

Jurnal Teknologi

Volume 11, Nomor 1, Juni 2018

- PENENTUAN ESTIMASI BIAYA KERUGIAN PERUSAHAAN AKIBAT KETIDAKANDALAN MESIN MENGGUNAKAN METODE *COST OF UNRELIABILITY (COUR)*
Nisrina Fathnin, Judi Alhilman, Fransiskus Tatas Dwi Atmaji
- IMPLEMENTATION EVALUATION OF MINIMUM STANDARD OF URBAN SETTLEMENT USING MANN WHITNEY TEST
Ridayati
- THE EFFECTS OF MAPP ON TENSILE PROPERTIES AND MORPHOLOGY OF KENAF FIBER REINFORCED POLYPROPYLENE COMPOSITES
Henny Pratiwi
- PENILAIAN KINERJA KARYAWAN DENGAN PENDEKATAN METODE *HUMAN RESOURCES SCORECARD (HRS)* DI CV JATI BAROKAH RAHA KABUPATEN MUNA
Petrus Wisnubroto, Endang Widuri Asih, La Ode Abdul Kasim Ndikoe
- PROTOTIPE SISTEM PEMANTAUAN DAN PENGENDALIAN BEBAN LISTRIK BERBASIS *INTERNET OF THINGS (IoT)* DENGAN APLIKASI CAYENNE
Erwan Eko Prasetyo, Farid Ma'rif
- PERANCANGAN APLIKASI SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENENTUAN BEASISWA DENGAN METODE *FACTOR RATING* : STUDI KASUS BEASISWA KOPERTIS
Amelia Fahmawati Subiyanto, Nisrina Fathnin, Rizky Alif Oktaviani Hariyono Putri, Rayinda Pramuditya Soesanto
- DETEKTOR MASA KADALUWARSA PRODUK MENGGUNAKAN SMARTPHONE
Uminingsih, Nuniek Herawati, Miftah Nur Ikhsan
- STUDI ADSORPSI KARBON AKTIF LIMBAH KULIT BUAH NANGKA TERHADAP RHODAMIN B
Sri Sunarsih, Wiwik Dahani
- STUDI POLA PEMBELANJAAN FAST MOVING CUSTOMER GOODS (FMCG) UNTUK EFEKTIVITAS TATA LETAK ITEM PADA TOKO RITEL (STUDI KASUS TOKO RITEL DI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA)
Mega Inayati Rifah, Eka Sulistyaningsih, Muhammad Khoirul Huda
- ANALISA KEAUSAN PADA *BUSHING PULLEY SLAG SCRABER* MESIN BOILER LONGCHUAN KAPASITAS 8 TON
Muyas Ustad Rivai dan Saiful Huda
- PENERAPAN *BUSINESS PROCESS MANAGEMENT (BPM)* (STUDI KASUS: PROSES BISNIS MENGEKSEKUSI DAN MENGELOLA RENCANA PENJUALAN DI DIVISI NIAGA PT PJB SERVICES)
Ristina Kusuma Ningtiyas, Farida Pulansari, Kinanti Resmi Hayati
- APLIKASI METODE TAGUCHI UNTUK MENGIDENTIFIKASI PENGARUH PIROLISIS DAN PENGERINGAN TERHADAP NILAI KALOR ARANG TEMPURUNG KELAPA
Nur Hayati

EDITORIAL BOARD

Editor Chief

Dr. Ir. Toto Rusianto, M.T.

Managing Editor

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

Associate Editors

Ir. Murni Yuniwati, M.T.

Ir. Muhammad Yusuf, M.T.

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

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

Rosalia Arum Kumalasanti, S.T., M.T.

Yuli Purwanto, S.T., M.Eng.

Prita Haryani, S.Pd., M.Eng.

Dr. Anak Agung Putu Susastiawan, S.T., M.Tech.

Reviewer

Dr. Ir. Sudarsono, MT. (Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta)

Dr. Ir. Amir Hamzah, MT. (Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta)

Dr. Ir. Hj. Titin Isna Oesman, MM. (Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta)

Ir. Ganjar Andaka, Ph.D. (Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta)

Ellyawan Setyo A., ST., M.Sc., Ph.D (Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta)

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

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

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

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

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

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

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

Dr. Moh. Hardiyanto (Institut Teknologi Indonesia)

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

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

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

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

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

Tujuan & Ruang Lingkup

Jurnal Teknologi adalah jurnal meliputi bidang teknologi yang berkaitan dengan teknik industri, mesin, informatika, elektro, kimia, rekayasa berbantuan komputer, material, energi, lingkungan. Jurnal menerbitkan makalah asli hasil penelitian, komunikasi singkat, dan artikel review. Makalah yang diterbitkan di jurnal ini adalah makalah yang belum dan tidak akan diterbitkan di penerbit tempat lain. Tulisan merupakan karya asli bukan hasil plagiarime. Jurnal Teknologi diterbitkan oleh Fakultas Teknologi Industri Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta.

Alamat Redaksi:

Fakultas Teknologi Industri

Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Jln. Kalisahak No. 28, Komplek Balapan Yogyakarta 55222.

Telpon: 0274-563029 (ext. 112, 113) Fax: 0274-563487

Email: jurtek@akprind.ac.id

<http://ejournal.akprind.ac.id>

DAFTAR ISI

- PENENTUAN ESTIMASI BIAYA KERUGIAN PERUSAHAAN AKIBAT KETIDAKANDALAN MESIN MENGGUNAKAN METODE *COST OF UNRELIABILITY* (COUR)
Nisrina Fathnin, Judi Alhilman, Fransiskus Tatas Dwi Atmaji..... 1-7
- IMPLEMENTATION EVALUATION OF MINIMUM STANDARD OF URBAN SETTLEMENT USING MANN WHITNEY TEST
Ridayati..... 8-12
- THE EFFECTS OF MAPP ON TENSILE PROPERTIES AND MORPHOLOGY OF KENAF FIBER REINFORCED POLYPROPYLENE COMPOSITES
Henny Pratiwi..... 13-16
- PENILAIAN KINERJA KARYAWAN DENGAN PENDEKATAN METODE *HUMAN RESOURCES SCORECARD* (HRS) DI CV JATI BAROKAH RAHA KABUPATEN MUNA
Petrus Wisnubroto, Endang Widuri Asih, La Ode Abdul Kasim Ndikoe..... 17-23
- PROTOTIPE SISTEM PEMANTAUAN DAN PENGENDALIAN BEBAN LISTRIK BERBASIS *INTERNET OF THINGS (IoT)* DENGAN APLIKASI CAYENNE
Erwan Eko Prasetyo, Farid Ma'ruf..... 24-30
- PERANCANGAN APLIKASI SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENENTUAN BEASISWA DENGAN METODE *FACTOR RATING* : STUDI KASUS BEASISWA KOPERTIS
Amelia Fahmawati Subiyanto, Nisrina Fathnin, Rizky Alif Oktaviani Hariyono Putri, Rayinda Pramuditya Soesanto..... 31-37
- DETEKTOR MASA KADALUWARSA PRODUK MENGGUNAKAN SMARTPHONE
Uminingsih, Nuniek Herawati, Miftah Nur Ikhsan..... 38-45
- STUDI ADSORPSI KARBON AKTIF LIMBAH KULIT BUAH NANGKA TERHADAP RHODAMIN B
Sri Sunarsih, Wiwik Dahani..... 46-53
- STUDI POLA PEMBELANJAAN FAST MOVING CUSTOMER GOODS (FMCG) UNTUK EFEKTIVITAS TATA LETAK ITEM PADA TOKO RITEL (STUDI KASUS TOKO RITEL DI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA)
Mega Inayati Rif'ah, Eka Sulistyaningsih, Muhammad Khoirul Huda..... 54-59
- ANALISA KEAUSAN PADA *BUSHING PULLEY SLAG SCRABER* MESIN BOILER LONGCHUAN KAPASITAS 8 TON
Muyas Ustad Rivai, Saiful Huda..... 60-64
- PENERAPAN *BUSINESS PROCESS MANAGEMENT* (BPM) (STUDI KASUS: PROSES BISNIS MENGEKSEKUSI DAN MENGELOLA RENCANA PENJUALAN DI DIVISI NIAGA PT PJB SERVICES)
Ristina Kusuma Ningtiyas, Farida Pulansari, Kinanti Resmi Hayati..... 65-71
- APLIKASI METODE TAGUCHI UNTUK MENGIDENTIFIKASI PENGARUH PIROLISIS DAN PENGERINGAN TERHADAP NILAI KALOR ARANG TEMPURUNG KELAPA
Nur Hayati..... 72-78

Penentuan Estimasi Biaya Kerugian Perusahaan Akibat Ketidakandalan Mesin Menggunakan Metode *Cost of Unreliability* (COUR)

Nisrina Fathnin¹, Judi Alhilman², Fransiskus Tatas Dwi Atmaji³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Telkom University

Email: ¹nisrinafathnin@gmail.com, ²alhilman@telkomuniversity.ac.id,

³franstatas@telkomuniversity.ac.id

ABSTRACT

PT.XYZ is a company of energy and petrochemicals. Atmospheric Storage Tank is a place to store oil products before oil products are distributed to consumers, so that the tank can operate in need of supporting subsystems such as grounding cable, automatic tank gauge, water sprinkle, check valve, and pressure relief valve. If the reliability of the machine decreases, the production will stop and will interfere with predetermined production targets, this will certainly affect the loss of revenue. The COUR method can estimate the potential money loss caused by machine unreliability. the cost caused by unreliability system based on corrective time is Rp15.448.154.673,00, and based on downtime is Rp57.559.749.757,00. Total loss of revenue because of the unreliability of the machine is Rp73.027.764.887,00.

Keywords: atmospheric storage tank, cost of unreliability, money loss, MTTF, MTTR

INTISARI

PT.XYZ adalah perusahaan yang menyelenggarakan usaha di bidang energi dan petrokimia. *Atmospheric Storage Tank* (tangki timbun) merupakan tempat untuk menyimpan produk minyak sebelum produk minyak didistribusikan kepada konsumen, agar tangki timbun dapat beroperasi dibutuhkan subsistem pendukung berupa *grounding cable, automatic tank gauge, water sprinkle, check valve, dan pressure relief valve*. Jika keandalan mesin menurun maka produksi akan berhenti dan akan mengganggu target produksi yang telah ditentukan, hal ini tentu akan berdampak pada hilangnya pendapatan yang harus diperoleh. Metode COUR dapat memperkirakan potensi kerugian yang disebabkan oleh ketidakandalan mesin. Biaya yang disebabkan oleh ketidakandalan sistem berdasarkan *corrective time* adalah Rp15.448.154.673,00, dan berdasarkan *downtime* adalah Rp57.559.749.757,00. Hal ini berarti perusahaan akan mengalami kerugian pendapatan karena ketidakandalan mesin adalah Rp73.027.764.887,00.

Kata Kunci: tangki timbun, cost of unreliability, money loss, MTTF, MTTR

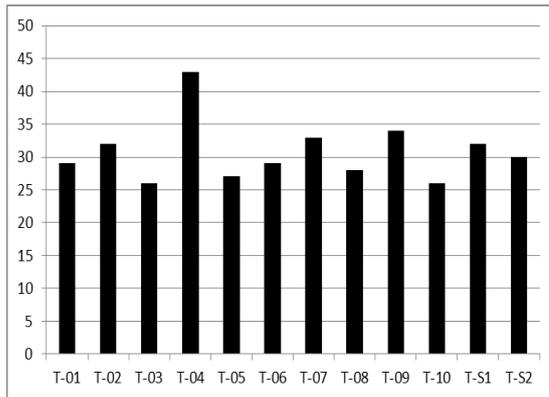
PENDAHULUAN

Perawatan adalah aktivitas suatu komponen atau sistem yang rusak akan diperbaiki dalam kondisi tertentu dan pada periode tertentu (Ebeling, 1997). *Preventive Maintenance* adalah pemeliharaan yang dilakukan pada interval waktu yang telah dilakukan atau sesuai dengan kriteria yang ditentukan dan dimaksudkan untuk mengurangi probabilitas kegagalan atau penurunan fungsi peralatan (Marquez, 2007). Tindakan pemeliharaan *preventive* yang tidak sempurna dilakukan pada saat usia peralatan mencapai batas yang dikendalikan (Alhilman et al, 2015).

PT.XYZ adalah perusahaan yang menyelenggarakan usaha di bidang energi dan petrokimia. *Atmospheric Storage Tank* (tangki timbun) merupakan tempat untuk menyimpan produk minyak sebelum produk minyak didistribusikan kepada konsumen. Pada setiap sistem tangki timbun, terdapat lima subsistem

pendukung yaitu *grounding cable, automatic tank gauge, water sprinkle, check valve, dan pressure relief valve*.

Banyak faktor yang mempengaruhi keuntungan dan kerugian pada perusahaan, antara lain karena tidak dapat diandalkannya mesin. Jika keandalan mesin menurun maka produksi berhenti dan mengganggu target produksi yang ditentukan, hal ini tentu berdampak pada hilangnya pendapatan yang harus diperoleh (Alhilman, 2017). Metode *Cost of Unreliability* (COUR) dapat memperkirakan potensi kerugian yang disebabkan oleh ketidakandalan mesin. Metode ini dipilih karena perhitungan berdasarkan histori data *downtime* dan biaya dari subsistem tangki timbun, sehingga hasil perhitungan ini diharapkan mendekati kondisi nyata. Semua industri harus memastikan bahwa produksi sesuai dengan tuntutan, salah satunya adalah mesin harus cukup andal.



Gambar 1. Grafik Kerusakan Sistem Tangki (PT.XYZ, 2016)

Pada PT.XYZ terdapat 12 sistem tangki timbun, data *downtime* didapat dari tahun 2010 sampai 2017, data *downtime* terbanyak terdapat pada T-04 yaitu tangki timbun nomor

empat. Maka objek yang akan diteliti adalah tangki timbun nomor empat.

Penelitian sebelumnya yang menggunakan metode COUR berjudul *Cost of unreliability method to estimate loss of revenue based on unreliability data: Case study of Printing Company* (Alhilman, 2017).

Terdapat banyak studi tentang perhitungan kerugian potensial menggunakan metode COUR tetapi masih jarang untuk kasus pada tangki timbun.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penentuan Subsistem Kritis

Storage Tank (T-04) terdiri atas lima subsistem pendukung yaitu *grounding cable*, *automatic tank gauge*, *water sprinkle*, *check valve*, dan *pressure relief valve*. Subsistem kritis pada *Storage Tank* ditentukan menggunakan risk matrix. Hasil dari *risk matrix* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Risk Matrix

Likelihood	Severity				
	Insignificant	Minor	Moderate	Major	Catastrophic
Rare	Low	Low	Medium (Grounding Cable, Water Sprinkle)	Medium High	Medium High
Unlikely	Low	Low	Medium	Medium High	High
Possible	Low	Medium	Medium High (Automatic Tank Gauge, Pressure Relief Valve)	High	High
Likely	Medium	Medium	Medium High	High (Check Valve)	High
Almost Certain	Medium	Medium High	High	High	High

Risk matrix dinilai berdasarkan seberapa besar dampak yang ditimbulkan terhadap keamanan, lingkungan, produktivitas, dan operasional jika komponen mengalami kerusakan serta seberapa sering komponen mengalami kerusakan. Hasil dari *risk matrix* didapat bahwa *Check Valve* termasuk kategori *high*; *Automatic Tank Gauge* dan *Pressure Relief Valve* termasuk kategori *medium high*; *Grounding Cable* dan *Water Sprinkle* termasuk kategori *medium*. Untuk penelitian dipilih subsistem yang termasuk kategori *high* dan *medium high*. Subsistem kritis yang terpilih adalah *Check Valve*, *Automatic Tank Gauge* dan *Pressure Relief Valve*.

B. Perhitungan Nilai Mean Time to Failure (MTTF)

Penentuan distribusi pada data *Time to Failure* dilakukan dengan menggunakan uji *Anderson Darling* pada software Minitab 17. Nilai *Anderson Darling* (AD) adalah nilai yang menunjukkan apakah suatu distribusi dapat mewakili penyebaran suatu data, semakin kecil nilai AD tersebut maka semakin mewakili distribusi terhadap penyebaran data. Nilai AD terkecil menunjukkan distribusi yang terpilih. Nilai *P-Value* digunakan untuk mengetahui suatu hipotesis ditolak atau diterima dengan ketentuan H_0 ditolak jika $P\text{-Value} \leq \alpha$. Data

yang digunakan diuji terhadap distribusi normal, eksponensial, dan weibull.

Penentuan *plotting* distribusi menggunakan data *Time to Failure* yang diolah menggunakan software AvSim 9+. *Plotting* distribusi bertujuan untuk mendapatkan parameter-parameter sesuai distribusi yang mewakili

masing-masing subsistem. Penentuan distribusi terpilih dan nilai parameter yang didapatkan dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Penentuan Distribusi *Mean Time To Failure* (MTTF)

<i>Time to Failure</i>				
Subsistem Kritis	Distribusi	Nilai AD	P-Value (95%)	Distribusi Terpilih
Check Valve	Normal	0,435	0,267	Normal
	Eksponensial	3,743	<0,003	
	Weibull	0,451	>0,250	
Automatic Tank Gauge	Normal	0,508	0,169	Weibull
	Eksponensial	2,125	0,006	
	Weibull	0,436	>0,250	
Pressure Relief Valve	Normal	0,251	0,693	Normal
	Eksponensial	2,150	0,005	
	Weibull	0,281	>0,250	

Tabel 3. Nilai *Mean Time To Failure* (MTTF)

Subsistem Kritis	Distribusi	Parameter	<i>Mean Time to Failure</i>
Check Valve	Normal	μ	3527,5
Automatic Tank Gauge	Weibull	μ	4655,01
		β	2,14356
Pressure Relief Valve	Normal	μ	4279,27

C. Perhitungan Nilai *Mean Time to Repair* (MTTR)

Penentuan distribusi pada data *Time to Repair* dilakukan dengan menggunakan uji *Anderson Darling* pada software Minitab 17. Penentuan *plotting* distribusi menggunakan data *Time to Repair* yang diolah menggunakan software AvSim 9+. *Plotting* distribusi

bertujuan untuk mendapatkan parameter-parameter sesuai distribusi yang mewakili masing-masing subsistem. Penentuan distribusi terpilih dan nilai parameter yang didapatkan dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4. Penentuan Distribusi MTTR

<i>Time to Repair</i>				
Subsistem Kritis	Distribusi	Nilai AD	P-Value (95%)	Distribusi Terpilih
Check Valve	Normal	1,653	<0,005	Weibull
	Eksponensial	1,066	0,091	
	Weibull	0,686	0,066	
Automatic Tank Gauge	Normal	2,108	<0,005	Eksponensial
	Eksponensial	1,240	0,056	
	Weibull	1,391	<0,010	
	Normal	1,440	<0,005	Eksponensial

<i>Pressure Relief Valve</i>	Ekspensial	0,885	0,149
	Weibull	0,900	0,019

Tabel 5. Nilai MTTR

Subsistem Kritis	Distribusi	Parameter	Mean Time to Repair
<i>Check Valve</i>	Weibull	μ	5,20809
		β	1,44611
<i>Automatic Tank Gauge</i>	Ekspensial	μ	3,17647
<i>Pressure Relief Valve</i>	Normal	μ	3,4375

D. Perhitungan Nilai Mean Downtime

Penentuan distribusi pada data *downtime* dilakukan dengan menggunakan uji *Anderson Darling* pada *software* Minitab 17. Penentuan *plotting* distribusi menggunakan data *downtime* yang diolah menggunakan *software* AvSim 9+. *Plotting* distribusi

bertujuan untuk mendapatkan parameter-parameter sesuai distribusi yang mewakili masing-masing subsistem. Penentuan distribusi terpilih dan nilai parameter yang didapatkan dapat dilihat pada Tabel 6 dan Tabel 7.

Tabel 6. Penentuan Distribusi Mean Downtime (MDT)

Subsistem Kritis	Distribusi	Downtime		Distribusi Terpilih
		Nilai AD	P-Value (95%)	
<i>Check Valve</i>	Normal	1,088	0,006	Weibull
	Ekspensial	0,968	0,119	
	Weibull	0,716	0,053	
<i>Automatic Tank Gauge</i>	Normal	1,621	<0,005	Ekspensial
	Ekspensial	1,140	0,073	
	Weibull	1,187	<0,010	
<i>Pressure Relief Valve</i>	Normal	1,287	<0,005	Ekspensial
	Ekspensial	0,890	0,147	
	Weibull	1,109	<0,010	

Tabel 7. Nilai Mean Downtime (MDT)

Subsistem Kritis	Distribusi	Parameter	Mean Downtime
<i>Check Valve</i>	Weibull	μ	19,5909
		β	1,37148
<i>Automatic Tank Gauge</i>	Ekspensial	μ	11,1176
<i>Pressure Relief Valve</i>	Ekspensial	μ	13,1875

D. Perhitungan Cost of Unreliability

Perhitungan *Cost of Unreliability* (COUR) terdiri dari tiga tahap perhitungan yaitu *failure rate*, *time lost*, dan *money lost*. Data yang digunakan dalam penelitian *Cost of Unreliability* (COUR) adalah data subsistem kritis Tangki 04 dari tahun 2010 hingga tahun 2017.

1. Perhitungan Failure Rate

4 Nisrina, Penentuan Estimasi Biaya Kerugian Perusahaan Akibat Ketidakandalan Mesin Menggunakan Metode Cost of Unreliability (COUR)

Perhitungan *failure rate* atau laju kerusakan didapatkan berdasarkan data *study interval*, *number of failures*, dan *mean time to failure*. Pada penelitian ini *study interval* atau rentang waktu observasi yang digunakan adalah tahun 2010 hingga tahun 2017 yaitu delapan tahun atau 69120 jam. *Number of failures* adalah jumlah terjadinya kerusakan

masing-masing subsistem selama waktu observasi. MTTF adalah nilai hasil *plotting* distribusi *mean time to failure* yang didapat

sebelumnya. *Failure rate* didapat dari satu per nilai MTTF. Tabel 8 menunjukkan rincian hasil *failure rate* masing-masing subsistem.

Tabel 8. *Failure Rate*

<i>Failure Rate</i>	Komponen Kritis		
	<i>Check Valve</i>	<i>Automatic Tank Gauge</i>	<i>Pressure Relief Valve</i>
<i>Study Interval (hours)</i>	69120	69120	69120
<i>Number of Failures</i>	19	17	16
<i>MTTF</i>	3527,5	4122,62	4279,27
<i>Failure Rate</i>	0,00028	0,00024	0,00023

2. Perhitungan *Time Loss*

Setelah mendapat nilai *failure rate*, tahap kedua dalam COUR adalah menghitung nilai *time loss*. Perhitungan *time loss* dibedakan atas 2 jenis yaitu *corrective loss time* dan *downtime loss*. Pada perhitungan *corrective loss time*, data yang dibutuhkan adalah *failure rate* dari perhitungan sebelumnya, *number of failure*, dan *corrective*

time per failure yang merupakan nilai hasil *plotting* distribusi *mean time to repair* yang didapat sebelumnya. Nilai *corrective loss time* didapatkan dengan mengalikan nilai *corrective time per failure* dengan *number of failures*. Tabel 9 menunjukkan hasil perhitungan *corrective time loss*.

Tabel 9. *Corrective Time Loss*

<i>Time Loss</i>	Komponen Kritis		
	<i>Check Valve</i>	<i>Automatic Tank Gauge</i>	<i>Pressure Relief Valve</i>
<i>Failure Rate</i>	0,00028	0,00024	0,00023
<i>Number of Failures</i>	19	17	16
<i>Corrective Time/Failure (MTTR)</i>	4,72259	3,17647	3,43750
<i>Corrective Loss Time Hours/8 Years</i>	89,72925	53,99999	55

Pada perhitungan *downtime loss*, data yang dibutuhkan adalah *failure rate* dari perhitungan sebelumnya, *number of failure*, dan *downtime hours* yang merupakan nilai hasil *plotting* distribusi *mean downtime* yang didapat

sebelumnya. Nilai *downtime loss* didapatkan dengan mengalikan nilai *downtime hours* dengan *number of failures*. Tabel 10 menunjukkan hasil perhitungan *downtime loss*.

Tabel 10. *Downtime Loss*

<i>Time Loss</i>	Komponen Kritis		
	<i>Check Valve</i>	<i>Automatic Tank Gauge</i>	<i>Pressure Relief Valve</i>
<i>Failure Rate</i>	0,00028	0,00024	0,00023
<i>Number of Failures</i>	19	17	16
<i>Downtime Time Hours</i>	17,91921	11,11760	13,18750
<i>DT Time Hours/8 Years</i>	340,46496	188,99920	211

3. Perhitungan *Money Loss*

Setelah mendapatkan nilai masing-masing *time loss*, tahap ketiga dalam COUR adalah menghitung *money loss*. Pada

perhitungan *corrective money loss* dibutuhkan data *corrective loss time* yang didapatkan sebelumnya, *loss production cost* yang

didapatkan dari perkalian antara *corrective time loss* dengan *loss profit per hour*, *equipment cost* yang didapatkan dari biaya peralatan *preventive maintenance* dan *corrective maintenance* serta biaya material

habis pakai dikali dengan *corrective time loss* yang didapat sebelumnya, dan *labour maintenance cost* yang didapat dari biaya pekerja per jam dikali dengan *corrective time loss*. Berikut hasil Corrective COUR.

Tabel 11. Corrective COUR

Money Loss	Komponen Kritis		
	Check Valve	Automatic Tank Gauge	Pressure Relief Valve
Corrective Loss Time Hours/8 Years	89,72925	53,99999	55
Loss Production Cost	Rp6.955.281.912	Rp4.185.760.763	Rp4.263.275.641
Equipment Cost	Rp14.558.570	Rp8.761.498	Rp8.923.750
Labour Maintenance Cost	Rp5.234.206	Rp3.149.999	Rp3.208.333
Corrective COUR	Rp6.975.074.688	Rp4.197.672.261	Rp4.275.407.724

Pada perhitungan *downtime money loss* dibutuhkan data *downtime loss time* yang didapatkan sebelumnya, *loss production cost* yang didapatkan dari perkalian antara *loss time* dengan *loss profit per hour*, *equipment cost* yang didapatkan dari biaya peralatan *preventive maintenance* dan *corrective*

maintenance serta biaya material habis pakai dikali dengan *downtime time loss* yang didapat sebelumnya, dan *labour maintenance cost* yang didapat dari biaya pekerja per jam dikali dengan *downtime time loss*. Hasil downtime COUR dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Downtime COUR

Money Loss	Komponen Kritis		
	Check Valve	Automatic Tank Gauge	Pressure Relief Valve
DT Time Hours/8 Years	340,46496	188,99920	211,00000
Loss Production Cost	Rp26.390.835.950	Rp14.650.103.373	Rp16.355.475.641
Equipment Cost	Rp55.240.440	Rp30.665.120	Rp34.234.750
Labour Maintenance Cost	Rp19.860.456	Rp11.024.953	Rp12.308.333
Downtime COUR	Rp26.465.937.186	Rp14.691.793.636	Rp16.402.018.935

Tabel 13. Rangkuman COUR

Jenis Biaya	Jumlah
Corrective COUR	Rp15.448.154.673
Downtime COUR	Rp57.559.749.757
Total	Rp73.027.764.887

PEMBAHASAN

Time loss dan biaya saling berhubungan, semakin tinggi *loss time hour*, maka biaya yang perlu dikeluarkan perusahaan semakin besar. Berdasarkan perhitungan, *money loss* terbesar

adalah *check valve*. Hal yang menyebabkan *money loss* pada *check valve* tinggi adalah karena *loss production*, *downtime*, dan *corrective time* yang tinggi. Hal ini menunjukkan masalah *reliability* akan

berdampak buruk pada biaya yang harus ditanggung perusahaan. *Downtime* COUR memiliki nilai lebih tinggi karena pada *downtime* COUR terdapat perhitungan waktu *corrective time* ditambah dengan waktu Keandalan suatu mesin sangat berpengaruh untuk memperoleh jumlah pendapatan perusahaan, berdasarkan perhitungan biaya dengan metode *Cost of Unreliability*, biaya

administratif antara lain menunggu sparepart datang.

KESIMPULAN

yang disebabkan oleh ketidakandalan sistem berdasarkan *corrective time* adalah Rp15.448.154.673,00, dan berdasarkan *downtime* adalah Rp57.559.749.757,00.

DAFTAR PUSTAKA

- Alhilman, J., Saedudin, R. R., Atmaji, F. T. D., & Suryabrata, A. G. (2015). LCC Application for Estimating Total Maintenance Crew and Optimal Age of BTS Component. *2015 3rd International Conference on Information and Communication Technology, ICoICT 2015*.
- Alhilman, J. (2017). Cost of unreliability method to estimate loss of revenue based on unreliability data: Case study of Printing Company To. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. <https://doi.org/10.1109/ICoICT.2015.7231483>
- Crespo Marquez, A., 2007. *The Maintenance Management Framework : Models and Methods for Complex Systems Maintenance*. Springer
- Ebeling, C. E. (1997). *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. Singapore: The McGraw-Hill Companies, Inc.

IMPLEMENTATION EVALUATION OF MINIMUM STANDARD OF URBAN SETTLEMENT USING MANN WHITNEY TEST

Ridayati
ridayati@gmail.com
The Lecturer of STTNAS Yogyakarta

Abstract

The development of tourism and education activities has become one of the factors triggering the rapid urban physical development in Yogyakarta. Construction of hotels, apartments, and middle to upper class housings has triggered increases in land price in the surrounding area. The purpose of this study was to identify the characteristic of land transacted in urban areas in Ngaglik sub-district from 2008 to 2016. Based on Governor Regulation Number 11 of 2007, there is a minimum lot size regulation imposed for housing development in Sleman. The data of land transaction during the period of 2008- 2016 was analyzed using crosstab and Mann Whitney Test. The results of this study showed that 129 urban lands were transacted. The area of land transacted in urban areas which meets the requirements of the governor regulation reaches 114 or about 88.4%. The test showed that there is a significant difference between the area of land transacted in urban areas and in rural areas.

Keywords : Mann whitney test, Urban areas, Governor Regulation, Transaction

1. Introduction

Yogyakarta is one of the areas in Indonesia that has uniqueness in terms of history and culture. Such uniqueness leads Yogyakarta to be called Special Region (Law Number 22 Year of 1948). This makes Yogyakarta has its own charm as settlements, investments, and public facilities developments. These tractions result in the rapid physical development in Yogyakarta. Many farms in the suburbs of Yogyakarta are transformed into settlements, shops, or other buildings. The process of physical development is continuous and if it is not supervised, it will disturb the comfort of the region. In addition, the physical development of uncontrolled land will also impact the loss of lands that have ecological functions.

The development of rural areas into urban areas is influenced by several factors (Ilhami, 1988, Jayadinata, 1999). Sleman Regency in Yogyakarta is one of the districts experiencing rapid urban physical development. The regency, located in the north of Yogyakarta City, gets bigger impact from urban physical development compared to other regencies in in Yogyakarta. The development of tourism and education activities has become one of the factors triggering the rapid urban physical development in Yogyakarta. The phenomenon of this urban area is called invasion while the physical

appearance of urban physical outwardness is called urban sprawl (Northam in Yunus, 1994).

Rapid physical growth in rural areas is marked by a significant increase in the value of land, especially in the southern part of Sleman Regency, which is directly adjacent to Yogyakarta City, or which is included as the Urban Area of Yogyakarta (KPY) based on the delineation of the area listed in the Sleman District RTRW document 2011-2031. Physical development of a city refers to the theory of diffusion (dispersion/propagation) which has two models. Each of them has a different purpose (Hagget, 1970). The main factors determining the pattern of development and growth of the city are human, human activities, and pattern of movement. (Sujarto, 1989)

The lands surrounding the campus, as well as around the construction site of the hotel or apartment, are considered to have high commercial value so that the value of the lands experiences significant value spikes. Although the existence of the campus is not statistically significant in influencing the high value of land (Pramana, 2016), data obtained from the Land Office of Sleman District indicates that the construction of upper middle class hotels, apartments and housings has triggered land price increases in the surrounding area. Classification of land use interventions by government is done by establishing policies to keep certain areas having low density while

others are permitted to grow at high densities (Brueckner, 2006). The first policy is Urban Growth Boundary, a policy that allows cities to experience physical development in areas within the Urban Growth Boundary (UGB). The second policy is applying policies which require extra spending to build the building. The third policy is related to the height limitation of the building and the determination of the minimum land size.

Sleman regency also issued Regent Regulation Number 11 of 2007 on Housing Development. Based on the regent's regulation, every piece of housings built must have 30 percent of the land area outside the water catchment area and 40 percent of the land area of the water catchment area for open space. In addition, the size of housing area is at least 125 m² for urban area and 300 m² for rural area. Considering the above background, the authors are interested to identify the characteristics of lands transacted in urban areas in Ngaglik Sleman from 2008 to 2016 based on Governor Regulation Number 11 of 2007.

2. Research Methods

This study used a case study approach (Verschuren and Doorewaard, 2010), (Blatter and Blume, 2008). Data collection was conducted through primary surveys and secondary surveys. The primary survey consisted of direct observation to the research area and through semi structured interviews to obtain the required data. The secondary survey consisted of an institutional survey and a literature survey. An institutional survey was conducted to meet the necessary data such as secondary data or complementary data. The data used to perform this statistical modeling is the data of transactions of land transacted within the range of 2008 to 2016. This data was obtained through field surveys, involving 14 land brokers involved in the process of land transactions during the time span. This data retrieval method was chosen because the data on land transaction value is not available and inaccessible for public. From the field survey conducted, there are 180 data of land transactions in the case study area.

This study used statistical modeling of land values in case study sites within the timeframe from 2008 to 2015 as an analytical method to identify characteristics

of land area transacted in urban areas using crosstab.

Crosstab analysis was used to find out whether there is a relationship between a land area with its location, a land that complies with governor's regulations with its location, a land area with its status, a land area with year of transaction, and a land that complies with governor's regulations with year of transaction

The data analysis phase also tested the difference of land area transacted in urban and rural areas using Mann Whitney test.

3. Discussion

The number of land samples transacted in Ngaglik Sleman sub-district was 242 with details of 129 in urban and 113 in rural areas. Urban areas include Minomartani Village, Sariharjo Village, and Sinduharjo Village, while rural areas include Donoharjo Village, Sardonoarjo Village, and Sukoharjo Village. Minimum area of land traded in urban areas is 84 m² while the minimum land area in rural area is 137 m². This clearly does not meet the Regulation Number 11 of 2007 on the settlement area.

The average land area traded in Ngaglik village reaches 1002.96 m² with minimum land area of 137 m² and maximum land area of 7000 m² and the standard deviation is 1224,014. The average land area transacted in Ngaglik City reaches 709.11 m² with a minimum land area of 84 m² and maximum land area of 5000 m² and the standard deviation is quite high at 947,533.

Identification of the characteristics of land area transacted in urban areas

Lands transacted in Ngaglik Sleman urban area include lands in Minomartani, Sariharjo, and Sinduharjo. They are distributed using frequency distribution with 600 class interval width with minimum land area of 84 m² and maximum land area of 5000 m². Figure 1 shows the histogram of land that is transacted in urban areas.

The width of land traded which is mostly in the range of 84m² - 684m², reaches 71% while the land area above 684m² reaches 29%. Table 1 shows in detail the amount of land traded under Governor Regulation Number 11 of 2007.

Table 1. The amount of land traded under governor regulation

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	15	11,6	11,6	11,6
	114	88,4	88,4	100,0
Total	129	100,0	100,0	

Table 1 shows that the land area that meets the Regulation Number 11 of 2007 is 114 lands from 129 transacted lands or 88.4%. This is quite encouraging which means that Governor Regulation Number 11 of 2007 has begun to be noticed and obeyed.

The number of lands traded in the urban area is 129 with details: 72 in Sariharjo 49 in

Sinduharjo, and 8 in Minomartani. Table 2 shows in detail the location of urban administration based on Governor Regulation Number 11 of 2007.

