasil analisis regresi dilihat dari koefisien beta dan *Good ness of Fit* model.

Tabel 7. Hasil Analisis Regresi

Variabel	Koefisien	Kesalahan standar	Nilai t	Prob.
<i>Personality:</i>				
<i>Computer Anxiety fear</i> (β_1)	-0,159	0,081	-1,962	0,051
<i>Computer Anxiety Anticipation</i> (β_2)	0,133	0,073	1,809	0,072
<i>Computer Attitude Pessimims</i> (β_3)	0,01783	0,058	0,306	0,760
<i>Computer Attitude Optimism</i> (β_4)	0,08658	0,060	1,446	0,150
<i>Computer Attitude intimidation</i> (β_5)	-0,229	0,067	-3,427	0,001
<i>Math Anxiety</i> (β_6)	-0,0520	0,054	-0,969	0,334
Konstanta (α)	4.409	0,506	8.714	0,000

$R^2 = 0,359$; $F = 10.682$; $Sig = .000$; *standard error of estimate* = 0,4383 $p < 0,1$ Persamaan regresi berganda $Y = 4.409 - 0,159 X_1 + 0,133 X_2 + 0,01783 X_3 + 0,08658 X_4 - 0,229 X_5 - 0,0520 X_6$.

Hasil analisis $R^2 = 0,359$ mempunyai arti keseluruhan variable independen X_1 (*Computer anxiety fear*); X_2 (*Computer anxiety anticipation*); X_3 (*Computer attitude pessimism*); X_4 (*Computer attitude optimism*); X_5 (*Computer attitude intimidation*); X_6 (*Math Anxiety*) memberi pengaruh terhadap variable dependen Y (keahlian dalam *end user computing*) sebesar 35,9% sedangkan yang 64,1% dijelaskan oleh variable lainnya yang tidak dimasukkan dalam penelitian. *Standard error of estimate* 0,4383 menunjukkan bahwa standar penyimpangan dari persamaan pendugaan sebesar 0,4383. Jika dilihat dari standar deviasi Y yang menunjukkan hasil 0,5335 memberi arti bahwa model ini cukup layak digunakan, karena standar deviasi model lebih kecil dari standar deviasi variable Y. F hitung adalah 10.682 dengan taraf signifikansinya 0,000 karena probabilitasnya (0,000) jauh lebih kecil dari $p < 0,1$ menunjukkan adanya hubungan yang signifikan independen variable terhadap dependen variable, maka model ini secara bersama-sama cukup baik sebagai model pengaruh $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$ terhadap Y.

Computer anxiety fear (X_1), *computer anxiety anticipation* (X_2), masing-masing mempunyai probabilitas 0,051 dan 0,072 karena probabilitasnya lebih kecil dari $p < 0,1$ berarti variable *computer anxiety fear* dan *computer anxiety anticipation* mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap keahlian

dalam *end user computing* maka *computer anxiety fear* dan *computer anxiety anticipation* dapat diterima.

Computer attitude pessimism (X_3); *computer attitude optimism* (X_4); *computer attitude intimidation* (X_5) masing-masing mempunyai probabilitas 0,760; 0,150; 0,001. *Computer attitude pessimism* (0,760) probabilitasnya jauh lebih besar dari $p > 0,1$ berarti *computer attitude pessimism* tidak mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap keahlian dalam *end user computing*, maka *computer attitude pessimism* ditolak. *Computer attitude optimism* (0,150) mempunyai probabilitas jauh lebih besar dari $p > 0,1$ berarti *computer attitude optimism* tidak mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap keahlian dalam *end user computing*, maka *computer attitude optimism* ditolak. *Computer attitude intimidation* (0,001) mempunyai probabilitas jauh lebih kecil dari $p < 0,1$ berarti *computer attitude intimidation* mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap keahlian dalam *end user computing*, maka *computer attitude intimidation* diterima.

Math anxiety (X_6) mempunyai probabilitas 0,334 yang jauh lebih besar dari $p > 0,1$ berarti *math anxiety* tidak mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap keahlian dalam *end user computing* maka *math anxiety* ditolak.

Dari hasil analisis pada table 7. variabel *computer anxiety fear – anticipation* secara signifikan mempengaruhi variable dependen, nilai *p value* adalah 0,051 dan 0,072 lebih kecil dari $p < 0,1$. hal tersebut menunjukkan bahwa variable *computer anxiety fear- anticipation* memiliki pengaruh

yang signifikan. Hasil penelitian ini konsisten dengan peneliti pendahulu Harrison dan Rainer (1992) dan Rifa – Gudono (1998), dengan demikian *computer anxiety* (*fear – anticipation*) diterima.

Dari hasil analisis table 7. variabel *computer attitude – pessimism* tidak secara signifikan mempengaruhi variable dependen, nilai *p value* (0,760) jauh lebih besar dari $p > 0,1$. hal tersebut menunjukkan bahwa variable *computer attitude pessimism* tidak memiliki pengaruh yang signifikan. Hasil penelitian tersebut konsisten dengan peneliti pendahulu Rifa dan Gudono (1998), tetapi tidak konsisten dengan hasil penelitian pendahulu Harrison dan Rainer (1992). Variabel *computer attitude – optimism* tidak secara signifikan mempengaruhi variable dependen, nilai *p value* (0,150) menunjukkan $p > 0,1$. Hal tersebut menunjukkan bahwa variable *computer attitude – optimism* tidak memiliki pengaruh yang signifikan. Hasil penelitian tersebut konsisten dengan penelitian pendahulu Harrison dan rainer (1992) tetapi tidak konsisten dengan hasil penelitian pendahulu Rifa dan Gudono (1998).

Variabel *computer attitude – intimidation* secara signifiakn mempengaruhi variable dependen, nilai *p value* (0,001) menunjukkan $p < 0,1$. Hal tersebut menunjukkan bahwa variable *computer attitude – intimidation* konsisten dengan hasil penelitian pendahulu Harrison dan Rainer (1992) dan hasil penelitian pendahulu Rifa dan Gudono (1998). Dengan demikian *computer attitude (pessimism – optimism)* ditolak, tetapi *computer attitude – intimidation* diterima.

variabel independen *math anxiety* tidak signifikan mempengaruhi variable dependen, nilai *p value* (0,334) lebih besar $p > 0,1$. Hasil tersebut variable *math anxiety* tidak konsisten dengan penelitian pendahulu Harrison dan rainer (1992) dan tidak konsisten dengan penelitian pendahulu Rifa dan Gudono (1998). Alasan variable *math anxiety* tidak mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap variable dependen, dapat dilihat dari table 4 jawaban kuesioner responden berkisar antara 15- 64 hal tersebut mengindikasikan responden tidak takut sama sekali terhadap matematika pada jawaban kuesioner ekstrim paling rendah (15) meskipun ada jawaban kuesioner yang takut terhadap matematika pada jawaban kuesioner (64). Koefisien beta hasil analisis *multiple regression* – 0,0520 yang mempunyai hubungan negatif, berarti responden semakin tidak takut sama sekali terhadap matematika. Temuan hasil penelitian

Harrison dan Rainer (1992) *math anxiety* mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap keahlian dalam *end user computing*, *p value* lebih kecil dari *alpha* yang digunakan. Dengan demikian *math anxiety* ditolak.

Ketidak konsistenan hasil penelitian ini dengan hasil penelitian pendahulu dapat disebabkan oleh kondisi kultur yang berbeda dari subyek penelitian. Budaya dan lingkungan di Amerika pada penelitian Harrison dan Rainer (1992) melakukan penelitian berbeda dengan budaya dan lingkungan di Indonesia belum seluruhnya telah melaksanakan *based solution problem* komputerisasi. Ketidak konsistenan ini diharapkan bisa diatasi oleh peneliti berikutnya.

Implikasi penelitian diharapkan memberikan kontribusi bagi para praktisi dan system informasi akuntansi. Bagi para praktisi diharapkan memberikan manfaat terutama dalam pengambilan keputusan mengenai sumberdaya manusia (dalam *recruitmen*, pelaksanaan pelatihan dan pendidikan komputer bagi karyawan), proses perubahan yang berkaitan dengan pengenalan teknologi baru *based solution problem* komputerisasi di lingkungan perangkat Desa dalam melaksanakan rutinitas pekerjaannya. Implikasi penelitian bagi bidang system informasi akuntansi, berupa bukti empiris yang mengkonfirmasi dan mendukung hasil penelitian pendahulu (Harrison dan rainer, 1992; Rifa dan Gudono, 1998) yang menyatakan bahwa perbedaan individual terutama factor *personality* mempunyai pengaruh terhadap keahlian dalam *end user computing*. Hal yang sangat mendasar perlu dikemukakan adalah bahwa penelitian ini keterbatasan terletak pada sampel penelitian yang bersifat heterogin (tingkat keahlian menggunakan komputer yang hampir tidak sama) dari responden, hal ini disebabkan karena karakteristik pekerjaan dan lingkungan kerja yang hampir tidak sama antar perangkat desa dalam pelaksanaan *based solution problem* komputerisasi. Beragamnya tingkat keahlian dalam menggunakan komputer diyakini akan mempengaruhi hasil penelitian.

