

Jurnal Teknologi

Volume 13 Nomor 1 Juni 2020

- **STUDI EKSPERIMEN VARIASI JUMLAH SIRIP DAN KECEPATAN ANGIN TERHADAP UNJUK KERJA TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL TIPE BILAH BERSIRIP**
Sarjono, Sari Riski Lestari
- **PREPARASI DAN KARAKTERISASI KATALIS Cu/ZnO DENGAN SUPPORT KARBON AKTIF MENGGUNAKAN AKTIVATOR H₃PO₄ DAN ZnCl₂**
Edwin Permana, Icha Cristine, S.D. Sumbogo Murti, Fusia Mirda Yanti
- **PENGARUH RASIO ASAM PENITRASI PADA PEMBUATAN NITROSELULOSA DARI LIMBAH KULIT DURIAN**
Bambang Kusmartono, Murni Yuniwati, Ganjar Andaka, Friska Bintang
- **PEMILIHAN MOTIF BATIK YOGYAAN TERFAVORITE DENGAN METODE SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING (SAW)**
Dina Andayati
- **PENGORGANISASIAN KERJA SISTEM PARKIR MENGGUNAKAN ARSITEKTUR MICROSERVICE**
Uminingsih, Surya Dharma Handayani
- **DESIGN OPTIMIZATION OF OMNIDIRECTIONAL MIRROR OF AUTONOMOUS MOBILE ROBOT FOR SURVEILLANCE CAMERA COMPONENT USING QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT METHOD**
Taufiq Immawan, Aland Dewa Yasa
- **VISUALISASI AREA ANTAR PEDUKUHAN HASIL CLUSTERING PENDUDUK MISKIN MENGGUNAKAN FUZZY C-MEANS**
Femi Dwi Astuti, Fransisca Wiwiek Nurwiyati
- **PENGEMBANGAN PUZZLE GAME WAYANG PUNAKAWAN SEBAGAI MEDIA PENGENALAN SENI DAN BUDAYA PADA ANAK**
Renna Yanwastika Ariyana, Rosalia Arum Kumalasanti, Muhamad Mansyur
- **IMPLEMENTASI TIME-BASED ONE TIME PASSWORD (TOTP) PADA SISTEM TWO FACTOR AUTHENTICATION (2FA)**
Herri Setiawan, Dewi Sartika, Boy Gilang Ramadhan
- **ANALISIS KANDUNGAN MIKROORGANISME LOKAL (MOL) DARI BIJI KARET TERHADAP pH, C ORGANIK DAN N TOTAL**
Edwin Permana, Indra Lasmana Tarigan, Ahmad Sazali, Diah Riski Gusti, Paziati Andini, Adhitya Eko Bagus, Adrisma Juanda Putra
- **PEMANFAATAN DATA WAREHOUSE UNTUK Mendukung STRATEGIC SOURCING STUDI KASUS: BUMN ABC**
Muhaemin, Tras Rustamaji
- **ANALISA PENGARUH VARIASI VOLTASE LISTRIK PADA LAS TITIK (SPOT WELDING) TERHADAP SIFAT MEKANIS SAMBUNGAN LAS KUNINGAN**
Hary Wibowo, Adi Purwanto, Agus Duniawan, Aan Ardilaksono

Jurnal
Teknologi

Volume 13

Nomor 1

Halaman
1 - 88

Juni
2020

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 13 Nomor 1 Juni 2020

- | | |
|--|-------|
| • STUDI EKSPERIMEN VARIASI JUMLAH SIRIP DAN KECEPATAN ANGIN TERHADAP UNJUK KERJA TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL TIPE BILAH BERSIRIP
<i>Sarjono, Sari Riski Lestari</i> | 1-5 |
| • PREPARASI DAN KARAKTERISASI KATALIS Cu/ZnO DENGAN SUPPORT KARBON AKTIF MENGGUNAKAN AKTIVATOR H ₃ PO ₄ DAN ZnCl ₂
<i>Edwin Permana, Icha Cristine, S.D. Sumbogo Murti, Fusia Mirda Yanti</i> | 6-15 |
| • PENGARUH RASIO ASAM PENITRASI PADA PEMBUATAN NITROSELULOSA DARI LIMBAH KULIT DURIAN
<i>Bambang Kusmartono, Murni Yuniwati, Ganjar Andaka, Friska Bintang</i> | 16-21 |
| • PEMILIHAN MOTIF BATIK YOGYAAN TERFAVORITE DENGAN METODE SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING (SAW)
<i>Dina Andayati</i> | 22-26 |
| • PENGORGANISASIAN KERJA SISTEM PARKIR MENGGUNAKAN ARSITEKTUR MICROSERVICE
<i>Uminingsih, Surya Dharma Handayani</i> | 27-35 |
| • DESIGN OPTIMIZATION OF OMNIDIRECTIONAL MIRROR OF AUTONOMOUS MOBILE ROBOT FOR SURVEILLANCE CAMERA COMPONENT USING QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT METHOD
<i>Taufiq Immawan, Aland Dewa Yasa</i> | 36-43 |
| • VISUALISASI AREA ANTAR PEDUKUHAN HASIL CLUSTERING PENDUDUK MISKIN MENGGUNAKAN FUZZY C-MEANS
<i>Femi Dwi Astuti, Fransisca Wiwiek Nurwiyati</i> | 44-52 |
| • PENGEMBANGAN PUZZLE GAME WAYANG PUNAKAWAN SEBAGAI MEDIA PENGENALAN SENI DAN BUDAYA PADA ANAK
<i>Renna Yanwastika Ariyana, Rosalia Arum Kumalasanti, Muhamad Mansyur</i> | 53-62 |
| • IMPLEMENTASI TIME-BASED ONE TIME PASSWORD (TOTP) PADA SISTEM TWO FACTOR AUTHENTICATION (2FA)
<i>Herri Setiawan, Dewi Sartika, Boy Gilang Ramadhan</i> | 63-68 |
| • ANALISIS KANDUNGAN MIKROORGANISME LOKAL (MOL) DARI BIJI KARET TERHADAP pH, C ORGANIK DAN N TOTAL
<i>Edwin Permana, Indra Lasmana Tarigan, Ahmad Sazali, Diah Riski Gusti, Paziati Andini, Adhitya Eko Bagus, Adrisma Juanda Putra</i> | 69-74 |
| • PEMANFAATAN DATA WAREHOUSE UNTUK MENDUKUNG STRATEGIC SOURCING STUDI KASUS: BUMN ABC
<i>Muhaemin, Tras Rustamaji</i> | 75-80 |
| • ANALISA PENGARUH VARIASI VOLTASE LISTRIK PADA LAS TITIK (SPOT WELDING) TERHADAP SIFAT MEKANIS SAMBUNGAN LAS KUNINGAN
<i>Hary Wibowo, Adi Purwanto, Agus Duniawan, Aan Ardilaksono</i> | 81-88 |

STUDI EKSPERIMEN VARIASI JUMLAH SIRIP DAN KECEPATAN ANGIN TERHADAP UNJUK KERJA TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL TIPE BILAH BERSIRIP

Sarjono¹, Sari Riski Lestari²

¹Jurusan Teknik Mesin, STTR Cepu, ²Mahasiswa S-1 Jurusan Teknik Mesin, STTR Cepu.

E-mail: sarjono508@yahoo.co.id¹, saririski52@gmail.com²

ABSTRACT

Finned blade type wind turbine is a type of vertical shaft wind turbine that has the main rotor axis perpendicular to the ground surface with fins on each blade. The purpose of this study was to determine the effect of variations in the number of fins and wind speed on the performance of vertical axis wind turbine types of finned blades. The independent variables in this study were the number of fins on the blades (7, 9, and 11) and wind speeds from 4 m / s, 5 m / s, 6 m / s, 7 m / s and 8 m / s. The dependent variable in this study was the performance of wind turbines, namely BHP (Break Horse Power), torque and efficiency. Besides the controlled variable was the number of blades in the wind turbine type finned blades as many as 3 pieces with a height of 2.5 x 10-1 m and width 6 x 10-2 m. The results showed that the use of the number of fins on different finned blades affected the performance of the fin blade type wind turbine. BHP and maximum torque were obtained from the use of 7 pieces of strip iron at wind speeds of 8 m / s. The generated power was 0.04 Watt with a torque of 0.043 Nm. While the maximum efficiency was 0.27%. Maximum efficiency was resulted in the use of 7-pinned blades with a wind speed of 6 m / s.

Keywords: *finned blade type wind turbine, BHP, torque, efficiency*

INTISARI

Turbin angin tipe bilah bersirip adalah jenis turbin angin poros vertikal yang memiliki sumbu rotor utama tegak lurus terhadap permukaan tanah dengan sirip-sirip yang ada di setiap bilahnya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi jumlah sirip dan kecepatan angin terhadap unjuk kerja turbin angin sumbu vertikal tipe bilah bersirip. Variabel bebas pada penelitian ini adalah jumlah sirip pada bilah (7, 9, dan 11) dan kecepatan angin mulai 4 m/s, 5 m/s, 6 m/s, 7 m/s dan 8 m/s. Variabel terikat pada penelitian ini adalah unjuk kerja turbin angin yaitu BHP (*Break Horse Power*), torsi dan efisiensi. Sedangkan variabel terkontrolnya adalah jumlah bilah pada turbin angin tipe bilah bersirip sebanyak 3 buah dengan tinggi 2,5 x 10-1 m dan lebar 6 x 10-2 m. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan jumlah sirip pada bilah bersirip yang berbeda-beda berpengaruh terhadap unjuk kerja turbin angin tipe bilah bersirip. BHP dan torsi maksimal diperoleh pada penggunaan bilah bersirip 7 buah pada kecepatan angin 8 m/s. Daya yang dihasilkan sebesar 0,04 Watt dengan torsi sebesar 0,043 Nm. Sedangkan efisiensi maksimal adalah 0,27 %. Efisiensi maksimal dihasilkan pada penggunaan bilah bersirip 7 dengan kecepatan angin 6 m/s.

Kata kunci: turbin angin bilah bersirip, BHP, torsi, efisiensi.

PENDAHULUAN

Energi merupakan kebutuhan utama dalam kehidupan manusia. Peningkatan jumlah penduduk dan pabrik/industri, mengakibatkan peningkatan akan kebutuhan energi, salah satunya adalah energi listrik (Kadir, 2010).

Peningkatan kebutuhan energi dapat menjadi indikator peningkatan kemakmuran, namun juga menimbulkan masalah dalam usaha penyediaannya.

Sehubungan dengan hal tersebut perlu diupayakan pemenuhannya, salah satu upaya yang dapat dilakukan dalam pengembangan

sumber energi baru adalah dengan pemanfaatan energi angin.

Bentuk pemanfaatan sumber energi angin yaitu dengan turbin angin tipe bilah bersirip. Turbin ini dapat digunakan di tempat-tempat yang memiliki arah angin yang bervariasi (Sain, dkk. 2014). Sirip di setiap bilahnya merupakan salah satu bagian penting yang mempengaruhi unjuk kerjanya. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai jumlah sirip untuk turbin angin sumbu vertikal tipe bilah bersirip agar mencapai efisiensi turbin dengan performa

yang baik seperti yang diharapkan (Kurniawan dkk. 2014).

Marnoto (2011) dalam penelitiannya tentang turbin angin bilah bersirip dengan variasi panjang (0,3 m; 0,215 m; 0,155 m), lebar bilah (0,3 m; 0,25 m; dan 0,2 m), jumlah sirip tiap bilah (10, 7, 5) dan variasi kecepatan angin antara 3,1-7,8 m/s dengan tujuan untuk mengetahui efisiensi, daya poros dan torsi. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa kincir angin bilah bersirip dapat berputar mulai kecepatan 3,1 m/s dan efisiensi mencapai 2,17 % - 23,54 %.

Demikian juga Dani (2014) yang telah melakukan penelitian tentang variasi jumlah bilah, variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi kecepatan angin sebesar 3, 4, 5, 6, dan 7 m/s serta jumlah sirip 3 buah, 5 buah, 7 buah. Pada pengujian ini daya poros, torsi, dan efisiensi tertinggi tercapai pada jumlah sirip sebanyak 7 buah, panjang dan lebar masing-masing adalah 25 cm dan 6 cm dengan suhu ruangan 27°C.

Kemudian, Yashero (2014) juga meneliti tentang turbin angin tipe bilah bersirip dengan variasi kecepatan angin 3, 4, 5, 6, 7 m/s dan variasi lebar bilah 4; 5; 6 cm telah diperoleh daya poros tertinggi yang dicapai turbin dengan lebar bilah 6 cm yaitu sebesar $6,97 \times 10^{-2}$ Watt pada kecepatan 7 m/s. Torsi yang tertinggi dicapai oleh turbin dengan panjang bilah 0,25 m dan kecepatan 7 m/s yaitu sebesar $2,93 \times 10^{-3}$ Nm. Untuk efisiensinya yang tertinggi diperoleh pada bilah dengan panjang 6 cm sebesar 4,19 % pada kecepatan 5 m/s.

Berdasarkan uraian tersebut di atas, maka dilakukan penelitian lebih lanjut tentang studi eksperimen variasi jumlah sirip terhadap unjuk kerja turbin angin tipe bilah bersirip.

Diagram Alir Penelitian Untuk prosedur penelitian disajikan dalam bentuk flow chart sebagai berikut:

LANDASAN TEORI

1. Turbin Angi Tipe Bilah Bersirip.

Turbin angin tipe bilah bersirip memiliki prinsip kerja sama dengan turbin pada umumnya. Prinsip kerja turbin tipe bilah bersirip adalah akibat kecepatan aliran udara akan menyebabkan sudu berputar dengan kecepatan putar tertentu. Kelebihan dari turbin jenis ini ialah tidak harus diarahkan ke angin untuk menghasilkan energi listrik. Turbin ini mampu mendayagunakan angin dari berbagai arah.

2. Bilah (*blade*)

Bilah (*blade*) berfungsi untuk menangkap energi kinetik dari angin dan mengubahnya menjadi energi mekanis. Bagian penting dari bilah turbin jenis ini ialah siripnya. Angin yang diterima oleh turbin ini akan menerpa sirip-sirip yang ada disetiap bilahnya. Sirip tersebut memiliki prinsip kerja dengan turbin pada umumnya. Dimana angin kemudian akan dikonversikan melalui bilah dan mengubahnya menjadi energi mekanik. Turbin angin tipe bilah bersirip bekerja dengan memanfaatkan penangkapan angin dengan bilah dan sirip yang tertutup, bila saat sirip terbuka gaya hambat pada bilah semakin kecil dan putaran semakin kencang.

3. Perhitungan Unjuk Kerja

Meliputi perhitungan daya, torsi dan efisiensi. Brake Horse Power (BHP) adalah daya turbin yang diukur setelah mengalami pembebanan misalnya: generator, gearbox, pompa ataupun perangkat tambahan lainnya. BHP diperoleh dari perhitungasn dengan persamaan:

$$P_{generator} = V \times I \dots\dots\dots(1)$$

$$BHP = P_{generator} / \eta_{generator} \dots\dots\dots(2)$$

keterangan :

$P_{generator}$: Daya motor listrik (Watt)

V : Tegangan motor listrik (Volt)

I : Arus listrik (Ampere)

Torsi dihitung dengan persamaan

$$T = 71620 N/n \dots\dots\dots (3)$$

keterangan:

T : torsi (kg-cm)

N : daya (HP)

N : putaran poros turbin (rpm)

Efisiensi (η) Untuk menyatakan performa suatu mesin biasanya dinyatakan dalam efisiensi yang merupakan perbandingan antara efek manfaat yang diperoleh dengan pengorbanan yang dilakukan. Nilai efisiensi dapat diperoleh dengan rumus:

$$\eta = BHP / P_a \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

$$P_a = \frac{1}{2} \rho A \cdot v^2 \dots\dots\dots(5)$$

keterangan :

H : Efisiensi (%)

- P_a : Daya angin (Watt)
 A : Luas penampang sudu (m^2)
 v : Kecepatan (m/s)
 ρ : Kerapatan udara (kg/m^3)

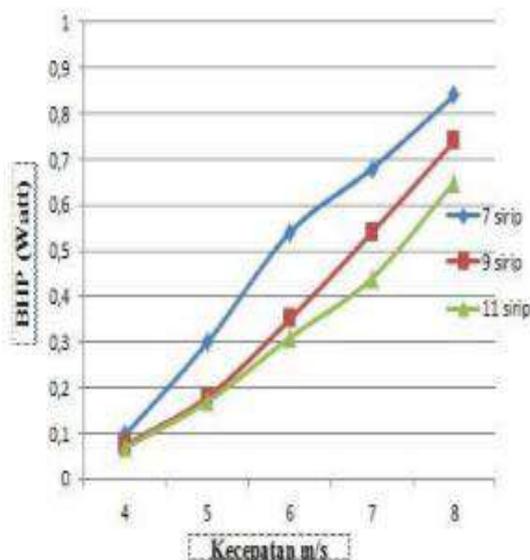
4. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Konversi Energi STTR Cepu dengan metode eksperimental. Adapun Langkah-langkah Penelitian adalah:

1. Menyiapkan bahan penelitian terdiri atas: turbin angin sumbu vertikal tipe bilah bersirip sebagai benda uji.
2. Menyiapkan alat penelitian terdiri atas: blower, anemometer, multimeter, dan tachometer.
3. Pastikan benda uji dan peralatan yang digunakan dalam keadaan baik dan siap pakai, sehingga dapat bekerja sesuai dengan fungsinya.
4. Pengambilan data dimulai dari variasi jumlah sirip 7, 9 dan 11 dengan kecepatan udara 4 m/s sampai dengan 8 m/s.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari data yang sudah diambil dan dilakukan perhitungan didapatkan hasil sebagai berikut:



Gambar 2. Grafik hubungan antara BHP dan kecepatan angin

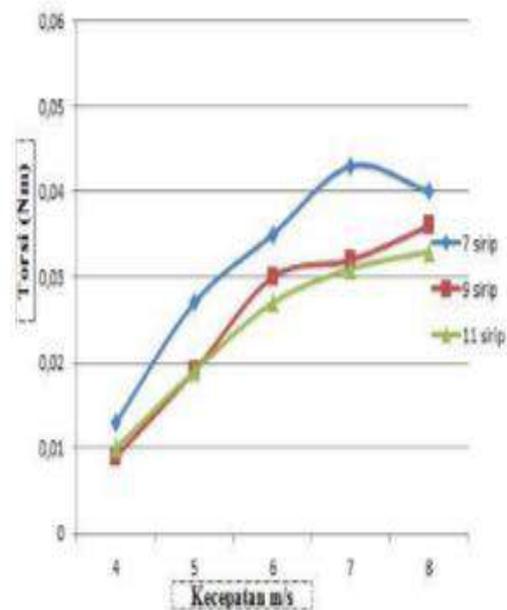
Dari gambar 2 yaitu grafik hubungan antara BHP dan kecepatan angin

menunjukkan bahwa, BHP paling rendah dihasilkan oleh turbin angin dengan jumlah bilah 11 sirip pada kecepatan 4 m/s sebesar 0,07 watt.

Sedangkan BHP Tertinggi dihasilkan oleh turbin angin dengan jumlah sirip 7 pada kecepatan angin 8 m/s sebesar 0,84 watt.

Peningkatan nilai BHP ini disebabkan karena adanya kecepatan angin yang semakin meningkat, sehingga turbin akan berputar pada kecepatan poros yang tinggi. Jadi putaran poros turbin angin yang tinggi ini akan mempengaruhi meningkatnya daya turbin angin yang dihasilkan.

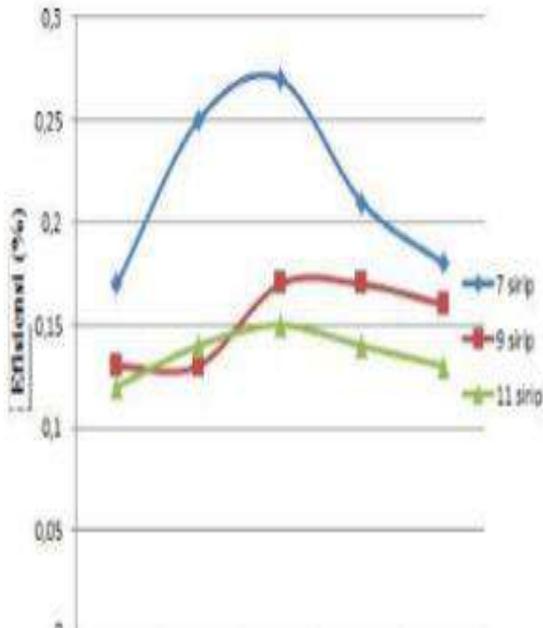
Kecepatan angin yang semakin meningkat dan diiringi oleh penggunaan bilah bersirip yang semakin besar jumlahnya mempengaruhi terhadap BHP yang dihasilkan oleh turbin angin poros vertical tipe bilah bersirip.



Gambar 3. Grafik hubungan antara kecepatan angin dengan Torsi

Gambar 3 adalah grafik hubungan torsi dengan kecepatan angin. Disini jelas terlihat bahwa torsi paling rendah dihasilkan oleh penggunaan bilah dengan jumlah sirip 11 pada kecepatan angin 4m/s. nilai torsi yang dihasilkan adalah 0,010 Nm. Sedangkan torsi tertinggi diperoleh pada penggunaan bilah dengan jumlah sirip 7 pada kecepatan angin 7 m/s sebesar 0,043 Nm. Nilai torsi pada masing-masing variasi jumlah sirip ada kecenderungan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya kecepatan angin. Hal ini disebabkan oleh karena adanya kenaikan

daya poros. Sesuai dengan persamaan torsi adalah 71620 N/n kgcm . Jika putaran mesi konstan (tetap), maka kenaikan dayaj akan diikuti dengan meningkatnya nilai torsi. Ketika arah angin berlawanan dengan arah bilah, angin yang menumbuk pada bilah dengan jumlah sirip yang sedikit akan membentuk sudut buka yang lebih besar jika dibandingkan dengan penggunaan bilah dengan jumlah sirip yang banyak.



Gambar 4. Grafik hubungan antara kecepatan angin dengan efisiensi

Pada Gambar 4. yaitu grafik hubungan antara kecepatan angin dengan efisiensi terlihat bahwa, efisiensi tertinggi terjadi pada penggunaan bilah dengan jumlah sirip 7 diikuti penggunaan bilah dengan jumlah sirip 9 dan 11. Hal ini disebabkan karena BHP yang dihasilkan oleh penggunaan bilah dengan jumlah sirip 7 nilainya paling besar jika dibandingkan dengan ke duanya.

Gambar 4. menunjukkan bahwa efisiensi maksimal terjadi pada kecepatan angin 5 sampai dengan 6 m/s, pada penggunaan bilah dengan jumlah sirip 7 (data hasil pengujian dengan jumlah sirip 7 pada Tabel 1), jumlah sirip 9 (data hasil pengujian dengan jumlah sirip 9 pada Tabel 2), maupun jumlah sirip 11 (data hasil pengujian dengan jumlah sirip 11 pada Tabel 3). Hal ini disebabkan karena kenaikan BHP yang dihasilkan tidak sebanding dengan daya angin yang peningkatannya semakin besar seiring peningkatan kecepatan angin. Sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai efisiensi tertinggi yang diperoleh pada bilah dengan sirip 7 buah dan kecepatan angin sebesar 6 m/s dengan efisiensi sebesar 0,27 %.

Tabel 1. Data Hasil Pengujian dengan Jumlah Sirip 7

Kecepatan udara m/s	Putaran poros rpm	Tegangan volt	Arus ampere
4	75,0	0,103	0,76
5	104,9	0,160	1,50
6	143,7	0,240	1,80
7	179,4	0,270	2,01
8	205,7	0,320	2,10

Tabel 2. Data Hasil Pengujian dengan Jumlah Sirip 9

Kecepatan udara m/s	Putaran poros rpm	Tegangan volt	Arus ampere
4	70,12	0,090	0,67
5	86,24	0,130	1,12
6	108,43	0,180	1,53
7	157,31	0,220	1,97

8	198,21	0,280	2,14
---	--------	-------	------

Tabel 3. Data Hasil Pengujian dengan Jumlah Sirip 11

Kecepatan udara m/s	Putaran poros rpm	Tegangan volt	Arus ampere
4	65,54	0,094	0,82
5	83,23	0,120	1,10
6	107,82	0,160	1,53
7	135,76	0,190	1,86
8	190,46	0,250	2,08

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Variasi kecepatan angin mempengaruhi unjuk kerja turbin angin sumbu vertical tipe bilah bersirip.
2. Jumlah sirip pada turbin angin tipe bilah bersirip mempengaruhi kinerja turbin, hal ini ditunjukkan karena kenaikan daya turbin.
3. Nilai BHP dan torsi semakin meningkat seiring dengan meningkatnya kecepatan angin, karena momentum angin yang menerpa bilah semakin besar.
4. Efisiensi paling tinggi yang diperoleh adalah 0,27 % pada kecepatan angin rata-rata 6 m/s pada bilah dengan jumlah 7 sirip.

DAFTAR PUSTAKA

- Kadir, Abdul. 2010. *Energi Sumber Daya, Inovasi, Tenaga Listrik, Dan Potensi Ekonomi*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Kurniawan Dani, dkk. 2014. *Pengaruh Jumlah Sirip Terhadap Unjuk Kerja Turbin Angin Tipe Bilah Bersirip*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Marnoto, Tjukup. 2011. *Peningkatan Efisiensi Kincir Angin Poros Vertical Melalui System Buka Tutup Sirip Pada 3 Sudu*. Jogjakarta: Universitas Pembangunan Nasional Veteran.
- Sain, Muttaqin Yashero. 2014. *Pengaruh Variasi Bilah Terhadap Unjuk Kerja Turbin Angin Tipe Bilah Bersirip*. Malang. Universitas Brawijaya.

PREPARASI DAN KARAKTERISASI KATALIS Cu/ZnO DENGAN SUPPORT KARBON AKTIF MENGGUNAKAN AKTIVATOR H₃PO₄ DAN ZnCl₂

Edwin Permana^{1*}, Icha Cristine¹, S.D. Sumbogo Murti², Fusia Mirda Yanti²

¹Program Studi Kimia Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi

²Pusat Teknologi Sumber Daya Energi dan Industri Kimia, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), Gedung Energi 625 Klaster V, Kawasan PUSPIPTEK, Tangerang Selatan 15314

E-mail: edwinpermana86@unja.ac.id

ABSTRACT

This research discusses the preparation and characterization of Cu / ZnO / Activated Carbon catalyst with a ratio of 10: 10: 80% wt with the impregnation method. Activated carbon made from palm shells. The variations used are activators of activated carbon H₃PO₄ (AC1) and ZnCl₂ (AC2) to Cu / ZnO / AC1 and Cu / ZnO / AC2. The crystallinity characterization of the catalyst using XRD showed a higher crystallinity of Cu / ZnO / AC2, marked by high intensity, raising the presence of CuO at 2 θ pada angles of 35.3 °, intensity of 240 compared to Cu / ZnO / AC1 at 2 θ angles of 35.3 °, intensity of 110. Whereas characterization of chemical elements contained in the catalyst using XRF produced the highest Cu content at Cu / ZnO / AC1 of 45.8% while Cu / ZnO / AC2 of 41.8%.

Keywords: Activator, Activated Carbon, Catalyst, Palm Shell, Impregnation,

INTISARI

Pada penelitian ini mengkaji mengenai preparasi dan karakterisasi katalis Cu/ZnO/Karbon Aktif dengan perbandingan 10:10:80%wt dengan metode impregnasi. Karbon aktif terbuat dari cangkang sawit. Variasi yang digunakan adalah pada aktivator karbon aktif H₃PO₄ (AC1) dan ZnCl₂ (AC2) menjadi Cu/ZnO/AC1 dan Cu/ZnO/AC2. Karakterisasi kristalinitas dari katalis menggunakan XRD menunjukkan kristalinitas Cu/ZnO/AC2 lebih tinggi ditandai dengan tingginya intensitas membuktikan adanya CuO pada 2 θ sudut 35,3° intensitasnya sebesar 240 dibandingkan Cu/ZnO/AC1 pada 2 θ sudut 35,3° intensitasnya sebesar 110. Sedangkan karakterisasi unsur kimia yang terkandung dalam katalis menggunakan XRF menghasilkan kadar Cu tertinggi pada Cu/ZnO/AC1 sebesar 45,8% sedangkan Cu/ZnO/AC2 sebesar 41,8%.

Kata Kunci: aktivator, cangkang sawit, impregnasi, katalis, karbon aktif,

PENDAHULUAN

Sebanyak 85% reaksi kimia pada industri sangat bergantung pada reaksi katalitik untuk dapat mempercepat reaksi kimia yang terjadi. Oleh karena itu sangat diperlukan perkembangan ilmu kimia dalam menemukan katalis baru yang memiliki kemampuan katalitik yang lebih baik. Dalam mempercepat proses reaksi suatu katalis berperan dalam menurunkan energi aktivasi (E_a). Energi aktivasi dikenal sebagai suatu energi minimum yang diperlukan dalam membentuk produk.

Umumnya kenaikan konsentrasi katalis yang digunakan dalam reaksi akan menaikkan kecepatan reaksi. Peranan katalis dalam suatu reaksi memungkinkan reaksi berlangsung lebih cepat dibandingkan reaksi tanpa penggunaan katalis dikarenakan Katalis berperan dalam membuat mekanisme reaksi

alternatif yang memiliki energi aktivasi yang lebih rendah dan memperbesar kemungkinan terjadinya tumbukan antara molekul reaktan, dikarenakan adanya proses adsorpsi reaktan pada sisi aktif katalis.

Logam Pd, Pt, Rh, Ru, Ir, Re, Ni, dan W merupakan metal yang mahal sehingga penggunaan dalam skala komersial kurang menguntungkan. Pengaruh dari rasio logam-logam tersebut terhadap selektivitas juga belum banyak dipelajari. Para peneliti pada umumnya menyarankan agar menggunakan Cu sebagai logam aktif. Permasalahan yang terpantau dari penggunaan Cu adalah bahwa Cu mudah terdeaktivasi pada suhu tinggi. Jika ini terjadi maka ketika digunakan dalam reaksi akan terbentuk produk samping yang tidak diinginkan. Sedangkan penggunaan logam lain seperti Pd harganya sangat mahal

sehingga kurang ekonomis. Padahal diharapkan katalis yang dikembangkan selain murah, mudah diperoleh, memiliki stabilitas tinggi, dan juga dapat memproduksi hidrogen setinggi-tingginya dan menekan produk samping yang tidak diinginkan (Amphlett *et al.*, 1988; Agrell *et al.*, 2001).

Metode pembuatan katalis sangat beragam dan masing-masing katalis dapat dihasilkan melalui rute yang berbeda. Persiapan biasanya melibatkan beberapa langkah yang berurutan. Banyak katalis berbasis logam dan oksida yang umumnya disintesis dengan tahapan proses absorpsi, pengeringan, kalsinasi, aktivasi. Sifat-sifat katalis sangat berpengaruh terhadap sisi aktif yang berperan sebagai media reaksi antar prekursor (Ariyanti, 2012).

Katalis heterogen paling banyak dikembangkan dewasa ini karena penggunaannya yang lebih efektif dan efisien. Pada dasarnya prinsip sintesis katalis heterogen dengan deposisi atau pendispersian logam aktif pada material support yang mempunyai luas permukaan yang tinggi. Tujuan penggunaan support adalah untuk mendapatkan penyebaran material katalis yang optimum sehingga luas permukaan reaksi lebih besar. Cara ini dapat menghasilkan katalis dengan efisiensi yang tinggi, luas permukaan spesifik logam maksimum, menaikkan stabilitas termal sehingga waktu hidup katalis menjadi lebih lama, dan menghasilkan katalis yang mudah diregenerasi. Tetapi pada beberapa reaksi katalitik, support diharapkan dapat memiliki aktifitas katalitik sehingga baik support maupun logam aktif dapat mempercepat reaksi (Richardson, 1989).

Logam golongan transisi diketahui memiliki banyak aktifitas katalitik yang bermanfaat dalam pengelolaan lingkungan, seperti pengurangan pencemaran udara gas CH₄, gas CO, ataupun dalam reaksi fotokatalitik degradasi berbagai zat warna dan inhibisi mikroba (Li *et al.*, 2007; Fidalgo *et al.*, 2010). Penggunaan katalis logam transisi secara luas akan memerlukan banyak dana, terutama untuk luas permukaan yang besar. Luas permukaan merupakan salah satu faktor penting dalam reaksi katalitik, oleh karena itu penelitian saat ini banyak dilakukan untuk mengefektifkan reaksi katalitik logam transisi tersebut dengan cara memperluas bidang reaksi (sisi aktif) dengan cara deposisi pada berbagai jenis support berpori.

Ada beberapa macam metode preparasi untuk menempatkan fasa aktif logam ke dalam support. Aktivitas dan selektivitas suatu katalis

sangat bergantung pada metode preparasi dan karakteristik dari support. Metode preparasi ini terdiri atas 4 macam yaitu metode impregnasi, pertukaran ion, copresipitasi, dan deposisi. Dua metode yang paling umum digunakan adalah impregnasi dan pertukaran ion, dimana kedua metode ini digunakan untuk mendapatkan katalis bimetal. Prinsip dasar metode impregnasi adalah dengan memasukan katalis logam secara paksa ke dalam pori-pori support. Sedangkan metode pertukaran ion terjadi pertukaran ion-ion yang terdapat pada situs aktif support dengan katalis logam. Salah satu metode yang banyak dilakukan dalam preparasi katalis adalah metode impregnasi, dikarenakan proses sintesis lebih praktis, keberhasilan proses lebih besar, dan menghasilkan limbah yang sedikit (Munnik *et al.*, 2015).

Impregnasi secara luas memiliki pengertian proses penjujukan zat tertentu secara total. Penjujukan ini dilakukan dengan mengisi pori-pori support dengan larutan logam aktif melalui adsorpsi logam, yaitu dengan merendam support dalam larutan yang mengandung logam aktif. Dalam hal ini, support memiliki fungsi sebagai penyedia permukaan yang luas agar lebih mudah menebarkan situs aktif, sehingga permukaan kontakannya lebih luas dan efisien. Impregnasi dilakukan jika pada support tidak terdapat anion atau kation yang dapat dipertukarkan dengan fasa aktif. Penggunaan metode impregnasi juga dipertimbangkan dari faktor biaya. Untuk larutan garam yang mahal dapat dilakukan impregnasi kering. Sedangkan larutan garam yang lebih murah dapat dilakukan impregnasi basah atau pertukaran ion. Kelebihan metode impregnasi basah adalah dapatnya diatur pengontrolan banyak logam yang akan diimpregnasikan. Prekursor fasa aktif tidak disaring setelah proses perendaman dan pemanasan, tetapi langsung dilakukan pengeringan. Tetapi pada impregnasi basah logam yang berikatan pada support hanya terjebak didalam pori sehingga dapat mudah terelusi (Munnik *et al.*, 2015).

Prinsip impregnasi adalah memasukkan katalis logam secara paksa ke dalam rongga-rongga support dengan cara merendam support ke dalam prekursor logam aktif disertai dengan pengadukan dan pemanasan. Impregnasi juga merupakan prosedur yang umum untuk membuat katalis bimetal. Katalis bimetal dapat dibuat dengan ko-impregnasi yaitu kedua garam logam dimasukkan dalam waktu yang sama atau dengan impregnasi terpisah yaitu garam logam pertama dimasukkan kemudian diikuti garam logam

ke-dua. Dalam ko-impregnasi, letak dan sifat logam dalam pengemban tergantung pada jenis garam prekursor yang digunakan dan kecenderungan untuk membentuk paduan dua komponen (Wang *et al.*, 2009).

Penggunaan metode impregnasi juga dipertimbangkan dari faktor biaya. Untuk larutan garam yang mahal dapat dilakukan impregnasi kering. Sedangkan larutan garam yang lebih murah dapat dilakukan impregnasi basah atau pertukaran ion. Kelebihan metode impregnasi basah adalah dapatnya diatur pengontrolan banyak logam yang akan diimpregnasikan. Prekursor fasa aktif tidak disaring setelah proses perendaman dan pemanasan, tetapi langsung dilakukan pengeringan. Tetapi pada impregnasi basah terjebak didalam pori sehingga dapat mudah terelusi (Munnik *et al.*, 2015).

Menurut Munnik *et al.* (2015), impregnasi logam kedalam support dilakukan dengan penambahan senyawa support kedalam larutan dan dilakukan pengadukan dengan pemanasan dibawah titik didih pelarut yang digunakan hingga terbentuk bubur (slurry) dengan variasi waktu dimana semakin lama waktu pencampuran diharapkan semakin banyak logam yang mengisi pori-pori support.

Campuran selanjutnya dikeringkan untuk menghilangkan molekul pelarut sehingga garam logam dapat mengendap pada permukaan pori support. Produk dipanaskan dalam oven yang dapat dialiri gas berupa udara, oksigen, nitrogen atau gas lain tergantung kebutuhan. Temperatur pada proses pengeringan biasanya lebih tinggi dari titik didih pelarut (air: 100-120°C). Penghilangan air akan menyebabkan kejenuhan prekursor dan kristalisasi yang akan berinteraksi dengan support.

Tahapan selanjutnya yang paling penting adalah proses kalsinasi. Proses inibertujuan mengubah kompleks logam menjadi oksidanya, meningkatkan stabilitas mekanik, serta menghilangkan kadar air yang tersisa (kristal air hidrat). Keseluruhan proses umumnya terjadi dalam membentuk katalis terimpregnasi. Kemudian aktivasi untuk meningkatkan kinerja katalis.

Karbon aktif terbuat dari cangkang sawit. Pada prinsipnya, pengolahan arang menjadi arang aktif adalah proses untuk membuka pori-pori arang agar menjadi lebih luas, yaitu dari luas 2 m²/g pada arang menjadi 300 – 2000 m²/g pada arang aktif. Arang aktif dapat dibedakan dari arang berdasarkan sifat pada

permukaannya. Permukaan pada arang masih ditutupi oleh deposit hidrokarbon yang menghambat keaktifannya, sedangkan pada arang aktif permukaannya relatif telah bebas dari deposit dan mampu mengadsorpsi karena permukaannya luas dan pori-porinya telah terbuka (Gomez-Serrano *et al.*, 2003 dalam Lempang, 2009).

Secara umum, ukuran pori arang aktif dibagi ke dalam tiga kategori, yaitu makropori, mesopori dan mikropori. Makropori memiliki diameter 1000 – 100.000 Å, mesopori memiliki diameter 100 – 1000 Å, sedangkan mikropori memiliki diameter kurang dari 100 Å (Roy, 1995). Pada pembuatan arang aktif, mutu produk yang dihasilkan sangat tergantung dari bahan baku yang digunakan, bahan pengaktif, suhu dan cara pengaktifannya (Hartoyo *et al.*, 1990). Arang aktif dapat dibuat dari bahan tumbuhan seperti kayu, biji-bijian, lumut, dan tempurung buah-buahan, maupun bahan-bahan polimer sintetik seperti rayon, poliakrilonitril, dan polivinil klorida.

Karbon aktif dapat dipreparasi dari berbagai bahan dasar, diantaranya kulit buah coklat, sekam padi, pelapah jagung, tempurung kelapa, tempurung kelapa sawit dan lain-lain. Karbon aktif adalah arang yang telah mengalami perubahan sifat fisika dan kimia karena telah melalui proses aktivasi sehingga daya serap dan luas permukaannya meningkat (Maryanto *et al.*, 2009).

Sudrajat dan Soleh (1994) menjelaskan bahwa pembuatan arang aktif dilakukan dalam dua tahap, yaitu proses karbonisasi atau destilasi kering yang dilanjutkan dengan tahap pengaktifan atau pengeluaran senyawa yang menutupi rongga dan pori-pori arang aktif dengan cara dehidrasi menggunakan garam jenuh seperti MgCl₂, ZnCl₂, CaCl₂, NaOH, H₃PO₄, dan lain-lain. Selanjutnya, untuk membebaskan unsur karbon dari ikatan dengan unsur lain, terutama hidrogen dan oksigen, dilakukan oksidasi lemah dengan uap air pada suhu tinggi (1000°C).

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkang kelapa sawit, larutan H₃PO₄ 85%, Larutan ZnCl₂ 7,5%, aquades, garam Cu(NO₃)₂·3H₂O, Zn(NO₃)₂·4H₂O, Na₂CO₃ dan larutan Amonia.

Peralatan yang digunakan untuk mendukung penelitian ini adalah cawan, gelas ukur, timbangan analitik, oven, furnace (Muffle Furnace Carbolite), desikator, pH meter,

kertas indikator, kertas saring, labu ukur 500 mL, erlenmeyer 150 mL, mortal dan alu, ayakan 200 mesh, magnetic stirrer (Thermo Scientific Cimarec), termometer, XRF (Rigaku-NEXCG) dan XRD (Rigaku Miniflex-600).

Preparasi Larutan Aktivasi dan Sampel

Larutan aktivator yang digunakan adalah larutan H₃PO₄ dan ZnCl₂ masing-masing 9% dan 7,5%. 52,94 mL Larutan H₃PO₄ 85% diencerkan dengan aquades dengan total 500 mL dalam labu ukur 500 mL dan 37,50 gram ZnCl₂ dilarutkan dalam aquades dengan total larutan 500 mL dalam labu ukur 500 mL. Larutan Na₂CO₃ pH 10 dengan melarutkan 0,13 gram garam Na₂CO₃ dalam 100 mL aquades dalam labu takar 100 mL.

Sampel cangkang kelapa sawit diperoleh dari PTPN IV Sumatera Utara. Cangkang kelapa sawit sudah dibersihkan dan dikeringkan menjadi Palm Kernel Shell. Cangkang kelapa sawit dimasukkan dan ditimbang sebanyak setengah cawan yaitu 350,46 gram. Dikeringkan dalam oven selama 17 jam dengan suhu 45°C. Setelah dikeringkan, didinginkan di desikator hingga sama dengan suhu ruang dan ditimbang kembali.

Pembuatan Karbon Aktif dari Cangkang Kelapa Sawit

Pembuatan karbon aktif terbagi dalam 3 tahapan sesuai metode Masitoh dan Sianita (2013), yaitu sebagai berikut:

- Dehidrasi: Cangkang dihilangkan kadar air dengan dipanaskan dalam furnace selama 1 jam dengan cawan terbuka pada suhu 105°C.
- Karbonisasi: Cawan ditutup dan dikarbonisasi selama 3 jam dalam furnace pada suhu 550°C. Cangkang kelapa sawit kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang kembali.
- Aktivasi: 40 gram karbon dimasukkan ke dalam masing-masing 2 gelas kimia 500 mL kemudian ditambahkan masing-masing gelas kimia (AC1) larutan aktivator H₃PO₄ 9% dan gelas kimia (AC2) larutan aktivator ZnCl₂ 7,5% dengan volume yang sama yaitu sebanyak 400 mL. Kemudian direndam selama 24 jam dan disaring dengan kertas saring sambil dicuci dengan aquades hingga mencapai pH netral. Dikeringkan karbon aktif dalam oven selama 20 jam pada suhu 105°C.

Pengukuran volume pori

Pengukuran volume pori metode Tsani

(2011), berdasarkan jumlah air yang dapat diserap oleh support. Pengukuran volum pori support dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:

- Merendam karbon aktif dengan aquades hingga gelembung-gelembung udara yang ada hilang
- Meniriskan karbon aktif yang telah direndam kemudian mengeringkan permukaan karbon aktif
- Menimbang berat basah karbon aktif setelah permukaannya dikeringkan
- Melakukan pengeringan kembali di dalam oven dengan temperatur 105°C hingga didapatkan berat kering konstan. Penimbangan dilakukan setiap 15 menit

Impregnasi Katalis Cu/ZnO/Karbon Aktif

Larutan impregnasi katalis Cu/ZnO/Karbon Aktif dengan bobot massa masing-masing 10:10:80 %wt basis massa katalis 20 gram. Ditimbang Cu(NO₃)₂·3H₂O sebanyak 7,6048 gram dan Zn(NO₃)₂·4H₂O sebanyak 7,9964 gram dan dicampurkan dalam gelas kimia 100 mL. Ditambahkan aquades sebanyak 10 mL dinamakan larutan 1 dan diaduk sampai larut sempurna dengan magnetic stirrer. Karbon aktif ditimbang sebanyak 16 gram ditambah larutan Na₂CO₃ sebanyak 40 mL pH 10 dan diaduk dengan magnetic stirrer selama 1 jam. Selama pengadukan, dijaga pH konstan tetap 10 dengan penambahan larutan Na₂CO₃ dengan pengukuran pH setiap 15 menit dinamakan larutan 2. Larutan 1 dan 2 dicampurkan dan diaduk menggunakan magnetic stirrer selama 2 jam pada suhu 80°C kemudian dicek suhu menggunakan termometer. Setelah diaduk, didiamkan selama 24 jam. Kemudian, dikeringkan pada oven pada suhu 70°C hingga kering dan langsung dikalsinasi pada furnace selama 3 jam pada suhu 350°C. Katalis dengan menggunakan karbon aktif aktivator H₃PO₄ diberi nama Cu/ZnO/AC1 dan yang menggunakan aktivator ZnCl₂ diberi nama Cu/ZnO/AC2.