Table 2. The location of urban administration based on governor regulation

				Adm_Loc			Total
				Minomartani	Sariharjo	Sinduharjo	
lebih_125	kurang dari 125 m2	Count		0	12	3	15
		% within lebih_125		,0%	80,0%	20,0%	100,0%
	lebih dari 125 m2	% of Total		,0%	9,3%	2,3%	11,6%
		Count		8	60	46	114
		% within lebih_125		7,0%	52,6%	40,4%	100,0%
		% of Total		6,2%	46,5%	35,7%	88,4%
Total		Count		8	72	49	129
		% within lebih_125		6,2%	55,8%	38,0%	100,0%
		% of Total		6,2%	55,8%	38,0%	100,0%

The area of transacted land that meets the requirements reaches 114 from 129 or about 88.4% with details: 60 in Sariharjo village and 46 in Sinduharjo village. Meanwhile, there are 15 lands that do not meet the regulation: 12 in Sariharjo and 3 in Sinduharjo.

The 129 lands transacted are 1 letter c, 107 yards, and 21 paddy fields. There are 92 lands of 84-684 m2 wide with details: 88 yard area and 4 paddy fields. Yard is the most transacted land. There are 37 lands transacted with category of 684 m2 and above with details of 1 letter c, 19 yards and 16 rice fields.

From the sample data, there are 114 or 88.4% of the land that meets the governor's regulation: settlement area of more than 125 m2 which is divided into 1 letter c, 92 yard and 21 paddy fields. The other 15 or 11.6% do not meet

the governor's regulations and are in the form of yard land.

The number of transacted and eligible land was 114 (%) transacted more in 2008, 2013, 2015 and the highest transactions (41) occurred in 2015.

Testing the difference of land area transacted in urban area and rural area

The normality of the data was tested first and then the homogeneity test followed. When the data was not normal but homogenous, it was tested using Mann Whitney

Data was not normally distributed but homogeneity test results using Levene's test method show that the data fulfills the homogeneity.

Table 3 The Mean Rank of each group

Urban Boundary	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Lot size ,00	113	141,31	15968,50
1,00	129	104,14	13434,50
Total	242		

Table 3 shows the mean rank of each group. In the rural group the average rank is 141.3, higher than the average rank of urban groups, that is 104.14 Is the average difference of the rank of the two groups above is meaningful statistically or so-called Significant?

114 or about 88.4% with details of 60 in the village of Sariharjo and 46 in the village of Sinduharjo. According to Mann Whitney's test, there is a significant difference between the area of land transacted in urban areas and in rural areas.

Table 4. Mann Whitney test

	Lot size
Mann-Whitney U	5049,500
Wilcoxon W	13434,50
Z	-4,122
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000

a Grouping Variable: Urban Boundary

Table 4 shows a U value of 5049 and a W value of 13434. When converted to a value of Z, the magnitude is -4.122. The value of Sig or P Value is 0.000 <0,05. If the p value <0,05 critical limit then there is a significant difference between the two groups or H1 is accepted. This means that there is a significant difference between the area of land transacted in urban and rural areas.

4. Conclusions

The sample data of settlement land that was transacted in Ngaglik Sleman sub-district was 242 with details of 129 in urban and 113 in rural area. Urban areas include Minomartani Village, Sariharjo Village, and Sinduharjo Village, while rural areas include Donoharjo Village, Sardonoarjo Village, and Sukoharjo Village. The Regulation of the Governor of Yogyakarta Number 11 of 2007 states that the minimum area of urban settlement in the urban area is 125 m² while the minimum area of residential area in rural area is 300 m².

The results of this study indicate that 129 urban lands transacted based on administrative location: 8 locations in Minomartani, 72 locations in Sariharjo, 49 locations in Sinduharjo. The area of land traded in urban areas that meet the requirements of the governor regulation reaches

Reference

- Balchin, P. N., Isaac, D. dan Chen, J. 2000. *Spatial structure of urban areas. Spatial structure of urban areas. 2000.* Urban economicsa global perspective. Basingstoke: Palgrave.
- Branch, Melville, 1955. *Perencanaan kota Komprehensif, pengantar dan penjelasan (terjemahan)*
- Brueckner, J. 2006. *Government Land Use Intervention: an Economic Analysis.* Dalam Prosiding 4th Urban Research Symposium. Washington: World Bank
- Catanese, Anthony J. Snyder. James. C 1992. *Perencanaan kota* Penerbit erlangga. Jakarta.
- Chapin. F. Stuart. Jr. and Kaiser. Edward. J. 1979, *urban land use planning*, University of illionis Press.
- Cheshire, P. dan Sheppard, S. 2004. *Land markets and land market regulation : progress towards understanding.* Regional Science and Urban Economics, 34 (6)
- Daldjoeni, 1992. *Geografi baru, organisasi keruangan dalam teori dan praktek.* Penerbit Alumni, bandung.
- Daldjoeni, N. 1998, *Geografi Kota dan Desa.* Penerbit Alumni, Bandung.
- Ghozali, Imam, 2006. *Aplikai Analisis Multivarite dengan SPSS*, Cetakan Keempat, Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang.
- Hagget, Peter. 1970, *Geography, A Modern Synthesis.* 3rd Edition, Harper and Row Publisher, London.
- Ihlanfeldt, Keith R. 2007. *The Effect of Land Use Regulation on Housing and Land Price.* Dalam Jurnal Urban Economics vol. 61 (2007) hlm. 420-435.

- Ilhami. 1990, Strategi Pembangunan Perkotaan di Indonesia. Penerbit Usaha Nasional, Surabaya.
- Jayadinata, Johara T. 1992, Tata Guna Tanah dalam Perencanaan Kota dan Wilayah. Penerbit ITB, Bandung.
- Sujarto, Djoko, 1989, faktor sejarah Perkembangan kota dalam perencanaan perkembangan kota. Bandung. Fakultas teknik sipil dan perencanaan bandung.
- Sujarto, Djoko. 1989, Faktor Sejarah Perkembangan Kota Dalam Perencanaan Perkembangan Kota. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITB, Bandung.
- Sujarto, Djoko. 1992, Perkembangan Perencanaan Tata Ruang Kota di Indonesia. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITB, Bandung.
- Sulaiman, Wahid. 2002. Statistik Non Parametrik Disertai Contoh Pemecahan Dengan SPSS.
- Yunus, Hadi Sabari. 1994, Teori dan Model Struktur Keruangan Kota. Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta.
- Yunus, Hadi Sabari. 2000, Struktur Tata Ruang Kota. Penerbit Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- Tesis Fitri Susanti, Faktor Penyebab Terjadinya Perbedaan Karakteristik Perkembangan Kota Air Molek, Pematang Reba Dan Rengat (Magister Perencanaan Kota dan Daerah (MPKD-UGM Tahun 2003)
- Verschuren, P. dan Doorewaard, H. 2010. *Research strategies. Research strategies*. 2010. *Designing a research project*. The Hague: Eleven International Publishing.

Peraturan Perundang-Undangan

- Peraturan Daerah Kabupaten Sleman Nomor 12 tahun 2012 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Sleman Tahun 2011-2031
- Undang-undang no 26 tahun 2007 tentang Penataan Ruang
- Undang-undang no 22 tahun 1948 tentang keistimewaan Yogyakarta
- Peraturan Bupati Sleman no 11 tahun 2007

The Effects of MAPP on Tensile Properties and Morphology of Kenaf Fiber Reinforced Polypropylene Composites

Henny Pratiwi¹

¹Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto
henny_pratiwi@stta.ac.id

ABSTRACT

The effects of maleic anhydride grafted polypropylene (MAPP) addition as coupling agent on untreated and treated kenaf fiber/polypropylene (PP) composites on tensile properties and morphology was investigated in this study. Kenaf fibers were immersed in 6 wt % at 100°C NaOH for 1 hour. The amount of MAPP added is 5 wt% and 10 wt%. The 30 layers of kenaf/PP/MAPP were heated at 170°C with pressure of 26 bar for 3 minutes. From the results, it could be concluded that the optimum tensile strength was obtained with treated kenaf in addition of 5% MAPP. The tensile strength increased of 77.3% by compared to the specimen with untreated kenaf and without MAPP addition. Scanning electron microscopy result of tensile fracture surface showed that there is fiber pull out in composites which indicates the effective load transfer between the PP matrix and kenaf fiber.

Keywords: kenaf, polypropylene, maleic anhydride grafted polypropylene, tensile, scanning electron microscopy

INTISARI

Efek penambahan *maleic anhydride grafted polypropylene* (MAPP) sebagai *coupling agent* pada komposit serat kenaf tanpa perlakuan dan dengan perlakuan/matriks polypropylene (PP) terhadap kekuatan tarik dan morfologi dikaji pada penelitian ini. Serat kenaf direndam pada NaOH dengan konsentrasi 6% pada suhu 100°C selama 1 jam. Jumlah MAPP yang ditambahkan adalah 5 wt.% dan 10 wt.%. 30 lapis kenaf/PP/MAPP dipanaskan pada suhu 170°C dengan tekanan 26 bar selama 3 menit. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kekuatan tarik optimum diperoleh untuk komposit dengan serat kenaf yang diberi perlakuan dengan tambahan MAPP 5% dimana kekuatan tarik meningkat sebesar 77,3% dibandingkan dengan spesimen yang memiliki serat tanpa perlakuan dan tanpa penambahan MAPP. Hasil *scanning electron microscopy* pada permukaan patahan uji tarik menunjukkan bahwa terdapat fenomena *iber pull out* yang menandakan bahwa terjadi pemindahan gaya yang efektif antara matriks PP dan serat kenaf.

Kata Kunci: kenaf, polypropylene, maleic anhydride grafted polypropylene, tarik, scanning electron microscopy

INTRODUCTION

Nowadays, the use of agro-based renewable natural fibers such as kenaf, jute, sisal, coir, etc. in constructing composites with various thermoplastic and thermosetting resins has gained some attention due to their environmental benefits, high mechanical properties, low cost, light-weight and readily available (Mishra, et al. 2001), (Pratiwi, 2016).

Known for low cost of processing, stable in dimension, resistant to moisture and easily repaired, polypropylene is preferred by scientists as matrix material in composites manufacturing. Polypropylene has outstanding characteristics that made it suitable to be fabricated with some fiber materials ((Shubhra, Alam and Quaiyyum 2011).

Natural fibre reinforced polymer composites have been used for extensive

applications in automotive and construction industries because of the advantageous properties of these materials (Rajesh, Pitchaimani and Rajini 2016). However, there are some challenges in blending the hydrophilic natural fibers with the hydrophobic matrix. Some researchers have attempted to solve the problem of fiber-matrix adhesion by treating the fiber (Pratiwi and Soekrisno, 2013) or using the coupling agent (Feng, Caulfield and Sanadi 2001).

The inherent polar of lignocellulosic fibers and the non-polar characteristics of the polymers result in difficulties in compounding the fibers and matrix. The interactions between non-polar thermoplastics such as PP and any coupling agent, such as MAPP, is principally due to the chain entanglement. Maleic anhydride (MA) grafted polypropylene (MAPP) has been shown to work efficiently as

a coupling agent for natural fiber-PP composites (Amir, Abidin and Faizzaty 2017). Maleated polypropylene (MAPP) wax as coupling agent has been used by Schneider et al. (Schneider, Madison and Karmaker 1995) in order to enhance the properties of jute and kenaf reinforced polypropylene composites. In favor of improving the tensile and flexural strengths of jute fiber reinforced polypropylene composites, Karmaker et al. (Karmakar and Youngquist 1996) have used MAPP as the coupling agent. The present study reveals the influence of MAPP amount on tensile strength and morphology of kenaf fibers/PP composites.

MATERIALS AND METHODS

Kenaf fibers are supplied by Balittas (Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat) Malang. There are two types of fiber used in the composites: treated and untreated. The untreated kenaf fibers (code UT) were used directly into composites and the treated kenaf (code T) were immersed first in the 6 wt.% NaOH solutions at 100°C for 1 hour. The fibers then were washed with sterilized water and dried at 60°C. After dry, the fibers were chopped approximately up to 5 mm length. The fiber mass fraction used was 50% where MAPP used was 5 wt.% and 10 wt.%. The 30 layers of PP/kenaf/MAPP were placed inside a frame then heated at 170°C with pressure of 26 bar for 3 minutes.

The tensile specimens were tested using an ultimate tensile machine (Torsee AMU-5-DE) according to the ASTM D638-91 standard at the specified loading rate of 10 mm/min. Fracture surfaces of tensile test specimens were examined by scanning electron microscope (JEOL 7800F SEM), operated at 5 kV, to investigate the effects of MAPP on fiber–matrix interfacial adhesion.

RESULTS AND DISCUSSIONS

The tensile strength of composites as a function of the amount of coupling agent used is shown by Fig. 1. Overall, the addition of the coupling agent increased the tensile strength of composites. For the treated kenaf with the addition of 5% MAPP, the tensile strength increased by 77.3% compared to untreated kenaf and without MAPP. This improvement is because of the good interface bonding between fiber and matrix resulting from alkali treatment and the improved load transfer from the matrix to the fiber through the compatibilizer.

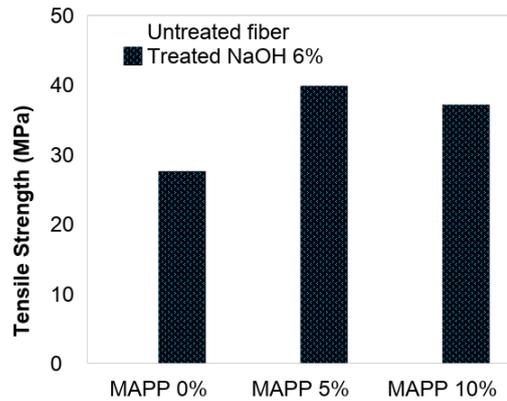


Figure 1 Influence of MAPP amount on tensile strength of 50% kenaf fiber/PP composites.

From the tensile results, it could also be seen that both contents of MAPP lead to different trends in composites strength. The tensile increased with an increase in MAPP content for untreated kenaf. On the other hand, it seems that the addition 5% MAPP gave the maximum strength of treated fiber/PP composites. This is because there is a critical amount of compatibilizer at which MAPP exhibits the strongest interactions with cellulose fibers as well as with PP matrix. This is supported by the investigation of Arbelaiz et al. (Arbelaiz, et al. 2005). They observed the influence of the type and amount of MAPP used in flax fiber bundle/PP composites in order to achieve the optimum mechanical properties of composites. They reported that 5 and 10 wt.% compatibilizer are the optimum doses for E43 and G3003, respectively.

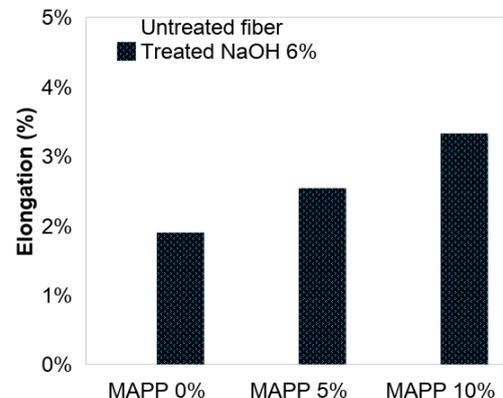


Figure 2 Influence of MAPP amount on elongation of 50% kenaf fiber/PP composites

The influence of MAPP addition on the ductility measurement of kenaf fiber/PP

composites is shown in Fig. 3. It shows an interesting observation where 10 wt.% MAPP has the highest capability to endure strain compared to the other composites. Treated kenaf composite has an increasing elongation with more MAPP whereas the untreated kenaf has a softer effect.

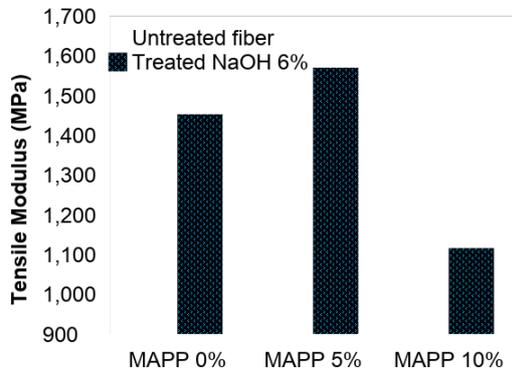


Figure 3 Influence of MAPP amount on tensile modulus of 50% kenaf fiber/PP composites

Tensile modulus is a measure of the stiffness of a solid material. The addition of MAPP on untreated fiber causes the modulus continues to increasing (Fig. 3). This phenomenon can be explained in terms of the more coupling sites which are demonstrated in better fibre/matrix adhesion and hence higher stiffness (El-Sabbagh 2013).

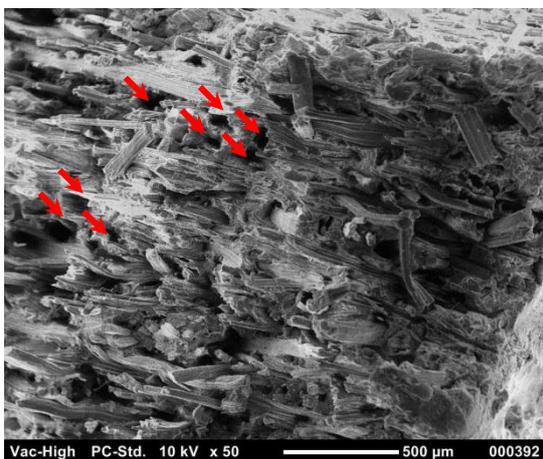


Figure 4 Failure surface of tensile specimen characterized by fiber breakage (50 wt.% fiber fraction, alkali treatment 6 wt.% NaOH, MAPP addition 5 wt.%).

Good fiber-matrix interfacial bonding is confirmed by the failure mode of alkali treated and MAPP added composites using 6% NaOH and 5% MAPP presented in Fig. 4.

Fiber pull-out was observed and indicated by an arrow in the figure. Fiber fractures are significant. This failure mode is a clear indication of effective load transfer between the matrix and fiber. There was also an evident of PP matrix cracks, matrix penetration in between kenaf fibres, which called for the role of MAPP for improved adhesion bonding between the matrix and its reinforcements.

CONCLUSIONS

The effects of MAPP addition as coupling agent on untreated and treated kenaf fiber/PP composites on tensile properties and morphology was discussed in this study. The amount of MAPP added is 5 wt.% and 10 wt.%. From the results, it could be concluded that the optimum tensile strength is obtained when treated kenaf is incorporated with the addition of 5% MAPP where the strength increased by 77.3% compared to the specimen with untreated kenaf and without MAPP addition. Treated kenaf composite has an increasing elongation with more MAPP whereas the untreated kenaf has a softer effect SEM micrograph of tensile fracture surface shows that there is fiber pull out in composites which indicates the effective load transfer between the PP matrix and kenaf fiber.

REFERENCES

- Amir, N., K. A. Z. Abidin, and B. M. D. Faizzaty. "Effects of Fibre Configuration on Mechanical Properties of Banana Fibre/PP/MAPP Natural Fibre Reinforced Polymer Composite." *Procedia Engineering* 184 (2017): 573-580.
- Arbelaiz, A., B. Fernandez, J. A. Ramos, and I. Mondragon. "Mechanical Properties of Short Flax Fibre Bundle/Polypropylene Composites: Influence of Matrix/Fibre Modification, Fibre Content, Water Uptake and Recycling." *Composites Science and Technology* 65, no. 10 (2005): 1582-1592.
- El-Sabbagh, A. "Effect of Coupling Agent on Natural Fibre in Natural Fibre/Polypropylene." *Composites: Part B* 57 (2013): 126-135.
- Feng, D., D. F. Caulfield, and A. R. Sanadi. "Effect of Compatibilizer on the Structure-Property Relationships of Kenaf-Fiber/Polypropylene Composites." *Polymer Composites* 22, no. 4 (2001): 506-517.

- Karmakar, A.C., and J. A. Youngquist. "Injection Molding of Polypropylene Reinforced with Short Jute Fibers." *Journal of Applied Polymer Science* 62 (1996): 1147-1151.
- Mishra, S., M. Mishra, S. S. Tripathy, S. K. Nayak, and A. K. Mohanty. "Graft Copolymerization of Acrylonitrile on Chemically Modified Sisal Fibers." *Macromolecular Materials and Engineering* 286, no. 2 (2001): 107-113.
- Mohanty, S, SK Nayak, SK Verma, and SS Tripathy. "Effect of MAPP as a Coupling Agent on the Performance of Jute-PP Composites." *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, 2004: 625-637.
- Pratiwi, H. "The Effects of Mixing and Curing on Morphological and Mechanical Properties of Epoxy-Albasia Composites." *SENATIK*. Adisutjipto College of Technology, 2016. 55-61.
- Pratiwi, H., and R. Soekrisno. "The Effects of Coupling Agent and Surface Treatment on Morphological and Mechanical Properties of Kenaf Fiber Reinforced Polypropylene Composites." *Thesis*. Yogyakarta: Gadjah Mada University, 2013.
- Rajesh, M., J. Pitchaimani, and N. Rajini. "Free Vibration Characteristics of Banana/Sisal Natural Fibres Reinforced Hybrid Polymer Composite Beam." *Procedia Engineering* 144 (2016): 1055-1059.
- Schneider, J. P., Madison, and A. C. Karmaker. "Composites from Jute and Kenaf Reinforced Polypropylene." *Annual Technical Conference* 53, no. 2 (1995): 2086-2090.
- Shubhra, Q. T., A.K. M. M. Alam, and M. A. Quaiyyum. "Mechanical properties of polypropylene composites: A review." *Journal of Thermoplastic Composite Materials* 26, no. 3 (2011): 362-391.

PENILAIAN KINERJA KARYAWAN DENGAN PENDEKATAN METODE HUMAN RESOURCES SCORECARD (HRS) DI CV JATI BAROKAH RAHA KABUPATEN MUNA

Petrus Wisnubroto¹⁾, Endang Widuri Asih, La Ode Abdul Kasim Ndikoe

Jurusan Teknik Industri, fakultas Teknologi Industri,
Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

¹⁾wisnurinibobok@gmail.com

ABSTRACT

CV Jati Brokah Raha is one of the businesses that make various furniture. At the end of 2014 CV Jati Barokah Raha decreased orders by 8%, customer service has not become priority, career development, and employee empowerment not yet optimal.

This study aims to determine the state of employee performance and improve employee performance CV Jati Barokah Raha, using Human Resource Scorecard (HRS) method consisting of strategic map, four perspectives (financial, customer, internal business and learning and growth). Human Resource Scorecard method is a method used to measure the performance of human resources or employees that focus on people, strategies and performance by describing the vision and mission of the company.

The results of the measurement of each perspective in HRS. Financial perspective; Employee productivity down 0.88 in 2016. Customer perspective; Market share rose 4.38, total customer satisfaction scores were classified satisfied as satisfied agreed. The internal business perspective of the company; Productivity decreased 3.89%, total employee satisfaction scores were classified as satisfied. Learning and growth; Employee absenteeism increased by 13.64% and employee training decreased 4.55%. To improve the effectiveness of performance, the company should improve customer service, discipline and employee commitment. From this research make seven step implementation of strategy role of human resource (HR) in applying of HRS method.

Keywords: Performance, Human Resources Scorecard, Key Performance Indicator.

INTISARI

CV Jati Brokah Raha merupakan salah satu usaha yang membuat beraneka furniture. Pada akhir tahun 2014 CV Jati Barokah Raha mengalami penurunan pesanan sebesar 8%, pelayanan pelanggan belum menjadi prioritas, pengembangan karir, dan pemberdayaan karyawan belum optimal.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keadaan kinerja karyawan dan meningkatkan kinerja karyawan CV Jati Barokah Raha, dengan menggunakan metode Human Resource Scorecard (HRS) yang terdiri dari peta strategi, empat perspektif (finansial, pelanggan, bisnis internal dan pembelajaran dan pertumbuhan). Metode Human Resource Scorecard adalah metode yang digunakan untuk mengukur kinerja sumber daya manusia atau karyawan yang menitikberatkan pada orang, strategi dan kinerja dengan menjabarkan visi dan misi perusahaan tersebut.

Hasil pengukuran masing-masing perspektif dalam HRS. Perspektif finansial; produktivitas karyawan turun 0,88 pada tahun 2016. Perspektif pelanggan; market share naik 4,38, total skor kepuasan pelanggan diklasifikasikan puas/setuju. Perspektif bisnis internal perusahaan; produktivitas produksi turun 3,89%, total skor kepuasan kinerja karyawan diklasifikasikan puas. Pembelajaran dan pertumbuhan; absensi karyawan naik 13,64% dan pelatihan karyawan turun 4,55%. Untuk meningkatkan efektivitas kinerja, perusahaan sebaiknya meningkatkan pelayanan pelanggan, kedisiplinan dan komitmen karyawan. Dari penelitian ini membuat tujuh langkah penerapan peran strategi sumber daya manusia (SDM) dalam penerapan metode HRS.

Kata kunci: Kinerja, Human Resources Scorecard, Key Performance Indicator

PENDAHULUAN

Persaingan di era Global yang semakin ketat menyebabkan perusahaan dituntut untuk lebih mampu meningkatkan daya saing dalam rangka menjaga kelangsungan hidup perusahaan. Perusahaan merupakan salah satu organisasi yang menghimpun orang-orang dengan karyawan atau pegawai untuk menjalankan kegiatan rumah tangga produksi perusahaan. Hampir semua perusahaan mempunyai tujuan yaitu memaksimalkan keuntungan dan nilai perusahaan, dan meningkatkan kesejahteraan pemilik dan karyawan. Tujuan tersebut diperlukan karyawan yang sesuai dengan persyaratan yang ditentukan perusahaan, dan menjalankan tugas-tugas yang ditentukan oleh perusahaan. Setiap perusahaan selalu berusaha untuk meningkatkan kinerja karyawan, dengan harapan tujuan perusahaan dapat tercapai. Kinerja karyawan yang baik adalah kinerja yang optimal, menurut Dessler (2004) kinerja pada umumnya diartikan sebagai kesuksesan seseorang dalam melaksanakan suatu pekerjaan. Kinerja karyawan merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan perusahaan atau organisasi dalam mencapai tujuannya, untuk itu kinerja dari para karyawan harus mendapat perhatian dari para pimpinan perusahaan, sebab menurunnya kinerja karyawan dapat mempengaruhi kinerja perusahaan secara keseluruhan.

Pencapaian kinerja perusahaan yang perlu dilakukan salah satunya dengan metode pengukuran kinerja Metode *Human Resources Scorecard* (HRS). *Human Resources Scorecard* banyak digunakan perusahaan untuk membantu menilai dan mengukur kinerja karyawan yang kurang baik agar menjadi lebih baik serta untuk mengembangkan proses-proses yang efektif dalam sumber daya manusia dan bukan untuk mengidentifikasi kinerja yang buruk. Menurut Brian E, et al (2009) *Human Resource Scorecard* adalah kapasitas untuk merancang dan menerapkan sistem pengukuran Sumber Daya Manusia (SDM) yang

strategis dengan merepresentasikan yang digunakan perusahaan untuk merancang dan mengerahkan strategi Sumber Daya Manusia yang lebih efektif secara cermat. *Human Resources Scorecard* memberikan manfaat yaitu menggambarkan peran dan kontribusi sumber daya manusia kepada pencapaian visi perusahaan secara jelas dan terukur, agar profesional sumber daya manusia mampu dalam mengendalikan biaya yang dikeluarkan dan nilai yang dikontribusikan dan memberikan gambaran hubungan sebab akibat.

Jati Barokah Raha adalah suatu perusahaan yang berlokasi Jl. Lumba-Lumba Raha, Kabupaten Muna, Sulawesi Tenggara berorientasi pada bidang furniture. Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak pemilik usaha diperoleh keterangan bahwa permasalahan selama ini perusahaan belum pernah melakukan pengukuran kinerja karyawannya pada semua level. Pengukuran kinerja ini untuk mengetahui pengaruh fungsi Sumber Daya Manusia terhadap kinerja perusahaan, sejauh mana keberhasilan atau kegagalan dalam mewujudkan visi, misi, sasaran dan tujuan perusahaan. Perusahaan Jati Barokah Raha pada tahun 2014 mengalami penurunan pesanan produk 15% dan pada tahun 2013 yaitu 22%. Berdasarkan hal tersebut, perusahaan Jati Barokah Raha perlu adanya penilaian kinerja karyawan dengan metode *Human Resources Scorecard* yang bertujuan untuk meningkatkan kinerja karyawan dan untuk mencapai tujuan strategis perusahaan.

Dalam penelitian ini data yang digunakan adalah data primer tentang empat perspektif *Human Resources Scorecard* yaitu perspektif keuangan (biaya produktivitas), perspektif pelanggan (*market Share*, pelanggan tetap, pelanggan, baru, pelanggan yang komplain, indeks kepuasan pelanggan), perspektif bisnis internal (rasio produktivitas, dan kepuasan kinerja karyawan), dan perspektif pembelajaran dan pertumbuhan (tingkat apsesni karyawan dan pelatihan karyawan).

Data empat perpektif HRS yang diperoleh saat penelitian di CV Jati Barokah Raha. Adapun tahapan penyelesaian dalam melakukan penelitian tersebut, sebagai berikut:

a. Peta strategi, menurut Becker, et al (2009), Peta strategi adalah peta yang menggambarkan proses penciptaan nilai atau proses implementasi strategi perusahaan. Dalam pengambilan data peta strategi dengan melalui interview atau wawancara pemilik perusahaan atau direktur perusahaan dengan empat perspektif.

b. Perencanaan *Key Performance Indicator* (KPI), digunakan untuk membantu suatu organisasi menentukan dan mengukur kemajuan terhadap sasaran organisasi. Perencanaan *Key Performance Indicator* dengan analisis empat perspektif (finansial, Pemasaran, Internal Perusahaan, dan Pembelajaran dan perubahan)

c. Perhitungan *Human Resource Scorecard*, menurut Brian E, et al (2009) adalah kapasitas untuk merancang dan menerapkan sistem pengukuran Sumber Daya Manusia yang strategis dengan merepresentasikan yang digunakan perusahaan untuk merancang dan mengerahkan strategi Sumber Daya Manusia yang lebih efektif secara cermat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahapan penyelesaian dalam melakukan Perhitungan *Human Resource Scorecard* sebagai berikut:

1. Finansial, sasaran dari perspektif finansial ini adalah untuk memenuhi harapan dari perusahaan, salah satunya adalah dengan cara memperbaiki kinerja operasional perusahaan tersebut. Sehingga profit yang dihasilkan dapat meningkat. Adapun ukuran-ukuran yang digunakan produktifitas karyawan dengan rumus:

$$\text{Produktifitas Karyawan} = \frac{\text{Output (Penjualan)}}{\text{Input (Biaya Tenaga Kerja)}} \times 100\% \quad (1)$$

2. Perspektif pelanggan, sasaran dari perspektif pelanggan dimaksudkan untuk meningkatkan kepuasan, retensi, akuisisi, dan loyalitas pelanggan. Sasaran dari pada strategi perpesktif pada perusahaan adalah untuk meningkatkan kepuasan pelanggan dan kepercayaan pelanggan. Adapun pengukuran kinerja yang digunakan adalah sebagai berikut:

a. *Market share* (Pangsa pasar)

$$\text{Market share (\%)} = \frac{\text{Jumlah pelanggan Tahun Ke-n}}{\text{Total pelanggan}} \times 100\% \quad (2)$$

b. *Pelanggan tetap*

$$\text{Pelanggan tetap (\%)} = \frac{\text{Pelanggan tetap}}{\text{total Pelanggan}} \times 100\% \quad (3)$$

c. *Pelanggan baru*

$$\text{Pelanggan baru (\%)} = \frac{\text{Pelanggan Baru}}{\text{Total pelanggan}} \times 100\% \quad (4)$$

d. *Pelanggan komplain*

$$\text{Beyaribgan komplain (\%)} = \frac{\text{Jumlah Beyaribgan tahun ke-n}}{\text{Jumlah Beyaribgan komplain tahun ke-n}} \times 100\% \quad (5)$$

e. *Kepuasan Pelanggan*

Uji n kecukupan data digunakan untuk melihat apakah data yang diambil dan digunakan cukup atau sudah secara statistika. Uji kecukupan data dengan menggunakan rumus rumus:

$$n \geq \frac{\left(\frac{Z\alpha}{2}\right) \cdot (p) \cdot (q)}{e^2} \quad (6)$$

Uji validitas yang digunakan adalah dengan melakukan korelasi bivariate antara masing – masing skor indikator dengan total skor konstruk. Suatu indikator pernyataan dikatakan valid jika korelasi antara masing–masing indicator menunjukkan hasil yang signifikan. Pengujian instrumen penelitian ini dengan cara menghitung korelasi menggunakan teknik korelasi Spearman dengan tingkat signifikan sebesar 5%.

$$\text{Nilai } r \text{ hitung} = \frac{N(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[N \sum x^2 - (\sum x)^2][N \sum y^2 - (\sum y)^2]}} \quad (7)$$

Hasil pengukuran tingkat kepuasan pelanggan dengan menggunakan rumus sebagai berikut

$$\text{Kepuasan pelanggan (\%)} = \frac{\text{Jumlah responden } ke-i \times \text{Skor}}{\text{Total bobot}} \times 100\% \quad (8)$$

Perspektif Pembelajaran dan pertumbuhan sasaran dari perspektif ini adalah untuk mengukur Rasio produktivitas di bagian produksi, tingkat pengembangan organisasi. Adapun pengukuran kinerja yang digunakan adalah sebagai berikut:

Rasio produktifitas
Rasio produktifitas produksi perhitungan menggunakan rumus :

$$\text{Rasio produktifitas (\%)} = \frac{\text{Total Biaya produksi pertahun}}{\text{Penjualan}} \times 100\% \quad (9)$$

Tingkat kepuasan kinerja
Tingkat kepuasan kinerja dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Tingkat kepuasan kinerja (\%)} = \frac{\text{Jumlah responden } ke-i \times \text{Skor}}{\text{Total bobot}} \times 100\% \quad (10)$$

3. Perspektif pembelajaran dan pertumbuhan
Dalam perpektif ini lebih terpusat pada karyawan khususnya, karyawan perusahaan sebagai salah satu sumber daya yang penting bagi perusahaan. Perusahaan harus mampu membina dan mengembangkan Sumber Daya Manusianya. Adapun pengukuran kinerja yang digunakan adalah sebagai berikut:

a. Tingkat Absensi Karyawan

Untuk menghitung tingkat absensi karyawan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Tingkat Absensi Karyawan (\%)} = \frac{\text{Jumlah Absensi Karyawan}}{\text{Jumlah Karyawan}} \times 100\% \quad (11)$$

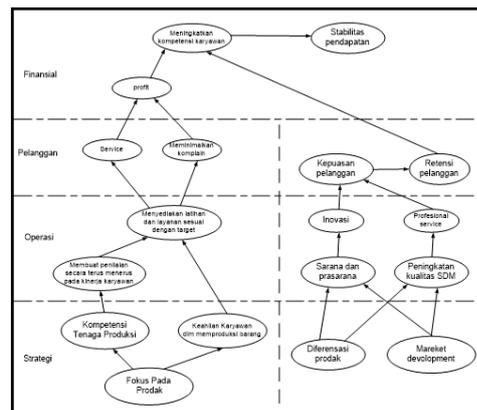
b. Pelatihan karyawan

Untuk menghitung presentasi pelatihan karyawan maka menggunakan dengan rumus:

$$\text{Pelatihan karyawan} = \frac{\text{Jumlah Karyawan latihan}}{\text{Jumlah Karyawan}} \times 100\% \quad (12)$$

PEMBAHASAN

Berdasarkan data dan hasil wawancara pemilik visi dan misi strategi CV Jati Barokah Raha dapat disusun peta strategi sebagai berikut, lihat Gambar 1.