Keterbatasan yang lain dalam penelitian ini adalah pengumpulan data dengan menggunakan metode *mail survey*, responden tidak dapat dimonitor secara langsung sehingga memungkinkan adanya perbedaan interpretasi dalam pengisian kuesioner . Selain itu dari uji non respon bias, menunjukkan adanya kesamaan jawaban antara responden yang menjawab secara langsung dengan responden yang tidak

menjawab secara langsung. Namun keahlian *end user computing* ada ketidak samaan antara responden yang menjawab secara langsung dengan responden yang menjawab secara tidak langsung.

Nilai R kuadrat sebesar 32, 9 % menunjukkan masih adanya penyebab lain yang mempengaruhi keahlian *end user computing*, diharapkan bisa diatasi oleh peneliti berikutnya khususnya pengaruh *personality* terhadap keahlian *end user computing*.

Disarankan untuk penelitian selanjutnya adalah menggunakan data dengan obyek penelitian adalah responden pegawai instansi Jasa dan Instansi manufaktur, sehingga ada tambahan analisis uji beda.

KESIMPULAN

Hasil analisis data dengan menggunakan regresi berganda, variabel *personality* menunjukkan bahwa tiga variabel yang diuji yaitu variabel *computer anxiety* mempunyai hubungan yang signifikan dengan keahlian *end user computing* sedang variabel *computer attitude* dan *math anxiety* tidak mempunyai hubungan yang signifikan dengan keahlian *end user computing*. Kecuali variabel *computer attitude intimidation* mempunyai hubungan yang signifikan dengan keahlian *end user computing*.

Variabel *computer anxiety fear* berhubungan negatif dengan keahlian *end user computing*, berarti bahwa semakin takut personil *end user computing* terhadap komputer maka semakin rendah keahliannya dalam *end user computing*. Sedangkan variabel *computer anxiety anticipation* mempunyai hubungan yang positif dengan keahlian *end user computing*.

Variabel *computer attitude pessimism dan optimism* tidak mempunyai hubungan yang signifikan dengan keahlian dalam *end user computing*, sedangkan *computer attitude intimidation* mempunyai hubungan yang signifikan dengan keahlian *end user computing*. Variabel *computer attitude intimidation* mempunyai hubungan yang negatif, berarti semakin percaya bahwa komputer bermanfaat dalam melaksanakan aktivitas kerja.

Variabel *personality* yaitu *math anxiety* tidak mempunyai hubungan yang signifikan dengan keahlian dalam *end user computing*, berarti tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap keahlian *end user computing*.

DAFTAR PUSTAKA

- Bodnar, George H., and Hopwood, William S., 1995, *Accounting Information System*, sixth edition, Prentice Hall International, Inc., New Jersey.
- Doll W.J., and G. Torkzadech, Gholamreza, 1988, "The Measurement Of End User Computing Satisfaction", *MIS Quarterly*, Juni, pp. 259- 274.
- Fisbein, M. dan I. Ajzen. 1975. *Belief, Attitude, Intention and Behavior: And Introduction To Theory And Research*, Massachusetts, Addition Wesley.
- Ghozali, I., 2001, *Aplikasi Analisis Multivariate dengan program SPSS*, edisi pertama, Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang.
- Gujarati, Damodar N. 1995, *Basic Econometrics*, Singapore, McGraw - Hill Book Co.
- Hair, Joseph F., Jr.; Anderson, Rolph E.; Tatham, Ronald L dan Black, William C., 1995. *Multivariate Data Analysis: with reading*. Enggelwood Cliff, New Jersey, Prentice Hall International.
- Harrison, A.W., and K.Rainer, 1992, "The influence Of Individual Differences In End User Computing", *journal of MIS*, 9,1. Summber, 93-111.
- Igbaria, M. and Parasuraman, S., 1989, "A Path Analytical Study of Individual Characteristic Computer Anxiety And Attitude toward Micro Computer", *Journal of Management*, 15,3, 73-388.
- Indriantoro, N., Soepomo, B., 1999, *Metode penelitian bisnis dan akuntansi*, BPFE-Yogyakarta.
- Rifa ,D., Gudono, 1998, "Pengaruh Faktor Demografi Dan Personality Terhadap Keahlian Dalam End User Computing", *Jurnal Riset Akuntansi Indonesia*, vol. 1, no. 2 Juli, 20 - 34.
- Sekaran, U., 1992, *Research Method for business: A Skill - Building Approach*, second edition, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Tribowo, 2001, "Pengaruh Faktor Personality Dan Profesional Commitment Terhadap Keahlian Computer Audit", tesis S-2 Undip, tidak dipublikasikan

MODEL KONTROL TRANSAKSI RDBMS MENGGUNAKAN TRIGGER DAN WAKTU SERVER

Joko Triyono¹, Prita Haryani², Aditya Padmanaba³

^{1,2}Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, IST AKPRIND Yogyakarta

³Mahasiswa Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, IST AKPRIND Yogyakarta

jack@akprind.ac.id¹, printaharyani@akprind.ac.id², adityapadmanaba@gmail.com³

ABSTRACT

The development of technology has become extraordinary, in the 4.0 era, the field of information technology has become a very important part in every activity or job. In the development of information systems at this time needed in addition to a user friendly user interface as well as data management that is always changing. In RDBMS there is a trigger facility that allows capturing all behavior that occurs with data in an RDBMS. In the development of current information systems the time of events (server time) is also a very important component to assess whether the data is valid and current. So the RDBMS design must be able to capture and control all activities that occur in an information system without having to interfere with even touching the information system application side. The security and data history of an information system must always be maintained in a sustainable and systematic manner, so that the data can be analyzed to obtain patterns in subsequent system development. This research produces control modeling in an RDBMS-based transactional information system using triggers and server time to record all events in an RDBMS so that an RDBMS development data is obtained from time to time that can be used for further analysis.

Keywords: rdbms, trigger, server.

INTISARI

Perkembangan teknologi menjadi sangat luar biasa, di era 4.0 maka bidang teknologi informasi menjadi bagian yang sangat penting peranannya dalam setiap kegiatan atau pekerjaan. Dalam pengembangan sistem informasi saat ini dibutuhkan selain user interface yang user friendly juga pengelolaan data yang selalu berubah-ubah. Dalam RDBMS telah tersedia fasilitas trigger yang memungkinkan menangkap semua perilaku yang terjadi terhadap data pada sebuah RDBMS. Dalam perkembangan sistem informasi saat ini waktu kejadian (waktu server) juga menjadi komponen yang sangat penting untuk menilai apakah data yang ada itu valid dan terkini. Sehingga perancangan RDBMS harus bisa menangkap dan mengontrol semua kegiatan yang terjadi pada sebuah sistem informasi tanpa harus mengganggu bahkan menyentuh sisi aplikasi sistem informasi. Keamanan dan histori data sebuah sistem informasi harus selalu terjaga secara berkelanjutan dan tersistem, sehingga data tersebut bisa dianalisis untuk mendapatkan pola dalam pengembangan sistem selanjutnya. Penelitian ini menghasilkan pemodelan kontrol dalam sebuah sistem informasi transaksional berbasis RDBMS dengan menggunakan trigger dan waktu server untuk merekam semua kejadian dalam sebuah RDBMS sehingga diperoleh sebuah data perkembangan RDBMS dari waktu ke waktu yang bisa digunakan untuk analisis selanjutnya.

Kata Kunci: rdbms, trigger, server

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi menjadi sangat luar biasa, di era 4.0 maka bidang teknologi informasi menjadi bagian yang sangat penting peranannya dalam setiap kegiatan atau pekerjaan. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan teknologi informasi tersebut, kemajuan teknologi informasi juga mengalami perkembangan yang sangat pesat, tidak luput dalam perancangan RDBMS tidak hanya dalam merancang tabel dan relasi antar tabel saja tetapi telah merambah ke bagian untuk mencatat histori transaksi. Sehingga rancangan RDBMS saat ini harus sudah bisa mengakomodir dan mencatat semua kejadian yang terjadi pada tabel-tabel pada RDBMS dan juga kebutuhan akan kapan kejadian dari

perubahan tersebut dilakukan. RDBMS sudah seperti benda hidup yang selalu bergerak dan berkembang dan harus memiliki rekam medis. Trigger sebagai bagian yang include dalam paket RDBMS bisa mengatasi dan menghandel semua kejadian dengan mengambil event-event yang terjadi pada tabel-tabel yang ada.