Karakterisasi Katalis Cu/ZnO/Karbon Aktif

a. XRD (X-Ray Diffraction)

Sampel dihaluskan sebelum pengujian dan dipreparasi pada plat sampel. Uji kristalinitas ini dilakukan dengan menggunakan alat instrumentasi XRD menggunakan radiasi Cu pada tegangan 40 kV dan arus 25 mA dengan rentang sudut 5-90°. Difraktogram yang dihasilkan akan memberikan informasi mengenai fase kristalin karbon sebelum diaktivasi, AC1, AC2, Cu/ZnO/AC1 dan Cu/ZnO/AC2.

b. XRF (X-Ray Fluorescence)

Sampel uji dihaluskan sebelum pengujian dan dipreparasi pada plat sampel. Uji senyawa unsur kimia yang terkandung dalam katalis ini diuji dengan sumber tegangan 1200 volt menggunakan radiasi Cu pada tegangan 40Kv dan arus 25 mA. Difraktogram yang dihasilkan akan memberikan informasi mengenai kandungan unsur kimia dalam sampel karbon sebelum diaktivasi, AC1, AC2, Cu/ZnO/AC1 dan Cu/ZnO/AC2.

Analisis Data

Menurut Suharto *et al.* (2016), persentase bobot susut merupakan persentase berkurangnya berat sampel setelah mengalami perlakuan pengeringan dan pemanasan, dihitung dengan rumus:

$$\% \text{Bobot susut} = \frac{\text{bobot awal} - \text{bobot akhir}}{\text{bobot awal}} \times 100\%$$

Menurut Tsani (2011), pengukuran volume pori total merupakan jumlah uap yang teradsorb pada tekanan relatif yang mendekati satu, dengan asumsi bahwa pori-pori tersebut kemudian diisi dengan adsorbat cair.

Volume pori = (Berat karbon aktif basah – Berat karbon aktif kering) / Berat karbon aktif basah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan Karbon Aktif dari Cangkang Kelapa Sawit

Cangkang kelapa sawit merupakan komponen paling keras dari semua bagian yang terdapat pada tanaman kelapa sawit dan bahan bakar padat kelas tinggi yang dapat diperbaharui untuk pembakaran, baik dalam uap batubara atau dibakar pada biomassa pembangkit tenaga listrik, yang biasanya dicampur dengan biomassa tingkatan lainnya, seperti potongan kayu. Menurut Nurmala dan Haryoto (1998), cangkang kelapa sawit termasuk bahan berlignoselulosa yang berkadar karbon tinggi dan mempunyai berat jenis yang lebih tinggi dari pada kayu yang mencapai 1,4 gr/cm³, dimana semakin besar berat jenis bahan baku maka daya serap arang aktif yang dihasilkan akan semakin besar, karakteristik ini memungkinkan bahan tersebut baik untuk dijadikan arang aktif.

a. Dehidrasi dan Karbonisasi

Cangkang kelapa sawit yang digunakan adalah cangkang kelapa sawit yang telah kering dan dihancurkan sehingga karbon aktif yang dihasilkan berbentuk granular.

Cangkang kelapa sawit ditimbang dengan berat akhir adalah 337,9 gram. Bobot susut adalah sebesar 12,56 gram atau pengurangan sebesar 3,58% dari berat awal. Penurunan massa bahan disebabkan karena terjadinya pemanasan yang mengakibatkan dekomposisi bahan atau terlepasnya senyawa yang mudah menguap atau *volatile matter*. *Volatile matter* terdiri dari metan, senyawa hidrokarbon, hidrogen dan nitrogen.

Berikut data penimbangan berat cangkang kelapa sawit proses pengeringan suhu 45°C adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Data Penimbangan berat cangkang kelapa sawit sebelum dan sesudah Keterangan :

m _{cangkang1} (gram)	m _{cangkang2} (gram)	%Bobot Susut
350,46	337,90	3,58%

m_{cangkang1}= Massa Cangkang Kelapa Sawit sebelum pengeringan (gram)

m_{cangkang2}= Massa Cangkang Kelapa Sawit sesudah pengeringan (gram)

Berikut adalah data penimbangan berat cangkang kelapa sawit sebelum dan sesudah karbonisasi dan dehidrasi dalam furnace:

Tabel 2. Data Penimbangan berat cangkang kelapa sawit sebelum dan sesudah karbonisasi

Cawan	m _{cangkang1} (gram)	m _{cangkang2} (gram)	%Bobot Susut
1	108,65	35,21	21,71%
2	112,66	37,47	22,22%
3	116,96	39,91	22,77%
Total	338,27	112,59	66,71%

Keterangan :

m_{cangkang1}= Massa Cangkang Kelapa Sawit sebelum karbonisasi (gram)

m_{cangkang2}= Massa Cangkang Kelapa Sawit sesudah karbonisasi (gram)

Setelah proses dehidrasi dengan suhu 105°C dan karbonisasi pada suhu 550°C menggunakan furnace, bobot susut sebesar 225,68 gram atau pengurangan sebesar 66,71% dari bobot awal. Pengarangan atau karbonisasi merupakan pembakaran biomassa tanpa adanya kehadiran oksigen (Sutiyono, 2002). Sehingga yang terlepas hanya bagian *volatile matter*, sedangkan karbonnya tetap karena karbon tidak akan terjadi pembakaran jika tanpa oksigen (Tirono dan Sabit, 2011).

Menurut Keenan (1991), teori molekul kinetik dengan ditambahkan energi kalor ke

suatu zat, energi itu digunakan untuk mengalahkan gaya-gaya tarik yang mengikat partikel-partikel. Semakin tinggi energi kalor yang diberikan maka akan semakin kuat energi untuk mengalahkan gaya-gaya tarik antar molekul. Pada komposisi tempurung kelapa lignin, selulosa, dan hemiselulosa akan mengalami dekomposisi atau pelepasan ikatan untuk membentuk senyawa. Dari dekomposisi bahan tersebut akan terjadi penurunan massa bahan dengan semakin tingginya suhu karbonisasi. Menurut Nasution dan Rambe (2011), pada saat terjadinya proses pemanasan dengan temperatur 500°C unsur/senyawa tersebut sebagian menguap, berdasarkan kevolatilan dari pada unsur/senyawa tersebut. Seperti senyawa etanol benzen dan kadar air yang ada pada cangkang sawit akan mulai menguap pada temperatur 100°C, sedangkan senyawa holoselulosa dan selulosa akan berubah menjadi karbon berwarna hitam. Penyusutan bobot cangkang kelapa sawit menunjukkan bahwa kandungan air dalam cangkang kelapa sawit keluar terlebih dahulu selama proses dehidrasi dan karbonisasi. Kandungan air yang kecil ini dapat meningkatkan kualitas dari daya adsorpsi karbon aktif (Suhendrawati *et al.*, 2013).

Menurut Sudrajat dan Salim (1994) dalam Kurniati (2008), pada suhu 100-120°C terjadi penguapan air dan sampai suhu 270°C mulai terjadi peruraian selulosa, pada suhu 270-310°C reaksi eksotermik terjadi berlangsung dimana terjadi peruraian selulosa secara intensif menjadi larutan piroligant, gas kayu dan sedikit tar, pada suhu 310-500°C terjadi peruraian lignin, dihasilkan lebih banyak tar sedangkan larutan pirolignat menurun, gas CO₂ menurun sedangkan gas CO, CH₄ dan H₂ meningkat, dan pada suhu 500-1000°C merupakan tahap dari pemurnian arang atau karbon.

b. Aktivasi secara Kimia

Aktivasi menggunakan masing-masing 40 gram cangkang kelapa sawit yang direndam dalam larutan aktivator H₃PO₄ dan ZnCl₂ dengan konsentrasi masing-masing 9% dan 7,5% selama 24 jam. Perendaman dengan bahan aktivasi ini dimaksudkan untuk menghilangkan atau membatasi pembentukan lignin, karena adanya lignin dapat membentuk senyawa tar.

Waktu perendaman untuk bermacam-macam zat tidak sama. Misalnya tempurung kelapa dengan aktivator ZnCl₂ direndam selama 20 jam (Tutik dan Faizah, 2001) dan H₃PO₄ lamanya perendaman sekitar 12-24 jam (Sudrajat *et al.*, 1994). Kemampuan

adsorpsi karbon aktif dari hasil aktivasi dengan larutan kimia H₃PO₄ cenderung meningkat sesuai dengan peningkatan konsentrasi larutan kimia aktivasi, hal ini dikarenakan bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan kimia aktivasi maka semakin kuat pengaruhnya larutan kimia tersebut mengikat senyawa-senyawa tar sisa karbonisasi untuk keluar melewati mikro pori-pori dari cangkang kelapa sawit (Kurniati, 2008). Semakin tinggi konsentrasi larutan ZnCl₂ maka semakin tinggi kemampuan karbon aktif dalam mengadsorpsi suatu gas. Jadi, karbon teraktivasi ZnCl₂ 10% lebih tinggi penyerapannya dibanding karbon teraktivasi lainnya.

Pada proses penyaringan dan pencucian hingga pH netral, karbon aktif dengan aktivator H₃PO₄ memiliki pH yang lebih asam dibanding ZnCl₂, yaitu pH 2 untuk H₃PO₄ dan pH 5 untuk ZnCl₂. Pada proses aktivasi yang mempergunakan garam mineral, asam dan basa sebagai aktivator, dimana aktivator ini ditambahkan pada bahan dasar sebelum dilakukan proses pembakaran atau karbonisasi. Maka pada saat proses karbonisasi dilakukan aktivator tersebut akan mengikat karbon yang baru berbentuk dengan gaya adhesi sehingga bila aktivator tersebut dicuci dengan air maka akan diperoleh karbon yang mempunyai permukaan lebih terbuka sehingga mempunyai gaya adhesi yang lebih besar (Farid *et al.*, 1981).

Berikut tabel data penimbangan berat karbon aktif sesudah kalsinasi:

Tabel 3. Data Penimbangan Berat Karbon Aktif sesudah Kalsinasi

Karbon Aktif	m _{karbon} (gram)
AC1	38,11
AC2	38,15

Keterangan:

AC1 = Karbon Aktif aktivator H₃PO₄

AC2 = Karbon Aktif aktivator ZnCl₂

Data penimbangan massa karbon aktif setelah diaktivasi dan dikalsinasi juga mengalami penyusutan dikarenakan adanya sebagian arang (karbon) berubah menjadi abu, gas CO, H₂, air dan gas-gas hidrokarbon lainnya yang mudah menguap.

Pengukuran Volume Pori

Pengukuran volume pori menggunakan metode pengukuran jumlah air yang diuapkan setelah dilakukan perendaman pada karbon aktif sama dengan volume pori yang ada pada karbon aktif untuk menjadi dasar jumlah larutan impregnasi basah pada pembuatan katalis. Pengeringan ini bertujuan untuk

menghilangkan air yang terperangkap dalam pori-pori katalis sehingga proses difusi larutan impregnan dapat berlangsung dengan efektif. Massa karbon aktif yang paling konstan sebagai massa kering dan massa sebelum dilakukan pengeringan sebagai massa basah. Volume pori adalah perbandingan selisih massa basah dan kering terhadap massa kering karbon aktif. Pengukuran volume pori ini disebut dengan screening awal dan analisa lanjutan untuk volume pori total dan luas permukaan katalis menggunakan metode BET dengan adsorpsi gas N_2 (Tsani, 2011).

Tabel 4. Data Screening Volume Pori AC1 (aktivator H_3PO_4)

Waktu (jam)	Cawan Kosong (gram)	Cawan karbon (gram)	m_{Karbon} (gram)
0		66,0555	12,5927
1		63,2455	9,7827
1,25		63,1414	9,6786
1,5	53,4628	63,0886	9,6258
1,75		63,0443	9,5815
2		63,0421	9,5793
24		62,9957	9,5329

Berdasarkan data screening volume pori AC1, berat konstan didapatkan pada berat 9,5329 gram dan didapatkan volume pori adalah 0,3209 m^3/g . Pada penelitian ini, digunakan volume larutan impregnan sebesar 30 kali volum pori support katalis. Hal ini dikarenakan volum larutan impregnan sebesar 30 kali volum pori dapat membasahi logam aktif katalis secara merata dengan basis massa katalis 20 gram.

Tabel 5. Data Screening Volume Pori AC2 (aktivator $ZnCl_2$)

Waktu (jam)	awan Kosong (gram)	awan + karbon (gram)	m_{Karbon} (gram)
0		62,1434	1,9614
1		60,3106	0,1286
1,25		60,0403	9,8610
1,5	50,1820	59,9627	9,7807
1,75		59,7467	9,5647
2		59,7069	9,5249
24		59,6571	9,4751

Berdasarkan data pengukuran volume pori AC2, berat konstan yang diperoleh adalah 9,4751 dengan selisih sedikit dengan berat sebelumnya. Maka, volume pori dari AC2 adalah 0,2624 m^3/g dan digunakan volum

larutan impregnan sebesar 30 kali volum pori support katalis dengan basis massa katalis 20 gram. Maka, volum larutan impregnan aktivator H_3PO_4 adalah 9,627 mL sedangkan karbon aktif aktivator $ZnCl_2$ sebanyak 7,872 mL. Volume pori dari H_3PO_4 lebih besar dibandingkan dengan volume pori $ZnCl_2$ sehingga volume larutan impregnan yang dibutuhkan karbon aktif dengan aktivator asam fosfat lebih banyak dibandingkan dengan karbon aktif dengan aktivator seng klorida.

Impregnasi Katalis Cu/ZnO/Karbon Aktif

Pembuatan katalis dilakukan dengan impregnasi basah dimana logam Cu dipadukan dengan promotor ZnO. Impregnasi karbon aktif dengan logam Cu dan ZnO basis massa 20 gram perbandingan $Cu(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$: $Zn(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$: Karbon Aktif adalah 10:10:80 (%wt). Perbandingan katalis Cu/ZnO/Karbon Aktif yang memiliki konversi CO dan %yield paling tinggi karena mampu 10%wt Cu mampu mengkonversikan syngas menjadi metanol, 10%wt ZnO sebagai promotor mampu mencegah Cu sintering (Vantya, 2017).

Pada impregnasi katalis dilakukan pengaturan pH pada support katalis yang menjadi basa dengan larutan Na_2CO_3 pH 10 dan menjadi asam sekitar pH 4 -5 ketika dicampurkan dengan larutan Cu/ZnO. Salah satu faktor yang mempengaruhi hasil uji aktivitas katalis adalah pH. Perlakuan pengasaman membentuk fungsi asam stabil termal pada permukaan karbon aktif sehingga mempengaruhi konversi CO dan selektivitas metanol yang dihasilkan (Liakakou *et al.*, 2014).

Pada dua jenis aktivator yang digunakan, AC1 (aktivator H_3PO_4) memiliki pH yang lebih asam dibandingkan AC2 (aktivator $ZnCl_2$). Pengasaman pada karbon aktif menyebabkan pembentukan kelompok-kelompok fungsional asam, seperti -COOH dan -OH) pada permukaannya dan setelah kalsinasi pada suhu 575°C, jumlah keasaman berkurang secara signifikan menunjukkan bahwa kelompok-kelompok fungsional yang terbentuk sebagian besar terurai pada suhu ini (Liakakou *et al.*, 2014).

Uji Karakterisasi Katalis

a. XRD

Pengujian XRD dilakukan sampel arang sebelum diaktivasi, AC1, AC2, Cu/ZnO/AC1, dan Cu/ZnO/AC2. Sampel katalis yang diuji adalah katalis yang belum direduksi oleh gas

H₂, sehingga sampel katalis Cu/ZnO/karbon aktif masih mengandung oksida-oksida logam, seperti CuO dan ZnO. Pengujian XRD yang dilakukan masih mengandung oksida-oksida logamnya dibandingkan dengan pola difraksi CuO dan ZnO dengan database COD (*Crystallography Open Database*) masing-masing COD 1526990 dan COD 2107059 menggunakan software aplikasi Match. Hasil analisa Cu/ZnO/Karbon Aktif dapat dilihat tabel dibawah ini:

Tabel 6. Pola Difraksi Katalis Cu/ZnO/Karbon Aktif

Sebelum aktivasi		AC1		AC2	
2θ	I ₀	2θ	I ₀	2θ	I ₀
26,3	258	26,3	256	26,2	242
31,7	90	27,1	418	26,4	249
31,7	104	31,7	103	31,8	120
34,4	102	34,3	86	31,9	125
35,3	100	34,4	108	34,2	108
36,1	103	35,5	89	34,4	116
36,4	96	35,4	95	35,3	95
38,4	102	36,3	61	36,3	96
38,5	91	38,6	100	36,5	101
61,4	45	61,4	46	61,5	47
61,5	53	65,5	39	65,5	40

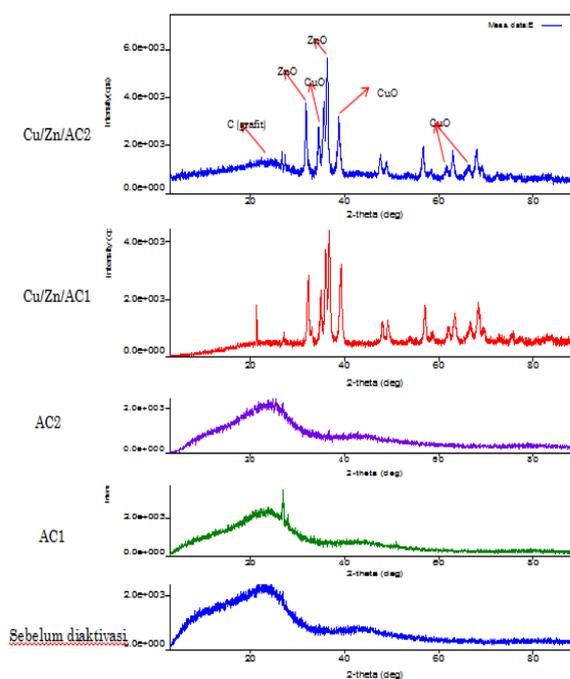
Cu/ZnO/Karbon Aktif			
Cu/ZnO/AC1		Cu/ZnO/AC2	
2θ	I ₀	2θ	I ₀
26,1	68	26	151
31,7	63	31,7	313
32,1	185	34,4	234
32,3	340	35,3	240
34,3	78	36,3	624
35,3	110	36,3	678
36,3	249	38,5	228
36,5	278	38,8	384
38,8	170	61,5	130
61,4	81	65,5	89
65,5	74	65,5	89

Intensitas yang semakin besar menyebabkan derajat kristalinitas menjadi lebih besar (Gustama, 2012). Berdasarkan *database* pola difraksi COD diperoleh bahwa ZnO akan terlihat pada sudut 2θ, diantaranya yaitu 36,40; 35,46; 68,08; 68,17. Jika dibandingkan dengan hasil analisa beberapa sampel di atas dapat intensitas dari katalis Cu/Zn/AC2 yang memiliki kandungan ZnO dengan intensitas yang besar, yaitu sebesar 678 pada sudut 36,36°.

Berdasarkan *database* pola difraksi COD diperoleh bahwa pola difraksi C (grafit) akan terlihat pada sudut 2θ, yaitu 26°. Sampel uji

yang memiliki sifat C grafit yang tinggi adalah karbon yang belum diaktivasi, kemudian sampel AC1 dan AC2 juga masih mengandung sifat C grafit yang tinggi juga. Hal ini dapat dilihat dari intensitas dari 2θ Karbon sebelum diaktivasi paling tinggi dibandingkan semua sampel uji, yaitu pada 26,26 instensitasnya sebesar 258. Struktur kristalin pada arang terbentuk dari senyawa karbon yang membentuk lapisan heksagonal. Grafit merupakan material berbasis karbon yang berstruktur kristal, bersifat tidak elastis, dan memiliki konduktivitas termal dan listrik yang baik. Atom-atom karbon dalam grafit tersusun membentuk heksagonal di sistem cincin planar terkondensasi. Masing-masing atom karbon berikatan kovalen dengan atom karbon tetangganya, sedangkan antar lapisan membentuk ikatan van der Waals (Pari, 2004).

Menurut Wismadi (2001), puncak-puncak CuO akan terlihat pada sudut 2θ, diantaranya yaitu 35,30°; 38,50°; 61,47°; dan 65,53°. Hasil sampel uji yang memiliki kandungan CuO yang paling tinggi adalah Cu/ZnO/AC2 dengan intensitas 240 pada sudut 35,3°. Sedangkan hasil uji Cu/ZnO/AC1 memiliki intensitas yang kecil pada sudut 35,3 yaitu sebesar 110°.



Gambar 1 .Perbandingan Pola Difraksi Hasil Uji XRD

Semakin tinggi jumlah asam fosfat dalam larutan impregnasi, maka kekuatan fisik katalis akan semakin tinggi, namun molekul-molekul asam fosfat ini akan menutupi molekul promotor (ZnO) sehingga dapat menurunkan aktivitas katalis (Tsani, 2011). Berdasarkan

Sun (2013), jumlah asam fosfat yang ditambahkan pada katalis maksimum adalah sebanyak 0,5%wt.

b. XRF

Sampel pengujian XRF sama dengan XRD dengan hasil yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 7. Hasil Uji Kandungan Unsur Kimia XRF

Sebelum diaktivasi	17,40	10,6	50,90
AC1	86,8	-	0,52
AC2	16,8	-	67,0
Cu/ZnO/AC1	0,19	45,8	46,3
Cu/ZnO/AC2	0,30	41,8	47,1

Hasil pengujian dengan menggunakan XRF yang memiliki puncak yang tertinggi adalah unsur Fe, Cu dan Zn. Berdasarkan hasil uji di atas, kandungan Fe dalam AC1 (aktivator H₃PO₄) paling tinggi dibandingkan dengan hasil uji sampel lainnya. Kandungan Fe akan semakin menurun atau hilang dengan adanya karbonisasi, aktivasi dan impregnasi. Kandungan Cu paling tinggi ada pada Cu/ZnO/AC1 yang menunjukkan fasa logam aktif Cu yang terserap karbon aktif yang diaktivasi dengan H₃PO₄ paling banyak dibandingkan Cu/ZnO/AC2. Sedangkan kandungan senyawa Zn paling tinggi pada sampel Cu/ZnO/AC2. Maka, dapat dilihat bahwa Cu/ZnO/AC1 paling banyak menyerap logam Cu sedangkan Cu/ZnO/AC2 (aktivator ZnCl₂) paling banyak menyerap unsur Zn.

Berdasarkan penelitian Nasution dan Rambe (2011), uji XRF pada arang cangkang kelapa sawit dengan suhu karbonisasi 500°C masih mengandung unsur Al, Si, K dan Fe, namun puncak (peak) yang paling tinggi adalah unsur karbonnya (unsur C). Pada pengujian sampel karbon aktif yang sebelum dan sesudah diaktivasi tidak menunjukkan adanya unsur karbon yang kemungkinan adanya beberapa faktor yang penyebab, yaitu kesalahan alat yang tidak menghasilkan analisa kadar unsur C.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian ini yaitu :

1. Preparasi karbon aktif sebagai support katalis terbagi dalam 3 tahap, yaitu dehidrasi pada suhu 105°C selama 1 jam,

karbonisasi pada suhu 550°C selama 3 jam, dan aktivasi dengan menggunakan H₃PO₄ (AC1) dan ZnCl₂ (AC2) dengan direndam selama 24 jam.

2. Preparasi katalis Cu/ZnO/Karbon Aktif dengan metode impregnasi perbandingan massa Cu:ZnO:Karbon Aktif (10:10:80% w/t) dan dikalsinasi.
3. Hasil uji XRD pada karbon aktif sebelum diaktivasi, aktivator H₃PO₄ dan aktivator ZnCl₂, kandungan C (grafit) muncul pada 2θ 26° dengan aktivator H₃PO₄ puncak kristalinitas paling tinggi dan amorf. Pada katalis Cu/ZnO/AC2 memiliki kristalinitas lebih tinggi dibandingkan Cu/ZnO/AC1 dengan CuO muncul pada 2θ 35,30°;38,50°;61,47°; dan 65,53°; sedangkan ZnO muncul pada 2θ yaitu 36,40; 35,46; 68.08; dan 68,17.
4. Hasil uji XRF pada karbon aktif sebelum diaktivasi, aktivator H₃PO₄ dan aktivator ZnCl₂, kandungan Fe tinggi dibandingkan setelah di-impregnasi menjadi katalis sedangkan kandungan Cu paling tinggi pada katalis Cu/ZnO/AC1 sebanyak 45,80% dibandingkan katalis Cu/ZnO/AC2 sebanyak 41,80%.

DAFTAR PUSTAKA

Ariyanti, R. 2012. Pengaruh Garam Prekursor Terhadap Aktivitas Katalis CuO/γ-Al₂O₃ yang Digunakan Dalam Reaksi Hidrogenasi Minyak Jarak. Skripsi Universitas Indonesia.

Danarto, Y. C., dan Samun-T., 2008, Pengaruh Aktivasi Karbon dari Sekam Padi pada Proses Adsorpsi Logam Cr (IV): Jurusan Teknik Kimia UNS Surakarta (Online),7.

Dias, J.M., Alvim-Ferraz, M.C.M. Almeida, M.F. Diaz, J.D.M. Polo, M.S. Utrilla. 2012. Selection of Heterogeneous Catalysts for Biodiesel Production from Animal Fat. *Fuel*. 94:418-425.

Fidalgo, B., Zubizarreta, L., Arenillas, A. 2010. Synthesis of Carbon-supported Nickel Catalysts for The Dry Reforming of CH₄, *Fuel Processing Technology*, 91, 765-769.

Hameed, B.H., L.F. Lai, L.H. Chin. 2009. Production of Biodiesel from Palm Oil (*Elaeis guineensis*) Using Heterogeneous Catalyst : An Optimized Process. *Fuel Processing Technology*. 90:606-610.

J.T. Richardson. 1989. Principle of Catalysts Development. Plenum Press.

- Jamaludin, A. dan D. Adiantoro. 2012. Analisis Kerusakan X-Ray Fluoresence (XRF). Jurnal Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir BATAN. ISSN 1979-2409 (9-10): 19-28.
- Khairunnisa, R., 2008, Kombinasi Teknik Elektrolisis dan teknik Adsorpsi menggunakan Karbon Aktif untuk Menurunkan Konsentrasi Senyawa Fenol dalam Air: FMIPA Depok.
- Kurniati, E., 2008, Pemanfaatan Cangkang Kelapa Sawit sebagai Arang Aktif: Penelitian Ilmu Teknik: 8 (2).
- Lestari, D.Y. 2012. Pemilihan Katalis yang Ideal. "Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA". Universitas Negeri Yogyakarta
- Ma, Y., Q. Wang, X. Wang, X. Sun dan X. Wang. 2015. A Comprehensive Study on Activated Carbon Prepared from Spent Shiitake Substrate via Pyrolysis with ZnCl₂. Journal Porous Mater. 22(1):157-169.
- Maryanto, D., Mulasari, S. A., dan Suryani, D., 2009, Penurunan Kadar Emisi Gas Buang Karbon Monoksida (CO) dengan Penambahan Arang Aktif pada Kendaraan Bermotor Di Yogyakarta: KES MAS.
- Masrukan, Rosika, D. Anggraini dan J. Kisworo. 2007. Komparasi Analisis Komposisi Dengan Menggunakan Teknik X-ray Fluorocency (XRF) dan Emission Spectroscopy. Prosiding Pustek Akselerator dan Proses Bahan BATAN. ISSN 0216-3128: 120-125.
- Munnik, P., Petra, E., Krijn, P. 2015. Recent Developments in The Synthesis of Supported Catalyst, American Chemical Society, 155, 6687-6718
- Nasution, Z.A. dan S.M. Rambe. 2011. Pengaruh Temperatur Terhadap Pembentukan Pori Arang Cangkang Sawit Sebagai Adsorpsi. Jurnal Dinamika Penelitian Industri. 22(1):41-47.
- Pahan, I. 2007. Panduan Lengkap Kelapa Sawit: Manajemen Agribisnis dari Hulu Hingga Hilir. Jakarta: Penerbit Swadaya.
- Prahas, D., Y. Kartika, N. Indraswati dan S. Ismadji. 2008. Activated Carbon from Jackfruit Peel Waste by H₃PO₄ Chemical Activation: Pore Structure and Surface Chemistry Characterization. Chemical Engineering Journal. 140(1):32-42.
- Rahman, R. 2008. Pengaruh Proses Pengerinan, Anil dan Hidrotermal Terhadap Kristalinitas Nanopartikel TiO₂ Hasil Proses Sol-Gel. Skripsi Fakultas Teknik Departemen Metalurgi dan Material Depok.
- Sutyono. 2002. Pembuatan Briket Arang dari Tempurung Kelapa Dengan Bahan Pengikat Tetes Tebu dan Tapioka. Jurnal Kimia dan Teknologi. Surabaya.
- Tirono, M. dan A. Sabit. 2011. Efek Suhu Pada Proses Pengarangan Terhadap Nilai Kalor Arang Tempurung Kelapa (Coconut Shell Charcoal). 3(2): 143-152.
- Tri Kurnia Dewi, Arif Nurrahman, Edwin Permana. 2009. Pembuatan Karbon Aktif Dari Kuli Ubi Kayu (Mannihot esculenta) Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya Jurnal Teknik Kimia, No. 1, Vol. 16.
- Vantycya, D. 2017. Pemanfaatan Cangkang Kelapa Sawit Terimpregnasi Logam Cu/Zn Sebagai Katalis Untuk Konversi Syngas Menjadi Metanol. Skripsi Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Wang, Y., Gan, Y., R. Whiting. 2009. Synthesis of sulfated titania supported on mesoporous silica using direct impregnation and its application in esterification of acetic acid and n-butanol. Journal of Solid State Chemistry. 182(9):2530-2534

PENGARUH RASIO ASAM PENITRASI PADA PEMBUATAN NITROSELULOSA DARI LIMBAH KULIT DURIAN

Bambang Kusmartono¹, Murni Yuniwati², Ganjar Andaka³, Friska Bintang⁴

¹²³⁴Jurusan Teknik Kimia, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Email: bambangkusmartono@akprind.ac.id

ABSTRACT

Nitrocellulose is one of the basic ingredients of a single base type propellant made by nitration of cellulose using a mixture of nitric acid and sulfuric acid with water. In industry, nitrocellulose can be used as a plastic base material, lacquer (coating material), film, cement base material, raw material propellant (explosive) and smokless powder. Coconut fibers contain relatively high cellulose compounds and can be used as a basis for making nitrocellulose.

This research aims to study the process of cellulose nitration on durian skin into nitrocellulose. It also aims to study the optimum conditions in the durian skin nitration process to produce nitrocellulose with high nitrogen content.

This research was conducted through two stages, namely the pre-treatment process and the nitration process. The pre-treatment process aims to increase the levels of α -cellulose in raw materials, through the process of pre-hydrolysis, delignification, and bleaching. While the nitration process uses a mixture of acids consisting of nitric acid and sulfuric acid as a catalyst. In this study the effect of reaction time and the comparison of sulfuric acid with nitric acid were studied.

The results showed that the nitration process would give the best results at the reaction time of 90 minutes, the ratio of sulfuric acid to nitric acid 7: 3. In this condition a yield of 94.6% was obtained with a nitrogen content of 11.12% and included in the quality of A grades and in the industrial field could be used as a plastic and lacquer base material. FTIR test results indicate that two uptake of -NO₂ groups in nitrocellulose has been formed, so that it is included in the type of cellulose di-nitrate.

Keywords: Nitrocellulose, durian peel, nitration time, acid titration ratio

INTISARI

Nitroselulosa merupakan salah satu bahan dasar dari propelan jenis *single base* yang dibuat dengan nitrasasi terhadap selulosa menggunakan campuran asam nitrat dan asam sulfat dengan air. Di dalam industri, nitroselulosa dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar plastik, *lacquer* (bahan pelapis), *film*, bahan dasar semen, bahan baku propelan (peledak) dan *smokless powder*. Serabut Kelapa mengandung senyawa selulosa yang lumayan tinggi dan dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan nitroselulosa.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari proses nitrasasi selulosa pada kulit durian menjadi nitroselulosa. Selain itu juga bertujuan untuk mempelajari kondisi yang optimum pada proses nitrasasi kulit durian untuk menghasilkan nitroselulosa dengan kadar nitrogen yang tinggi.

Penelitian ini dilakukan melalui dua tahapan, yaitu proses *pre-treatment* dan proses nitrasasi. Proses *pre-treatment* bertujuan untuk meningkatkan kadar α -selulosa dalam bahan baku, melalui proses pre-hidrolisis, delignifikasi, dan *bleaching*. Sedangkan proses nitrasasi menggunakan asam campuran yang terdiri dari asam nitrat dan asam sulfat sebagai katalisator. Pada penelitian ini dipelajari pengaruh waktu reaksi, dan perbandingan asam sulfat dengan asam nitrat.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses nitrasasi akan memberikan hasil terbaik pada waktu reaksi 90 menit, perbandingan asam sulfat terhadap asam nitrat 7:3. Pada kondisi ini diperoleh *yield* sebanyak 94,6% dengan kandungan nitrogen sebesar 11,12% dan termasuk dalam kualitas A *grades* serta di bidang industri dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar *plastic* dan *lacquer*. Hasil uji FTIR menunjukkan bahwa telah terbentuk dua serapan gugus -NO₂ pada nitroselulosa, sehingga termasuk dalam jenis selulosa di-nitrat.

Kata kunci : Nitroselulosa, kulit durian, waktu nitrasasi, rasio asam penitrasasi

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang banyak dan kaya akan sumber daya alamnya.

Salah satu yang potensial dimanfaatkan di masa mendatang adalah sumber daya selulosa. Selulosa terdapat pada semua

tanaman tingkat tinggi hingga organisme tumbuhan primitif, diantaranya adalah buah durian yang mengandung selulosa pada bagian kulitnya.

Buah durian pada umumnya hanya dikonsumsi dagingnya baik secara langsung atau diolah menjadi berbagai produk seperti dodol durian, ice cream durian, dan sebagainya. Bagian buah yang dapat dimakan (persentase bobot daging buah) tergolong rendah yaitu hanya 20,52%. Hal ini berarti ada sekitar 79,48% yang merupakan bagian yang tidak dimanfaatkan untuk dikonsumsi seperti kulit dan biji durian (Chaerul Novita, 2013). Sehingga, dapat diperkirakan limbah yang dihasilkan sekitar 556.360 ton per tahun.

Kulit durian mengandung senyawa selulosa yang lumayan tinggi, sekitar 60-70% sehingga berdasarkan hal tersebut ada peluang untuk memanfaatkannya menjadi bahan yang lebih bernilai dari sekedar limbah. Salah satu pemanfaatan yang bisa dilakukan adalah pembuatan nitroselulosa dari bahan dasar kulit durian.

Nitroselulosa dibuat dengan nitrasi terhadap selulosa menggunakan campuran asam nitrat dan asam sulfat dengan air. Nitroselulosa dibuat dengan reaksi selulosa yaitu proses substitusi (penggantian) gugus -OH dengan gugus -ONO₂. Di dalam industri, nitroselulosa dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar plastik, *lacquer* (bahan pelapis), *film*, bahan dasar semen, bahan baku propelan (peledak) dan *smokless powder*.

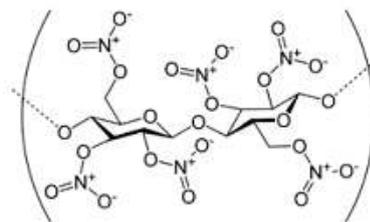
Tabel 1. Jenis-jenis Selulosa Nitrat dan Kegunaannya

% N	Bidang Aplikasi	Pelarut
10,7 – 11,2	<i>Plastic, Lacquer</i>	Etil Alkohol
11,2 – 11,7	<i>Film, Lacquer</i>	Etil alkohol, metanol, etil
11,8 -12,3	<i>Film, Lacquer, Coated fabric, cement.</i>	butil, amil asetat, aseton, metil etil keton.
12,5 – 13,5	<i>Smokeless powder</i>	Aseton

Sumber: (Shreve's, 1984)

Selulosa nitrat memiliki nilai derajat polimerisasi (n)= 100-3500, berat molekul 459,28–594,28, memiliki warna putih dan kuning, berbau, mudah terbakar dan meledak, densitas relatif 1,58 - 1,65, melting point 160°C sampai dengan 170°C, *flash point* 12,78°C dan akan mudah terbakar pada suhu 170°C. Selulosa nitrat tidak larut dalam air, larut dalam keton, ester, alkohol dan solven lainnya. Selulosa nitrat merupakan zat yang

tidak stabil dan mudah terbakar apabila suhunya mencapai di atas 170°C karena terjadi perubahan komposisi akibat panas yang tiba-tiba. (Austin, 1984).

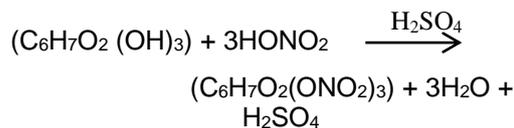


Gambar 1. Struktur Molekul Selulosa Nitrat

Selulosa dengan kadar α -selulosa diatas 92% memenuhi syarat untuk digunakan sebagai bahan baku utama pembuatan propelan dan/atau bahan peledak, yaitu apabila kadar nitrogen yang diperoleh >12,5% (Isroi, 2008).

Sehingga untuk mendapatkan kadar α -selulosa yang tinggi, maka hemiselulosa dan lignin harus dihilangkan terlebih dahulu. Penghilangan hemiselulosa bisa dengan cara pre-hidrolisis menggunakan aquadest pada suhu mendidih (Syahputra, 2011), sedangkan penghilangan lignin dapat dilakukan dengan menambahkan alkali/basa agar menjadi senyawa lain yang mudah larut (Nuringtyas, 2010). Dan untuk memaksimalkan penghilangan lignin tersebut, bisa juga dilakukan melalui proses pemurnian dengan hidrogen peroksida (Saragih E, 2013).

Proses nitrasi adalah masuknya gugus nitro ke dalam zat-zat organik atau kimia lainnya dengan menggunakan campuran asam nitrat dan asam sulfat. Perbandingan (dalam mol) antara asam sulfat, asam nitrat, dan air adalah 1:2:2, sedangkan untuk % beratnya adalah 21,3% : 66,4% : 12,2 % (Ullman's, 2006). Reaksi yang terjadi adalah :



Kadar N akan menentukan sifat fisik dan kimia nitroselulosa. Substitusi berlangsung sepanjang rantai polimer bukan mengumpul pada satu monomer. Nitroselulosa dibuat dengan reaksi nitrasi selulosa yaitu proses penggantian gugus -OH dengan gugus -ONO₂. Proses ini dikendalikan oleh rasio diantara asam, rasio asam-selulosa, dan suhu reaksi. Jika terjadi penggantian satu gugus (C₆H₇O₂(OH)₂(ONO₂)), dua gugus (C₆H₇O₂(OH)(ONO₂)₂), tiga gugus (C₆H₇O₂(ONO₂)₃), maka kadar nitrogen dalam

nitroselulosa adalah berturut-turut 7,3%, 12,73%, dan 16,86% (Hartaya, 2009).

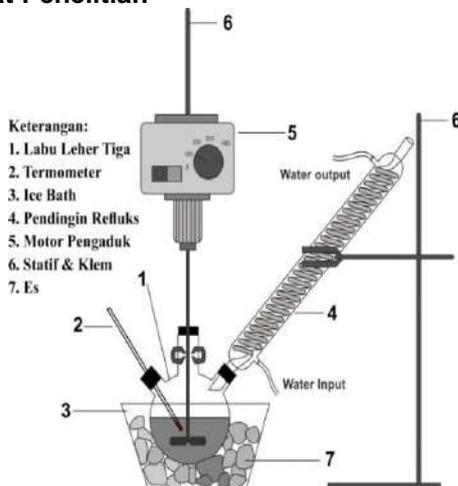
Metode analitik yang paling umum digunakan dalam penentuan kadar nitrogen adalah metode *Kjeldahl* (Sudarmadji, 1996). Sedangkan analisis kualitatif dapat menggunakan alat *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) untuk mendeteksi keberadaan gugus $-NO_2$ dalam nitroselulosa (Hartaya, 2008).

METODE PENELITIAN

Bahan Penelitian

Selulosa diperoleh dari kulit durian. Larutan HNO_3 65% dan larutan H_2SO_4 95% digunakan sebagai pereaksi dalam reaksi nitrasi selulosa menjadi nitroselulosa. Larutan $NaHCO_3$ 10% dan aquadest digunakan sebagai zat pencuci hasil proses nitrasi. Dan larutan $NaOH$ 17,5% digunakan dalam proses penghilangan lignin (lignifikasi) pada kulit durian.

Alat Penelitian



Gambar 2. Rangkaian alat nitrasi

Alat Utama terdiri dari labu leher tiga 500 mL, thermometer, *ice bath*, pendingin refluks, motor pengaduk, statif & klem. Sedangkan alat penunjang terdiri dari *Blender*, ayakan, Corong, pemanas, timbangan digital, gelas kimia 1000 mL, gelas ukur 100 mL, 50 mL, pipet tetes, pipet volume 10 mL, batang pengaduk, erlenmeyer 250 mL, labu *Kjeldahl*, alat distilasi, dan buret.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam tiga tahapan, yaitu tahap *pre-treatment* bahan baku, tahap penelitian pembuatan nitroselulosa dan tahap analisis produk

nitroselulosa yang meliputi perhitungan besarnya % *yield* dan analisis kadar nitrogen produk nitroselulosa (Purnawan, 2010).

Pre-treatment Bahan Baku

Kulit durian dicuci dengan air untuk menghilangkan kotorannya. Lalu dioven pada suhu $100^{\circ}C$ sampai berat konstan. Kemudian diperkecil ukurannya menggunakan *blender* dan setelah itu diayak pada ukuran 20 – 50 *mesh*.

Proses pre-hidrolisis: Sampel dimasak dalam aquadest pada suhu $100^{\circ}C$ selama 1 jam, dengan rasio bahan terhadap cairan pemasak 1:6, lalu serat yang didapat dikeringkan dalam oven pada suhu $100^{\circ}C$ (Nuraini, 2011).

Proses Delignifikasi: Serat di-delignifikasi dalam larutan $NaOH$ 17,5% pada suhu $100^{\circ}C$ selama 1 jam, dengan rasio berat serat terhadap volume larutan $NaOH$ sebesar 1:8, setelah itu serat dicuci hingga bersih lalu dikeringkan dalam oven (Saragih, 2013).

Proses pemurnian (*bleaching*): Proses pemurnian dilakukan dengan hidrogen peroksida selama 1 jam pada suhu $70^{\circ}C$, dengan rasio berat serat terhadap volume H_2O_2 3% sebanyak 1:10, serat dicuci dengan aquadest sampai pH netral lalu dikeringkan, kemudian diambil sedikit sampel untuk dilakukan analisis kadar α -selulosa (Zulfieni, 2011).

Proses Pembuatan Nitroselulosa

Merangkai alat untuk proses nitrasi, Lalu memasukkan 100 mL campuran H_2SO_4 95% dan HNO_3 65% dengan perbandingan 1:4 ke dalam labu leher tiga, dan suhu didalam labu diatur antara $5-15^{\circ}C$. Kemudian 5 gram sampel dimasukkan ke dalam campuran asam tersebut. Labu ditutup rapat dengan lak, kemudian motor pengaduk dihidupkan pada kecepatan pengadukan 200 rpm. Proses nitrasi dilakukan selama waktu yang telah divariasikan (30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, dan 150 menit). Kemudian sampel dicuci dengan aquadest dingin dan larutan $NaHCO_3$ 10%, lalu dicuci kembali menggunakan aquadest. Setelah itu sampel dikeringkan di bawah sinar matahari. Sampel siap untuk dianalisis *yield* produk dan kadar nitrogen-nya. Menentukan waktu optimum nitrasi berdasarkan % N terbesar. Setelah didapatkan waktu optimum, proses nitrasi dilanjutkan dengan variasi rasio asam penitrasi (1:2, 1:3, 1:4, 2:1, 7:3 (2,3:1), dan

3:1), dan dengan menjaga parameter lainnya tetap.

Tahap Analisis

Tahap analisis bertujuan untuk mengetahui kualitas nitroselulosa yang dihasilkan. Analisis yang dilakukan pada percobaan meliputi: Analisis kadar selulosa bahan baku, analisis kadar air, analisis kadar α -selulosa hasil *pre-treatment*, analisis *yield* produk, analisis kadar nitrogen dengan metode semi mikro *kjeldahl* (Dalal, 1984), analisis gugus nitro dengan FTIR, dan uji fisik nitroselulosa (uji nyala).

HASIL & PEMBAHASAN

Analisis Kandungan Selulosa & Lignin Bahan Baku

Sampel dianalisis untuk mengukur kandungan selulosa dan lignin dalam bahan baku, berdasarkan metode *Datta* yang dikemukakan oleh Chesson (1981). Berikut merupakan hasil analisis dan perhitungannya:
 Kadar selulosa = 64 %
 Kadar lignin = 10 %

Analisis Kadar Air Bahan Baku

Hasil analisis kadar air dalam bahan baku adalah 8,6 %. Menurut Ullman's (2006) untuk mencapai kondisi yang optimum pada saat nitrasi, kadar air dalam bahan baku diusahakan tidak melebihi 10%, karena dapat mengganggu kesetimbangan reaksinya.