Gambar 1 Peta strategi Human Resources Scorecard

Perspektif finansial perusahaan menggunakan strategi fokus produk dan differensiasi produk dengan tujuan untuk mencapai stabilitas pendapatan. Nilai kompetensi karyawan CV. Jati Barokah Raha dapat ditingkatkan dengan mengadakan program kerja lapangan bagi karyawan, Menetapkan peraturan dengan tegas dan mudah dimengerti supaya dapat dilaksanakan oleh semua pihak dalam perusahaan dan melibatkan karyawan secara langsung dalam melakukan riset pembuatan furniture. Perpektif pelanggan hal-hal yang dapat dilakukan perusahaan dengan menggunakan strategi fokus produk adalah meningkatkan pelayanan menjadi lebih baik dan berkualitas dan meminimalkan komplain dari pelanggan dan teratur. Yang perlu dilakukan perusahaan adalah menyediakan latihan dan Layanan sesuai dengan target dan membuat penilaian pada kinerja karyawan setiap bulan dan dievaluasi. Strategi differensiasi produk, dalam perpektif pelanggan CV Jati Barokah Raha dapat melakukan perpektif pelanggan perusahaan dapat dilakukan dengan meningkatkan kepuasan pelanggan, dan retensi pelanggan.

Tabel 1 Key Performance Indicator (KPI) digunakan terhadap sasaran organisasi.

Perpektif	Sasaran strategi	Ukuran hasil	Ukuran pemacu kinerja	Target
<i>Finansial</i>	1. Pendapatan Meningkatkan	Naiknya persentasi pembelian	Persentase pembelian	Penjualan bertambah
	2. Meminimalkan biaya SDM	Kefesiensian Biaya	Penekanan Biaya SDM	Biaya pengelolaan
	3. Memaksimalkan kinerja SDM	Kualitas kinerja bertambah baik	Perkembangan kinerja karyawan	SDM berkurang ROI
Pelanggan	1. Pelayanan lebih	Konsumen terus transaksi	Target loyalitas	Peningkatan konsumen yang loyal
	2. Keinginan konsumen terpenuhi	Prodak sesuai dengan pesanan	Prodak yang diminta disediakan	Tidak ada komplain
Internal Bisnis	1. Kedisiplinan karyawan	Kinerja karyawan teratur	Ditaatinya peraturan yang ada	Pelanggaran karyawan yang kurang
	2. Standarisasi kinerja	Kinerja karyawan terpenuhi baik	Proses kinerja	Peningkatan kinerja
Pembelajaran dan pertumbuhan	1. Mengembangkan program perusahaan	Membuat program kerja perusahaan	Kecocokan program bagi perusahaan	Keefektifan program
	2. Pelatihan karyawan	Hasil-hasil pelatihan	Tujuan pelatihan	Hasil kinerja setelah pelatihan

Key performance indicator (KPI)

Tabel 1 menunjukkan Key Performance Indicator (KPI) yang digunakan untuk membantu suatu organisasi menentukan dan mengukur kemajuan terhadap sasaran organisasi. Perencanaan key performance indicator CV. Jati Barokah Raha sebagai berikut:

Perspektif pembelajaran dan pertumbuhan,

Pengembangan program-program perusahaan dengan ukuran hasil adalah pembuatan program-program yang cocok dengan kondisi perusahaan agar aktifitas dan produktivitas dapat berjalan maksimal. Sedangkan ukuran pemacu kinerja perusahaan adalah kecocokan program yang dibuat dalam perusahaan apakah menimbulkan ke efektifitas dalam perusahaan meningkat atau malah sebaliknya, disini target perusahaan adalah ke efektifan program. Sasaran yang terakhir adalah pelatihan-pelatihan yang ditunjukan kepada karyawan maupun perusahaan dengan ukuran hasil yang diambil ialah apakah yang dihasilkan dari pelatihan-pelatihan tersebut, dengan ukuran pemacunya adalah tujuan pelatihan yang diharapkan dapat meningkatkan hasil kinerja setelah sebagai targetnya.

Perspektif internal bisnis

Ada beberapa sasarannya adalah kedisiplinan karyawan perusahaan dengan ukuran hasilnya kinerja karyawan. Perusahaan menggunakan

ukuran pemacu kinerjanya dengan ditaatinya peraturan yang sudah ditetapkan apakah sudah dilaksanakan oleh karyawan atau belum, dengan targetnya ialah pelanggaran yang dilakukan karyawan dapat berkurang. Standarisasi kinerja yang ditetapkan perusahaan bahwa kinerja yang dihasilkan oleh karyawan dapat meningkat, sedangkan ukuran pemacu kinerja yang dipakai ialah proses kinerja itu sendiri dengan target peningkatan kinerja perusahaan secara keseluruhan.

Perpektif pelanggan

Sasaran yang ditetapkan perusahaan pada perspektif pelanggan adalah memberikan pelayanan lebih kepada konsumen dengan ukuran hasil yang akan menimbulkan konsumen merasa nyaman dan terus melakukan pembelian, dengan ukuran kinerja yang dipakai adalah loyalitas pelanggan terhadap perusahaan, dengan target peningkatan jumlah pelanggan yang loyal kepada perusahaan. Keinginan konsumen dapat terpenuhi secara maksimal dengan ukuran hasil kesesuaian produk yang diminta konsumen, yang menjadi ukuran pemacu kinerja

Perspektif Finansial

Ukuran pemacu perspektif finansial key performance indicator dalam sasaran strategik perusahaan adalah pendapatan perusahaan meningkat dan dapat membuat efisiensi biaya dalam perusahaan, dengan ukuran hasil yang dipakai naiknya tingkat pembelian pelanggan. Ukuran pemacu kinerja persentase pembelian dengan targetnya adalah tingkat penjualan perusahaan dapat meningkat meminimalkan biaya sumber daya manusia dengan ukuran hasil terciptanya keefisienan biaya sumber daya manusia dengan ukuran pemacu kinerja melakukan penekanan biaya sumber daya manusia, sedangkan target yang ditentukan ialah biaya pengelolaan sumber daya manusia dapat berkurang. Pemaksimalan kinerja sumber daya manusia dalam perusahaan, ukuran pemacu kinerjanya perkembangan kinerja karyawan, disini perkembangan kinerja sangat berhubungan erat dengan finansial dikarenakan dengan perkembangan kinerja karyawan langsung berdampak kepada produksi yang dihasilkan dan secara langsung produk tersebut dinilai oleh pelanggan layak beli atau tidak, target yang ditetapkan perusahaan ialah HR ROI.

Tabel 2 Hasil perhitungan empat perspektif HRS

No	Jenis Perspektif	Hasil Yang Dicapai	
		2015	2016
1	Perspektif Keuangan		
	a. Produktifitas Karyawan	1,54%	0,66%
2	Perspektif Pelanggan		
	a. <i>Market Share</i>	47,81%	52,19%
	b. Pelanggan Tetap	18,35%	21,01%
	c. Pelanggan Baru	81,65%	78,99%
	d. Pelanggan yang komplain	13,8%	17,6%
	e. Indeks kepuasan pelanggan	1558 (Puas/setuju)	
3	Perspektif Bisnis Internal		
	a. Rasio Produktifitas	70,38%	
	b. Kepuasan Kinerja Karyawan	1482 (Puas/setuju)	
4	Perspektif Pembelajaran dan Pertumbuhan		
	a. Tingkat Apsensi Karyawan	18,18%	
	b. Pelatihan Karyawan	40,91	

KESIMPULAN

Peta Strategi. Perspektif finansial; mengadakan program kerja lapangan bagi karyawan, menetapkan peraturan dengan tegas dan mudah dimengerti,

melibatkan karyawan secara langsung dalam melakukan riset pembuatan furniture baru. Perspektif pelanggan; meningkatkan pelayanan menjadi lebih baik dan berkualitas dan meminimalkan komplain dari pelanggan. Perspektif operasional; menyediakan latihan dan layanan sesuai dengan target, dan membuat penilaian pada kinerja karyawan setiap bulan dan akan evaluasi kerja.

Perencanaan key performance indicator (KPI). Perspektif pembelajaran dan pertumbuhan; Target perusahaan adalah ke efektifan program, Pengembangan program-program perusahaan, sasaran yang terakhir adalah pelatihan-pelatihan yang ditunjukkan kepada karyawan. Perspektif internal bisnis; kedisiplinan karyawan perusahaan dengan ukuran hasilnya ialah kinerja karyawan, ukuran pemacu kinerjanya dengan ditaatinya peraturan. Perspektif pelanggan; memberikan pelayanan lebih kepada konsumen. Perusahaan dengan pelayanan lebih, Keinginan konsumen dapat terpenuhi secara maksimal dengan ukuran hasil yang dipakai ialah kesesuaian produk yang diminta konsumen. Perspektif Finansial; sasaran adalah pendapatan perusahaan meningkat dan dapat membuat efisiensi biaya dalam perusahaan, Ukuran pemacu kinerja yang perusahaan yang menentukan ialah persentase pembelian. Meminimalkan biaya sumber daya manusia dengan ukuran hasil terciptanya keefisienan biaya sumber daya manusia dalam suatu perusahaan. Empat perspektif Human Resources Scorecard (HRS). Produktifitas karyawan turun 0,88 dari tahun 2015-2016 (perspektif keuangan). Perspektif pelanggan (Market share turun 0,88, pelanggan tetap naik 2,66%, pelanggan baru turun 2,66%, pelanggan yang komplain naik 3,8% pada tahun 2016) sedangkan kepuasan pelanggan dengan total bobot 1558 berada pada range 1384–1709 (puas/setuju). Perspektif proses bisnis internal (produktifitas produksi naik 3,89% pada tahun 2016 dan kepuasan kinerja karyawan dengan total bobot 1482

berada pada range puas/baik). Perspektif pembelajaran dan pertumbuhan (tingkat absensi naik 13,64%, dan pelatihan karyawan naik sebesar 4,55% pada tahun 2016). Dari empat perspektif diatas penilaian kinerja karyawan dengan metode human resources scorecard di CV Jati Barokah Raha dinilai bahwa pengukuran kinerja karyawan sudah cukup baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariningsih, D. (2014) Pengukuran Sumber Daya Manusia dengan Menggunakan Metode Human Resources Scorecard (Studi Kasus di Perpustakaan Pusat Universitas Muhammadiyah Surakarta). Skripsi Jurusan Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Becker, Brian E. et al., 2009. *The HR Scorecard : Mengaitkan Manusia, Strategi, dan Kinerja*. Ahli Bahasa : Dian Rahadyanto Basuki. Editor : Adhika dan Daniel. Jakarta : Erlangga.
- Becker et al. 2001. *The HR Scorecard : Linking People, Strategy, and Performance*. Harvard Business School Press, Massachusetts.
- Dessler, Gary. 2005. *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Alih bahasa: Eli Tanya. Penyunting Bahasa: Budi Supriyanto. Jakarta: Indeks
- Hasibuan, S. P. Melayu. 2007. *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Edisi Revisi. Bumi Aksara: Jakarta

Biografi Data penulis :

Petrus Wisnubroto adalah dosen jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta, lulus S1 dari Fakultas Ekonomi Jurusan Ekonomi Perusahaan Universitas Gadjah Mada Yogyakarta tahun 1983, lulus S2 Magister Akuntansi Universitas Diponegoro Semarang tahun 2001, Jabatan Akademik Lektor Kepala 550

Endang Widuri Asih ST.,MT., adalah dosen jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta, Lulus S1 Jurusan Teknik dan Manajemen Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta tahun 1994, Lulus S2 Jurusan Teknik dan Manajemen Industri Institut Teknologi Bandung tahun 2004, Jabatan Akademik Lektor 300

La Ode Abdul Kasim Ndikoe, alumni jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta, tahun 2017

Prototipe Sistem Pemantauan dan Pengendalian Beban Listrik Berbasis *Internet of Things (IoT)* dengan Aplikasi Cayenne

Erwan Eko Prasetyo¹, Farid Ma'ruf²

¹Teknik Aeronautika, Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan
erwanek@gmail.com

²Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Ahmad Dahlan
fm_plur@yahoo.com

ABSTRACT

Almost all human activities everyday can not be separated from the use of electricity. The basic electricity tariff is now increasing. Efforts to save electricity are needed to reduce waste of electricity costs. One way to save electricity proposed in this research is load monitoring and control system based Internet of Things (IoT). This research aims to design, implement and know the performance of monitoring system and load control based on Internet of Things (IoT). Tools used in the design of this system include: NodeMCU Microcontroller ESP8266, Relay Driver, LED indicator, Current sensor. Research stages include literature study, problem and goal formulation, data collection, media design, implementation, result analysis, conclusion and report writing. Analysis of the results of research conducted by performing system performance test functionality of each part and performance test system as a whole. The results showed that the design of monitoring system and load control based on Internet of Things (IoT) is divided into 3 (three) main parts namely input, process and output. The input section consists of ACS712 current sensors as an electric load current detector. The process part consists of an integrated microcontroller in the NodeMCU ESP8266 device. The output section consists of 4-channel relays as circuit breakers and electrical load connectors. Implementation of the system is designed in two parts, namely hardware and software. Hardware consists of nodeMCU 12E microcontroller and ACS712 sensor while the software consists of Arduino IDE as its compiler and Cayenne as Internet of Things (IoT) service. System performance with 4 load points can work well according to plan. Power monitoring and control system can be done through computer or smartphone device by the Cayenne application. The current sensor works well and the current display between devices and display on the Cayenne application is appropriate.

Keywords: *Internet of Things (IoT), NodeMCU ESP8266, monitoring, controlling.*

INTISARI

Hampir semua aktivitas manusia sehari-hari tidak terlepas dari penggunaan listrik. Tarif dasar listrik kini semakin mengalami kenaikan. Upaya menghemat listrik diperlukan untuk mengurangi pemborosan biaya listrik. Salah satu cara menghemat listrik yang diusulkan pada penelitian ini adalah sistem pemantauan dan pengendalian beban listrik berbasis *Internet of Things (IoT)*. Penelitian ini bertujuan untuk membuat desain, mengimplementasikan dan mengetahui unjuk kerja sistem pemantauan dan pengendalian beban listrik berbasis *Internet of Things (IoT)*. Alat yang digunakan dalam perancangan sistem ini antara lain: Mikrokontroler NodeMCU ESP8266, *Relay Driver*, LED indikator, Sensor arus. Tahapan penelitian meliputi studi literatur, perumusan masalah dan tujuan, pengumpulan data, perancangan media, implementasi, analisis hasil, kesimpulan dan penulisan laporan. Analisis hasil penelitian dilakukan dengan melakukan uji fungsionalitas unjuk kerja sistem setiap bagian dan uji unjuk kerja sistem secara keseluruhan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa desain sistem pemantauan dan pengendalian beban listrik berbasis *Internet of Things (IoT)* dibagi dalam 3 (tiga) bagian utama yaitu input, proses dan output. Bagian input terdiri atas sensor arus ACS712 sebagai pendeteksi arus beban listrik. Bagian proses terdiri atas mikrokontroler yang sudah terintegrasi dalam perangkat NodeMCU ESP8266. Bagian output terdiri atas relay 4 channel sebagai pemutus dan penyambung beban listrik. Implementasi sistem dirancang dalam dua bagian yaitu *hardware* dan *software*. *Hardware* terdiri atas mikrokontroler nodeMCU 12E dan sensor ACS712 sedangkan *software* terdiri atas Arduino IDE sebagai *compiler*-nya dan Cayenne sebagai layanan *Internet of Things (IoT)*. Unjuk kerja sistem dengan 4 titik beban dapat berfungsi dengan baik sesuai perencanaan. Sistem pemantauan dan pengendalian beban listrik dapat dilakukan melalui perangkat komputer atau *smartphone* melalui aplikasi Cayenne. Sensor arus dapat berfungsi dengan baik dan tampilan arus antara perangkat (*hardware*) dengan tampilan pada aplikasi Cayenne sesuai.

Kata Kunci: *Internet of Things (IoT), NodeMCU ESP8266, Pemantauan, Pengendalian.*

PENDAHULUAN

Salah satu kebutuhan utama manusia saat ini adalah listrik. Hampir setiap hari aktivitas manusia tidak terlepas dari penggunaan listrik. Mulai dari bangun tidur sampai tidur kembali manusia saat ini selalu membutuhkan listrik. Setidaknya manusia membutuhkan listrik untuk perangkat mobile-nya. Maka tidak bisa terbantahkan bahwa saat ini listrik sudah menjadi kebutuhan pokok manusia, baik dalam aktivitas di dalam rumah tangga, layanan publik, kantor dan bahkan dalam aktivitas pendidikan. Proses belajar mengajar dalam dunia pendidikan pun bisa terganggu apabila tidak adanya listrik yang cukup (Prasetyo, 2017).

Tarif dasar listrik semakin mengalami kenaikan dari tahun ke tahun (Solopos, 2017). Tarif dasar listrik yang semakin naik dapat menambah anggaran belanja rumah tangga yang semakin besar. Kenaikan biaya listrik ini membuat masyarakat perlu melakukan penghematan listrik. Sehingga anggaran belanja untuk kebutuhan biaya listrik tidak membengkak. Konsumsi daya listrik terbesar terjadi pada alat pemanas listrik, alat yang menggunakan motor listrik, lampu pijar dan pendingin ruangan atau *Air Conditioner (AC)*. Beberapa cara penghematan listrik dapat dilakukan, antara lain dengan menggunakan alat-alat listrik sesuai kebutuhan. Misal mematikan lampu jika tidak digunakan, mematikan pompa air saat air sudah penuh, menggunakan pendingin ruangan saat cuaca panas dan lain sebagainya.

Alat listrik yang hidup terus menerus saat tidak dibutuhkan dapat mengakibatkan pemborosan listrik. Sehingga tagihan biaya listrik dapat membengkak. Kejadian seperti ini sering terjadi karena lupa mematikan lampu, lupa mematikan pendingin ruangan dan hal-hal sederhana lainnya. Jika ini terjadi pada satu atau dua ruangan saja mungkin dampak penggunaan daya listriknya tidak begitu terasa. Akan tetapi jika ini terjadi pada banyak ruangan dan terjadi setiap hari, maka akan menghasilkan kerugian yang tidak sedikit. Fenomena seperti ini harus ditanggulangi agar pemborosan biaya listrik tidak terjadi berulang-ulang.

Penghematan listrik perlu dilakukan dengan berbagai cara agar pemborosan listrik dapat ditanggulangi. Salah satu cara penghematan yang diusulkan adalah sistem pemantauan dan pengendalian beban listrik yang dapat dilakukan dari jarak jauh menggunakan aplikasi *Internet of Things (IoT)*. Penggunaan daya listrik pada beban listrik seperti lampu, motor listrik, pendingin ruangan

dan beban listrik lainnya perlu dipantau dan dikendalikan. Lampu, motor listrik, pendingin ruangan dan beban listrik lainnya dapat dimatikan apabila tidak digunakan tanpa harus menuju ke ruangan tempat beban listrik berada. Adanya sistem pemantauan dan pengendalian beban listrik dari jarak jauh diharapkan dapat mengatasi pemborosan penggunaan daya listrik. Tujuan penelitian ini antara lain untuk mengetahui desain, mengetahui implementasi desain dan mengetahui unjuk kerja sistem pemantauan dan pengendalian beban listrik berbasis *Internet of Things (IoT)*.

Penelitian sejenis yang menggunakan sistem pemantauan sudah pernah dilakukan oleh para peneliti sebelumnya. Dalam penelitian berjudul *Designing of An Intelligent Temperature-Cum-Humidity Monitoring Device* merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring jarak jauh menggunakan sensor DHT11 dengan GSM sebagai telemetrinya (Ripunjay Chachan, 2014). Penelitian dengan judul *Real Time Remote Temperature & Humidity Monitoring Using Arduino and Xbee S2* membuat sistem pemantau suhu dan kelembaban menggunakan mikrokontroler arduino, Xbee S2, sensor DHT11 dan PC (Kale and Kulkarni, 2016). Penelitian berjudul *Temperature and Humidity Monitoring System Based on GSM Module* membuat sistem pemantauan suhu dan kelembaban dari jarak jauh berbasis jaringan seluler GSM (Wang, 2014). Penelitian berjudul *Mobile based Home Automation using Internet of Things (IoT)* membahas tentang IoT dan penggunaannya dalam sistem smart home menggunakan *Bluetooth* dan Ethernet (Mandula et al., 2015). Penelitian berjudul *Perancangan Context Aware Smart Home dengan Menggunakan Internet of Things (IoT)* menawarkan konsep penggabungan dua sistem pada smart home sebagai *remote acces dan home automation* (Setiawan, 2016). Pada penelitian ini akan mengusulkan konsep pemantauan dan pengendalian beban listrik dengan koneksi internet menggunakan modul wifi dan penyedia layanan IoT cayenne.mydevices.com. Konsep ini akan menawarkan sistem pemantauan dan pengendalian beban listrik berbasis internet yang dapat diakses melalui perangkat komputer dan dapat diakses secara bergerak (*mobile*) melalui perangkat Android *smartphones*.

Internet of Things (IoT)

Istilah *Internet of Things (IoT)* awalnya dikenalkan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999. IoT dapat dijelaskan sebagai 1 set *things* yang saling terkoneksi melalui internet. *Things* dapat berupa *tags*, sensor, manusia, *actuator* dan lain sebagainya. IoT berfungsi mengumpulkan data dan informasi dari lingkungan fisik (*environment*), data-data ini kemudian akan diproses agar dapat dipahami maknanya. IoT merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari sebuah konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus. Adapun kemampuannya antara lain berbagi data, *remote control*, dan sebagainya, termasuk juga pada benda di dunia nyata. Ilustrasi *Internet of Things (IoT)* ditunjukkan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Ilustrasi *Internet of Things (IoT)*
Sumber: <http://www.1to1media.com/data-privacy/ftc-leaves-internet-things-enforcement-door-open>

IoT yang mempunyai kemampuan saling berkomunikasi ini dapat diterapkan di segala bidang. Pada bidang kesehatan (Lopez dalam Setiawan, 2016), sensor IoT dapat digunakan untuk memonitor kondisi pasien, sehingga kondisi pasien tetap terpantau selama 24 jam. Di bidang pertanian, IoT dapat digunakan sebagai sensor untuk memonitor kondisi tanah, suhu dan kelembapan yang penting bagi tanaman. Pada bidang *smart building*, IoT dapat digunakan untuk memonitor penggunaan listrik tiap gedung (Chen dalam Setiawan, 2016). Selain itu IoT juga dapat digunakan di bidang sistem otomasi, transportasi, *smart grid* dan lainnya.

Beban Listrik

Beban listrik adalah sesuatu yang harus dipikul oleh pembangkit listrik. Dalam kehidupan sehari-hari beban listrik digambarkan sebagai segala bentuk peralatan listrik yang menggunakan daya

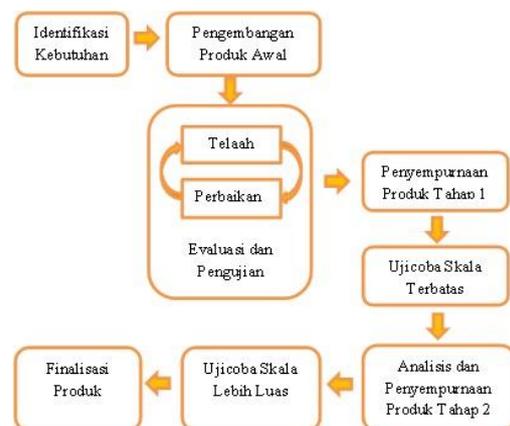
listrik agar bisa berfungsi (Purnomo, 2017). Pada keseluruhan sistem, total daya merupakan jumlah semua daya aktif dan reaktif yang dipakai oleh peralatan yang menggunakan energi listrik. Jadi dalam penggunaan beban listrik, total beban listrik adalah total semua daya yang dikonsumsi oleh peralatan listrik yang aktif. Peralatan listrik tidak menggunakan energi listrik apabila peralatan listrik tersebut dalam kondisi mati.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *Research and Development (RnD)*. Pendekatan pada penelitian ini mengadopsi model Borg & Gall yang terdiri atas 8 langkah (Sugiyono, 2013). Penelitian ini mempelajari alat dan sistem pengendalian jarak jauh yang sudah ada pada penelitian sebelumnya. Kemudian mengembangkan dan membuat konsep baru dengan menerapkannya pada sistem pemantauan dan pengendalian beban listrik dengan mengamati besarnya arus listrik. Konsep pemantauan dan pengendalian jarak jauh yang dibuat pada penelitian ini memanfaatkan koneksi jaringan internet. Tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan terdiri atas 8 langkah yaitu:

1. Identifikasi kebutuhan
2. Pengembangan produk awal
3. Evaluasi dan pengujian secara internal
4. Revisi atau penyempurnaan produk tahap pertama
5. Validasi terhadap produk awal melalui kegiatan ujicoba skala terbatas
6. Revisi dan penyempurnaan produk tahap kedua
7. Ujicoba dengan skala lebih luas
8. Finalisasi produk

Tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan dijelaskan seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Tahapan-tahapan Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan (STTKD) Yogyakarta yang beralamat di Jl. Parangtritis Km 4,5 Bantul, DIY. Peubah yang diamati pada penelitian ini adalah kinerja prototipe sistem pemantauan dan pengendalian beban listrik berbasis *Internet of Things (IoT)* dan data arus yang ditampilkan pada alat maupun pada sistem IoT menggunakan aplikasi Cayenne.

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini adalah dengan cara melakukan studi literatur dan observasi. Studi literatur dilakukan untuk mengumpulkan data mengenai alat dan desain sistem pengendalian jarak jauh yang sudah ada atau diteliti pada penelitian sebelumnya. Observasi dilakukan untuk mengamati hasil ujicoba unjuk kerja prototipe yang telah dibuat dan data arus yang ditampilkan.

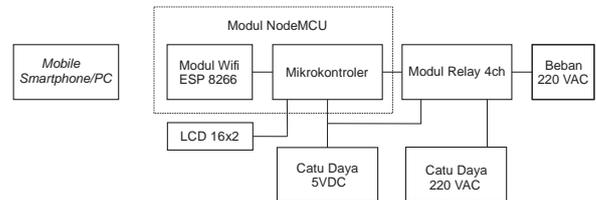
Teknik analisis data menggunakan analisis statistik deskriptif. Analisis statistik deskriptif adalah statistik yang digunakan untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum atau generalisasi. Analisis ini hanya berupa akumulasi data dasar dalam bentuk deskripsi semata dalam arti tidak mencari atau menerangkan saling hubungan, menguji hipotesis, membuat ramalan, atau melakukan penarikan kesimpulan (Sugiyono, 2013).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Desain Sistem Pemantauan dan Pengendalian Beban Listrik Berbasis *Internet of Things (IoT)*

Desain sistem pemantauan dan pengendalian beban listrik berbasis *Internet of Things (IoT)* dibagi dalam dua bagian, yaitu desain *hardware* dan *software*. Desain *hardware* berupa perangkat elektronik yang terdiri atas lima bagian utama, yaitu mikrokontroler, modul wifi, modul relay, *Liquid Crystal Display (LCD)* dan catu daya. Pada penelitian ini desain sistem dirancang untuk memantau dan mengendalikan 4 buah beban listrik dengan tegangan kerja 220 VAC. Desain *software* berupa perangkat aplikasi yang dipasang pada *Smartphone* dan *Personal Computer (PC)* atau laptop. *Software* aplikasi yang digunakan pada penelitian ini menggunakan *platform* yang disediakan oleh Cayenne mydevices. Sistem pemantauan dan pengendalian keempat beban dapat dilakukan melalui aplikasi Cayenne yang dijalankan

pada *smartphone* maupun *Personal Computer (PC)* yang terhubung dengan jaringan internet. Diagram blok sistem dan gambar desain sistem pemantauan dan pengendalian beban listrik berbasis *Internet of Things (IoT)* ditunjukkan seperti pada Gambar 3 dan Gambar 4.



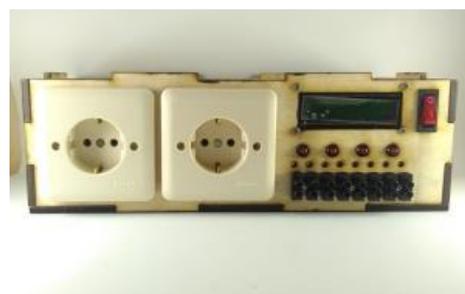
Gambar 3. Diagram Blok Sistem Pemantauan dan Pengendalian Beban Listrik Berbasis *Internet of Things (IoT)*



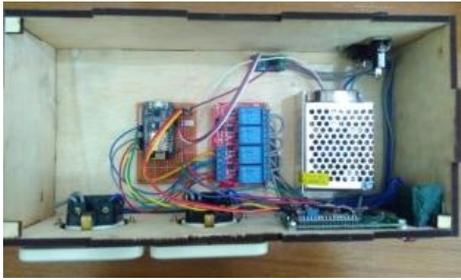
Gambar 4. Desain Sistem Pemantauan dan Pengendalian Beban Listrik Berbasis *Internet of Things (IoT)*

Implementasi Desain Sistem Pemantauan dan Pengendalian Beban Listrik Berbasis *Internet of Things (IoT)*

Implementasi desain sistem pemantauan dan pengendalian beban listrik berbasis *Internet of Things (IoT)* dibagi dalam dua bagian, yaitu implementasi desain *hardware* dan *software*. Implementasi desain *hardware* dibuat dalam bentuk prototipe sistem pengendali untuk 4 (empat) beban listrik dengan tegangan 220 VAC. Hasil implementasi desain *hardware* ditunjukkan seperti pada Gambar 5.

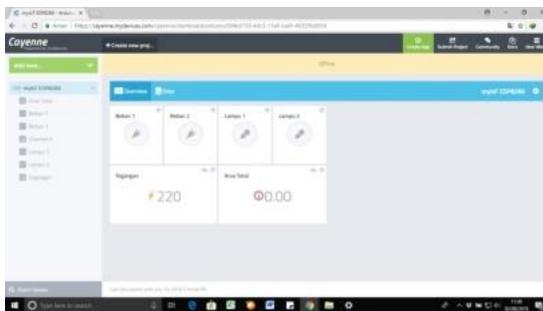


(a) Bagian Panel Luar



(b) Bagian Dalam
Gambar 5. Hasil Implementasi Desain
Hardware Aplikasi Sistem Pemantauan dan
Pengendalian Beban Listrik Berbasis *Internet
of Things (IoT)*

Sedangkan implementasi desain *software* aplikasi dibuat dengan *platform* Cayenne mydevices dengan tampilan 4 (empat) buah *button* beban, tampilan tegangan dan arus. Hasil implementasi desain *software* ditunjukkan seperti pada Gambar 6.



(a) Tampilan pada Aplikasi
Komputer/Laptop



(b) Tampilan pada Aplikasi Android
Smartphone

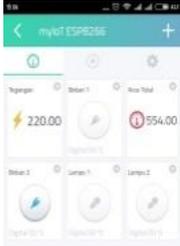
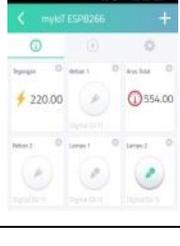
Gambar 6. Hasil Implementasi Desain
Software Aplikasi Sistem Pemantauan dan
Pengendalian Beban Listrik Berbasis *Internet
of Things (IoT)*

Unjuk Kerja Sistem Pemantauan dan Pengendalian Beban Listrik Berbasis *Internet of Things (IoT)*

Unjuk kerja sistem dapat diketahui dengan cara melakukan uji kinerja. Uji kinerja dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang telah diimplementasikan dapat berfungsi sesuai dengan rancangannya. Pengujian dilakukan dengan cara melihat kesesuaian antara konsep rancangan dengan fungsi kerja alat hasil implementasi pada prototipe alat. Hasil pengujian unjuk kerja sistem ditunjukkan seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Unjuk Kerja Sistem Pemantauan dan Pengendalian Beban Listrik Berbasis *Internet of Things (IoT)*

No	Tampilan pada Aplikasi	Tampilan pada Alat	Kondisi Beban	Arus Terbaca (mA)	Keterangan
1			B 1 = Off B 2 = Off L 1 = Off L 2 = Off	550	Sistem bekerja sesuai rencana
2			B 1 = On B 2 = Off L 1 = Off L 2 = Off	552	Sistem bekerja sesuai rencana

3			B 1 = Off B 2 = On L 1= Off L 2= Off	550	Sistem bekerja sesuai rencana
4			B 1 = Off B 2 = Off L 1= On L 2= Off	549	Sistem bekerja sesuai rencana
5			B 1 = Off B 2 = Off L 1= Off L 2= On	554	Sistem bekerja sesuai rencana

Data hasil pengujian unjuk kerja menunjukkan hasil bahwa implementasi alat dalam bentuk prototipe sudah sesuai dengan konsep rancangan. Sistem yang dibuat dapat memantau kondisi beban listrik dan besarnya arus listrik yang mengalir. Besarnya arus listrik antara tampilan pada perangkat dengan tampilan pada aplikasi Cayenne sudah sesuai. Sistem juga dapat melakukan pengendalian beban dengan baik selama terkoneksi dengan internet. Hasil pemantauan dan pengendalian dapat dilakukan melalui aplikasi Cayenne pada perangkat komputer atau laptop maupun Android *smartphone* yang terhubung internet. Adapun pemantauan dan pengendalian tidak dapat berfungsi jika perangkat tidak terhubung dengan layanan internet. Sehingga perangkat sistem pemantauan dan pengendalian beban listrik berbasis *Internet of Things (IoT)* sangat bergantung pada koneksi internet. Jika tidak tersedia koneksi internet maka sistem tidak berfungsi.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa desain sistem pemantauan dan pengendalian beban listrik berbasis *Internet of Things (IoT)* dibagi dalam dua bagian, yaitu desain *hardware* dan *software*. Desain *hardware*

berupa perangkat elektronik yang terdiri atas lima bagian utama, yaitu mikrokontroler, modul wifi, modul relay, *Liquid Crystal Display (LCD)* dan catu daya. Implementasi desain sistem pemantauan dan pengendalian beban listrik berbasis *Internet of Things (IoT)* dibagi dalam dua bagian, yaitu implementasi desain *hardware* dan *software*. Implementasi desain *hardware* dibuat dalam bentuk prototipe sistem pengendali untuk 4 (empat) beban listrik dengan tegangan 220 VAC. Hasil pengujian unjuk kerja sistem menunjukkan hasil bahwa implementasi alat dalam bentuk prototipe sudah sesuai dengan konsep rancangan. Sistem yang dibuat dapat memantau kondisi beban listrik dan besarnya arus listrik yang mengalir. Besarnya arus listrik antara tampilan pada perangkat dengan tampilan pada aplikasi Cayenne sudah sesuai.

Oleh karena sistem pemantauan dan pengendalian ini menggunakan koneksi internet maka kinerja sistem ini bergantung pada ketersediaan koneksi internet. Kecepatan kinerja sistem ini juga dipengaruhi oleh kualitas koneksi internet yang ada. Akan tetapi hubungan antara kualitas koneksi internet terhadap kecepatan kinerja sistem belum diteliti pada penelitian ini. Sistem pemantauan juga masih terbatas pada pemantauan besarnya arus listrik yang mengalir pada beban. Pada penelitian selanjutnya dapat mengembangkan

sistem pemantauan dengan menambah data daya yang digunakan oleh beban listrik dan juga tingkat keakuratan data yang ditampilkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat (DRPM) Kementerian Riset dan Pendidikan Tinggi (Ristekdikti) yang telah memberikan dukungan dana pada penelitian ini. Terimakasih juga kepada Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan (STTKD) Yogyakarta atas izin dan dukungan yang diberikan pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Kale, V. S. and Kulkarni, R. D. (2016) 'Real Time Remote Temperature & Humidity Monitoring Using Arduino and Xbee S2', 4(6), pp. 175–179. doi: 10.17148/IJIREEICE.2016.4640.
- Mandula, K. *et al.* (2015) 'Mobile based Home Automation using Internet of Things(IoT)', *International Conference on Control, Instrumentation, Communication and Computational Technologies (ICCICCT)*, pp. 340–343.
- Prasetyo, E. E. (2017) 'Aplikasi Internet of Things (IoT) untuk Pemantauan dan Pengendalian Beban Listrik di Ruangan', *Jurnal Teknik STTKD*, 4(2).
- Purnomo, E. (2017) *Pengertian Beban Listrik*. Available at: <http://www.nulis-ilmu.com/2015/05/pengertian-beban-listrik.html> (Accessed: 24 January 2017).
- Ripunjay Chachan (Bio Medical Engineering) (2014) *Designing of an Intelligent Temperature-Cum-Humidity a Thesis Submitted in Partial Fulfillment, Thesis*.
- Setiawan, A. (2016) 'Perancangan Context-Aware Smart Home Dengan Menggunakan Internet of Things', *Sentika 2016*, 2016, pp. 456–459.
- Solopos (2017) *Kenaikan Tarif Dasar Listrik*. Available at: <http://www.solopos.com/2016/05/01/tarif-listrik-mei-2016-naik-ini-perinciannya-715544> (Accessed: 17 January 2017).
- Sugiyono (2013) *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Wang, X. (2014) 'Temperature and Humidity Monitoring System Based on GSM Module', *International Journal of Computer, Consumer and Control (IJ3C)*, 3(1), pp. 41–49.