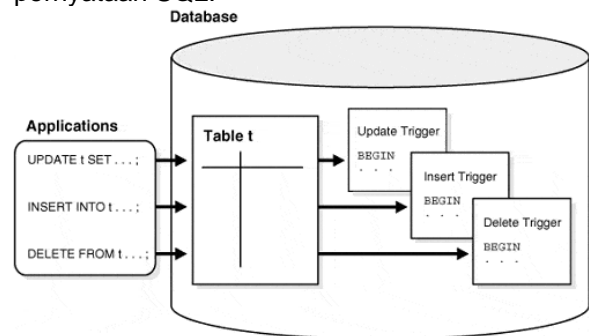
Menjadi sesuatu yang sulit dibayangkan jika output sebuah sistem informasi menjadi tidak konsisten atau bahkan menyesatkan, dimana terjadinya perubahan pada data tetapi tidak pernah tercatat apa yang berubah dan kapan terjadinya perubahan data tersebut. Dan pasti data itu akan bergerak dan berubah baik itu karena penambahan, perubahan maupun penghapusan data. Perkembangan sistem informasi yang begitu cepat perlu mendapat

dukungan dari sistem pencatatan yang tepat dan aman, sehingga keberadaan sistem informasi bisa membantu dalam pengambilan sebuah kebijakan manajerial. Jangan sampai keberadaan sistem informasi malah membebani manajerial.

Penelitian telah menghasilkan sebuah pemodelan kontrol dalam sebuah sistem informasi transaksional berbasis RDBMS dengan menggunakan trigger dan waktu server untuk merekam semua kejadian dalam sebuah RDBMS sehingga diperoleh sebuah data perkembangan RDBMS dari waktu ke waktu yang bisa digunakan untuk analisis data yang disajikan dalam sebuah sistem informasi tersendiri. Begitu juga dengan model aplikasi system informasi dan aplikasi analisis system informasi.

Dalam sebuah penelitian tentang Sistem *Trigger Database* Pada *SIKAD* Informatika oleh (Dediarto, 2013) disimpulkan bahwa Penerapan *trigger* pada *database* membantu dalam proses pengamanan data secara rutin karena proses backup dilakukan setiap terjadi perubahan pada *database*. Dengan adanya *trigger* maka beban dari admin bisa dikurangi karena tidak perlu membackup data secara manual. *Trigger* yang dibuat akan membuat *backup* seluruh data dengan tidak mengubah sedikit pun data aslinya. Jika terjadi kegagalan saat melakukan kueri pada MySQL maka *trigger* tidak akan tereksekusi. Dari sisi keamanan, dalam sebuah penelitian tentang Analisis Keamanan Serangan *Sql Injection* Berdasarkan Metode Koneksi *Database* oleh (S, Suwanto, & Triyono, 2017) disimpulkan bahwa metode koneksi *database* menjadi salah satu faktor penentu dalam menjaga keamanan RDBMS dari serangan *SQL Injection*, sehingga diperlukan sebuah metode koneksi yang paling tepat dan aman. Dalam penelitian yang berbeda (Triyono, 2015) di peroleh hasil tentang pengembangan sebuah *prototype* sistem informasi yang di kombinasikan dengan jejaring sosial *twitter*, dimana jejaring *twitter* digunakan petani untuk melaporkan semua kegiatannya ke sistem informasi, dengan menggunakan fasilitas *APIs* (*Application Programming Language*) maka informasi yang masuk akan di kirimkan ke sistem informasi dengan menggunakan *account* dari *twitter* pengirim. Dengan metode ini secara teknologi dan biaya petani tidak mengalami kesulitan dalam melaporkan kegiatannya, sedangkan dari sisi investor akan bisa melihat perkembangan investasinya. Tentang kepuasan pengguna *website* (Haryani, 2016) disimpulkan bahwa dari hasil uji hipotesis menunjukkan bahwa dimensi

citizen support, content and appearance of information, reability, functionality of the interaction environment, trust, dan dimensi ease of use berpengaruh terhadap kualitas layanan *e-government*. Kualitas layanan *e-government* berpengaruh terhadap kepuasan pengguna *website*, kualitas layanan *e-government* berpengaruh terhadap intensitas pengguna *website* dan kepuasan pengguna *website* berpengaruh terhadap intensitas penggunaan *website* Pemerintah Kota Yogyakarta. Dari beberapa penelitian yang telah ada di dapat disimpulkan bahwa metode penampilan maupun pengiriman informasi masih terkait dengan sebuah aplikasi tertentu, atau tersaji pada sebuah aplikasi. Kelengkapan informasi di *website* akan meningkatkan tingkat kepuasan pengguna, sehingga di harapkan tingkat kunjungan *website* akan meningkat. Dalam sebuah buku dengan judul *SQL The Complete Reference Third Edition* (Groff, Weinberg, & Oppel, 2010) didefinisikan tentang konsep *trigger* yaitu semua kejadian apa pun yang menyebabkan perubahan dalam isi tabel, pengguna dapat menentukan tindakan terkait yang harus dilakukan oleh DBMS. Tiga peristiwa yang dapat memicu tindakan adalah upaya untuk menyisipkan, menghapus, atau memperbaiki baris dari tabel. Tindakan yang dipicu oleh suatu peristiwa ditentukan oleh urutan pernyataan SQL.



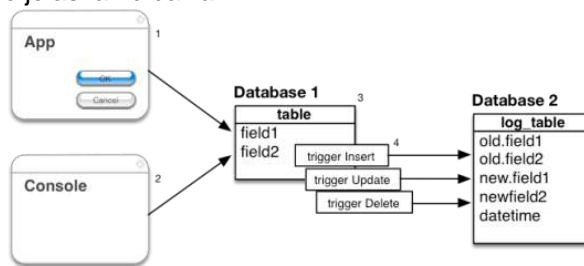
Gambar II.1. Skema *Trigger* (Syafitri, 2019)

Dalam DBMS (*Database Management Sistem*), *trigger* merupakan kumpulan *script* yang berhubungan dengan tabel, view ataupun skema yang dijalankan secara otomatis ketika terdapat *event* yang dijalankan, gambar II.1 menunjukkan Skema *trigger*. (Syafitri, 2019) *Event* tersebut meliputi operasi yang biasa dilakukan dalam mengolah *database*, seperti :

- DML (*Data Manipulation Language*) yang meliputi *DELETE*, *INSERT* atau *UPDATE*
- DDL (*Data Definition Language*) yang meliputi *CREATE*, *ALTER* atau *DROP*

- Operasi *Database* lainnya, seperti *SERVERERROR*, *LOGON*, *LOGOFF*, *STARTUP* atau *SHUTDOWN*.

Pada umumnya dalam *relasional database*, *trigger* dapat ditemui ketika melakukan perintah eksekusi tabel. Hal itu menjadi lebih bermanfaat *trigger* menjadikan penulisan pemrograman yang sederhana dan dapat menjaga informasi agar tetap konsisten dalam *database*. Selain itu, terdapat beberapa fungsi *trigger* pada gambar II.2 yang akan dijelaskan dibawah ini.



Gambar II.2. Fungsi *Trigger*

1. Integritas Data

Dengan adanya *trigger*, Anda dapat mempertahankan *integritas tabel* yang terdapat dalam *database*. Sebab, Anda dapat melakukan operasi-operasi yang berkaitan dengan pengolahan *database*, seperti *INSERT*, *UPDATE* dan *DELETE*

2. Mencegah Error

Trigger dalam MySQL dapat mencegah terjadinya *error* dalam pengoperasian data. Jika terjadi *error* dalam pendefinisian *trigger*, *error* tersebut tidak mengganggu *trigger* yang sedang berjalan.

3. Membuat Tugas Kerja menjadi Terjadwal

Ketika *trigger* telah dijalankan, maka Anda dapat menggunakan berbagai bahasa pemrograman tanpa harus bingung bagaimana cara mengaksesnya.

4. Mencegah Proses Transaksi yang Tidak Sah

Dalam praktiknya, biasa *trigger* digunakan untuk melakukan proses transaksi. Anda dapat menyimpan record transaksi tersebut ke tabel lain (*history*) tanpa harus takut jika data tersebut di-*update* atau *delete*. Semua perubahan yang terjadi juga dapat dicatat berdasarkan waktu pembuatannya.

Secara ringkas, *trigger* sebagai sebuah fasilitas RDBMS juga memiliki keuntungan dan kerugian, seperti berikut:

1. Kelebihan *Trigger*

- *Trigger* menyediakan cara *alternative* untuk memeriksa integritas.
- *Trigger* biasa menangkap kesalahan dalam *business logic* pada tingkat *database*.

- *Trigger* menyediakan cara *alternative* untuk menjalankan tugas-tugas yang dijadwalkan

- *Trigger* sangat berguna untuk mengaudit perubahan data dalam tabel *database*

2. Kelemahan *Trigger*

- *Trigger* hanya bisa menyediakan validasi tambahan tapi tidak dapat menggantikan semua validasi

- Beberapa validasi sederhana dapat dilakukan di level aplikasi, sbg Contoh : Kita dapat memvalidasi inputan di sisi klien menggunakan *javascript* atau di sisi server dengan menggunakan *script PHP* atau *ASP.NET*.