Analisis Kandungan α -Selulosa Hasil *Pre-treatment* Bahan Baku

Pada proses *pre-treatment* bahan baku ini terdapat tiga tahapan proses, yaitu proses prehidrolisis, proses delignifikasi, dan proses *bleaching*.

Tabel 2. Hasil analisis α -selulosa *pre-treatment* bahan baku

No	Proses	α -selulosa
1.	Prehidrolisis (H ₂ O)	65 %
2.	Delignifikasi (NaOH)	87,5%
3.	Bleaching (H ₂ O ₂)	95 %

Analisis *yield* Produk

Presentase *yield* produk diperoleh dari perbandingan massa produk nitroselulosa kering dengan massa bahan awal.

Analisis Kadar Nitrogen

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui kuantitas unsur nitrogen yang terkandung dalam produk nitroselulosa. Semakin besar

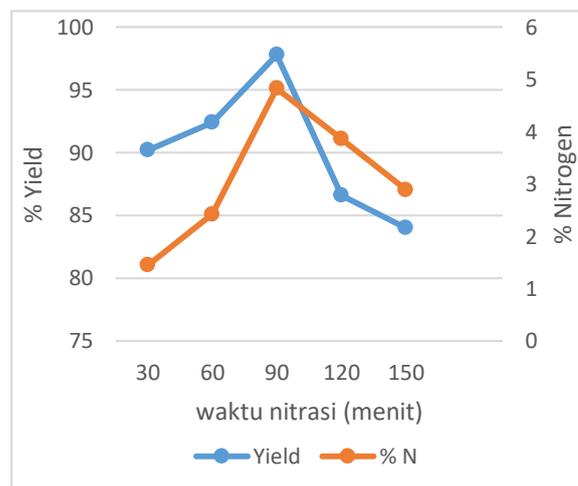
kadar nitrogen yang terkandung dalam nitroselulosa, maka semakin baik mutunya.

Pengaruh Waktu Nitrasi terhadap *Yield* Produk & Kadar Nitrogen

Pada percobaan optimasi waktu nitration ini, *yield* produk dan kadar nitrogen terbesar didapatkan pada waktu 90 menit.(Tabel 3) Dengan demikian maka semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk nitration, *yield* produk dan kadar nitrogen yang dihasilkan akan semakin besar atau bertambah (Gambar 3). Namun dalam penelitian ini terjadi penurunan kadar *yield* dan kadar nitrogen pada menit ke-120 dan ke-150

Tabel 3. Hasil Perhitungan *Yield* & Kadar Nitrogen pada Optimasi Waktu

No	Waktu Nitrasi	% <i>Yield</i>	% N
1.	30 menit	90,2	1,45
2.	60 menit	92,4	2,42
3.	90 menit	97,8	4,83
4.	120 menit	86,6	3,86
5.	150 menit	84	2,89



Gambar 3. Pengaruh Waktu Nitrasi terhadap *Yield* Produk & Kadar Nitrogen

Hal yang demikian bisa terjadi karena pada proses ini jenis reaksi yang terjadi adalah reaksi *reversible*, dimana ada sebagian produk yang kembali lagi menjadi reaktan atau kecepatan reaksi cenderung bergeser ke arah reaktan, sehingga jumlah produk yang dihasilkan akan mengalami penurunan, sedangkan jumlah reaktan mengalami peningkatan.

Dengan demikian, waktu optimum tersebut yang dijadikan sebagai parameter tetap pada proses nitration dengan variasi rasio asam campuran penitration.

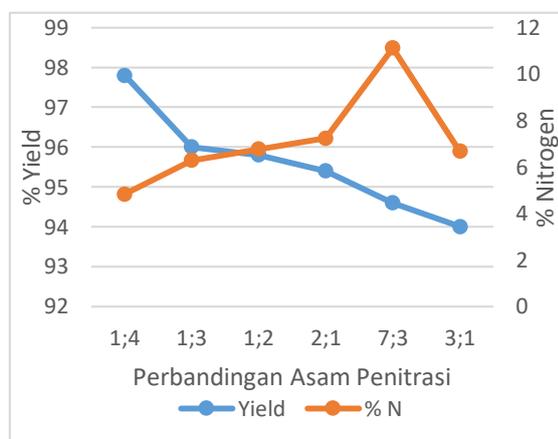
Pengaruh Rasio Asam Penitrasi terhadap Yield Produk & Kadar Nitrogen

Pengaruh rasio asam penitrasi dipelajari dengan menjaga parameter lainnya tetap. Proses nitration dilakukan berdasarkan waktu optimum pada percobaan optimasi waktu nitration (waktu yang dicapai untuk memperoleh produk dengan kadar nitrogen tertinggi).

Hasil analisis *yield* produk berdasarkan pengaruh rasio asam penitrasi, dapat dilihat dalam Tabel 4: Secara keseluruhan persentase produk mengalami penurunan karena ada sebagian selulosa yang ikut terdestruksi dan larut dalam H₂SO₄ sehingga ikut terbuang pada saat penyaringan. Jadi semakin besar rasio H₂SO₄ terhadap HNO₃, maka *yield* produknya akan semakin berkurang (Gambar 4). Hal ini dikarenakan konsentrasi H₂SO₄ menjadi semakin pekat dibanding konsentrasi HNO₃ sehingga bersifat destruktif.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Yield & Kadar Nitrogen pada Rasio Asam Penitrasi

No	H ₂ SO ₄ : HNO ₃	% Yield	% N
1.	1:4	97,8	4,83
2.	1:3	96	6,28
3.	1:2	95,8	6,77
4.	2:1	95,4	7,24
5.	7:3	94,6	11,12
6.	3:1	94	6,67



Gambar 4. Pengaruh Rasio Asam Penitrasi terhadap Yield Produk

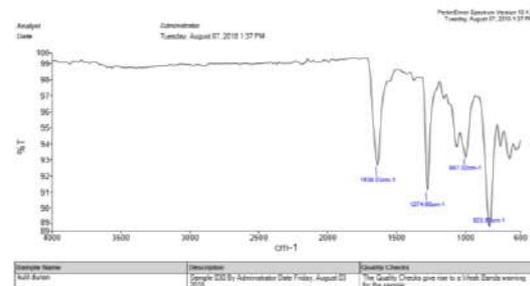
Dari Tabel 4 dan Gambar 4 juga dapat dilihat bahwa perbandingan asam campuran sangat berpengaruh terhadap kadar nitrogen

dalam produk, dimana H₂SO₄ selain sebagai katalis juga sebagai *dehydrating agent* yang berfungsi sebagai pengikat air yang terbentuk pada reaksi nitration. Pada saat jumlah H₂SO₄ kecil maka semakin banyak air yang tidak terikat sehingga akan menghambat substitusi gugus -OH oleh gugus -NO₂. Sebaliknya, jika jumlah H₂SO₄ semakin besar maka H₂SO₄ sebagai katalis dapat menurunkan energi aktivasi yang secara langsung dapat mempercepat laju reaksi, sehingga kadar nitrogen akan semakin tinggi hingga perbandingan optimum tercapai yaitu pada perbandingan 7:3 (H₂SO₄ : HNO₃).

Di atas perbandingan 7:3, kadar nitrogen mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan jika H₂SO₄ berlebihan maka akan mendestruksi sebagian selulosa sehingga selulosa yang bereaksi menjadi lebih kecil, demikian pula dengan semakin besar jumlah HNO₃ maka reaksi akan bergeser ke arah pembentukan produk.

Hasil optimum pada rasio asam campuran 7:3 (H₂SO₄ : HNO₃) yang menunjukkan kadar 11,12% merupakan capaian yang cukup baik, mengingat kadar nitrogen maksimum teoritis pada nitroselulosa sebesar 14,14%.

Analisis Gugus Nitro dengan FTIR



Gambar 5. Spektrum FTIR Nitroselulosa pada Rasio 7:3 (H₂SO₄ : HNO₃)

Keberhasilan proses nitration dapat dibuktikan dengan analisa kualitatif menggunakan spektrofotometer *Fourier Transform Infra Red* (FTIR).

Pada Gambar 5 dapat dilihat puncak-puncak pada kisaran angka gelombang 1260-1390 cm⁻¹ dan 1560-1660 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya gugus -NO₂. Namun, pada puncak dengan kisaran angka gelombang 3200-3600 cm⁻¹ tidak menunjukkan adanya gugus -NO₂ maupun gugus -OH. Hal ini dikarenakan butiran nitroselulosa hasil penelitian ini masih berukuran kasar, sehingga sinar *infrared* pada

alat FTIR tidak bisa menembus partikel secara sempurna, selain itu juga menyebabkan tampilan *peak* pada grafik yang kurang tajam.

Jadi hasil uji FTIR pada penelitian ini pada rasio 7:3 cenderung menghasilkan derajat substitusi dua, sehingga jika diestimasi kadar nitrogen pada nitroselulosa mencapai >12,73%.

KESIMPULAN

1. Proses *pre-treatment* dapat meningkatkan kadar α -selulosa dalam serbuk kulit durian yaitu sebesar 95%. Sehingga kandungan selulosa dalam kulit durian dapat dimanfaatkan untuk pembuatan nitroselulosa.
2. Pengaruh waktu terhadap *yield* produk & kadar N, adalah semakin lama waktu nitrasi maka *yield* produk & kadar N yang dihasilkan juga akan semakin besar. Akan tetapi jika sudah mencapai kondisi setimbang *yield* produk dan kadar nitrogennya cenderung akan semakin berkurang. Sedangkan pengaruh rasio asam campuran terhadap *yield* produk adalah semakin besar rasio asam sulfat terhadap asam nitrat maka *yield* produk akan semakin menurun.
3. Pengaruh rasio asam campuran terhadap kadar nitrogen ialah semakin besar rasio H_2SO_4 terhadap HNO_3 , maka kadar nitrogen pada nitroselulosa akan semakin besar. Namun setelah mencapai kondisi optimum, kadar nitrogen menjadi semakin berkurang.
4. Kondisi optimal proses pembuatan nitroselulosa dari serabut kelapa dicapai pada rasio H_2SO_4 95% terhadap HNO_3 65% sebesar 7:3 dengan waktu nitrasi selama 90 menit. Pada kondisi ini diperoleh *yield* produk sebesar 95,8% dengan kadar nitrogen sebesar 11,12% dan termasuk dalam kualitas *A grades* serta di bidang industri dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar *plastic* dan *lacquer*.
5. Produk yang diperoleh pada kondisi optimal, hasil analisisnya menggunakan FTIR menunjukkan bahwa telah terbentuk nitroselulosa yang ditandai dengan munculnya dua serapan gugus $-NO_2$, sehingga termasuk dalam jenis selulosa di-nitrat.

DAFTAR PUSTAKA

Austin, G. T. 1984. *Shreve's Chemical Process Industries*. McGraw Hill International Edition. Singapura.

Chesson, A. 1981. *Effects of sodium hydroxide on cereal straws in relation to the enhanced degradation of structural polysaccharides by rumen microorganisms*. J. Sci. Food Agric. 32:745–758.

Dadal. 1984. *Inclusion of Nitrate and Nitrite in The Kjeldahl Nitrogen Determination of Soils and Plant Materials Using Sodium Thiosulphate*. Queensland Wheat Research Institute. Toowoomba 4350. Australia.

Hartaya, K. 2008. Pembuatan Nitroselulosa dari Bahan Selulosa sebagai Komponen Utama Propelan Double Base, Laporan Penelitian. LAPAN.

Hartaya, K. 2009. Analisis Kurva FTIR untuk Nitroselulosa, Nitroglicerol, dan Propelan *Double Base* sebagai dasar Penentuan Kadar Nitrogen dalam Nitroselulosa, Laporan Penelitian. LAPAN.

Nuraini, Padil, Yelmida. 2010. Proses Pembuatan Nitroselulosa dari Limbah Pelelah Sawit. Jurusan Teknik Kimia, Universitas Riau, 1-10.

Nuringtyas, Tri Rini. 2010. Karbohidrat. Gajah Mada University Press: Yogyakarta.

Purnawan. 2010. Optimasi Proses Nitrasi pada Pembuatan Nitroselulosa dari Serat Industri Limbah Sagu. Jurusan Teknik Lingkungan, IST AKPRIND. Yogyakarta.

Saragih, E. 2013. Pembuatan Nitroselulosa dari Selulosa Hasil Pemurnian Pelelah Sawit dengan Hidrogen Peroksida (H_2O_2) sebagai Bahan Baku Pembuatan Propelan. Cetakan Pertama. UI Press : Jakarta.

Mc Graw Hill Book Company. Inc. New York.

Syahputra, M. 2011. Kajian Proses Isolasi α -selulosa dari Limbah Batang Tanaman *Plectranthus Rotundifolius* yang Efisien. Universitas Diponegoro.

Ullmann's. 2006. Chemical Properties Handbook, Encyclopedia of Industria Chemistry. McGraw Hill Companies. New York.

Zulfieni, W.Y. 2011. *Research into Hidrolisis Pelelah Sawit Untuk Memurnikan Selulosa- α Menggunakan Larutan Pemasak dari Ekstrak Abu TKS*, Skripsi. Universitas Riau

PEMILIHAN MOTIF BATIK YOGYAAN TERFAVORITE DENGAN METODE SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING (SAW)

Dina Andayati

Jurusan Informatika Fakultas Teknologi Industri, IST AKPRIND Yogyakarta

Email : dina_asnawi@yahoo.com

ABSTRACT

Batik is one of the arts that has become a culture in Indonesia, especially in Java. Batik has been known by the people of Indonesia since the Majapahit era. Batik certainly has an interesting history, both from the meaning of the word, its use, to the way it was made. In making Yogyakarta batik cloth there is a name that contains meaning, for example, the SidoAsih motif means to be able to love one another, Wahyu Temurun's motif means to be able to obtain revelation or guidance from God. Batik cloth motifs are used for wedding ceremonies and traditional ceremonies so that during the wedding month the need for batik cloth can rise.

The Simple Additive Weighting (SAW) method is often also known as the weighted sum method. The basic concept of the SAW method is to find a weighted sum of the performance ratings for each alternative on all attributes. The SAW method requires the decision matrix normalization process to a scale that can be compared with all available alternative ratings. Based on the SAW method, a favorite batik motif is obtained by the user. The procurement of favorite batik is used to predict the amount of production so that the batik motif needs are met according to market needs.

Keywords: Simple Additive Weighting (SAW) Method, Batik, Normalization

INTISARI

Batik adalah salah satu kesenian yang sudah menjadi budaya di Indonesia khususnya di daerah Jawa. Batik sudah dikenal oleh masyarakat Indonesia sejak jaman Majapahit. Batik sudah pasti memiliki sejarah yang menarik, baik dari arti kata, penggunaan, hingga cara pembuatannya. Di dalam membuat kain batik sogan Yogyakarta terdapat nama motif yang mengandung arti, misal motif Sido Asih mengandung arti untuk bisa saling mengasihi, motif Wahyu Temurun mengandung arti untuk dapat memperoleh wahyu atau petunjuk dari Allah. Motif kain batik digunakan untuk cara pernikahan dan acara adat mitoni, sehingga disaat bulan pernikahan kebutuhan kain batik bisa melonjak naik.

Metode Simple Additive Weighting (SAW) sering juga dikenal istilah metode penjumlahan terbobot. Konsep dasar metode SAW adalah mencari penjumlahan terbobot dari rating kinerja pada setiap alternatif pada semua atribut. Metode SAW membutuhkan proses normalisasi matriks keputusan ke suatu skala yang dapat diperbandingkan dengan semua rating alternatif yang ada. Berdasarkan metode SAW maka diperoleh motif favorite batik oleh pengguna. Perolehan batik terfavorite digunakan untuk memprediksi besarnya produksi sehingga kebutuhan batik motif tersebut terpenuhi sesuai kebutuhan pasar.

Kata kunci: Metode Simple Additive Weighting (SAW), Batik, Normalisasi

PENDAHULUAN

Batik adalah seni gambar di atas kain untuk pakaian yang dibuat dengan menggunakan material lilin. Kata batik berasal dari bahasa Jawa yang berarti menulis. Teknik membatik telah dikenal sejak ribuan tahun silam. Tidak ada keterangan sejarah yang cukup jelas tentang asal-usul batik. Tradisi membatik pada mulanya merupakan tradisi keluarga raja-raja Indonesia di zaman dahulu. Pada masa itu batik dikerjakan hanya terbatas dalam kraton saja dan hasilnya untuk pakaian

raja dan keluarga serta para pengikutnya. (www.museumbatik.com).

Lambat laun kerajinan batik yang disebut dengan batik tulis ini ditiru oleh rakyat terdekat dan selanjutnya meluas menjadi pakaian yang sangat digemari, baik pria maupun wanita. Semula batik hanya dibuat di atas bahan dengan warna putih yang terbuat dari kapas yang dinamakan kain mori. Dewasa ini batik yang sudah menjadi kain tradisional Indonesia juga dibuat di atas bahan lain seperti sutera, polyester, rayon, dan bahan sintesis lainnya. Di samping itu, cara pembuatannya juga

mengalami perubahan. Selain batik tulis, yaitu batik yang motif batiknya dibentuk dengan tangan, kini juga ada batik cap, batik printing, batik painting, dan sablon. Tujuan penelitian ini akan menentukan pemilihan corak batik motif Yogyakarta terfavorit dengan metode *Simple Additive Weighting* (SAW), dengan menggunakan data dari perusahaan Batik Kraton Yogyakarta. Sedangkan manfaat penelitian memberikan kemudahan untuk mencari urutan motif batik yang akan didahulukan untuk diproduksi dan memberikan informasi untuk motif batik terfavorit diproduksi dengan jumlah yang lebih banyak dari pada yang tidak favorite.

Berbagai macam motif batik, diambil beberapa motif dan dijelaskan arti filosofis batik berikut.

1. Motif Batik Truntum.

Motif batik Truntum mengandung makna tumbuh dan berkembang. Demikianlah, orang Jawa selalu mendambakan bagi setiap keluarga baru supaya segera mempunyai keturunan yang akan dapat menggantikan generasi sebelumnya. Generasi baru itulah yang akan menjadi tumpuan setiap keluarga baru yang baru menikah untuk meneruskan segala harapan dan cita-cita keluarga sekaligus sebagai generasi penerus secara biologis yang mewarisi sifat-sifat keturunan dari sebuah keluarga baru. (www.kaskus.co.id)

2. Motif Batik Sidoluhur.

Motif batik Sidoluhur mempunyai makna keluhuran. Bagi orang Jawa, hidup memang untuk mencari keluhuran materi dan non materi. Keluhuran materi artinya bisa tercukupi segala kebutuhan ragawi dengan bekerja keras sesuai dengan jabatan, pangkat, derajat, maupun profesinya. Keluhuran materi yang diperoleh dengan cara yang benar, halal, dan sah tanpa melakukan kecurangan atau perbuatan yang tercela seperti korupsi, merampok, mencuri, dan sebagainya. Sementara keluhuran budi, ucapan, dan tindakan adalah bentuk keluhuran non materi. Orang yang bisa dipercaya oleh orang lain, atau perkataannya sangat bermanfaat kepada orang lain tentu itu akan lebih baik daripada perkataannya tidak bisa dipegang orang lain dan tidak dipercaya orang lain.

3. Motif Batik Sidomukti.

Motif batik Sidomukti mempunyai makna kemakmuran. Demikianlah bagi orang Jawa, hidup yang didambakan selain keluhuran budi, ucapan, dan tindakan, tentu agar hidup akhirnya dapat mencapai mukti atau makmur baik di dunia maupun di akhirat. Orang hidup

di dunia adalah mencari kemakmuran dan ketentraman lahir dan batin. Untuk mencapai kemakmuran dan ketentraman itu akan tercapai jika dengan usaha dan kerja keras, keluhuran budi, ucapan, dan tindakan. (blog.ruangguru.com)

4. Motif Batik Parang Barong

Batik Parang adalah motif tertua asal Jawa yang mempunyai makna tidak pantang menyerah. Motifnya yang seperti ombak mengibaratkan ombak laut yang tidak akan berhenti bergerak seperti semangat yang pantang menyerah. Parang Barong merupakan parang yang paling besar dan agung, karena kesakralan filosofinya motif ini hanya boleh digunakan untuk Raja, terutama dikenakan pada saat ritual keagamaan dan meditasi. Motif ini diciptakan Sultan Agung Hanyakrakusuma yang ingin mengekspresikan pengalaman jiwanya sebagai raja dengan segala tugas kewajibannya, dan kesadaran sebagai seorang manusia yang kecil di hadapan Sang Maha Pencipta

5. Motif Batik Sidoasih

Motif batik ini memiliki makna agar dalam berumah tangga, hidupnya selalu dipenuhi dengan kasih sayang, maka dari itu batik sidoasih kegunaannya sama dengan batik sidoluhur karena dipakai pengantin wanita pada acara pernikahan. Jika diartikan secara luas, makna dari batik sidoasih adalah manusia mengasihi dan menyayangi antar sesama manusia dan makhluk hidup. (wanyarbatik.blogspot.com)

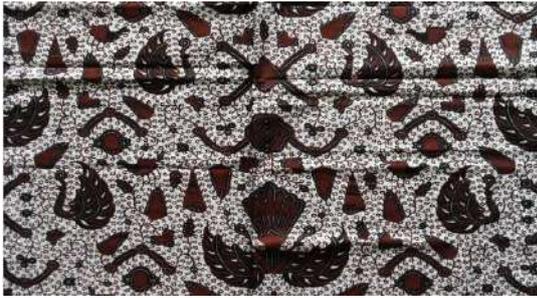
Beberapa motif batik ditampilkan dalam bentuk gambar sebagai berikut,



Gambar 1 Motif Batik Sido Asih



Gambar 2 Motif Batik Truntum Garuda



Gambar 3 Motif Batik Sido Mukti

METODOLOGI PENELITIAN

Salah satu metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah dari *Fuzzy Multiple Attribute Decision Making (FMADM)* adalah metode *Simple Additive Weighting (SAW)* yaitu suatu metode yang digunakan untuk mencari alternatif optimal dari sejumlah alternatif dengan kriteria tertentu. Definisi Metode *Simple Additive Weighting (SAW)* sering juga dikenal istilah metode penjumlahan terbobot. Konsep dasar metode SAW adalah mencari penjumlahan terbobot dari rating kinerja pada setiap alternatif pada semua atribut. Metode SAW membutuhkan proses normalisasi matriks keputusan X ke suatu skala yang dapat diperbandingkan dengan semua rating alternatif yang ada. Formula untuk melakukan normalisasi tersebut adalah sebagai berikut;

$$r_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij}}{\max_i x_{ij}} & \text{jika } j \text{ adalah atribut keuntungan (benefit)} \\ \frac{\min_i x_{ij}}{x_{ij}} & \text{jika } j \text{ adalah atribut biaya (cost)} \end{cases}$$

dengan :

r_{ij} = rating kinerja ternormalisasi dari alternatif A_i ($i=1,2,\dots,m$)

\max_i = nilai maksimum dari setiap baris dan kolom.

\min_i = nilai minimum dari setiap baris dan kolom.

x_{ij} = baris dan kolom dari matriks.

Formula untuk mencari nilai preferensi untuk setiap alternatif (V_i) diberikan dengan :

V_i = Nilai akhir dari alternative

W_i = Bobot yang telah ditentukan

r_{ij} = Normalisasi matriks.

Nilai V_i yang lebih besar mengindikasikan bahwa alternatif A_i lebih terpilih. (Kusumadewi dkk, 2006):

Langkah-langkah penggunaan metode SAW,

1. Menentukan kriteria-kriteria yang akan dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan.
2. Menentukan rating kecocokan setiap alternatif pada setiap kriteria.
3. Membuat matriks keputusan berdasarkan kriteria, kemudian melakukan normalisasi matriks berdasarkan persamaan yang disesuaikan dengan jenis atribut (atribut keuntungan/ benefit ataupun atribut biaya/ cost) sehingga diperoleh matriks ternormalisasi R .
4. Hasil akhir diperoleh dari proses perankingan yaitu penjumlahan dari perkalian matriks ternormalisasi R dengan vektor bobot sehingga diperoleh nilai terbesar yang dipilih sebagai alternatif terbaik sebagai solusi (Kusrini, 2007).

Kelebihan dari metode *simple additive weighting* dibanding dengan model pengambil keputusan lainnya terletak pada kemampuannya untuk melakukan penilaian secara lebih tepat karena didasarkan pada nilai kriteria dan bobot preferensi yang sudah ditentukan, selain itu SAW juga dapat menyeleksi alternatif terbaik dari sejumlah alternatif yang ada karena adanya proses perankingan setelah menentukan bobot untuk setiap atribut (Kusumadewi dkk, 2006).

Dalam penelitian ini data yang diperlukan untuk menganalisa data berupa pemesanan batik, dan hasil produksi batik.

Tahapan dalam pemilihan motif batik terfavorite

1. Mengumpulkan data pemesanan barang ke supliyer.
2. Mengumpulkan data hasil produksi dari supliyer.
3. Mengkategorikan motif batik sesuai yang dicari pelanggan
4. Memberikan bobot dari kriteria yang ada.
5. Menghitung dengan metode SAW.
6. Melaporkan hasil yang ada.

PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini dipilih kriteria pemilihan motif batik terfavorite dalam penyeleksian adalah sebagai berikut :

1. Data pemesanan barang
2. Data hasil produk supliyer
3. Data motif dicari (terjual/ pemakai)

Digunakan nilai bobot :

1. Sangat Penting (SP) = 5, yaitu hasil produk supliyer
2. Penting (P) = 3, yaitu pemesanan barang
3. Cukup Penting (CP) = 2, yaitu barang dicari/ diminati

Tabel-tabel dari kriteria dengan nilai bobotnya masing- masing dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Dalam perdagangan maka terdapat pemesanan barang, hasil produksi dari pabrik atau supliyer dan banyaknya barang yang terjual atau barang yang dipakai konsumen.

Untuk pemesanan barang dibuat kriteria dengan nilai bobot, jika tidak ada pemesanan barang maka diberi nilai bobotnya 1, untuk pemesanan barang antara $0 < \text{pesan} \leq 240$ potong (pt) diberi bobotnya 2, untuk pemesanan barang antara $240 < \text{pesan} \leq 360$ potong (pt) diberi bobotnya 3, untuk pemesanan barang antara $360 < \text{pesan} \leq 540$ potong (pt) diberi bobotnya 4, dan untuk pemesanan barang antara $540 < \text{pesan} \leq 750$ potong (pt) diberi bobotnya 5. Kriteria diatas dapat dibuat Tabel 1 Nilai Bobot Pemesanan Barang

Tabel 1 Nilai Bobot pemesanan barang

Pemesanan Barang	Nilai
Tidak pesan	1
$0 < \text{pesan} \leq 240$ pt	2
$240 < \text{pesan} \leq 360$ pt	3
$360 < \text{pesan} \leq 540$ pt	4
$540 < \text{pesan} \leq 750$ pt	5

Untuk hasil produksi pabrik dibuat kriteria dengan nilai bobot, jika hasil produksi pabrik lebih besar atau sama dengan 900 pt diberi bobot 1, jika hasil produksi pabrik $400 \text{ pt} \leq \text{Hasil Produk} < 900$ pt diberi bobot 2, jika hasil produksi pabrik $200 \text{ pt} \leq \text{Hasil Produk} < 400$ pt diberi bobot 3, jika hasil produksi pabrik < 200 pt diberi bobot 4. Kriteria diatas dapat dibuat Tabel 2 Nilai Bobot Hasil Produk sebagai berikut,

Tabel 2 Nilai Bobot Hasil Produk

Hasil Produk Supliyer	Nilai
Hasil Produk ≥ 900 pt	1
$400 \text{ pt} \leq \text{Hasil Produk} < 900$ pt	2
$200 \text{ pt} \leq \text{Hasil Produk} < 400$ pt	3
Hasil Produk < 200 pt	4

Motif batik yang sering dicari atau digunakan secara kebutuhan, disajikan secara data kualitatif. Sebetulnya bisa diambil dari

data produk yang terjual, akan tetapi produk yang terjual belum dicatat sesuai motif batik. Kriteria diatas dapat dibuat Tabel 3 Nilai Bobot Motif Batik Yang Dicari sebagai berikut,

Tabel 3 Nilai Bobot Motif Batik Yang Dicari

Motif dicari	Nilai
Sangat banyak dicari	4
Banyak dicari	3
Cukup dicari	2
Kurang dicari	1

Setelah melakukan pembobotan dengan memberi nilai bobot disetiap kriteria, maka dilakukan pengumpulan data tentang motif batik, banyaknya barang yang dipesan, hasil produksi yang dihasilkan oleh pabrik dan banyak sedikitnya motif yang dicari atau diminati. Data disajikan pada Tabel 4 Data Motif Batik dengan Kriteria berikut,

Tabel 4 Data Motif Batik dengan Kriteria

Motif Batik	Kriteria		
	Pesan barang	Hasil produk	Motif dicari
Truntum (A1)	360 pt	400 pt	Banyak dicari
Sidoluhur (A2)	360 pt	500 pt	Banyak dicari
Sidomukti (A3)	540 pt	900 pt	Sangat Banyak dicari
Barong (A4)	360 pt	375 pt	Cukup dicari
Sidoasih (A5)	720 pt	1200 pt	Sangat Banyak dicari
Kawung (A6)	240 pt	200 pt	Kurang dicari
Sekar Jagad (A7)	360 pt	375 pt	Banyak dicari
Tambal (A8)	0 pt	0 pt	Kurang dicari

Dari tabel data motif batik dengan kriteria diatas, maka dapat dibuat tabel rating kecocokan setiap alternatif setiap kriteria, ditampilkan di Tabel 5.

Tabel 5 Rating Kecocokan setiap 25 Alternative

Alternatif	Kriteria		
	C1(max)	C2 (min)	C3(max)
A1	3	2	3
A2	3	2	3
A3	4	1	4
A4	3	3	2

A5	5	1	4
A6	2	3	1
A7	3	3	2
A8	1	4	1

Dengan kriteria C1 untuk pemesanan barang, C2 untuk hasil produk dan C3 untuk motif yang dicari atau diminati.

Langkah – Langkah Penyelesaian

1. Vektor bobot : $W = [5, 3, 2]$
2. Matrik Keputusan X berdasarkan kriteria bobot

$$X = \begin{pmatrix} 3 & 2 & 3 \\ 3 & 2 & 3 \\ 4 & 1 & 4 \\ 3 & 3 & 2 \\ 5 & 1 & 4 \\ 2 & 3 & 1 \\ 3 & 3 & 2 \\ 1 & 4 & 1 \end{pmatrix}$$

3. Dihitung normalisasi matriks X untuk pemesanan barang, hasil produk dan motif yang dicari, dari hasil perhitungan maka didapat matriks ternormalisasi R sebagai berikut :

$$R = \begin{pmatrix} 0,6 & 0,5 & 0,75 \\ 0,6 & 0,5 & 0,75 \\ 0,8 & 1 & 1 \\ 0,6 & 0,33 & 0,50 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0,4 & 0,33 & 0,25 \\ 0,6 & 0,33 & 0,50 \\ 0,2 & 0,25 & 0,25 \end{pmatrix}$$

Setelah dilakukan normalisasi, maka disusun Tabel 6 berikut ini,

Tabel 6 Motif Batik dan Normalisasi

Motif Batik	Pesan Barang	Hasil Produk	Motif dicari
Truntum (A1)	0.6	0.5	0.75
Sidoluhur (A2)	0.6	0.5	0.75
Sidomukti (A3)	0.8	1	1
Barong (A4)	0.6	0.33	0.5
Sidoasih (A5)	1	1	1
Kawung (A6)	0.4	0.33	0.25
Sekarjagad (A7)	0.6	0.33	0.5
Tambal (A8)	0.2	0.25	0.2

Pada akhirnya disusun hasil perhitungan, adapun perhitungan ini hanya digunakan excel

agar tepat dan akurat dalam perhitungannya. Hasil perhitungan ditampilkan dalam Tabel 7 perhitungan akhir motif terfavorite.

Tabel 7 Perhitungan Akhir Motif Terfavorite

Motif Batik	Hasil Hitung	Tingkat Favorite
Truntum (A1)	5.8	3
Sidoluhur (A2)	5.8	3
Sidomukti (A3)	9.4	2
Barong (A4)	4.45	4
Sidoasih (A5)	10	1
Kawung (A6)	3.35	5
Sekarjagad (A7)	4.45	4
Tambal (A8)	2.25	6

Pada Tabel 7 hasil perhitungan diatas, maka dapat diperoleh bahwa motif batik yogaan terfavorite adalah motif batik Sidoasih, disusul kemudian motif batik Sidomukti, Truntum, Sidoluhur, Barong, Sekar Jagad, Kawung dan Tambal.

KESIMPULAN

Berdasarkan penerapan model yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan, yaitu:

1. Metode SAW dapat membantu untuk menentukan motif batik terfavorite, sehingga dapat membantu proses produksi untuk dipercepat dan diperbanyak.
2. Membantu para pelanggan yang punya hajat, untuk mencari motif batik yang paling disukai.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfari, S., 2017, *Batik yang Manakah Kamu, Makna Dibalik 5 Motif Batik Terpopuler*, <https://blog.ruangguru.com/batik-yang-manakah-kamu-makna-di-balik-5-motif-batik-terpopuler>. Diakses pada 7 Juli 2019
- Museum Batik, (n.d), *Makna Filosofi Motif Batik*, <http://www.museumbatik.com>. Diakses pada 7 Juli 2019.
- Kusrini, 2007, *Konsep dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan*, Yogyakarta, Andi Offset, 2007
- Kusumadewi, S., Harjoko, A., & Wardoyo, R., 2006, *Fuzzy Multi-Attribute Decition Making (Fuzzy MADM)*, Yogyakarta, Graha Ilmu.
- Putrichester, (n.d), *Motif Batik dan Maknanya*, <https://www.kaskus.co.id/thread/513748821d7608fb4c000001/motif-batik-dan-makna-nya/>. Diakses pada 7 Juli 2019

PENGORGANISASIAN KERJA SISTEM PARKIR MENGGUNAKAN ARSITEKTUR *MICROSERVICE*

Uminingsih¹, Surya Dharma Handayani²

^{1,2}Program studi Rekayasa Sistem Komputer, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
Email: umy_bin@yahoo.com

ABSTRACT

In the past many complex systems (tools) were constructed using monolithic architecture. In this architecture it is described as an application that runs all logic programs in one application server. The problem that arises is that if there is a work disruption from one of the modules, the whole system must be turned off when there is a repair. This results in material and time losses. Microservice architecture is used to overcome this. The advantage is that it can divide a complex system into several small independent service works, so that if there is damage to one of the services, then when repairing it, there is no need to dismantle the entire system. The architecture microservice can connect several services even with different languages. The object in this research was an automatic parking machine which was designed based on microservice architecture. Testing is done when: a) after all services are connected, then each service is checked its work, and it turns out that the results are in accordance with all of them, b) testing is done by interfering with one of its services, after being checked for other services that are not directly related to the service but it is connected into one system, it can still run as usual. It has been proven that the superiority of microservice architecture is a type of the practical and efficient architecture.

Keywords: *Microservice, RFID, work organization, parking system, automatic*

INTISARI

Dimasa sebelumnya banyak konstruksi suatu sistem (sebuah alat) yang kompleks menggunakan arsitektur monolitik. Pada arsitektur ini digambarkan sebagai sebuah aplikasi yang menjalankan semua program logika dalam satu server aplikasi. Permasalahan yang timbul adalah bila terjadi gangguan kerjanya dari salah satu modulnya maka sistem secara keseluruhan harus di *off* kan saat terjadi perbaikan. Hal ini menimbulkan kerugian material dan waktu . Untuk mengatasinya digunakan arsitektur *microservice*. Kelebihannya dapat membagi sistem yang kompleks menjadi beberapa buah *service* kecil-kecil yang *independent* kerjanya, sehingga bila terjadi kerusakan pada salah satu *service*-nya maka saat memperbaikinya tidak perlu membongkar seluruh sistem yang ada. Dengan arsitektur *microservice* dapat menghubungkan beberapa *service* walaupun dengan bahasa yang berbeda beda. Dalam penelitian ini mengambil obyek mesin parkir otomatis yang di disain kerjanya berdasarkan arsitektur *microservice*. Pengujian dilakukan saat : a) Setelah semua *service* terkoneksi, selanjutnya masing-masing *service* di cek kerjanya, dan ternyata hasilnya sesuai semua. b) Pengujian dilakukan dengan mengganggu pada salah satu *service* nya, setelah di cek untuk *service-service* yang lain yang tidak berkaitan langsung dengan *service* tersebut tapi terkoneksi menjadi satu sistem tetap bisa jalan seperti biasanya.. Dengan ini telah dibuktikan bahwa keunggulan arsitektur *microservice* adalah jenis arsitektur yang praktis dan efisien.

Kata kunci: *Microservice, RFID, organisasi kerja, sistem parkir*

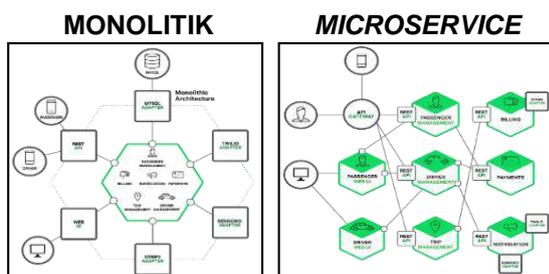
PENDAHULUAN

Perkembangan dan kemajuan pesat dalam bidang mekatronika yang meliputi (bidang *engineering* dan elektronika serta informatika) menyebabkan perubahan besar di bidang teknologi *engineering*. Salah satu contoh adalah pembuatan alat smart yang bersifat otomatis. Pada masa-masa sebelumnya arsitektur dalam perancangan alat yang bersifat kompleks (terdiri dari banyak

bagian-bagian dengan sistem yang berbeda) menggunakan sistem Arsitektur Monolitik. Prinsipnya arsitektur ini menggambarkan sebuah aplikasi yang menjalankan semua program logika dalam satu server aplikasi [1]. Permasalahan yang timbul adalah bila ada salah satu bagian yang rusak maka sistem harus dihentikan secara keseluruhan saat dilakukan perbaikan. Selain itu bila ingin menambah fitur juga menjadi riskan dapat

menyebabkan *error* pada *service* yang lainnya. Solusinya adalah beralih ke arsitektur *Microservice*.

Arsitektur *Microservice* adalah sebuah arsitektur dimana pengembangan aplikasi dilakukan dalam bentuk *web service* yang lebih kecil, yang saling berkomunikasi satu sama lain. Arsitektur *microservice* merupakan alternatif arsitektur yang lebih terukur dan *flexible*. Dengan kata lain arsitektur *microservice* merupakan sebuah arsitektur yang memecah aplikasi berdasarkan fungsinya secara spesifik menjadi beberapa *service*. Setiap *service* tersebut dirancang agar bekerja secara independent dan dapat menggunakan teknologi yang berbeda sesuai kebutuhan. Perbedaan arsitektur monolitik dan arsitektur *Microservice* dilukiskan pada Gambar 1.



Gambar 1: Perbedaan arsitektur monolitik dan *microservice*

Alasan kenapa orang beralih memilih arsitektur *Microservice* menurut Newman (2015) menjelaskan bahwa terdapat banyak manfaat dan variasi dari *microservice*. Manfaat tersebut dijabarkan sebagai berikut:

a. *Technology Heterogeneity*

Dengan sistem yang terbentuk dari beberapa *service*, developer dapat menentukan penggunaan teknologi untuk setiap *service*-nya. Ini membuat *developer* bisa memilih kumpulan teknologi yang cocok untuk tiap *service* daripada menggunakan teknologi yang bisa digunakan untuk semua namun mempunyai performa rendah. Penggunaan *microservice* juga membuat developer dapat mengadopsi teknologi baru dengan cepat dengan resiko yang minimal.

b. Resiliensi

Penggunaan arsitektur *microservice* membuat aplikasi menjadi lebih resilien terhadap kerusakan/*error* yang terjadi. Kerusakan menjadi mudah dideteksi dan terlokalisasi hanya pada *service* tertentu. Berbeda dengan aplikasi *monolithic* pada umumnya, kerusakan yang terjadi menyebabkan keseluruhan aplikasi akan berhenti bekerja.

c. *Scaling*

Saat beban server melebihi kapasitas, diperlukan proses *scaling* agar performa server tetap terjaga. Pada aplikasi *monolithic*, *scaling* dilakukan dengan men-*deploy* keseluruhan aplikasi. Sedangkan *scaling* pada *microservice* dapat dilakukan dengan hanya men-*deploy* beberapa *service* yang membutuhkan *scaling* saja. Hal ini membuat proses *scaling* menjadi lebih efisien karena dapat dijalankan pada perangkat yang lebih kecil.

Dengan karakteristik seperti itu maka akibatnya adalah:

- Membuat kode aplikasi lebih sedikit dan bersifat independent sehingga dapat dilakukan pengujian aplikasi secara independent.
- Memudahkan melakukan pemeliharaan perangkat lunak sistem aplikasi.
- Dapat melakukan proses distribusi perangkat lunak secara independent.
- Lebih mudah dalam melakukan *scalability*.
- Desainer/developer dapat bebas dalam mengembangkan aplikasi dengan berbagai bahasa pemrograman dan *framework*.

Hal itu semua tentunya sangat menguntungkan.

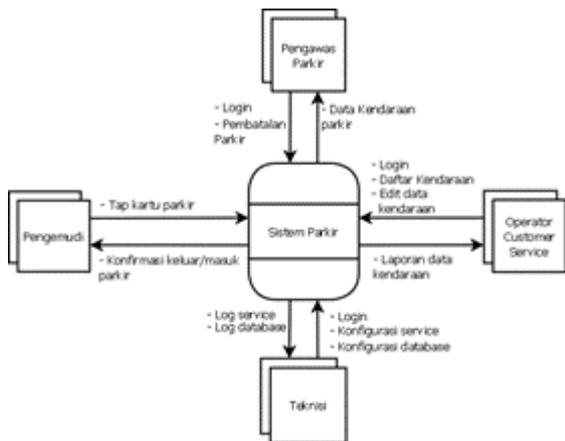
METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini sebagai obyek adalah sistem parkir otomatis yang menggunakan arsitektur *Microservice*. Ada beberapa langkah yang harus di persiapkan yaitu:

- Pengumpulan data *service*
- Mengaktifkan kartu paker
- Mengkoneksikan dengan modul reader
- Mengkoneksikan dengan modul kontroler,
- Mengkoneksikan dengan power suplay
- Pengaturan output.

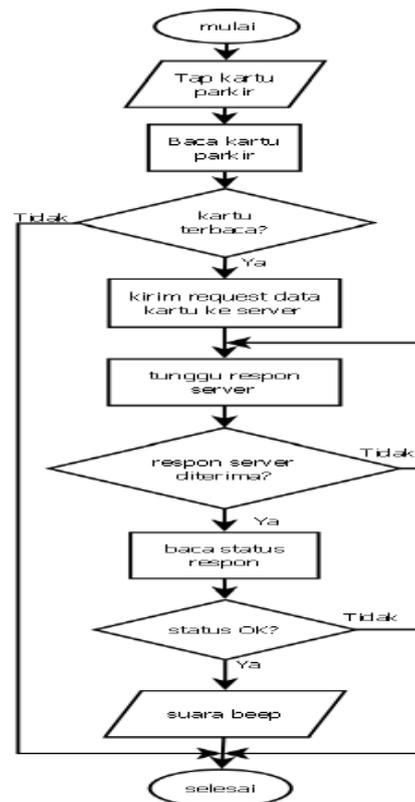
Entitas Sistem Parkir

Sebagai gambaran tentang siapa saja yang meng akses sistem ini dan datanya apa saja serta alurnya kemana saja dari sistem yang di organisir oleh *microservice* dapat dilukiskan dalam Diagram Entitas Akses Sistem Parkir yang dilukiskan pada Gambar 2, untuk pengelola semua *service* di sistem ini dilakukan oleh teknisi.