PERANCANGAN APLIKASI SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENENTUAN BEASISWA DENGAN METODE *FACTOR RATING* : STUDI KASUS BEASISWA KOPERTIS

Amelia Fahmawati Subiyanto¹, Nisrina Fathnin², Rizky Alif Oktaviani Hariyono Putri³,
Rayinda Pramuditya Soesanto⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

amelafs@telkomuniversity.ac.id¹, nisrinafathnin@telkomuniversity.ac.id²,
rizkyalif@telkomuniversity.ac.id³, raysoesanto@telkomuniversity.ac.id⁴

ABSTRACT

The scholarship is a form of giving material support with some purpose to provide relief in payment of tuition fees for a less fortunate person. Telkom University as a high- level educational institution plays an important role to reinforce the learning process for their students so they need to support in the form of scholarships for students who are underprivileged or even for students who have more achievement as a form of appreciation. In this study the authors want to create a web- based information system to facilitate the registration of scholarships and decision support systems in determining the right scholarship recipient by using factor rating method with the limitation of Kopertis Scholarship (internal scholarship) Telkom University as a case study. Factor rating is the method that determines a list of relevant factors such as GPA (Graphics Performance Accelerator), achievements, and their parent's salary. The design of the decision support system of the determination of the scholarship has been made to provide a recommendation decision in a list of students who deserve a scholarship in accordance with the existing requirements, by giving the results of the sequence of their ranking that has the highest weight.

Keywords: *decision support system, web based information system, factor rating, scholarship*

INTISARI

Beasiswa merupakan bentuk pemberian materi yang tujuannya adalah untuk memberi keringanan dalam pembayaran biaya perkuliahan bagi seseorang yang kurang mampu. Universitas Telkom selaku lembaga pendidikan tingkat tinggi memegang peran penting terhadap kelancaran proses belajar mengajar bagi mahasiswanya sehingga perlu adanya bantuan berupa beasiswa bagi mahasiswanya yang kurang mampu atau bahkan bagi mahasiswanya yang memiliki prestasi lebih sebagai suatu bentuk apresiasi. Pada penelitian ini penulis ingin membuat suatu sistem informasi berbasis web untuk mempermudah pendaftaran beasiswa dan sistem pendukung keputusan dalam menentukan penerima beasiswa yang tepat dengan menggunakan metode factor rating dengan batasan Beasiswa Kopertis (beasiswa internal) Universitas Telkom sebagai studi kasus yang diteliti. Factor rating merupakan metode yang menentukan sebuah daftar berisi faktor-faktor yang relevan seperti IPK (indeks prestasi kumulatif), prestasi, dan gaji orang tua. Perancangan sistem pendukung keputusan penentuan beasiswa dengan sudah dibuat memberikan sebuah rekomendasi keputusan mengenai daftar mahasiswa yang layak mendapatkan beasiswa sesuai dengan persyaratan yang ada, dengan memberikan hasil urutan sesuai dengan ranking yakni yang memiliki bobot paling tinggi.

Kata kunci: sistem pendukung keputusan, sistem informasi berbasis web, factor rating, beasiswa.

PENDAHULUAN

Beasiswa merupakan bentuk pemberian materi yang tujuannya adalah untuk memberi keringanan dalam pembayaran biaya perkuliahan bagi mahasiswa yang kurang mampu. Universitas Telkom adalah sebuah perguruan tinggi swasta yang memiliki banyak bidang pengajaran seperti misalnya teknik

industri dan sistem informasi dibawah naungan Fakultas Rekayasa Industri (FRI) yang berdiri sejak tahun 2013 (University, 2015). Universitas Telkom menyediakan berbagai macam beasiswa bagi mahasiswanya. Beasiswa yang diberikan tersebut dapat berasal dari luar universitas (eksternal) seperti beasiswa dari perusahaan tertentu maupun

dari dalam universitas (internal) seperti Beasiswa Koopertis, Beasiswa Prestasi, dan lain sebagainya. Untuk meringankan biaya perkuliahan bagi mahasiswanya, universitas memiliki kebijakan yaitu mengadakan program pemberian beasiswa bagi mahasiswa yang kurang mampu maupun yang berprestasi sebagai suatu bentuk apresiasi dimana setiap calon penerimanya diharapkan untuk memenuhi persyaratan yang sudah ditetapkan. Pada penelitian kali ini penulis memilih Beasiswa Kopertis sebagai studi kasus sekaligus menjadikan sebagai batasannya.

Dalam seleksi pemilihan penerima beasiswa diperlukan sebuah sistem pendukung keputusan yang dapat membantu dalam menentukan pihak penerima beasiswa tersebut, sehingga memperoleh hasil yang efektif dan efisien. Dalam perancangan aplikasi sistem pendukung keputusan dibutuhkan sebuah metode yang digunakan untuk melakukan perhitungan nilai dan nilai kriteria yang dimiliki oleh setiap mahasiswa. Salah satu metode yang dapat diterapkan pada penelitian ini dalam melakukan perhitungan sistem pendukung keputusan yaitu dengan metode Factor Rating. Factor Rating merupakan suatu metode dengan pendekatan umum yang berguna untuk mengevaluasi dan membandingkan berbagai alternatif yang ada.

Metode Factor Rating adalah metode yang menentukan sebuah daftar berisi faktor-faktor yang relevan dimana dalam kasus ini adalah pemilihan mahasiswa sebagai penerima beasiswa, dimana faktor-faktor yang penting seperti IPK (indeks prestasi kumulatif), prestasi, dan gaji orang tua dibandingkan dengan bobot yang ada sehingga terpilih rekomendasi mahasiswa mana yang berhak mendapatkan Beasiswa Kopertis yakni yang memiliki bobot paling tinggi sejumlah penerima beasiswa tersebut. Sistem pendukung keputusan ini akan memberikan output berupa rekomendasi beberapa mahasiswa yang memenuhi kriteria yang ditentukan sehingga mahasiswa tersebut dinyatakan berhak untuk menerima beasiswa.

STUDI PUSTAKA

Penelitian terdahulu yang digunakan sebagai acuan berjudul Pendukung Keputusan Penentuan Penerima Beasiswa Menggunakan Metode Smart (Nurhasanah, 2017). Pada bagian ini akan dijelaskan tentang sistem pendukung keputusan serta metode yang digunakan secara lebih lanjut.

a. Sistem Pendukung Keputusan

Sistem pendukung keputusan (SPK) merupakan suatu sistem berbasis komputer interaktif, yang dapat membantu para pengambil keputusan dengan menggunakan berbagai data maupun model dalam memecahkan masalah yang tidak terstruktur maupun dan semi terstruktur (Safitri & Supriyadi, 2015; Erfaim & dkk, 2005). SPK dirancang untuk menunjang seluruh tahapan dalam pembuat keputusan yang dinilai mulai dari tahap mengidentifikasi masalah, memilih data relevan, menentukan pendekatan yang digunakan, hingga pada kegiatan mengevaluasi pemilihan alternatif. SPK terdiri dari tiga komponen utama sebagai berikut (Suryad & Ramdhani, 1998):

- 1) Subsistem data (database), merupakan komponen yang memiliki peran sebagai penyedia data bagi sistem. Data yang dimaksud digunakan untuk disimpan dalam suatu pangkalan data.
- 2) Subsistem model (model base), merupakan fasilitas tertentu yang bertugas sebagai pengelola berbagai model yang disebut dengan pangkalan model (model base).
- 3) Subsistem dialog (user system interface), memiliki fasilitas yang mampu mengintegrasikan sistem dengan pengguna secara interaktif. Fasilitas atau subsistem ini dikenal sebagai subsistem dialog. Melalui subsistem ini sistem diartikulasikan dan diimplementasikan sehingga pengguna dapat berkomunikasi dengan sistem yang dirancang.

b. Metode Factor Rating

Metode Pemeringkat Faktor merupakan suatu metode penentuan yang dilakukan dengan cara memberi nilai atau skor pada setiap faktor primer maupun sekunder dari setiap alternatif yang ada. Nilai (skor) tersebut dapat berupa angka dari nol sampai dengan 100 (seratus). Apabila faktor primer ataupun sekunder yang terdapat pada alternatif dianggap tersedia dengan kondisi yang sangat memuaskan, maka diberi nilai 100 (seratus). Sebaliknya, apabila faktor primer maupun

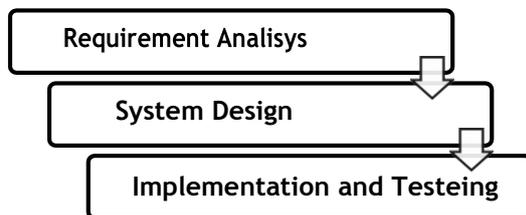
faktor sekunder tersebut tidak tersedia di lokasi tersebut, maka diberi nilai nol (Yusman, 2018). Metode ini memiliki enam langkah dengan urutan sebagai berikut (Heizer & Render, 2008):

- 1) Menentukan kriteria atau faktor yang akan digunakan dalam penelitian.
- 2) Menentukan skala dan bobot untuk masing-masing kriteria atau faktor.
- 3) Menentukan nilai setiap alternatif lokasi untuk setiap kriteria.
- 4) Kalikan nilai yang diperoleh dengan bobot setiap faktor dan jumlahkan nilai total untuk masing-masing alternatif lokasi.
- 5) Membuat rekomendasi berdasarkan nilai tertimbang yang terbesar.

Alternatif yang nantinya dipilih merupakan alternatif yang memiliki jumlah nilai atau skor yang paling tinggi (untuk faktor keunggulan) dibandingkan dengan jumlah nilai (skor) yang dicapai alternatif-alternatif lainnya.

c. Model waterfall

Model waterfall dicetuskan pada tahun 1970 sebagai contoh metodologi pengembangan perangkat lunak yang tidak bekerja secara baik (Safitri & Supriyadi, 2015). Model ini merupakan suatu model sekuensial, sehingga penyelesaian satu set kegiatan menyebabkan dimulainya aktivitas berikutnya. Metode ini disebut dengan waterfall karena proses mengalir secara sistematis dari satu tahap ke tahap lainnya dalam hal ini dari awal hingga akhir (mode ke bawah) (Dwipranata & dkk, 2015). Tahapan dalam metode waterfall pada penelitian ini adalah sebagai berikut.



Gambar 1 Model Waterfall

- 1) Analisis Persyaratan, dimana seluruh kebutuhan software harus bisa didapatkan dalam fase ini, termasuk didalamnya kegunaan software yang diharapkan pengguna dan batasan software. Informasi ini biasanya dapat diperoleh melalui wawancara, survey atau diskusi. Informasi tersebut dianalisis untuk mendapatkan dokumentasi kebutuhan pengguna untuk digunakan pada tahap selanjutnya.
- 2) Desain Sistem, dilakukan sebelum melakukan pemrograman. Tahap ini

bertujuan untuk memberikan gambaran apa yang seharusnya dikerjakan dan bagaimana tampilannya. Tahap ini membantu dalam menspesifikasikan kebutuhan hardware dan sistem serta mendefinisikan arsitektur sistem secara keseluruhan.

- 3) Implementasi dan Testing, saatnya dilakukan pemrograman dan pengujian terhadap software. Pembuatan software dipecah menjadi modul-modul kecil yang nantinya akan digabungkan dalam tahap berikutnya. Selain itu dalam tahap ini juga dilakukan pemeriksaan terhadap modul yang dibuat, apakah sudah memenuhi fungsi yang diinginkan atau belum (analisis fungsional). Tahap testing ini dilakukan untuk mengetahui apakah software yang dibuat telah sesuai dengan desainnya dan masih terdapat kesalahan atau tidak.

PEMBAHASAN

Metodologi yang digunakan dalam pengembangan aplikasi sistem informasi geografis berbasis web ini adalah dengan model waterfall dan metode factor rating dengan penjelasan sebagai berikut.

a. Model Waterfall

Pada penelitian ini, menurut tahap dalam metode waterfall memiliki penjelasan seperti di bawah ini.

- 1) Analisis Kebutuhan Software: Notepad++, xampp
Database: MySQL
Bahasa Pemrograman: HTML, CSS, PHP
- 2) Desain Sistem

Sistem yang akan dibuat memiliki dua tampilan yang diperuntukkan user yang berbeda yaitu untuk admin dan mahasiswa. Admin sebagai user yang menjalankan aplikasi sistem pendukung keputusan dengan perhitungan metode factor rating pada alternatif pilihan yang ada yakni mahasiswa pendaftar beasiswa tersebut yang datanya telah tersimpan pada database. Sedangkan mahasiswa sebagai user pencari beasiswa pada sistem informasi berbasis web dapat melihat tampilan mulai dari home, informasi beasiswa, registrasi beasiswa, dan pengumuman beasiswa.

- 3) Implementasi dan testing

Bahasa pemrograman yang digunakan untuk membuat system pendukung keputusan ini diantaranya adalah HTML, CSS, dan PHP. Setelah implementasi dengan pembuatan program telah selesai maka dilakukan testing atau pengujian aplikasi sistem pendukung keputusan. Pengujian akan dilakukan oleh user terkait yaitu admin Beasiswa Kopertis. Pengujian dilakukan dengan memasukkan seluruh nama calon penerima beasiswa sebagai alternatif dengan beberapa kriteria serta parameter sebagai suatu faktor yang telah ditentukan, apakah sudah memenuhi fungsi yang diinginkan atau belum yang merupakan analisa fungsional.

b. Metode Factor Rating

Metode inilah yang digunakan dalam perhitungan untuk penentuan penerima beasiswa. Adapun tahapan yang dilakukan pada penelitian ini sebagai berikut:

- 1) Menyusun daftar yang berisi faktor-faktor yang berkaitan seperti IPK, prestasi, dan gaji orang tua.
- 2) Memberikan bobot untuk setiap faktor yang total bobotnya 1 atau 100% dari seluruh bobot faktor. Bobot tersebut mencerminkan tingkat kepentingan yang sesuai dengan tujuan user.
- 3) Menetapkan nilai untuk setiap faktor
- 4) Prestasi berdasarkan jenis dan tingkatan yang diraih sesuai dengan yang telah ditentukan atau disusun sebelumnya.
- 5) Melakukan normalisasi dengan cara mengalikan bobot yang diberikan dengan nilai pada pada masing-masing faktor, yang hasil kalinya dapat disebut sebagai skor.

Seluruh tahapan yang ada merupakan tahapan yang dilakukan dalam sistem yang diterjemahkan ke dalam bahasa pemrograman yang digunakan. Hasil yang didapatkan setelah system perhitungan berjalan merupakan hasil penilaian dengan beberapa urutan skor terbesar sebagai rekomendasi alternatif hasil yang dipilih.

Dalam melakukan pencarian hasil dan analisa, dapat dilakukan dengan menentukan poin-poin sebagai berikut.

a. Analisis Kebutuhan

- 1) Identifikasi masalah

Dalam seleksi pemilihan penerima beasiswa diperlukan sebuah sistem pendukung keputusan yang akan membantu dalam menentukan pihak penerima beasiswa tersebut, sehingga memperoleh hasil yang efektif dan efisien.

2) Kebutuhan data

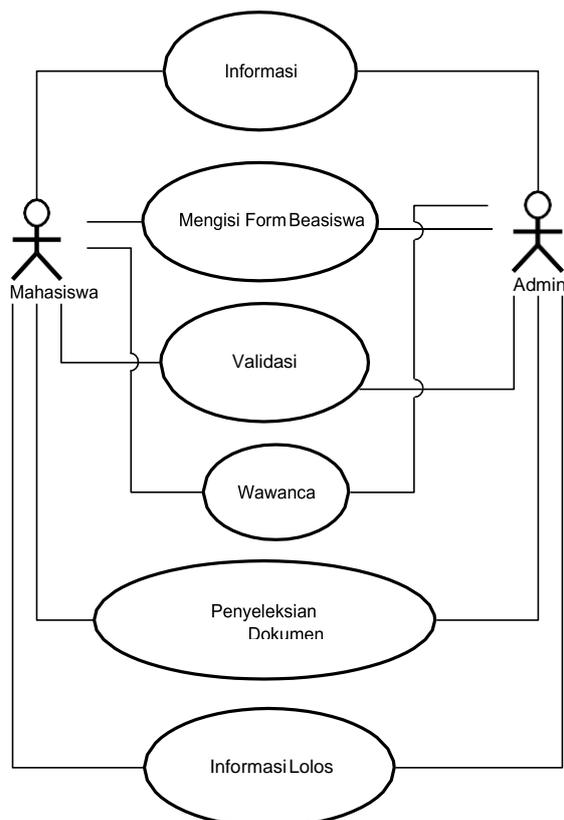
Data yang diperlukan dalam desain sistem pendukung adalah bobot faktor rating dan bobot penilaian masing-masing kriteria yang didapat dari hasil wawancara. Kriteria yang digunakan adalah IPK (indeks prestasi kumulatif), prestasi tingkat internasional, prestasi tingkat nasional, prestasi tingkat provinsi, prestasi tingkat kota, dan gaji orang tua.

3) Kebutuhan Fungsional

Registrasi calon penerima beasiswa, pengolahan data calon penerima beasiswa, tampilan data calon penerima beasiswa, dan tampilan perangkingan calon penerima beasiswa.

b. Desain Sistem

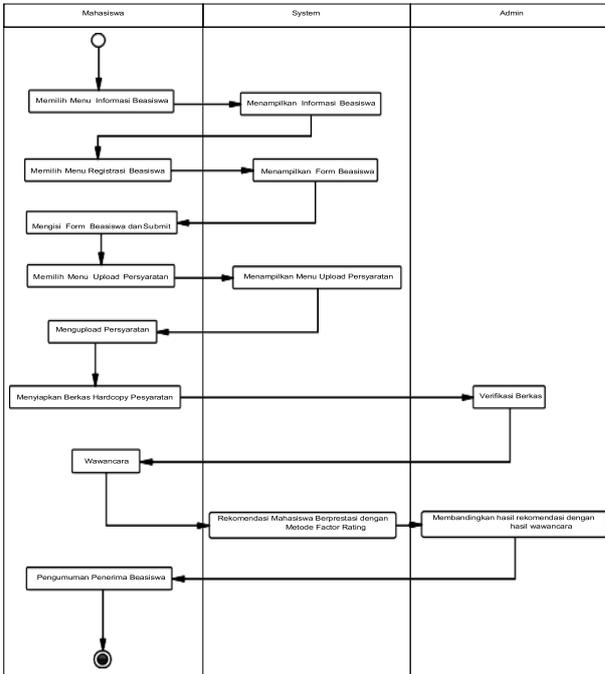
1) Use Case Diagram



Gambar 2 Usecase Diagram

Dari diagram usecase diatas, terdapat aktor admin dan mahasiswa. Terdapat usecase informasi beasiswa, mengisi form beasiswa, validasi pembayaran, wawancara, penyeleksian dokumen persyaratan, dan informasi lolos beasiswa.

2) Activity Diagram



Gambar 3 Activity Diagram

Diagram di atas menunjukkan activity diagram. Aktivitas awal adalah mahasiswa memilih menu informasi beasiswa lalu sistem akan merespon berupa menampilkan informasi beasiswa. Setelah itu, mahasiswa memilih registrasi mahasiswa, kemudian sistem akan merespon berupa menampilkan form beasiswa. Lalu mahasiswa mengisi form beasiswa dan submit. Setelah itu, mahasiswa memilih menu upload persyaratan dan sistem akan merespon berupa menampilkan menu upload persyaratan dan mahasiswa melakukan upload persyaratan. Setelah itu, mahasiswa menyiapkan berkas hardcopy persyaratan untuk diserahkan ke bagian admin. Admin melakukan verifikasi berkas dan memanggil mahasiswa untuk diwawancarai. Sistem mnegolah data dengan metode faktor rating sehingga memunculkan daftar rekomendasi mahasiswa penerima beasiswa. Lalu admin membandingkan hasil

rekomendasi dengan hasil wawancara. Setelah itu, admin mengirimkan poster daftar penerima beasiswa.

3) Desain Halaman

Berikut adalah tampilan desain gambar website dan tampilan admin.



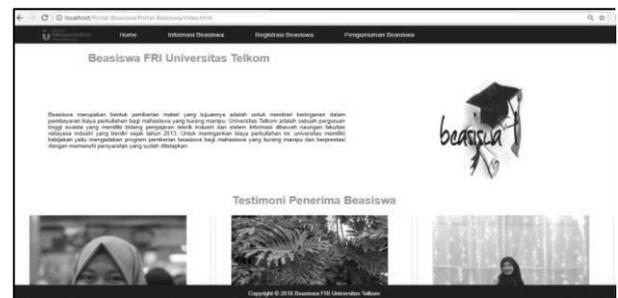
Gambar 4 Menu pada Tampilan Home untuk Mahasiswa sebagai User



Gambar 5 Menu pada Tampilan Home untuk Admin sebagai User

c. Implementasi dan Testing

Dalam tahap ini setelah dilakukan pemrograman web yang menampilkan hasil seperti di bawah ini.



Gambar 6 Tampilan Menu Home



Gambar 7 Lanjutan Tampilan Menu Home



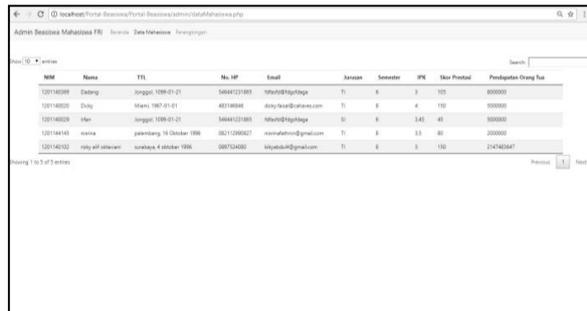
Gambar 8 Tampilan Menu Informasi Beasiswa



Gambar 12 Tampilan Home untuk Admin



Gambar 9 Tampilan Sub-Menu Isi Form Pendaftaran pada Menu Registrasi Beasiswa



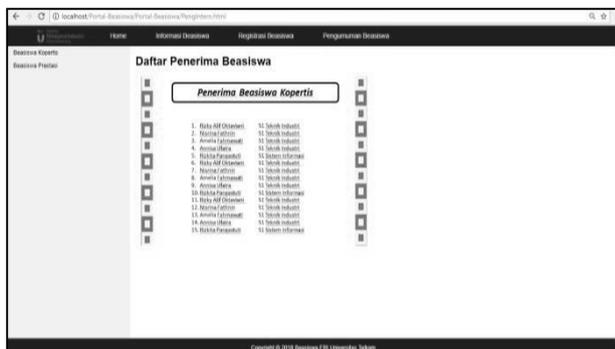
Gambar 13 Tampilan Data Mahasiswa Pendaftar Beasiswa



Gambar 10 Tampilan Sub-Menu Upload Persyaratan pada Menu Registrasi Beasiswa



Gambar 14 Tampilan Output Perangkingan dengan Metode Factor Rating



Gambar 11 Tampilan Menu Pengumuman Beasiswa berupa Poster

KESIMPULAN

Perancangan sistem pendukung keputusan penentuan beasiswa dengan metode factor rating yang sudah dirancang dalam penelitian ini bertujuan untuk membantu kemahasiswaan Universitas Telkom dalam mengambil keputusan yaitu siapa saja mahasiswa yang layak mendapatkan beasiswa. Selain menyeleksi mahasiswa calon penerima beasiswa, pada tahap pengembangan nantinya dapat juga menjadi

sarana informasi bagi mahasiswa terkait beasiswa yang sedang atau yang akan diadakan dari internal maupun eksternal Universitas Telkom. Aplikasi yang sudah dirancang memiliki fitur diantaranya, yaitu:

- 1) Informasi beasiswa yang dimasukkan oleh admin dan dapat dilihat oleh mahasiswa.
- 2) Registrasi beasiswa terdapat dua macam yaitu form pendaftaran beasiswa dan upload berkas dimana dilakukan oleh mahasiswa untuk mengisi biodata diri dan mengupload berkas persyaratan beasiswa.
- 3) Informasi data mahasiswa yang hanya dapat diakses oleh admin berupa data registrasi mahasiswa yang sudah terdaftar.
- 4) Daftar ranking mahasiswa calon penerima beasiswa yang hanya dapat diakses oleh admin, dimana daftar tersebut menjadi pembantu user untuk menetapkan mahasiswa mana saja yang berhak mendapatkan beasiswa setelah nantinya dilakukan wawancara.
- 5) Pengumuman daftar mahasiswa penerima beasiswa yang dapat dilihat oleh mahasiswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Dwipranata, D., & dkk. (2015). Perancangan Dan Implementasi Sistem Informasi Geografis Berbasis Web Produktivitas Lahan Perkebunan PT Cahya Vidi Abadi Unit Kebun Cahya Selatan. *Jurnal Informatika Universitas Bina Darma*.
- Erfaim, T., & dkk. (2005). *Decision Support System and Intelligent System*. Yogyakarta: Andi.
- Heizer, J., & Render, B. (2008). *Operation Management 9th Edition*. Jakarta: Salemba Empat.
- Nurhasanah. (2017). Pendukung Keputusan Penentuan Penerima Beasiswa Menggunakan Metode Smart. *Jurnal Sistem Pendukung Keputusan*, 60-66.
- Safitri, S. T., & Supriyadi, D. (2015). Rancang Bangun Sistem Informasi Praktek Kerja Lapangan Berbasis Web dengan Metode Waterfall. *Jurnal Infotel, Vol.7 No.1*.
- Suryad, K., & Ramdhani, M. A. (1998). *Sistem Pendukung Keputusan Suatu Wacana* *Jurnal Teknologi*, Volume 11, Nomor 1, Juni 2018 31 – 37

- Struktural Idealisasi dan Implementasi Konsep Pengambilan Keputusan*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- University, B. P. (2015). *Pedoman Pendidikan Telkom University*. Bandung: Telkom University.
- Yusman. (2018, Mei 18). *Studi Kelayakan Bisnis*. Retrieved from Universitas Mercu Buana: <http://pksm.mercubuana.ac.id>

DETEKTOR MASA KADALUWARSA PRODUK MENGGUNAKAN SMARTPHONE

Uminingsih, Nuniek Herawati, Miftah Nur Ikhsan
Jurusan Sistem Komputer
Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
e-mail: umy_bin@yahoo.com

INTISARI

Kegiatan belanja oleh masyarakat merupakan kebutuhan pokok setiap individu. Di masa modern saat ini produk makanan semakin banyak dijual di minimarket yang menyediakan segala keperluan masyarakat. Salah satu kendala pengawasan terhadap masa aktif kedaluwarsa setiap produk kurang diperhatikan karena berbagai hal. Diantaranya, kesulitan dalam menemukan tanggal kedaluwarsa pada kemasan atau cetakan tanggal telah hilang terhapus serta adanya produk palsu (produk sudah kadaluwarsa yang dikemas lagi dengan cap tanggal yang baru). Naskah ini menyampaikan tentang pembuatan aplikasi QR Expired yang dibangun menggunakan Android Studio. Aplikasi tersebut bertujuan melakukan proses scan dengan kamera smartphone terhadap kode QR pada kemasan produk yang berisi detail produk, khususnya menampilkan masa kedaluwarsa produk tersebut. Proses pengunduhan data dilakukan secara online dengan memanfaatkan akses internet. Hasil uji sistem yang telah diterapkan pada kemasan botol yang sedikit cembung dan kemasan plastik yang datar menunjukkan bahwa aplikasi dapat melakukan scan terhadap kode QR dengan baik. Jarak yang ideal untuk melakukan scan adalah antara 10 cm sampai dengan 17 cm. Kecerahan cahaya lampu yang cukup terang dengan bantuan lampu LED 10 watt.

Kata kunci: QR –Code, detektor, ponsel android, masa kedaluwarsa

ABSTRACT

Shopping is one of the individual's basic needs. In this modern era, there are a lot of minimarkets that provide all what people need. On the other hand, people pays less attention to the product's expired date because of some reasons. For example, the expired date print is gone or the difficulty to find out where the date print is. and the existance of fake product(Expired product which are parked again with a new data and stamp). This research was made to create an application QR Expired by using Android Studio. The application uses smartphone camera to do scanning process the QR code which contains product's detail, especially to indicate the expired date. The data can be downloaded through online with internet access. The test was applied on the slightly-convex bottle packaging and flat plastic packaging indicate that the application can do scanning QR code well. The ideal distance for scanning is around 10 cm to 17 cm. For the brightness is using LED lamp 10 watt.

Keywords: -Code QR, detector, android cellphone, expiration period

1. PENDAHULUAN

Masyarakat konsumen dalam membeli produk makanan sangat mengandalkan terhadap kode kadaluwarsa, artinya masyarakat merasa aman dan percaya bahwa produk tersebut dalam kondisi sehat untuk dimakan bila sebelum jatuh tempo tanggal kadaluwarsanya. Namun kondisi lapangan banyak perusahaan makanan yang kurang menghargai atas kepercayaan masyarakat terhadap produknya yaitu masih banyaknya ditemukan makanan kadaluwarsa yang dijual ke masyarakat umum. Selain itu ada pernah di temukan makanan sudah kadaluwarsa yang di kemas lagi dengan label tanggal kadaluwarsa yang terbaru. Hal ini sangat merugikan masyarakat pembeli karena dapat berdampak buruk bagi kesehatan manusia dan mungkin lingkungan. Salah satu penyebab dari permasalahan ini

adalah kurangnya fasilitas tenaga pengontrol yang secara rutin memonitor peredaran produk dagangannya dari perusahaan. Selain itu tidak tersedianya peralatan yang memungkinkan untuk membaca tanggal kadaluwarsa secara cepat dan akurat. Hal ini sangatlah dibutuhkan untuk efisien waktu terutama pada jangkauan pemasaran pada wilayah yang luas. Salah satu alat yang dapat digunakan dengan mudah untuk membaca data(huruf,angka, gambar) adalah kamera. Saat ini telah tercipta kamera praktis yang bersifat mobile(bisa dibawa kemana-mana dengan aman), yaitu kamera pada smartphone dan lagi dilengkapi dengan scanner.

Pada smart phone sekarang ini telah dilengkapi dengan fitur android studio, yang mana merupakan fasilitas bagi pengguna untuk dapat membuat aplikasi yang dapat

ditanamkan dalam smartphone tersebut. Hal ini sangat bermanfaat. Dalam hal ini aplikasi yang dipilih adalah pembuatan *Scanner QR Code* yang digunakan sebagai detektor masa kadaluarsa pada kemasan produk yang terbuat dari plastik.

1.1 Kode QR (QR Kode)

Kode QR atau biasa dikenal dengan istilah Kode Respon cepat (*Quick Response*) adalah suatu kode matriks atau kode batang dua dimensi yang dikembangkan oleh *Denso Wave*. Fungsi kode ini sebagai sandi yang dapat di baca oleh alat pemindai (*scanner*) secara cepat. Berbeda dengan kode batang yang hanya menyimpan informasi secara horizontal, kode Qr mampu menyimpan informasi secara horizontal dan vertikal, oleh karena itu secara otomatis Kode QR dapat menampung informasi lebih banyak dibanding kode batang (1). Secara spesifik kode QR mampu menyimpan data jenis numerik sampai 7.089 karakter, data alphanumerik sampai dengan 4.296 karakter, kode binary sampai 2.844 byte, dan huruf kanji sampai dengan 1.817 karakter.

Contoh bentuk kode QR dari kata HELLO



Gambar 1 Kode QR untuk kata "Hello"

1.2 Android Studio

Android Studio merupakan sebuah lingkungan pengembangan terpadu (IDE) untuk yang dirancang khusus untuk pengembangan Android . Android Studio dapat digunakan pada Sistem Operasi Windows, Mac OS X dan Linux. Pengembangan Android Tools (ADT) sebagai IDE utama Google untuk pengembangan aplikasi Android asli. Beberapa fitur yang dimiliki oleh Android Studio adalah sebagai berikut : 1. Sistem pembuatan berbasis Gradle yang fleksibel. 2. Emulator yang cepat dan kaya fitur. 3. Lingkungan yang menyatu untuk pengembangan bagi semua perangkat Android. 4. Instant Run untuk mendorong perubahan ke aplikasi yang berjalan tanpa membuat APK baru.

1.3 Masa Aktif Kedaluwarsa

Masa Aktif Kedaluwarsa atau sering dikenal dengan "Kedaluwarsa", sebagaimana yang tercantum di dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) versi Online Kedaluwarsa berarti terlewat dari batas waktu berlakunya sebagaimana yang telah ditetapkan.

1.4 JSON

JSON (*JavaScript Object Notation*) adalah format pertukaran data yang ringan, mudah dibaca dan ditulis oleh manusia, serta mudah diterjemahkan dan dibuat (*generate*) oleh komputer.

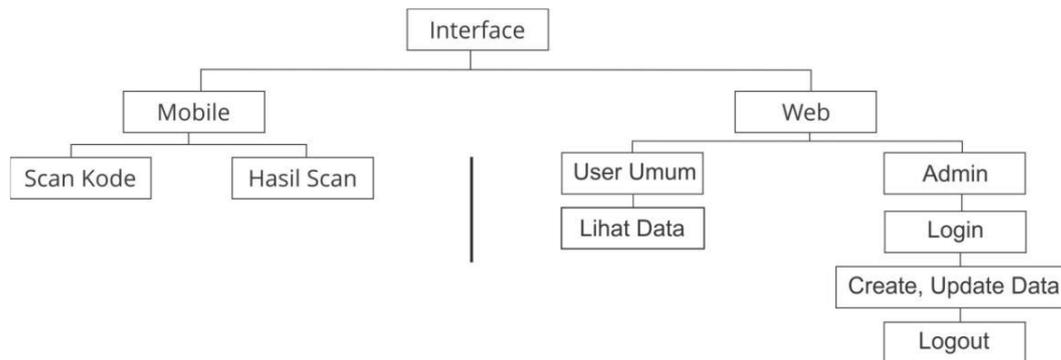
2. PERANCANGAN SISTEM

Perancangan sistem merupakan tahapan untuk memulai membangun sebuah aplikasi dengan tujuan untuk memberikan gambaran secara global kepada pemakai mengenai sistem yang akan dikembangkan dan untuk mempermudah kinerja dalam menganalisa kebutuhan-kebutuhan sistem serta sebagai acuan dalam merancang sistem sehingga dapat berjalan sesuai dengan perencanaan semula [3]. Perancangan sistem terdiri dari 4 tahap perancangan yaitu :a).Perancangan basis data, b).Perancangan Interface, c).Perancangan sistem aplikasi, d).Pengujian sistem aplikasi. Langkah –langkah dalam setiap tahapan perancangan dapat diterangkan sebagai berikut.

a) Perancangan basis data : pada tahap ini prinsipnya membangun basis data yang berisi informasi diantaranya adalah tanggal kadaluwarsa produk. Selanjutnya data tersebut di upload ke web.

b) Perancangan Interface: untuk interface dirancang menurut kebutuhan admin dan user. Jadi dibuat dua struktur menu aplikasi Admin dan menu aplikasi User yang mengakomodasikan semua kepentingan

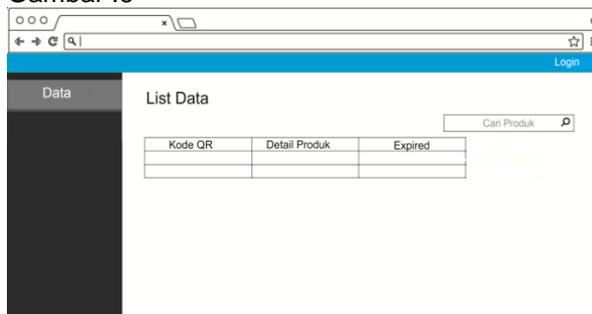
Perancangan sistem dalam pembuatan aplikasi scanner QR kode adalah dengan Perancangan HIPO dan Perancangan Interface.



