

Jurnal

Sistem Industri

Jurnal Keilmuan Teknik & Manajemen Industri

Pengaruh *Sintering* dengan *Quenching* Media Pendingin Air, Air Garam dan Oli Sae 30 terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro pada Paduan Besi-Karbon BjTP24
Mastuki, Zainuri Mochamad.

Identifikasi Faktor Kualitas dan Kemasan terhadap Keputusan Pembelian Produk Minuman Siap Saji dalam Kemasan Botol Plastik: Model Kuantitatif dengan Metode Regresi Logistik Biner
Christiani Agustina, Silalahi V.Rudy, Nico Matheus

Penentuan Pemasok Kemasan dengan *Analytic Network Process*
Sry O.M. Sinulingga, Asrul H. Ismail

Analisis Risiko Cedera Otot-Rangka pada Pekerjaan Menganyam Keset
Wyke Kusmasari, Ujang Muhammad Mustaqim

Perancangan Konsep Desain Kereta *Maglev*
Yani Kurniawan, Djoko W Karmiadji, Syahid Kaffahji

Analisis Kualitas Pelayanan terhadap Kepuasan *Merchant* pada Bisnis *Acquiring* Perbankan
Bambang Cahyadi, Anggi Sagita Fitriani

Analisis Prosedur Perekrutan Pegawai Administrasi di Komisi Pemberantasan Korupsi
Khadafi Chairil Muamar, Dino Rimantho

Optimisasi Biaya Operasi Pengalokasian Truk-Sewa Angkutan Olahan Minyak Kelapa Sawit
Anggina Sandy Sundari, Isti Surjandari, Amar Rachman

Analisis Potensi Biogas Sampah Organik Pasar Induk Kramat Jati Jakarta Timur (*Pilot Project*)
Budiady, Bambang Cahyadi

Jurnal Sistem Industri	Vol. 11	No. 1	hlm 1 - 75	Jakarta April 2017	ISSN 1979-3758
---------------------------	---------	-------	------------	-----------------------	----------------

Jurnal **Sistem Industri**

Jurnal Keilmuan Teknik & Manajemen Industri

Volume 11, Nomor 1

April 2017

- Pelindung** : Dekan Fakultas Teknik Universitas Pancasila
- Penanggung Jawab** : Ketua Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Pancasila
- Pimpinan Umum** : Ir. Muchtar Darmawan, M.T.
- Pimpinan Redaksi** : Ir. Budiady, M.T.
- Anggota Redaksi** : Ir. Siti Rohana Nasution, M.T.
Ir. Rini Prasetyani, M.T.
Nur Yulianti Hidayah, S.T., M.T.
Yulita Veranda Usman, S.ST, M.P.
Dino Rimantho, S.T., M.T.
Asrul Harun Ismail, S.T., M.T., PMP
Laela Chairani, S.T., M.T.
Bambang Cahyadi, S.T., M.T.
Toni Munthe, S.Si, M.T.
Nurul Retno Palupi, S.Si, M.T.
Ir. Sambas Sundana, M.T.
Desinta Rahayu Ningtyas, ST, M.T.
Anggina Sandy Sundari, S.T., M.T.
Renny Reswati, S.T., M.T.
Sodikun, S.T., M.T., M.M.
Kirana Ririh, S.T., M.T.
Gama Harta N.R., S.T., M.Sc.
Haris Adi S., S.T., M.B.A.
Yan Kurniawan, S.T., M.T.
- Penyunting Ahli** : Prof. Dr. Ir. Wegie Ruslan, M.Sc, M.B.A
Prof. Syahbudin, M.Sc, Ph.D
Dr. Ir. Dwi Rahmalina, M.T.
Dr. Ir. Yudi M. Solihin, M.Sc., M.M., M.B.
Dr. Ir. Mulyanto Soerjodibroto, S.E.
Ir. Agung Terminanto, M.B.A.
- Sekretariat** : Ahmad Jazuli, S.Komp
- Alamat Redaksi** : Fakultas Teknik Universitas Pancasila
Srengseng Sawah, Jagakarsa, Jakarta 12640
Telp. (021) 7864730 Ext. 119, Fax. (021) 7270128
E-mail : journal.si@univpancasila.ac.id
- Diterbitkan** : Jurusan Teknik Industri, Universitas Pancasila
- Harga berlangganan** : Rp.50.000 (dalam P.Jawa) , Rp.60.000 (Luar P.Jawa) pertahun.