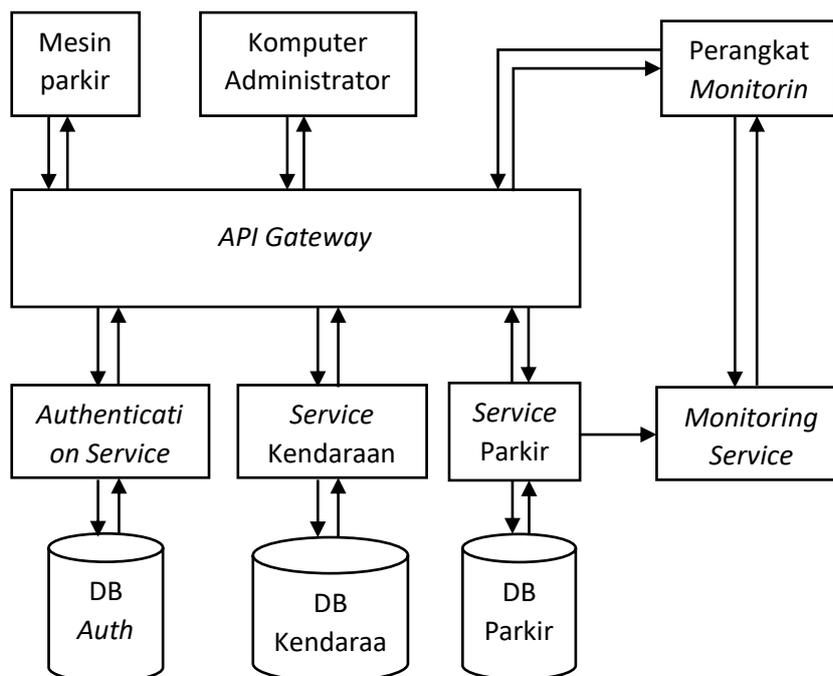


Gambar 2 Diagram Entitas Akses Sistem Parkir

Untuk memudahkan memahami bagaimana cara kerja sistem parkir ini dapat dilukiskan dalam bentuk *flowchart* yang dilukiskan pada Gambar 3, sedangkan dengan menggunakan konsep arsitektur *Microservice*, Sistem Parkir ini dibangun terdiri dari beberapa modul-modul yang di organisir oleh *microservice*, ada yang terhubung melalui web serta ada pula yang melalui konektor biasa, hal ini dapat dilukiskan pada Gambar 4



Gambar 3 Diagram Alir Kerja Mesin Parkir



Gambar 4. Blok Diagram Sistem Parkir

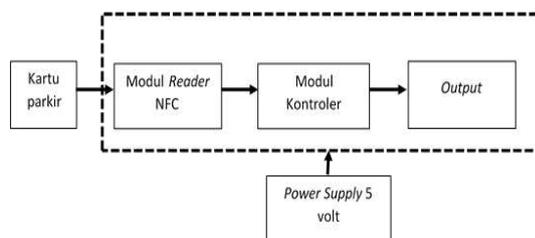
Komunikasi dari luar *server* dan komunikasi antar *service* menggunakan *API gateway*. *API gateway* ini digunakan untuk sentralisasi endpoint *API* setiap *service*

sehingga akses dari luar *service* tidak langsung terhubung. *API gateway* akan melakukan *routing* permintaan dari luar *server* ke *service* yang dituju. Sebelum melakukan *routing*, *API*

gateway akan melakukan autentikasi *request*. Autentikasi dilakukan untuk pengecekan apakah pengguna dapat menggunakan *service* yang dituju. Jika *request* diijinkan maka API *gateway* akan meneruskan *request* tersebut, sebaliknya jika tidak maka API *gateway* akan menolak meneruskan *request* dan memberikan respon status HTTP 401 *Not Authorized*. Dengan menggunakan API *gateway* ini diharapkan dapat meningkatkan keamanan sistem parkir ini dari pihak-pihak yang tidak bertanggung jawab.

Modul -Modul Service Pendukung

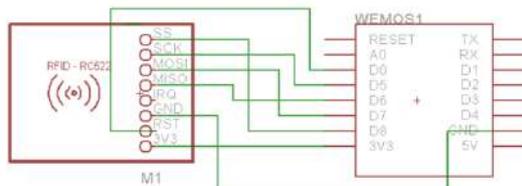
Modul *service* yang mendukung sistem parkir ini dapat dilukiskan: pada Gambar: 5



Gambar 5. Lima *service* pokok pendukung sistem parkir

Modul Reader

Blok diagram mesin parkir yang dirancang terdapat tiga bagian utama, yaitu modul reader NFC, berfungsi untuk pembacaan kartu parkir seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Antarmuka MFRC522 dengan WeMos D1 Mini

Modul Kontroler

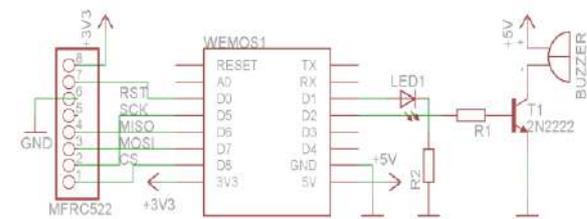
Modul kontroler menggunakan modul WeMos D1 *Mini* yang berbasis ESP8266. Modul ini telah terintegrasi dengan modul komunikasi WiFi sehingga tidak memerlukan modul khusus untuk WiFi.

Blok Output

Blok *output* digunakan sebagai indikator saat mesin parkir bekerja. Dalam

penelitian ini, komponen yang digunakan adalah *light emitting diode* (LED) dan *buzzer*.

LED digunakan sebagai indikator kondisi *on/off* mesin parkir serta kondisi *connect/disconnect* dengan jaringan WiFi. Led menyala saat mesin parkir dalam kondisi *on* dan sebaliknya akan mati saat kondisi *off*. Saat mesin parkir tidak terhubung dengan jaringan WiFi, led akan berkedip (menyala dan mati secara bergantian) hingga mesin kembali terkoneksi dengan jaringan. *Buzzer* digunakan sebagai indikator berhasil tidaknya pembacaan kartu parkir. Saat pembacaan kartu parkir berhasil dan respon *server* untuk keluar/masuk parkir berhasil maka *buzzer* mengeluarkan bunyi beep satu kali. Jika proses pembacaan parkir atau respon *server* gagal maka *buzzer*

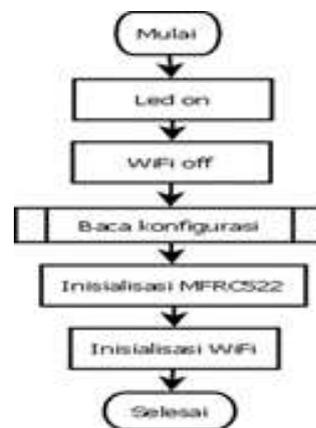


tidak mengeluarkan bunyi. Hal ini dilukiskan pada Gambar 7.

Gambar 7 Skema Rangkaian Mesin Parkir

Modul Firmware

Untuk dapat digunakan pada perancangan ini, penulisan kode program untuk *firmware* menggunakan *framework* Arduino sehingga format kode mengikuti *framework* tersebut.. Diagram alir blok fungsi *setup()* dapat dilihat pada Gambar 8

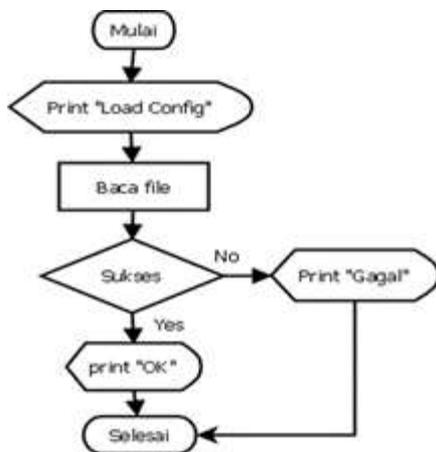


Gambar 8 Diagram Alir Blok Fungsi *setup()* Dalam Arduino terdapat dua blok fungsi, yaitu *setup()* dan *loop()*. Blok fungsi *setup()* berjalan

pada awal program dan hanya dijalankan satu kali setiap *power up* atau *reset*. Digunakan untuk inisialisasi variabel, set mode pin, penggunaan pustaka, dan lain-lain. Sedangkan *loop()* merupakan inti program yang dijalankan berulang-ulang hingga perangkat dimatikan. Blok fungsi *loop()* berjalan segera setelah blok fungsi *setup()* selesai dijalankan

Modul baca Konfigurasi

Dari diagram alir pada Gambar 9 penulis membuat sub rutin untuk baca konfigurasi, *file* konfigurasi yang disimpan dalam *filesystem* dimuat dan nilai-nilainya disimpan ke dalam memori. Saat pembacaan konfigurasi gagal, maka mesin parkir menampilkan keterangan seperti yang ada pada diagram alir yang kemudian melakukan looping sehingga mesin parkir tidak melanjutkan program. Diagram alir sub-rutin baca konfigurasi dapat dilihat pada Gambar 9

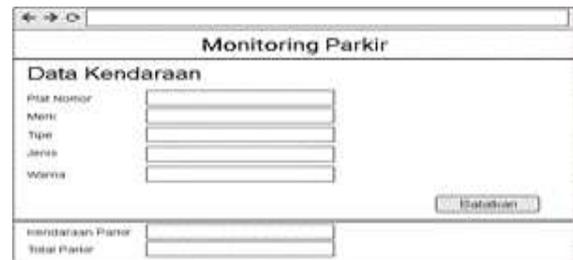


Gambar 9 Diagram Alir Baca Konfigurasi

Modul Aplikasi *Monitoring Parkir*

Program *monitoring* pada sistem parkir ini didesain untuk bisa digunakan pada perangkat *smartphone* maupun komputer sehingga pengelola dapat memilih perangkat yang akan digunakan.

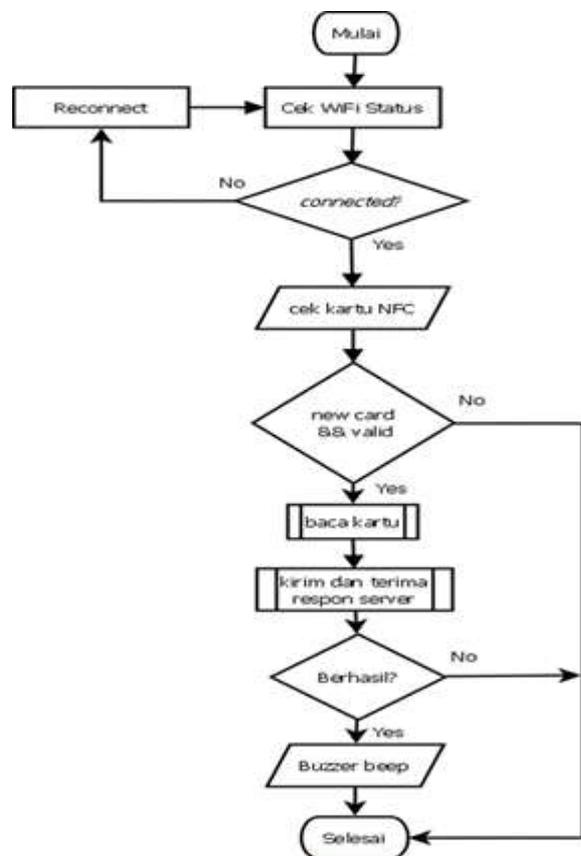
Aplikasi *monitoring* mengakses *monitoring service* menggunakan protokol *websocket* untuk memfasilitasi transfer data secara *real-time*. Data yang diterima dari *monitoring service* ditampilkan pada bagian data kendaraan. Data jumlah kendaraan parkir diperoleh dari *service* parkir dengan melakukan *request* tiap 10 detik. Desain antarmuka aplikasi *monitoring* yang akan dibangun dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Desain Antarmuka Aplikasi Monitoring

Modul Pengecekan status koneksi WIFI

Proses awal blok fungsi *loop* adalah pengecekan status koneksi WiFi. Jika status koneksi WiFi adalah *not connected* maka program akan menunggu hingga kembali terkoneksi dengan jaringan mengingat mesin parkir membutuhkan koneksi WiFi untuk berkomunikasi dengan *server*. Diagram alir untuk blok fungsi *loop()* dapat dilihat pada Gambar 11

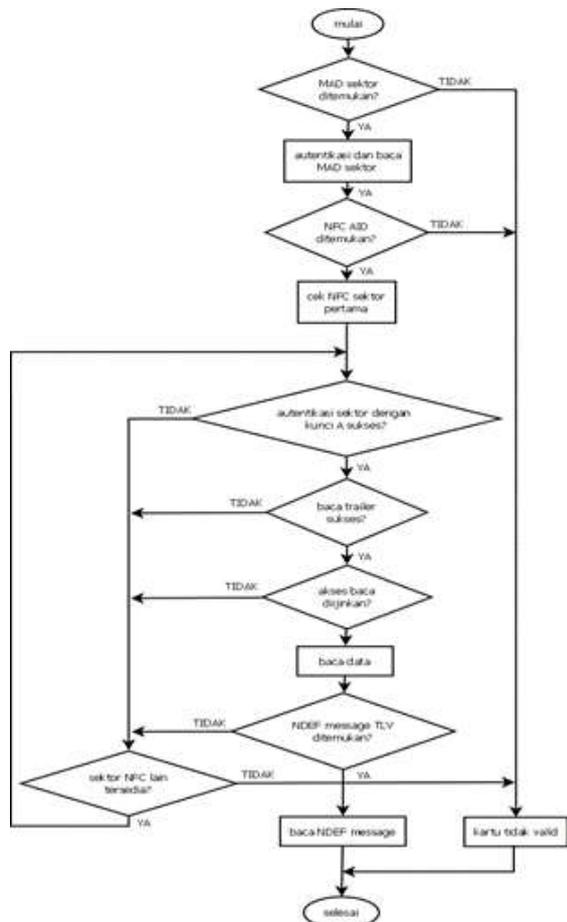


Gambar 11. Diagram Alir Blok Fungsi *loop()*

Modul pengecekan kartu parkir

Pengecekan kartu dilakukan dengan dua tahap. Pertama adalah pendeteksian kondisi

valid kartu dengan format NDEF dan kedua adalah pengecekan NDEF *message*. Prosedur deteksi dan pembacaan NDEF untuk kartu parkir digambarkan pada Gambar 12 berikut ini.



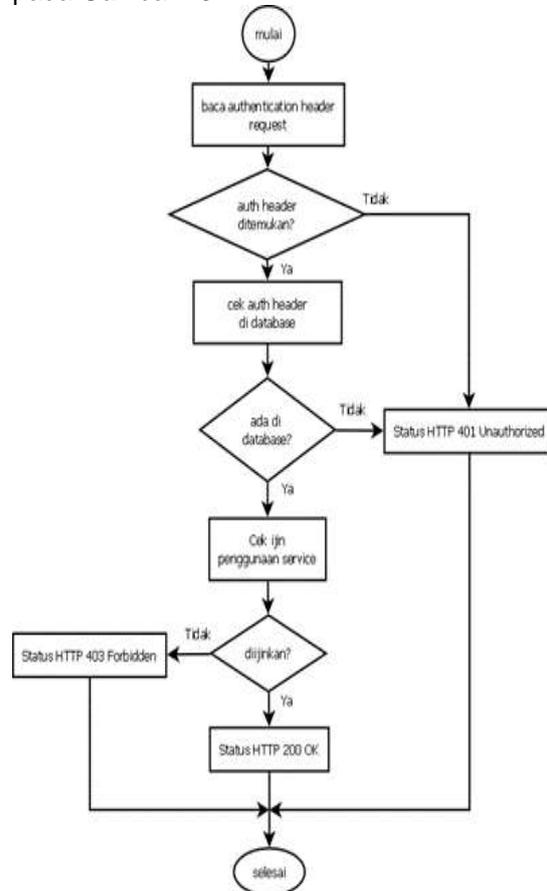
Gambar 12. Diagram Alir Prosedur Deteksi dan Pembacaan NDEF

Modul Authentication Service

Authentication service digunakan untuk melakukan autentikasi pengguna yang mengakses *service-service* yang ada pada server. Menggunakan protokol HTTP untuk berkomunikasi dengan *client*. *Service* ini dirancang untuk membaca Authentication header dari request yang dikirimkan oleh client.

Authentication Service ini digunakan bersama dengan API gateway untuk proses autentikasi dan otorisasi *routing request*. Request dengan username dan password yang tidak terdaftar akan diblok dengan menggunakan kode respon HTTP 401 *Unauthorized*. Jika autentikasi berhasil selanjutnya dilakukan pengecekan otorisasi penggunaan *service*. Jika tidak termasuk

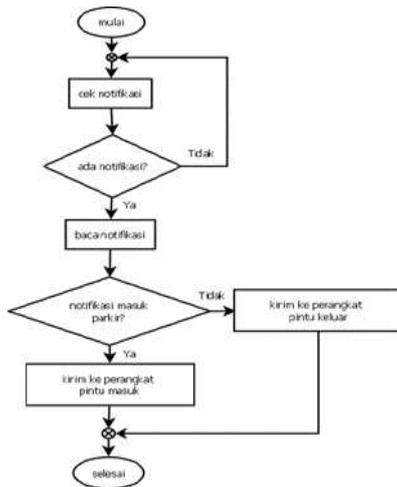
pengguna yang diperbolehkan maka routing tidak diteruskan dan *service* mengirimkan respon berupa kode status HTTP 403 *Forbidden*. Request yang valid akan memberikan respon dengan kode status HTTP 200 *OK* sehingga API gateway akan meneruskan request ke *service* yang dituju. Diagram alir authentication *service* dapat dilihat pada Gambar 13



Gambar 13. Diagram Alir Authentication Service

Modul Monitoring Service

Monitoring service dirancang menggunakan protokol *web socket* untuk berkomunikasi dengan perangkat *monitoring* agar pertukaran data dapat dilakukan secara *real-time*. Pengiriman data menunggu adanya notifikasi status dari *service* parkir. Setelah notifikasi parkir diterima, *monitoring service* akan mengirimkan data ke perangkat *monitoring*. Pengiriman data kendaraan disesuaikan dengan notifikasi yang diberikan, apakah notifikasi masuk atau keluar parkir. Diagram alir *monitoring service* dapat dilihat pada gambar 14 berikut.



Gambar 14 Diagram Alir Monitoring Service

HASIL PENGUJIAN

Pengujian Aplikasi Monitoring Parkir

Pengujian aplikasi *monitoring* parkir dilakukan untuk menguji apakah aplikasi dapat berjalan sesuai desain. Pengujian dilakukan pada *monitoring* pintu masuk dan pintu keluar. Pengujian pada aplikasi *monitoring* parkir pada Tabel 1 dan Tabel 2 sebagai berikut:

1. Pengujian Halaman Login

Tabel 1 Pengujian Halaman Login

Kasus dan Hasil Uji Pintu Masuk (Data Normal)	
Input	Username: monitor, password: parkir, pintu masuk
Hasil yang Diharapkan	Masuk ke halaman <i>monitoring</i> pintu masuk
Hasil Pengujian	Login berhasil dan berpindah ke halaman <i>monitoring</i> pintu masuk
Kesimpulan	Sesuai
Kasus dan Hasil Uji Pintu Keluar (Data Normal)	
Input	Username: monitor, password: parkir, pintu keluar
Hasil yang Diharapkan	Masuk ke halaman <i>monitoring</i> pintu keluar
Hasil Pengujian	Login berhasil dan berpindah ke halaman <i>monitoring</i> pintu keluar

Kasus dan Hasil Uji (Data Salah)	
Input	Username: a dan password: a, pintu masuk
Hasil yang Diharapkan	Terdapat peringatan login gagal
Hasil Pengujian	Muncul peringatan login gagal
Kesimpulan	Sesuai

2. Pengujian Halaman Monitoring

Tabel 2 Pengujian Halaman Monitoring

Kasus dan Hasil Uji Pintu Masuk	
Input	Tap kartu parkir
Hasil yang Diharapkan	Menampilkan data kendaraan yang masuk parkir
Hasil Pengujian	Menampilkan data kendaraan yang masuk parkir
Kesimpulan	Sesuai
Kasus dan Hasil Uji Pintu Keluar	
Input	Tap kartu parkir
Hasil yang Diharapkan	Menampilkan data kendaraan yang keluar parkir
Hasil Pengujian	Menampilkan data kendaraan yang keluar parkir
Kesimpulan	Sesuai
Kasus dan Hasil Uji Pembatalan Parkir Masuk	
Input	Tekan tombol batal
Hasil yang Diharapkan	Menampilkan notifikasi sukses dan data parkir terhapus dari database
Hasil Pengujian	Muncul notifikasi sukses dan data parkir terhapus dari database
Kesimpulan	Sesuai
Kasus dan Hasil Uji Pembatalan Parkir Keluar	
Input	Tekan tombol batal
Hasil yang Diharapkan	Menampilkan notifikasi sukses dan status parkir kembali menjadi terparkir database
Hasil Pengujian	Muncul notifikasi sukses dan data

Kesimpulan	parkir menjadi sedang parkir Sesuai
------------	-------------------------------------

Pengujian Mesin Parkir

Pada mesin parkir yang telah dibangun, pengujian yang dilakukan pertama adalah pengujian lama waktu pembacaan kartu, jarak maksimal terbacanya kartu dan lama waktu mengirim dan menerima data dari server. Pengujian dilakukan dengan menggunakan ID kartu 61CD96B0. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3 Pengujian Pertama Mesin Parkir

Perco- baan	Jarak Maksimal (cm)	Pemba- caan Kartu (ms)	Respon Dari Server (ms)
1	4,1	42	568
2	4,1	43	932
3	4,0	43	304
4	4,2	43	442
5	4,2	43	1148
6	4,0	43	499
7	4,1	42	1167
8	3,9	43	328
9	3,9	42	635
10	4,0	43	813
11	4,0	43	743
12	4,2	43	537
13	3,8	42	209
14	3,9	43	328
15	4,1	43	1342
16	4,0	43	1191
17	4,0	42	364
18	4,1	43	652
19	4,0	43	435
20	4,1	43	863

Pengujian kedua adalah pengujian proses *update firmware* dan konfigurasi secara *wireless*. Pada pengujian *update firmware* dilakukan dengan mempersiapkan dua *firmware* yang sama dengan perbedaan terletak pada jumlah bunyi *buzzer* pada saat mesin parkir dinyalakan. Untuk *firmware* pertama, jumlah bunyi *buzzer* diset sejumlah dua kali dan *firmware* kedua diset sejumlah tiga kali. Pada pengujian *update konfigurasi* perbedaan terletak pada konfigurasi posisi mesin parkir. Konfigurasi pertama adalah konfigurasi untuk pintu masuk dan konfigurasi kedua digunakan untuk pintu keluar. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4

Tabel 4 Pengujian Kedua Mesin Parkir

Kasus dan Hasil Uji Update Firmware Pertama	
<i>Input</i>	<i>File firmware</i> pertama
Hasil yang Diharapkan	Bunyi <i>buzzer</i> saat mesin dihidupkan sebanyak dua kali
Hasil Pengujian	Terdengar bunyi <i>buzzer</i> sebanyak dua kali
Kesimpulan	Sesuai
Kasus dan Hasil Uji Update Firmware Kedua	
<i>Input</i>	<i>File firmware</i> kedua
Hasil yang Diharapkan	Bunyi <i>buzzer</i> saat mesin dihidupkan sebanyak tiga kali
Hasil Pengujian	Terdengar bunyi <i>buzzer</i> sebanyak tiga kali
Kesimpulan	Sesuai
Kasus dan Hasil Uji Update Konfigurasi Pintu Masuk	
<i>Input</i>	<i>File konfigurasi</i> pintu masuk
Hasil yang Diharapkan	Konfigurasi mesin parkir pada posisi mesin untuk pintu masuk
Hasil Pengujian	Konfigurasi mesin parkir pada posisi mesin untuk pintu masuk
Kesimpulan	Sesuai
Kasus dan Hasil Uji Update Konfigurasi Pintu Keluar	
<i>Input</i>	<i>File konfigurasi</i> pintu keluar
Hasil yang Diharapkan	Konfigurasi mesin parkir pada posisi mesin untuk pintu keluar
Hasil Pengujian	Konfigurasi mesin parkir pada posisi mesin untuk pintu keluar
Kesimpulan	Sesuai

Pengujian Sistem Parkir

Pengujian sistem parkir dilakukan untuk menguji apakah sistem yang dibangun dapat berjalan sesuai desain. *Input* berupa *tap* kartu parkir pada mesin parkir dan *output* adalah status parkir yang ditandai dengan adanya

bunyi dari mesin parkir. Selain bunyi pada mesin parkir, pada perangkat *monitoring* yang digunakan oleh petugas parkir akan menampilkan data kendaraan. Pengujian dilakukan dengan memberikan *input* kartu yang telah terdaftar dan kartu yang tidak terdaftar. Hasil pengujian dengan metode *black box* pada sistem parkir dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengujian Sistem Parkir

Kasus dan Hasil Uji (Data Normal)	
<i>Input</i>	Kartu parkir yang terdaftar
Hasil yang Diharapkan	Mesin parkir mengeluarkan bunyi <i>beep</i> dan perangkat <i>monitoring</i> menampilkan data kendaraan.
Hasil Pengujian	Mesin parkir meneluarkan bunyi dan perangkat <i>monitoring</i> menampilkan data kendaraan.
Kesimpulan	Sesuai
Kasus dan Hasil Uji (Data Salah)	
<i>Input</i>	Kartu parkir yang tidak terdaftar
Hasil yang Diharapkan	Mesin parkir tidak mengeluarkan bunyi <i>beep</i> dan perangkat <i>monitoring</i> tidak menampilkan data kendaraan.
Hasil Pengujian	Mesin parkir tidak berbunyi dan perangkat <i>monitoring</i> tidak menampilkan data kendaraan.
Kesimpulan	Sesuai

KESIMPULAN

1. Kerja pengontrolan menggunakan arsitektur *microservice* berhasil dengan baik. Yang mana masing-masing modul dapat bekerja dengan baik.

2. Dengan menggunakan *microservice*, beberapa modul yang beroperasi dengan Bahasa yang berbeda-beda namun dapat di koneksikan dan dapat beroperasi sesuai dengan fungsi kerja masing-masing *service*.
3. Dengan menggunakan arsitektur *microservice* yang melakukan Pemecahan sistem parkir menjadi beberapa *service* kecil, yaitu *service* kendaraan, *service* parkir dan *service monitoring* membuat ketiganya menjadi independen dan tidak bergantung pada bahasa pemrograman sehingga pengembangan dapat dilakukan tanpa perlu merombak keseluruhan sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- K..Katuwal."Microservices: A Flexible Architecture for Digital Age Version 1.0" *American Journal of Computer Science and Engineering*, Volume3, September 2016 Pages 20-24.
- Messina, Antonio, et.al (2016). *A simplefiet Database Pattern for the Microservice Arsitekture. The Eight Internasional Conference on Advances in Database Knolage, and Data, and Applications*.
- N.Dragoni et al(2017, September 6) *Microservicec: Yesterday, Today and Tomorrow*. [OnLine]. Available: <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-67425-4-2> [Januari 15, 2019]
- Newman, S. (2015). *Building Microservices*, O, Reilly Media, Inc
- NGINX, Inc. (2016). *MICROSERVICE From Design to Deployment*.
- Purnama (2016), *Menggunakan microservice dengan Node.Js*, Skripsi AMIKOM Yogyakarta
- Sathya (2017), *Smart parking System based on RFID and GSM Teknologi*
- Setiadi, H., Priyandari, Y., & Cahyono, S. I. (2017). Implementation of Parking System Based on Radio Frequency Identification at the Faculty of Engineering Sebelas Maret University. *ITSMART*, 6(1), 39-44.
- Trisongko Suryo (2017), *Pola komunikasi REST Service dengan format Javascript Object Notation (JSON)*, skripsi AMIKOM

DESIGN OPTIMIZATION OF OMNIDIRECTIONAL MIRROR OF AUTONOMOUS MOBILE ROBOT FOR SURVEILLANCE CAMERA COMPONENT USING QUALITY FUNCTION DEPLOYMEN METHOD

Taufiq Immawan¹, Aland Dewa Yasa²

^{1,2}Department of Industrial Engineering, Universitas Islam Indonesia
Email: 17916102@students.uii.ac.id

ABSTRACT

Currently, the use of automation has become a useful tool to monitor manufacture in improving work efficiency and safety. One way the use of automation is applied in the monitoring process is the Autonomous Mobile Robot (AMR) which is often used to recognize objects with its camera sensors based on the direction of motion, position, and shape of the objects. However, conventional camera sensors on AMR have a limited point of view on the object. This problem can be solved by adding an omnidirectional mirror on the camera, which enables the camera to capture objects with a 360 degree view in one frame. However, the addition of omnidirectional mirror in general may lead to high cost production. Therefore, this study aims to design an omnidirectional mirror that is cost-effective and suitable to be integrated with the cameras. The design process of this study uses a Quality Function Deployment (QFD) approach to identify the best features related to the material and arrangement of the omnidirectional mirror's angle. The proposed result of the omnidirectional mirror design hopefully will capture a better and more optimal quality of the object at a lower cost. In practice, AMR added with omnidirectional mirror can raise the efficacy of the surveillance system by capturing clearer images. Consequently, the use of AMR can contribute further to various sectors in life, including manufacturing processes, home industries, traffic, and many more.

Keywords: AMR, omnidirectional vision, direction determination, recognition.

INTRODUCTION

In recent years, the use of automation has become predominant, which may help the surveillance system to improve work efficiency and safety in manufacturing sector (Kim et al. 1999). Autonomous Mobile Robot (AMR), as one of the application of automation, has become a useful tool for navigating in an environment without the need for physical or electro-mechanical guidance devices. With advances in technology, demands for AMR in various sectors such as industry, hospitals, institutions, agriculture and housing has increased tremendously because these tools can be assigned to supervise the work of an object, carry heavy objects, mission in searching for objects, etc. (Young et al. 1995).

AMR requires a sensor component to recognize an object in the surrounding environment. One of the main types of sensors on AMR is a camera sensor. In general, the process of capturing an image of an object uses a conventional camera lens system to capture field of view only one direction at a time (Neves et al. 2010). In practice, a weakness in the conventional camera sensors is that they have limited viewpoints which can be seen on the single image they capture (Lopez et al. 2012).

Therefore, this camera system may be rather difficult to apply to a simple AMR system because the resulting point of view still does not meet the data requirement of the entire surrounding environment. One way to overcome this weakness is to add an omnidirectional mirror tool to the camera. In this case, the mirror is integrated into the camera to form a 360 degree angle view on a horizontal or visual plane that includes the surrounding environment. Therefore, the combination of omnidirectional mirror and camera sensors creates what is called as the omnidirectional camera. Furthermore, the omnidirectional camera works by directing a camera sensor towards a half-sphere mirror and placed perpendicularly which will function as a material handling AMR navigation process.

Specifically, omnidirectional mirrors have a variety of shapes, such as canonical, spherical, cylindrical, paraboloidal, ellipsoidal, and hyperboloidal. The shapes that are most often used are the spherical and paraboloidal because they have the ability to capture objects better than the other shapes. In addition, the design of the omnidirectional mirror also affects the image quality of the object. The design includes the material

selection feature and adjustment of the convex angle in the mirror used. Therefore, the design of an omnidirectional mirror is very important to capture an image with an optimal quality at a 360 degree angle view.

Various attempts have been made by many researchers to get a wider camera viewpoint. Some previous researchers, such as Bruckstein and Richardson (2000) have created a design that uses 2 parabolic mirrors, of which one is convex and the other one is concave shaped, using glass material. Furthermore, Nayar (1999) created an omnidirectional mirror design using 2 mirrors with a conical shape. Meanwhile, Nalwa (1996) uses an arrangement of 4 triangular planar mirrors that are side by side in a pyramid arrangement with each camera under each mirror material. Peixoto (2000) found a system that uses a rotating camera to obtain an omnidirectional image by modeling the shape and characteristics of the mirror to capture objects more clearly at a certain distance.

By using an omnidirectional camera system, a wider point of view is obtained compared to using a conventional camera (Tarhan et al. 2011). However, the image obtained using the omnidirectional camera system is distorted because of its basic nature which presents the entire surrounding images in one circular plane (Scotti et al. 2005). By knowing the nature of the omnidirectional camera's resulting image, this distortion can be corrected by changing the image into panoramic view. Hence, the image obtained can be processed more easily because it provides a 360 degree view of the environment around the sensor and is suitable for use in tracking straight lines, especially vertical lines. Therefore, the change from omnidirectional image to panoramic view is influenced by the change from Cartesian coordinates to Polar coordinates (Tan et al. 2014).

Based on the explanations above, the design of omnidirectional mirror is a major problem in this study because a not optimal design (based on features such as material and the angle of mirror convex) affect the image quality. In this case AMR's function in surveillance may become ineffective because the image captured has a low quality. Therefore, the aim of this study is to design an omnidirectional mirror that is cost-effective, by considering the features such as materials and the convex angle of the mirror. An optimal design is based on these two features, hence the omnidirectional mirror can be integrated

with the AMR camera sensor so that it gets a more effective surveillance function due to higher quality of captured image.

In this study, the design of an omnidirectional mirror is carried out using the Quality Function Deployment (QFD) approach. This approach is appropriate because the QFD method is used for structured product planning and development that enables the development team to clearly determine the needs and desires of consumers, and evaluate each desired product or also the quality of products provided systematically in order to meet the wants and needs of consumers. In addition, the QFD approach has also been used by many researchers in various fields such as education, aviation, food products, and many more. Some benefits of using the QFD approach include increasing the competitiveness of products or services through continuous improvement in quality and productivity (Cheng and Melo, 2007). Also, the QFD method also gives benefit in increasing the product reliability and quality, communication, productivity, profits, customer satisfaction, and short time to market.

Similarly, Shanin and Zairi (2009) created a design in the quality of community web services. They considered features in the quality of satisfaction with service. Meanwhile, Dholakia and considered in increasing the quality of teaching and increasing the productivity of the teaching system using QFD. Furthermore, Benner et al. (2013) used the QFD method in applying the production chain process with aims to improve the food product quality (which does not only depend on the ingredients' quality). Therefore, the QFD approach is used in this study to design an omnidirectional mirror that considers the material selection features and the adjustment of mirror's convex angle that is integrated into the camera sensor.

Based on the design process using the QFD approach, this study contributes to designing new and cheaper omnidirectional mirror which have a better function of capturing a broader picture of objects. In addition, the use of omnidirectional mirror with QFD method can contribute more to various fields including manufacturing processes, home industry, traffic, and many more.

This study is arranged as follows. Section 2 presents the methodology for designing and manufacturing omnidirectional mirror. Section 3 illustrates the QFD function as a designing tool through data obtained and used as a basis for a picture of the design. Section 4

provides an overview of the potential results and analysis carried out by applying the QFD to the manufacture of the proposed omnidirectional mirror which is proposed as an example for industrial applications. And last, section 5 discusses the conclusion and provides suggestions for further researches.

RESEARCH METHOD

Based on the problems discussed in the previous section, this section explains in detail the methods for designing and manufacturing omnidirectional mirror based on the QFD approach. The methodology used in this study is shown in Figure 1 to assist in the process of data collection and processing.

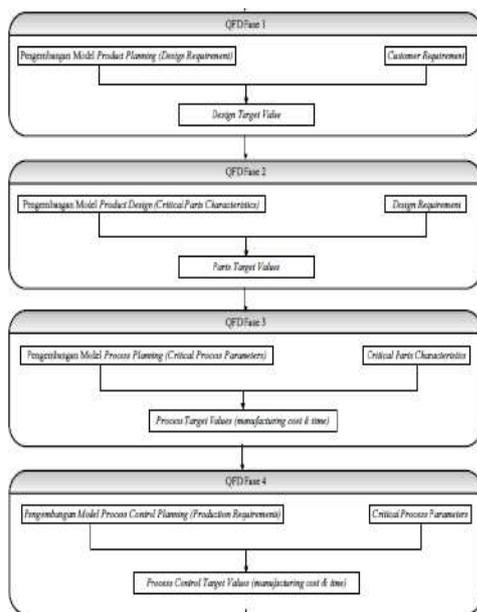


Figure 1. Research Method

Based on Figure 1, there are 4 phases of QFD that are proposed to solve the research problem. The phases are used to design omnidirectional mirrors that aim to improve the optimization of the catch of objects with low manufacturing costs. In general the phases describe the process of designing, manufacturing, to the end finish of the product. Hence, the 4 phases of QFD are explained as follows.

QFD – Phase 1

In this phase, a model is created that is able to identify the extent of customer expectations for the quality of an omnidirectional mirror product that is able to satisfy consumers, in terms on cost and quality. This identification step uses Customer Requirements (CRs) or Voice of Customers (VoC) with Design Requirements (DRs).

QFD – Phase 2

In this phase, a model of data analysis for required materials or components is made which can fulfill the design target value criteria in the first phase. It is done by translating the determination of Design Requirements (DRs) into Critical Parts Characteristics (PCs).

QFD – Phase 3

In this phase, modeling of the process parameters needed to produce materials or components produced from the target value parts in the second phase is carried out. In this case, Critical Process Parameters (PPs) are determined.

QFD – Phase 4

In this phase, a sequence of production processes model needs to be made to choose a strategic manufacturing decision from critical process parameters in the third phase. In this case, Production Requirements (PRs) are made.

Omnidirectional mirrors that use the QFD method starting from the design, manufacture, to finished results are based on customer requirements, and morphological charts that are inferred or converted into the House of Quality (HOQ) matrix. Furthermore, as a reference to achieve technical characteristics in accordance with the targets set.

RESULT & DISCUSSION

QFD Application In this part of the study, a quality function deployment was evaluated in the textile production industry of Turkey. In this application, customer requirements, customer significance level and technical characteristics were determined and scored with the experts and employee of all production industrial sectors (Omnidirectional Camera). Besides, a questionnaire was prepared for learning the opinions, perspectives of user about the sustainability of the lifecycle of Products. This step of the study was very important to gather data and also to assist in the implementation of the research. The research was focused on a quantitative perception by means of a questionnaire-based survey determining the evaluation of the Omnidirectional Camera. This survey was e-mailed to approximately a total of 10 user Omnidirectional Vision. the survey from the user omnidirectional camera, with a 72% rate of response. The Technical characteristics include groupings identified according to the questionnaire on the environment which is focused on quality of product. These characteristics which were determined

according to the survey questions and answers are shown in Figure 2

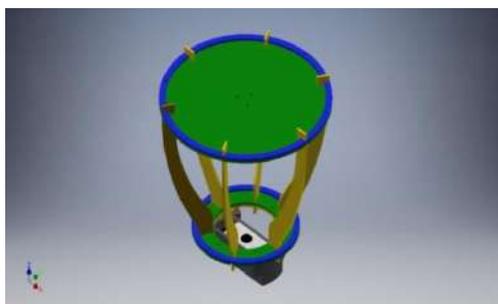
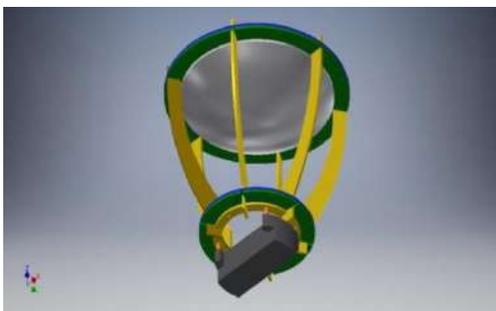


Figure 2. House Of Quality

The camera used by the author is Logitech c930e which has an open angle of 90 ° and a resolution of 1920 x 1080 pixels. Logitech c930e has an automatic focus. Therefore the focus of the camera is set using a software. The software used to adjust the focus is v4l2ucp. To get an omnidirectional image, the camera requires a tool in the form of a mirror, the design of the omnidirectional camera uses 1 hyperbolic mirror that is mounted perpendicularly. The results of the images obtained are capable of producing a 360 degree coverage area. Illustration of reflected light as in Figure 3



Figure 3. Omnidirectional Camera Design



The specifications are as follows:

- Video calling: 1280 x 720 pixels
- Video capture: up to 1280 x 720 pixels
- Photos: up to 8 megapixels
- USB 2.0 high speed
- Autofocus

By placing it at a height of 200 mm from the omnidirectional mirror, the visibility expected by the researchers and the 360-degree vision radius was obtained. This makes it to be an advantage of omnidirectional mirrors in the implementation of object detection autonomously. Omnidirectional mirrors and cameras are placed in the middle of a room to get a

comprehensive object capture from the room. The detailed shape and size of the omnidirectional camera according to the following specifications:

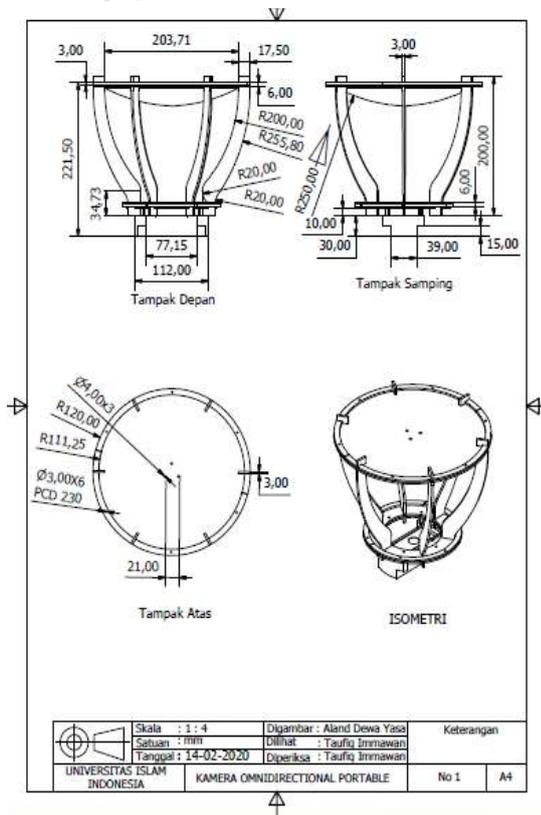


Figure 4. Omnidirectional Camera Design

The first step to calibrate the camera is to determine the frame that matches the mirror size of 500 pixels x 500 pixels. The purpose of this step is to have the frame only with an image that is reflected by a mirror. The camera used by the author is Logitech c930e which has an opening angle of 90 ° and a resolution of 1920 x 1080 pixels. To avoid the camera taking pictures outside the mirror, the authors reduce the camera resolution to 500 x 500. Then the authors use the v4l2ucp software to adjust the zoom (magnification) and focus the camera. Calibration on the camera omnidirectional system aims to get the coordinates according to the position of the object.



Figure 5. Camera Readout Before Calibration

The frame has a length (axis y) 500 pixels and width axis 500 pixels. Each axis is divided by 2 to get the middle value, so we get 250. The 250 value is the reference for calibration. To get the exact center point of 0 on the camera lens, the following equation is required:

$$cx = x - 250 \quad cy = -(y - 250)$$

Information :

- x : camera reading value on the axis before calibration (pixels)
- y : camera reading value on the axis before calibration (pixels)
- cx : camera reading value on the x axis after calibration (pixels)
- cy : camera reading value on the y axis after calibration (pixels)

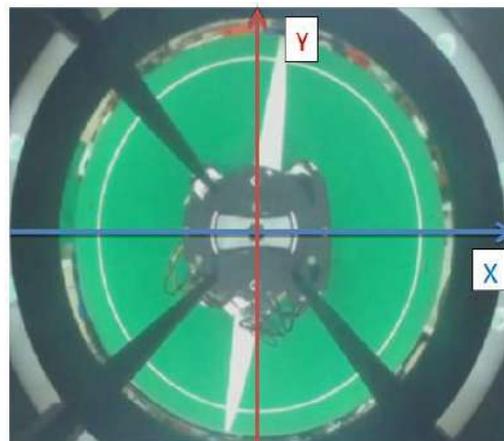


Figure 6. Camera Readout After Calibration

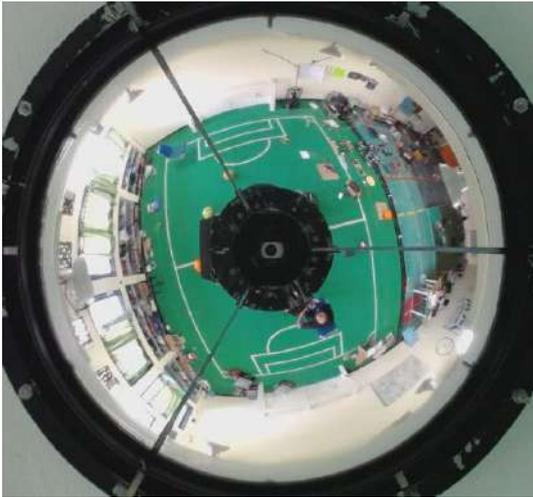


Figure 7. Camera Calibration

Before being calibrated the axis and y axis values are shown in Figure 4 In Figure 6, after being calibrated the values and axis values will have a value of 0 right on the camera lens.

Object detection testing aims to determine whether the camera can capture and identify the object. This can be seen in Figure 5, where there is the result of identifying the object detection system.