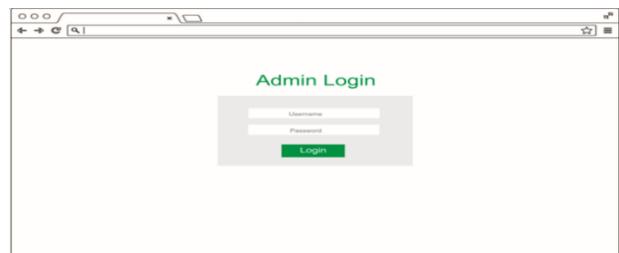
Gambar 2: Hipo interface menu sistem aplikasi

Pada hipo web Menu “Admin” diberikan fasilitas untuk apdate data oleh admin, sedangkan pada menu hipo Mobile , menu “Scan Code” digunakan untuk memindai kode QR produk, dan menu “Hasil Scan” berfungsi sebagai penampil hasil kode scan yang di pindai. Dalam perancangan Interface ada dua hal pokok yang harus dirancang yaitu perancangan antarmuka web(komputer berbasis web) dan mobil(di dalam smartphone).

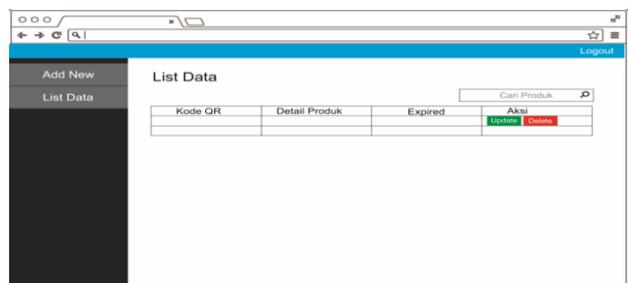
Perancangan antar muka web terdiri antarmuka untuk umum dan antarmuka untuk admin. Adapun perancangan antarmuka untuk pengguna umum seperti diperlihatkan pada Gambar 3. Pengguna umum(pengguna yang di beri wewenang menggunakan sistem aplikasi ini) tidak boleh mengupdate data produk . Sedangkan perancangan antarmuka untuk admin seperti diperlihatkan pada Gambar 4. Dalam perancangan admin terdiri dari Antarmuka input code QR oleh Admin pada Gambar:5, dan halaman Antarmuka update data oleh Admin diperlihatkan pada Gambar :6



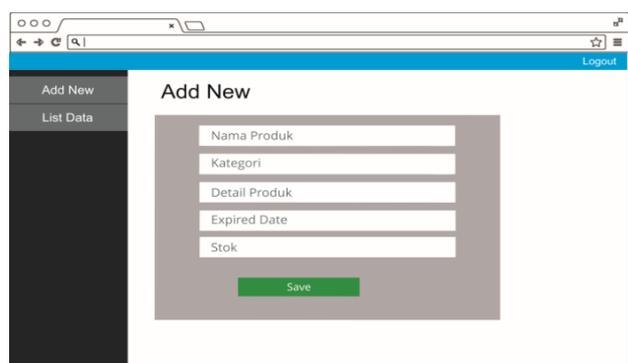
Gambar :3 , Rancangan antarmuka untuk umum



Gambar:4. Antarmuka login admin



Gambar 5 . Antarmuka input code QR oleh Admin

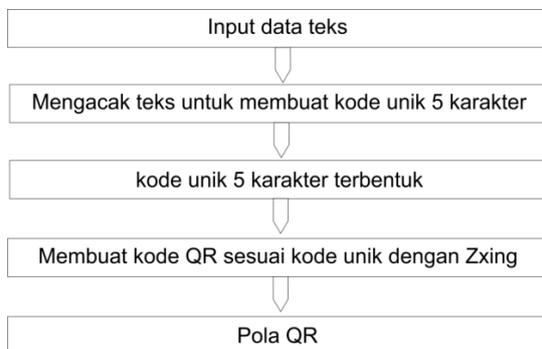


Gambar: 6. Antarmuka update data oleh Admin.

c) Perancangan Sistem Aplikasi: Perancangan ini merupakan tahapan untuk memulai membangun sebuah aplikasi dan merupakan acuan dalam merancang sistem agar dapat berjalan sesuai perencanaan, meliputi: 1). perancangan kode Qr , 2). membaca kode QR.

2.1. Perancangan Kode QR

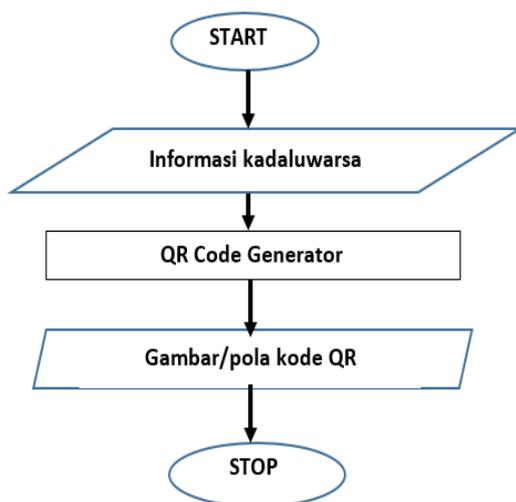
Kode QR di dalam aplikasi ini akan dibangun menggunakan kode unik. Kode unik di dalam aplikasi ini terdiri dari 5 (lima) huruf dan atau angka yang tersusun secara acak sesuai inputan yang dimasukkan ke dalam sistem database produk. Proses pengacakan tersebut menggunakan fungsi generateID. Setelah hasil fungsi generateID didapatkan maka selanjutnya digunakan library QR yang terdapat di dalam PHP. Library QR tersebut sering dikenal dengan Zxing (Zebra Crossing) untuk membangkitkan sebuah kode QR. Berikut adalah diagram alir langkah membuat pola QR dalam aplikasi ini :



Gambar :7 Diagram alir membuat pola QR

2.2 . Membaca Kode QR

Pada tahapan selanjutnya ialah PEMBANGKITAN(GENERATE) KODE QR yang prosesnya dapat dilukiskan pada flowchart.



Gambar :8 Diagram flowchart sistem QR Code Generator(pembangkitan kode QR)

Hasil gambar /pola kode QR ditempel pada kemasan produk seperti terlihat pada gambar 9



Gambar 9. Penempatan Kode QR pada kemasan produk

2.3. Perancangan software pendukung

Dalam perancangan beberapa software pendukung yang harus di instal yaitu meliputi:paket SDK (*Software Development Kits*) Android for windows , .Eclipse : Sebagai IDE untuk java dan Android., AVD (*Android virtual device*).,Xamp, Notepad++, Xzin. Implementasi merupakan tahap yang dilakukan setelah proses desain sistem dan perancangan. Dalam implementasi ini terbagi menjadi dua tahap yaitu : 1) penginputan database produk ke web (*kedaluwarsa.xyz*). instalasi aplikasi scanner QR kode ke smartphone android. Hal tersebut dapat diterangkan sebagai berikut:

1).Penginputan database produk ke web *kedaluwarsa.xyz* (Jayan,2007)

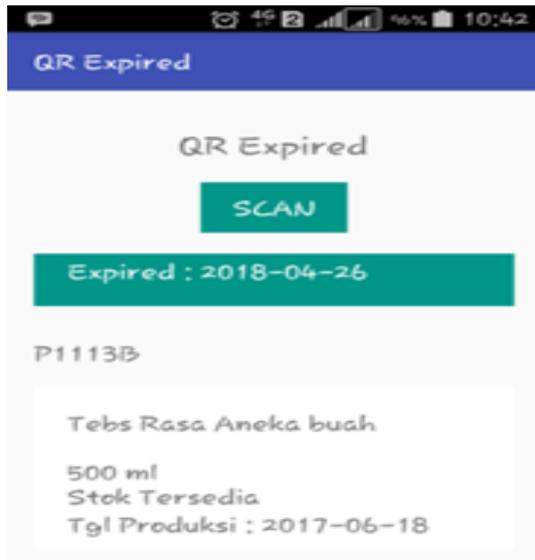
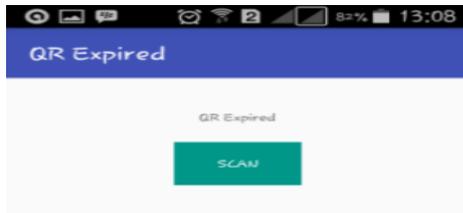
Hal- hal dilakukan ketika input data produk ke database diantaranya :

- a) Input Data ke web dengan Login Admin
- b) Update data (memperbarui)
- c) Menghapus data produk
- d) Proses cetak label kode QR

2).Proses instalasi Scanner ke Smartphone:

- a) File berekstensi apk dipindahkan dari drive laptop ke penyimpanan android dapat melalui kabel data tau melalui jaringan Bluetooth.
- b) Install apk di dalam smartphone hingga notifikasi proses instalasi berhasil.

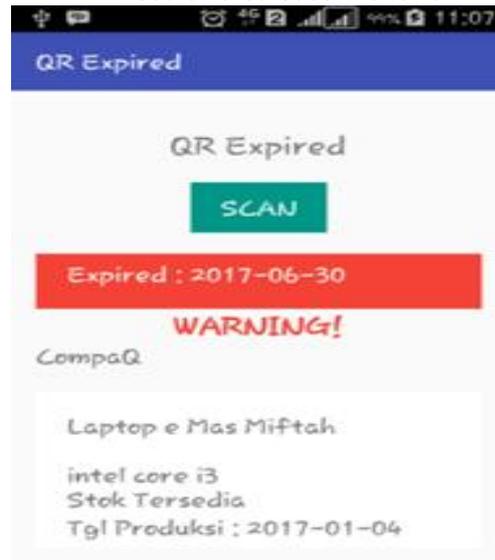
- c) Membuka aplikasi dengan tampilan halaman utama seperti gambar di bawah :



Gambar.11 Hasil Scan belum sampai masa kedaluwarsa (aman)

Gambar 10. Halaman utama Scanner

- d) Menekan tombol *Scan* untuk memulai *Scanning* pada label QR
 e) Menekan tombol *Scan* untuk memulai *Scanning* pada label QR
 f) Melihat hasil *Scan* seperti gambar 5.2 dan 5.3. Keterangan berwarna hijau jika masa kedaluwarsa masih aman dan berwarna merah jika masa kedaluwarsa sudah terlewat.



Gambar.12 Hasil Scan masa sudah kedaluwarsa

4. PEMBAHASAN

Aplikasi Scanner QR kode yang dinamai QR Expired ini dibuat menggunakan Android Studio. Pada pembuatannya Android Studio juga menggunakan JSON (Java Script Object Notation) sebagai format pertukaran data. Data base produk disimpan dalam

sebuah web server yang dapat diakses melalui internet dengan alamat <http://kedaluwarsa.xyz>. Data produk di dalam database berupa detail produk dan label kode QR dengan kode uniknya. Label kode QR yang telah dicetak ditempelkan pada kemasan produk.



Gambar: 13 Label pada kemasan botol(cembung)



Gambar: 14 Label pada kemas plastic (datar)

Pengujian aplikasi QR Expired ini telah dilakukan untuk mengetahui bahwa sistem telah bekerja dengan baik atau belum dalam menangkap label kode QR pada kemasan produk. Pengujian yang dilakukan adalah jarak scan kamera terhadap label kode QR berukuran 1,1 cm x 1,1 cm pada kemasan botol air mineral yang memiliki permukaan sedikit cembung dan kemasan plastik yang datar. Di bawah ini adalah hasil label kode QR

yang telah ditempel pada kemasan sebagai bahan pengujian aplikasi.

Proses pengujian ini dilakukan pada siang hari memanfaatkan pantulan sinar matahari di dalam ruangan dan malam hari dengan bantuan cahaya lampu LED masing-masing memiliki daya 5 Watt, 10 Watt dan 13 Watt. Berikut hasil uji jarak terlihat pada tabel.1.

Tabel : 1 Hasil uji jarak scan dan ketajaman

JARAK SCAN		Siang Tanpa Cahaya Lampu		Malam LED 5 Watt		Malam LED 10 Watt		Malam LED 13 Watt	
		<i>Jenis Kemasan (Botol dan Plastik)</i>							
		B	P	B	P	B	P	B	P
Sangat Dekat	1 cm	X	X	X	X	X	X	X	X
	2 cm	X	X	X	X	X	X	X	X
	3 cm	O	O	X	X	O	O	X	O
	4 cm	O	O	X	X	O	O	X	O
Dekat	5 cm	O	O	X	O	O	O	O	O
	6 cm	O	O	X	O	O	O	O	O
	7 cm	O	O	X	O	O	O	O	O
	8 cm	O	O	X	O	O	O	O	O
Cukup	9 cm	O	O	X	O	O	O	O	O
	10 cm	O	O	O	O	O	O	O	O
Cukup	11 cm	O	O	O	O	O	O	O	O
	12 cm	O	O	O	O	O	O	O	O
Jauh	13 cm	O	O	O	O	O	O	O	O
	14 cm	O	O	O	O	O	O	O	O
	15 cm	O	O	O	O	O	O	O	O
	16 cm	O	O	O	O	O	O	O	O
Sangat Jauh	17 cm	O	X	O	O	O	O	O	O
	18 cm	O	X	O	X	O	O	O	X
	19 cm	O	X	O	X	X	O	X	X
	20 cm	X	X	X	X	X	X	X	X

Keterangan :

B: Kemasan botol (sedikit cembung)

P: Kemasan plastik (datar)

O: Scan berhasil

X: Scan gagal

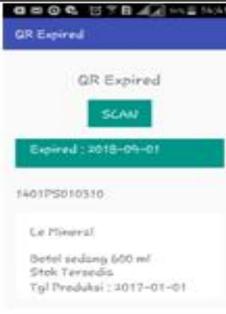
Secara garis besar aplikasi QR Expired ini mampu melakukan proses scan hanya

dalam kondisi pencahayaan yang cukup, tidak terlalu gelap dan tidak terlalu terang (silau)

yakni dengan lampu LED 10 watt. Jarak ideal untuk melakukan scan yang berhasil diterapkan adalah antara 10 cm sampai dengan 17 cm dengan catatan label kode QR dalam kondisi bersih dan gambar label tajam (tidak buram).

Untuk menguji sinkronisasi kinerja sistem aplikasi terhadap inputan data produk dan hasil akhir proses scan ditampilkan dalam tabel 2.

Tabel 2 Sinkronisasi inputan data dan hasil scan

INPUT DATA	LABEL PRODUK	HASIL SCAN
		
		

KESIMPULAN

1. Sistem aplikasi yang telah dibuat berhasil sesuai perancangan.
2. Tampilan hasil pembacaan kode QR dibuat berbeda warna yaitu : merah untuk kode yang kadaluwarsa, hijau untuk kode yang masih berlaku (belum kadaluwarsa), Maka dengan cara ini dapat secara cepat diketahui kriteria isi kode pada QR Code yang terpasang pada kemasan produk sehingga dapat efisien waktu dalam pendeteksi data barang..
3. Aplikasi scanner QR Expired dibuat untuk Admin dan pengguna umum sebagai upaya menjaga keamanan data melalui authenticity login.
4. Penyimpanan data base produk bersifat eksternal di dalam sebuah web server sehingga smartphone tidak mengalami overload data.

DAFTAR PUSTAKA

B, Sidik. 2012. *Pemrograman Web Dengan PHP*, Edisi Revisi ed., Bandung : Informatika.

Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) versi Online diakses pada 24 Januari 2017 pukul 20:57 WIB.

Kolipah, S. 2015. *Aplikasi Modul Pembelajaran Corel Draw X4 pada Ponsel Berbasis Android*. Skripsi. Yogyakarta : Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta.

Wijaya, A. dan Gunawan, A. 2016. *Penggunaan QR Code Sarana Penyampaian Promosi dan Informasi Kebun Binatang Berbasis Android*. Sukabumi : Jurnal Bianglala Informatika-lppm3.bsi.ac.id/jurnal. Vol 4 No.1.

Yunavania, F. 2014. *Aplikasi Pencarian Lokasi Agen Resmi PT. Garuda Indonesia di Wilayah Yogyakarta pada Ponsel Berbasis Android*. Skripsi. Yogyakarta : Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta.

B, Sidik. 2012. *Pemrograman Web Dengan PHP*, Edisi Revisi ed., Bandung : Informatika.

Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) versi Online diakses pada 24 Januari 2017 pukul 20:57 WIB.

Kolipah, S. 2015. Aplikasi Modul Pembelajaran Corel Draw X4 pada Ponsel Berbasis Android. Skripsi. Yogyakarta : Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta.

Wijaya, A. dan Gunawan, A.2016.Penggunaan QR Code Sarana Penyampaian Promosi dan Informasi Kebun Binatang Berbasis Android.Sukabumi : Jurnal Bianglala Informatika-lppm3.bsi.ac.id/jurnal. Vol 4 No.1.

Yunavania, F. 2014. Aplikasi Pencarian Lokasi Agen Resmi PT. Garuda Indonesia di Wilayah Yogyakarta pada Ponsel Berbasis Android. Skripsi. Yogyakarta Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

STUDI ADSORPSI KARBON AKTIF LIMBAH KULIT BUAH NANGKA TERHADAP RHODAMIN B

Sri Sunarsih¹, Wiwik Dahani²

¹Jurusan Teknik Lingkungan, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

²Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Trisakti Jakarta

e-mail : ¹srisunarsih@akprind.ac.id, ²wiwik_d@trisakti.ac.id

ABSTRACT

This study aimed to make activated carbon from dried jackfruit waste through pyrolysis process and accompanied with chemical activation using various concentration of ZnCl₂ from 0; 0.5; 1.0; 1.5 and 2.0 M. The result of activated carbon then was tested its water content and adsorption capacity towards I₂ by using iodimetry titration method.

The effect of ZnCl₂ concentration towards adsorption capacity of activated carbon in Rhodamin B was tested by making interaction between 100 mg activated carbon (various activator concentration from 0; 0.5; 1.0; 1.5 dan 2.0 M) with 25 mL Rhodamin B solution in constant concentration. Unadsorbed are determined by UV-Vis spectrophotometer. The most activated carbon then was tested its adsorption capacity towards Rhodamin B that had various concentration from 0; 0.5; 1.0; 1.5; 2.0; 2.5 dan 3.0 ppm with 1 hour interaction time.

The results show that activated carbon adsorption capacity toward I₂ has range 584.2- 844.6 mg/g. Until 3 ppm of Rhodamin B concentration, the adsorption capacity of jackfruits peel activated carbon were continually increasing in linear line and was not shown its maximum value yet. The largest adsorption capacity in the experiment was 14.20 mg/g. It was also noticed that the increasing activator concentration and the concentration of Rhodamin B solution were not significantly increasing the adsorption capacity.

Keywords : *activated carbon, jackfruit peel, Rhodamin B*

INTISARI

Penelitian ini bertujuan membuat karbon aktif dari limbah buah nangka kering melalui proses pirolisis dilanjutkan dengan aktivasi kimia menggunakan garam ZnCl₂ yang konsentrasinya divariasi dari 0, 0,5; 1,0; 1,5 dan 2,0 M. Karbon aktif yang dihasilkan diuji kadar air dan kapasitas serapannya terhadap I₂ dengan metoda titrasi iodimetri.

Pengujian pengaruh konsentrasi garam ZnCl₂ terhadap kapasitas adsorpsi karbon aktif pada Rhodamin B, dilakukan dengan menginteraksikan 100 mg karbon aktif (yang konsentrasi aktivatornya bervariasi dari 0, 0,5; 1,0; 1,5 dan 2,0 M) dengan 25 mL larutan Rhodamin B pada konsentrasi tetap. Rhodamin B yang tidak teradsorpsi ditentukan dengan spektrofotometer UV-Vis. Karbon yang paling teraktifkan kemudian diuji kapasitas adsorpsinya terhadap Rhodamin B dengan menginteraksikan 100 mg karbon aktif dengan 25 mL larutan Rhodamin B yang konsentrasinya bervariasi dari 0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 dan 3,0 ppm dengan waktu interaksi 1 jam.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi karbon aktif yang dihasilkan terhadap I₂ berkisar antara 584,2- 844,6 mg/g arang aktif. Sampai dengan konsentrasi Rhodamin B sebesar 3 ppm, kapasitas adsorpsi arang aktif kulit nangka terus bertambah secara linier dan belum menunjukkan nilai maksimum. Pada konsentrasi Rhodamin B sebesar 0,5 – 3,0 ppm diperoleh kapasitas adsorpsi terbesar pada karbon aktif sebesar 14,20 mg/g. Teramati juga bahwa kenaikan konsentrasi aktivator ZnCl₂ maupun konsentrasi larutan Rhodamin B tidak menaikkan kapasitas adsorpsi secara signifikan.

Kata kunci : karbon aktif, kulit nangka, Rhodamin B

1. PENDAHULUAN

Karbon aktif digunakan secara luas dalam industri maupun dalam upaya-upaya untuk penyelamatan lingkungan. Zat ini digunakan dalam pemurnian gas, pemurnian emas, ekstraksi logam, pengolahan air, obat-obatan, pengolahan air limbah, dan filter, termasuk filter gas dan filter pada rokok untuk menyaring tar (Pradhan, 2011).

Dalam pengolahan air buangan, karbon aktif dimanfaatkan dengan bentuk berbeda-beda untuk mengadsorpsi logam maupun senyawa organik. Karbon aktif juga ditambahkan ke instalasi *air stripping* untuk mengadsorpsi senyawa organik volatil yang dilepaskan dari air dalam bentuk gas. Dalam proses penyediaan air minum, karbon aktif digunakan untuk mengadsorpsi kontaminan organik maupun anorganik.

Sebagai salah satu negara agraris yang terletak di daerah tropis dan memiliki potensi keanekaragaman hayati yang sangat melimpah, maka banyak masyarakat Indonesia yang perekonomiannya bertumpu pada kegiatan pertanian dan industri pertanian. Kegiatan tersebut banyak menimbulkan limbah biomassa yang dapat diolah menjadi karbon aktif.

Salah satu penghasil biomassa dari sektor pertanian adalah buah-buahan. Data Biro Pusat Statistik tahun 2011 menunjukkan ada 27 macam produk buah yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Produksi terendah adalah anggur sejumlah 11.944 ton dan yang terbesar adalah pisang dengan total produksi 5.899.940 ton. Nangka pada peringkat ke 6 dengan total produksi pada tahun 2011 sebanyak 652.981 ton. Hal ini menunjukkan bahwa potensi limbah biomassa dari produk buah nangka cukup besar, berupa kulit luar dan jeraminya. Limbah buah nangka juga dapat berasal dari buah muda yang banyak dimanfaatkan sebagai sayur (gulai nangka, gudeg, megono). Timbulan limbah ini dapat terjadi setiap saat karena nangka dapat berbuah hampir sepanjang tahun.

Menurut Tee dalam Ramli (2009), buah nangka memiliki kandungan nutrisi cukup lengkap antara lain: protein, lemak, karbohidrat, serat, kalsium, fosfor, besi, natrium, kalium, karoten, vitamin B1 (thiamine), vitamin B2 (riboflavin), niacin dan vitamin C (asam askorbat). Muhtadi dalam Wiche (1992) memerinci bahwa selain air, komponen buah nangka yang cukup besar adalah vitamin C (14,21%), karbohidrat

(9,85%), protein (1,91%), lemak (1,86%), dan gula (1,39%). Data tersebut memperlihatkan kandungan karbon buah nangka cukup tinggi. Persentase kandungan karbon ini akan lebih banyak lagi pada kulit buah dan jeraminya yang didominasi oleh selulosa dan lignin. Dengan demikian limbah kulit buah nangka sangat layak untuk dieksploitasi sebagai sumber pembuatan karbon aktif. Hal ini juga didukung peluang untuk aplikasinya di masyarakat awam dengan teknologi sederhana, misalnya untuk menurunkan zat warna dari air limbah industri tekstil dan berbagai limbah cair yang lain.

Karbon aktif dibuat melalui proses karbonisasi dan aktivasi semua bahan yang mengandung karbon, misal kulit kacang, kayu, batu bara dan minyak bumi. Proses pirolisis untuk mendapat karbon aktif sering menjadi alternatif pengolahan limbah yang berupa biomassa. Sifat produk karbon aktifnya dapat bervariasi bergantung pada sifat bahan dasar yang digunakan, sifat reagen aktivator dan kondisi proses karbonisasi serta aktivasi. Perbedaan sifat ini mencakup kekerasannya, densitas, ukuran pori dan partikel, luas permukaan, kemampuan untuk terekstrak, kadar abu dan pH. Perbedaan sifat karbon aktif ini yang akan menentukan perbedaan aplikasinya. Dari sini kemudian muncul karbon aktif *grade medis/farmasi grade* dan *electroplating grade*. Bentuknya dapat berupa serbuk atau pelet. Penilaian kualitas karbon aktif dilakukan dengan mengukur kapasitas adsorpsinya terhadap berbagai kontaminan organik dan anorganik (DeSilva, 2000; Srinivasakannan, 2003; Bansal dan Goyal, 2005).

Proses karbonisasi bahan dasar dilangsungkan pada temperatur di bawah 800°C dengan atmosfer inert. Proses aktivasi karbon dapat menggunakan metode fisika kimia. Aktivasi fisika dilakukan dengan menggunakan aktivator uap/karbon dioksida. Proses ini berlangsung sangat endotermis pada temperatur 800 – 1000°C. (Srinivasakannan, 2003).

Chang (2000) melakukan aktivasi fisik terhadap tongkol jagung dengan reagen gasifier seperti CO₂ dan uap. Temperatur pengamatan pada 1073 dan 1173K. Hasil penelitian menunjukkan bahwa temperatur aktivasi yang lebih tinggi dapat mengatasi kelemahan lamanya waktu aktivasi yang diperlukan untuk mencapai luas permukaan lebih besar dan menghasilkan karbon aktif

dengan kapasitas adsorpsi yang lebih besar.

Hernandes, et al (2007) mempirolisis sampah biji kapas dengan aktivasi fisika menggunakan uap dan memvariasi temperatur pada 600, 700, dan 800°C serta waktu pirolisis selama 30, 45 dan 60 menit. Aktivasi terhadap arang yang dihasilkan dilakukan pada kisaran temperatur 250-600°C dan tekanan ambien (14.7 psi) selama 60 menit. Kapasitas adsorpsi arbon aktif dievaluasi dengan bilangan iod dan analisis abu. Hasilnya menunjukkan bahwa terjadi penurunan jumlah karbon yang terbentuk dengan kenaikan temperatur dan waktu pirolisis. Kenaikan bilangan iod optimal (dari 200 menjadi 427) terjadi pada temperatur 700 °C dan waktu 45 menit.

Proses aktivasi kimia pada perlakuan pendahuluan menggunakan H_3PO_4 atau $ZnCl_2$ sebelum karbonasi berlangsung pada temperatur 400 – 600°C. Reagen lain yang juga sering digunakan adalah dehidrator seperti KOH, NaOH, Na_3PO_4 , NaCl, $KMnO_4$. Diantara reagen dehidrator tersebut, H_3PO_4 dan $ZnCl_2$ yang paling banyak digunakan secara komersial karena sifat dehidrasinya yang baik sekali. Penggunaan $ZnCl_2$ dalam pembuatan karbon aktif untuk industri makanan dan farmasi dibatasi karena dapat mengkontaminasi (Srinivasakannan, 2003).

Pengaruh aktivator $ZnCl_2$ dalam pembuatan karbon aktif juga dikaji oleh Sivaraj et al, (2010) terhadap gulma tahunan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi pirolisis dan aktivasinya berpengaruh terhadap sifat karbon aktif yang diperoleh.

Karbonisasi terhadap kulit buah nangka pernah dilakukan oleh Foo dan Hameed (2012) dengan aktivator NaOH pada temperatur 700°C dengan atmosfer N_2 selama 30 menit. Karbon aktif yang dihasilkan memiliki kapasitas adsorpsi optimum terhadap metilen biru sebesar 400,06 mg/g. Prahastika dkk (2008) juga pernah menelitinya dengan aktivator H_3PO_4 pada 450 dan 550°C. Karbon aktif yang diperoleh masing – masing memiliki luas permukaan 907–1260 m^2/g dan volume total pori 0.525–0.733 cm^3/g

METODE

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan terdiri atas seperangkat alat pirolisis, seperangkat alat

gelas, neraca analitik, spektrofotometer UV-Vis, *hot plate*, *magnetic stirrer*, desikator, ayakan ukuran 40 mesh dan 60 mesh, *shaker* dan oven. Bahan utama yang digunakan adalah limbah buah nangka kering dan bahan pembantu meliputi $ZnCl_2$ (p.a), kristal Rhodamin B, I_2 , $Na_2S_2O_3$, larutan HCl dan NaOH 0,1M, indikator amilum, akuades, kertas saring Whatman 42.

Proses Karbonisasi

Limbah buah nangka dibersihkan dan dipotong-potong kecil lalu dikeringkan dengan sinar matahari. Limbah ditimbang sebanyak 200 gram kemudian dipirolisis dalam kondisi kekurangan oksigen. Pemanasan dilakukan selama 2 jam. Karbon yang dihasilkan dibiarkan berada temperatur ruang, kemudian ditumbuk dan diayak dengan ukuran 40 mesh. Diambil butiran yang lolos ayakan 40 mesh dan tidak lolos ayakan 60 mesh.

Proses Aktivasi

Ditimbang 25 gram arang ukuran 60-40 mesh, ditambah 100 mL larutan $ZnCl_2$ dengan konsentrasi 0, 0,5; 1,0; 1,5 dan 2,0 M. Campuran kemudian dikocok 1 jam dan dibiarkan selama 16 jam. Selanjutnya masing-masing campuran disaring, dicuci dengan akuades dan dikeringkan dalam oven pada suhu sekitar $\pm 105^\circ C$ selama 3 jam. Karbon aktif yang dihasilkan didinginkan dalam desikator, sebagian dikarakterisasi untuk uji kadar air, kadar abu, dan kapasitas adsorpsi terhadap iod.

Penentuan Kadar Air

Ditimbang 100 mg arang aktif dianggap massa mula-mula (a), dipanaskan dalam oven pada suhu $105 \pm 2^\circ C$ selama 3 jam. Karbon ini kemudian dimasukkan dalam desikator sampai suhu ruang, lalu ditimbang. Pengeringan diulangi beberapa kali hingga diperoleh massa yang konstan (b). Selisih kedua penimbangan dihitung.

Penentuan Kadar Abu

Ditimbang 100 mg arang aktif dan dianggap massa awal (a), dipanaskan pada suhu $\pm 600^\circ C$ selama 4 jam. Setelah

pemanasan selesai, tutup *furnace* dibuka selama 1 menit untuk menyempurnakan proses pengabuan. Selanjutnya dimasukkan dalam desikator hingga temperatur ruang dan diperoleh massa yang konstan sebagai massa abu (b).

Penentuan Kapasitas Adsorpsi Arang Aktif terhadap Iod

Ditimbang 50 mg karbon aktif (dari masing-masing konsentrasi aktivator yang berbeda), ditambahkan 50 mL larutan iod 0,1 N dan diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 15 menit. Campuran disaring, diambil 10 mL filtrat untuk dititrasikan dengan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N sampai warna coklat berubah kuning. Titrasinya dihentikan sementara, ditambahkan beberapa tetes indikator amilum 1% dan dititrasikan kembali sampai larutan tidak berwarna. Titrasinya juga dilakukan untuk larutan blanko yaitu titrasinya terhadap larutan iod tanpa penambahan karbon aktif. Dari percobaan ini akan diperoleh karbon aktif yang memiliki kapasitas adsorpsi terbesar terhadap iod.

Membuat Kurva Kalibrasi untuk Menentukan Konsentrasi Larutan Rhodamin B

Disiapkan 6 larutan Rhodamin B dengan volume 50 mL dan konsentrasi masing-masing 0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 dan 3,0 ppm. Masing-masing larutan kemudian dikocok selama 60 menit dan diamati serapannya dengan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 553 nm. Selanjutnya dibuat kurva kalibrasi adsorpsi Rhodamin B terhadap konsentrasinya.

Menentukan Pengaruh Konsentrasi Aktivator terhadap Adsorpsi Rhodamin B

Disiapkan 6 larutan Rhodamin B volume 25 mL dengan konsentrasi 3 ppm. Ke dalam masing-masing larutan ditambahkan 100 mg karbon aktif hasil aktivasi dengan konsentrasi aktivator yang bervariasi dari 0, 0,5; 1,0; 1,5 dan 2,0 M. Larutan dikocok selama 60 menit kemudian disaring dengan kertas Whatman 42. Konsentrasi Rhodamin B dalam filtrat ditentukan dengan spektrofotometri serapan atom. Dengan mengetahui sisa Rhodamin B yang tidak teradsorpsi, maka dapat ditentukan konsentrasi aktivator yang memberikan adsorpsi karbon aktif terhadap Rhodamin B paling besar.

Penentuan Kapasitas Adsorpsi Karbon Aktif terhadap Rhodamin B

Proses adsorpsi dilakukan dengan metode *batch*. Disiapkan 6 larutan Rhodamin B dengan volume 50 mL dan konsentrasi masing-masing 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 dan 3,0. Ke dalam masing-masing larutan ditambahkan 100 mg karbon aktif dari aktivator 1,5 M. Larutan kemudian dikocok selama 60 menit kemudian disaring dengan kertas Whatman 42. Konsentrasi Rhodamin B dalam filtrat ditentukan dengan Spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 553 nm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Karbonisasi dan Aktivasi

Proses karbonisasi dilaksanakan dalam alat piroliser berkapasitas sekitar 2 kg kulit nangka kering. Pemanasan dilakukan selama sekitar 2 jam dan temperatur sekitar 907°C. Karbon yang dihasilkan dibiarkan menjadi dingin dalam kondisi tertutup. Jika sebelum menjadi dingin alat piroliser dibuka, proses pembakaran akan berlangsung. Arang akan menyala dan menjadi abu. Arang yang sudah dingin dan kering lalu ditumbuk dan diayak dengan ukuran 40 mesh. Diambil butiran yang lolos ayakan 40 mesh dan tidak lolos ayakan 60 mesh.

Penentuan Kadar Air

Hasil penentuan kadar air untuk 100 mg arang aktif yang diuji adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil penentuan kadar air

Konsentrasi ZnCl_2 (M)	Berat arang kering (mg)	Kadar air (%)
0	93,5	6,5
0,5	96,5	3,5
1,0	96,5	3,5
1,5	92,5	7,5
2,0	95,5	4,5

Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa pada kondisi proses pembuatan yang sama, arang yang dihasilkan memiliki kadar air yang bervariasi. Tampak bahwa penambahan aktivator menyebabkan penurunan kadar air

secara signifikan. Menurut Srinivasakannan (2003), senyawa aktivator yang ditambahkan dalam proses aktivasi secara kimia berperan sebagai dehidrator. Maka, makin tinggi konsentrasi larutan aktivator, makin banyak dehidrator yang terdapat dalam larutan, sehingga arang yang diperoleh makin rendah kadar airnya.

Penentuan Kadar Abu

Tabel 2. Hasil penentuan kadar abu

Konsentrasi ZnCl ₂ (M)	Berat abu (mg)	Kadar abu (%)
0	43,5	56,5
0,5	66,5	33,5
1,0	44,5	55,5
1,5	20	80
2,0	46	54

Kadar abu merupakan ukuran senyawa anorganik yang tidak dapat terbakar selama proses pengabuan. Data pengukuran kadar abu menunjukkan bahwa arang yang memiliki kadar abu paling rendah adalah arang yang diaktivasi dengan larutan ZnCl₂ 0,5 M.