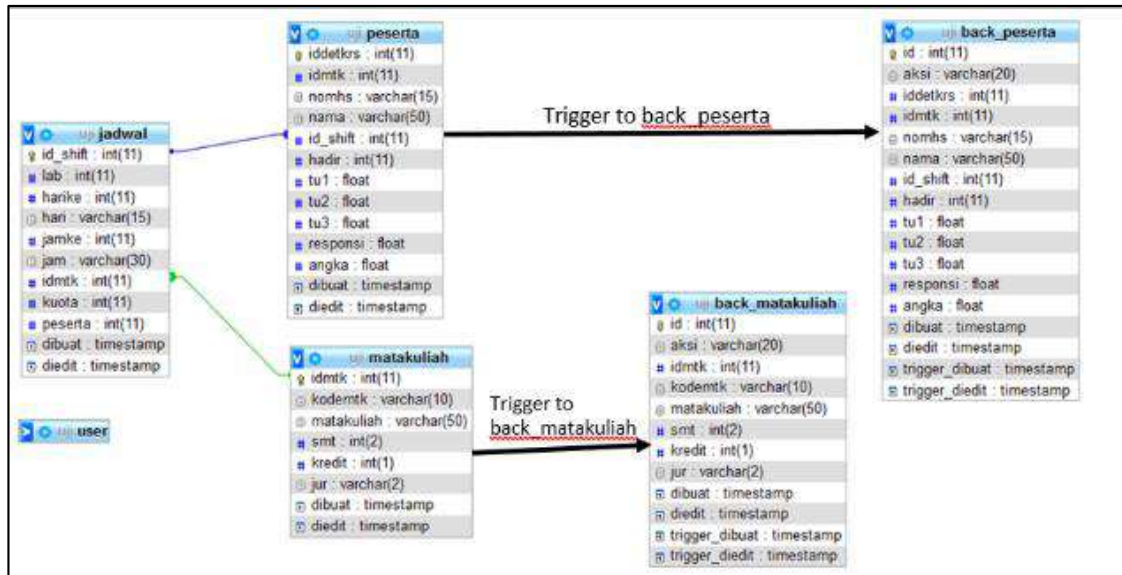
- *Trigger* mengeksekusi secara tak terlihat dari klien-aplikasi yang terhubung ke *database server* sehingga sulit untuk mencari tahu apa yang terjadi di level *database*.

- *Trigger* berjalan setiap *update* yang dibuat ke tabel sehingga menambah beban kerja ke *database* dan menyebabkan sistem berjalan lebih lambat.

Adapun manfaat dari penggunaan *trigger* adalah sebagai berikut:

- Meng-generate nilai kolom turunan (*derived column value*)
- Mencegah transaksi yang tidak valid
- Mengerjakan otorisasi keamanan yang kompleks
- Mengerjakan aturan bisnis (*business rule*) yang kompleks
- Menyediakan pencatatan *event* (*event logging*) scr transparant
- Menyediakan audit
- Mengerjakan *referential integrity* ke seluruh *node* dalam sebuah basis data terdistribusi
- Menjaga replikasi tabel secara *synchronous*
- Mengumpulkan statistic dari pengaksesan tabel
- Modifikasi data tabel kerika DML dijalankan pada view
- Mempublikasikan informasi ketika ada *database event user* dan pernyataan SQL untuk suatu aplikasi (yang berlangganan/*subscribe*)

Dimasa sekarang waktu transaksi menjadi salah satu kunci atau bukti digital yang tidak bisa ditinggalkan, sehingga waktu server menjadi sangat penting tetapi pada kenyataannya waktu server kadang akan berbeda dengan waktu lokal karena adanya zona waktu. Konsekuensi dari zona waktu ini adalah terjadinya perbedaan waktu antara waktu pada komputer server dengan waktu yang digenerate oleh PHP. Penggunaan



fungsi `date_default_timezone_set()` dan `ini_set()` hanya akan berpengaruh pada script setelah fungsi tersebut dipanggil, meskipun kita letakkan di awal script, pada sistem yang kompleks, bisa jadi terdapat *script* yang tidak terpengaruh. Untuk itu, kita dapat mengubah zona waktu secara global melalui konfigurasi pada `php.ini`. Seperti pada pembahasan pada bagian awal, buka file `php.ini` dan cari kata-kata `date.timezone`, kemudian ganti nilainya sesuai dengan yang diinginkan, misal kita ganti dengan Asia/Jakarta. Gambar II.3 menunjukkan pengaturan zona waktu server di *apache*. (Hadi, 2019)

```

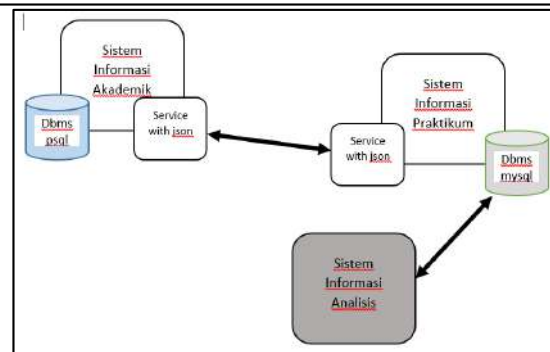
1041 [Date]
1042 ; Defines the default timezone used by the date functions
1043 ; http://php.net/date.timezone
1044 date.timezone = Asia/Jakarta
1045
1046 ; http://php.net/date.default-latitude
1047 ;date.default_latitude = 31.7667

```

Gambar II.3. Pengaturan Zona Waktu

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam melakukan penelitian ini, peneliti menggunakan sumber informasi dari Sistem Informasi Akademik dengan RDBMS PsQL yang memuat tentang KRS mahasiswa untuk kemudian diambil melalui service menggunakan JSON dan ditransaksikan ke Sistem Informasi Praktikum dengan RDBMS MySQL, Sistem informasi praktikum digunakan untuk pelayanan praktikum mulai dari pendaftaran praktikum sampai praktikan memperoleh nilai diakhir praktikum. Data dari system informasi praktikum ini yang diterapkan control trigger dan waktu server yang akhirnya bisa dimonitor menggunakan aplikasi system informasi analisis praktikum. Gambar konsep sistem



Gambar konsep Sistem

Adapun perancangan database dari system informasi praktikum memuat trigger dimana table peserta dan matakuliah akan di trigger tiap ada event atau kejadian, yaitu saat terjadinya perintah *INSERT*, *UPDATE* dan *DELETED*. Gambar Skema RDBMS menunjukkan relasi antar table dan juga trigger yang terjadi.

Trigger yang terjadi pada table matakuliah saat terjadinya penambahan data dari service akan direspon oleh trigger dengan status *after insert* sehingga setelah melakukan insert pada table *matakuliah* langsung akan di lakukan insert pada table *back_matakuliah* adalah sebagai berikut:

```

DELIMITER $$
CREATE TRIGGER `tambah_matakuliah` AFTER
INSERT ON `matakuliah` FOR EACH ROW insert into
back_matakuliah(aksi,idmtk,kodemtk,matakuliah,kredit,s
mt,jur,dibuat,diedit)
values('tambah',new.idmtk,new.kodemtk,new.matakuliah
,new.kredit,new.smt,new.jur,new.dibuat,new.diedit)
$$
DELIMITER ;

```

Begitu juga dengan kejadian saat melakukan perubahan data, maka sebelum dilakukan

perubahan data asli akan diinsertkan ke table *back_matakuliah*.

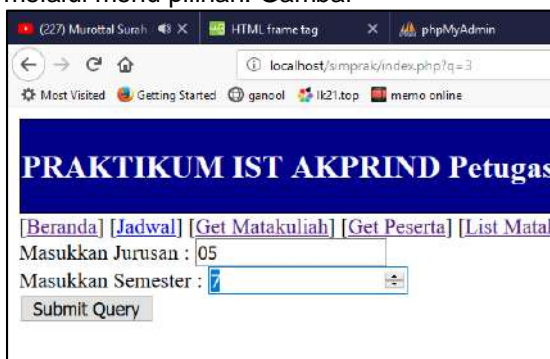
```
DELIMITER $$
CREATE TRIGGER `update_matakuliah` BEFORE
UPDATE ON `matakuliah` FOR EACH ROW insert into
back_matakuliah(aksi,idmtk,kodemtk,matakuliah,kredit,s
mt,jur,dibuat,diedit)
values('ubah',old.idmtk,old.kodemtk,old.matakuliah,old.kr
edit,old.smt,old.jur,old.dibuat,old.diedit)
$$
DELIMITER ;
```

Dan juga pada saat terjadinya penghapusan data, maka sebelum dilakukan penghapusan data akan diinsertkan ke table *back_matakuliah*.