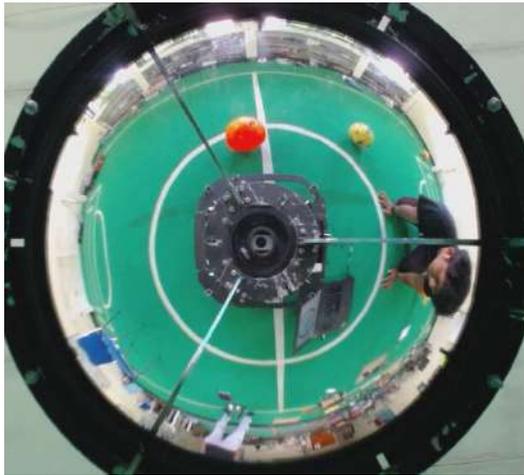


Figure 8. Object Identification

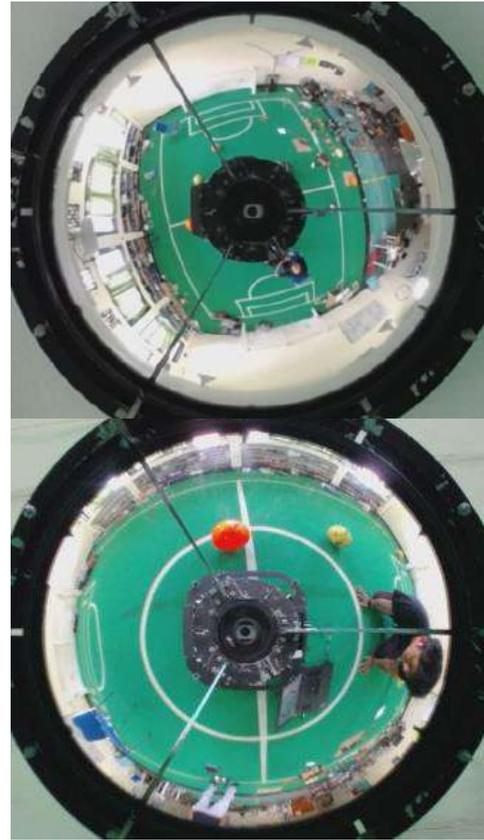
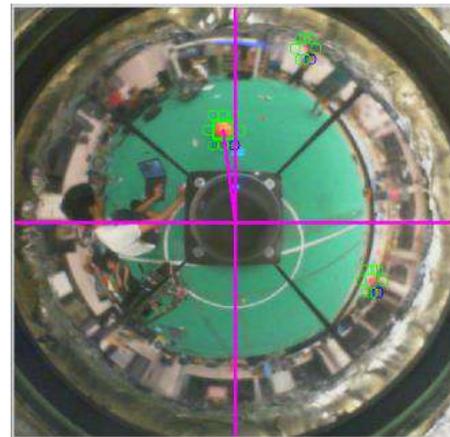


Figure 9. Object Identification Based on Distance

Figure 9 is an example of the objects' condition with a distance of 100cm from the robot. The data written is the highest value after 3 trials. Several factors may influence the detection results in Table 1, which include the intensity of light, shadow, distortion caused by mirrors, and the distance of the object at the distance which the omnidirectional camera capture. Each test was carried out 3 times with an average reading error of 0% or without errors (all detected).



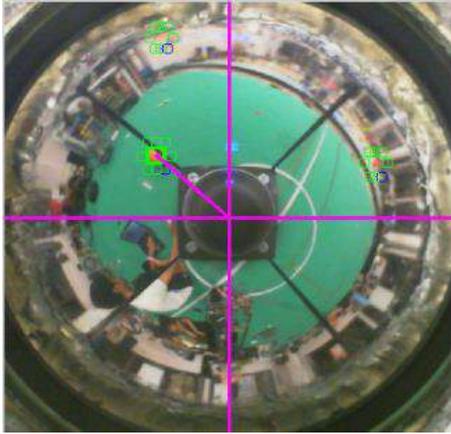


Figure 10. Detection of the ball in the field by robot rotation at a distance of 1 meter and 2 meters

Ball detection test based on distance. On Table I it can be seen that within a distance of 5 meters the ball is can still be detected properly.

Table 1 Testing The Ball Detection

Number	Distance (cm)	Result	
		Detected	Not Detected
1	25	✓	-
2	50	✓	-
3	75	✓	-
4	100	✓	-
5	125	✓	-
6	150	✓	-
7	175	✓	-
8	200	✓	-
9	225	✓	-
10	250	✓	-
11	275	✓	-
12	300	✓	-
13	325	✓	-
14	350	✓	-
15	375	✓	-
16	400	✓	-
17	425	✓	-
18	450	✓	-
19	475	✓	-
20	500	✓	-

CONCLUSION

From the analysis above, it can be concluded that the improvement of the existing research tool is proven to cause the object detection and calibration of the omnidirectional mirror to be more optimal. Coverage area for converting broad objects, ranges from 0 - 360 degrees. Based on these results, the authors conclude several things which are as follows:

1. There are 4 attributes used in QFD, which are tools' materials, cost, tools' quality, and tools' operation.
2. Obtain technical requirements and objectives for the design and development of omnidirectional mirrors obtained from people who are experts in using the tools.
3. Get an Omnidirectional Mirror tool virtual design that suits the needs of customers and people who are experts in using the tools.
4. Give a positive impact for the Omnidirectional Mirror process, which are:
 - a. Cheaper tool costs.
 - b. A more optimal results in terms of the object detection's scope and calibration results.
 - c. Safe and easy when using the tools.

REFERENCE

- Benner, M., Linnemann, A. R., Jongen, W. M. F., & Folstar, P. (2003). *Quality Function Deployment (QFD) – Can it be used to develop food products? Food Quality and Preference*, 14(4), 327–339.
- Bruckstein A., Richardson T. (2000). *Omniview Cameras with Curved Surface Mirrors. IEEE Workshop on Omnidirectional Vision* : Hilton Head, SC, USA.
- Cheng, L. C., & de Melo Filho, L. R. (2007). *QFD in managing product development*. São Paulo: Blücher (in Portuguese).
- G., L. Marcenaro, C. Coelho, et al., *Dual camera intelligent sensor for high definition 360 degrees surveillance*, IEE Proc. : Vis. Image Signal Process. 152 (2) (2005) 250–257.
- D. S., et.al. (1999). *A Real Time Detection Algorithm for Direction Error in Omnidirectional Image Sensors for Mobile Robots. IEEE International Conference on Robotics & Automation*, Detroit, Michigan.
- Lopez, G., Ribeiro, F. "Catadioptric system optimisation for omnidirectional Robocup MSL robots". In *RoboCup 2011: Robot Soccer World Cup XV*, 2012.
- M. Tarhan, E. Altug, *A catadioptric and pan-tilt-zoom camera pair object tracking system for UAVs*, J. Intell. Robot. Syst. 61 (2011) 119–134.
- Nalwa V. (1996). *A True Omnidirectional Viewer. Technical Report*, Bell

Laboratories, Holmdel, New Jersey, USA.
Nayar S. K., Peri V. (1999). *Folded Catadioptric Cameras. IEEE Computer Vision and Pattern Recognition Conference, Fort Collins, USA.*

Pinho, A., Martins, D., et al. "An efficient omnidirectional vision system for soccer robots: From calibration to object detection". In *Mechatronics*, Volume 21, Issue 2, March 2011, p.399-410, 2010.

VISUALISASI AREA ANTAR PEDUKUHAN HASIL CLUSTERING PENDUDUK MISKIN MENGGUNAKAN FUZZY C-MEANS

Femi Dwi Astuti¹, Fransisca Wiwiek Nurwiyati²

^{1,2}Program Studi Informatika, STMIK AKAKOM Yogyakarta

Email: femi@akakom.ac.id¹, wiwiek@akakom.ac.id²

ABSTRACT

Visualization of information is one of the things that is more often sought after than information in the form of text. One of the advantages of the visualization process is that information is easier to read. Poverty from the past until now has always been a matter of concern to the regions. Various assistance have been held in the hope that it can be distributed according to the target. Determination of families that are considered poor in certain fields is still difficult to do, most are only seen from a few important aspects such as income per month or type of work. The number of poor people in DIY according to the Central Statistics Agency in 2019 reached 440.89 thousand inhabitants. This figure has decreased from the previous year which was 440.89 thousand inhabitants. Whereas in Bantul Regency, the number of poor people in 2018 was 134.84 thousand people and in 2019 there were 131.15 thousand people. Residents in the Bantul District area are referred to as poor families based on aspects of food, clothing, housing, income, health, education, wealth, clean water, electricity and the number of people. This research can visualize the population as it is stated on the clustering result based on the coverage area in the village. Clustering is done by the Fuzzy C-Means method. From 23, 500, 1000 and 1313 the amount of test data used, the test results using the xie beni validity index showed the optimal number of clusters for clustering the poor as many as 4 clusters with a Xie Beni value of 0.1704. Visualization can show a village most there are poor people based on certain criteria.

Keywords: clustering, fuzzy c-means, poverty, visualization.

INTISARI

Visualisasi dari suatu informasi menjadi salah satu hal yang lebih sering diminati daripada informasi berupa teks. Salah satu kelebihan dari proses visualisasi adalah lebih mudahnya informasi dibaca. Kemiskinan dari dahulu sampai sekarang selalu menjadi masalah yang diperhatikan oleh daerah-daerah. Berbagai bantuan sudah diadakan dengan harapan dapat terdistribusi dengan tepat sesuai sasaran. Penentuan keluarga yang dianggap miskin pada bidang tertentu masih susah dilakukan, sebagian besar hanya dilihat dari beberapa aspek penting saja misalnya penghasilan per bulan ataupun jenis pekerjaan. Jumlah penduduk miskin di DIY menurut Badan Pusat Statistik tahun 2019 mencapai 440,89 ribu jiwa. Angka ini mengalami penurunan dari tahun sebelumnya yaitu sebanyak 440,89 ribu jiwa. Sedangkan di Kabupaten Bantul, jumlah penduduk miskin tahun 2018 sebanyak 134,84 ribu jiwa dan tahun 2019 sebanyak 131,15 ribu jiwa. Penduduk di wilayah Kecamatan Bantul disebut sebagai keluarga miskin berdasarkan aspek pangan, sandang, papan, penghasilan, kesehatan, pendidikan, kekayaan, air bersih, listrik maupun jumlah jiwa. Penelitian ini dapat memvisualisasikan penduduk sesuai hasil clustering berdasarkan area pedukuhan. Clustering dilakukan dengan metode Fuzzy C-Means. Dari 23, 500, 1000 dan 1313 jumlah data uji yang digunakan, hasil pengujian menggunakan *validity index xie beni* menunjukkan jumlah cluster optimal untuk clustering penduduk miskin sebanyak 4 cluster dengan nilai Xie Beni sebesar 0,1704. Visualisasi dapat menunjukkan suatu pedukuhan paling banyak terdapat penduduk miskin berdasarkan kriteria tertentu.

Kata Kunci: clustering, fuzzy c-means, kemiskinan, visualisasi.

PENDAHULUAN

Kemiskinan dari dahulu sampai sekarang menjadi masalah yang akan selalu diperhatikan baik ditingkat negara, provinsi, kabupaten, bahkan sampai ke pedukuhan. Jumlah penduduk miskin di DIY menurut

Badan Pusat Statistik tahun 2019 mencapai 440,89 ribu jiwa. Angka ini mengalami penurunan dari tahun sebelumnya yaitu sebanyak 440,89 ribu jiwa. Sedangkan di Kabupaten Bantul, jumlah penduduk miskin tahun 2018 sebanyak 134,84 ribu jiwa dan

tahun 2019 sebanyak 131,15 ribu jiwa (BPS, 2020). Berdasarkan angka tersebut terlihat masih tingginya angka kemiskinan yang ada di wilayah Yogyakarta secara umum.

Program pengentasan kemiskinan sudah dilakukan seperti dengan mendistribusikan bantuan bagi warga yang kurang mampu / miskin. BKKBN (Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional) di Kabupaten Bantul sebagai badan yang bertugas menghimpun data statistik kemiskinan di Kabupaten Bantul merasa kesulitan dalam pendistribusian berbagai macam bantuan yang ada. Hal ini dikarenakan penentuan penduduk miskin di Kabupaten Bantul didasarkan pada banyak aspek. Selama ini proses penentuan dihitung berdasarkan jumlah total nilai seluruh aspek, dengan cara ini, bantuan terkadang tidak tepat sasaran. Informasi siapa saja penduduk miskin saat ini baru disajikan dalam bentuk teks, belum divisualisasikan.

Penelitian tentang Visualisasi kemiskinan pernah dilakukan sebagai rujukan dalam perencanaan pengembangan kebijakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi dalam kesiapan visualisasi data yang dipergunakan sebagai rujukan perencanaan pengembangan kebijakan (Yuniarto, dkk, 2019). Analisis cluster hirarki dan pemetaan kemiskinan di daerah istimewa Yogyakarta juga pernah dilakukan dengan hasil Kemiskinan yang terdapat di DIY menurut BAPPEDA terbagi menjadi 4 jenis, yaitu Desil 1, Desil 2, Desil 3, dan Desil 4 dengan kelompok tertinggi pada Desil 3 sebanyak 100.343 Rumah Tangga (Purnami, dkk, 2015). Clustering penduduk miskin di kecamatan bantul pernah dilakukan dengan metode hard c-means. Hasilnya diperoleh 253 penduduk masuk sebagai anggota cluster 1, 763 berada di cluster ke 2 dan 297 berada di cluster ke 3 (Astuti, 2016). Penelitian lain berupa perancangan sistem identifikasi dan pemetaan potensi kemiskinan untuk Optimalisasi Program Kemiskinan. Hasil penelitian mampu mengoptimalkan dampak program pengentasan kemiskinan yang disediakan oleh pemerintah dan swasta sehingga peningkatan ekonomi dapat dicapai dan Kemiskinan akan berkurang hingga dibawah 10% (Redjeki, dkk, 2014). Metode deskriptif kuantitatif dan kualitatif untuk memetakan potensi penduduk miskin per kecamatan di Kabupaten Bantul tetapi belum memetakan hasilnya (Ernawati, 2012). Clustering kemiskinan juga dilakukan di Jawa Barat, hasilnya dapat diketahui karakteristik

setiap wilayah sehingga dapat menjadi dasar bagi pemerintah dalam memberikan kebijakan (Febianto dan Palasara, 2019). Clustering Fuzzy C-Means juga pernah dilakukan untuk mengcluster keluarga miskin, penggunaan Fuzzy C-Means diperlukan karena sebuah keluarga dapat cenderung masuk dalam lebih dari satu klaster dengan derajat keanggotaan antara 0 dan 1 (Astuti, 2016). SIM kemiskinan pernah dilakukan sebagai dasar informasi geografis untuk pemetaan prioritas pengentasan kemiskinan di Kabupaten Banjarnegara. Hasilnya dapat menyajikan informasi yang dapat menentukan kriteria kemiskinan dengan model single kriteria dan multiple kriteria sesuai kebutuhan indikator kemiskinan yang ditentukan di tingkat desa. (Supriyanto, dkk, 2011).

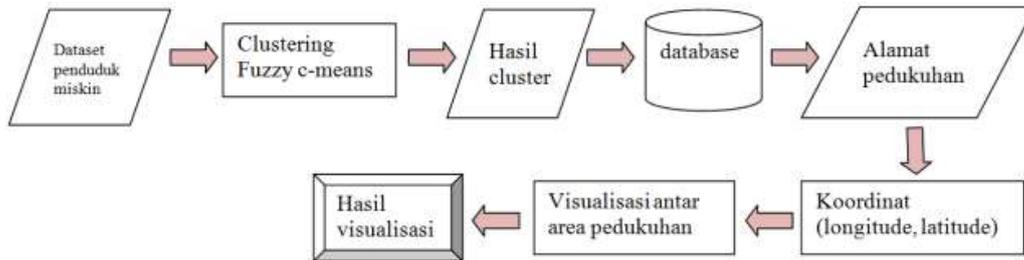
Berdasarkan pada kondisi tersebut, maka dalam penelitian ini dibuat model *clustering* untuk mendapatkan klaster-klaster. Hasil klastering kemudian akan divisualisasikan dalam bentuk area antar pedukuhan. Upaya tersebut dilakukan melalui pembuatan suatu alat bantu berupa aplikasi dengan menggunakan metode *Fuzzy C-Means* (FCM) untuk mengetahui pola penduduk miskin. Hasil *clustering* akan divisualisasikan dalam bentuk pemetaan. Visualisasi hasil *clustering* akan disajikan pada area antar pedukuhan. Visualisasi dilakukan dengan tujuan agar mempermudah dalam melihat lokasi-lokasi penyebaran keluarga miskin.

BKKBN berharap terdapat semacam kelas-kelas kemiskinan menurut kondisi keluarga yang disajikan dalam bentuk visualisasi pemetaan. Dengan pemetaan ini harapannya BKKBN dapat mempermudah dalam melihat distribusi daerah-daerah miskin di Kecamatan Bantul.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dimulai dengan menganalisis masalah yang terjadi di Kecamatan Bantul, Kabupaten Bantul. Setelah menganalisis masalah selanjutnya mencari metode yang akan dipakai untuk penelitian. Studi pustaka dilakukan untuk mempelajari teori-teori yang akan dipakai dalam penelitian seperti metode penelitian fuzzy c-means dan teori lain. Analisis juga dilakukan mulai dari analisis kebutuhan data, input, proses, output, kebutuhan fungsional maupun kebutuhan non fungsional. Selanjutnya dilakukan perancangan, mulai dari perancangan user interface, sistem, basis data. Implementasi dilakukan setelah perancangan selesai. Gambaran umum proses penelitian yang

dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Gambaran umum sistem

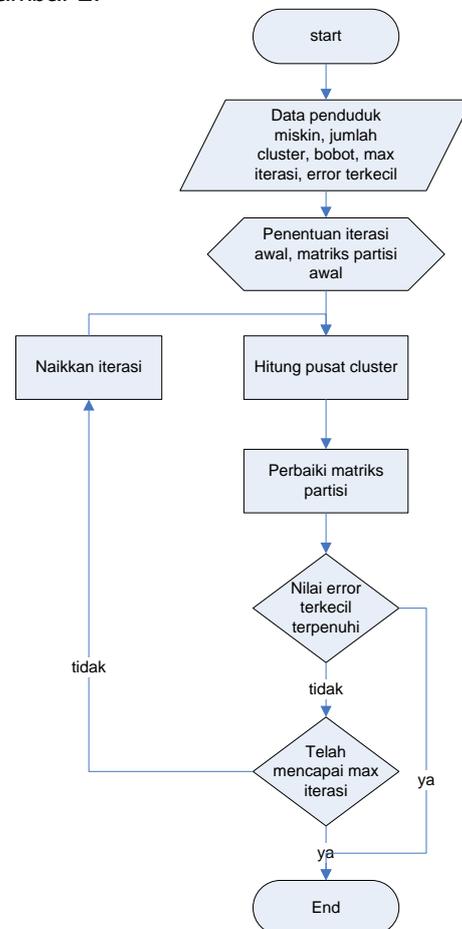
Berdasarkan Gambar 1, dapat dilihat proses implementasi dari penelitian ini. Data yang digunakan adalah data penduduk miskin Kecamatan Bantul. Data ini sudah dihimpun oleh BKKBN melalui kader-kader per dukuh. Data yang sudah diperoleh selanjutnya dilakukan proses clustering penduduk miskin menggunakan salah satu metode data mining yaitu fuzzy c-means sampai menghasilkan hasil cluster berupa suatu keluarga masuk dalam klaster yang mana. Data hasil klaster selanjutnya akan disimpan dalam database. Selanjutnya, data lengkap yang sudah disimpan ke dalam database, akan diambil data alamat pedukuhan dari setiap keluarga. Koordinat ditentukan dengan cara survey langsung dan memanfaatkan google maps sampai ditemukan nilai longitude dan latitude dari setiap pedukuhan. Nilai ini yang akan dijadikan dasar visualisasi untuk menentukan batas-batas pedukuhan.

Metode Fuzzy C-Means ini dipilih karena keluarga mungkin dapat menjadi anggota dari masing-masing *cluster* dengan derajat keanggotaan yang berbeda antara 0 dan 1. Algoritma *Fuzzy C-Means* sangat bergantung pada pemilihan matriks awal untuk proses klasterisasi dimana Algoritma *Fuzzy C-Means* juga bergantung pada fitur bobot yang mempengaruhi jarak antar klaster yang terbentuk (Wang, 1997). Sehingga penelitian yang dilakukan tersebut dinyatakan perlu adanya suatu penyesuaian fitur bobot pada Algoritma *Fuzzy C-Means*.

A. Fuzzy C-Means (FCM)

Fuzzy C-means pertama kali dikemukakan oleh Dunn yang dapat digunakan sebagai metode untuk clustering data dan kemudian dikembangkan untuk pattern recognition (Bezdek dan James, 1981). Proses FCM diawali dengan menentukan pusat cluster, yang akan menandai lokasi rata-rata untuk tiap-tiap cluster. Pada kondisi awal, pusat cluster ini masih belum akurat. Tiap-tiap titik data memiliki derajat keanggotaan untuk tiap-

tiap cluster. Dengan cara memperbaiki pusat cluster dan derajat keanggotaan tiap-tiap titik data secara berulang, maka akan dapat dilihat bahwa pusat cluster akan bergerak menuju lokasi yang tepat. Perulangan ini didasarkan pada minimisasi fungsi objektif yang menggambarkan jarak dari titik data yang diberikan ke pusat cluster yang terbobot oleh derajat keanggotaan titik data tersebut. *Flowchart Fuzzy C-Means* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart fuzzy c-means

Algoritma Fuzzy C-Means (Wang,dkk,2004) : Langkah 1.

Dataset $X=\{X_1, X_2, \dots, X_n\}$, $X_i \in R^p$,
 dengan $c \in \{2,3, \dots, n-1\}$, $m \in (1, \infty)$ dan
 inialisasi $U^{(0)} \in M_{fc}$

Keterangan :

n = banyaknya data yang akan dicluster

Tentukan :

c = banyaknya cluster yang diinginkan

m = nilai pembobot

MaxIter = Maksimum iterasi

ξ = Error terkecil

Langkah 2.

Pada iterasi l , $l = 0, 1, 2, \dots$ hitung pusat cluster
 menggunakan persamaan (1)

$$V_i^{(l)} = \frac{\sum_{k=1}^n ((\mu_{ik}^{(l)})^m * X_k)}{\sum_{k=1}^n (\mu_{ik}^{(l)})^m}, 1 \leq i \leq c$$

Keterangan :

$V_i^{(l)}$ = Pusat kluster ke i pada iterasi ke l

i = index cluster, (1,2,.....,c)

k = index data, (1,2,.....,n)

X_k = data sampel ke- k ($k=1,2, \dots, n$)

μ_{ik} = derajat keanggotaan cluster ke i dan data
 ke k

Langkah 3.

Perbaiki nilai U yang baru

$U^{(l)} = [u_{ik}^{(l)}]$ menjadi $U^{(l+1)} = [u_{ik}^{(l+1)}]$
 menggunakan persamaan (2)

$$U^{(l+1)} = \frac{1}{\sum_{j=1}^c \left(\frac{\|X_k - V_i^{(l)}\|}{\|X_k - V_j^{(l)}\|} \right)^{\frac{2}{m-1}}}, 1 \leq i \leq c, 1 \leq k \leq n$$

Keterangan :

$V_i^{(l)}$ = Pusat kluster ke i pada iterasi ke l

i = index cluster, (1,2,.....,c)

k = index data, (1,2,.....,n)

m = pangkat

X_k = data sampel ke- k ($k=1,2, \dots, n$)

μ_{ik} = derajat keanggotaan cluster ke i

dan data ke k

Langkah 4.

Hitung nilai $\Delta = \|U^{(l+1)} - U^{(l)}\|$

Apabila $\Delta \leq \xi$, maka iterasi dihentikan, namun
 apabila $\Delta > \xi$, maka naikkan iterasi ($l = l+1$)
 dan kembali kelangkah 2.

Pencarian nilai D dapat dilakukan dengan
 mengambil elemen terbesar dari nilai mutlak
 selisih antara $\mu_{ik}(l)$ dengan $\mu_{ik}(l-1)$.

B. Kemiskinan

Kemiskinan adalah masalah umum
 yang dihadapi dan menjadi perhatian orang
 disuatu negara bahkan di dunia. Negara
 miskin masih dihadapkan antara masalah
 pertumbuhan dan distribusi pendapatan yang
 tidak merata, banyak negara berkembang
 yang mengalami pertumbuhan ekonomi yang
 tinggi namun, kurang memberikan manfaat
 bagi penduduk miskinnya (Todaro, dkk,
 2006). Aspek yang digunakan untuk
 menentukan keluarga miskin di Kabupaten
 Bantul dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Indikator Kemiskinan BKKBN

No	Aspek	Keterangan	Skor
1	Pangan	Seluruh anggota keluarga tidak mampu makan dengan layak atau senilai Rp. 1.500,- minimal 2 kali dalam sehari	12
2	Sandang	Lebih dari sebagian anggota keluarga tidak memiliki pakaian pantas pakai minimal 6 stel	9
3	Papan	Lebih dari 50% Tempat tinggal/ rumah berlantai tanah/ berdinding bambu/ berataprumbia	9
4	Penghasilan	Jumlah penghasilan yang diterima seluruh anggota keluarga yang berusia 16 tahun keatas < Rp. 993.484	35
5	Kesehatan	Bila ada anggota keluarga yang sakit tidak mampu berobat ke fasilitas kesehatan dasar	6
6	Pendidikan	Keluarga tidak mampu menyekolahkan anak yang berumur 7 – 15 tahun	6
7	Kekayaan 1	Jumlah kekayaan/aset milik keluarga kurang dari Rp.2.500.000,-	5
8	Kekayaan 2	Tanah bangunan yang ditempati bukan milik sendiri	6
9	Air Bersih	Tidak menggunakan air bersih untuk keperluan makan, minum & MCK	4
10	Listrik	Tidak menggunakan listrik untuk keperluan rumah tangga	3
11	Jumlah Jiwa	Jiwa dalam KK (termasuk kepala keluarga) 5 jiwa atau lebih	5

No	Aspek	Keterangan	Skor
----	-------	------------	------

C. Sistem Informasi Geografi

Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sebuah sistem komputer yang memiliki kemampuan untuk mengambil, menyimpan, menganalisa, dan menampilkan informasi dengan referensi geografis". Pada beberapa pustaka menyebutkan bahwa Sistem Informasi Geografis dipandang sebagai hasil dari perkawinan antara sistem komputer bidang kartografi dengan teknologi basis data (Prahasta dan Eddy, 2002). *Google Maps* adalah layanan gratis Google yang cukup populer. Pemrogram dapat menambahkan fitur *Google Maps* dalam web Pemrogram sendiri dengan *Google Maps API*. *Google Maps API* adalah *library* JavaScript. Pada *Google Maps API* terdapat 4 jenis pilihan

model peta yang disediakan oleh Google, diantaranya roadmap, satellite, terrain dan hybrid.

PEMBAHASAN

Setelah melakukan perancangan baik untuk sistem, database, input dan output, langkah berikutnya yang dilakukan dalam penelitian ini adalah implementasi sistem. Data yang digunakan adalah data penduduk miskin Kecamatan Bantul yang berjumlah 1313 keluarga miskin dari 5 Desa dan 41 Dukuh. Data penduduk miskin ini telah dihimpun oleh pihak BKKBN melalui kader ditingkat Pedukuhan. Contoh data penduduk miskin Kecamatan Bantul dan hasil clustering dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Penduduk Miskin

No	Nama	pangan	sandang	papan	penghasilan	kesehatan	pendidikan	Kekayaan 1	Kekayaan 2	Air bersih	listrik	Jumlah jiwa
1	Ali Hadi	0	0	0	35	6	0	5	6	0	0	0
2	Ahmad Maulana	0	9	0	35	0	6	5	0	0	0	0
3	Agus Subagyo	12	9	9	35	0	0	5	0	0	0	0
4	Agus Rohmadi	12	9	0	35	6	0	5	0	4	3	0
5	Agus Suwono	12	9	0	35	0	0	5	0	0	3	0
6	Andi Rohadi	0	0	9	35	0	0	5	6	0	0	0
7	Sumardi	12	9	0	35	6	0	5	0	0	0	0
8	Salimah	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	Sumardiyono	12	9	9	35	0	0	5	6	0	0	0
10	Sugiyanto	0	0	9	35	6	0	5	6	0	0	5

Pada saat akan melakukan proses clustering, parameter yang digunakan untuk perhitungan Fuzzy C-Means yang akan digunakan harus dimasukkan terlebih dahulu. Parameter-parameter tersebut yaitu Jumlah

cluster = 3, Maksimum iterasi = 100, Nilai pembobot = 2 dan Nilai error terkecil = 0.00001. Setelah dilakukan proses *clustering* diperoleh hasil seperti pada Tabel 3.

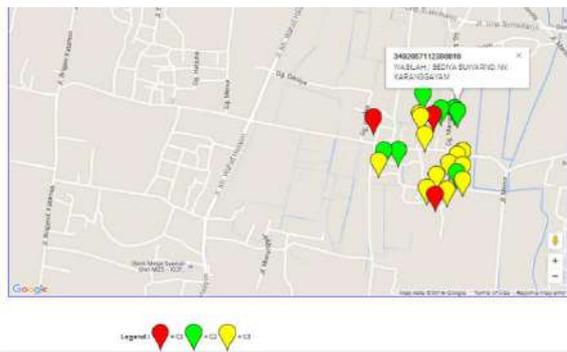
Tabel 3. Hasil Cluster Kecamatan Bantul

No	Nama	pangan	sandang	papan	penghasilan	kesehatan	pendidikan	Kekayaan 1	Kekayaan 2	Air bersih	listrik	Jumlah jiwa	Hasil
1	Ali Hadi	0	0	0	35	6	0	5	6	0	0	0	C2
2	Ahmad Maulana	0	9	0	35	0	6	5	0	0	0	0	C1
3	Agus Subagyo	12	9	9	35	0	0	5	0	0	0	0	C3

4	Agus Rohmadi	12	9	0	35	6	0	5	0	4	3	0	C1
5	Agus Suwono	12	9	0	35	0	0	5	0	0	3	0	C1
6	Andi Rohadi	0	0	9	35	0	0	5	6	0	0	0	C2
7	Sumardi	12	9	0	35	6	0	5	0	0	0	0	C1
8	Salimah	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	C2
9	Sumardiyono	12	9	9	35	0	0	5	6	0	0	0	C1
10	Sugiyanto	0	0	9	35	6	0	5	6	0	0	5	C2

Pada Tabel 3 dapat dilihat sampel data yang digunakan beserta hasil dari proses clustering yang sudah dilakukan menggunakan metode Fuzzy C-Means. Nama yang muncul adalah nama kepala keluarga. Hasil clustering menunjukkan ada beberapa keluarga masuk ke cluster C1, ada yang masuk cluster C2 dan ada yang masuk ke cluster C3.

Setelah proses clustering selesai dilakukan dan diperoleh hasil dari masing-masing *cluster* seperti pada Tabel 3, proses selanjutnya yaitu pemetaan/visualisasi hasil *cluster*. Visualisasi dilakukan dengan dua cara. Cara yang pertama adalah visualisasi dari setiap pedukuhan, sedangkan visualisasi yang kedua adalah visualisasi dalam satu Kecamatan. Untuk visualisasi yang pertama, pedukuhan yang dijadikan sebagai *sample* adalah dukuh Karanggayam. Visualisasi ini akan dilakukan per keluarga dengan mengambil koordinat baik longitude maupun latitudenya dari masing-masing rumah keluarga.



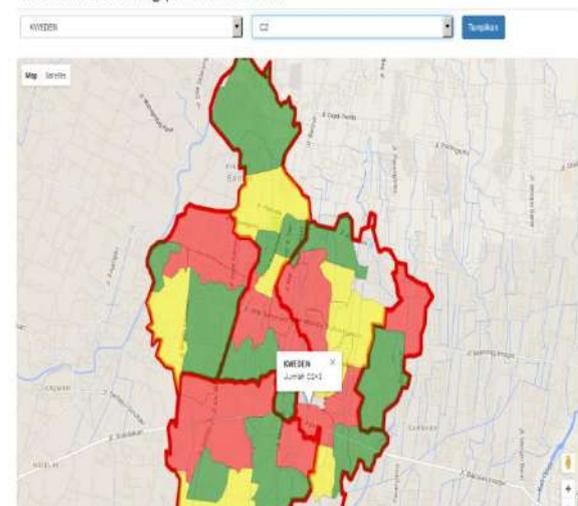
Gambar 3. Visualisasi clustering penduduk dukuh Karanggayam

Gambar 3 merupakan visualisasi hasil clustering penduduk miskin dukuh Karanggayam. Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa keluarga yang masuk pada cluster C1 dengan warna marker merah sebanyak 3 keluarga. Keluarga yang masuk dalam cluster C2, ditandai dengan marker berwarna hijau sebanyak 7 keluarga dan keluarga yang masuk pada cluster C3 ditandai dengan marker berwarna kuning sebanyak 13 keluarga. Pada setiap marker yang tampil

terdapat informasi yang dapat dilihat. Informasi-informasi akan ditampilkan ketika marker diklik. Informasi yang dapat dilihat antara lain nomor kartu keluarga, nama kepala keluarga dan alamat dukuh. Keluarga yang ditandai dengan warna klaster tertentu misalnya marker warna merah, maka keluarga tersebut memiliki karakteristik yang mirip dengan sesama keluarga yang markernya juga berwarna merah, begitupula untuk warna yang lain. Keluarga dengan marker warna kuning memiliki karakteristik yang sama dengan yang warna kuning. Keluarga dengan marker warna hijau memiliki karakteristik yang sama dengan yang warna hijau. Kemiripan ini diperoleh dari hasil perhitungan clustering melalui fuzzy c-means.

Visualisasi yang kedua yaitu visualisasi hasil clustering pada area antar pedukuhan yang dapat dilihat pada Gambar 4.

Visualisasi clustering penduduk miskin



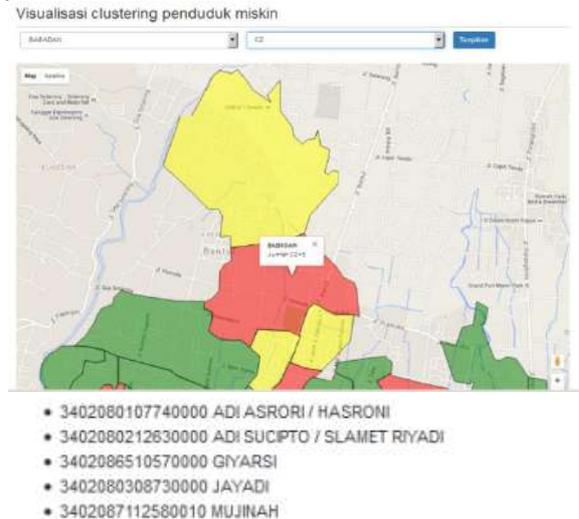
Gambar 4. Visualisasi hasil clustering antar pedukuhan

Pada Gambar 4, dapat dilihat visualisasi hasil clustering pada area pedukuhan dengan warna yang berbeda. Warna-warna seperti merah, hijau dan kuning tersebut disesuaikan dengan jumlah anggota cluster terbanyak yang berada dalam satu pedukuhan. Sebagai contoh hasil clustering pada pedukuhan Kweden memiliki jumlah anggota cluster C2 sebanyak 3, anggota cluster C1 sebanyak 2

dan anggota cluster C3 sebanyak 1 maka area pedukuhan Kweden akan diberi warna merah karena anggota cluster terbanyak berada pada cluster C2. Pada saat pedukuhan diklik, akan muncul keterangan nama dukuh dan jumlah cluster terbanyak beserta nama cluster.

Pengambilan koordinat dilakukan menggunakan beberapa aplikasi seperti google maps, geojson.io dan peta indonesia. Peta digital pada Google maps digunakan sebagai latar belakang pemetaan. Batas wilayah tingkat dukuh diambil melalui peta yang ada di <http://tanahair.indonesia.go.id>. Hal ini dilakukan karena sampai penelitian ini dilakukan, google maps belum mampu mendeteksi batas wilayah sampai area pedukuhan. Google maps hanya mampu menampilkan batas wilayah sampai tingkat desa. Setelah mengetahui batas wilayah, selanjutnya dilakukan pencarian koordinat berdasarkan batas-batasnya. Proses *generate* koordinat wilayah dilakukan melalui aplikasi geojson yang dapat diakses melalui <http://geojson.io>. Dengan menggunakan geojson, koordinat dapat secara otomatis diambil. Koordinat polygon batas wilayah dukuh digenerate melalui aplikasi geojson.io dan disimpan dalam tabel dusun. Selain polygon untuk batas wilayah dukuh, digunakan juga polilyne untuk membuat batas desa di Kecamatan Bantul. Koordinat polyline batas desa langsung dimasukkan dalam code program. Setelah data koordinat dan data warna berhasil diambil, selanjutnya ditampilkan dengan peta latar mengambil peta dari google maps. Koordinat pusat sebagai area center dari peta perlu dideklarasikan. Koordinat ini dipilih diarea sekitar Bantul. Data koordinat batas wilayah dukuh disimpan dengan memanfaatkan teknologi json. Pada bagian atas dari halaman pemetaan ini, terdapat *combo box* untuk memilih pilihan

dukuh dan hasil *cluster*. Semua data dukuh yang digunakan akan muncul pada combobox. Hasil cluster akan menampilkan kemungkinan-kemungkinan cluster dari setiap dukuh. *Combo* ini digunakan untuk menampilkan daftar keluarga yang masuk dalam masing-masing *cluster* sesuai pilihan. Sebagai contoh dipilih dukuh Babadan dan hasil cluster C2, maka daftar anggota *cluster* akan muncul disebelah kanan peta seperti pada Gambar 5



Gambar 5. Daftar anggota cluster

Pengujian data

Pengujian dilakukan untuk melihat hasil cluster. Parameter perhitungan yang akan diuji dalam proses *clustering* penduduk miskin adalah jumlah *cluster*. Parameter nilai pembobot/pangkat, maksimal iterasi dan error terkecil yang diharapkan diberi nilai tetap. Nilai pembobot diisi 2, maksimum iterasi sebesar 100 dan error terkecil sebesar 0,00001. Jumlah cluster yang akan diuji sebanyak 2, 3 dan 4. Hasil pengujian jumlah cluster FCM dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengujian Hasil Cluster

Jum Data	Jum cluster	Fungsi obyektif	Jumlah keanggotaan				Data dalam cluster
			C1	C2	C3	C4	
23	2	518,91	7	16	-	-	C1={5,8,11,15,17,19,23} C2={1,2,3,4,6,7,9,10,12,13,...}
	3	284,43	3	7	13	-	C1={12,13,21} C2={5,8,11,15,17,19,23} C3={1,2,3,4,6,7,9,10,14,16,...}
	4	170,71	4	3	3	13	C1={5,8,11,19} C2={12,13,21} C3={15,17,23} C4={1,2,3,4,6,7,9,10,14,...}
500	2	18546,81	248	252	-	-	C1={1,2,3,4,5,6,7,8,11,...} C2={9,10,13,14,15,16,17,...}

Jum Data	Jum cluster	Fungsi obyektif	Jumlah keanggotaan				Data dalam cluster
			C1	C2	C3	C4	
1000	3	11439,99	130	161	209	-	C1={4,6,13,14,15,...} C2={9,10,16,17,18,...} C3={1,2,3,5,7,8,11,12,...}
	4	7381,08	86	104	199	111	C1={12,15,17,19,...} C2={9,10,16,18,29,33,...} C3={1,2,3,5,7,8,11,22,23,...} C4={4,6,13,14,20,21,28,...}
	2	38441,48	511	489	-	-	C1={9,10,13,14,15,16,17,...} C2={1,2,3,4,5,6,7,8,11,12,...}
	3	23700,39	401	340	259	-	C1={1,2,3,5,7,8,11,12,19,...} C2={9,10,16,17,18,25,26,...} C3={4,6,13,14,15,20,21,...}
1313	4	15152,68	225	387	182	206	C1={4,6,20,21,28,36,38,...} C2={1,2,3,5,7,8,11,22,23,...} C3={12,15,17,19,25,26,...} C4={9,10,16,18,29,33,37,...}
	2	51243,87	657	656	-	-	C1={9,10,13,14,15,16,...} C2={1,2,3,4,5,6,7,8,11,12,...}
	3	31258,45	507	253	553	-	C1={1,2,3,5,7,8,11,22,23,...} C2={12,15,17,19,25,26,...} C3={4,6,9,10,13,14,16,18,...}
	4	20104,10	259	297	504	253	C1={1,2,3,5,7,8,11,22,23,...} C2={9,10,16,18,29,33,...} C3={4,6,13,14,20,21,28,...} C4={12,15,17,19,25,26,32,...}

Pengujian dengan jumlah cluster 2, terbentuk kelompok 1 sebanyak 657 keluarga, kelompok 2 sebanyak 656 keluarga dengan titik pusat cluster (V) pada akhir iterasi adalah sebagai berikut :

$$V = \begin{bmatrix} 1.37 & 8.31 & 1.23 & 34.98 & 0.75 & 0.64 & 4.93 & 4.32 & 0.24 & 0.13 & 0.55 \\ 2.55 & 4.82 & 7.76 & 34.97 & 0.99 & 0.55 & 4.87 & 3.16 & 0.41 & 0.18 & 0.63 \end{bmatrix}$$

Pengujian dengan jumlah cluster 3, terbentuk kelompok 1 sebanyak 507 keluarga, kelompok 2 sebanyak 253 keluarga dan kelompok 3 sebanyak 553 keluarga dengan titik pusat cluster (V) pada akhir iterasi adalah sebagai berikut :

$$V = \begin{bmatrix} 9.65 & 7.98 & 5.35 & 34.97 & 2.46 & 0.72 & 4.86 & 2.15 & 0.67 & 0.37 & 0.51 \\ 0.45 & 2.34 & 8.35 & 34.98 & 0.58 & 0.41 & 4.90 & 4.30 & 0.25 & 0.10 & 0.58 \\ 0.24 & 8.72 & 0.70 & 34.99 & 0.35 & 0.45 & 4.95 & 4.84 & 0.15 & 0.08 & 0.43 \end{bmatrix}$$

Pengujian dengan jumlah cluster 4, terbentuk kelompok 1 sebanyak 259 keluarga, kelompok 2 sebanyak 297 keluarga, kelompok 3 sebanyak 504 keluarga dan kelompok 4 sebanyak 253 keluarga dengan titik pusat cluster (V) pada akhir iterasi adalah sebagai berikut :

$$V = \begin{bmatrix} 0.39 & 8.66 & 8.34 & 34.98 & 0.33 & 0.28 & 4.93 & 0.62 & 0.22 & 0.10 & 0.41 \\ 0.34 & 0.42 & 8.55 & 34.98 & 0.43 & 0.30 & 4.92 & 5.49 & 0.16 & 0.06 & 0.42 \\ 11.06 & 8.13 & 4.04 & 34.97 & 3.11 & 0.70 & 4.88 & 2.02 & 0.65 & 0.41 & 0.44 \\ 0.16 & 8.81 & 0.17 & 34.99 & 0.23 & 0.30 & 4.97 & 5.43 & 0.10 & 0.05 & 0.31 \end{bmatrix}$$

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan bahwa visualisasi hasil cluster berdasarkan area antar pedukuhan pada data penduduk miskin di Kecamatan Bantul dapat membantu BKKBN dalam melihat penduduk yang kekurangan aspek tertentu di setiap pedukuhan. Setiap pedukuhan dapat dilihat termasuk dalam kelompok/cluster yang paling banyak kekurangan aspek apa.

Untuk meningkatkan performa sistem clustering ini, maka pengembangan secara terus-menerus sangat diperlukan. Saran-saran yang dapat diberikan untuk pengembangan lebih lanjut berdasarkan kelemahan dan permasalahan pada penelitian ini diantaranya penelitian selanjutnya diharapkan dapat membandingkan beberapa metode agar diperoleh metode yang paling tepat untuk clustering kemiskinan. Visualisasi dapat menampilkan status penduduk miskin per keluarga.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, F., D. 2017. Penerapan Data Mining untuk Clustering Data Penduduk Miskin Menggunakan Algoritma Hard-C-Means. Jurnal Ilmiah DASI. Vol.18. No.1. ISSN : 1411-3201. hlm.64-69.

- Astuti, F., D.. 2016. Implementasi Fuzzy C-Means untuk Clustering Penduduk Miskin (Studi Kasus : Kecamatan Bantul). *TEKNOMATIKA*. ISSN : 1979-7656. Hlm. 59-70.
- Badan Pusat Statistik, <https://www.bps.go.id/dynamic/table/2017/08/03/1260/jumlah-penduduk-miskin-menurut-kabupaten-kota-2015---2019.html> .[Accessed: 2-Mei-2020].
- Bezdek dan James. 1981. *Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function Algorithm*. New York : Plenum Press.
- Ernawati, N. 2012. Pemetaan Potensi Penduduk Miskin Kab. Bantul Yogyakarta. *Jurnal Bumi Indonesia*. Volume 1 Nomor 3. hlm. 477-481.
- Febianto, N., I., Palasara, N., D. 2019. Analisis Clustering K-Means pada Data Informasi Kemiskinan di Jawa Barat Tahun 2018. *Jurnal SISFOKOM*. Vol. 8.. No. 2. ISSN : 2301-7988. E-ISSN:2581-0588. hlm. 130-140.
- Purnami, Y., S., Machmud B., Subroto, M., I. 2015. Analisis Cluster Hirarki dan Pemetaan Kemiskinan Daerah Istimewa Yogyakarta Tahun 2015. Seminar Nasional Pendidikan Matematika Ahmad Dahlan. ISBN 978-979-3812-46-5. hlm. 279-285.
- Prahasta, Eddy, *Sistem Informasi Geografis*. 2002. Konsep-Konsep Dasar Informasi Geografis. Bandung : Informatika Bandung.
- Redjeki, S., Guntara, M., Anggoro, P. 2014. Perancangan Sistem Identifikasi dan Pemetaan Potensi Kemiskinan untuk Optimalisasi Program Kemiskinan. *Jurnal Sistem Informasi (JSI)*. Vol. 6. No.2. ISSN print : 2085-1588. ISSN online : 2355-4614. hlm. 731-743.
- Supriyanto, A., Winarno, E., Utomo, A., P. 2011. SIM Kemiskinan Sebagai Dasar Informasi Geografis Untuk Pemetaan prioritas Pengentasan Kemiskinan di Kabupaten Banjarnegara. *IJCCS*. Vol. 5. No. 3. hlm. 45-51.
- Todaro, Michael P. dan Stephen C. Smith. 2006. *Pembangunan Ekonomi Edisi Kesembilan*, Jakarta : Erlangga.
- Wang L. 1997. *A Course in Fuzzy Systems and Control* America : Prentice –Hall International.
- Wang, X. 2004. Yadong Wang, dan Lijuan Wang, Improving Fuzzy C-Means Clustering Based On Feature-Weight Learning. *Science Direct*. 1123–1132.
- Yuniarto, D., Helmiawan M., A., Sofiyan Y., Y. 2019. Kesiapan Visualisasi Data Kemiskinan Sebagai Rujukan dalam Perencanaan Pengembangan Kebijakan. *Jurnal ilmu-ilmu Informatika dan Manajemen*. vol.13. No. 1 hlm. 19-25.