Jurnal Sistem Industri diterbitkan 2 (dua) kali setahun pada bulan April dan Oktober. Redaksi menerima karangan ilmiah tentang hasil penelitian, survei, dan telaah pustaka yang erat hubungannya dengan bidang Teknik dan Manajemen Industri.

Jurnal **Sistem Industri**

Jurnal Keilmuan Teknik & Manajemen Industri

Volume 11, Nomor 1

April 2017

- Pengaruh Sintering dengan Quenching Media Pendingin Air, Air Garam dan Oli Sae 30 terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro pada Paduan Besi-Karbon BjTP24** 1 – 6
Mastuki, Zainuri Mochamad
- Identifikasi Faktor Kualitas dan Kemasan terhadap Keputusan Pembelian Produk Minuman Siap Saji dalam Kemasan Botol Plastik: Model Kuantitatif dengan Metode Regresi Logistik Biner** 7 – 18
Christiani Agustina, Silalahi V.Rudy, Nico Matheus
- Penentuan Pemasok Kemasan dengan Analytic Network Process** 19 – 28
Sry O.M. Sinulingga, Asrul H. Ismail
- Analisis Risiko Cedera Otot-Rangka pada Pekerjaan Menganyam Keset** 29 – 36
Wyke Kusmasari, Ujang Muhammad Mustaqim
- Perancangan Konsep Desain Kereta Maglev** 37 – 44
Yani Kurniawan, Djoko W. Karmiadji, Syahid Kaffahji
- Analisis Kualitas Pelayanan Terhadap Kepuasan Merchant Pada Bisnis Acquiring Perbankan** 45 – 52
Bambang Cahyadi, Anggi Sagita Fitriani
- Analisis Prosedur Perekrutan Pegawai Administrasi di Komisi Pemberantasan Korupsi** 53 – 58
Khadafi Chairil Muamar, Dino Rimantho
- Optimisasi Biaya Operasi Pengalokasian Truk-Sewa Angkutan Olahan Minyak Kelapa Sawit** 59 – 68
Anggina Sandy Sundari, Isti Surjandari, Amar Rachman
- Analisis Potensi Biogas Sampah Organik Pasar Induk Kramat Jati Jakarta Timur (Pilot Project)** 69 – 75
Budiady, Bambang Cahyadi

Jurnal Sistem Industri	Vol. 11	No. 1	Hal. 1 - 75	Jakarta April 2017	
---------------------------	---------	-------	-------------	-----------------------	--

PENGARUH SINTERING DENGAN QUENCHING MEDIA PENDINGIN AIR, AIR GARAM DAN OLI SAE 30 TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA PADUAN BESI-KARBON B_JTP24

Mastuki¹, Zainuri Mochamad².

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya

²Jurusan Fisika, FMIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya

Email: mastuki@untag-sby.ac.id (korespondensi)

Abstract

This research studied the effect of sintering by quenching variation of the cooling medium that water, salt water, and oil (SAE 30). In this study, the material that used is 4 samples of the Iron-Carbon B_JTP24, one sample is observed the microstructure and properties of hardness, and the remaining of which three samples get heat treatment that sintering up to 725°C and then, in-quenching by different cooling medium, that is water, salt water (10 grams of salt and 10 ml water), and oil SAE 30. Then the four samples are tested Vickers hardness properties and microstructure. The decrease of the hardness properties of the sample occurred on the cooling medium oil SAE 30 are 16.15 HV or 9.2%. The increase of the hardness properties of the sample occurred on the cooling media water and salt water are 29.65 HV, or 16.6% for the media water cooler and HV 76.15, or 43.4% for the cooling medium salt water. The cooling rate of the salt water is faster than the water and oil due to the salt water, when the water has evaporated, going veil of water vapor, but there are specks of Na⁺ion and Cl⁻ion on the entire surface of the workpiece, the veil of water vapor be divorced by spots Na⁺ion and Cl⁻ion. Such cases was ongoing and the resulting cooling was not blocked, so that the workpiece would cool quickly and the result would be high hardness properties. The decrease hardness properties of the samples occurred on SAE 30 oil is caused by a slow cooling process. There was also a grain coarsening which the constituent atoms that have not had time to fix its position that directly inflicts the grains become more rude.