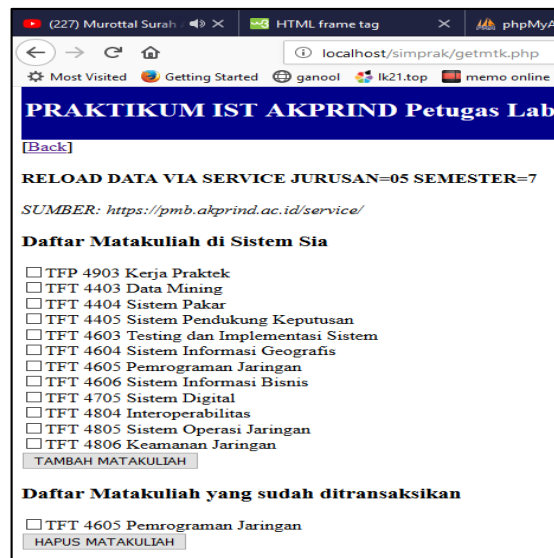
```
DELIMITER $$
CREATE TRIGGER `hapus_matakuliah` BEFORE
DELETE ON `matakuliah` FOR EACH ROW insert into
back_matakuliah(aksi,idmtk,kodemtk,matakuliah,kredit,s
mt,jur,dibuat,diedit)
values('hapus',old.idmtk,old.kodemtk,old.matakuliah,old.k
redit,old.smt,old.jur,old.dibuat,old.diedit)
$$
DELIMITER ;
```

Dengan cara yang sama, juga dilakukan terhadap table *peserta* ke table *back_peserta*. Sistem informasi Praktikum saat akan melakukan pengambilan data Matakuliah maupun data Peserta melalui menu aplikasi tersebut.

Proses mengambil Data Matakuliah. Untuk proses ini akan ditanyakan jurusan dan semester dari matakuliah tersebut, lalu akan ditampilkan datanya untuk kemudian dipilih melalui menu pilihan. Gambar



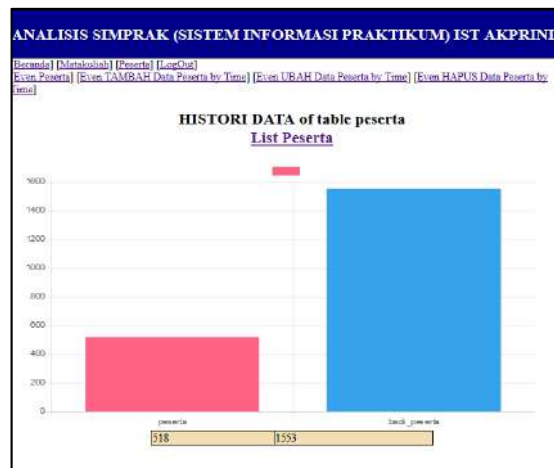
Step 1 Pengambilan Matakuliah



Step 2 Pengambilan matakuliah

Begitu juga dengan pengambilan data peserta, dengan metode yang tidak jauh berbeda. Sedangkan proses penjadwalan dan pemberian nilai juga mengikuti pola yang hampir sama dengan proses diatas.

Pada aplikasi analisis data bisa dilihat semua kejadian yang telah dilakukan di system informasi praktikum.

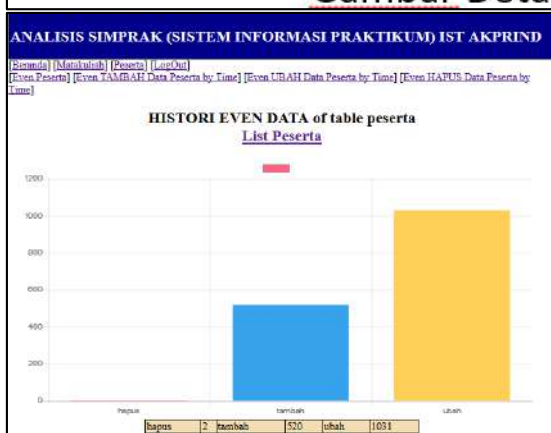


Tampilan Analisis Histori data tabel Peserta

Gambar menunjukkan tampilan grafik perbedaan antara table peserta (518 record) dengan back_peserta (1553 record). Disini menunjukkan bahwa dari table utama telah terjadi transaksi even baik itu *insert*, *update* dan *delete* yang jumlahnya lebih dari 3x table utama.

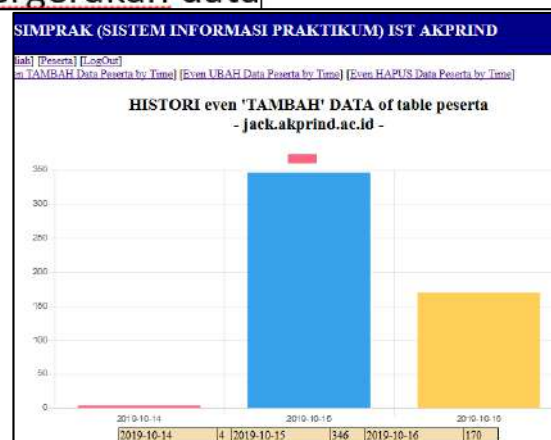
ANALISIS SIMPRAK (SISTEM INFORMASI PRAKTIKUM) IST AKPRIND																
[Beranda] [Matakuliah] [Peserta] [Logout]																
[Even Peserta] [Even TAMBAH Data Peserta by Time] [Even UBAH Data Peserta by Time] [Even HAPUS Data Peserta by Time]																
LIST PESERTA GROUP BY 'event' on iddetkrs=1378																
Nu	dibuat	diedit	iddetkrs	idmtk	nomhs	nama	id_shift	hadir	tu1	tu2	tu3	responsi	angka			
	2019-10-16 09:15:28	2019-10-16 09:18:35	1378	4406	171051040	MARKUS ANDIKA	13	50	75	0	0	0	5			
on table back_peserta																
Nu	trigger_dibuat	trigger_diedit	aksi	dibuat	diedit	iddetkrs	idmtk	nomhs	nama	id_shift	hadir	tu1	tu2	tu3	responsi	angka
1	2019-10-15 16:01:31	2019-10-15 16:01:31	tambah	2019-10-15 16:01:31	2019-10-15 16:01:31	1378	4406	171051040			0	0	0	0	0	0
2	2019-10-15 16:57:37	2019-10-15 16:57:37	ubah	2019-10-15 16:01:31	2019-10-15 16:01:31	1378	4406	171051040			0	0	0	0	0	0
3	2019-10-16 06:43:19	2019-10-16 06:43:19	hapus	2019-10-15 16:01:31	2019-10-15 16:57:37	1378	4406	171051040	MARKUS ANDIKA		0	0	0	0	0	0
4	2019-10-16 09:15:28	2019-10-16 09:15:28	tambah	2019-10-16 09:15:28	2019-10-16 09:15:28	1378	4406	171051040	MARKUS ANDIKA		0	0	0	0	0	0
5	2019-10-16 09:16:54	2019-10-16 09:16:54	ubah	2019-10-16 09:15:28	2019-10-16 09:15:28	1378	4406	171051040	MARKUS ANDIKA		0	0	0	0	0	0
6	2019-10-16 09:17:36	2019-10-16 09:17:36	ubah	2019-10-16 09:15:28	2019-10-16 09:16:54	1378	4406	171051040	MARKUS ANDIKA	13	0	0	0	0	0	0
7	2019-10-16 09:18:35	2019-10-16 09:18:35	ubah	2019-10-16 09:15:28	2019-10-16 09:17:36	1378	4406	171051040	MARKUS ANDIKA	13	50	0	0	0	0	0

Gambar Detail pergerakan data



Gambar Event Peserta

Dari gambar tersebut terlihat kegiatan yang terjadi pada table peserta. Proses Tambah 520x, proses Ubah 1031x dan Hapus 2x. Dengan informasi tersebut maka harus terlihat data apa saja yang berubah dan seperti apa perubahannya dari waktu ke waktu. Pada gambar berikut diperlihatkan bahwa perubahan update data terhadap table peserta terjadi pada tiga tanggal yaitu 14-Okt (4data), 15-okt (346data) dan 16-Okt (170data). Dengan informasi tersebut jelas terlihat trend dari perubahan data yang terjadi.



Gambar Perubahan data per tanggal

KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian ini, peneliti dapat menyimpulkan sebagai berikut:

- Dengan penerapan service antar system melalui API atau JSON, maka komunikasi data antar system/server bisa dilakukan lebih mudah.
- Dengan penerapan Trigger pada untuk mengelola event sebuah table, maka perkembangan informasi bisa dilacak jika terjadi permasalahan inkonsistensi data.
- Membangun Sistem informasi tidak harus BESAR, tetapi cukup dengan modular atau sub-system kecil dan bahkan bisa LOCALHOST jika manajemen server dan database dikelola dengan baik.