Penentuan Kapasitas Adsorpsi Arang Aktif terhadap Iod

Dilakukan terhadap 50 mg karbon aktif (dari konsentrasi aktivator yang berbeda), ditambahkan 50 mL larutan iod 0,1 N. Setelah interaksi dan disaring, 10 mL filtrat dititrasi dengan larutan Na₂S₂O₃ 0,1 N. Data kapasitas adsorpsi arang aktif terhadap I₂ menurut hasil titrasi adalah sebagai berikut:

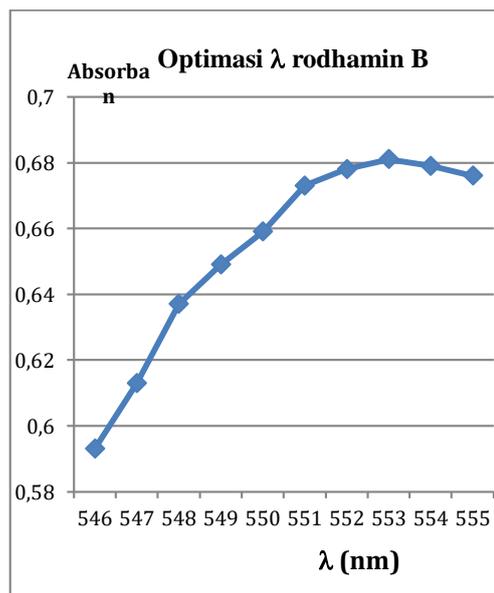
Tabel 3. Kapasitas adsorpsi arang aktif terhadap I₂

Konsentrasi ZnCl ₂ (M)	Volume Na ₂ S ₂ O ₃ 0,1 N (mL)	Adsorpsi I ₂ (mg/g arang)
0	11,20	584,2
0,5	9,15	844,6
1,0	11,20	584,2
1,5	9,80	762,0
2,0	11,20	584,2
Blanko	15,8	

Data tersebut menunjukkan bahwa ada penambahan kapasitas adsorpsi yang cukup signifikan akibat proses aktivasi arang, namun kenaikan ini tidak konsisten dengan kenaikan konsentrasi aktivator ZnCl₂. Hal ini dapat terjadi karena variabilitas kadar air arang yang digunakan sebagai adsorben. Faktor kedua yang dapat berpengaruh adalah tingkat kejenuhan aktivator sehingga ketika konsentrasi aktivator bertambah, maka porositas arang tidak bertambah lagi. Justru sebagian aktivator akan teradsorpsi sehingga mengurangi kemampuan adsorpsi arang terhadap I₂.

Menentukan λ optimum Larutan Rhodamin B

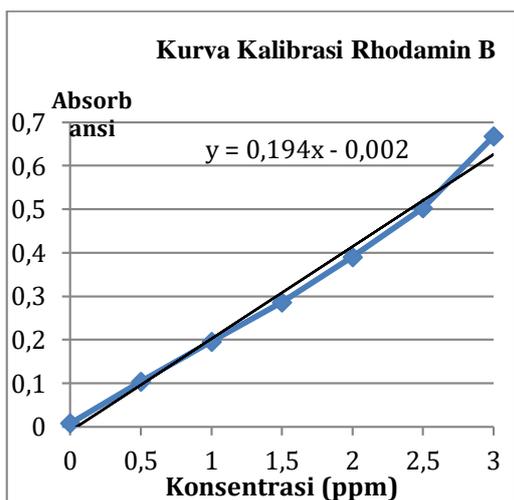
Untuk membuat kurva kalibrasi diperlukan data λ optimal, yakni panjang gelombang yang menunjukkan absorpsi Rhodamin B terhadap sinar UV-vis secara maksimal. Hal ini dilakukan dengan mengamati absorbansi larutan Rhodamin B dengan konsentrasi 3 ppm pada berbagai panjang gelombang. Hasil pengamatan pada Gambar 1.



Gambar 1. Adsorbansi Rhodamin B

Pada gambar tersebut terlihat bahwa λ optimum larutan Rhodamin B adalah pada 553 nm. Data literatur menyebutkan bahwa λ optimum senyawa Rhodamin B adalah pada

548 nm. Mungkin karena adanya sedikit variabilitas yang berasal dari alat, hasil optimasi menunjukkan λ optimum adalah 553 nm, sehingga λ ini akan dipakai pada setiap pengamatan absorbansi larutan tersebut. Langkah berikutnya adalah membuat kurva kalibrasi larutan Rhodamin B dengan mengamati absorbansi larutan zat tersebut pada konsentrasi 0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 dan 3,0 M. Kurva hasil pengamatan disajikan pada gambar 2.



Gambar 2. Kurva kalibrasi larutan Rhodamin B

Gambar 2. menunjukkan bahwa sampai konsentrasi 3 ppm, absorbansi merupakan fungsi linier dari konsentrasi, berarti hukum Lambert-Beer masih berlaku tanpa penyimpangan

Menentukan Pengaruh Konsentrasi Aktivator terhadap Adsorpsi Rhodamin B

Data ini diperoleh dari hasil interaksi larutan Rhodamin B 3 ppm dengan 100 mg karbon aktif hasil aktivasi dengan konsentrasi $ZnCl_2$ yang divariasi. Hasil interaksi menunjukkan kapasitas adsorpsi arang aktif terhadap Rhodamin B sebagai berikut:

Tabel 4. Pengaruh konsentrasi aktivator terhadap kemampuan adsorpsi

Konsentrasi $ZnCl_2$ (M)	Rhodamin B teradsorp (ppm)	Rhodamin B teradsorp (mg/g karbon)
0	1,68	0,42

0,5	1,90	0,95
1,0	1,56	0,78
1,5	1,47	0,73
2,0	1,65	0,83

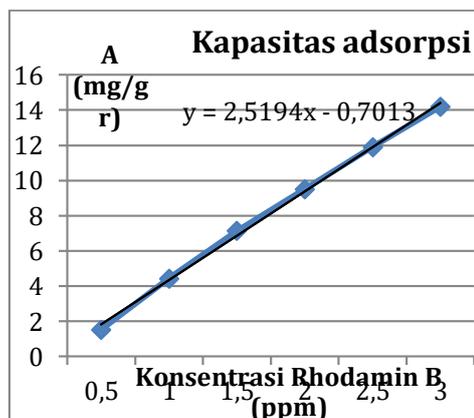
Data tersebut menunjukkan bahwa adsorpsi tertinggi terjadi pada karbon aktif dengan konsentrasi aktivator $ZnCl_2$ mencapai 0,5 M. Juga tampak bahwa adsorpsi Rhodamin B cukup kecil. Perbedaan konsentrasi $ZnCl_2$ ternyata tidak terlalu berpengaruh terhadap kemampuan arang mengadsorpsi Rhodamin B.

Penentuan Kapasitas Adsorpsi Karbon Aktif terhadap Rhodamin B

Dilakukan terhadap larutan Rhodamin B dengan volume 50 mL dan konsentrasi masing-masing 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 dan 3,0 M. Larutan diinteraksikan dengan 100 mg karbon aktif dari konsentrasi aktivator 0,5 M. Hasil pengamatan pengaruh konsentrasi Rhodamin B terhadap adsorpsi adalah sbb:

Tabel 5. Pengaruh konsentrasi Rhodamin B terhadap adsorpsi

Konsentrasi Rhodamin B (ppm)	Rhodamin B sisa (ppm)	Rhodamin B teradsorp (mg/g karbon)
0,5	0,20	1,52
1,0	0,11	4,43
1,5	0,07	7,14
2,0	0,10	9,51
2,5	0,12	11,91
3,0	0,16	14,20



Gambar 3. Adsorpsi karbon aktif terhadap Rhodamin B

Data tersebut menunjukkan bahwa sampai dengan konsentrasi Rhodamin B mencapai 3,0 ppm, kapasitas adsorpsi arang aktif terus bertambah secara linier dan belum memperlihatkan kecenderungan mencapai kapasitas maksimum. Jika dibandingkan dengan kapasitas adsorpsinya terhadap I₂ yang dapat mencapai 844,6 mg/g nilai ini masih jauh. Dapat pula dibandingkan dengan hasil yang diperoleh Auta (2012) yang melakukan pengukuran adsorpsi Rhodamin B dengan arang aktif yang berasal dari tandan kelapa dan memperoleh hasil kapasitas adsorpsinya sebesar 69,89 mg/g. Auta (2012) menggunakan larutan Rhodamin B dengan konsentrasi 50 – 200 ppm. Sedangkan Arivoli (2009) memperoleh pengukuran kapasitas adsorpsi arang aktif dari tandan kelapa sebesar 40,161mg/g menggunakan larutan Rhodamin B dengan konsentrasi 30 ppm. Dengan demikian pada masa mendatang percobaan dapat diulang menggunakan larutan Rhodamin B yang konsentrasinya lebih besar.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Limbah kulit nangka dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan arang aktif.
2. Kapasitas adsorpsi arang aktif terhadap larutan I₂ berkisar antara 584,2 - 844,6 mg/g arang aktif.
3. Proses aktivasi dengan ZnCl₂ dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi arang aktif terhadap I₂ secara signifikan.
4. Perbedaan konsentrasi aktivator arang dan konsentrasi larutan Rhodamin B tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kapasitas adsorpsi arang aktif pada Rhodamin B.
5. Sampai dengan konsentrasi Rhodamin B sebesar 3 ppm, kapasitas adsorpsi arang aktif kulit nangka terus bertambah secara linier dan belum menunjukkan nilai maksimum. Kapasitas adsorpsi terbesar pada konsentrasi Rhodamin B 0,5 -3,0 M adalah sebesar 14,20 mg/g.

SARAN

1. Kapasitas adsorpsi arang aktif perlu dilakukan pada rentang konsentrasi yang lebih tinggi.
2. Perlu dibandingkan kapasitas adsorpsi arang kulit nangka yang diaktivasi dengan larutan NaCl yang relatif murah dan mudah diperoleh.

DAFTAR PUSTAKA

- Arivoli, S., Thenkuzhalie, M., Prasath, M.D., 2009, *Adsorption of rhodamine B by acid activated carbon-kinetic, thermodynamic and equilibrium studies, Orbital*, Electronic Journal of Chemistry.
- Auta, M., 2012, *Fixed Bed Adsorption Studies Of Rhodamine B Dye Using Oil Palm Empty Fruits Bunch Activated Carbon*, Journal of Engineering Research and Studies E-ISSN0976-7916
- Bansal, R.C. and Goyal, M., 2005, *Adsorption on Activated Carbon*, CRC Press Taylor & Francis Group 6000 Broken Sound Parkway NW, Suite 300 Boca Raton,
- Chang, C.F., Chang C.Y. and Tsai, W.T., 2000, *Effects of Burn-of and Activation Temperature on Preparation of Activated Carbon from Corn Cob Agrowaste by CO₂ and Steam*, Journal of Colloid and Interface Science 232, 45–49 (
- Foo, K.Y. and Hameed B.H., 2012, *Potential of Jackfruit Peel as Precursor for Activated Carbon Prepared by Microwave Induced NaOH Activation*. Journal of Bioresource Technology vol 112 pp 143-150.
- De Silva F, 2000, *Activated Carbon Filtration*, Published in Water Quality Products Magazine, January
- Hernandez J.R., Capareda S. C. dan Aquino F.L., 2007, *Activated Carbon Production from Pyrolysis and Steam Activation of Cotton Gin Trash*, Beltwide Cotton Conferences, New Orleans, Louisiana, January 9-12.
- <http://www.bps.go.id>, *Produksi Buah-buahan Indonesia Tahun 2007-2011*, diakses tanggal 20 Februari 2013
- Pradhan, S., 2011, *Production and Characterization of Activated Carbon Produced from a Suitable Industrial Sludge*, A Report Submitted in Partial Fulfillment of The Requirements for The

- Degree of Bachelor of Technology (Chemical Engineering), Department of Chemical Engineering National Institute of Technology Rourkela
- Prahas, D., Kartika. Y., Indraswati, N. and Ismadji, S., 2008, *Activated Carbon From Jackfruit Peel Waste By H₃PO₄ Chemical Activation: Pore Structure And Surface Chemistry Characterization*, Chemical Engineering Journal, vol 140, issues 1-3, pp 32-42
- Ramli, R.A., 2009, *Physicochemical Characteristics of Calcium-Treated Jackfruit (Artocarpus Heterophyllus) Pulps During Chilled Storage*, Thesis submitted in fulfillment of the requirements for the Degree of Doctor of Philosophy UKM
- Sivaraj, R., Rajendran, V. and Gunalan G.S., 2010, *Preparation and Characterization of Activated Carbons from Parthenium Biomass by Physical and Chemical Activation Techniques*, E-Journal of Chemistry, 7(4), 1314-1319
- Srinivasakannan, C., 2003, *High Surface Area Activated Carbon from Waste Biomass*, Proceedings of the 2nd Regional Conference on Energy Technology Towards a Clean Environment 12-14 February, Phuket, Thailand
- Wiche, 1992, *Mempelajari cara pembuatan cide nangka (Artocarpus Heterophyllus)*, Skripsi Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

STUDI POLA PEMBELANJAAN FAST MOVING CUSTOMER GOODS (FMCG) UNTUK EFEKTIVITAS TATA LETAK ITEM PADA TOKO RITEL (STUDI KASUS TOKO RITEL DI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA)

Mega Inayati Rif'ah¹, Eka Sulistyaningsih², Muhammad Khoirul Huda³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Industri

Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

¹megainaya@akprind.ac.id, ²sulistyaningsih@akprind.ac.id, ³Hmkhoirul.cho@gmail.com

ABSTRACT

Nowdays the retail business is growing, especially in Yogyakarta. This makes competition in this field increasingly tight. Then it needs a certain strategy so that a retail store can survive in the competition. One strategy that can be done is to make the layout of items that are sold effectively. The method that can be used in finding the pattern of consumer shopping is the Apriori Algorithm. The expected output is a group of items which are most often purchased by consumers simultaneously (frequent pattern). For these items, the layout should be close together. The results of this study indicate that the highest frequent items are Mineral Water, Milk, and Fruit and Vegetables. These items have the highest priority to be placed close together.

Keywords: *content, formatting, article.*

INTISARI

Saat ini bisnis ritel semakin berkembang, khususnya di Yogyakarta. Hal ini membuat persaingan pada bidang ini semakin ketat. Maka perlu strategi tertentu agar suatu toko ritel dapat bertahan dalam persaingan tersebut. Salah satu strategi yang bisa dilakukan adalah dengan membuat tata letak barang-barang yang dijual yang efektif. Metode yang dapat digunakan dalam menemukan pola pembelian konsumen tersebut adalah Algoritma Apriori. Output yang diharapkan adalah kelompok barang-barang mana yang paling sering dibeli konsumen secara bersamaan (memiliki *frequent pattern*). Untuk barang-barang tersebut, tata letaknya hendaknya berdekatan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa frequent item tertinggi adalah Air Mineral, Susu dan Olahan Susu, serta Buah dan Sayur. Ketiga item tersebut memiliki prioritas tertinggi untuk diletakkan berdekatan.

Kata Kunci: *Customer Goods, Ritel, Algoritma Apriori, Frequent Item, Tata Letak.*

PENDAHULUAN

Saat ini bisnis ritel semakin berkembang. Jumlah toko ritel semakin berkembang. Utomo (2010) menyebutkan bahwa perkembangan bisnis ritel didorong oleh peluang pasar yang terbuka lebar, usaha manufaktur yang semakin berkembang, dan pemerintah yang memang mendukung untuk mengembangkan bisnis ritel. Dikatakan peluang pasar terbuka lebar, dikarenakan kehadiran toko ritel memberikan kepuasan kepada konsumen yang tidak mau berdesak-desakan di dalam pasar tradisional, yang biasanya cenderung kotor dan tidak tertata (Soliha, 2008). Dukungan pemerintah tinggi dikarenakan industri ritel di Indonesia memberikan kontribusi yang besar terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) dan juga menyerap tenaga kerja dalam jumlah besar (Soliha, 2008). Hal ini membuat persaingan pada industri tersebut semakin ketat. Maka perlu strategi yang baik agar suatu toko ritel dapat bertahan dalam persaingan tersebut.

Strategi pemasaran yang baik dapat ditentukan salah satunya dengan mengamati

pola pembelian yang dilakukan oleh konsumen. Pola pembelian konsumen dapat dilihat dari struk belanja yang diberikan oleh kasir kepadanya. Berdasarkan struk tersebut, dapat dilihat barang-barang apa saja yang dibelinya secara bersamaan.

Kecenderungan konsumen membeli barang secara bersamaan dapat dijadikan salah satu pertimbangan untuk mengatur tata letak dalam toko ritel (Rahmawati et al., 2017). Sedangkan tata letak merupakan suatu hal yang sangat mempengaruhi kenyamanan konsumen saat belanja (Supariyani dan Pahala, 2013). Konsumen akan puas dan lebih mudah baginya jika barang-barang yang dibutuhkan tidak saling berjauhan. Dari sisi penjual, manfaatnya adalah meminimasi adanya *opportunity cost* (biaya kehilangan kesempatan penjualan) akibat konsumen yang tidak jadi membeli karena kehilangan motivasi untuk mencari barang-barang yang dibutuhkan, yang terletak saling berjauhan juga berdesakan ketika mencari barang tersebut. Selain itu, tata letak yang baik

(efektif) akan mampu meningkatkan daya saing toko ritel.

Duncan *et al.* (1981) mengungkapkan bahwa tata letak toko yang berorientasi pada keinginan konsumen dapat menarik minat belanja konsumen. Hal ini sesuai dengan penelitian oleh Cahyono (2008) yang menemukan bahwa salah satu faktor yang menjadi pertimbangan belanja konsumen di supermarket adalah shopping environment-related causes, yang meliputi kondisi fisik toko diantaranya adalah tata ruang toko. Lebih lanjut, Supriyani dan Sahala (2013) menemukan bahwa tata letak dan kepuasan pelanggan memiliki kuat dan positif (koefisien korelasinya sebesar 0.655).

Agar dapat menentukan tata letak yang sesuai dengan keinginan konsumen, maka cara peletakan barang-barang tersebut disesuaikan dengan barang-barang apa saja yang sering dibeli konsumen secara bersamaan. Santoso *et al.* (2016) telah melakukan penelitian untuk menemukan produk barang apa saja yang sering dibeli bersamaan, menggunakan algoritma apriori, yakni salah satu algoritma (teknik) dalam metode data mining, hanya saja maksimal jumlah itemset-nya (banyak barang yang dibeli konsumen secara bersamaan) adalah 3, sehingga disarankan penelitian selanjutnya dapat menyajikan output lebih dari 3 itemset. Andari *et al.* (2013) juga melakukan penelitian hampir sama dengan Santoso *et al.* (2016), hanya saja perbedaannya terletak pada

metode yang digunakan, yakni Market Basket Analysis (MBA) dan metode yang lazim digunakan dalam perancangan tata letak fasilitas, yaitu Activity Relationship Chart (ARC). Metode ARC ini dapat memberikan tambahan pertimbangan tata letak, yakni bukan hanya berdasarkan pola belanja konsumen, tapi berdasarkan hal lain, misalkan ada barang-barang yang harus dijauhkan karena mempengaruhi sifat kimiawi.

Penelitian ini bertujuan untuk menemukan pola pembelian yang dilakukan oleh konsumen. Manfaat yang dapat diperoleh adalah agar dapat digunakan sebagai masukan bagaimana tata letak produk yang baik bagi suatu toko ritel. Agar penelitian dapat fokus, maka disini diambil sampel toko ritel yang ada pada wilayah DI. Yogyakarta.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang dikumpulkan adalah data transaksi berupa struk pembelian FMCG dari toko-toko ritel yang ada di wilayah DIY. Pengumpulan data dimulai dari bulan April 2018 – Oktober 2018, dan data yang terkumpul adalah sebanyak 57 data. Nama item/barang FMCG dikodekan terlebih dahulu untuk memudahkan pengolahan, sebagaimana Tabel 1.

Tabel 1. Kode Item FMCG

No.	Nama Item	Kode Item	No.	Nama Item	Kode Item
1	Air Mineral	C	11	Personal Wash	M
2	Susu dan Olahan Susu	D	12	Oral Care	N
3	Teh dan Kopi	E	13	Skin Care dan Kosmetik	O
4	Minuman Ringan	F	14	Hair Care	P
5	Snack	G	15	Feminine Hygiene	Q
6	Cereal, Bubur, dan Roti	H	16	Tissue	R
7	Buah dan Sayur Mie dan Olahan	I	17	Health Care	S
8	Sejenisnya	J	18	Fabric Wash	T
9	Health Beverage	K	19	Household Cleaners	U
10	Sabun Mandi	L	20	Pewangi Ruangan	V

Untuk memutuskan data yang lolos pada setiap iterasi, ditetapkan bahwa *support* minimal adalah 5%. Pada iterasi I, dihitung *support* untuk 1-itemset, hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. *Support* untuk 1-Itemset

1-Itemset	<i>Support</i>	<i>Support</i> (%)
C	22	11%

1-Itemset	Support	Support (%)
D	24	12%
E	2	1%
F	11	5%
G	19	9%
H	14	7%
I	20	10%
J	9	4%
K	11	5%
L	5	2%
M	1	0%
N	4	2%
O	11	5%
P	7	3%
Q	10	5%
R	9	4%
S	15	7%
T	5	2%
U	3	1%
V	5	2%
Jumlah	207	100%

Berdasarkan Tabel 2, dapat dilihat bahwa item yang berhasil lolos untuk iterasi II adalah C, D, F, G, H, I, K, O, Q, dan S. Maka item-item tersebut kemudian dipasangkan untuk membentuk 2-itemset dan kembali dihitung *support*-nya. Pasangan 2-itemset yang memenuhi *support* minimal dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pasangan 2-Itemset yang Memenuhi *Support* Minimal

2-ITEMSET	CD	DI	GH
SUPPORT	11	13	10
SUPPORT (%)	5%	6%	5%

Selanjutnya item C, D, I, G, dan H sebagaimana yang terpilih pada Tabel 3 dapat digunakan untuk iterasi III, yakni dengan memasang 3-itemset (Tabel 4). Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa tidak ada pasangan yang memenuhi *support* minimum, sehingga iterasi berhenti sampai disini. Berdasarkan Tabel 4, pasangan 3-Itemset yang memiliki *support* tertinggi adalah CDI, yakni sebanyak 3%.

Tabel 4. *Support* untuk 3-Itemset

3-ITEMSET	SUPPORT	SUPPORT (%)
CDI	7	3%
CDG	3	1%
CDH	3	1%
CIG	2	1%
CIH	2	1%
CGH	2	1%
DIG	3	1%
DIH	3	1%
DGH	3	1%
IGH	1	0%

Hasil yang didapatkan dari Algoritma Apriori selanjutnya digunakan untuk menentukan hubungan antar item pada Activity Relationship Chart (ARC), sebagaimana dirangkum pada Tabel 5.

Tabel 5. Derajat Kedekatan Antar Item

Kode	Arti	Keterangan
BS	Biasa (<i>Ordinary</i>)	Hubungan yang melibatkan item E, J, L, M, N, P, R, T, U, dan V (yang tidak lolos dari iterasi I)
PT	Penting (<i>Important</i>)	Hubungan yang melibatkan item F, K, O, Q, dan S
SP	Sangat Penting (<i>Very Important</i>)	Hubungan yang melibatkan item G dan H
MP	Mutlak Perlu (<i>Absolutely Important</i>)	Hubungan antara item C, D, dan I

Diagram kedekatan (*Activity Relationship Chart*, ARC) kemudian dapat dibuat berdasarkan ketentuan pada Tabel 5, sebagaimana Tabel 6 berikut. Untuk dapat membuat *Activity Template Block Diagram* (ATBD) dari ARC, maka dibuat *Worksheet* sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 6. ARC

Kode Item	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
C		MP	BS	PT	SP	SP	MP	BS	PT	BS	BS	BS	PT	BS	PT	BS	PT	BS	BS	BS
D	MP		BS	PT	SP	SP	MP	BS	PT	BS	BS	BS	PT	BS	PT	BS	PT	BS	BS	BS
E	BS	BS		BS																
F	PT	PT	BS		PT	PT	PT	BS	PT	BS	BS	BS	PT	BS	PT	BS	PT	BS	BS	BS
G	SP	SP	BS	PT		SP	SP	BS	PT	BS	BS	BS	PT	BS	PT	BS	PT	BS	BS	BS
H	SP	SP	BS	PT	SP		SP	BS	PT	BS	BS	BS	PT	BS	PT	BS	PT	BS	BS	BS
I	MP	MP	BS	PT	SP	SP		BS	PT	BS	BS	BS	PT	BS	PT	BS	PT	BS	BS	BS
J	BS		BS																	
K	PT	PT	BS	PT	PT	PT	PT	BS		BS	BS	BS	PT	BS	PT	BS	PT	BS	BS	BS
L	BS		BS																	
M	BS		BS																	
N	BS		BS																	
O	PT	PT	BS	PT	PT	PT	PT	BS	PT	BS	BS	BS		BS	PT	BS	PT	BS	BS	BS
P	BS		BS	BS	BS	BS	BS	BS												
Q	PT	PT	BS	PT	PT	PT	PT	BS	PT	BS	BS	BS	PT	BS		BS	PT	BS	BS	BS
R	BS		BS	BS	BS	BS														
S	PT	PT	BS	PT	PT	PT	PT	BS	PT	BS	BS	BS	PT	BS	PT	BS		BS	BS	BS
T	BS		BS	BS																
U	BS		BS																	
V	BS																			

Tabel 7. Worksheet

Nama Barang	Kode Item	BS	PT	SP	MP
Air Mineral	C	E, J, L, M, N, P, R, T, U, V	F, K, O, Q, S	G, H	D, I
Susu dan Olahan Susu	D	E, J, L, M, N, P, R, T, U, V	F, K, O, Q, S	G, H	C, I
Teh dan Kopi	E	C, D, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V			
Minuman Ringan	F	E, J, L, M, N, P, R, T, U, V	C, D, G, H, I, K, O, Q, S		
Snack	G	E, J, L, M, N, P, R, T, U, V		C, D, H, I	
Cereal, Bubur, dan Roti	H	E, J, L, M, N, P, R, T, U, V		C, D, G, I	
Buah dan Sayur	I	E, J, L, M, N, P, R, T, U, V	F, K, O, Q, S	G, H	C, D
Mie dan Olahan Sejenisnya	J	C, D, E, F, G, H, I, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V			
Health Beverage	K	E, J, L, M, N, P, R, T, U, V	C, D, F, G, H, I, J, O, Q, S		
Sabun Mandi	L	C, D, E, F, G, H, I, J, K, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V			
Personal Wash	M	C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, N, O, P, Q, R, S, T, U, V			
Oral Care	N	C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, O, P, Q, R, S, T, U, V			
Skin Care dan Kosmetik	O	E, J, L, M, N, P, R, T, U, V	C, D, G, H, I, K, Q, S		
Hair Care	P	C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V			
Feminine Hygiene	Q	E, J, L, M, N, P, R, T, U, V	C, D, E, F, G, H, I, K, P, S		
Tissue	R	C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, S, T, U, V			
Health Care	S	E, J, L, M, N, P, R, T, U, V	C, D, F, G, I, K, O, Q		
Fabric Wash	T	C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, U, V			
Household Cleaners	U	C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, V			
Pewangi Ruangan	V	C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U	-	-	-

Daftar hubungan kedekatan antar item sebagaimana *Worksheet* pada Tabel 7 kemudian diubah menjadi blok-blok untuk diatur tata letaknya. Hasilnya berupa *Activity Relationship Diagram* (ARD), yang mana dapat dilihat pada Gambar 1.

Berdasarkan penelitian ini didapatkan tata letak item-item FMCG sebagaimana ARD yang ditampilkan pada Gambar 1. Dapat dilihat bahwa item yang memiliki prioritas tertinggi (prioritas I) untuk didekatkan adalah item C (Air Mineral), D (Susu dan Olahan Susu), dan I (Buah dan Sayur). Prioritas II untuk didekatkan pada ketiga item FMCG tersebut adalah item G (*snack*), dan item H (Sereal, Bubur, dan Roti).

Item-item yang memiliki prioritas III untuk didekatkan adalah sebagai berikut:

- 1) F (Minuman Ringan), misalnya minuman sachet, minuman kaleng, dan lain-lain.
- 2) K (*Health Beverages*), misalnya obat-obatan yang diminum, minuman vitamin C, larutan penyegar sariawan, dan lain-lain.
- 3) O (*Skin Care* dan Kosmetik), misalnya *hand and body lotion*, pelembab kulit, pelembab wajah, bedak, lipstik dan lain-lain.
- 4) Q (*Feminine Hygiene*)
- 5) S (*Health Care*), misalnya kain penutup luka, minyak kayu putih, dan lain-lain.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

- 1) Item yang paling sering dibeli konsumen secara bersamaan (*frequent item*) adalah air mineral, susu dan olahan susu, serta buah dan sayur.
- 2) Frequent item tersebut kemudian dijadikan dasar untuk penentuan tata letak display item pada toko ritel. Peletakan air mineral harus didekatkan dengan produk susu, serta buah dan sayur. Selanjutnya ketiga item tersebut harus didekatkan dengan item snack, dan item bubur, sereal, serta roti.

DAFTAR PUSTAKA

Santoso, H, Hariyadi, IP, dan Prayitno 2016, 'Data Mining Analisa Pola Pembelian Produk dengan Menggunakan Metode Algoritma Apriori', Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia, STMIK AMIKOM, Yogyakarta, 6-7 Februari 2016, ISSN: 2302-3805, pp. 3.7-19 – 3.7-24.

Soliha, E 2008, 'Analisis Industri Ritel di Indonesia', Jurnal Bisnis dan Ekonomi (JBE), Volume 15, Nomor 2, pp. 128-142.

Supariyani, E dan Sahala, B 2013, 'Pengaruh Tata Letak Terhadap Kepuasan Pelanggan Ritel', Jurnal Ilmiah Manajemen Kesatuan, Volume 1, Nomor 1, pp. 13-22.

Utomo, TJ 2010, 'Lingkungan Bisnis dan Persaingan Bisnis Ritel', Fokus Ekonomi, Volume 5, Nomor 1, pp. 70-80.

Andari, SN, Setyanto, NW, dan Efranto, RY 2013, 'Alternatif Perbaikan Tata Letak Toko Persada Swalayan Melalui Pendekatan Perilaku Konsumen dengan Metode Market Basket Analysis', Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri, Volume 1, Nomor 3, pp. 441-453.

Cahyono, YT 2008, 'Faktor-faktor Sebagai Pertimbangan Konsumen dalam Melakukan Pembelian di Supermarket', Jurnal Manajemen dan Bisnis, Volume 2, Nomor 1, pp. 111-131.

Duncan, Philips, dan Hollander 1981, Manajemen Toko Eceran, Balai Aksara, Jakarta.

Rahmawati, N, Nasution, YN, dan Amijaya, FDT 2017, 'Aplikasi Data Mining Market Basket Analysis untuk Menemukan Pola Pembelian di Toko Metro Utama Balikpapan', Jurnal EKSPONENSIAL, Volume 8, Nomor 1, pp. 1-8

ANALISA KEAUSAN PADA *BUSHING PULLEY SLAG SCRABER* MESIN BOILER LONGCHUAN KAPASITAS 8 TON

Muyas Ustad Rivai dan Saiful Huda

Jurusan Teknik Mesin - Fakultas Teknologi Industri
Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
saiful@akprind.ac.id

ABSTRACT

Bushing has properties such as high temperature resistance and wear resistance to friction. The bushing has an oil flow hole that is used to drain oil to lubricate between the shaft and the bushing, therefore the bushing is made of wear-resistant material, generally use brass material. The limitation of the problem in the study was as follows: The object of research in the form of pulley bushing scrubber slag obtained at PC. Gabungan Koperasi Batik Indonesia/GKBI Medari Yogyakarta. A Bushing pulley scrubber slag that has been used and raw material for Bushing pulley slag scrubbers. The wear analysis study on bushing pulley of Long Chuan boiler engine scrubber obtained the following results: there was an increase in the price of specific wear of bushing pulley material. The price of raw material specific wear is 0.59 mm²/kg, in specimen B (6 months) 1.77 mm²/kg, specimens C (12 months) 4.11 mm²/kg. There was a decrease in the price of hardness of Bushing pulley material. The price of raw material hardness is 133.94 VHN, in specimens B (6 months) 76.53 VHN, specimens C (12 months) 63.36 VHN.

Keywords: *Bushing pulley, Scraber slag, Specific wear, Hardness,*

INTISARI

Bushing mempunyai sifat-sifat seperti ketahanan terhadap temperatur tinggi dan ketahanan aus terhadap gesekan. Lubang aliran oli digunakan untuk mengalirkan oli yang melumasi antara poros dan bushing yang berputar, oleh karena itu Bushing dibuat dari bahan tahan aus, umumnya dari bahan kuningan. Batasan masalah pada penelitian adalah sebagai berikut: Obyek penelitian berupa bushing pulley slag scrubber diperoleh PC. Gabungan Koperasi Batik Indonesia/GKBI Medari Yogyakarta. Sebuah Bushing pulley slag scrubber yang sudah digunakan dan raw material bahan Bushing pulley slag scrubber. Pada analisis keausan bushing pulley pada motor slag scrubber mesin boiler Long Chuan memperoleh hasil sebagai berikut : Terjadi peningkatan harga keausan spesifik material Bushing pulley. Harga keausan spesifik raw material 0,59 mm²/kg, pada spesimen B (6 bulan) 1,77 mm²/kg, spesimen C (12 bulan) 4,11 mm²/kg. Terjadi penurunan harga kekerasan material Bushing pulley. Harga kekerasan raw material 133,94 VHN, pada spesimen B (6 bulan) 76,53 VHN, spesimen C (12 bulan) 63,36 VHN.

Kata Kunci : *Bushing pulley, Slag scrubber, Keausan spesifik, Kekerasan, Mesin boiler*

1. Pendahuluan

Bushing pulley pada motor *slag scrubber* berfungsi menopang poros motor yang berputar sehingga terjadi gesekan antara *bushing pulley* dengan poros motor, setiap benda yang bergerak dan bersentuhan antara satu dengan yang lainnya pasti mengalami gesekan. Gesekan yang terjadi secara terus-menerus dapat menyebabkan terjadinya keausan atau hilangnya partikel suatu benda. Keausan terjadi apabila dua buah benda yang saling menekan dan saling bergesekan. Keausan yang lebih besar terjadi pada bahan yang lebih lunak. Faktor-faktor yang mempengaruhi keausan adalah kecepatan, tekanan, kekasaran permukaan dan kekerasan bahan (Alex, 20017). Semakin besar kecepatan relative benda yang

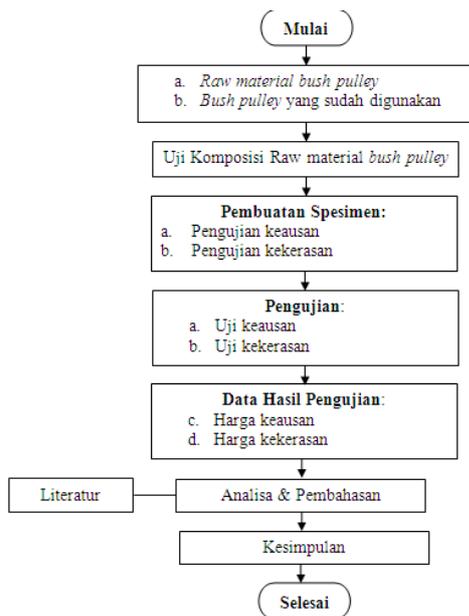
bergesekan, maka material semakin mudah aus. Demikian pula semakin besar tekanan pada permukaan benda yang berkontak, material akan cepat aus, begitu pula sebaliknya (George, 1987).

Kesulitan yang dihadapi unit *utility* PC. GKBI adanya keterbatasan pengetahuan tentang jenis bahan yang digunakan sebagai *Bushing pulley* dan pengujian teknik untuk mengetahui karaktersitik *bushing pulley*. *Bushing pulley* merupakan bahan paduan tembaga-seng (Cu-Zn) (Hisashi, 2009) mempunyai sifat-sifat seperti ketahanan terhadap temperatur tinggi dan ketahanan aus terhadap gesekan. (Surdia, 1991). Ketahanan aus bahan dibutuhkan pengetahuan tentang uji bahan teknik berupa pengujian keausan dan kekerasan (Meylina, 2009). Sehingga

untuk memberikan pengetahuan pada bidang pengujian bahan teknik, diperlukan upaya pengenalan dan pemahaman tentang pengujian bahan teknik khususnya pengujian karakteristik *bushing pulley*.