Keywords: *sintering, quenching, micro-structure, micro-hardness.*

Abstrak

Penelitian ini mempelajari pengaruh *sintering* dengan *quenching* pada media pendingin yaitu air, air garam, dan oli (SAE 30). Digunakan 4 sampel Besi-Karbon B_JTP24, dimana struktur mikro dan sifat kekerasan salah satu sampel diamati, dan 3 sampel mendapat perlakuan panas yaitu *disintering* hingga 725°C dan kemudian *diquenching* dengan media pendingin yang berbeda-beda; air, air garam (10 gram garam dan 10 ml air), dan oli SAE 30. Kemudian semua sampel diuji kekerasan Vickers dan mikro strukturnya. Penurunan sifat kekerasan dari sampel terjadi pada media pendingin oli SAE 30 yaitu sebesar 16,15 HV atau 9,2%. Peningkatan sifat kekerasan dari sampel terjadi pada media pendingin air dan air garam yaitu sebesar 29,65 HV atau 16,6% untuk media pendingin air dan 76,15 HV atau 43,4% untuk media pendingin air garam. Laju pendinginan air garam lebih cepat dari pada air dan oli karena pada air garam, apabila airnya telah menguap akan terjadi selubung uap air tetapi ada bintik-bintik ion Na⁺ dan ion Cl⁻ pada seluruh permukaan benda kerja, maka selubung uap air tersebut diceraikan oleh bintik-bintik ion Na⁺ dan ion Cl⁻. Keadaan yang demikian itu berlangsung terus menerus dan mengakibatkan pendinginan tidak terhambat, sehingga benda kerja akan cepat dingin dan hasil sifat kekerasan akan tinggi. Penurunan sifat kekerasan yang terjadi pada oli SAE 30 disebabkan oleh proses pendinginan yang lamban. Selain itu juga terjadi pengasaran butir dimana atom-atom penyusunnya yang belum sempat memperbaiki posisinya, sehingga secara langsung mengakibatkan butir-butirnya menjadi lebih kasar.

Kata kunci: *sintering, quenching, mikrostruktur, kekerasan.*

PENDAHULUAN

Besi cor merupakan salah satu jenis logam tertua dan murah yang pernah ditemukan umat manusia di antara sekian banyak logam yang ada. Logam ini memiliki banyak aplikasi, sekitar 80 persen mesin kendaraan terbuat dari besi cor. Besi cor pada dasarnya merupakan paduan eutektik dari besi dan karbon.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh *sintering* dan *quenching* variasi media pendingin air (H₂O), air garam (NaCl), dan oli SAE 30. Data yang diperoleh nanti akan dapat digunakan sebagai acuan analisa dalam pemilihan media pendingin dan dalam mendesain dan rekayasa sifat mekanik dari besi cor.

TINJAUAN PUSTAKA

Besi-karbon atau Baja

Baja merupakan paduan yang terdiri dari besi, karbon dan unsur lainnya dalam prosentase tertentu. Baja dapat didefinisikan sebagai suatu campuran besi dan karbon, dimana unsur karbon menjadi dasar campurannya, kandungan karbon dalam baja sekitar 0,1%-1,7% sedangkan unsur lainnya dibatasi persentasenya. Secara garis besar baja dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu baja karbon dan baja paduan. Baja karbon adalah pasuan besi karbon dimana unsur karbon sangat menentukan sifat-sifatnya, sedang unsur-unsur paduan lainnya yang biasa terkandung didalamnya terjadi karena proses pembuatannya. Sifat baja karbon bisa ditentukan oleh presentase karbon dan mikrostruktur. Baja karbon dibagi menjadi tiga yaitu baja karbon rendah (< 0,3% C), baja karbon sedang (0,3%-0,7% C) dan baja karbon tinggi (0,7%-1,4 % C). Sedangkan baja paduan dibagi menjadi baja paduan rendah (jumlah paduan kurang dari 8%) dan baja paduan tinggi (jumlah paduan lebih dari 8%). Besi cor merupakan paduan Besi-Karbon dengan kandungan C di atas 2% (pada umumnya sampai dengan 4%). Paduan ini memiliki elongasi yang relatif rendah. Oleh karenanya proses pengerjaan bahan ini tidak dapat dilakukan melalui proses pembentukan, melainkan melalui proses pemotongan maupun pengecoran.