Saran

- Belum semua unit menerapkan dan mau interkoneksi antar informasi

- Masih sulit untuk mengubah wacana bahwa data bisa disharing untuk kebutuhan yang lebih luas
- Penggunaan enkripsi dan hak akses data belum dimasukkan dalam penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

Dedianto. (2013). Sistem Trigger Database Pada SIAKAD Informatika. *JUSTIN (Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi)* Vol 1 No 1 2013, 17-20.

Groff, J. R., Weinberg, P. N., & Opper, A. J. (2010). *SQL The Complete Reference - Third Edition*. United States: The McGraw-Hill Companies.

Hadi, A. P. (2019, 05 10). *Memahami Zona Waktu (Timezone) dan Selisih Waktu Pada PHP*. Retrieved from *Jago Web Dev*: <https://jagowebdev.com/timezone-selisih-waktu-pada-php/>

Haryani, P. (2016). Evaluasi Kualitas Layanan E-Government Pemerintah Kota Yogyakarta Dengan Metode E-GovQual Modifikasi. *Simposium Nasional Ke-15 RAPI 2016* (pp. 379-386). Surakarta: Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

S, A. S., Suwanto, R., & Triyono, J. (2017). Analisis Keamanan Serangan SQL Injection berdasarkan Metode Koneksi Database. *Jurnal Script* Jilid 4 Terbitan ke1.

Syafitri, I. (2019, 05 14). *Mengenal Pengertian Trigger dalam Database Beserta Fungsi dan Contohnya*. Retrieved from *Mengenal Pengertian Trigger Beserta Fungsi dan Contohnya dalam Database* : <https://www.nesabamedia.com/pengertian-trigger/>

Triyono, J. (2015). Sistem Informasi Agroteknologi Berbasis Web Dan Jejaring Sosial Twitter. *Seminar Nasional IENACO*, 205-212.

SISTEM INFORMASI PRODUKSI UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS SISTEM MANUFAKTUR DAN JASA

Dina Andayati¹, Muhammad Yusuf²

¹Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknologi Industri, IST AKPRIND Yogyakarta

²Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri, IST AKPRIND Yogyakarta

Email : dina_asnawi@yahoo.com, yusuf@akprind.ac.id

ABSTRACT

Production data processing is one of the factors that has a very important role in building and developing production information systems. In addition, the processing of production data is also very crucial in making various forms of production reports, which in turn will be a measure to assess the production process that occurs in a manufacturing and service industry. Data processing that is done manually is a matter that is less efficient and effective, besides it is also unable to guarantee the accuracy of the calculation, control of the ongoing production process, recapitulation and the resulting reporting system.

The rapid development of information technology makes it possible to make computer-based information systems, so as to provide convenience for business people in the manufacturing and service industries in managing production data. The software testing that has been done is known that this program can be easily operated, has a fairly clear workflow, provides various facilities that greatly assist the user's work in carrying out production control. Increased production processes that occur reached 60%. In addition, this production information system can also function as input for company management for the decision making process.

Keywords: *Production Information Systems, Process Quality, Reports*

INTISARI

Pengolahan data produksi adalah salah satu faktor yang memiliki peran sangat penting dalam membangun dan mengembangkan sistem informasi produksi. Selain itu, pengolahan data produksi juga menjadi hal yang sangat menentukan dalam pembuatan berbagai bentuk laporan produksi, yang pada akhirnya akan menjadi ukuran untuk menilai proses produksi yang terjadi di suatu industri manufaktur dan jasa. Pengolahan data yang dilakukan secara manual merupakan suatu hal yang kurang efisien dan efektif, selain itu juga tidak mampu menjamin akurasi penghitungan, pengontrolan proses produksi yang berlangsung, rekapitulasi dan sistem laporan yang dihasilkan.

Perkembangan teknologi informasi yang pesat memungkinkan untuk melakukan pembuatan sistem informasi berbasis komputer, sehingga dapat memberikan kemudahan bagi pelaku bisnis di bidang industri manufaktur dan jasa dalam mengelola data produksi. Uji coba perangkat lunak yang telah dilakukan diketahui bahwa program ini dapat dengan mudah dioperasikan, mempunyai alur kerja yang cukup jelas, menyediakan berbagai fasilitas yang sangat membantu pekerjaan user dalam melakukan kontrol produksi. Peningkatan proses produksi yang terjadi mencapai 60%. Selain itu, sistem informasi produksi ini juga dapat berfungsi sebagai masukan bagi manajemen perusahaan untuk proses pengambilan keputusan.

Kata kunci: Sistem Informasi Produksi, Kualitas Proses, Laporan

PENDAHULUAN

Organisasi industri merupakan suatu mata rantai dari sistem perekonomian, karena ia memproduksi dan mendistribusikan produk (barang atau jasa). Produksi merupakan fungsi pokok dalam setiap organisasi, yang mencakup aktivitas yang bertanggung jawab untuk menciptakan nilai tambah produk yang merupakan output dari setiap organisasi industri itu (Amri dkk., 2013).

Produksi adalah bidang yang harus terus berkembang selaras dengan perkembangan teknologi, di mana produksi memiliki suatu jalinan hubungan timbal-balik (dua arah) yang sangat erat dengan teknologi.

Produksi dan teknologi saling membutuhkan (Sofyan, 2011). Kebutuhan produksi untuk beroperasi dengan biaya yang lebih rendah, meningkatkan kualitas serta produktivitas, dan menciptakan produk baru telah menjadi kekuatan yang mendorong teknologi untuk melakukan berbagai terobosan dan penemuan baru. Produksi dalam sebuah organisasi pabrik merupakan inti yang paling dalam, bisa spesifik serta berbeda dengan bidang fungsional lain seperti keuangan, personalia, dll.

Sistem produksi merupakan sistem integral yang mempunyai komponen struktural serta fungsional. Dalam sistem

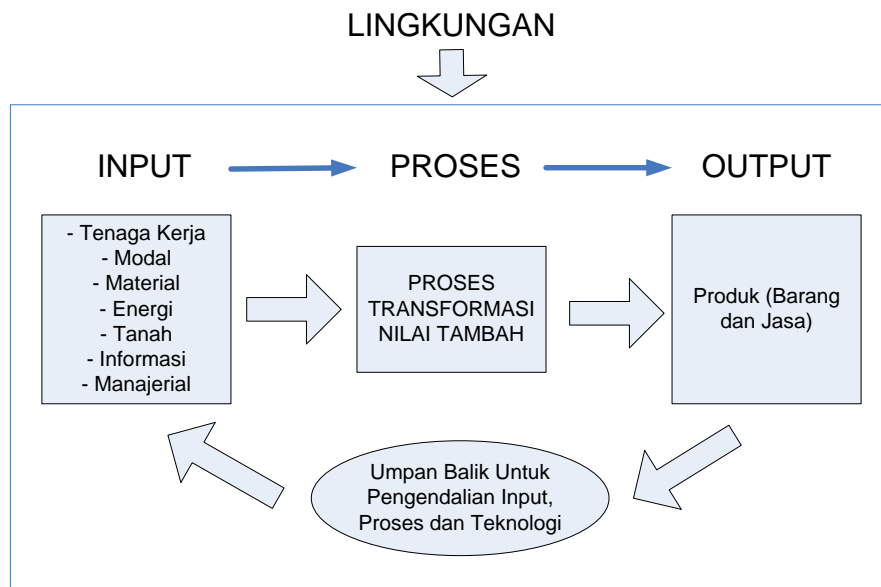
produksi modern terjadi suatu proses transformasi nilai tambah yang mengubah input menjadi output yang dapat dijual dengan harga kompetitif di pasar.

Proses transformasi nilai tambah dari input menjadi output dalam sistem produksi modern selalu melibatkan komponen struktural dan fungsional (William dkk., 2015). Sistem produksi dapat memiliki beberapa karakteristik berikut:

1. Mempunyai komponen-komponen atau elemen-elemen yang saling berkaitan satu sama lain dan membentuk satu kesatuan yang utuh. Hal ini berkaitan dengan komponen struktural yang membangun dari sistem produksi itu.
2. Mempunyai tujuan yang mendasari keberadaannya, yaitu menghasilkan produk (barang atau jasa) serta berkualitas yang dapat dijual dengan harga kompetitif di pasar.
3. Mempunyai aktivitas berupa proses transformasi nilai tambah input menjadi output secara efektif dan efisien.

4. Mempunyai mekanisme yang mengendalikan pengoperasiannya, berupa optimalisasi pengalokasian sumber-sumber daya.

Sistem produksi harus memiliki komponen atau elemen struktural dan fungsional yang berperan penting dalam menunjang kontinuitas operasional sistem produksi itu. Komponen atau elemen struktural yang membentuk sistem produksi terdiri dari: bahan (material), mesin dan peralatan, tenaga kerja, modal, energi, informasi, tanah, dan lain-lain. Sedangkan komponen atau elemen fungsional terdiri dari: supervisi, perencanaan, pengendalian, koordinasi, dan kepemimpinan, yang kesemuanya berkaitan dengan manajemen dan organisasi (Suhanda, dkk, 2010). Suatu sistem produksi selalu berada dalam lingkungan, sehingga aspek-aspek lingkungan, seperti perkembangan teknologi, sosial dan ekonomi, serta kebijakan pemerintah akan sangat mempengaruhi keberadaan sistem produksi itu.