2. Metode Penelitian

Urutan penelitian analisis keausan *bushing pulley* pada motor *slag scrubber* mesin boiler Long Chuan di PC. GKBI Medari Yogyakarta ditunjukkan oleh diagram alir (*flowchart*) pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram alir penelitian

Bahan

Komposisi kimia bahan yang digunakan pada penelitian analisis keausan *Bushing pulley* pada motor *slag scrubber* mesin boiler Long Chuan di PC. GKBI Medari Yogyakarta ditunjukkan oleh Tabel 1.

Tabel 1 Komposisi kimia *Bushing pulley* pada motor *slag scrubber*

No	Unsur	Komposisi Kimia Bush Pulley *) (%)
1	Cu	82,6
2	Zn	4,77
3	Pb	5,95
4	Sn	6,15
5	Fe	0,269
6	Ni	0,213

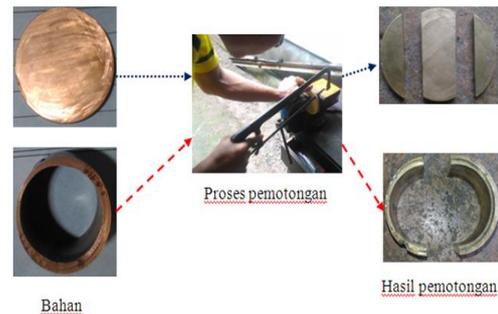
Bentuk *raw material* dan bentuk *Bushing pulley* pada motor *slag scrubber* mesin boiler Long Chuan ditunjukkan oleh Gambar 2.



Gambar 2 Raw material dan bentuk *Bushing pulley*

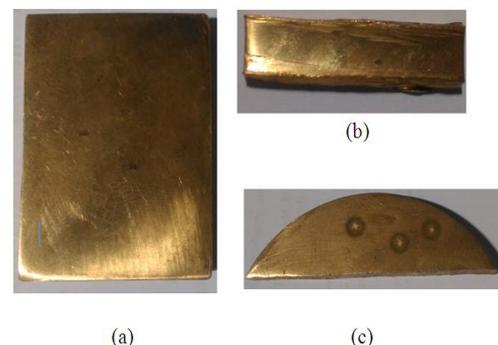
Pembuatan Spesimen Pengujian

Raw material dan bentuk *Bushing pulley* pada motor *slag scrubber* mesin boiler Long Chuan dibuat menjadi spesimen untuk proses pengujian, proses pembuatan spesimen ditunjukkan oleh Gambar 3



Gambar 3 Proses persiapan spesimen

Spesimen untuk uji komposisi, uji keausan, dan uji kekerasan yang dilakukan pada penelitian ditunjukkan oleh Gambar 4



Gambar 4 Spesimen pengujian : (a) Uji kekerasan; (b) Uji keausan; (d) Uji komposisi

Pengkodean Spesimen

Untuk membedakan spesimen maka dilakukan penandaan (pengkodean).

Pengkodean spesimen untuk penelitian analisis keausan *Bushing pulley* pada motor *slag scraber* mesin *boiler* Long Chuan ditunjukkan oleh Tabel 2

Tabel 2 Pengkodean spesimen

No	Kode	Waktu Pakai (bulan)	Keterangan
1	A	0	Raw material
2	B	6	Bush pulley A
3	C	12	Bush pulley B

3. Hasil Pengujian Hasil Uji Komposisi

Hasil uji komposisi bertujuan untuk mengetahui jenis material dari bahan kuningan (ASM, 1990) sebagai *raw material Bushing pulley* pada motor *slag scraber* mesin *boiler* Long Chuan, perbandingan *raw material Bushing pulley* dengan komposisi berdasarkan mendekati *Unified Numbering System* (UNS) C83800 seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Perbandingan komposisi kimia

No	Unsur	Bush Pulley *) (%)	C83800**) (%)
1	Cu	82,6	82-83,8
2	Zn	4,77	5-8
3	Sn	6,15	3,3-4,2
4	Pb	5,95	5-7

*) Politeknik manufaktur ceper, 2016

**) Schmidt, 1992

Berdasarkan hasil uji komposisi *material Bushing pulley* dan dibandingkan dengan komposisi *Unified Numbering System* (UNS) C83800 maka bahan *Bushing pulley* masuk kedalam kategori *red brass*.

Uji Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan menggunakan metode *vickers* spesifikasi pengujian metode *vickers* (ASM,2000) digunakan adalah sebagai berikut :

- Penetrator = Piramid intan (*diamond pyramid*)
- Beban = 100 gr
- Lama penekanan = 5 detik

Hasil pengukuran diagonal jejak hasil pengujian kekerasan (Lawrence, 1991) dengan alat uji kekerasan *microvickers* ditunjukkan oleh Tabel 4.

Tabel 4 Diagonal jejak hasil pengujian kekerasan dengan pengujian *micro-Vickers*

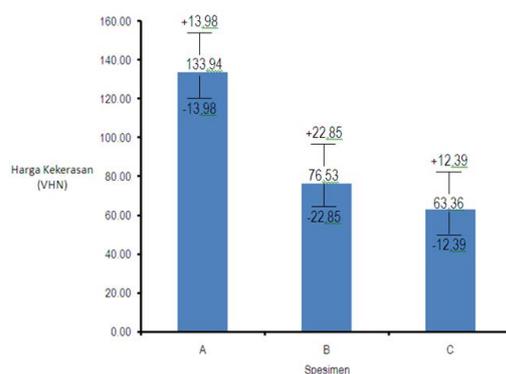
Kode Spesimen	Uji ke-	Diagonal Jejak(μm)		Rata – rata Diagonal Jejak (d _{rata})(μm)
		d ₁	d ₂	
A	1	39,5	39,35	39,43
	2	37	37	37,00
	3	34	37	35,50
B	1	42	43	42,50
	2	50	55,4	52,70
	3	49	62	55,50
C	1	47,5	52,3	49,90
	2	51	55,3	53,15
	3	56,8	65	60,90

Hasil perhitungan harga kekerasan *Vickers* untuk semua titik pengujian pada seluruh specimen ditunjukkan oleh Tabel 5

Tabel 5 Harga kekerasan *microvickers*

Kode Spesimen	Uji ke-	Rata – rata Diagonal Jejak (d _{rata})(μm)	Beban (P)	Konstanta	Harga Kekerasan (VHN)	Harga Kekerasan Rata-rata (VHN)
A	1	39,43	100	1,854	119,28	133,94
	2	37,00			135,43	
	3	35,50			147,11	
B	1	42,50			102,64	76,53
	2	52,70			66,76	
	3	55,50			60,19	
C	1	49,90			74,46	63,36
	2	53,15			65,63	
	3	60,90			49,99	

Harga rata-rata kekerasan dan standar deviasi hasil pengujian kekerasan ditunjukkan Gambar 5.



Gambar 5 Grafik harga kekerasan (VHN) pada spesimen A, B, C

Pengujian Keausan

Pengujian keausan dilakukan menggunakan mesin uji Type OAT dengan spesifikasi pengujian adalah sebagai berikut :

- a. Beban = 2,12 kg
- b. Lama penekanan = 60 detik
- c. Gear ratio = 36/108

Hasil pengukuran panjang jejak hasil pengujian keausan ditunjukkan oleh Tabel 6.

Tabel 6 Panjang jejak hasil pengujian keausan

Kode Spesimen	Uji ke-	Panjang jejak (strip)			Skala	Panjang I (strip)	Panjang I (mm)	Tinggi Jejak bo (mm)
		1	2	3				
A	1	16	13	14	1 mm = 18 strip	14,33	0,80	0,80
	2	15	20	16		17,00	0,94	0,94
	3	15	14	15		14,67	0,81	0,81
B	1	42	20	18		26,67	1,48	1,48
	2	13	19	15		15,67	0,87	0,87
	3	35	10	20		21,67	1,20	1,20
C	1	64	24	20		36,00	2,00	2,00
	2	40	20	22		27,33	1,52	1,52
	3	30	18	16		21,33	1,19	1,19

Hasil perhitungan harga kekerasan keausan spesifik untuk semua titik pada spesimen A, B, dan C ditunjukkan oleh Tabel 7.

Tabel 7 Harga keausan spesifik

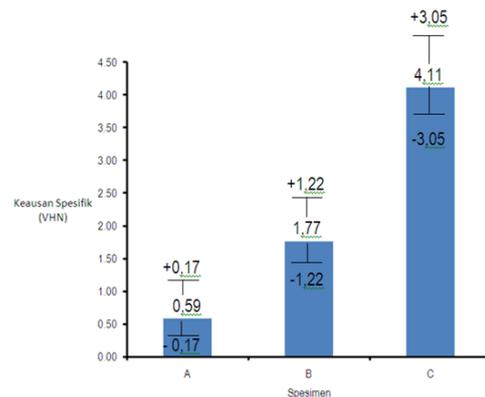
Kode Spesimen	Uji ke-	Harga keausan Spesifik (mm ² /kg)	Harga Rata-rata keausan Spesifik (mm ² /kg)
A	1	0,47	0,59
	2	0,79	
	3	0,51	
B	1	3,05	1,77
	2	0,62	
	3	1,63	
C	1	7,49	4,11
	2	3,28	
	3	1,56	

Harga rata-rata keausan spesifik dan standar deviasi hasil pengujian kekerasan ditunjukkan oleh Tabel 8.

Tabel 8 Harga rata-rata keausan spesifik dan standar deviasi pada spesimen A, B, dan C

Spesimen	Harga Rata-rata keausan Spesifik (mm ² /kg)	Standar Deviasi (SD)
A	0,59	0,17
B	1,77	1,22
C	4,11	3,05

Selanjutnya harga keausan spesifik dan standar deviasi yang ditunjukkan oleh Tabel 10 dibuat menjadi grafik yang ditunjukkan oleh Gambar 6.



Gambar 6. Grafik keausan spesifik (mm²/kg) pada spesimen A, B, C

Hasil pengujian kekerasan menunjukkan kekerasan bahan A lebih besar dibandingkan bahan B dan C, begitu pula sebaliknya dengan keausan bahan A nilai keausan lebih kecil dibandingkan dengan bahan B dan C. hal tersebut menunjukkan semakin tinggi kekerasan bahan tingkat keausannya semakin kecil (Kato, 2000).

4. Kesimpulan

Pada analisis keausan *Bushing pulley* pada motor *slag scrubber* mesin *boiler* Long Chuan memperoleh hasil sebagai berikut :

1. Terjadi peningkatan harga keausan spesifik material *Bushing pulley*. Harga keausan spesifik *raw material* 0,59 mm²/kg, pada spesimen B (6 bulan) 1,77 mm²/kg, spesimen C (12 bulan) 4,11 mm²/kg.
2. Terjadi penurunan harga kekerasan material *Bushing pulley*. Harga kekerasan *raw material* 133,94 VHN, pada spesimen B (6 bulan) 76,53 VHN, spesimen C (12 bulan) 63,36 VHN.

Saran-saran

Penelitian selanjutnya diharapkan melakukan penelitian keausan *Bushing pulley* pada motor *slag scrubber* mesin *boiler* Long Chuan dengan mengikutsertakan jenis minyak pelumas dan volume minyak pelumas, dan untuk lebih mendalam dalam pemahaman terhadap jenis-jenis keausan yang terjadi pada *Bushing pulley*.

Daftar Pustaka

- Alex, C.S, 2007, "Pengaruh Ukuran Butir Terhadap kekuatan Luluh Paduan Kuningan", Tugas Akhir, IST AKPRIND Yogyakarta, Yogyakarta
- ASM HANDBOOK VOL 2, 1990 "Properties and Selection: Nonferrous Alloys and Special-Purpose Materials" ASM International

- ASM HANDBOOK VOL 8, 2000, *Mechanical Testing and Evaluation*, ASM International
- George, E. Dieter, Alih Bahasa Sriati Dj., 1987, "*Metalurgi mekanik*", Jilid 1, Erlangga, Jakarta.
- Hisashi, I., 2009, "*Characteristics and machinability of lead-free P/M Cu60–Zn40 brass alloys dispersed with graphite*", termuat di <http://www.sciencedirect.com/science>
- Kato, K., & Adachi, K., 2000, "*Wear Mechanism*", termuat di <http://www.CRCnetBase.com/doi/pdfplus/10.1201/9780849377877.ch7>
- Lawrence H. Van Vlack, Alih Bahasa Sriati Dj, 1991, "*Ilmu dan Teknologi Bahan*", Edisi Kelima, Erlangga, Jakarta.
- Meylina, D.C.R., 2009, "*Analisis Mikrostruktur Bahan Brass Alloy Cu-Zn Dengan Metode Difraksi Sinar-X (Xrd)*" Tugas Akhir, Universitas Diponegoro, Semarang
- Surdia, T., Shinroko, S., 1991., "*Pengetahuan Bahan Teknik*", cetakan Ke- 3, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.

Penerapan *Business Process Management* (BPM) (Studi Kasus: Proses Bisnis Mengeksekusi dan Mengelola Rencana Penjualan di Divisi Niaga PT PJB Services)

Ristina Kusuma Ningtiyas¹, Farida Pulansari², Kinanti Resmi Hayati³

^{1,2,3} Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Jl. Raya Rungkut Madya, Gunung Anyar, Surabaya 60294

ristina.tyas@gmail.com, farida.ti@upnjatim.ac.id, kinantihayati@gmail.com

ABSTRAK

Proses bisnis merupakan perantara antara bisnis dengan teknologi informasi. Dengan adanya proses bisnis yang baik, dukungan teknologi informasi terhadap bisnis akan semakin jelas dan tepat. Proses bisnis melibatkan berbagai pihak yang berkepentingan dan membutuhkan sumber daya. Pengelolaan proses bisnis yang tepat dapat meningkatkan kinerja organisasi secara keseluruhan. Pentingnya peran proses bisnis dalam suatu organisasi atau perusahaan yaitu berguna untuk menggerakkan bisnis menjadi semakin berkembang sangat cepat dan pesat. Penelitian ini menggunakan metode *Business Process Management* (BPM) yang memungkinkan perusahaan dapat memiliki cetak biru proses bisnis dan dapat menilai apakah proses bisnis yang sekarang berjalan sudah efektif dan efisien serta manajemen dapat melihat dengan detail dampak perubahan yang akan dilakukan baik dari sisi waktu dan biaya. Pada perhitungan simulasi proses saat ini yaitu prosedur standar pengendalian pelaksanaan pemasaran membutuhkan waktu 26.400 menit per bulan dengan biaya sejumlah 360.000.000 pertahun dan prosedur pengendalian kontrak pekerjaan jasa membutuhkan waktu 23.040 menit per bulan dengan biaya sejumlah 314.181.818,18 per tahun. Setelah dilakukan penerapan *Business Process Management* (BPM) untuk usulan proses bisnis yang baru yaitu prosedur mengelola pelaksanaan penjualan membutuhkan waktu 9,480 menit per bulan dengan biaya 129.272.727,27 per tahun dan prosedur mengelola settlement pelanggan membutuhkan waktu 14,400 menit per bulan dengan biaya 196.363.636,36 per tahun.

Kata kunci: Proses Bisnis, *Business Process Management* (BPM).

ABSTRACT

*Business process is an intermediary between business and information technology. With the existence of good business process, information technology support to the business will be more clear and precise. The business process involves a wide range of interested parties and requires resources. Proper business process management can improve overall organizational performance. The importance of the role of business processes within an organization or company that is useful to drive the business to grow rapidly and rapidly. This research uses *Business Process Management* (BPM) method which enables companies to have business process blueprints and can assess whether current business processes are effective and efficient and management can see in detail the impact of changes that will be made in terms of time and cost. In the calculation of the current process simulation is the standard procedure of controlling the implementation of marketing takes 26,400 minutes per month with the cost of Rp. 30.000.000,00 per month and the procedure of contracting work service contract takes 23.040 minutes per month with the cost of Rp. 8.727.272,73 per month. After the implementation of *Business Process Management* (BPM) for the proposed new business process, the procedure of managing the sales implementation takes 9,480 minutes per month at a cost of Rp. 10.772.727,27 per month and the procedure of managing the customer settlement takes 14,400 minutes per month at a cost of Rp. 5.454.545,45 per month.*

Keywords: Business Process, Business Proses Management (BPM)

PENDAHULUAN

Proses bisnis sangat diperlukan oleh sebuah perusahaan dikarenakan merupakan jembatan antara bisnis dengan teknologi informasi. Dengan adanya proses bisnis yang baik, dukungan teknologi informasi terhadap bisnis akan semakin jelas dan tepat. Masalah yang sering kali muncul adalah perusahaan belum mengetahui apakah mereka sudah

memiliki proses bisnis yang baik dan tepat bahkan proses ini berlangsung tanpa dokumentasi yang jelas sehingga dalam melakukan perbaikannya pun menjadi tidak jelas dan tidak tepat sasaran.

Disisi lain, sistem informasi merupakan salah satu bagian perusahaan yang mempermudah jalannya proses bisnis. McLeod (2008) menyatakan bahwa sistem

informasi adalah suatu sistem virtual yang memungkinkan manajemen mengendalikan operasi sistem fisik perusahaan. Susanto dalam Taufiq (2013) menyatakan bahwa sistem merupakan kumpulan dari subsistem apapun baik fisik maupun non fisik yang saling berhubungan satu sama lain dan bekerja sama secara harmonis untuk mencapai satu tujuan yaitu mengolah data menjadi informasi yang berarti dan berguna. Disisi lain, menurut Bhatt dan Stump, 2001 dalam Siliwangi dan Vanany, 2012 bahwa jaringan sistem informasi tidak hanya mengotomasikan bisnis, tetapi juga mempertajam dan memperbaiki proses bisnis. Laudon dan Laudon, (2007) dalam Hartono, (2013) menyatakan bahwa dari sudut pandang sistem informasi manajemen hal terpenting yang perlu dipahami dari sebuah perusahaan adalah proses-proses bisnis yang berlangsung di dalamnya dalam rangka pelaksanaan tugas-tugas. Oleh karena itu, alur sistem informasi juga dapat dikatakan sebagai proses bisnis perusahaan. Dengan memperbaiki kinerja dari segi sistem informasi, maka juga akan memperbaiki proses bisnis perusahaan. Proses bisnis merupakan elemen utama fungsi bisnis di suatu organisasi. dan melibatkan berbagai pihak yang berkepentingan dan membutuhkan sumber daya. Pengelolaan proses bisnis yang tepat dapat meningkatkan kinerja organisasi secara keseluruhan serta berguna untuk menggerakkan bisnis menjadi semakin berkembang sangat cepat dan pesat.

Dalam proses bisnis, pemasaran juga dijadikan alat strategi perusahaan untuk mencapai targetnya. Definisi pemasaran menurut Kotler (2008) adalah kegiatan mengidentifikasi dan memenuhi kebutuhan manusia dan sosial. Memenuhi kebutuhan dengan cara menguntungkan. Selanjutnya Alma (2009) mengemukakan bahwa pemasaran adalah proses manajemen untuk mengidentifikasi, mengantisipasi, dan memuaskan pelanggan secara menguntungkan. Tjiptono (2011) mengemukakan bahwa bauran pemasaran jasa merupakan seperangkat alat yang dapat digunakan pemasar untuk membentuk karakteristik jasa yang ditawarkan kepada pelanggan. Selanjutnya Sumarmi dan Soeprihanto (2010) menjelaskan bauran pemasaran (*marketing mix*) adalah kombinasi dari variabel atau kegiatan yang merupakan inti dari sistem pemasaran yaitu produk, harga, promosi, dan distribusi.

Dalam penelitian ini diambil studi kasus di PT PJB Services pada Divisi Niaga yang memiliki salah satu proses bisnis yaitu

mengeksekusi dan mengelola rencana penjualan melalui prosedur *Integrated Management System* (IMS). Akan tetapi prosedur yang telah ada masih bersifat manual yang mengakibatkan aliran aktivitas dalam proses bisnis tersebut belum terukur. Penerapan *Business Process Management* (BPM) melalui software *Process Maker*. Menurut Footen dan Faust (2008) BPM adalah metodologi yang berorientasi pada proses bisnis untuk memahami dan mengorganisir pekerjaan pada satu perusahaan. Ini difokuskan pada ketangkasan proses (*process agility*) dan jarak penglihatan bisnis (*business visibility*). BPM merupakan metode penyalarsan secara efisien suatu organisasi dengan keinginan dan kebutuhan organisasi tersebut. Lawler dan Barber (2008) BPM adalah satu pendekatan untuk mencapai tujuan bisnis, mengkoordinasi proses-proses akhir dari perusahaan, menciptakan best practices, dan perangkat lunak perlengkapan, seperti di dalam suatu sistem manajemen proses bisnis, untuk mendeskripsikan, peneliti, dan menambahkan efisiensi dari proses-proses terhadap goal bisnis. Menurut Garimella dkk (2008) BPM adalah seperangkat cara, alat dan teknologi yang digunakan untuk merancang, menetapkan, meneliti, dan mengontrol. Disisi lain, Jeston dan Nelis (2008) BPM adalah pencapaian tujuan organisasi melalui perbaikan, pengelolaan dan pengendalian dari bisnis proses yang penting proses bisnis operasional BPM merupakan suatu pendekatan manajemen holistik untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi bisnis seiring upaya untuk mencapai inovasi, fleksibilitas dan integrasi dengan teknologi. BPM berupaya untuk melakukan perbaikan proses secara berkelanjutan atau juga disebut sebagai proses optimalisasi. Dan yang terakhir, Bizagi (2011) mengemukakan *business process modeling notation* adalah notasi grafis yang menggambarkan logika dari langkah-langkah dalam suatu proses bisnis. Notasi ini telah dirancang khusus untuk mengkoordinasikan urutan proses yang mengalir antar partisipan atau aktor dalam kegiatan yang berbeda.

PEMBAHASAN

Pada fase ini memastikan bahwa strategi organisasi, visi, tujuan strategis, bisnis dan pendorong eksekutif harus dipahami dengan jelas oleh anggota tim proyek. Strategi ini harus dikomunikasikan dan disebarakan kepada para pemangku kepentingan yang terkait khususnya manajemen dan staf sampai menjadi akar dalam budaya organisasi.

Tujuan dari strategi organisasi adalah untuk menjelaskan bagaimana strategi,

proses manajemen dan proses interaksi serta hubungan antar individu dalam organisasi.

Tabel 1. Analisis SWOT

<p style="text-align: center;">Strength</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mendapat kepercayaan dari stakeholder (PJB/PLN) melalui pekerjaan penugasan. 2. Komitmen kuat dari manajemen dalam peningkatan kinerja (kualitas layanan, hubungan pemangku kepentingan). 3. Memiliki sumberdaya manusia dengan usia yang sebagian besar cukup produktif. 4. Hubungan partnership yang kuat 	<p style="text-align: center;">Weakness</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tidak memiliki asset fisik. 2. Proses bisnis di internal perusahaan belum terintegrasi secara optimal sehingga koordinasi dan komunikasi kurang efektif. 3. Proses pengendalian pengelolaan perusahaan belum optimal. 4. Keterbatasan akses pendanaan di luar grup PJB/PLN
<p style="text-align: center;">Opportunities</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pertumbuhan ekonomi tinggi, nilai tukar relatif stabil sehingga mendorong peningkatan kebutuhan listrik. 2. Program pemerintah dalam pembangunan pembangkit listrik 35.000 MW. 3. Peluang optimalisasi potensi pasar IPP. 4. Diversifikasi produk O&M 	<p style="text-align: center;">Threats</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Peningkatan persaingan dari perusahaan-perusahaan jasa O&M baik regional maupun global. 2. Perubahan regulasi (terutama ketenagakerjaan dan ketenagalistrikan) berdampak pada stabilitas bisnis.

Berikut ini adalah beberapa langkah *Business Process Management* (BPM) yang telah diterapkan:

1. PROCESS ARCHITECTURE

Fase ini merupakan fase dimana arsitektur proses dirancang. Arsitektur proses merupakan cara organisasi untuk menetapkan seperangkat aturan, prinsip, model untuk pelaksanaan BPM diseluruh organisasi. Arsitektur proses memberikan dasar untuk mendesain dan merealisasikan inisiatif dari proses BPM, dimana proses IT dan arsitektur bisnis harus sejalan dengan strategi organisasi.

1. *Overall Objectives*
 - ✓ Standarisasi proses bisnis di internal perusahaan.
 - ✓ Meningkatkan keunggulan perusahaan di industri ketenagalistrikan.
 - ✓ Memanfaatkan dan memberdayakan sumber daya Teknologi Informasi sebagai sarana pendukung utama.
2. *General Principles*
 - ✓ Meningkatkan daya saing organisasi.
 - ✓ Mencapai standar internasional.
 - ✓ Mendukung upaya efisiensi.
 - ✓ Meningkatkan kepercayaan dan kepuasan pelanggan.
 - ✓ Meningkatkan komunikasi antara unit dan personil.
3. *Relevant Product Guidelines & Models*
 - ✓ Melibatkan seluruh penanggung jawab proses bisnis dalam kegiatan mengeksekusi dan mengelola rencana penjualan.

4. Relevant Organization Guidelines

- ✓ Komitmen kuat dari manajemen dalam peningkatan kinerja (kualitas layanan, hubungan pemangku kepentingan).
- ✓ Memiliki sumberdaya manusia dengan usia yang sebagian besar cukup produktif.
- ✓ Memiliki hubungan partnership yang kuat.

5. Process Guideline

- ✓ Fokus terhadap perspektif *end-to-end process*.
- ✓ Setiap proses memiliki penanggung jawab.
- ✓ Mengutamakan otomatisasi di setiap aktivitas, namun tetap mengutamakan fleksibilitas.

6. Relevant Information Guidelines

- ✓ Mengevaluasi dari proses bisnis sebelumnya atau yang sedang berjalan saat ini
- ✓ Melibatkan seluruh manajemen

7. Relevant Technology Guidelines

- ✓ Menggunakan aplikasi berbasis web
- ✓ Menerapkan konsep *mirroring-server* sebagai langkah awal dalam penanganan *Disaster Recovery*

2. LAUNCH PAD

Dalam fase ini, akan diidentifikasi lingkup dan batasan-batasan proyek, menentukan kriteria perancangan dan menginisiasi proyek. Poin utamanya adalah sebagai berikut:

- ✓ Pemilihan dimana BPM di dalam organisasi akan dimulai.

- ✓ Persetujuan dari tujuan proses dan, atau visi dimana setelah proses dipilih.
- ✓ Pembentukan dan pengembangan proyek yang dipilih.

Driving forces yang melatar belakangi inovasi proses dalam project width terbagi tiga, yaitu:

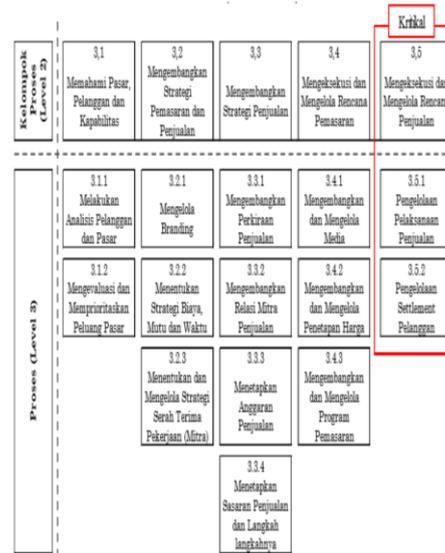
- ✓ 1. Must Change
- ✓ 2. Wants Change
- ✓ 3. Can Change

Driving forces yang melatar belakangi pengembangan project di PT PJB Services adalah Can Change, dimana setiap lapisan dalam organisasi, terutama para pemimpin dalam organisasi telah memasuki level maturity yang baik. Gambar 2 berikut ini akan menggambarkan Process Selection Matrix.

3. UNDERSTAND

Pada fase ini, tim proyek telah memahami secara cukup mengenai keadaan atau lingkungan dari proses bisnis yang sedang berjalan. Hal ini dimaksudkan agar fase inovasi dapat dilakukan.

Menentukan prioritas proses di masa yang akan datang sebagai dasar pengukuran perbaikan serta seleksi di fase Innovate mengacu pada American Productivity and Quality Center (APQC) merupakan organisasi yang menyediakan referensi praktik manajemen terkemuka.



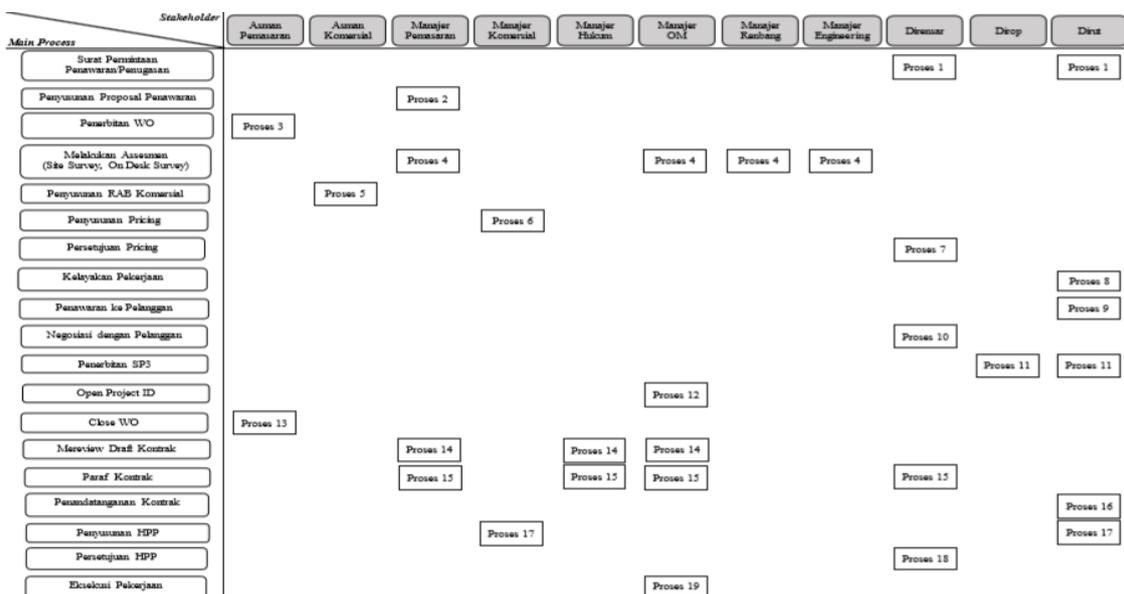
Gambar 1. Kategori 3.0 Memasarkan dan Menjual Produk dan Layanan

4. INNOVATE

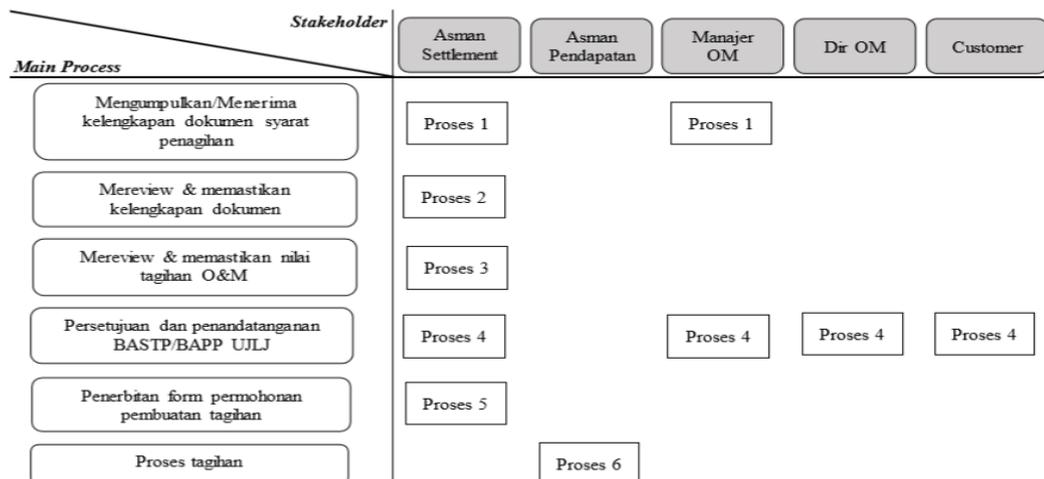
Yang terlibat dalam fase ini bukan hanya tim proyek dan bisnis tetapi melibatkan para stakeholder baik internal maupun eksternal. Ketika berbagai pilihan proses baru telah diketahui maka dapat dilakukan simulasi.

Dalam fase ini dibuat metrik tambahan yang digunakan untuk membandingkan metrik yang sebelumnya ditetapkan di fase *understand*.

Future Process Selection Matrix, proses ini dibuat untuk menjelaskan adanya beberapa perubahan dan penambahan pada proses saat ini atau yang sedang berjalan.



Gambar 2. Process Selection Matrix Prosedur Standar Pengendalian Pelaksanaan Penjualan



Gambar 3. Future Process Selection Matrix Mengelola Settlement Pelanggan

5. PEOPLE

Dalam kerangka kerja BPM, fase ini merupakan fase yang sangat kritis. Fase ini bertujuan untuk memastikan bahwa semua aktivitas, peran atau tugas, dan pengukuran kinerja telah sesuai dengan strategi organisasi dan tujuan proses.

Future People Capability Matrix ini dapat digunakan untuk analisis keterampilan dan akan memberikan informasi yang berguna tentang penyebab penyimpangan proses yang terjadi di masa yang akan datang.

Future People Capability Matrix ini dapat digunakan untuk analisis keterampilan dan akan memberikan informasi yang berguna tentang penyebab penyimpangan proses yang terjadi di masa yang akan datang. Berikut ini adalah Gambar 4. Tentang *Future People Capability Matrix*.

Knowledge Capabilities / Skills Required	Key Process	
	Mengelola Pelaksanaan Penjualan	Mengelola Settlement Pelanggan
Komunikasi	1	1
Presentasi	1	1
Tata Niaga Pembangkitan	1	1
Kemampuan Negosiasi	1	3
Menggunakan Komputer	1	1
Keekonomian	1	1
Ketelitian	1	1
Kemampuan Analisa	1	1
Hukum Bisnis	1	3
Pengambilan Keputusan	1	1
Perpajakan	1	1
Penguasaan Surat Perjanjian	1	1
Tepat Waktu	1	1

Gambar 4. Future People Capability Matrix.

6. DEVELOP

Fase ini terdiri dari pengembangan semua komponen untuk implementasi proses baru. Hal ini juga melibatkan pengujian perangkat lunak dan perangkat keras.

Hasil dari analisa dan evaluasi-evaluasi sebelumnya bertujuan untuk membentuk suatu kerangka Business Process Management System dengan peningkatan kinerja yang dapat membawa keuntungan lebih bagi organisasi. Skema *Business Process Management System* adalah sebagai berikut: 1. *Integration (Internal System)*, 2. *Automation (Processes)*, 3. *Collaboration*.

Keputusan berikutnya adalah pendekatan apa yang ingin diadopsi untuk membuat atau membeli berbagai komponen perangkat lunak. Membeli produk siap pakai yang dapat dikonfigurasi yaitu menggunakan aplikasi ProcessMaker dengan biaya yang efektif dan mudah untuk menggunakan manajemen proses bisnis (BPM) dan aplikasi perangkat lunak alur kerja.

7. IMPLEMENT

Fase ini merupakan fase dimana semua proses perbaikan yang telah dirancang dan dikembangkan akan dijalankan. Keputusan untuk implementasi akan berdampak pada banyak aspek dalam proyek seperti bagaimana proses dirancang atau didesain ulang, bagaimana pengembangan dan pengujian dapat dilakukan, dan sebagainya.