PENGEMBANGAN PUZZLE GAME WAYANG PUNAKAWAN SEBAGAI MEDIA PENGENALAN SENI DAN BUDAYA PADA ANAK

Renna Yanwastika Ariyana¹, Rosalia Arum Kumalasanti², Muhamad Mansyur³
^{1,2,3}Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, IST AKPRIND Yogyakarta
Email: ¹renna@akprind.ac.id ²rosaliaarum@akprind.ac.id ³mmansyur66@gmail.com

ABSTRACT

The development of technological advances is undeniable to bring the influence of foreign cultures to take part in the life line of Indonesian people which causes cultural shocks. Culture that has high artistic value, is now faced with the dynamics of western culture that has a bad impact on life. Many found the dislike of young people in their own culture they prefer products and culture from the outside. Utilizing technological advances to introduce culture to children through punakawan puppet characters is one way that can be done to preserve Indonesian culture. In this research, a puzzle-type game application was developed as a medium for introducing art and culture through puppet punakawan characters in children. The game consists of 3 levels where each level offers a different level of difficulty. The results of tests conducted on the game using the blackbox test method show that the application can be accepted and run well in accordance with the function.

Keyword: technology advances, culture, punakawan puppet, puzzle, game

INTISARI

Semakin berkembangnya kemajuan teknologi tidak dipungkiri membawa pengaruh budaya asing turut andil masuk dalam lini kehidupan masyarakat Indonesia yang menyebabkan terjadinya goncangan budaya. Budaya yang memiliki nilai seni tinggi, kini dihadapkan pada dinamika budaya barat yang membawa dampak buruk dalam kehidupan. Banyak ditemukan ketidacintaan generasi muda pada budaya sendiri, mereka lebih suka terhadap produk dan budaya dari luar. Memanfaatkan kemajuan teknologi untuk memperkenalkan budaya pada anak melalui tokoh wayang punakawan merupakan salah satu cara yang dapat dilakukan untuk melestarikan budaya Indonesia. Dalam penelitian ini, dikembangkan sebuah aplikasi game berjenis puzzle sebagai media pengenalan seni dan budaya melalui tokoh wayang punakawan pada anak. Game terdiri dari 3 level dimana tiap level menawarkan tingkat kesulitan yang berbeda. Adapun hasil pengujian yang dilakukan terhadap game menggunakan metode blackbox test menunjukkan bahwa aplikasi dapat diterima dan berjalan dengan baik sesuai dengan fungsi.

Kata kunci: kemajuan teknologi, budaya, wayang punakawan, puzzle, game

PENDAHULUAN

Negara Kesatuan Republik Indonesia sebagai negara multikultural yang terbentuk dari keaneka ragaman etnis, suku, ras, agama, budaya, bahasa dan lain-lain. Kini dihadapkan pada dinamika kemajuan teknologi yang memberikan dampak dalam segala lini kehidupan masyarakat. Budaya bangsa kini semakin terlupakan, hal ini dikarenakan masuknya berbagai budaya asing yang tidak terlebih dahulu di seleksi menjadi salah satu penyebabnya. Terbuainya masyarakat oleh kehidupan modern menyebabkan nilai-nilai budaya yang luhur mulai terlupakan. Masyarakat cenderung lebih menyukai budaya barat ketimbang budaya sendiri. Terlebih budaya yang menjadi warisan bangsa tidak diperkenalkan kepada anak-anak mengakibatkan generasi penerus

ini melupakan bahkan tidak mengenal identitas kebangsaannya. Derasnya arus informasi adalah salah satu yang mempengaruhi terkikisnya budaya Indonesia, khususnya budaya barat datang dan tumbuh pada kehidupan masyarakat (Supriyanto, 2016).

Menanamkan budaya sejak dini merupakan hal yang dapat dilakukan agar generasi muda tidak melupakan identitas bangsa. Game merupakan sarana yang ideal untuk mengenalkan budaya yang luhur pada anak-anak sejak dini (Shapiro, 2003). Dengan memanfaatkan kemajuan teknologi melalui media game merupakan alternative yang dapat dilakukan untuk memperkenalkan budaya, terlebih masa anak-anak merupakan masa dimana mereka mulai tumbuh dan berkembang serta memiliki rasa keingin

tahuan yang tinggi. Dalam game terdapat komponen multimedia yang mengkombinasikan animasi, suara, music, gambar, video, warna dan komponen lainnya yang dapat digunakan untuk merangsang bagian otak dan emosi anak-anak. Dengan mengajarkan dan menanamkan citra luhur bangsa melalui game yang mengandung unsur budaya diharapkan anak-anak akan lebih termotivasi dalam mengenal budaya bangsa.

Dari data yang diposting pada halaman techinasia menyebutkan bahwa menurut versi newzoo, Indonesia menempati posisi ke 16 sebagai pasar game terbesar di dunia dengan jumlah pengguna mencapai 43,7 juta (Maulana, 2018). Jenis *game* komputer yang beragam membuat anak-anak menyukainya, terlebih game bersifat adiktif membuat anak-anak cenderung akan menghabiskan waktu mereka untuk bermain game. Dari hasil survey yang dilakukan terhadap 30 orang anak rata-rata menghabiskan sekitar 3 sampai 5 jam perhari untuk bermain game. Oleh karena itu sangat disayangkan jika anak-anak jarang memainkan *game* yang didalamnya terdapat unsur budaya yang digunakan untuk memperkenalkan budaya lokal. Menurut hasil survey yang dilakukan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) menyatakan bahwa jumlah rumah tangga yang memiliki dan menguasai computer mencapai 33,19% di area Yogyakarta, 35,40% di area DKI Jakarta, 18,62% di area Jawa Barat, 15,69% di area Jawa Tengah, dan 17,94% di area Jawa Timur (BPS, 2018).

Suku Jawa memiliki beraneka ragam kekayaan budaya, dimana lahir, tumbuh, dan berkembang sesuai dengan pola pikir, pandangan hidup, nilai, norma, serta aspek kehidupan lain dalam masyarakat. Mengangkat budaya Jawa melalui tokoh-tokoh wayang punakawan yang di visualisasikan melalui sentuhan teknologi merupakan salah satu media terbaik untuk mengenalkan budaya pada usia anak-anak. Sangat disayangkan jika tokoh wayang punakawan akan hilang dari ingatan masyarakat Jawa karena tergusur oleh kebudayaan asing.

Beberapa penelitian terdahulu yang memperkenalkan tokoh pewayangan melalui media game yaitu, pada penelitian yang dilakukan oleh (Sarifudin, 2017) membuat multimedia interaktif yang digunakan untuk memperkenalkan tokoh wayang pandhawa pada mata pelajaran Bahasa Jawa bagi anak kelas V sekolah dasar. Dalam penelitian dilakukan dua tahap uji, yaitu pada tahap pertama dilakukan uji coba produk

menggunakan 10 subjek dimana materi uji meliputi aspek pembelajaran, isi, tampilan dan pemograman. Uji coba tahap kedua dilakukan uji coba pemakaian menggunakan 20 subjek yang meliputi aspek pembelajaran, isi, tampilan dan pemograman. Pada uji coba pemakaian secara keseluruhan mendapat skor rata-rata 0,95 pada kategori layak. Hasil akhir dari penelitian yang dilakukan menyebutkan bahwa media yang dikembangkan memperoleh kategori layak dengan skor 3,91 yang di validasi oleh ahli media, sedangkan kategori layak yang di validasi oleh ahli materi mendapatkan skor 3,73. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh (Dwistyan & Setiawan, 2017) membuat boardgame untuk mengenalkan budaya wayang terutama karakter tokoh dalam cerita Ramayana kepada masyarakat. Dari hasil pengujian didapatkan 90,1% respon masyarakat menyatakan game dapat menambah wawasan masyarakat dan lebih mengenal tokoh dalam cerita wayang Ramayana. Kesimpulan akhir dari penelitian ini yaitu, adanya respon yang baik dari masyarakat untuk mengembangkan game dengan menambah pilihan misi dan pilihan cerita lain agar lebih menarik lagi. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh (Kohri Rijal, 2017), yaitu game yang memanfaatkan teknologi 3 dimensi. Tujuan dibangunnya game 3D yaitu untuk memperkenalkan tokoh wayang punakawan dan cerita bagong labuh pada anak. Jenis permainan dalam game yaitu memilih item dan mencocokkan item yang terdapat didalam game. Player harus mengumpulkan point sebanyak-banyaknya untuk dapat berpindah menuju stage berikutnya

Penelitian ini akan membangun sebuah aplikasi *game* desktop menggunakan jenis *puzzle* dengan memanfaatkan tokoh wayang punakawan untuk meningkatkan pemahaman budaya Jawa kepada anak. *Puzzle* adalah salah satu jenis *game*, dimana *game* berisi permasalahan dan memiliki solusi, pengguna dapat menyelesaikan permainan dengan cara melakukan deduksi, induksi, atau dengan peluang yang acak (Margarita, Pragantha, & Haris, 2018). *Game* ini nantinya akan dikhususkan untuk anak taman kanak-kanak dan sekolah dasar dengan rentang usia antara 5-9 tahun, namun tidak menutup kemungkinan untuk dimainkan oleh usia diatasnya sebagai sarana untuk lebih mengenal budaya Jawa.

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Game

Menurut Nilwan (2002) dalam (Asmiatun & Putri, 2017) *game* merupakan permainan komputer yang dibuat menggunakan teknik maupun metode animasi. *Game* merupakan permainan yang merujuk pada kelincihan intelektual dimana keputusan dan aksi dan target-target harus dapat di capai oleh pemainnya (Novia, 2010). Bermain *game* dapat merangsang otak untuk belajar hal baru melalui permainan yang mengasah otak didalam komputer. Hal ini memacu antara neuron dan respon yang muncul dalam otak terhadap memori dan waktu (Anonim, 2019).

B. Genre game

Menurut Adams, (2014) genre merupakan kategori dari karakter *game* berdasarkan beberapa jenis tantangan, terlepas dari isi maupun aturan dari *game* itu sendiri. Beberapa *genre game* menurut Henry (2015) dalam yaitu:

- 1) *Crad game* : merupakan permainan kartu tradisional yang dimainkan didalam komputer.
- 2) *Quiz game* : merupakan jenis *game* dalam bentuk kuis
- 3) *Puzzle game* : jenis *game* ini memberikan *tantangan* dengan cara menjatuhkan atau melenyapkan sesuatu dari sisi atas ke bawah atau dari kiri ke kanan.
- 4) *Side scroller game* : merupakan jenis permainan yang mengharuskan pemain bergerak sesuai alur yang disediakan. Pemain diharuskan untuk berjalan, merunduk, melompat, serta menghindari dari rintangan-rintangan yang diberikan.
- 5) *Fighting game* : merupakan jenis *game* berisi pertarungan.
- 6) *Racing game* : jenis permainan mengendarai kendaraan dengan cepat.
- 7) *Role Playing Game (RPG)* : jenis *game* ini pemain memainkan sebuah tokoh atau karakter dengan alur cerita yang telah disajikan.
- 8) *First Person Shooter (FPS)*: permainan sama dengan FPS hanya saja pandangan pertama bukan dari pemain,

melainkan dari kendaraan atau mesin yang digunakan.

C. Budaya Jawa

Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) online, budaya yaitu keseluruhan pengetahuan manusia sebagai makhluk sosial yang digunakan untuk memahami lingkungan serta pengalamannya dan yang menjadi pedoman tingkah lakunya (Wikipedia, 2019). Makna budaya atau kebudayaan berasal dari bahasa Sanskerta yaitu buddhayah, yang diartikan sebagai hal yang berkaitan dengan budi dan akal manusia (Achmad , 2019).

D. Tokoh Wayang Punakawan

Punakawan merupakan tokoh wayang yang mengisahkan empat orang tokoh yang terkenal ditanah jawa, yaitu Semar Badranaya, Nala Gareng, Petruk Kanthong Bolong, dan Bagong. Kata punakawan dapat diartikan sebagai kawan yang menjadi pengiring (Ayuna, 2017) Tokoh wayang punakawan diciptakan oleh seorang pujangga dimana tokoh wayang punakawan pertama kali muncul dalam karya sastra gatot kaca karangan Empu Panuluh pada zaman kerajaan Kediri.

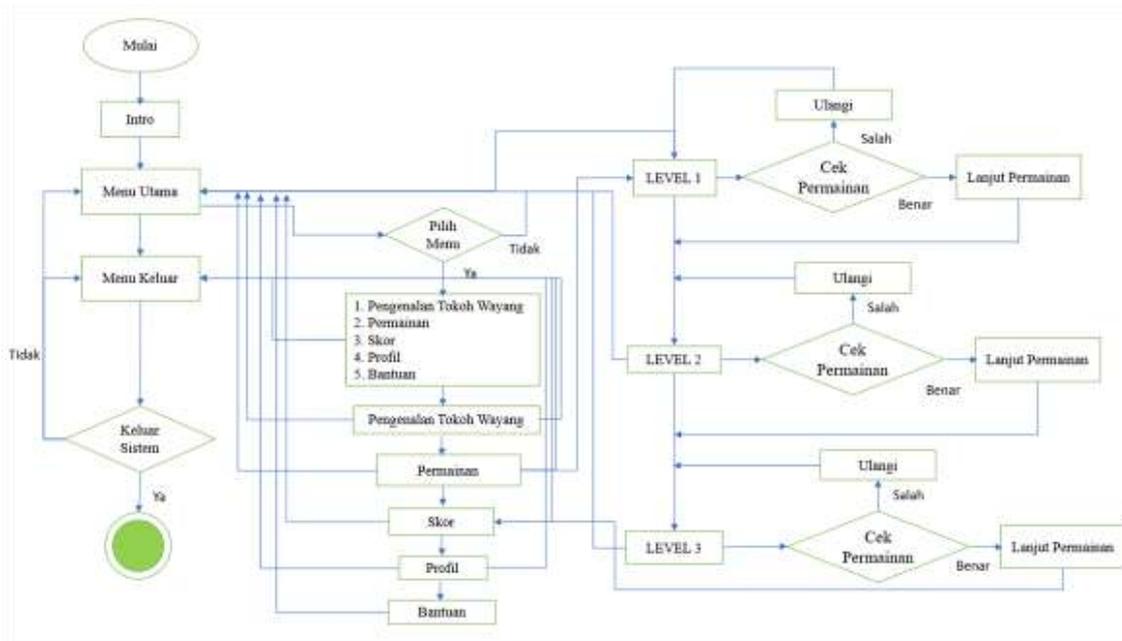
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis User

Pengguna dari *game puzzle* yang dibuat yaitu, anak-anak dengan rentang usia antara 5 sampai 9 tahun. Rentang ini merupakan usia dimana anak mudah terpengaruh. Harapannya dengan dibangunnya *game* tokoh wayang punakawan akan membentuk pola pikir anak-anak untuk mengetahui dan mencintai budaya Indonesia khususnya budaya Jawa.

B. Flowchart Sistem

Dalam menentukan alur sistem dari permainan, tentu membutuhkan sebuah *flowchart* sistem. Dimana *flowchart* merupakan hasil pemikiran dalam menganalisa alur permainan dari *game puzzle* tokoh wayang punakawan. Adapun gambaran detail dari *puzzle game* tokoh wayang punakawan dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Puzzle Game Tokoh Wayang Punakawan

Langkah – langkah *flowchart puzzle game* tokoh wayang punakawan:

- a. Inisial awal menu utama dan menu keluar
- b. Pemain menekan menu keluar maka akan muncul konfirmasi jika Ya = keluar sistem, jika Tidak = kembali ke menu utama.
- c. Pemain menekan menu utama, jika “Ya” = masuk ke pilihan sub menu, jika “Tidak” = maka akan tetap di menu utama.
- d. Pemain di sub menu pengenalan tokoh wayang, jika “Ya” = masuk materi, jika “Tidak” = tetap di menu utama
- e. Pemain di sub menu permainan, jika “Ya” = masuk ke tiap level permainan, jika “Tidak” = tetap di menu utama
- f. Pemain pada sub menu level permainan (level 1 / level 2), jika jawaban “Salah” = Ulangi Permainan, jika jawaban “Benar” = Lanjut Permainan.
- g. Sub menu permainan level 3, jika permainan “Selesai” = liat skor, jika “Belum” = selesaikan permainan.

C. Perancangan Sistem

- a. Latar belakang cerita

Game dibangun sesuai dengan latar belakang cerita dari tokoh wayang punakawan. Dimana keempat tokoh akan digunakan sebagai karakter utama di dalam game *puzzle* yang dibuat.

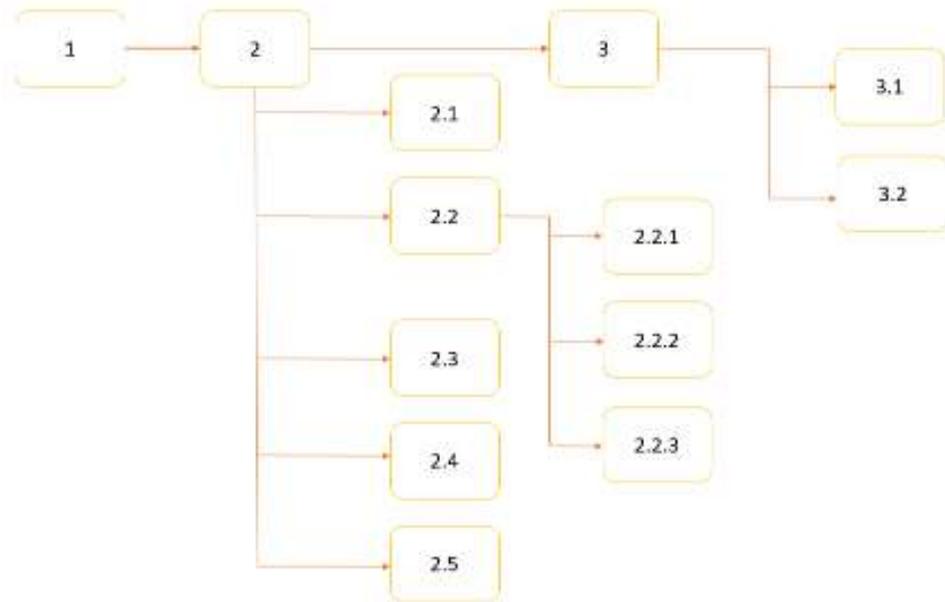
- b. Rician game

Game dibuat diimplementasikan dalam sistem operasi Windows dengan rincian sebagai berikut:

- 1) *Game* berjenis *Puzzle*
- 2) Sistem permainan single player, pengguna hanya dapat mencocokkan kata, gambar maupun tulisan sesuai dengan potongan-potongan menjadi satu kesatuan yang utuh.
- 3) Game terdiri dari 3 level permainan dimana setiap level memiliki tingkat kesulitan yang berbeda.
- 4) Tokoh-tokoh dalam game yang dibuat terdiri dari karakter wayang punakawan sebagai tokoh utama seperti, Semar, Petruk Gareng dan Bagong.
- 5) Unsur yang ditonjolkan dalam game berupa unsur kebudayaan Jawa khususnya wayang Punakawan.
- 6) Permainan akan diiringi oleh music sebagai pengiring permainan.
- 7) Konsep cara bermain adalah pemain berusaha untuk mencocokkan potongan gambar dan teks menjadi satu kesatuan gambar yang utuh untuk dapat berlanjut ke level selanjutnya.

- c. Rancangan Isi

Rancangan isi digunakan agar aplikasi interaktif yang akan dibangun sesuai dengan analisis sistem, pada rancangan isi yang telah ditetapkan berisikan informasi rancangan menu dengan penjelasan menu dan tombol-tombol yang ada pada rancangan menu yang dijelaskan sebagai berikut:



Gambar 2. Rancangan menu *puzzle game*

Keterangan :

1. Intro Awal (Opening)
2. Menu Utama
 - 2.1. Menu Tokoh Wayang
 - 2.2. Menu Permainan
 - 2.2.1 Level 1
 - 2.2.2 Level 2
 - 2.2.3 Level 3
 - 2.3. Menu Bantuan
 - 2.4. Menu Skor
 - 2.5. Menu Profil
3. Menu Keluar
 - 3.1. Ya
 - 3.2. Tidak

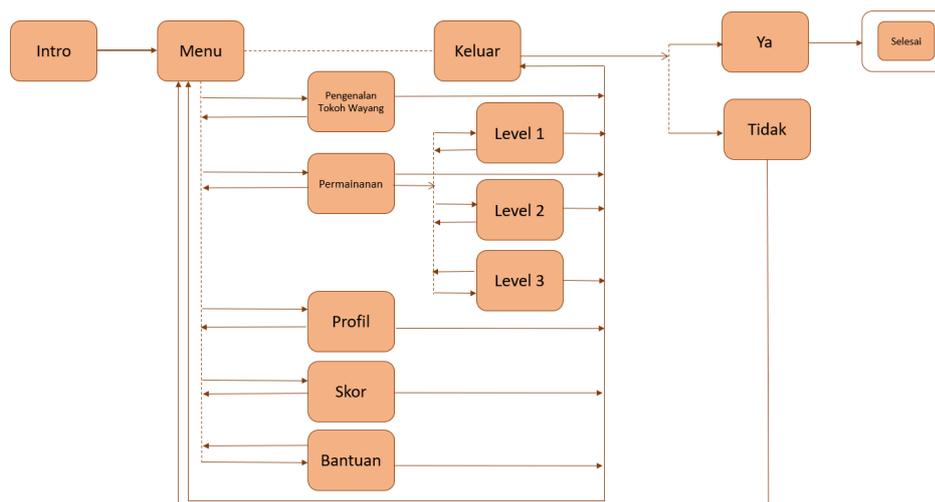
d. Rancangan Diagram Navigasi

Dalam membangun *puzzle game* digunakan bentuk navigasi menu datar. Fasilitas menu dalam rancangan navigasi menu yang dibuat yaitu:

- 1) Tampilan loading : berisi animasi loading dengan bentuk kepala para punakawan yang berjalan dari kanan ke kiri.

- 2) Menu Utama : berisi menu pengenalan tokoh wayang, menu permainan, menu skor, menu profil, dan menu petunjuk.
- 3) Menu pengenalan tokoh wayang: berisi profil, gambar dan karakter dari masing-masing tokoh wayang punakawan.
- 4) Menu permainan : berisi *puzzle game* yang terdiri dari 3 level, setiap level memiliki kesulitan yang berbeda, dari yang mudah sampai yang sulit.
- 5) Menu skor : berisi nilai yang didapatkan oleh pemain yang memainkan *puzzle game*.
- 6) Menu profil : berisi data diri dari pembuat *game*.
- 7) Menu petunjuk : berisi petunjuk penggunaan aplikasi.

Rancangan struktur navigasi dari *game puzzle* tokoh wayang punakawan dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Struktur navigasi menu *puzzle game*

e. Rancangan *Input*

User diharuskan memilih menu dengan mengklik tombol-tombol navigasi sesuai dengan keterangan yang diberikan pada masing-masing level. Inputan game menggunakan klik *mouse* dengan melakukan *drag and drop* pada saat menjalankan permainan. Interaksi game berupa mencocokkan gambar yang tersusun secara acak sehingga menjadi satu kesatuan yang utuh.

f. Rancangan *Output*

Output dari sistem yang dibuat yaitu berupa game berjenis *puzzle* yang dapat dimainkan dengan cara *drag and drop* menggunakan *mouse*. Aturan *drag and drop* dibuat sesuai pecahan *puzzle* dengan mengikuti pola tertentu untuk dapat melanjutkan permainan ke *level* selanjutnya.

g. Rancangan *Storyboard*

Rancangan *storyboard* digunakan untuk membantu pengembang dalam menyusun *frame by frame* dalam membuat *game*. *Storyboard* dibuat dengan memerikan keterangan atau penjelasan perintah dalam *game*, hal ini dimaksudkan agar hubungan setiap level dalam *game* lebih sistematis dan ketika terjadi kesalahan maka akan segera diketahui dan dapat diperbaiki.

h. Implementasi Sistem

Implementasi sistem akan dibuat kedalam sebuah *game* berjenis *puzzle* yang akan dibangun menggunakan bahasa pemrograman Action Script 2.0 bawaan dari Adobe Flash CS 6 serta, CorelDraw dan Adobe Photoshop sebagai

pengolah gambar grafik dan Adobe Audition sebagai pengolah Audio.

i. Pengujian Game

Tahapan terakhir yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu melakukan tahap pengujian. Pengujian dilakukan dengan metode *blackbox test*.

D. Implementasi Karakter Tokoh Wayang Punakawan

Implementasi tokoh wayang punakawan dalam karakter kartun yang ditunjukkan pada gambar 2



Gambar 4. Tokoh dalam *puzzle game* tokoh wayang punakawan

Penjelasan karakter dalam tokoh wayang punakawan yaitu sebagai berikut:

- a. Semar, merupakan tokoh utama dalam wayang dimana, tokoh semar digambarkan sebagai sosok ayah yang sabar dan bijaksana. Tokoh semar biasanya memberikan nasihat bijaksana bagi keluarga pandawa
- b. Gareng, merupakan anak dari jin Gandarwa yang diangkat oleh semar. Tokoh gareng digambarkan memiliki cacat fisik yaitu, kaki pincang dan

tangannya patah dan memiliki penyakit bulbul.

- c. Petruk, merupakan anak angkat kedua dari semar. Tokoh ini memiliki sifat suka becanda namun dapat mengasuh, dapat menjaga rahasia dan mampu menjadi pendengar yang baik. Ciri fisik yang dimiliki petruk yaitu hidung panjang dan memiliki sifat pandai bicara, namun terkadang hanya tongkongsong atau tidak ada arti sama sekali.
- d. Bagong merupakan anak angkat ketiga dari semar. Ciri fisik dari semar yaitu

berbadan pendek, gemuk dengan mata dan mulut yang lebar. Tokoh bagong memiliki sifat yang lancing, jujur dan sakti. Sosok bagong adalah tokoh yang paling lugu dan kurang mengerti tata krama.

E. Implementasi Sistem

Semua komponen yang telah dibuat akan disatukan menggunakan bahasa pemrograman ActionScript yang bawaan Adobe Flash sebagai software final.



Gambar 5. Menu Judul

Merupakan tampilan awal yang akan tampil dilayar sebelum masuk kedalam menu utama. Halaman ini akan menampilkan judul dari game yang akan dimainkan oleh

pengguna, sampai proses loading selesai, kemudian akan langsung masuk ke dalam menu utama. Tampilan awal dari puzzle game ditunjukkan oleh gambar 5.



Gambar 6. Menu utama

Gambar 6 merupakan implementasi dari menu utama dimana terdapat 7 tombol yang dapat digunakan dalam aplikasi. Masing-masing tombol yang ada didalam menu utama

memiliki fungsi yang berbeda-beda. Adapun 7 tombol yang ada didalam aplikasi yaitu:

- a. Tombol menu, merupakan tombol yang digunakan untuk menampilkan keseluruhan menu didalam game.

- b. Tombol pengenalan tokoh, merupakan tombol yang akan menampilkan penjelasan tentang masing-masing tokoh wayang punakawan.
- c. Tombol permainan, merupakan tombol yang digunakan untuk menampilkan permainan puzzle yang terdiri dari tiga level permainan dengan tingkat kesulitan yang berbeda-beda.
- d. Tombol profil, merupakan tombol yang digunakan untuk menampilkan profil dari pembuat aplikasi.
- e. Tombol skor, merupakan tombol yang digunakan untuk menampilkan skor dari pengguna.
- f. Tombol bantuan, merupakan tombol yang digunakan untuk menampilkan panduan dalam menggunakan sistem.
- g. Tombol keluar, merupakan tombol yang berisi konfirmasi keluar dari sistem yang terdiri dari button "YA" yang berarti keluar sistem dan button "Tidak" yang berarti kembali kedalam sistem.



Gambar 7. Halaman Permainan Level 1

Halaman permainan level 1 ditunjukkan oleh gambar 7. Dalam level ini pemain harus merangkai huruf yang di susun secara acak hingga menjadi satu rangkaian kata yang benar. Jika merasa sudah selesai mencocokkan kata-kata dapat menekan

tombol periksa. Ketika pengguna salah merangkai maka akan muncul emoticon menangis, ketika jawaban benar maka akan muncul *emoticon* tersenyum dan pengguna dapat melanjutkan permainan ke bagian selanjutnya.



Gambar 8. Halaman Permainan Level 2

Aturan permainan pada level 2 hampir sama dengan level 1, hanya saja pada level 2 yang di acak tidaklah huruf namun gambar

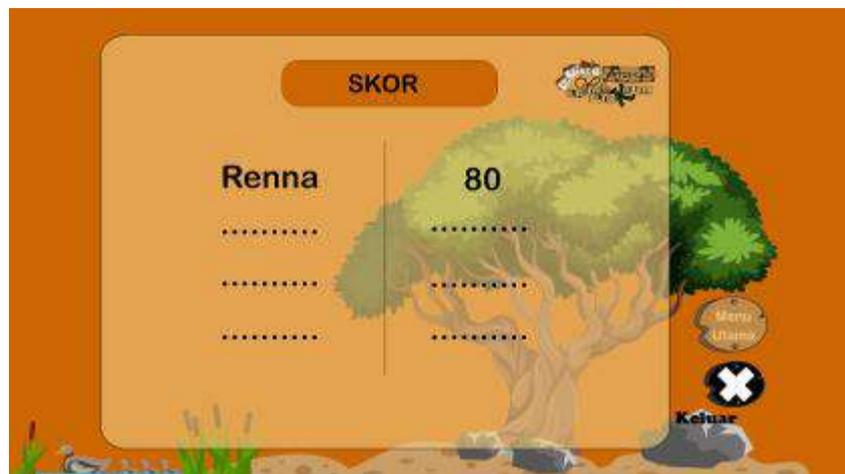
yang berhubungan dengan tokoh-tokoh wayang punakawan.



Gambar 9. Halaman Permainan Level 3

Pada gambar 9 merupakan halaman permainan untuk level 3. Pada level ini pengguna harus mencocokkan kata-kata

sesuai dengan gambar yang berhubungan dengan karakter tokoh wayang punakawan.



Gambar 10. Halaman Skor

Gambar 10 merupakan tampilan score yang didapat oleh pemain, untuk menyimpan nilai pada menu *highscore* pemain bisa menginputkan nama pada menu ini. Apabila nilai pemain masuk dalam 5 nilai tertinggi, maka nama dan nilai akan tersimpan di menu *highscore*.

F. Pengujian Sistem

Pada sistem yang telah dibuat dilakukan uji coba menggunakan metode blackbox test menunjukkan bahwa aplikasi dapat diterima dan berjalan dengan baik. Serta *puzzle game*, juga diujikan kepada anak-anak usia taman kanak-kanak sampai usia sekolah dasar antara usia 5-9 tahun disimpulkan, *puzzle game* tokoh wayang punakawan menarik dan anak-anak lebih mengetahui tokoh pewayangan terutama tokoh wayang punakawan.

KESIMPULAN

1. Dengan menggunakan adobe flash dengan memanfaatkan *ActionScript* didalamnya telah di bangun aplikasi *game* wayang punakawan.
2. Hasil uji sistem menggunakan metode *blackbox* test menunjukkan bahwa aplikasi dapat berjalan dengan baik dan sesuai untuk dimainkan oleh usia anak-anak.

DAFTAR PUSTAKA

Achmad , F. B. (2019, Maret 30). *Tribun News*. Retrieved from Kisah Wayang Punakawan Kreasi Sunan Kalijaga, Asal Muasal Semar Gareng Petruk dan Bagong:
<http://jateng.tribunnews.com/2019/03/27/kisah-wayang-punakawan-kreasi-sunan-kalijaga-asal-muasal-semar-gareng-petruk-dan-bagong>

- Anonim. (2019, Mei 8). *KBBI Online*. Retrieved from Wayang: <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/wayang>
- Asmiatun, S., & Putri, A. N. (2017). *Belajar Membuat Game 2D dan 3D Menggunakan Unity* (1st ed.). Yogyakarta: Deepublish.
- Ayuna, D. (2017, 04 19). *Menyelami Makna Filosofis Tokoh Pewayangan Jawa, Punakawan*. Retrieved from Good News from Indonesia: <https://www.goodnewsfromindonesia.id/2017/04/19/menyelami-makna-filosofis-tokoh-pewayangan-jawa-punakawan>
- BPS. (2018). *Persentase Rumah Tangga yang Memiliki/Menguasai Komputer Menurut Provinsi dan Klasifikasi Daerah, 2012-2017*. Retrieved April 20, 2019, from badan pusat statistik: <https://www.bps.go.id/dynamictable/2015/11/10/986/persentase-rumah-tangga-yang-memiliki-menguasai-komputer-menurut-provinsi-dan-klasifikasi-daerah-2012-2017.html>
- Dwistyawan, D. T., & Setiawan, T. A. (2017). Pengenalan Tokoh Wayang dalam Cerita Ramayana dengan Menggunakan Media Board Game untuk Masyarakat. *NIRMANA*, 102-109.
- Kohri Rijal , B. M. (2017). Game 3D Punakawan Guna Mengenalkan Tokoh Punakawan dan Cerita Bagong Labuh Berbasis Android . *Jurnal of Information and Technology*, 125-131.
- Margarita, L., Pragantha, J., & Haris, D. A. (2018). Pembuatan Game Puzzle Picross "The Opera - Picross" pada Platform Android. *Jurnal Ilmu Komputer dan Sistem Informasi*, 146-151.
- Maulana, R. (2018). *Tantangan dan Peluang Startup Game di Indonesia pada Tahun 2018*. Retrieved April 8, 2019, from <https://id.techinasia.com/tantangan-peluang-startup-game-indonesia-tahun-2018>
- Novia, A. (2010). *Melatih Otak Setajam Silet*. (Ratino, & A. P. P., Eds.) Yogyakarta: Media Pressindo.
- Sarifudin. (2017). Pengembangan Multimedia Pembelajaran Interaktif Ayo Sinau Wayang Pandhawa Pelajaran Bahasa Jawa Kelas V-a SDN Pacar . *E-Jurnal Prodi Teknologi Pendidikan*, 656-665.
- Shapiro, L. E. (2003). *Mengajarkan Emotional Intelligence pada Anak*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Supriyanto, M. A. (2016, 05 15). *Tribun News*. Retrieved from [tribunnews: https://www.tribunnews.com/tribunners/2016/05/15/budaya-indonesia-menghilang-seiring-waktu](https://www.tribunnews.com/tribunners/2016/05/15/budaya-indonesia-menghilang-seiring-waktu)
- Suryadi , A. (2017). Perancangan Aplikasi Game Edukasi Menggunakan Model Waterfall. *Jurnal PETIK*, 03(1), 8-13.
- Wikipedia. (2019, April 12). *Wikipedia*. Retrieved from [Budaya: https://id.wikipedia.org/wiki/Budaya#Pengertian_Budaya](https://id.wikipedia.org/wiki/Budaya#Pengertian_Budaya)

IMPLEMENTASI *TIME-BASED ONE TIME PASSWORD (TOTP)* PADA SISTEM *TWO FACTOR AUTHENTICATION (2FA)*

Herri Setiawan¹, Dewi Sartika², Boy Gilang Ramadhan³

¹²³Prodi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Indo Global Mandiri
herri@uigm.ac.id, dewi.sartika@uigm.ac.id, boy@uigm.ac.id

ABSTRACT

The ease of access to services via the internet creates new problems, these problems are related to the security of access to information. Internet security is a mandatory thing that must be considered for all users, both from physical security, data, and applications. Security implementation is used to avoid various forms of threats such as data reading, data modification, interruptions by unauthorized parties. Authentication is one way to avoid this problem. There are two types of authentication, namely one factor and two-factor authentication. This research will implement the Time-Based One Time Password (TOTP) algorithm in the Two Factor Authentication (2FA) system. This system implementation combines a mobile phone as an authentication token in an Android application based on the process of reading a Quick Response Code (QR Code) or in the form of a secret key in a Web application that is known only to the user. The implementation of TOTP on the 2FA system as a dual security method at the time of authentication can be implemented in Web and Android applications to carry out its functions. The results of testing the application using the User Acceptance Test (UAT) by giving questionnaires to 40 respondents showed 85.8% who answered Strongly Agree.

Keywords: Internet, Security, 2FA, TOTP, QR-Code, UAT

INTISARI

Internet, Keamanan, 2FA, TOTP, QR-Code, UAT. Kemudahan akses layanan melalui internet menimbulkan permasalahan baru, permasalahan tersebut adalah terkait keamanan terhadap akses informasi. Keamanan internet merupakan hal wajib yang harus diperhatikan untuk semua pengguna baik dari keamanan fisik, data dan juga aplikasi. Implementasi keamanan digunakan untuk menghindari berbagai macam bentuk ancaman seperti pembacaan data, modifikasi data, interupsi oleh pihak yang tidak berwenang. Otentikasi adalah salah satu cara menghindari permasalahan tersebut. Terdapat dua jenis otentikasi yaitu otentikasi *one factor* dan *two factor*. Dalam penelitian ini akan dilakukan implementasi algoritma *Time-Based One Time Password (TOTP)* pada sistem *Two Factor Authentication (2FA)*. Implementasi sistem ini mengkombinasikan telepon genggam sebagai token otentikasi pada aplikasi *Android* yang berdasarkan pada proses pembacaan *Quick Response Code (QR Code)* atau dalam bentuk *secret key* pada aplikasi *Web* yang hanya diketahui oleh pengguna. Penerapan *TOTP* pada sistem *2FA* sebagai metode keamanan ganda pada saat otentikasi dapat diimplementasikan pada aplikasi *Web* dan *Android* untuk menjalankan fungsinya. Hasil pengujian aplikasi menggunakan *User Acceptance Test (UAT)* dengan memberikan kuisioner terhadap 20 responden didapatkan hasil 85,8% yang menjawab Sangat Setuju.

Kata Kunci: Internet, Keamanan, 2FA, TOTP, QR-Code, UAT.

PENDAHULUAN

Pada saat ini kemudahan akses layanan melalui *internet* menimbulkan permasalahan baru, permasalahan tersebut adalah terkait keamanan terhadap akses informasi. Oleh karenanya, keamanan merupakan hal penting dan wajib diperhatikan bagi semua pengguna baik dari sisi keamanan fisik, data dan juga aplikasi.

Penerapan keamanan digunakan untuk menghindari berbagai macam bentuk ancaman seperti pembacaan data, modifikasi data, dan interupsi oleh pihak yang tidak berwenang. Cara menghindari permasalahan

tersebut dapat dilakukan salah satunya dengan cara otentikasi. Otentikasi adalah proses membuktikan suatu identitas (Kessler, 2019). Otentikasi bertujuan membuktikan keabsahan seseorang dalam menggunakan suatu layanan. Terdapat dua jenis otentikasi berdasarkan jumlah metode yang digunakan yaitu otentikasi *one factor* dan *two factor*. Metode otentikasi dilihat dalam 3 (tiga) kategori metode, yaitu : *Something you know*, *Something you have* dan *Something you are*. Otentikasi *one factor* merupakan otentikasi yang menerapkan satu metode sedangkan otentikasi *two factor* merupakan otentikasi

yang mengkombinasikan dua atau lebih metode otentikasi untuk meningkatkan keamanan. Otentikasi *two factor* dapat dimanfaatkan untuk meminimalisir serangan pengalihan akun, khususnya untuk data yang sensitif seperti transaksi perbankan.

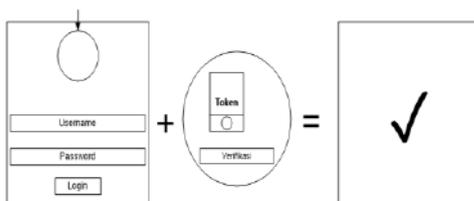
Oleh karena itu pada penelitian ini akan dilakukan implementasi dari otentikasi menggunakan algoritma *Time-Based One Time Password (TOTP)* berbasis *Two Factor Authentication (2FA)*. Menurut M'Raihi, Machani, Pei, & Rydell (2011), *Time-Based One Time Password (TOTP)* adalah ekstensi dari *HMAC-based One-time Password (HOTP)* yang menghasilkan kata sandi satu kali dengan cara mengambil keunikan dari waktu sekarang. Sistem ini akan mengkombinasikan telepon genggam yang digunakan sebagai token otentikasi pada aplikasi *Android* yang akan dibangun serta dihasilkan berdasarkan proses pembacaan *QR Code* atau dalam bentuk *secret key* pada aplikasi *web* yang hanya diketahui oleh pengguna. Melalui proses otentikasi dengan token dapat dilakukan dengan lebih aman sebab proses otentikasi tidak hanya dengan mengingat *password* tapi juga harus memasukkan token yang ada pada telepon genggam pengguna, dimana token tersebut selalu berubah dalam jangka waktu tertentu.

Penerapan *TOTP* berbasis *2FA* sebagai metode keamanan ganda pada saat otentikasi diharapkan dapat diterapkan sebagai alternatif untuk keamanan dan meminimalisir berbagai macam ancaman serangan retas seperti pengalihan akun pengguna oleh pihak yang tidak berwenang

METODE PENELITIAN

1. Metode Pengembangan Sistem

Sistem yang akan dibangun akan diimplementasikan dalam bentuk proses otentikasi pengguna di sebuah aplikasi *online* berbasis *web* dan juga dibangun sebuah aplikasi *Android* yang dalam hal ini disebut otentikator sebagai pembangkit token.



Gambar 1. Gambaran Umum Sistem

Gambar 1. adalah gambaran umum sistem yang akan dibangun yaitu aplikasi *web* dan *android*. Pengguna mengakses halaman *login* lalu dihadapkan tampilan masukan token dilanjutkan mengambil token pada aplikasi *android* untuk dimasukkan ke *form web* dan proses otentikasi selesai.

Metode yang digunakan adalah *prototype* dikarenakan metode ini memiliki keuntungan lebih dalam hal komunikasi yang intens antara pengembang dan pengguna, agar pengembang dapat dengan mudah untuk menentukan kebutuhan pengguna dan meminimalkan risiko kesalahan persepsi. Adapun tahapan pengembangan dengan metode *prototype* adalah sebagai berikut (Pressman, 2010):

a. Communication

Communication merupakan tahap awal penelitian. Pada tahapan ini, dikumpulkan informasi dan kebutuhan yang dibutuhkan dalam pembangunan *prototype*. Kebutuhan yang dimaksud adalah kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak yang dibutuhkan untuk membangun aplikasi serta pengetahuan tentang proses otentikasi dua langkah pada saat *login* di aplikasi *web* dan otentikator pada aplikasi *Android*.

b. Quick Plan

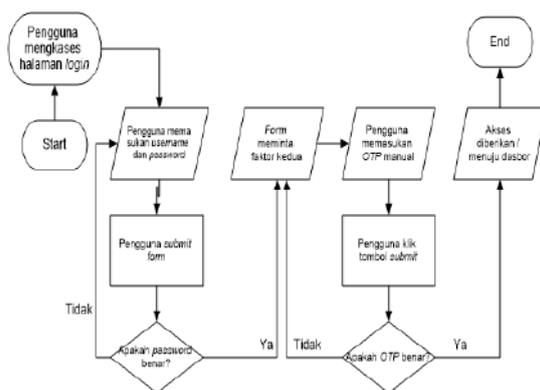
Pada tahapan ini, dilakukan perancangan cepat atau perancangan sementara berdasarkan pengumpulan data yang diperoleh. Perancangan cepat ini juga melibatkan perancangan aplikasi yang akan dibangun dimana peneliti menggunakan pemindaian *Quick Response Code (QR Code)* pada aplikasi *Web* dari aplikasi *Android* sebagai otentikator untuk mendapatkan token yang telah dibangkitkan.

c. Modelling Quick Design

Pada tahap ini dilakukan perancangan perangkat lunak yang akan dibangun. Gambar 2 adalah *Flowchart* Sistem dengan alur urutan proses (instruksi) sebagai berikut:

1. Start
2. Mengakses halaman *login*.
3. Memasukkan *username* dan *password*.
4. Klik *submit form* setelah memasukkan *username* dan *password*.
5. Pada kondisi ini, sistem akan mencocokkan *username* dan sekaligus memproses *password* menjadi

- terenkripsi dengan *SHA-256 Hash* sebelum dikirim ke *web* untuk diverifikasi kredensial sesuai dengan yang tersimpan di basis data.
6. Jika kondisi kredensial benar, maka akan diteruskan ke halaman otentikasi 2 langkah/faktor kedua. Jika tidak, maka akan kembali lagi ke halaman *login*.
 7. Pada halaman otentikasi 2 langkah/faktor kedua, pengguna diwajibkan untuk memasukan *OTP/Token* yang dihasilkan melalui aplikasi Otentikator yang sudah dipasang pada *Android* lalu klik *submit*.
 8. Jika kondisi otentikasi dengan masukan *OTP/Token* benar, maka akan diberikan akses dan menuju halaman dasbor. Jika tidak, maka pengguna akan dialihkan kembali ke *form* untuk memasukan kembali *OTP/Token* sampai benar.
 9. Pengguna berhasil sampai ke halaman dasbor dan dapat melakukan apapun pada sistem terhadap fasilitas yang telah diberikan pada *website* tersebut.
 10. End



Gambar 2. Flowchart Sistem

d. Construction Of Prototype

Pada tahap ini, peneliti akan membahas implementasi perangkat lunak yang akan dijelaskan pada Hasil dan Pembahasan

e. Deployment Delivery & Feedback

Tahapan terakhir ini merupakan tahapan implementasi software ke customer, perbaikan perangkat lunak, evaluasi perangkat lunak, dan pengembangan perangkat lunak berdasarkan umpan balik yang diberikan agar sistem dapat tetap berjalan dan berkembang sesuai dengan fungsinya.