Gambar 1. Skema Sistem Produksi

Secara skematis sederhana, sistem produksi dapat digambarkan seperti dalam Gambar 1. Dari Gambar 1 tampak bahwa elemen-elemen utama dalam sistem produksi adalah sebuah sistem terdiri dari input, proses dan output, serta adanya suatu mekanisme

umpan balik untuk dapat pengendalian sistem produksi itu agar mampu meningkatkan perbaikan terus-menerus (*continuous improvement*) (Tjuju Tarliah, dkk., 2011). Beberapa contoh dari suatu sistem produksi dapat dilihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Contoh Sistem Produksi Jasa dan Manufaktur

No	Sistem	Input	Output
1	Bank	Karyawan, fasilitas gedung dan peralatan kantor, modal, energi, informasi/data, dll	Pelayanan finansial bagi nasabah (deposito, pinjaman, dll)
2	Rumah Sakit	Dokter, perawat, karyawan, fasilitas gedung dan peralatan medik, laboratorium, modal, energi, informasi/data dll	Pelayanan medik bagi pasien, dll
3	Universitas	Dosen, asisten, mahasiswa, tenaga kependidikan, fasilitas gedung dan peralatan kuliah, perpustakaan, laboratorium, modal, dll.	Pelayanan akademik bagi mahasiswa untuk menghasilkan lulusan Sarjana (S1), Magister (S2), Doktor (S3), dll.
4	Manufaktur	Karyawan, fasilitas gedung dan peralatan pabrik, material, modal, energi, informasi/data, dll.	Barang jadi, dll.

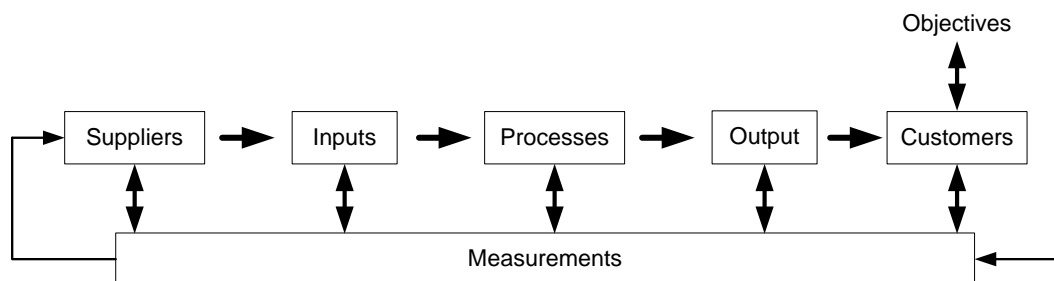
Suatu proses dalam sistem produksi dapat didefinisikan sebagai integrasi sekuensial dari tenaga kerja, material, informasi, metode kerja, dan mesin atau peralatan, dalam suatu lingkungan, guna menghasilkan nilai tambah bagi produk, agar dapat dijual dengan harga kompetitif di pasar (Sondang, 2010). Proses itu mengkonversi input terukur ke dalam output terukur melalui sejumlah langkah sekuensial yang terorganisasi.

1. Sistem Informasi Produksi Berbasis Komputer

Salah satu sumber daya yang tersedia bagi seorang manager adalah informasi, dimana informasi ini dapat dikelola seperti sumber daya yang lain yang membentuk suatu sistem informasi sesuai dengan konsep dasar informasi. Agar suatu sistem nantinya dapat dikenal dengan baik, maka sistem tersebut harus dipelajari. Sistem

didefinisikan sebagai kumpulan dari beberapa elemen yang berinteraksi untuk mencapai tujuan tertentu. Suatu sistem mempunyai susunan dasar, antara lain: input, output, transformasi, mekanisme pengendalian, dan tujuan.

Sistem adalah suatu kelompok elemen yang berinteraksi atau saling tergantung secara teratur yang membentuk satu kesatuan menuju pencapaian suatu tujuan. (Siti Aminah dkk., 2015). Setiap sistem harus memiliki paling sedikit tujuh elemen yang saling bekerja sama agar mencapai tujuan dari sistem itu. Ketujuh elemen dari sistem itu adalah: (1) tujuan (*objectives*), (2) pelanggan (*customers*), (3) output, (4) proses, (5) input, (6) pemasok (*supplier*), dan (7) pengukuran (*measurements*). Keterkaitan ketujuh elemen sistem ini ditunjukkan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Keterkaitan Elemen-elemen dalam Sistem

Berdasarkan konsep umum tentang sistem pada Gambar 2, maka dapat dibangun suatu sistem manufaktur dan manajemen sistem manufaktur. Manajemen sistem manufaktur terdiri dari dua konsep, yaitu: (1) konsep manajemen, dan (2) konsep sistem

manufaktur. Suatu sistem manufaktur mengkonversi input yang berasal dari pemasok menjadi output untuk digunakan oleh pelanggan, sedangkan manajemen sistem manufaktur memproses informasi yang berasal dari sistem manufaktur, pelanggan,

dan lingkungan melalui proses manajemen untuk menjadi keputusan atau tindakan manajemen guna meningkatkan efektivitas dan efisiensi dari sistem manufaktur itu (Santoso, 2005).

Sistem manufaktur yang efektif dan efisien membutuhkan integrasi dari banyak subsistem yang mempengaruhi dan mengendalikan proses manufaktur, guna memberikan kemampuan perusahaan untuk mencapai tujuannya. Berdasarkan kenyataan diatas, maka perusahaan-perusahaan manufaktur yang akan mendominasi pasar di abad 21 adalah perusahaan yang memiliki dedikasi total kepada pelanggan untuk memenuhi kebutuhan dan ekspektasi mereka.

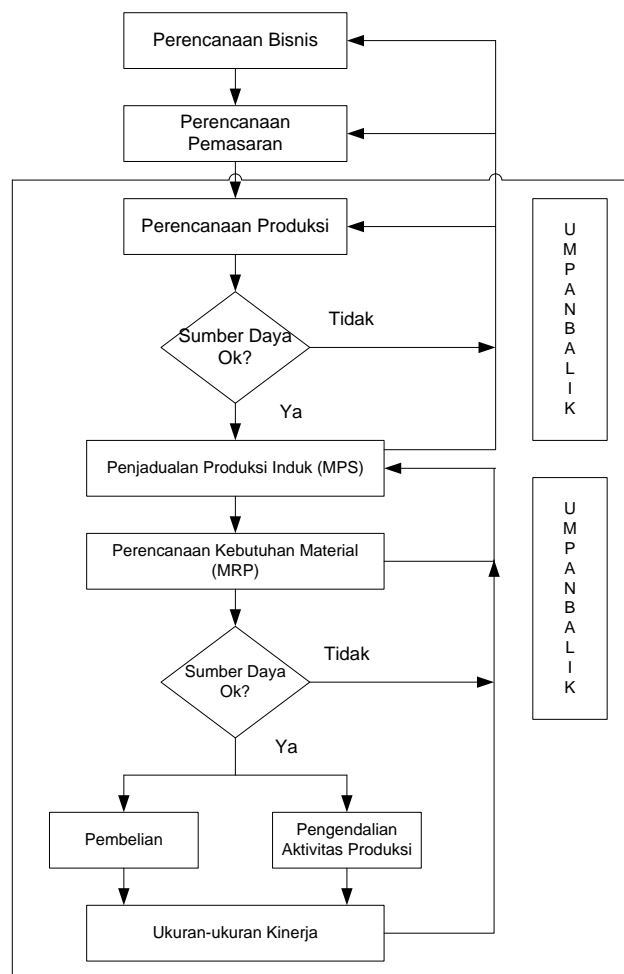
Agar industri manufaktur menjadi kompetitif dalam pasar global yang dinamik, maka industri itu membutuhkan sistem informasi terintegrasi yang mampu

memberikan informasi secara komprehensif kepada manajemen untuk membuat keputusan-keputusan manajerial secara akurat (Santoso dkk., 2004). Dengan demikian melalui sistem informasi terintegrasi yang akurat dan proses manajemen manufaktur yang efektif, akan menghasilkan keputusan manajemen yang tepat untuk peningkatan terus-menerus dari sistem manufaktur itu. Dengan kata lain sistem informasi terintegrasi akan memberikan suatu keunggulan kompetitif bagi sistem manufaktur (Miktahul Huda, 2011).