Tabel 2. Skenario Implementasi

Skenario Implementasi	Skenario Implementasi
<i>Big Bang</i>	Perubahan yang diusulkan diperkenalkan dalam satu perbaikan besar ✓ Keuntungan - cepat untuk diterapkan ✓ Kerugian - tingginya risiko gangguan terhadap bisnis

<i>Parallel</i>	<p>Perubahan yang diusulkan diperkenalkan langkah demi langkah, dengan peluncuran perubahan berikutnya akan dimulai tanpa menunggu proses sebelumnya selesai.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Keuntungan - implementasi yang relatif cepat, dan kemampuan untuk memanfaatkan pembelajaran dari implementasi sebelumnya sangat berharga. ✓ Kerugian - sumber daya tambahan akan diperlukan untuk membantu penerapan yang tumpang tindih, dan koordinasi dari peluncuran simultan ini akan tinggi dan berpotensi kompleks.
<i>Relay</i>	<p>Perubahan yang diusulkan diperkenalkan selangkah demi selangkah, dengan setiap peluncuran hanya dimulai setelah perubahan yang sebelumnya telah selesai.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Keuntungan - kualitas, sebagai pelajaran yang diperoleh dari bentuk sebelumnya, dapat menjadi bahan pertimbangan dan pelaksanaan pada perubahan selanjutnya. ✓ Kerugian - kurangnya kecepatan, karena hal ini pelaksanaannya tergantung pada keadaan, membutuhkan waktu lama untuk menyelesaikan
<i>Combination</i>	<p>Kombinasi dari pelaksanaan disebut diatas, mungkin sebuah kecil percobaan dan kemudian membangun pelaksanaan untuk lebih besar</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Keuntungan - menyediakan organisasi dengan manfaat yang menyesuaikan roll-out ke situasi tertentu, fleksibel tetapi masih memungkinkan penanganan secara efektif.

KESIMPULAN

Hasil penelitian berdasarkan penerapan Business Process Management (BPM) pada proses bisnis mengeksekusi dan mengelola rencana penjualan di Divisi Niaga PT PJB Services dengan merubah proses manual menjadi digital. Pada prosedur standar pengendalian pelaksanaan penjualan atau pada prosedur mengelola pelaksanaan penjualan menghasilkan efisiensi waktu dari yang sebelumnya 26.400 menit menjadi 9.480 menit perbedaannya sebesar 64% dan efisiensi biaya operasional dari yang sebelumnya Rp.30.000.000,- per bulan menjadi Rp.10.772.727,27 per bulan perbedaannya sebesar 64%. Dan pada prosedur pengendalian kontrak pekerjaan jasa atau pada prosedur mengelola settlement pelanggan menghasilkan efisiensi waktu dari yang sebelumnya 23.040 menit menjadi 14.400 menit perbedaannya sebesar 38% dan efisiensi biaya operasional dari yang sebelumnya Rp.8.727.272,73 per bulan menjadi Rp.5.454.545,45 per bulan perbedaannya sebesar 38%.

DAFTAR PUSTAKA

- Alma, Buchari. 2009. *Manajemen Pemasaran dan Pemasaran Jasa*. Penerbit Alfabeta, Bandung.
- Bizagi. 2011. *BPMN 2.0 - Business Process Modeling Notation Bizagi Process Modeler*. Bizagi.
- Footen, John dan Joey Faust. 2008. *The Service-Oriented Media Enterprise: SOA, BPM, and Web Services in Professional Media Systems*, Focal Press, Oxford USA.
- Garimella, K., Less, M., dan Williams, B. 2008. *BPM Basics for Dummies*. Software AG Special Edition. Wiley Publishing, Inc., Indianapolis.
- Hartono, Bambang. 2013, *Sistem Informasi Manajemen Berbasis Komputer*. Penerbit Rineka Cipta. Jakarta.
- Jeston, John dan Johan Nelis. 2008. *Business Process Management: Practical Guidelines to Successful Implementations*. Elsevier Ltd, Oxford.
- Kotler, Philip. 2008. *Manajemen Pemasaran Edisi 12 Jilid 2*. Penerbit Indeks, Jakarta.
- Lawler, J.P., dan Howell-Barber, H. 2008. *Service-Oriented Architecture: SOA Strategy, Methodology, and Technology*, Taylor and Francis Group, Boca Raton, Florida.

- McLeod, Raymond. 2008. *Sistem Informasi Manajemen*. Penerbit Salemba Empat. Jakarta.
- Rahmaji, Danang. 2013. *Penerapan Activity Based Costing System untuk Menentukan Harga Pokok Produksi PT. Cilebes Mina Pratama*, Jurnal EMBA, Vol. 1 No. 3. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Sumarni, Murti dan John Soeprihanto. 2010, *Pengantar Bisnis (Dasar-dasar Ekonomi Perusahaan) Edisi ke 5*. Penerbit Liberty, Yogyakarta.
- Susanto, Azhar. 2013. *Sistem Informasi Akuntansi*. Penerbit Lingga Jaya, Bandung.
- Tjiptono, Fandy. 2011. *Pemasaran Jasa*. Penerbit Bayumedia, Malang.
- Taufiq, Rohmat. 2013. *Sistem Informasi Manajemen*, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.

Aplikasi Metode Taguchi untuk Mengidentifikasi Pengaruh Pirolisis dan Pengeringan terhadap Nilai Kalor Arang Tempurung Kelapa

Nur Hayati

Jurusan Teknik Mesin, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
nurhayati@akprind.ac.id

ABSTRACT.

Coconut shell is biomass waste that can be easily obtained from the environment. This waste has not been used and managed optimally, so it can pollute the environment. According to Asian and Pacific Coconut Community (APCC) data in 2012, the total area of coconut plantations in Indonesia reached 3.8 million Ha with total production estimated at 15 billion coconuts. Coconut shell has a very hard layer that contains 64.23% carbon, 4.89% hydrogen, 4.77% nitrogen, 3.60% sulphur and 22.61% oxygen. The nature characteristic of shell, which contains of many carbons, is able to be converted to charcoal as a promising alternative energy source to replace fossil fuels. The purpose of this study is to investigate the effect of pyrolysis and drying on calorific value of coconut shell charcoal. Calorific value of charcoal was tested using a bomb calorimeter. The method used in this study is the Taguchi method. The independent variable used in this study is the pyrolysis temperature (4500C, 5000C, 5500C, 6000C, and 6500C), residence time (60 minutes, 75 minutes, 90 minutes, 105 minutes, and 120 minutes), the drying temperature (950C, 1000C, 1050C, 1100C, and 1150C) and drying time (12 hours, 15 hours, 18 hours, 21 hours, and 24 hours). The response variable in this study is the calorific value of coconut shell charcoal. Orthogonal array used is L25(5)4. The results were analyzed by ANOVA using software Minitab 16. The results showed that the pyrolysis temperature gives the greatest influence on the calorific value of charcoal, with the value of 45.39%, followed by residence time 22.11%, drying time 12.65% and drying temperature 3.89%,. While, the optimum conditions for all parameters obtained at A4B3C1D4 conditions, which refers to the pyrolysis temperature on 6000C, residence time on 90 minutes, drying temperature on 950C and 21-hour drying time.

Keywords: Taguchi Method, pyrolysis, drying, calorific value of charcoal

INTISARI

Tempurung kelapa merupakan limbah biomassa yang banyak diperoleh di lingkungan sekitar. Limbah ini belum dimanfaatkan dan dikelola secara maksimal, sehingga dapat mencemari lingkungan. Menurut Asian and Pacific Coconut Community (APCC) pada tahun 2012, luas areal tanaman kelapa di Indonesia mencapai 3,8 juta Ha dengan total produksi diperkirakan sebanyak 15 milyar butir kelapa. Tempurung kelapa adalah lapisan yang sangat keras yang mengandung 64,23% karbon, 4,89% hydrogen, 4,77% nitrogen, 3,60% belerang dan 22,61% oksigen. Sifat tempurung yang banyak mengandung karbon memungkinkan tempurung untuk dijadikan arang sebagai salah satu sumber energi alternatif yang cukup menjanjikan untuk menggantikan bahan bakar fosil. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi pengaruh pirolisis dan pengeringan terhadap nilai kalor arang tempurung kelapa. Arang diperoleh dengan proses pirolisis dan nilai kalor arang diuji dengan menggunakan kalorimeter bom. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Taguchi. Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah temperatur pirolisis (450°C, 500°C, 550°C, 600°C dan 650°C), waktu pirolisis (60, 75, 90, 105 dan 120 menit), temperatur pengeringan (95°C, 100°C, 105°C, 110°C dan 115°C) dan waktu pengeringan (12, 15, 18, 21 dan 24 jam). Adapun variabel respon dalam penelitian ini adalah nilai kalor arang tempurung kelapa. Orthogonal array yang digunakan adalah L25(5)⁴. Hasil penelitian dianalisis dengan ANOVA menggunakan software minitab 16 dengan memperhatikan aspek energi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa temperatur pirolisis memberikan pengaruh yang paling besar terhadap nilai kalor arang, yaitu sebesar 45,39% disusul temperatur pengeringan 22,11%, waktu pengeringan 12,65% dan waktu pirolisis 3,89%. Adapun kondisi optimum untuk semua parameter diperoleh pada kondisi A4B3C1D4 artinya temperatur pirolisis 650°C, waktu pirolisis 90 menit, temperatur pengeringan 95°C dan waktu pengeringan 21 jam.

Kata kunci : metode Taguchi, pirolisis, pengeringan, nilai kalor arang

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil kelapa yang utama di dunia. Letak Indonesia berada di iklim tropis sangat cocok untuk ditanami pohon kelapa. Menurut APCC pada tahun 2012, luas areal tanaman kelapa di Indonesia mencapai 3,8 juta Ha dengan total produksi diperkirakan sebanyak 15 milyar butir kelapa. Kelapa telah dikenal masyarakat sejak dulu sebagai tanaman yang mempunyai fungsi dan kegunaan yang beraneka ragam dari akar sampai daunnya. Berbagai penelitian telah berhasil membuktikan manfaat dari bagian-bagian pohon kelapa, seperti daging buahnya dijadikan kopra, minyak dan santan untuk keperluan rumah tangga. Namun hasil sampingan lainnya seperti tempurung kelapa belum begitu banyak dimanfaatkan. Tempurung kelapa merupakan limbah biomassa yang banyak diperoleh di lingkungan sekitar. Disisi lain, kebutuhan energi semakin meningkat dan subsidi BBM semakin dikurangi. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengembangan energi alternatif yang berasal dari bahan baku tempurung kelapa. Salah satu upaya pemanfaatan limbah tempurung kelapa adalah dengan membuat suatu sistem pengolahan tempurung kelapa menjadi arang dengan proses pirolisis.

Untuk memperoleh kondisi optimum pirolisis dan pengeringan ini digunakan *design of experiment* (DOE) dengan metode Taguchi. Metode ini dipilih karena memungkinkan eksperimen dengan banyak faktor dengan jumlah eksperimen yang minimum sehingga menghemat waktu dan biaya eksperimen. Sebagai contoh jika ada 4 faktor penelitian yang diuji dengan masing-masing faktor mempunyai 5 level, eksperimen klasik membutuhkan $5^4 = 625$ kombinasi eksperimen. Hal ini pasti membutuhkan biaya yang besar dan waktu yang cukup lama, sedangkan dengan metode Taguchi hanya memerlukan 27 kombinasi eksperimen.

Berdasarkan hal tersebut, peneliti melakukan penelitian untuk mendapatkan kondisi optimum pirolisis dan pengeringan nilai kalor arang tempurung kelapa dengan menggunakan metode Taguchi.

Metode Taguchi

Metode Taguchi diperkenalkan oleh Dr. Genichi Taguchi (1940) yang merupakan metodologi baru dalam bidang teknik yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses serta dapat menekan biaya dan

bahan baku seminimal mungkin (Belavendram, 1995). Sasaran metode Taguchi adalah peningkatan kualitas produk dengan mencari faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kualitas, kemudian memisahkannya kedalam faktor kendali dan faktor tidak terkendali (noise). Masing-masing dibagi berdasarkan level kemudian dipilih *orthogonal array* berdasarkan jumlah faktor dan level yang dipilih. Hasil eksperimen dianalisis dengan *Signal to Noise Ratio* (SNR) dan ANOVA untuk menentukan faktor-faktor dan level faktor yang paling signifikan berpengaruh pada kualitas produk.

Signal to Noise Ratio (SNR)

Taguchi memperkenalkan pendekatan SNR untuk meneliti pengaruh faktor noise terhadap variasi yang timbul. Jenis SNR tergantung pada karakteristik yang diinginkan yaitu :

1. *Smaller the better*

Karakteristik kualitas dimana semakin rendah nilainya, maka kualitas semakin baik. Contohnya adalah keausan, kebocoran dll. Nilai SNR untuk karakteristik *smaller the better* persamaan (1)

$$SNR = -10 \log_{10} \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \right] \quad (1)$$

dengan: n = banyaknya ulangan dalam tiap eksperimen

2. *Larger the better*

Karakteristik kualitas dimana semakin besar nilainya, maka kualitas semakin baik. Contohnya adalah efisiensi bahan bakar mobil. Nilai SNR untuk karakteristik *larger the better* dari persamaan (2)

$$SNR = -10 \log_{10} \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right] \quad (2)$$

dengan: n = banyaknya ulangan dalam tiap eksperimen

3. *Nominal the best*

Karakteristik kualitas dimana nilainya ditetapkan pada suatu nilai nominal tertentu, jika nilainya semakin mendekati nilai nominal tertentu maka kualitasnya semakin baik. Contohnya adalah ukuran produk dimana semakin mendekati ukuran nominal yang ditetapkan maka kualitasnya semakin baik. Nilai SNR untuk karakteristik *nominal the best* pada persamaan (3), (4) dan (5)

$$SNR = 10 \log_{10} \left[\frac{\mu^2}{\sigma^2} \right] \quad (3)$$

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \quad (4)$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \mu)^2 \quad (5)$$

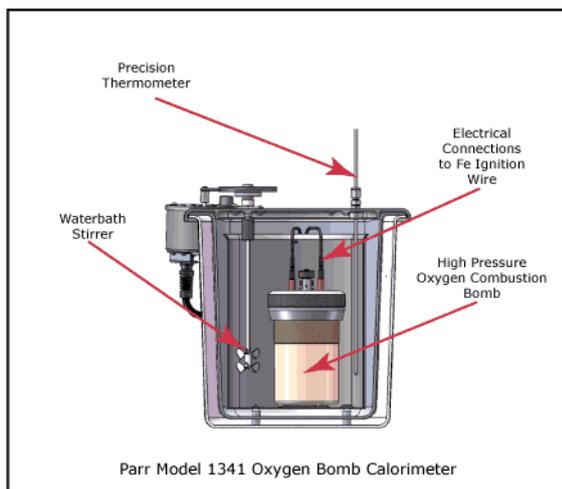
dengan: n = banyaknya ulangan dalam tiap

eksperimen
y = nilai pada setiap run
μ = rata-rata dari setiap run
σ² = deviasi dari setiap run

Nilai Kalor Arang

Arang sebagai bahan bakar ditentukan dari nilai kalornya. Nilai kalor adalah jumlah panas yang dihasilkan atau ditimbulkan oleh suatu pembakaran sempurna suatu bahan tiap satuan massa. Satuan nilai kalor yang biasa digunakan adalah kalori/gram. Adapun alat yang digunakan untuk mengukur kalor disebut kalorimeter bom (*bomb calorimeter*).

Kalorimeter bom adalah alat yang digunakan untuk mengukur jumlah kalor (nilai kalor) yang dibebaskan pada pembakaran sempurna suatu senyawa atau bahan bakar. Berikut disajikan gambar bagian-bagian kalorimeter bom :



Gambar 1. Bagian-bagian Kalorimeter Bom

Setelah dilakukan pengujian terhadap nilai kalor, kemudian dibuat perhitungan nilai kalor dengan menggunakan standar ASTM D-2015 yang perhitungannya sebagai berikut persamaan (6), (7), dan (8):

$$t = tc - ta - r1(b - a) - r2(c - b) \quad (6)$$

$$W = \frac{6318 + e1 + e2}{t} \text{ kal} \quad (7)$$

$$Hg = \frac{tw - e1 - e2}{m} \quad (8)$$

Keterangan :

a: waktu pembakaran
b: waktu yang diperoleh untuk mencapai 60% pembakaran total (diperoleh melalui interpolasi) (menit)
c: waktu yang ditunjuk saat tidak ada perubahan suhu setelah proses pembakaran (menit)
ta: temperatur pada saat pembakaran (°C)
tc: temperatur pada saat mencapai waktu c (°C)
r1: temperatur rata-rata setiap menit sebelum terjadi pembakaran (°C/menit)
r2: temperatur rata-rata setiap menit setelah terjadi pembakaran (°C/menit)
e1: standar larutan alkali yang digunakan pada titrasi asam (ml)
e2: sisa panjang kawat setelah pembakaran (cm)
m: selisih berat sampel uji sebelum dan setelah pengujian (gram)
w: ekuivalen energi kalorimetri dari pembakaran asam benzoat (kal/°C)
H: nilai kalor (kal/g).

Arang diperoleh melalui proses pirolisis yaitu proses dekomposisi termal suatu material tanpa kehadiran oksigen (Jahirul dkk, 2012). Nilai kalor arang dipengaruhi oleh beberapa faktor lain temperatur pirolisis, waktu pirolisis dan temperatur pengeringan. Suhu pirolisis berpengaruh terhadap hasil pirolisis, karena dengan bertambahnya suhu maka proses peruraian makin sempurna, proses peruraian biomassa memerlukan energi kalor. Semakin tinggi suhu maka hasil cair yang diperoleh semakin besar (Hasanah dkk, 2012). Namun pada suhu tertentu, kenaikannya malah akan menurunkan hasil cair yang diperoleh. Waktu pirolisis berpengaruh terhadap kesempatan untuk bereaksi. Semakin lama pirolisis berlangsung, produk yang dihasilkan (residu padat, tar dan gas) semakin naik (Sadaka, 2011). Waktu yang dibutuhkan tergantung pada jumlah dan jenis bahan yang diproses. Temperatur pengeringan berpengaruh terhadap kadar air sampel sebelum dilakukan pirolisis. Semakin tinggi temperatur pengeringan, maka kadar air akan semakin berkurang. Semakin tinggi kadar air sampel, maka hasil cair yang diperoleh semakin besar (Lufina, 2013).

METODE

Proses pengeringan dan pirolisis dilakukan di Laboratorium Perpindahan Kalor dan Massa PAU UGM, sedangkan pengujian

nilai kalor dilakukan di Laboratorium Energi Kayu Fakultas Kehutanan UGM dengan menggunakan bom kalorimeter merk Parr item No.1341 No.Seri 3403.

Prosedur dan Langkah Eksperimen

1. Pemilihan karakteristik kualitas
Karakteristik kualitas berdasarkan metode Taguchi yang sesuai dengan penelitian ini adalah *Larger The Better* karena hasil yang diinginkan pada penelitian ini adalah nilai kalor arang paling besar dengan variabel eksperimen yang ditentukan.
2. Pemilihan parameter penelitian
Pada penelitian ini, parameter penelitian yang dipilih adalah :
 - a. temperatur pirolisis
 - b. waktu pirolisis
 - c. temperatur pengeringan
 - d. waktu pengeringan
 Parameter-parameter di atas dipilih karena parameter tersebut berpotensi mempengaruhi nilai arang. Masing-masing parameter dilakukan dengan 5 level.

Tabel 1. Parameter dan level eksperimen

level	Parameter			
	A: Temperatur pirolisis (°C)	B: Waktu pirolisis (menit)	C: Temperatur pengeringan (°C)	D: Waktu pengeringan (jam)
1	450	60	95	12
2	500	75	100	15
3	550	90	105	18
4	600	105	110	21
5	650	120	115	24

3. Pemilihan *Orthogonal Array* (OA)
Pemilihan *orthogonal array* dengan metode Taguchi ini dilakukan menggunakan software Minitab 16. Dalam penelitian ini, terdapat 4 parameter (faktor) dan 5 level maka orthogonal array-nya adalah $L_{25}5^4$ artinya ada 25 variasi eksperimen untuk 4 parameter dengan 5 level.
4. Eksperimen
Tempurung kelapa dibersihkan dari sabut dan daging buah. Setelah itu tempurung kelapa di crusher agar ukuran tempurung lebih kecil sehingga memudahkan dalam proses pengeringan dan pirolisis. Kemudian sampel dikeringkan dalam oven suhu 95°C, 100°C, 105°C, 110°C dan 115°C dengan waktu pengeringan 24 jam. Arang dibuat dengan cara pirolisis dalam tungku baja tahan api pada suhu

450° C, 500° C, 550°C, 600° C dan 650° C. Waktu pirolisis divariasi 60, 75, 90, 105 dan 120 menit. Pada setiap variasi digunakan sampel tempurung kelapa sebanyak 250 gram.



Gambar 3. Sampel tempurung kelapa

Setelah pirolisis selesai, maka sampel arang siap untuk diuji nilai kalornya dengan kalorimeter bom. Sejumlah sampel ditempatkan pada tabung beroksigen yang tercelup dalam medium penyerap kalor (kalorimeter) dan sampel akan terbakar oleh api listrik dari kawat nikelin yang terpasang di dalam tabung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 2 Data Hasil Eksperimen

no	temperatur pirolisis (°C)	waktu pirolisis (menit)	temperatur pengeringan (°C)	waktu pengeringan (jam)	nilai kalor (kal/gr)	total energi (kWh)
1	450	60	95	12	7,331,112	29,00
2	450	75	100	15	7,269,760	36,25
3	450	90	105	18	7,076,759	43,50
4	450	105	110	21	6,988,012	50,75
5	450	120	115	24	7,056,044	58,00
6	500	60	100	18	7,059,226	41,00
7	500	75	105	21	7,069,485	48,25
8	500	90	110	24	7,337,396	55,50
9	500	105	115	12	7,103,999	32,75
10	500	120	95	15	7,126,101	40,00
11	550	60	105	24	7,381,683	53,00
12	550	75	110	12	7,127,165	30,25
13	550	90	115	15	7,211,409	37,50
14	550	105	95	18	7,102,863	44,75
15	550	120	100	21	7,108,619	52,00
16	600	60	110	15	8,230,273	35,00
17	600	75	115	18	7,421,821	42,25
18	600	90	95	21	8,513,835	49,50
19	600	105	100	24	7,667,268	56,75
20	600	120	105	12	7,268,550	34,00
21	650	60	115	21	7,606,989	47,00
22	650	75	95	24	7,062,341	54,25
23	650	90	100	12	7,856,745	31,50
24	650	105	105	15	7,068,263	38,75
25	650	120	110	18	7,330,102	46,00

Berdasarkan data di atas terlihat bahwa nilai kalor arang rata-rata di atas 7000 kal/gr. Nilai kalor arang terendah yaitu 6988,012 kal/gr pada eksperimen ke-4, sedangkan nilai kalor arang tertinggi mencapai 8513,835 kal/gr pada eksperimen ke-18. Hal ini menunjukkan bahwa hasil eksperimen telah memenuhi standar SNI 06-4369-1996 tentang arang tempurung kelapa yaitu nilai kalor arang tempurung kelapa > 7000 kal/gr.

Analisa dengan metode Taguchi

Metode taguchi adalah sebuah metode eksperimen dengan banyak parameter penelitian tetapi meminimalkan biaya dan waktu eksperimen. Parameter yang digunakan ada 4 dengan masing-masing 5 level penelitian. Orthogonal array yang digunakan adalah $L_{25}(5^4)$ dan hasil eksperimen seperti pada tabel 4.1.

Analisis SNR

Dalam metode Taguchi digunakan analisis *signal to noise ratio* (SNR) untuk menganalisis hasil eksperimen. Tipe SNR yang dipilih adalah *larger the better* karena target dari penelitian ini adalah untuk memperoleh nilai kalor arang yang sebesar-besarnya.

Perhitungan SNR dilakukan dengan software minitab 16 seperti ditampilkan pada tabel 3 berikut :

Tabel 3. SNR

no	temperatur pirolisis (°C)	waktu pirolisis (menit)	temperatur pengeringan (°C)	waktu pengeringan (jam)	SNR
1	450	60	95	12	77,303
2	450	75	100	15	77,230
3	450	90	105	18	76,996
4	450	105	110	21	76,887
5	450	120	115	24	76,979
6	500	60	100	18	76,975
7	500	75	105	21	76,987
8	500	90	110	24	77,311
9	500	105	115	12	77,030
10	500	120	95	15	77,057
11	550	60	105	24	77,363
12	550	75	110	12	77,058
13	550	90	115	15	77,161
14	550	105	95	18	77,028

15	550	120	100	21	77,036
16	600	60	110	15	78,314
17	600	75	115	18	77,410
18	600	90	95	21	78,604
19	600	105	100	24	77,700
20	600	120	105	12	77,230
21	650	60	115	21	77,628
22	650	75	95	24	76,979
23	650	90	100	12	77,911
24	650	105	105	15	76,986
25	650	120	110	18	77,302

Tabel 4. SNR tiap level

Level	Temperatur pirolisis (A)	Waktu pirolisis (B)	Temperatur pengeringan (C)	Waktu pengeringan (D)
1	77,08	77,51	77,39	77,31
2	77,07	77,13	77,37	77,35
3	77,13	77,60	77,11	77,14
4	77,85	77,12	77,37	77,43
5	77,36	77,12	77,24	77,26

Berdasarkan tabel 4. di atas terlihat bahwa nilai SNR terbesar untuk parameter A, B, C dan D masing-masing A4 (77,85), B3(77,60), C1(77,39) dan D4(77,43). Kondisi A4, B3, C1 Dan D4 ini mengindikasikan kondisi optimal nilai kalor arang yang berarti temperatur pirolisis 600°C, waktu pirolisis 90menit, temperatur pengeringan 95°C dan waktu pengeringan 21jam. Kondisi ini tercapai pada eksperimen ke-18 yang menyatakan nilai SNR maksimal yaitu 78,604.

Analisa *energi balance*

Pemakaian alat tidak terlepas dari energi. Pengeering dan piroliser menggunakan sumber energi yang berasal dari listrik. Besarnya pemakaian energi listrik dapat dilihat pada tabel 5. Nilai kalor terbesar dicapai pada eksperimen ke-18 (8513,835 kal/gr) disusul nilai kalor pada eksperimen ke-16 (8230,273 kal/gr) dengan perbandingan sebagai berikut :

Tabel 5. Perbandingan eksperimen ke-16 dan ke-18

no	temperatur pirolisis (°C)	waktu pirolisis (menit)	temperatur pengeringan (°C)	waktu pengeringan (jam)	nilai kalor (kal/gr)	total energi (kWh)
16	600	60	110	15	8,230,273	35,00
18	600	90	95	21	8,513,835	49,50

Dari sudut pandang nilai kalor, eksperimen ke-18 yaitu temperature pirolisis 600°C, waktu pirolisis 90 menit, temperature pengeringan 95°C dan waktu pengeringan 21 jam adalah kondisi optimal nilai kalor arang karena memberikan nilai kalor maksimal. Namun dilihat dari total waktu dan biaya, maka eksperimen ke-16 yaitu temperature pirolisis 600°C, waktu pirolisis 60 menit, temperature pengeringan 110°C dan waktu pengeringan 15 jam adalah kondisi optimal. Total energi merupakan total energi listrik yang digunakan dalam proses pembuatan arang meliputi energi pengeringan sebelum dilakukan pirolisis dan energi pirolisis yang digunakan. Pada saat pengeringan digunakan oven pengering dengan daya 2 kW dan proses pirolisis dengan piroliser 5 kW. Biaya eksperimen sebanding dengan pemakaian energi listrik. Semakin besar pemakaian energi listrik, maka biaya yang harus dikeluarkan juga semakin besar.

Sebagai contoh eksperimen ke-16 diperlukan energi listrik total 35,00 kWh. Apabila biaya pemakaian listrik Rp 1353,00/kWh, berarti total biaya untuk melakukan eksperimen ke-16 adalah Rp 47.355,00. Biaya ini tidak sebanding dengan biaya jual arang yang dihasilkan. Namun dalam penelitian ini, tinjauan secara biaya/ekonomi diabaikan. Penelitian terfokus bagaimana memperoleh arang tempurung kelapa yang berkualitas yaitu nilai kalor arang tinggi dan hemat dalam pemakaian energi listrik.

Eksperimen ke-16 memerlukan waktu yang lebih singkat dalam proses pirolisis (60 menit) dan pengeringan (15 jam) sehingga biaya yang dibutuhkan juga lebih sedikit dibandingkan dengan eksperimen ke-18. Dapat disimpulkan bahwa kondisi optimal untuk memperoleh nilai kalor maksimal dicapai pada eksperimen ke-16 yaitu temperatur pirolisis 600°C, waktu pirolisis 60 menit, temperatur pengeringan 110°C dan waktu pengeringan 15 jam

Analisis of variance (ANOVA)

Berdasarkan data hasil pengukuran di atas dilakukan *analysis of variance* (ANOVA) untuk melihat pengaruh masing-

masing parameter terhadap nilai kalor arang tempurung kelapa.

Hipotesis penelitian :

H0 : tidak ada pengaruh yang signifikan antara temperatur pirolisis, waktu pirolisis dan waktu pengeringan terhadap nilai kalor arang tempurung kelapa.

H1 : ada pengaruh yang signifikan antara temperatur pirolisis, waktu pirolisis dan waktu pengeringan terhadap nilai kalor arang tempurung kelapa.

H0 akan ditolak apabila nilai $F > F_{\alpha, df-num, df-den}$

Dimana :

α = tingkat kepercayaan, diambil 5%

df-num = k - 1 dengan k adalah jumlah variabel (bebas dan terikat) penelitian

df-den = n - k dengan n adalah jumlah eksperimen

Pada penelitian ini df-num = 5-1 = 4

df-den = 25-5 = 20

Berdasarkan tabel distribusi F untuk F 0.05; 4; 20 adalah 2,87.

Perhitungan ANOVA dilakukan dengan software minitab 16 dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 6. ANOVA

No	Parameter	DF	SS	MS	F	Pure SS	Kontribusi (%)
1	Temperatur pirolisis (A)	4	16741,21	418530,30	18,097	15816,15	45,399
2	Waktu pirolisis (B)	4	86293,3	215733,30	9,328	77042,7	22,115
3	Temperatur pengeringan (C)	4	22822,2	28527,75	1,233	13571,6	3,896
4	Waktu pengeringan (D)	4	53346,2	133365,50	5,766	44095,6	12,658
5	Eror	8	18501,2	23126,50			15,932
6	Total	24	34837,49				100

Berdasarkan tabel 6. di atas terlihat bahwa nilai F untuk parameter A, B, C dan D masing-masing 18.097, 9.328, 1.233 dan 5.766 sedangkan nilai F tabel adalah 2,87. Hal ini menunjukkan bahwa H1 diterima untuk parameter A, B dan D yaitu $F > F_{tabel}$ artinya parameter temperatur pirolisis, waktu pirolisis dan waktu pengeringan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai kalor arang. Sedangkan H0 diterima untuk parameter C yaitu $F < F_{tabel}$ artinya temperatur pengeringan tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai kalor arang.

Besarnya pengaruh masing-masing parameter terhadap nilai kalor arang ditunjukkan pada kolom kontribusi pada tabel 4.4. di atas. Temperatur pirolisis erat

kaitannya dengan proses peruraian biomassa. Dengan bertambahnya temperatur, maka proses peruraian biomassa juga semakin sempurna. Proses peruraian ini memerlukan energi kalor (Jahirul dkk, 2012). Biomassa terdiri dari komponen utama selulosa, hemiselulosa dan lignin. Tempurung kelapa mengandung selulosa 14%, hemiselulosa 32%, lignin 46% dan unsur lain 8% (Hasanah, 2012). Selama proses pemanasan pirolisis, selulosa dan hemiselulosa terurai menjadi volatile matter. Sedangkan lignin terurai menjadi karbon (Sadaka, 2011). Waktu pirolisis berpengaruh terhadap kesempatan untuk bereaksi (Lufina dkk, 2013). Semakin lama pirolisis berlangsung, produk yang dihasilkan (residu padat, tar dan gas) semakin naik. Parameter pengeringan yang terdiri dari temperatur pengeringan dan waktu pengeringan memberikan kontribusi yang lebih kecil terhadap nilai kalor arang. Pengeringan berpengaruh terhadap kadar air bahan yang akan dipirolisis. Semakin tinggi suhu pengeringan dan semakin lama waktu pengeringan maka kadar air bahan semakin kecil. (Sunarsih dkk, 2012). Kadar air berpengaruh besar dalam proses pengarangan dan sifat arang terutama nilai kalor arang yang dihasilkan. Semakin rendah kadar air arang, maka nilai kalor arang yang dihasilkan semakin tinggi (Soeparno, 1993).

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dan pengolahan data di atas dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- a. Parameter yang diuji yaitu temperatur pirolisis, waktu pirolisis dan temperatur pengeringan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai kalor arang tempurung kelapa. Pengaruh paling besar diberikan oleh temperatur pirolisis sebesar 45.399% diikuti waktu pirolisis 22.115%, waktu pengeringan 12.658 dan temperatur pengeringan 3.896%.
- b. Kondisi optimum semua parameter untuk menghasilkan nilai kalor maksimal diperoleh pada kondisi temperatur pirolisis 600°C, waktu pirolisis 90 menit, temperatur pengeringan 95°C dan waktu pengeringan 21 jam.

DAFTAR PUSTAKA

_____, 2013, *Market and Trade of Coconut Product*, Asian and Pacific Coconut Community, Bangkok Thailand.

Belavendram, Nicolo, 1995, *Quality by Design : Taguchi Techniques for Industrial Experimentation*, Prentice Hall International (UK) Limited Campus 400, Maryland.

Hasanah, U., Bambang Setiaji, Triyono dan Chairil Anwar, 2012, *The Chemical Composition and Physical Properties of the Light and Heavy Tar Resulted from Coconut Shell Pyrolysis*, Journal App.Chemical 2012, 1(1), 26-32.

Jahirul, M.I., Mohammad G.Rasul, Ashfaque Ahmed Chowdhury and Nanjappa Ashwath, 2012, *Biofuels Production Through Biomass Pyrolysis-A Technological Review*, Journal Energies 2012, 5, 4952-5001; doi: 10.3390/en5124952.

Lufina, I., Bambang.S. dan Rini .Y., 2013, Studi Pemanfaatan Minyak Karet (*Hevea brasiliensis*) sebagai Bahan Bakar pada Kompor Rumah Tangga, Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem Vol.1 No.1 Februari 2013.

Sadaka, S., 2011, *Pyrolysis*, Associate Scientist, Center for Sustainable Environmental Technologies Adjunct Assistant Professor, Department of Agricultural and Biosystems Engineering Iowa State University

Soeparno, 1993, Pengaruh Tekanan Waktu Kempa dan Jenis Serbuk pada Pembuatan Arang Gergajian terhadap Rendemen dan Nilai Panas, Tesis, Fakultas Kehutanan UGM.

Sunarsih, Sri, Yuli Pratiwi dan Yordanesa Sunarto, 2012, Pengaruh Suhu, Waktu dan Kadar Air pada Pembuatan Asap Cair dari Limbah Padat Pati Aren, Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode III Yogyakarta, 3 November 2012

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 instansi, 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.

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.

Buku:

Buschow, K. H. J. dan F. R. De Boer, (2004), *Physics Of Magnetism And Magnetic Materials*, Kluwer Academic Publisher, New York.

Artikel online:

Clay, R. (2008, June). Science vs. ideology: Psychologists fight back about the misuse of research. *Monitor on Psychology*, diunduh dari: <http://www.apa.org/monitor/> tanggal 10 Agustus 2012

Jurnal:

Kahani, S.A., dan M.Jafari, (2009), A new method for preparation of magnetite from iron oxyhydroxide or iron oxide and ferrous salt in aqueous solution, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, Volume 321 no.3, hlm.1951–1954.

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, PEMBAHASAN, KESIMPULAN dan DAFTAR PUSTAKA dibuat dengan 2 kolom dengan jarak antar kolom 1 cm.

Pengiriman Naskah

Naskah dikirim ke Redaksi melalui laman journal.akprind.ac.id/index.php/jurtek secara *online*. Melakukan registrasi (di menu daftar) terlebih dahulu kemudian mengunggah makalah dan Surat Pernyataan tertulis belum pernah dimuat dalam penerbitan lain.

Biodata Penulis

Bagian akhir makalah disertakan biodata penulis mencakup: nama lengkap, tempat tanggal lahir, alamat korespondensi (rumah/kantor dan email), tahun lulus dan bidang ilmu untuk S-1, atau S-2, atau S-3 spesialisasi dan minat keilmuan serta hal-hal lain yang dianggap perlu dicantumkan.

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