2. Metode Pengujian User Acceptance Test (UAT)

User Acceptance Testing (UAT) adalah proses verifikasi bahwa solusi yang dibuat dalam sistem sudah sesuai untuk pengguna. Proses ini berbeda dengan pengujian sistem (memastikan software tidak crash dan sesuai dengan dokumen permintaan pengguna), melainkan memastikan bahwa solusi dalam sistem tersebut akan bekerja untuk pengguna (Wikipedia contributors, 2020).

Pengujian akan dilakukan terhadap pengguna dengan mencoba menjalankan aplikasi dan mengisi kuesioner. Persentase masing-masing jawaban dicari berdasarkan dari data hasil kuisisioner dengan menggunakan rumus kuisisioner:

$$Y = P/Q * 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

Y : Nilai persentase

P : Total Skor

Q : Skor tertinggi

Hasil *UAT* dinilai dalam 5 kategori, yaitu SS (Sangat Setuju), S (Setuju), CS (Cukup Setuju), KS (Kurang Setuju) dan TS (Tidak Setuju). Pertanyaan-pertanyaan yang diteliti untuk kuesioner dapat dilihat pada Tabel 1.

Untuk mengukur sikap dari pengunjung aplikasi yang telah dibangun digunakan *Skala Likert*. *Skala Likert* merupakan skala yang digunakan untuk mengukur persepsi, sikap atau pendapat seseorang atau kelompok mengenai sebuah peristiwa atau fenomena sosial, berdasarkan definisi operasional yang telah ditetapkan oleh peneliti.

Tabel 1. Pertanyaan Kuesioner

No	Pertanyaan	Penilaian				
		SS	S	CS	KS	TS
1	Apakah aplikasi berpengaruh dalam segi keamanan?					
2	Apakah pengguna nyaman menggunakan aplikasi?					

- 3 Apakah aplikasi efisien untuk diterapkan?
- 4 Apakah aplikasi dapat diterapkan dengan biaya terjangkau?
- 5 Apakah privasi pengguna dijamin terhadap penggunaan aplikasi?

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dibuat dalam dua tampilan antar muka yaitu Web dan Android, kedua aplikasi yang dibangun saling berhubungan satu sama lain.

1. Antarmuka *Web*

Antarmuka *Web* seperti yang terlihat pada Gambar 3, merupakan tampilan halaman aplikasi yang telah ditanamkan metode *login Two Factor Authentication (2FA)*, pada saat *login* berhasil pengguna belum bisa langsung masuk halaman yang dituju, tetapi akan dihadapkan sebuah *form* (Gambar 4) yang berisikan *QR Code* untuk memasukan token yang dihasilkan pada perangkat *handphone* yang telah terpasang aplikasi Otentikator untuk dimasukan kembali ke *Web* untuk memvalidasi akses tersebut Sehingga, jika semua kredensial telah dimasukan dengan benar seperti identitas pengguna dan kata sandi lalu berlanjut ke validasi token yang benar maka pengguna baru diarahkan ke halaman yang dimaksud, dalam hal ini adalah halaman Dasbor (Gambar 5).



Gambar 3. Tampilan Utama *Web*



Gambar 4. Tampilan Validasi



Gambar 5. Tampilan Dasbor

2. Antarmuka *Android*

Antarmuka *Android* merupakan tampilan halaman aplikasi Otentikator yang telah ditanamkan metode *2FA* yang akan membangkitkan sebuah token yang dibutuhkan oleh aplikasi *Web* pada saat aksi pemindaian *QR Code* yang telah dilakukan sebelumnya, pada penelitian ini aplikasi *Android* yang dibangun menggunakan bahasa pemrograman *Java*. Pada aplikasi ini terdapat beberapa fitur diantaranya menambah, mengubah dan menghapus data token yang telah tersimpan pada perangkat *handphone*. Sehingga, sampai disini sudah terlihat hubungan teknis antara aplikasi *Web* dan *Android*.

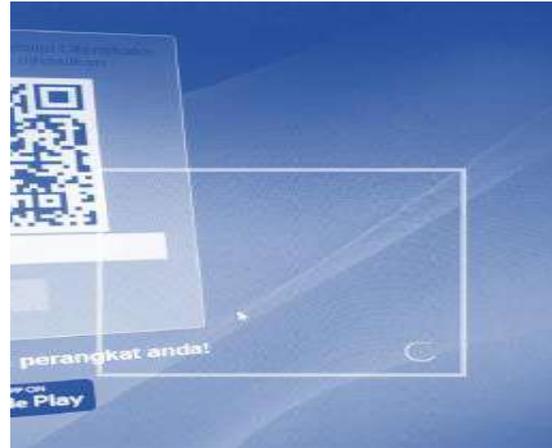
Pada tampilan dasbor ini akan menampilkan data token yang telah berhasil dibuat dari proses pemindaian *QR Code*

terhadap aplikasi *web* jika sebelumnya sudah ditambahkan, dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Tampilan Utama *Android*

Gambar 7 merupakan langkah untuk menambah token baru yang dilakukan dengan cara memindai *QR Code* yang ditampilkan oleh aplikasi *Web* dengan menyentuh gambar *QR Code* pada pojok kanan atas, dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 7. Tampilan Pemindaian

3. Hasil Pengujian *UAT*

Berdasarkan hasil kuesioner terhadap 40 (empat puluh) pengguna, didapatkan persentase masing-masing jawaban dengan menggunakan persamaan (1).

Skor untuk jawaban kuesioner yang telah diberikan yaitu:

1. Jawaban SS diberi nilai 5
2. Jawaban S diberi nilai 4
3. Jawaban CS diberi nilai 3
4. Jawaban KS diberi nilai 2
5. Jawaban TS diberi nilai 1

Untuk mengetahui interpretasi skor hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Interpretasi Skor Perhitungan

Nilai	Keterangan
81% - 100%	Sangat Setuju
61% - 80%	Setuju
41% - 60%	Cukup Setuju
21% - 40%	Kurang Setuju
0% - 20%	Tidak Setuju

Hasil perhitungan jawaban dari 5 (lima) pertanyaan, didapatkan persentase 89%, 80.5%, 84.5%, 93.5, 81.5. Berdasarkan persentase rata-rata dari 5 pertanyaan yang diberikan seperti terdapat pada Tabel 1, didapatkan sebesar 85,8% responden memilih *Sangat Setuju* terhadap Implementasi *Time-Based One Time Password (TOTP)*

KESIMPULAN

Berdasarkan implementasi dan hasil pengujian dari aplikasi ini, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penelitian ini berhasil membangun sebuah aplikasi *Two Factor Authentication (2FA)* berbasis *Web* dan *Android* sebagai metode otentikasi 2 langkah.

2. Fitur yang ada pada *2FA* yang dibangun dapat diimplementasikan pada aplikasi *Web* dan *Android* untuk menjalankan fungsinya sesuai dengan hasil yang diharapkan dan hasil pengujian *UAT* disimpulkan bahwa pengguna sangat setuju bahwa privasi atau data pengguna akan terjaga.

DAFTAR PUSTAKA

- Kessler, G. C. (2019). *An Overview of Cryptography (Updated Version 24 January 2019)*. Daytona Beach. Retrieved from <https://commons.erau.edu/cqi/viewcontent.cqi?article=1466&context=publication>

- M'Raihi, D., Machani, S., Pei, M., & Rydell, J. (2011). *TOTP: Time-Based One-Time Password Algorithm*. Internet Engineering Task Force (IETF). California. Retrieved from <http://mirror.cogentco.com/pub/rfc/pdf/rfc6238.txt.pdf>
- Pressman, R. S. (2010). *Software Engineering: A Practitioner's Approach*. (F. M. Schilling, Ed.) (7th ed.). New York, NY, 10020: McGraw-Hill.
- Wikipedia contributors. (2020). Acceptance testing. In Wikipedia, The Free Encyclopedia. Retrieved May 11, 2020, from https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Acceptance_testing&oldid=970088426

ANALISIS KANDUNGAN MIKROORGANISME LOKAL (MOL) DARI BIJI KARET TERHADAP pH, C ORGANIK DAN N TOTAL

Edwin Permana^{1*}, Indra Lasmana Tarigan², Ahmad Sazali³, Diah Riski Gusti⁴, Paziati Andini⁵,
Adhitya Eko Bagus⁶, Adrisma Juanda Putra⁷

¹Program Studi Kimia Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi

^{2,4}Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi

³Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi

^{5,6,7}Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi

E-mail: edwinpermana86@unja.ac.id

ABSTRACT

The current fertilizer widely used by the public and farmers i.e. chemical fertilizers. Chemical fertilizers can usually damage the land and disrupt the balance of nutrients. In this research are looking for alternatives to substitute for chemical fertilizers which are environmentally friendly and do not damage the nutrient elements. MOL (microorganisms) is the replacement of chemical fertilizers from organic ingredients. MOL made from raw materials of rubber seeds where the rubber seeds is one of the many waste found in Jambi province. On the rubber seeds processed in MOLE fermentation using yeast for 14 days. Research on variable used by varying the amount of yeast, water washing rice and coconut water. The yeast is used i.e. 0.3 grams 0.4 grams and 0.5 grams, while the water washing rice 300 ml. 500 ml and 400 ml, and 500 ml coconut water. The results obtained with pH range i.e. 3.66–3.94, Organic C content i.e. 2.48%-2.88% and total N content i.e. 0.169%-0.447%.

Keywords: Added Value, Rubber Seed, Fermentation, MOL, Fertilizer

INTISARI

Pupuk yang banyak digunakan saat ini oleh masyarakat dan petani yaitu pupuk kimia. Pupuk kimia biasanya dapat merusak tanah dan mengganggu keseimbangan hara. Pada penelitian ini mencari alternatif pengganti pupuk kimia yang ramah lingkungan dan tidak merusak unsur hara. MOL (mikroorganisme lokal) merupakan pengganti pupuk kimia dari bahan organik. MOL terbuat dari bahan baku biji karet dimana biji karet tersebut merupakan salah satu limbah yang banyak ditemukan di Provinsi Jambi. Pada MOL biji karet diproses secara fermentasi selama 14 hari menggunakan ragi. Variable penelitian yang digunakan yaitu dengan memvariasikan jumlah ragi, air cucian beras dan air kelapa. Ragi yang digunakan yaitu 0,3 gram 0,4 gram dan 0,5 gram, sedangkan air cucian beras 300 ml. 400 ml dan 500 ml, dan air kelapa 500 ml. Hasil yang didapatkan yaitu dengan range pH yaitu 3,66–3,94, kandungan C Organik yaitu 2,48%-2,88% dan kandungan N total yaitu 0,169%-0,447 %.

Kata Kunci: Added Value, Biji Karet, Fermentasi, MOL, Pupuk

PENDAHULUAN

Mikroorganisme Lokal (MOL) adalah cairan hasil fermentasi yang mengandung mikroorganisme hasil produksi sendiri dari bahan alami yang tersedia lingkungan kita. Bahan tersebut merupakan tempat yang cocok untuk hidup dan berkembangnya mikroorganisme yang berguna dalam mempercepat penghancuran bahan-bahan organik atau sebagai tambahan nutrisi bagi tanaman. Keunggulan penggunaan MOL yang paling utama adalah murah bahkan tanpa biaya, dengan memanfaatkan bahan-bahan yang ada di sekitar (Palupi 2015).

Bahan utama dalam larutan MOL terdiri dari 3 jenis komponen, antara lain:

Karbohidrat: air cucian beras, nasi bekas, singkong, kentang dan gandum; Glukosa: cairan gula merah, cairan gula pasir, air kelapa/nira dan; Sumber bakteri: keong mas dan buah-buahan (Purwasasmita, 2009).

Tanaman karet (*Hevea Brassiliensis*) termasuk dalam famili Euphorbiaceae, merupakan salah satu komoditas perkebunan sebagai sumber devisa non migas bagi Indonesia (Damanik *et al.*, 2010). Ada dua jenis karet, yaitu karet alam dan karet sintesis. Setiap jenis karet memiliki karakteristik yang berbeda, sehingga keberadaannya saling melengkapi. Kelemahan karet alam bisa diperbaiki oleh karet sintesis dan sebaliknya, sehingga

kedua jenis karet tersebut tetap dibutuhkan (Setiawan dan Agus, 2005). Tabel 1 menjelaskan perbandingan kelebihan antara karet alam dan karet sintesis

Tabel 1. Perbandingan Karer Alam dan Karet Sintesis

	Kelebihan	Manfaat
Karet Alam	Memiliki daya elastis tahan terhadap keretakan	Ban kendaraan, pipa karet
Karet Sintesis	Tahan terhadap minyak, panas atau suhu tinggi	Pelapis tangka, gasket

(Sumber: Zuhra, 2006)

Selain dapat diambil lateksnya untuk bahan baku pembuatan aneka barang keperluan, sebenarnya karet masih memiliki manfaat lain yaitu batang pohon karet yang dapat diambil kayunya. Adapun hasil sampingan lain yang kurang dimanfaatkan yaitu biji karet. Pada tabel 2 dapat dilihat dari komposisi kimianya biji karet memiliki protein yang tinggi dan memiliki asam amino yang baik.

Tabel 2. Komposisi biji karet

Komposisi	Kadar (g/100g)
Protein	17,41
Karbohidrat	6,99
Abu	3,08
Lemak	68,53

(Sumber: Eka *et al.* 2010)

Biji karet mengandung zat anti nutrisi yaitu hidrogen sianida (HCN) sehingga harus diturunkan kadarnya, salah satu cara yang dapat dilakukan untuk menghilangkan kandungan HCN yaitu dengan pencucian atau perendaman dan perebusan terbuka, sehingga HCN larut dan terbuang dengan air (Setyawardhani *et al.*, 2011). Penambahan zat lain juga dapat menurunkan kadar HCN dalam biji karet, yaitu dengan menggunakan arang sekam padi dan arang aktif sebagai adsorben. Selain itu penambahan garam kasar dan NaCl p.a juga dapat dilakukan karena NaCl mampu melarutkan HCN, dimana salah satu sifat dari HCN mudah bereaksi dengan NaCl pada proses perendaman biji karet.

Dengan luasnya lahan perkebunan Karet di Provinsi Jambi yang dapat

dioptimalkan untuk memproduksi Bioaktifator atau Mikroorganisme Lokal (MOL) yang sering disebut Pupuk Organik Cair (POC). Menurut Kementerian Pertanian Pemupukan adalah pemberian pupuk bagi tanaman sesuai dengan unsur hara tanah dan kebutuhan tanaman untuk mencapai produktivitas yang optimal dan berkelanjutan. Kelebihan POC yaitu mengandung berbagai mineral, juga zat-zat esensial yang dibutuhkan tanah dan tanaman, serta hormon pertumbuhan tanaman Tidak hanya itu, pupuk organik terutama pupuk organik cair akan secara lebih baik merangsang pertumbuhan tanaman dan dapat secara efektif meningkatkan kapasitas tukar kation pada tanah, bila dibandingkan dengan pupuk kimia.

METODE PENELITIAN

Alat yang digunakan adalah Lesung (Penumbuk biji karet) Timbangan 30kg dan 2kg, Baskom besar dan kecil, kayu, dandang besar, tungku besar, saringan besar dan kecil, botol sampel 500ml dan 100ml, batu giling, nampan rotan, jerigen 5 liter, selang, gelas kimia, gelas ukur, pipet tetes, labu ukur, neraca analitik, pipet volume, erlenmeyer, termometer alat pengukur pH, spektrofotometer dan Kjeldahl Digestion Blocks dan kertas saring. Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Biji karet dan nanas (sumber bakteri), air kelapa (sumber glukosa), air cucian beras (sumber karbohidrat), ragi, aquades, kayu, sekam padi, NaCl p.a.

Cara Kerja

Dalam pelaksanaan penelitian ini ada beberapa tahapan yang akan dilakukan, (1) Preparasi Mikroorganisme Lokal (MOL) dari Biji Karet sebagai sumber mikroba probiotik untuk fermentasi, (2) Reaksi fermentasi dengan mikroba yang telah disiapkan, (3) Karakterisasi Sifat Fisika dan Kimia Pupuk A. Preparasi Mikroorganisme Lokal (MOL) Biji Karet

Penurunan kadar Hidrogen Sianida (HCN) Biji Karet

Biji karet memiliki kadar HCN untuk bisa dimanfaatkan sebagai bahan pupuk cair maka teknik penurunan kadar HCN dalam penelitian ini dilakukan perebusan didalam dandang besar selama 30 menit kemudian biji karet dilakukan perendaman dalam air dengan penambahan arang sekam padi dan NaCl

konsentrasi 40% lalu dibersihkan dan dikeringkan setelah itu biji karet.

Pembuatan Mikroorganisme Lokal (MOL) biji karet

Biji karet yang telah ditunkan kadar HCN-nya ditumbuk menggunakan lesung bersama nanas. Ragi dihaluskan dengan variable ragi (30,40,50) %/kg bahan baku menggunakan blander lalu dimasukkan kedalam wadah yang berisi air cucian beras dengan variable (0,3, 0,4, 0,5) L/kg bahan baku. Setelah itu masukkan biji karet, nanas kedalam jerigen, kemudian masukkan air cucian beras yang telah ditambahkan ragi, lalu masukkan air kelapa dengan 0,5 L/kg bahan baku dan diaduk sampai merata..

Pembuatan Pupuk Berbasis MOL Biji Karet Reaksi Fermentasi

Fermentasi dilakukan dengan menggunakan bakteri, pada reaksi anaerobic (tanpa oksigen). MOL yang telah disiapkan dimasukkan kedalam jerigen (batch) dan ditutup dengan rapat (agar tidak masuk oksigen). Tutup jerigen dilubangi tengahnya dan diberi selang. Ujung selang yang masuk ke dalam jerigen hanya sampai batas di atas bahan MOL, sedangkan ujung selang lainnya dimasukkan ke dalam botol yang telah diberi $\frac{3}{4}$ air hingga sampai ke dalam air untuk menghilangkan gas. Dengan cara seperti ini jerigen tidak perlu di buka setiap hari. Pada penelitian ini lama fermentasi dilakukan selama 2 minggu hasil fermentasi berupa larutan mikroorganisme lokal (MOL) biji karet.

Karakterisasi Pupuk MOL Biji Karet

Karakterisasi pupuk MOL biji karet dilakukan melalui analisis data yang berhubungan dengan sifat fisika berupa pH, sifat kimia (kadar C organik dan N organik yang dapat dilakukan dengan cara berikut:

1. Analisis Sifat Fisika pH

pH yang baik untuk pupuk organik cair ini adalah pH netral (tidak terlalu asam dan tidak terlalu basa), suhunya berkisar 25-300C, serta densitas OD600 0.6.

2. Analisis Kadar C Organik

Sampel ditimbang 0,5gr, masukkan ke dalam labu ukur 100ml – ditambahkan 7,5ml K₂Cr₂O₇ 2N, lalu dikocok, ditambahkan 7,5ml H₂SO₄ pekat, kocok lalu diaman selama 30 menit – diencerkan dengan aquadest, biarkan dingin lalu paskan/dihimpitkan – diaman semalaman agar larutan menjadi jernih – diukur absorbansi larutan jernih dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 581nm.

3. Analisis Kadar N Organik

Pipet 0,5 ml contoh pupuk cair masukkan ke tabung digest, tambah 1gram campuran selen dan 3ml asam sulfat pekat – Destruksi hingga suhu 350 0C (3-4jam), destruksi selesai bila keluar uap putih dan didapat ekstrak jernih(4jam) – Angkat tabung digest lalu dinginkan. Encerkan ekstrak dengan aquadest hingga 50 ml, kocok sampai homogen – Saring larutan. Pipet ke dalam tabung reaksi ekstrak jernihnya masing-masing 2ml ekstrak dan deret standar – Tambahkan berturut-turut larutan sanga tartrat dan Na-fenal masing-masing sebanyak 4ml, kocok dan biarkan 10 menit. Tambahkan 4ml NaOCl 5% lalu kocok – Diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 636 nm setelah 10 menit sejak pemberian pereaksi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mikroorganisme Lokal (MOL) Biji Karet

MOL diproses secara fermentasi selama 14 hari dengan menggunakan bahan utama dalam pembuatan MOL terdiri dari 3 jenis komponen, antara lain: Karbohidrat: air cucian beras; Glukosa: cairan gula merah; Sumber bakteri: buah-buahan (Purwasasmita, 2009). Variable penelitian yang digunakan yaitu dengan memvariasikan jumlah ragi dan jumlah air cucian beras yang ditunjukkan pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Variable penelitian

Sampel	Variable		
	Air kelapa (ml)	Air Cucian Beras (ml)	Ragi (gr)
1	500	300	0,3
2	500	300	0,4
3	500	300	0,5
4	500	400	0,3
5	500	400	0,4
6	500	400	0,5
7	500	500	0,3
8	500	500	0,4
9	500	500	0,5

MOL yang telah di Fermentasi selama 14 hari selanjutnya akan difiltrasi. Hasil dari MOL yang di Filtrasi dapat dilihat pada gambar 1 dengan jumlah sebanyak 9 sampel. Gambar 1 dapat dilihat dibawah ini:



Gambar 1. Hasil MOL biji karet

Analisa Mikroorganisme Lokal (MOL) Biji Karet

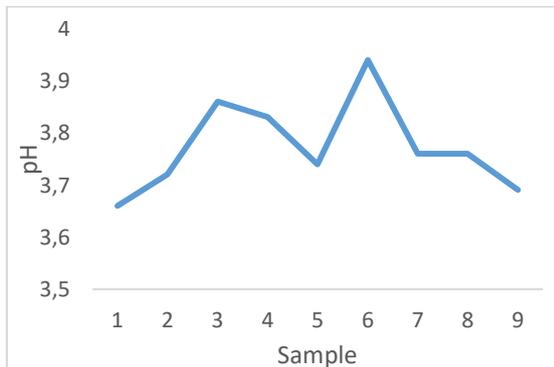
a. Analisa pH

Data hasil analisis pH dari sampel MOL biji karet.

Tabel 4. Hasil analisa pH

Sampel	Analisa pH
1	3,66
2	3,72
3	3,86
4	3,83
5	3,74
6	3,94
7	3,76
8	3,76
9	3,69

Berikut disajikan dalam bentuk grafik



Gambar 2. Grafik Analisis pH Mol Biji Karet

Pada tabel 4 dan grafik 2 terlihat bahwa sampel 6 dengan variabel kandungan 1kg biji karet, 0,4 gram ragi, 500ml air kelapa dan 500ml air beras memiliki pH tertinggi yaitu 3,94 berbeda dengan sampel 1 dengan variabel kandungan 1kg biji karet, 0,3 gram ragi, 500ml air kelapa dan 300ml

air beras memiliki pH terendah yaitu 3,66 hal ini dapat terjadi karena perbedaan kandungan dari setiap sampel. Untuk pH dari hasil analisa MOL biji karet terbukti lebih asam dibanding hasil analisa MOL papaya dan nasi menurut Balai Penelitian Tanah (2015), fermentasi molase oleh mikroorganisme fermentatif yang berasal dari buahbuahan menghasilkan asam organik misalnya asam sitrat, sehingga pH MOL umumnya cenderung asam. Kondisi asam baik untuk produksi fitohormon (auksin, gibberelin dan sitokinin) yang berperan dalam meningkatkan pertumbuhan vegetatif, generatif dan pemasakan buah.

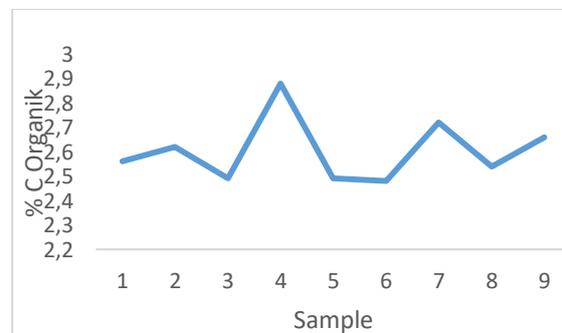
b. Analisis C-organik

Data hasil analisis C-organik dari sampel MOL biji karet.

Tabel 5. Hasil analisis C organik

Sampel	Analisa C Organik (%)
1	2,56
2	2,62
3	2,49
4	2,88
5	2,49
6	2,48
7	2,72
8	2,54
9	2,66

Berikut kandungan Analisis C Organik yang disajikan dalam bentuk grafik



Gambar 3. Grafik Analisis Kandungan C organik Mol Biji Karet

Pada tabel 5 dan gambar 3 terlihat bahwa sampel 4 dengan variabel kandungan 1kg biji karet, 0,4 gram ragi, 500ml air kelapa dan 300ml air beras memiliki kadar analisis C organik tertinggi yaitu 2,88 sedangkan

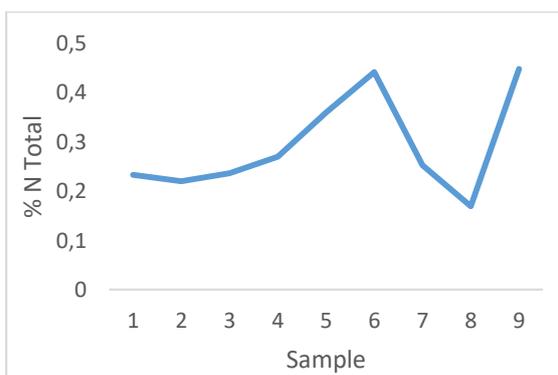
sampel 3 dengan variabel kandungan 1kg biji karet, 0,3 gram ragi, 500ml air kelapa dan 300ml air beras memiliki kadar analisis C organik terendah yaitu 2,49 hal ini dapat terjadi karena perbedaan kandungan dari setiap sampel. Terbukti kandungan C-Organik dari MOL biji karet lebih baik dibanding kandungan C-Organik dari hasil Analisa MOL berbahan pokok papaya dan nasi.

c. Analisa N Total

Data hasil analisis kadar N total dari sampel MOL biji karet.

Tabel 6. Hasil analisis kadar N total

Sampel	Analisa N-Total (%)
1	0,233
2	0,219
3	0,236
4	0,269
5	0,359
6	0,441
7	0,252
8	0,169
9	0,447



Gambar 4 Grafik Analisis Kandungan N Total Mol Biji Karet

Pada tabel 6 dan gambar 4 terlihat bahwa sampel 9 dengan variabel kandungan 1kg biji karet, 0,3 gram ragi, 500ml air kelapa dan 500ml air beras memiliki kadar analisis N total tertinggi yaitu 0,447 sedangkan sampel 8 dengan variabel kandungan 1kg biji karet, 0,5 gram ragi, 500ml air kelapa dan 500ml air beras memiliki kadar analisis N total terendah yaitu 0,169 hal ini dapat terjadi karena perbedaan kandungan dari setiap sampel. Terbukti kandungan N-total dari MOL biji karet lebih baik dibanding kandungan N-total dari hasil

Analisa MOL berbahan pokok papaya dan nasi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Pemberian berbagai variable menentukan hasil MOL biji karet
2. Sampel yang menghasilkan pH yang baik yaitu sampel 6, sedangkan sampel yang menghasilkan C-Organik yang baik yaitu sampel 4 dan sampel yang menghasilkan N-Total yang baik yaitu sampel 9.

DAFTAR PUSTAKA

Aini, D. N., Sugiyanto, B., Herlinawati. 2017. Application of Local Microorganism Goat Manure on Baluran Variety Soybean (*Glycine max* L. Merrill) Yields. *Agriprima, Journal of Applied Agricultural Sciences*. 1(1), 35-43.

Badan Pusat Statistik Provinsi Jambi, 2014. *Perkembangan Pembannngan Provinsi Jambi*

Badan Pusat Statistik Jakarta Pusat, 2016. *Statistik Indonesia Tahun 2016*. Jakarta Pusat: Badan Pusat Statistik

Direktorat Jendral Perkebunan. 2015. *Statistik Perkebunan Kelapa Sawit Indonesia Tahun 2014 - 2016*. Direktorat Jendral Perkebunan, Departemen Pertanian. Jakarta.

Dinas Perkebunan Provinsi Jambi. 2015. *Luas Areal, Produksi dan Produktivitas Tanaman Kelapa Sawit Provinsi Jambi Tahun 2004 sampai Tahun 2014*.

Dinas Perkebunan Propinsi Jambi. 2015. *Luas Areal, Produksi dan Produktivitas Tanaman Karet Provinsi Jambi Tahun 2004 sampai Tahun 2014*.

Horwitz, W. 2000. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 17th edition, Volume I, *Agricultural Chemicals, Contaminants, Drugs*. AOAC International, Maryland USA.

Kasmawan, I.G.A. et. al. 2018. *Pembuatan Pupuk Organik Cair Menggunakan Teknologi Komposting Sederhana*. Vol. 17 No 2.

Khaswarina, S., 2001. *Keragaman Bibit Kelapa Sawit Terhadap Pemberian Berbagai Kombinasi Pupuk di Pembibitan Utama*. *Jurnal Natur Indonesia*. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.

Larasati Dena Mardhika, Sudradjat. 2015. *Respons Pertumbuhan Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*) Belum Menghasilkan Umur Dua Tahun*

- terhadap Pemupukan Kalsium. *Bul. Agrohorti* 3(1): 110-118.
- Lubis, A.U. 2000. *Kelapa Sawit Di Indonesia*. Pusat Penelitian Perkebunan Marihat Pematang Siantar. Medan
- Pahan, Iyung. 2008. *Kelapa sawit*. Jakarta: Penebar Swadaya, cetakan VI.
- Palupi Nurul Puspita. 2015. Ragam Laruan Mikroorganisme Lokal Sebagai Dekomposter Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*). 40(2):123-128
- Purwasasmita, M. 2009. Mikroorganisme Lokal Sebagai Pemicu Siklus Kehidupan Dalam Bioreaktor Tanaman. Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia, 19 – 20 Oktober 2010.
- Raras, N., Hadid, A., Latarang, B. 2018. Pengaruh Mikroorganisme Lokal Buah-Buahan terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Selada. *E-J-Agrotekbis*. 6(1), 127-135.
- Republik Indonesia. 2011. Peraturan Menteri Pertanian nomor 70/Permentan/SR.140/10/2011. Tentang Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenahan Tanah. Kementrian Pertanian
- Supraptiningsih, Sarengat, N. 2014. Pemanfaatan Limbah Padat Industri Karet Remah (Crumb Rubber) Untuk Pembuatan Kompos. *Makalah Kulit, Karet dan Plastik*. 30(1), 35-42

PEMANFAATAN DATA WAREHOUSE UNTUK Mendukung *STRATEGIC SOURCING* STUDI KASUS: BUMN ABC

Muhaemin¹, Tras Rustamaji²

¹Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta

²Asesor Kompetensi bidang Big Data, LSP Informatika, Jakarta

E-mail: muhaemin@umj.ac.id¹, tras@rustamaji.com²

ABSTRACT

The Process of Procurement of Goods in SOEs has been regulated in SOE Ministerial Regulation Number PER -08 / MBU / 12/2019 concerning General Guidelines for Procurement of Goods and Services of State-Owned Enterprises that were signed on 12 December 2019 and enacted on 16 December 2019 by the Ministry of Law and Human Rights. Procurement of goods and services is an activity to obtain goods and services carried out by SOEs whose financing comes from the BUMN budget, the process of which starts from planning for needs, to handing over work results. However, the management and utilization of procurement data is still a problem so it is difficult to do a strategic sourcing analysis in order to obtain effective management of goods and services. This study aims to utilize data warehouse technology to support strategic sourcing in one of the SOEs, in this case PT. ABC. The source of this research data comes from historical procurement planning transactions known as PR (Purchase Request), PO (Purchase Order) documents and invoices for all goods and services procurement activities. Data from electronic and non-electronic processed with data warehouse technology to obtain various outputs to support strategic sourcing, , spend analysis and supply methods.

Keywords: data warehouse, strategic sourcing, spend analysis.

INTISARI

Proses Pengadaan Barang di BUMN telah diatur dalam Peraturan Menteri BUMN Nomor PER - 08/MBU/12/2019 tentang Pedoman Umum Pelaksanaan Pengadaan Barang dan Jasa Badan Usaha Milik Negara yang diteken pada 12 Desember 2019 serta diundangkan pada 16 Desember 2019 oleh Kementerian Hukum dan HAM. Pengadaan barang dan jasa adalah kegiatan untuk mendapatkan barang dan jasa yang dilakukan oleh BUMN yang pembiayaannya berasal dari anggaran BUMN, yang prosesnya dimulai dari perencanaan kebutuhan, sampai dengan serah terima hasil pekerjaan. Namun demikian pengelolaan dan pemanfaatan data pengadaan masih menjadi permasalahan sehingga sulit dilakukan analisis strategis sourcing guna mendapatkan pengelolaan barang dan jasa secara efektif. Penelitian ini bertujuan memafaatkan teknologi data warehouse untuk mendukung strategic sourcing di salah satau BUMN, dalam hal ini BUMN PT. ABC. Sumber data peneltian ini berasal dari historical transaksi perencanaan pengadaan yang dikenal dengan dokumen PR (Purchase Request), PO (Purchase Order) dan Invoice dari setiap aktivitas pengadaan barang dan jasa. Data-data dari elektronik dan non elektronik diolah dengan teknologi data warehouse sehingga didapatkan berbagai output untuk mendukung strategic sourcing spend analysis dan supply method.

Kata Kunci: data warehouse, strategic sourcing, spend analysis.

PENDAHULUAN

PT. ABC, mempunyai visi untuk menjadi world class port di tahun 2020 melalui tahapan-tahapan yang sudah dituangkan dalam strategi dan corporate roadmap yang mulai dijalankan sejak tahun 2006. Untuk mendukung Corporate Roadmap tersebut, Perusahaan telah melakukan banyak sekali pengembangan di berbagai area. Salah satu pengembangan yang telah dilakukan adalah pada proses Pemilihan Penyedia, dengan diimplementasikannya sistem e-Procurement

yang terdiri dari module Vendor Management System, E-Tendering, E-Document, dan beberapa modul yg akan menyusul, yaitu contract management system, Dashboard monitoring dan e-katalog. Semua sistem ini rencanakan secara jangka panjang juga diimplementasikan di seluruh cabang dan anak perusahaan PT ABC.

Pada dasarnya seluruh modul-modul pada sistem pengelolaan proses pemilihan penyedia tersebut ditujukan untuk menemukan, memprioritaskan, meningkatkan dan

mengevaluasi kegiatan sourcing. Hal ini selaras dengan definisi Strategic Sourcing.

Perusahaan melihat bahwa untuk mendukung pengembangan proses pemilihan penyedia tersebut, bukan saja dengan melakukan transformasi pada IT system, namun juga harus dilakukan kajian dan pengembangan data belanja perusahaan.

Kajian dan pengembangan data belanja ini merupakan salah satu pilar menuju strategi sourcing. Kajian dan pengembangan ini diharapkan dapat menjawab permasalahan sebagai berikut:

- a) Biaya *Sourcing*/Biaya Barang dan jasa yang tidak efisien akibat kegiatan sourcing dilakukan secara reaktif dan menimbulkan biaya dan waktu yang tidak efisien.
- b) Kualitas/kuantitas barang/jasa yang didapatkan tidak optimum, akibat proses sourcing dilakukan secara reaktif.
- c) *Procurement Led Time* yang panjang akibat kegiatan *sourcing* yang relatif lama dikarenakan kesulitan menemukan penyedia terbaik.
- d) Terganggunya kegiatan operasional perusahaan yang dapat menimbulkan kerugian atau terhentinya alat pendukung operasional.
- e) Kegiatan *sourcing* dan *procurement* yang berulang-ulang untuk jenis barang yang sama.

Kajian dan pengembangan data ini diperlukan agar proses pemilihan penyedia di perusahaan dapat berlangsung secara optimum dengan parameter benefit sebagai berikut:

- a. Meningkatkan efisiensi dan efektifitas belanja barang/jasa
- b. Mengelola resiko supplier
- c. Meningkatkan sustainability terhadap supply
- d. Mendapatkan barang/jasa yang lebih terjamin mutunya.
- e. Mengurangi load kegiatan pemilihan penyedia pada masa-masa tertentu
- f. Memberikan kesempatan lebih luasa lagi kepada tim pengadaan untuk meningkatkan kembali strateginya sesuai pergerakan bisnis.

Dengan beberapa pertimbangan diatas, maka perusahaan berencana untuk melakukan kerjasama dengan lembaga profesional yang kompeten untuk melakukan pekerjaan "Implementasi dan Pengolahan Data *Strategic Sourcing* di PT. ABC (Persero)".

STRATEGIC SOURCING

Asal-usul sumber strategis kembali ke Jepang pada 1960-an. Ketika ekonomi Jepang mulai rebound setelah Perang Dunia II, persaingan meningkat, dan para pemerintah Jepang mulai mendapatkan sebuah kompleksitas yang lebih besar dari barang dan jasa (Dieges, Shaw, & Meyer, 2010). Perusahaan merasa perlu untuk mengurangi biaya sambil mempertahankan kualitas produk dan layanan; oleh karena itu, mereka merombak praktik pengadaan mereka, khususnya mengubah cara mereka mengembangkan hubungan kontraktual dengan pemasok (Dieges et al., 2010).

Sumber strategis adalah mekanisme vital untuk mengurangi limbah dan mempromosikan pengeluaran yang efisien dan efektif dalam pengadaan. Sumber strategis memungkinkan lembaga komersial dan pemerintah untuk mengoptimalkan kinerja, meminimalkan harga, meningkatkan pencapaian tujuan akuisisi sosial-ekonomi, mengevaluasi total biaya manajemen siklus hidup, meningkatkan akses vendor ke peluang bisnis, dan sebaliknya meningkatkan nilai dolar yang dihabiskan (OMB, 2005). Sumber strategis adalah proses kritis yang sekali diterapkan memungkinkan produk dan layanan diperoleh secara lebih efektif.

Pada saat persaingan global yang ketat dan meningkatnya permintaan pelanggan, sumber strategis dalam rantai pasokan bahkan lebih penting (Kocabasoglu & Suresh, 2006). Perusahaan ditantang untuk mengurangi biaya sambil juga meningkatkan kualitas layanan atau produk. Menurut Kocabasoglu dan Suresh (2006), sumber strategis adalah mekanisme untuk memenuhi tantangan ini. Sumber strategis memungkinkan penghematan besar jika aktivitas manajemen persediaan disederhanakan dan tugas-tugas yang tidak bernilai tambah dihilangkan.

Kocabasoglu dan Suresh (2006) menemukan bahwa sumber strategis lebih bermanfaat bagi perusahaan ketika ia berubah dari sekadar tanggung jawab manajer persediaan menjadi lebih selaras dengan tujuan keseluruhan organisasi (Kocabasoglu & Suresh, 2006).

Sumber strategis sangat penting untuk garis bawah perusahaan. Menurut Pennino (2014), "kepala sumber dan rantai pasokan menjadi sama lazim dan vital dalam pelestarian dan kinerja garis bawah perusahaan sebagai kepala petugas teknis" (para. 4). Sumber strategis menyediakan perusahaan dengan leverage pengeluaran dan proses yang lebih

efisien; ini juga memberikan kecepatan dan transparansi dalam hubungan pemasok. Perusahaan yang mengoptimalkan pola pengeluaran mereka akan menciptakan penghematan yang berkelanjutan untuk tahun-tahun mendatang (Pennino, 2014).

DATA WAREHOUSE

Data warehouse merupakan kumpulan dari data yang berorientasi subjek, terintegrasi, *nonvolatile* dan mempunyai variasi waktu untuk mendukung pengambilan keputusan manajemen (Inmon, 2005). *Data warehouse* (dalam bermacam bentuk) merepresentasikan sebuah basis data pusat bagi keseluruhan perusahaan untuk menyimpan dan mengakses data historis serta keberadaannya terpisah dari sistem operasional (Hocevar & Jaklic, 2010)

Data warehouse memiliki karakteristik sendiri yang berbeda-beda, diantaranya : (1). *Subject Oriented* yang artinya *data warehouse* di desain untuk menganalisa data berdasarkan subjek-subjek tertentu dalam organisasi bukan pada proses atau fungsi aplikasi. (2). *Integrated* yaitu dapat menyimpan data-data yang berasal dari sumber-sumber yang terpisah kedalam suatu format yang konsisten dan saling terintegrasi satu sama lain. (3). *Time-variant* atau rentang waktu yaitu rentang waktu terhadap suatu data yang berhubungan dengan keakuratan datanya. (4). *Non-volatile* yaitu data pada *data warehouse* tidak dapat di update secara realtime tetapi di refresh dari sistem operasional secara reguler.

METODE PENELITIAN

Dalam menghasilkan *data strategic sourcing* dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

Tahap I : Data Collecting dan Assessment

Ruang Lingkup pekerjaan tahap Data Collecting dan Assessment meliputi: Electronic Data Collecting, Non-Electronic Data Collecting, Process Assessment, People Assessment.

Tahap II: Pengolahan dan Analisa

Ruang Lingkup pekerjaan tahap Pengolahan dan Analisa meliputi proses (1) Rasionalisasi Item Barang/Jasa (Clean-up, Standardize dan Enrichment), (2) Categorization, (3) Supply Sourcing and Verification, (4) Spend Analysis, (5) Supply Method Analysis.

Rasionalisasi Item Barang/Jasa (Clean-up, Standardize dan Enrichment), melakukan normalisasi terhadap informasi Barang/Jasa sehingga menjadi bersih (clean), standard (terstandarisasi dengan sebuah standard

barang), dan rich (kaya informasi untuk mendukung efisiensi supply).

Categorization

Melakukan pengkategorisasian sesuai dengan parameter-parameter yang mendukung Strategic Sourcing.

Supply Sourcing and Verification

Melakukan sourcing dan/atau verification terhadap Barang/Jasa dengan minimum 2 (dua) daftar Penyedia baik sebagai Supplier atau Distributor. Namun dalam kondisi minimnya informasi Barang/Jasa yang mampu dirasionalisasi, maka informasi penyedia dapat digantikan oleh informasi penjual, dengan persetujuan user.

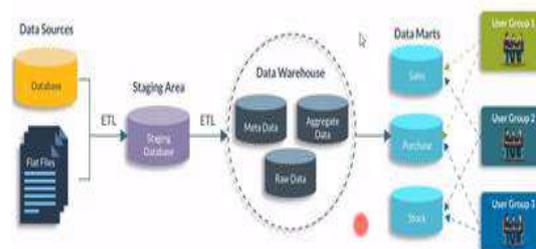
Spend Analysis

Melakukan Analisa belanja yang umumnya diambil dari History Belanja yang kemudian datanya dianalisa untuk menghasilkan informasi-informasi yang mendukung *Strategic Sourcing*.

Supply Method Analysis

Melakukan Analisa terhadap parameter item dan parameter sourcing untuk menemukan rekomendasi metode supply yang efisien dan efektif.