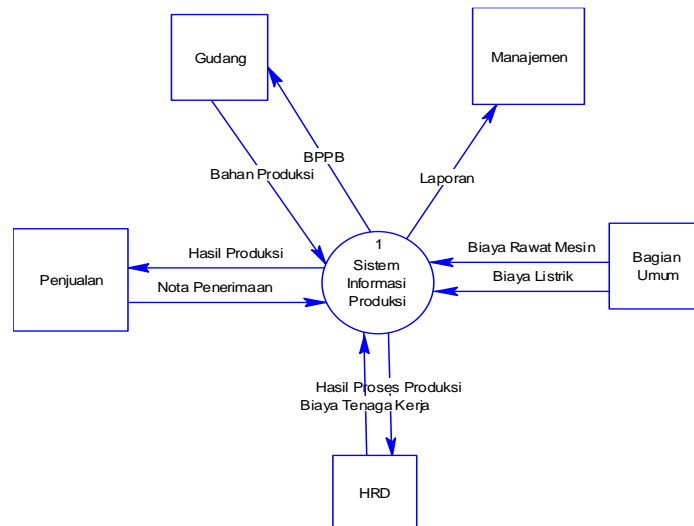
Desain dan Implementasi Sistem

Suatu sistem informasi produksi terintegrasi, secara garis besar bagan prosesnya ditunjukkan dalam Gambar 3.

Gambaran secara umum sistem yang akan dibuat ditunjukkan oleh System Context Diagram pada Gambar 4.



Gambar 3. Bagan Proses Sistem Informasi Produksi



Gambar 4. System Context Diagram untuk Sistem Informasi Produksi

Uji Coba Sistem

Uji coba terhadap sistem yang telah dibuat dilakukan per model, yaitu:

1. Model Peramalan dalam Permintaan
Hasil uji coba yang telah dilakukan, sistem dapat:
 - Melakukan pemilihan item yang akan diramalkan.
 - Menentukan horizon waktu dari peramalan (jangka pendek, menengah, atau panjang).
 - Memilih model-model peramalan.
 - Validasi model peramalan.
 - Membuat dan mengimplementasikan hasil-hasil peramalan.
2. Model Perencanaan Produksi
Hasil uji coba yang telah dilakukan, sistem dapat:
 - Mengumpulkan data yang relevan dengan perencanaan produksi dan mengubahnya menjadi informasi yang terstruktur.
 - Menentukan kapasitas produksi berdasarkan sumber-sumber daya yang ada.
3. Model Perencanaan Sumber Daya
Hasil uji coba yang telah dilakukan, sistem dapat:
 - Memperoleh rencana produksi dari model perencanaan produksi.
 - Menentukan struktur atau komponen penyusun suatu produk.
 - Menentukan *bill of resources*
 - Menghitung kebutuhan sumber daya total.
 - Mengevaluasi rencana yang telah dilakukan.
4. Model Penjadwalan Produksi

Hasil uji coba yang telah dilakukan, sistem dapat menyusun dan memperbaharui jadwal produksi.

5. Model Pengendalian Aktivitas Produksi
Hasil uji coba yang telah dilakukan, sistem dapat:
 - Memaksimumkan tingkat pelayanan pelanggan.
 - Melakukan efisiensi operasi.
 - Menghasilkan laporan produksi, laporan produktivitas, dll.

KESIMPULAN

Berdasarkan model dan uji coba yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan, yaitu:

1. Implementasi sistem informasi produksi harus dapat terintegrasi dengan usaha desain ulang proses bisnis (*business process reengineering*) serta memosisikan sebagai suatu bisnis strategik.
2. Perlu diperhatikannya aspek-aspek yang berkaitan dengan adanya sumber daya manusia melalui manajemen perubahan.
3. Proses implementasi sistem informasi produksi tidak hanya berhenti sampai selesainya instalasi perangkat lunak, tetapi nantinya harus dilanjutkan dengan optimasi proses secara terus-menerus agar mencapai tujuan dari perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amri Nur Ikhsan, Titin Isna Oesman, Muhammad Yusuf, 2013, Optimalisasi Distribusi Produk Menggunakan Daerah Penghubung Dan Metode Saving Matrix, *Jurnal Rekavasi* Vol 1 Nomor 1.

- Miktahul. Huda, 2011, *Membuat Aplikasi Dengan Java dan MySQL*”, Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Santoso, Leo Willyanto, 2005, Penerapan metode design for production (DFP) untuk meningkatkan proses pengembangan produk, *Seminar Nasional Perancangan Produk 2005*, Yogyakarta.
- Santoso, Leo Willyanto, 2004, Penggunaan Sistem Informasi berbasis komputer sebagai tahap awal siklus Pengembangan Produk, *Seminar Nasional Otomasi II – The World of Automation 2004*, Bandung,
- Sondang P. Siagian, (2010), *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Siti Aminah, Marisi Aritonang, Evy Sulistianingsih., (2015), Analisis Antrian Multi Channel Mutli Phasepada Antrian (M/M/C). *Buletin Ilmiah Mat. Stat. Dan Terapannya (Bilmaster)* Vol. 04, No. 2, Pontianak: Universitas Pontianak.
- Sofyan Assauri, (2011), *Manajemen Produksi dan Operasi Edisi Revisi*, Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, Jakarta.
- Sugiyono, 2014, *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*”, 20th ed, Bandung: Alfabeta
- Suhanda, Moch. Hariadi, M. Arief Soelaeman., (2010), *Simulasi Antrian Kendaraan Pada Persimpangan Jalan Berbasis Multi Agent Menggunakan Logika Fuzzy*, *Jurnal Teknologi Informasi*.
- Tjuju Tarliah Dimiyati dan Ahmad Dimiyati, (2011), *Operation Research (Model-Model Pengambilan Keputusan)*, Sinar Baru Algesindo, Bandung.
- William J. Steveson dan Sum Chee Chuong. 2015. *Manajemen Operasi Perspektif Asia*, Edisi 9, Buku 1, Salemba Empat. Jakarta

PEDOMAN PENULISAN NASKAH

Bahasa

Naskah ditulis dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris yang baku.

Susunan Naskah

Susunan naskah memuat judul, abstract, intisari, pendahuluan, metode, pembahasan, kesimpulan, dan daftar pustaka dan ditulis tanpa menggunakan nomor sub judul. Judul singkat dan jelas menunjukkan isinya, ditulis bold dalam bahasa Indonesia atau Inggris. Di bawah dicantumkan nama penulis (tanpa gelar) dan afiliasi, serta alamat email.

ABSTRACT dalam bahasa Inggris dan ditulis italic, dilengkapi dengan intisari berbahasa Indonesia yang memuat permasalahan, metodologi dan hasil. *Abstrac* dan Intisari memuat maksimal 300 kata dan dilengkapi dengan *keywords* atau kata kunci sebanyak 3-5 kata.

PENDAHULUAN berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan, metodologi (jika ada) serta tinjauan pustaka dan landasan teori yang relevan, tanpa menggunakan sub judul. Sumber rujukan ditunjuk dengan menuliskan di dalam kurung: nama akhir penulis dan tahun penerbitan.

METODE dapat berupa metode penelitian kuantitatif, kualitatif, survei, model penelitian kombinasi atau menggunakan metode penelitian deskriptif.

PEMBAHASAN menguraikan hasil analisis kualitatif dan/atau kuantitatif dengan penekanan pada jawaban atas permasalahan.

KESIMPULAN berisi pernyataan singkat tentang hasil yang disarikan dari pembahasan. Saran dapat dituliskan pada bagian paling akhir.

DAFTAR PUSTAKA hanya memuat pustaka yang relevan dengan naskah dan disusun menurut abjad, menggunakan aplikasi Mendeley, EndNote atau aplikasi sejenisnya dengan menggunakan *American Psychological Association* (APA) style

Teknik Penulisan

Naskah diketik dengan jarak 1 spasi, pada format ukuran A4 (210 x 297 mm), halaman. Jenis huruf Arial 10 point, margin atas 2,5 cm, bawah 2.5 cm, kiri 3 cm, dan kanan 2.5 cm, Jumlah halaman 7-10 tanpa footnote. Gambar/Foto merupakan gambar digital (hasil scanner) yang menyatu dalam teks, menggunakan warna/*greyscale*. Penomoran tabel (di atas tabel), gambar (di bawah gambar) dengan nomor urut. Gunakan angka arab (1,2, 3 dst) untuk penomoran gambar,. Persamaan dituliskan dengan angka arab pada tepi kanan diantara tanda kurung.

PENDAHULUAN, METODE, PEMBAHASAN, KESIMPULAN dan DAFTAR PUSTAKA dibuat dengan 1 kolom

Pengiriman Naskah

Naskah dikirim ke Redaksi melalui laman <https://ejournal.akprind.ac.id/index.php/jurtek> secara *online*, melakukan registrasi (atau login bagi yang sudah mempunyai akun) terlebih dahulu kemudian mengunggah artikel dan Surat Pernyataan tertulis belum pernah dimuat dalam penerbitan lain.

Redaksi berhak menolak naskah yang tidak memenuhi kriteria/persyaratan teknis, mengadakan perubahan susunan naskah, memperbaiki bahasa dan berkonsultasi dengan penulis sebelum naskah dimuat.