Untuk menghasilkan *spend analysis* dilakukan dengan metode sebagai berikut:



Gambar 1. Metode ETL untuk Spend Analysis

Identifikasi sumber data baik dalam format elektronik dan non elektronik yang dimasukkan dalam staging database menggunakan teknik ETL. Selanjutnya data staging dilakukan ETL menjadi data warehouse dengan menghasilkan 3 domain data, yaitu data barang, data vendor dan data belanja (spending). Berikutnya dilakukan visualisasi reporting dengan tools tabelau untuk menghasilkan laporan-laporan yang mendukung *strategic sourcing*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Data Collection

Pengumpulan data dilakukan di objek penelitian sebagai berikut:

- Kantor Pusat

- 9 Cabang yaitu Cabang Tanjung Priok, Banten, Cirebon, Panjang, Palembang, Jambi, Bengkulu, Teluk Bayur, Pontianak
- 4 Anak Perusahaan

Data belanja yang diolah periode 3 tahun terakhir dari masing-masing objek penelitian:

Tabel 1. Rekap data belanja

Nama Kantor	Year of PR...	Jumlah PO	Nilai PO
Kantor Pusat	2017	4.886	4.704.850.741.072
	2018	4.840	2.759.655.971.898
	2019	2.750	1.076.356.372.580
Cirebon	2017	1.914	48.308.810.664
	2018	2.114	40.460.437.781
	2019	1.731	36.725.769.143
Palembang	2017	1.487	50.561.696.969
	2018	1.840	122.507.939.209
	2019	1.488	51.403.023.445
Panjang	2017	2.141	110.109.750.040
	2018	2.378	391.546.445.699
	2019	1.961	147.344.459.275
Pontianak	2017	2.828	128.258.502.639
	2018	2.980	54.846.561.142
	2019	2.231	36.286.026.719
Tanjung Priok	2017	1.073	480.420.862.051
	2018	1.445	462.048.167.764
	2019	1.062	475.920.203.809
Teluk Bayur	2017	1.557	149.784.867.667
	2018	1.687	70.356.961.259
	2019	1.352	83.915.316.829

Rasionalisasi Item Barang

Rasionalisasi item barang dilakukan dengan menggunakan teknik ETL (*Extract, Transform, Loading*) dari data-data belanja. Teknologi pentaho digunakan untuk menarik data-data dari format excel kedalam format database MySQL untuk memudahkan proses (clean), standard (terstandarisasi dengan sebuah standard barang), *enrichment* (kaya informasi untuk mendukung efisiensi supply), serta *duplicate item analysis*. Prosesnya dilakukan dengan menggunakan teknik query sehingga memudahkan proses clean, serta duplicate item analysis, hasilnya sebagai berikut:

Sebelum dilakukan rasionalisasi item barang, berikut ini kategorisasi dan nilainya.

Tabel 2. Kategorisasi awal.

Item Labels	Sum of Nilai PO (AGG)	HASIL RASIONALISASI	
		STANDARISASI ACUAN	KODE
BAHAN BAKAR	4.652.896.600		02
SOLAR/HSD	4.652.896.600		02.01
CETAKAN DAN ALAT TULIS KANTOR	1.988.538.947	ATK	01
Amplop Coklat KIKY Ukuran Folio	2.200,000	AMPLOP	01.01
AMPLOP COCLAT UK-FOLIO	3.080,000	AMPLOP	01.01
AMPLOP COCLAT UKURAN BASAH	2.800,000	AMPLOP	01.01
AMPLOP COCLAT UKURAN SEDANG	2.825,000	AMPLOP	01.01
AMPLOP DINAS DICETAK LOGO PI - II & ISO	4.650,000	AMPLOP	01.01
AMPLOP DINAS (LOGO PI-II & LOGO ISO)	4.500,000	AMPLOP	01.01
Amplop Putih Logo IPC	11.055,000	AMPLOP	01.01
AMPLOP PUTIH POLIS	3.481,840	AMPLOP	01.01
Amplop Surat Ukuran A4	4.400,000	AMPLOP	01.01
BINDER KLIP NO. 105	1.383,184	BINDER KLIP	01.02
BINDER KLIP NO. 107	1.748,520	BINDER KLIP	01.02
BINDER KLIP NO. 111	5.027,840	BINDER KLIP	01.02
BINDER KLIP NO. 200	3.676,000	BINDER KLIP	01.02
BINDER KLIP NO. 260	4.714,555	BINDER KLIP	01.02

Kategorisasi

Formulasi kategorisasi dilakukan dengan cara menelaah laporan keuangan, dan kondisi pengelompokkan item barang saat ini, selanjutnya dilakukan penyesuaian menjadi kategorisasi item barang/jasa sebagai berikut:

Tabel 3. Usulan Kategorisasi item barang / jasa

Level	Keterangan	Contoh
0	01-Kelompok Account Capex, yang didapatkan dari RKAP 02-Kelompok Account Opex, yang didapatkan dari jenis belanja operasional dari Laporan Laba/Rugi	KAPAL
1	Sub Kategori	KAPAL TUNDA
2	Kelompok nama-nama barang berdasarkan nama-nama transaksi dalam keterangan PO	SUKU CADANG KAPAL
3	Keterangan PO	ELECTRO HYDRAULIC CONTROL VALVE TWINDISC

Supply Sourcing and Verification

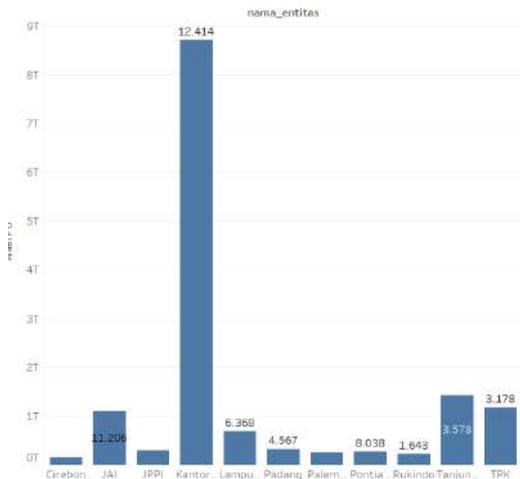
Sourcing dan/atau *verification* terhadap Barang/Jasa, dengan cara menemukan minimum 2 (dua) daftar Penyedia baik sebagai Supplier atau Distributor dari seluruh item barang yang di supply, dengan menggunakan teknik query dihasilkan contoh hasil verifikasi sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil verifikasi data supplier

VENDOR_NAME (dim_vendor)	KET_PO	Jumlah PO	Nilai PO
PERFECTA SARANA ENGINEERING, PT	PEKERJAAN JASA KONSULTASI PENYUSUNAN D...	1	251.500.000
PT ANDALAN MUTU ENERGI	PEKERJAAN PENGURUSAN SURAT LAIK OPERAS...	1	22.900.000
WUXI HUA DONG HEAVY MACHINERY CO.LTD	Quayside Container Crane Maintenance Agree...	1	53.820

Spend Analysis

Spend Analysis berdasarkan Nilai PO per Entitas dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Spend Analysis per entitas

Spend berdasarkan Nilai PO per item category dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Spend Analysis per kategori level 1

Supply Method Recommendation

Supply method recommendation dilakukan dengan cara mengelompokkan nilai sourcing dan frekwensi terjadinya dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Pengelompokan nilai sourcing

Sumbu X (Frekwensi terjadinya)	Sumbu Y (Nilai PO)	Keterangan
Jarang	Kecil	Routine (Hijau)
Jarang	Besar	Bottleneck (Kuning)
Sedang	Sedang	Leverage (Oranye)
Sering	Besar	Critical (Merah)

Setelah dilakukan proses otomasi dengan menggunakan tools tableau, didapatkan hasil pengelompokan data belanja selama 3 tahun terakhir, contoh kantor pusat didapatkan sebagai berikut:



Gambar 4. Hasil kluster data sourcing

Berdasarkan pengolahan data sourcing, berikut ini *supply method recommendation* yang dihasilkan.

Tabel 5. Hasil Supply Method Recommendation

Kuadran	Jumlah Sourcing	Supply Method Recommendation
Critical	Item Unik: 9 Jumlah PO: 8.173	<ul style="list-style-type: none"> Memastikan ketersediaan supply Fokus membangun kerjasama dengan supplier Integrasi proses dan inovasi
Bottleneck	Item Unik: 5 Jumlah PO: 421	<ul style="list-style-type: none"> Cari alternatif supplier Perkuat kerjasama dengan supplier yg ada
Leverage	Item Unik: 6 Jumlah PO: 48	<ul style="list-style-type: none"> Gunakan market place untuk mengurangi biaya Konsolidasi volume sebagai alat negoisasi
Routine	Item Unik: 74 Jumlah PO: 149	<ul style="list-style-type: none"> Sederhanakan dan satukan proses pengadaan Kurangi supplier dan menyederhanakan pemesanan

KESIMPULAN

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui dan menganalisa spend analysis dan strategic sourcing dengan menggunakan teknologi data warehouse. Berdasarkan pengujian-pengujian yang dilakukan, dapat disimpulkan:

1. Teknologi data warehouse mampu membantu mengolah data-data belanja selama 3 tahun terakhir untuk melakukan spend analysis dan strategic sourcing.
2. Teknologi data warehouse dapat menentukan spend berdasarkan nilai PO dan item category.

3. Terdapat jumlah PO sebesar 8.173 yang kategori critical, jumlah PO 421 kategori bottleneck, jumlah PO 48 kategori leverage dan 149 PO kategori routine

DAFTAR PUSTAKA

Inmon. W. H. 2005. *Building The Data Warehouse Fourth Edition*. Indianapolis : Wiley Publishing, Inc.

Kimball. R & Ross. M. 2013. *The Data Warehouse Toolkit*. Indianapolis : Jhon Wiley & Sons, Inc.

Dwayne Q. Lyons, Thomas G. Maloney, and Brett M. Rodgers (2014). *Strategic Sourcing And Spend Analysis: A Case Study Of The Naval Postgraduate School*

Pandit, K., & Marmanis, H. (2008). *Spend analysis: The window into strategic sourcing*. Fort Lauderdale, FL: J. Ross. Annual Report PT Pelindo II (2018), PT Pelindo II

<https://www.cnbcindonesia.com/market/20191219165132-17-124506/erick-rilis-permen-bumn-wajibkan-penggunaan-barang-lokal>

Valarie A., Parasuraman, A., & Berry, Leonard L. (1990), *Delivering Quality Service : Balancing Customer Perceptions and Expectations*, Free Press, 1990.

ANALISA PENGARUH VARIASI VOLTASE LISTRIK PADA LAS TITIK (*SPOT WELDING*) TERHADAP SIFAT MEKANIS SAMBUNGAN LAS KUNINGAN

Hary Wibowo¹, Adi Purwanto², Agus Duniawan³, Aan Ardilaksono⁴

¹²³⁴Jurusan Teknik Mesin, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
Jl. Kalisahak 28, Klitren, Gondokusuman, Klitren, Gondokusuman, Kota Yogyakarta,
Daerah Istimewa Yogyakarta 55222

Email: [1hary.wibowo@akprind.ac.id](mailto:hary.wibowo@akprind.ac.id), [4ardiaan73@gmail.com](mailto:ardiaan73@gmail.com)

ABSTRACT

The welding process has an important role in the engineering and repair of metals in the scope of application of welding technology. Spot welding is a method of electrical resistance welding in which two or more sheets of metal are clamped between metal electrodes. Brass is an alloy of copper and zinc that can be spot welded. The research was carried out in the laboratory with the conditions and equipment provided in order to obtain test data on the composition, tensile strength, and hardness, on the results of spot welding on brass. The results showed that the predominant brass composition was Cu 63% and Zn 35.1%. Two stack penetration values are greatest at 2.20 V with 50.84% and 69.49% for maximum. On three stack with a minimum voltage of 2.28 and a maximum of 39.08% and 52.87%. Nugget two stack with a voltage of 2.28 V with a value of 3.62 mm. Three stack voltage 2.28 V with a value of 4.38 mm. hardness testing of two and three stacks in the HAZ, welding area and the highest was at a stress of 2.20 V. The highest tensile test value occurred at a voltage of 2.28 V of three stack and the lowest was 1.75 V of three stack.

Keywords: *brass, mechanical properties, lap joint, spot welding, voltage*

ABSTRAK

Perkembangan teknologi dibidang pengelasan yang semakin maju, proses pengelasan mempunyai peranan penting dalam rekayasa dan reparasi logam ruang lingkup aplikasi teknologi pengelasan. Spot welding merupakan cara pengelasan resistensi listrik dimana dua atau lebih lembaran logam dijepit diantara elektroda logam. Kuningan adalah logam yang merupakan campuran dari tembaga dan seng. Penelitian dilaksanakan di laboratorium dengan kondisi dan peralatan yang disediakan guna memperoleh data Uji komposisi, kekuatan tarik, struktur makro, dan kekerasan, pada hasil las titik (*spot welding*) pada kuningan (*brass*). Dari hasil penelitian didapat Komposisi kuningan yang dominan Cu: 63% dan Zn 35.1%. Nilai penetrasi 2 lapis paling besar pada voltase 2.20 V dengan 50.84% dan 69.49% untuk maksimum. Pada 3 lapis dengan voltase 2.28 minimum 39.08% dan maksimum 52.87%. Nugget diameter 2 lapis dengan voltase 2.28 V dengan nilai 3.62 mm. 3 lapis voltase 2.28 V dengan nilai 4.38 mm. pengujian kekerasan lapis 2 dan 3 pada daerah HAZ, Las dan yang paling tertinggi adalah pada tegangan 2.20 V. Nilai uji tarik paling tinggi terjadi pada tegangan 2.28 V 3 lapis dan terendah 1.75 V 3 lapis.

Kata kunci: kuningan, las titik, sifat mekanis, lap joint, voltase

PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi dibidang pengelasan yang semakin maju, proses pengelasan mempunyai peranan penting dalam rekayasa dan reparasi logam ruang lingkup aplikasi teknologi pengelasan sangat luas, meliputi perkapalan, jembatan, perpipaan, kendaraan bermotor, mobil, pesawat terbang dan lain sebagainya. Luasnya penggunaan teknologi pengelasan disebabkan karena prosesnya lebih mudah, sederhana, dan murah.

Spot welding (las titik) merupakan cara pengelasan resistensi listrik dimana dua atau lebih lembaran logam dijepit diantara elektroda logam (Agarwal,1981). Siklus pengelasan dimulai ketika elektroda bersinggungan dengan logam dibawah arus tekanan sebelum arus dialirkan. Waktu yang singkat ini disebut waktu tekan kemudian arus bertegangan rendah dialirkan di antara elektroda sehingga logam yang bersinggungan menjadi panas dan suhu naik menjadi suhu pengelasan. Ketika suhu pengelasan itu tercapai, maka tekanan antara

elektroda memaksa logam untuk menjadi satu dan terbentuklah sambungan las. Mutu dan karakteristik dari hasil pengelasan titik dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti pengelasan, besarnya arus pengelasan dan tekanan yang diberikan pada saat pengelasan (Amsted, B.H., 1995).

Kuningan adalah logam yang merupakan campuran dari tembaga dan seng. Kuningan biasanya diklasifikasikan sebagai paduan tembaga warna kuning bervariasi dari coklat kemerahan gelap hingga kuning keperakan tergantung pada jumlah kadar seng. Seng lebih banyak mempengaruhi warna kuning tersebut. Kuningan lebih kuat dan lebih keras dari pada tembaga, tetapi tidak sekuat atau dan sekeras seperti baja. Kuningan sangat mudah untuk dibentuk kedalam berbagai bentuk, sebuah konduktor panas yang baik dan umumnya tahan terhadap korosi dari air garam, karena sifat-sifat tersebut, kuningan kebanyakan digunakan untuk membuat pipa, tabung, sekrup, radiator, heat exchanger, alat musik, komponen kapal laut dan casing cartridge untuk senjata api. Bahan kuningan untuk dibuat kompoen dapat melalui proses pengelasan las titik dapat di aplikasikan pada heat exchanger type rectangular dan heat exchanger offset strip fin karena kuningan mempunyai sifat mampu menyerap panas yang baik. Seberapa kuat kekuatan sambungan las tersebut masih harus diteliti.

Dengan belum banyaknya penelitian yang membahas tentang las titik kuningan maka dari itu peneliti ingin melakukan penelitian tentang las titik kuningan dengan variasi tegangan listrik. Diharapkan dengan penelitian ini dapat bermanfaat dalam dunia industri dan manufaktur, khususnya pada pemanfaatan kuningan agar banyak digunakan dalam dunia industri (Suwarto, 2019).

Kuningan

Kuningan adalah logam campuran dari tembaga (Cu) dan seng (Zn). Tembaga merupakan komponen utama dari kuningan, dan kuningan biasanya diklasifikasikan sebagai paduan tembaga. Warna kuning bervariasi dari coklat kemerahan gelap hingga ke cahaya kuning keperakan tergantung pada jumlah kadar seng. Seng lebih banyak mempengaruhi warna kuning tersebut. Kuningan lebih kuat dan lebih keras dari pada tembaga, tetapi tidak sekuat atau sekeras baja. Kuningan sangat mudah untuk dibentuk

kedalam berbagai bentuk, sebuah konduktor panas yang baik, dan umumnya tahan terhadap korosi dari air garam. Karena sifat-sifat tersebut kuningan kebanyakan digunakan untuk membuat pipa, tabung, sekrup, alat musik, dan aplikasi kapal laut. Titik cair dari sebuah benda padat adalah suhu dimana benda tersebut akan berubah bentuk menjadi cair, pada logam kuningan memiliki titik cair yang bervariasi tergantung pada jumlah paduan komposisi bahan Cu dan Zn. Pada penelitian ini saya menggunakan komposisi bahan seperti tercantum pada Tabel 1.

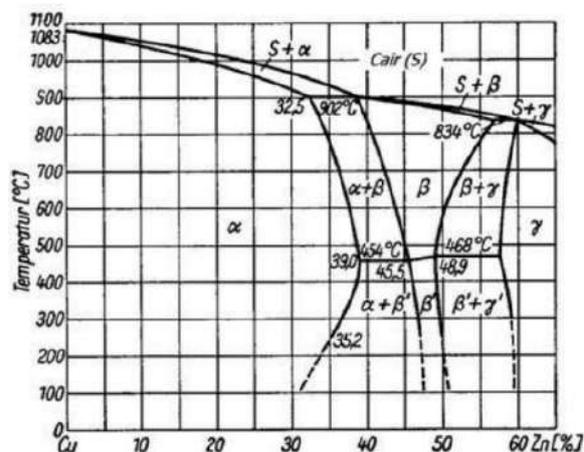
Tabel 1 Titik Cair Standart Kuningan

Komposisi Bahan	Titik Cair (°C)
85%Cu-15%Zn	1150-1200
70% Cu - 30% Zn	1080-1130
60% Cu - 40% Zn	1030-1080

(Sumber: ASM Handbook Vol 15: Casting, 9th Edition. ASM International. (1992))

Paduan Cu-Zn

Paduan Cu-Zn dengan kandungan Cu sedikitnya 55% dikenal dengan sebutan yang memiliki kuningan. Secara umum kuningan terdiri dari kuningan α & β . Matriks (struktur dasar) α dan kuningan- β yang memiliki matriks. Dalam keadaan pada Cu mampu melarutkan Zn sangat banyak di dalam kristal campuran. Pada temperatur 902 °C terjadi transformasi paritektik dimana Zn larut sebesar 32,5%.



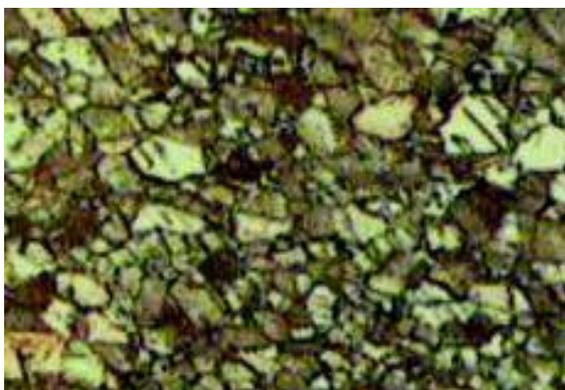
Gambar 1 Diagram Biner Cu-Zn

(Sumber : ASM Handbook Vol 15: Casting, 9th Edition. ASM International. (1992))

Proses pendinginan yang umum dicapai secara teknis, struktur kuningan dengan kandungan Zn 39% setelah perlakuan panas

biasanya akan terdiri dari Kristal α yang homogen tanpa ada sedikitpun kristal β . Kuningan inilah yang kemudian dikenal dengan kuningan α (alfa) yang memiliki sifat ulet namun cukup memiliki keternesinan yang baik dengan unit sel FCC seperti pada umumnya panduan tembaga lainnya. Diagram fasa Biner Cu-Zn dapat dilihat pada Gambar 2.

Sebagai contoh untuk kuningan dengan kandungan Zn 28%, secara teoritis pada temperatur 970 °C akan mulai terbentuk kristal-kristal α dendritik yang memiliki kandungan Zn sekitar 24%. Konsentrasi Zn didalam sisa cairan yang semakin menyusut kemudian akan naik bersama turunnya temperatur, sedangkan kristal α tumbuh membesar dengan konsentrasi Zn yang meningkat. Pada saat mencapai temperatur solidusnya (sekitar 930 °C) sisa cairan terakhir dengan konsentrasi Zn sebesar 33% pun membeku sebagai kristal α sehingga seluruh paduan telah berada dalam keadaan padat dengan struktur α yang homogen.



Gambar 2. Cu 67% Zn 37%

Pengertian Las

Definisi pengelasan menurut DIN (*Deutsche Industrie Normen*) adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dengan kata lain, las merupakan sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas. Definisi menurut AWS (*American welding society*) adalah proses penyambungan material dengan memanaskan sampai mencapai temperatur pengelasan, dengan atau menggunakan tekanan atau dengan tanpa menggunakan logam pengisi (Harsono, 1981).

Mengelass menurut Sriwidharto (1987) adalah suatu aktifitas menyambung dua bagian benda atau lebih dengan cara memanaskan atau menekan atau gabungan

dari keduanya sedemikian rupa sehingga menyatu seperti benda utuh. Penyambungan bisa dengan atau tanpa bahan tambah (filler metal) yang sama atau berbeda titik cair maupun strukturnya.

Pengelasan dapat diartikan dengan proses penyambungan dua buah logam sampai titik rekristalisasi logam, dengan atau tanpa menggunakan bahan tambah dan menggunakan energi panas sebagai pencair bahan yang dilas. Pengelasan juga dapat diartikan sebagai ikatan tetap dari benda atau logam yang dipanaskan.

Mengelass bukan hanya memanaskan dua bagian benda sampai mencair dan membiarkan membeku kembali, tetapi membuat lasan yang utuh dengan cara memberikan bahan tambah atau elektroda pada waktu dipanaskan sehingga mempunyai kekuatan seperti yang dikehendaki. Kekuatan sambungan las dipengaruhi beberapa faktor antara lain: prosedur pengelasan, bahan, elektroda dan jenis kampuh yang digunakan.

Klasifikasi pengelasan

Secara konvensional cara – cara pengklasifikasian pengelasan dapat dibagi menjadi dua golongan, yaitu klasifikasi berdasarkan energi yang digunakan (sumber panas) dan klasifikasi berdasarkan cara kerja (Kenyon, 1987).

Ditinjau dari berdasarkan sumber panasnya klasifikasi pengelasan dapat dibedakan menjadi tiga :

- Mekanik
- Listrik
- Kimia

Ditinjau berdasarkan cara kerjanya klasifikasi pengelasan dapat dibagi dalam tiga kelas utama yaitu pengelasan cair, pengelasan tekan, dan pematrian, yaitu:

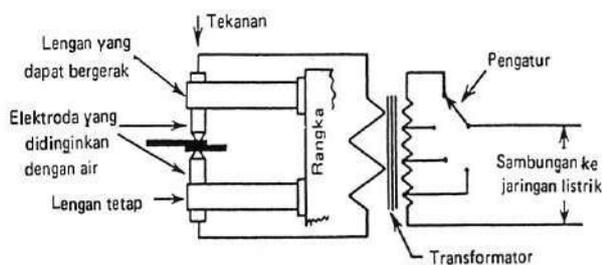
- a. Pengelasan cair
Pengelasan cair adalah cara pengelasan dimana sambungan dipanaskan sampai mencair dengan sumber panas dari busur listrik atau sambungan api gas yang terbakar.
- b. Pengelasan tekan
Pengelasan tekan adalah cara pengelasan dimana sambungan dipanaskan kemudian ditekan kemudian menjadi satu.
- c. Pematrian
Pematrian adalah cara pengelasan dimana sambungan diikat dan disatukan dengan menggunakan paduan logam yang mempunyai titik cair rendah, dalam hal ini logam induk tidak ikut mencair.

Las Titik

Las titik merupakan bagian dari las resistensi listrik. Pengelasan ini mula – mula dikembangkan oleh Prof. Elihu Thompson pada abad ke 19 atau sekitar tahun 1877 (Rosi, 1954). Pada proses ini digunakan arus listrik yang cukup besar yang dialirkan ke logam yang disambung sehingga menimbulkan panas kemudian sambungan ditekan dan menyatu. Arus listrik yang digunakan akan diubah tegangannya menjadi 4-12 Volt, dengan menggunakan transformator dengan kemampuan arus sesuai kebutuhan. Bila arus mengalir didalam logam, maka akan timbul panas di tempat dimana resistensi listriknya besar yaitu pada batas permukaan kedua lembaran logam yang akan dilas (Miller, 2016).

a. Pengertian las titik (Spot welding)

Las titik adalah merupakan salah satu cara pengerlasa resistansi listrik, dimana dua tau lebih lembaran logam dijepit diantara dua elektroda logam. Kemudian arus yang kuat dialirkan melalui elektroda tembaga, sehingga titik di antara plat logam di bawah elektroda yang saling bersinggungan menjadi panas akibat resistansi listrik hingga mencapai suhu pengelasan, sehingga mengakibatkan kedua plat pada bagian ini menyatu. Sedangkan pada bagian kontak antara elektroda mengalami cair karena ujung elektroda didinginkan dengan air. sambungan las titik dapat diterapkan pada plat-plat tipis dan plat baja karbon rendah dengan menggunakan sambungan tumpang (lap joint). Pada pengelasan resistansi listrik ada tiga faktor yang perlu diperhatikan dalam pengelasan yaitu: arus pengelasan (dalam Ampere), tahanan listrik antara kedua elektroda yang digunakan (dalam Ohm), dan waktu (dalam Second).



Gambar 3 Diagram Alat Las Titik

b. Syarat las titik

Syarat las listrik yang baik adalah permukaan logam induk harus bebas dari karat dan kotoran (karat dan kotoran dapat meningkatkan nilai tekanan permukaan dan

menimbulkan panas logam yang berlebihan). Bila terjadi panas lokal yang berlebihan, maka pada daerah tersebut, bukan pengelasan yang terjadi seperti yang diharapkan, tetapi "pengecoran", karena logam induknya dapat mencair pada temperatur tertentu (suhu titik didih logam induk).

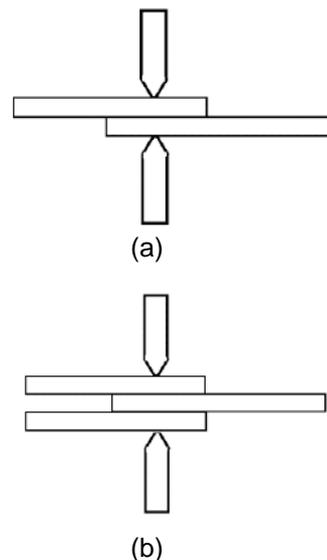
c. Prinsip las titik (spot welding)

Pengelasan titik mempunyai varian paling banyak digunakan pada proses pengelasan resistansi. Parameter utama pengelasan titik yaitu lama penekanan dan waktu las. Disarankan bahwa ketika mengembangkan prosedur ukuran elektoda las, waktu las dan gaya pengelasan harus pertama dipilih dan arus pengelasan meningkat sampai mencapai ukuran nugget yang diinginkan.

METODE

Hasil penelitian ini menggunakan metode eksperimen, yaitu suatu cara untuk mencari hubungan sebab akibat antara faktor yang berpengaruh. Eksperimen dilaksanakan di laboratorium dengan guna memperoleh data tentang analisa kekuatan geser, struktur makro, dan kekerasan, hasil las titik pada kuningan (*brass*).

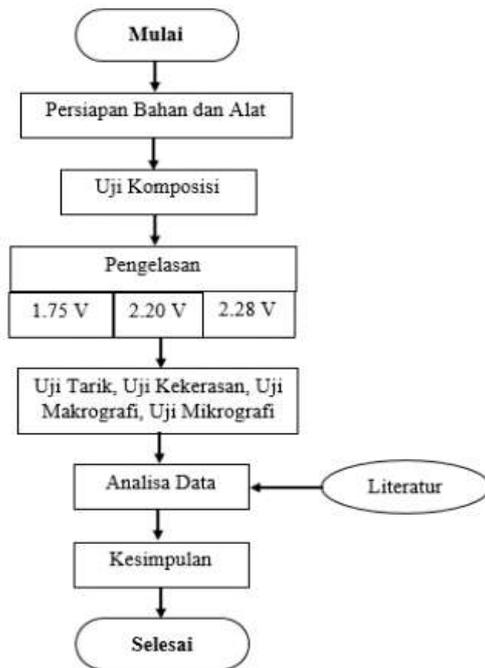
Waktu yang digunakan pada pengelasan 3 detik. Besar tegangan yang digunakan pada pengelasan dengan las titik adalah 1.75V, 2.20V, dan 2.28V. Model sambungan menggunakan model sambungan lap joint dua lapis dan tiga lapis, perhatikan Gambar 4 merupakan model sambungan las titik.



Gambar 4. Variasi sambungan las titik (a) dua layer/lapis (b) tiga layer

Bahan yang dilas adalah kuningan (brass). Pengujian sifat fisis dan mekanis dilakukan dengan uji tarik, uji kekerasan, dan uji macrography (Foto makro).

Diagram Alir Penelitian



Gambar 5 Diagram Alir Penelitian

Pengujian Komposisi

Uji komposisi dilakukan untuk mengetahui komposisi kimia yang terkandung dalam bahan yang digunakan. Proses pengujian komposisi adalah untuk mengetahui seberapa besar unsur pembentuk bahan, misalnya C, Si, Cu, Mn, S, dan unsur lainnya. Langkah-langkah pengujian komposisi adalah sebagai berikut:

Potong bahan yang akan digunakan untuk spesimen sepanjang 20 mm, lebar 20 mm dan tebal 0,8 mm, dibersihkan permukaannya sampai halus dan rata.

Spectrometer Metal Scan adalah suatu tipe mikroskop elektron yang menggambarkan permukaan sampel melalui proses scan dengan menggunakan pancaran energi yang tinggi dari elektron dalam suatu pola scan raster. Elektron berinteraksi dengan atom – atom yang akan membuat sampel menghasilkan sinyal dan memberikan informasi mengenai permukaan topografi sampel, komposisi dan sifat – sifat lainnya seperti konduktivitas listrik.

Pengujian Geser

Prosedur dan pembacaan hasil pengujian Geser adalah sebagai berikut.

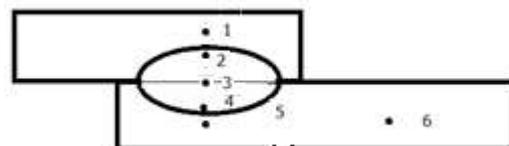
Langkah pengujian sebagai berikut, menyalakan mesin dan komputer yang akan digunakan untuk pengujian. Menjepit benda uji pada mesin dan mulai penarikan dengan diawali 0 kg hingga benda putus pada beban maksimal yang dapat ditahan oleh benda tersebut. Kemudian dilakukan pengujian geser dengan pembebanan 25 N/s. Gaya atau beban yang dihasilkan akan muncul pada layar komputer berupa grafik pembebanan. Hasil akhir yaitu menghitung kekuatan geser, reduksi penampang dari data yang telah didapat dengan menggunakan persamaan yang ada.

Pengujian Makro

Pengambilan foto makro menggunakan mesin olympus Perbesaran yang digunakan yaitu perbesaran 2x. Uji foto makro untuk mengetahui hasil lasan (nugget) dan bentuk dari nugget itu sendiri. Langkah-langkah dalam foto makro adalah sebagai berikut, meletakkan spesimen pada landasan mikroskop optik, ktfikan mesin, dekatkan lensa pembesar untuk melihat permukaan spesimen. Pengambilan foto makro dengan perbesaran 2x. Apabila struktur makro kurang jelas atau kabur, lensa difokuskan agar terlihat dengan jelas. Sebelum gambar diambil, film dipasang pada kamera yang telah disetel sedemikian rupa. Usahakan pada saat pengambilan foto tidak ada apapun yang membuat mikroskop optik bergerak, karena apabila mikroskop optik bergerak akan mempengaruhi hasilnya.

Pengujian Kekerasan

Pengujian dilakukan dengan menggunakan mesin uji kekerasan mikro vikors. Beban yang digunakan adalah 100gf dengan lama penekanan 5 detik. Jarak antara titik pengujian adalah 5mm. Garis tengah logam las (*welded metal*) dijadikan sebagai titik acuan (titik nol) dalam penentuan titik pengujian. Pengujian kekerasan dilakukan di daerah yang sesuai terlihat pada Gambar 6 berikut:



Gambar 6 Titik pengujian kekerasan area; 1. Haz, 2. Las, 3. Las, 4. Las, 5. Haz dan 6. Base Metal

Adapun langkah – langkah pengujian kekerasan sebagai berikut: Hidupkan mesin uji kekerasan vickers seperti pada Gambar 7.



Gambar 7 Mesin Uji Kekerasan Vickers

Memasang identor piramida intan. Penekanan piramida intan 1360 dipasang pada tempat identor mesin uji, kencangkan secukupnya agar penekanan intan tidak jatuh. Memberi warna pada daerah logam las, HAZ dengan logam induk yang akan diuji. Meletakkan benda uji di atas landasan. Menentukan beban utama sebesar 100gf. Menentukan titik yang akan diuji. Menekan tombol identor. Mengukur hasil identor berupa diagonal D1 dan diagonal D2.

HASIL PENELITIAN

Uji Komposisi

Hasil dari uji komposisi base material yang digunakan di laboratorium uji komposisi politeknik manufaktur ceper dijabarkan pada Tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2 Komposisi Kimia Material (%) Berat

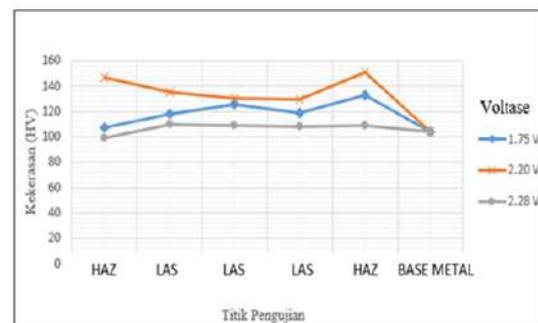
No	Unsur	(%) Berat	S.D
1	Cu	63,7	0,264
2	Zn	35,1	0,230
3	Pb	0,107	0,00100
4	Sn	0,252	0,00188
5	Mn	0,0224	0,0031
6	Fe	0,0801	0,0033
7	Ni	0,0734	0,0066
8	Si	0,0519	0,0071
9	Mg	<0,0050	0,0000
10	Cr	0,0197	0,0009
11	Al	0,269	0,0036
12	As	0,0677	0,0014
13	Be	<0,0020	0,0000
14	Ag	0,0120	0,0008

15	Co	0,0219	0,0007
16	Bi	0,0549	0,0021
17	Cd	0,0602	0,0045
18	Zr	0,0064	0,0002

Hasil pengujian komposisi kimia Cu yang di dapat adalah 63,7% sedangkan komposisi kimia Zn sebesar 35,1% dari hasil pengujian tersebut dapat diketahui menurut tabel komposisi kimia ASM *Yellow Brass* masuk dalam standar komposisi UNS C85800.

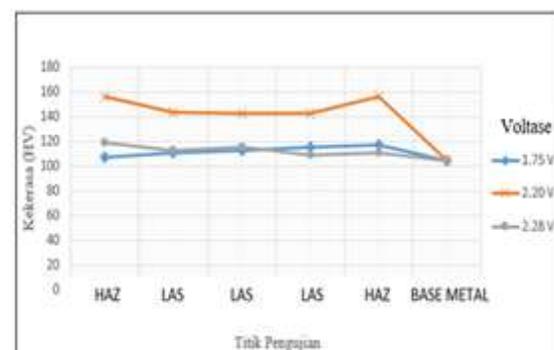
Uji Kekerasan

Pengujian kekerasan menghasilkan data dari nilai kekerasan dari spesimen kelompok materials dan kelompok variasi arus pengelasan. Nilai kekerasan dari setiap spesimen.



Gambar 8 Grafik pengujian kekerasan 2 lapis

Pada pembahasan dapat diketahui dengan perbandingan ketiga variasi pada variabel lapis 2 didapat nilai HAZ pertama 146.9 HV dengan variasi arus 2.20V mendapat nilai terbesar. Selanjutnya pada daerah las nilai kekerasan terbesar diketahui pada variasi arus 2.20V dengan nilai kekerasan 131.7 HV. HAZ terakhir nilai kekerasan paling tinggi di dapat variasi arus 2.20V dengan kekerasan 151.2 HV, dan pada Base Metal mendapat nilai sama yaitu 104.4 HV.



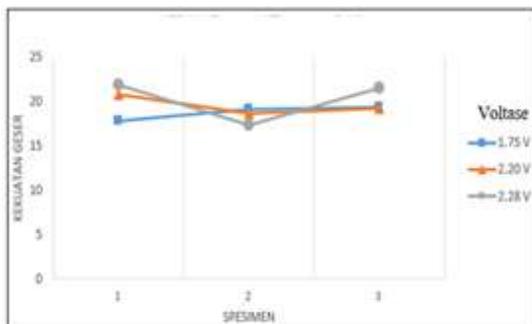
Gambar 9 Grafik pengujian kekerasan 3 lapis

Pada hasil pengujian dapat diketahui dengan perbandingan ketiga variasi pada variabel 3 lapis didapat nilai HAZ pertama 142.6 HV dengan variasi arus 2.20V mendapat nilai terbesar. Selanjutnya pada daerah las nilai kekerasan terbesar diketahui pada variasi arus 2.20V dengan nilai kekerasan 142,9 HV. HAZ terakhir nilai kekerasan paling tinggi di dapat variasi arus 2.20V dengan kekerasan 156,05 HV, dan pada Base Metal mendapat nilai yaitu 104.4 HV.

Pengujian Geser

Pengujian geser dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat mekanis dari material kuningan sebagai material uji dalam penelitian ini. Hasil pengujian geser pada umumnya adalah parameter kekuatan (kekuatan geser dan kekuatan luluh), parameter keliatan atau keuletan yang ditunjukkan dengan adanya perpanjangan.

Pengujian dengan menggunakan mesin *Universal Testing Machine* pada kecepatan pembebanan 25 N/s dan pada suhu kamar. Spesimen pengujian terdiri dari pengujian geser untuk kualitas kekuatan geser kuningan hasil pengelasan Spot Welding dengan elektroda type A dan kekuatan geser hasil las titik kuningan (Brass). Data-data hasil pengujian geser pada lapis 2 variasi voltase pengelasan yang sudah diperoleh kemudian dimasukkan kedalam persamaan yang ada.

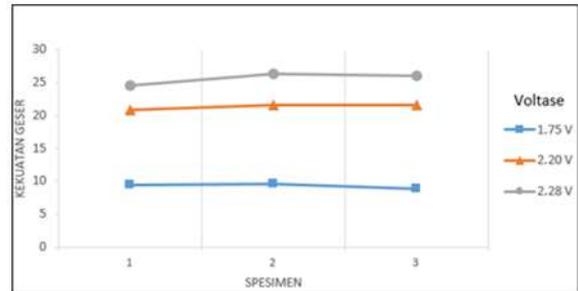


Gambar 10. Grafik hasil pengujian geser lapis 2

Grafik uji geser dapat dilihat bahwa dari beberapa spesimen dengan variasi tegangan didapatkan beberapa kesimpulan diantaranya:

Nilai kekuatan geser rata – rata untuk kelompok 1.75 V adalah 18.80 Kg/mm², nilai kekuatan geser rata – rata untuk kelompok 2.20 V adalah 19.61 Kg/mm², ini berarti mengalami kenaikan sebesar 0.81 Kg/mm² dari voltase kelompok 1.75 V. Nilai kekuatan geser rata – rata untuk kelompok 2.28 V

adalah 20.28 Kg/mm² berarti mengalami kenaikan 1.48 Kg/mm² dari 1.75 V dan mengalami kenaikan juga pada 2.20 V sebesar 0.67 Kg/mm². Kualitas kekuatan las yang baik terdapat pada las dengan arus 2.28 V yakni sebesar 20.28 Kg/mm².



Gambar 11. Grafik hasil pengujian geser 3 lapis

Grafik uji geser dapat dilihat bahwa dari beberapa spesimen dengan variasi tegangan didapatkan beberapa kesimpulan diantaranya:

Nilai kekuatan geser rata – rata untuk kelompok 1.75 V adalah 9.26 Kg/mm², nilai kekuatan geser rata – rata untuk kelompok 2.20 V adalah 21.29 Kg/mm², ini berarti mengalami kenaikan sebesar 12.03 Kg/mm² dari kelompok 1.75 V. Nilai kekuatan geser rata – rata untuk kelompok 2.28 V adalah 25.62 hal ini mengalami kenaikan dari kelompok 1.75 V sebesar 16.36 Kg/mm² dan juga mengalami kenaikan 4.33 Kg/mm² dari kelompok 2.20 V. Kualitas kekuatan las paling baik terdapat pada las dengan menggunakan arus 2.28 V sebesar 25.62 Kg/mm².

Tabel 3 Nugget diameter

No	Voltase (V)	Θ Nugget (mm)	Penetrasi (%)
Tumpuk 2			
1	1.75	2.56	47.54
2	2.20	2.95	69.49
3	2.28	3.62	66.66
Tumpuk 3			
1	1.75	3.1	39.25
2	2.20	3.83	51.06
3	2.28	4.38	52.87

Perhitungan Nugget Diameters

Pengamatan yang dilakukan pada struktur macro, dilakukan dengan mengambil gambar pada Variasi 2 lapis dan 3 lapis dengan Voltase 1.75V, 2.20V dan 2.28V pada Tabel 3.

Heat Input

Panas masukan pada benda kerja pada variasi arus pengelasan dapat dilihat pada tabel 4 sebagai berikut.

Tabel 4. Heat input pengelasan titik

Variasi Voltase	Heat input
1.75 V	136.5 J/mm
2.20 V	171.6 J/mm
2.28 V	177.8 J/mm

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut. Komposisi kuningan yang dominan Cu: 63.7% dan Zn: 35.1%. Nilai penetrasi 2 lapis paling besar pada voltase 2.20 V dengan nilai minimum 50.84% dan 69.49% untuk maksimum. Kemudian untuk nilai penetrasi paling besar pada 3 lapis dengan voltase 2.28 minimum 39.08% dan maksimum 52.87%. Dari hasil pengukuran diameter nugget 2 lapis di dapat nilai nugget diameter paling besar pada voltase 2.28 V dengan nilai 3.62 mm dan untuk nilai nugget diameter 3 lapis paling besar pada voltase 2.28 V dengan nilai 4.38 mm.

Dengan peningkatan tegangan pengelasan pada 2 dan 3 lapis nilai pengujian kekerasan pada daerah HAZ, las dan yang paling tertinggi adalah pada tegangan 2.20 V, 2 lapis 151.2 Hv, 3 lapis 156.1 Hv.

Perbedaan lapis dan tegangan pengelasan berpengaruh terhadap nilai uji Geser yang dihasilkan. Nilai uji geser paling tinggi terjadi pada tegangan 2.28 V adalah

25.62 Kg/mm² 3 lapis dan terendah 1.75 V adalah 9.26 Kg/mm² 3 lapis.

DAFTAR PUSTAKA

- Agarwal, R.L. & Manghnani T., 1981, "Welding Engineering", New Delhi, Khanna Publisher.
- ASM Internasional, 1992, "HANBOOK Vol 03 Alloy Phase Diagrams", termuat di [:http://s1.iran-mavad.com/ASM%20handbooks/Vol_3_ASM%20handbooks_iran-mavad.com.pdf](http://s1.iran-mavad.com/ASM%20handbooks/Vol_3_ASM%20handbooks_iran-mavad.com.pdf), di akses 20 juli 2017.
- ASM Internasional, 1992, "HANBOOK Vol 15 casting", termuat di <http://www.legionplacementservice.com/wp-content/uploads/2017/06/ASM-HandBook-Vol-15-Casting-2002s.pdf>, di akses 21 juli 2017.
- ASM Internasional, 1993, "HANBOOK Vol 6 Welding, Brazing, Dan Soldering", <https://metallurgymaterials.files.wordpress.com/2014/03/vol-6-weldingbrazing-and-soldering.pdf>, di akses 21 juli 2017.
- Harsono, W. & Okumura, T., 1981, "Teknologi Pengelasan Logam", Jakarta Pradnya Paramitha.
- Kenyon, W., 1987, "Dasar-dasar Pengelasan". Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Miller, 2016, "HANDBOOK FOR Resistance Spot Welding", termuat di <https://www.millerwelds.com/-/media/miller.../resistance.pdf>, diakses 21 juli 2017.
- Rosi E. B., 1954, "Welding Engineering", edition, McGraw-Hill, Inc., New York.
- Sriwidharto, 1987, "Petunjuk Kerja Las", Jakarta, Pradnya Paramitha.
- Suwarto, Suparno dan, Arie Ashwin, 2019, Pengaruh Variasi Kuat Arus dan Waktu Pengelasan Pada Proses *Spotwelding* Terhadap Kekuatan Tarik Dari Plat Mild Steel Tebal 1 Milimeter. Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri 2019.

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.