Sintering

Sintering merupakan proses pemanasan (penaikan suhu) secara bertahap sampai temperatur *sintering*nya. Temperatur *sintering* secara tipikal antara 0,5 sampai

0,8 dari temperatur leleh untuk *sintering* pada zat padat, atau berapapun dibawah temperatur eutektik untuk fasa cair. Dalam proses *sintering*, selama fasa penaikan suhu, proses densifikasi dan perubahan mikrostruktur terjadi secara signifikan. Temperatur *sintering* yang tinggi dapat mempercepat proses densifikasi. Jika temperatur *sintering* terlalu tinggi dapat menyebabkan pertumbuhan butir yang abnormal sehingga dapat membatasi densitas akhir. Secara umum proses *sintering* mengubah partikel yang tidak stabil menjadi stabil dengan transformasi fasa. Parameternya, temperatur, waktu, kecepatan pemanasan, dan kecepatan pendinginan.

Quenching

Quenching merupakan suatu proses pendinginan secara langsung. Pada proses ini benda uji dipanaskan sampai suhu austenite dan dipertahankan beberapa lama sehingga strukturnya seragam, setelah itu didinginkan. Pemilihan temperatur media pendingin dan laju pendingin pada proses *quenching* sangat penting, sebab apabila temperatur terlalu tinggi atau pendinginan terlalu besar, maka akan menyebabkan permukaan logam menjadi retak. Proses *quenching* membuat suatu bahan menjadi keras tetapi getas juga menghasilkan tenaga sisa, keuletan dan ketangguhan turun. Fluida yang ideal untuk media *quenching* agar diperoleh struktur martensit, harus bersifat mengambil panas dengan cepat di daerah temperatur yang tinggi dan mendinginkan benda kerja relatif lambat di daerah temperatur yang rendah. Tujuan dari proses *quenching* adalah untuk mendapatkan kekerasan yang optimal. Kekerasan (*hardness*) adalah sifat mekanik yang berhubungan dengan kekuatan dan merupakan fungsi dari kadar karbon dalam baja.^[4]

Media pendingin yang digunakan untuk mendinginkan baja bermacam-macam. Berbagai bahan pendingin yang digunakan dalam proses perlakuan panas antara lain:

Air

Pendinginan dengan menggunakan air akan memberikan daya pendinginan yang cepat. Biasanya ke dalam air tersebut dilarutkan garam dapur sebagai usaha mempercepat turunnya temperatur benda kerja dan mengakibatkan bahan menjadi keras.

Minyak

Minyak yang digunakan sebagai fluida pendingin dalam perlakuan panas adalah yang dapat memberikan lapisan karbon pada kulit (permukaan) benda kerja yang diolah. Selain minyak yang khusus digunakan sebagai bahan pendingin pada proses perlakuan panas, dapat juga digunakan minyak bakar atau solar.

Udara

Pendinginan udara dilakukan untuk perlakuan panas yang membutuhkan pendinginan lambat. Untuk keperluan tersebut udara yang disirkulasikan ke dalam ruangan pendingin dibuat dengan kecepatan yang rendah. Udara sebagai pendingin akan memberikan kesempatan kepada logam untuk membentuk kristal-kristal dan kemungkinan mengikat unsur-unsur lain dari udara

Garam

Garam dipakai sebagai bahan pendingin disebabkan memiliki sifat mendinginkan yang teratur dan cepat. Bahan yang didinginkan di dalam cairan garam yang akan mengakibatkan ikatannya menjadi lebih keras karena pada permukaan benda kerja tersebut akan meningkat zat arang.^[3]

Kemampuan suatu jenis media dalam mendinginkan spesimen bisa berbedabeda, perbedaan kemampuan media pendingin di sebabkan oleh temperatur, kekentalan, kadar larutan dan bahan dasar media pendingin.^[5]

Kekerasan (Micro-hardness)

Kekerasan didefinisikan sebagai ketahanan sebuah benda (benda kerja) terhadap penetrasi/daya tembus dari bahan lain yang lebih keras (penetrator). Kekerasan merupakan suatu sifat dari bahan yang sebagian besar dipengaruhi oleh unsur-unsur paduannya dan kekerasan suatu bahan tersebut dapat berubah bila dikerjakan dengan cold worked seperti pengerolan, penarikan, pemakanan dan lain-lain serta kekerasan dapat dicapai sesuai kebutuhan dengan perlakuan panas. Kekerasan suatu bahan (baja) dapat diketahui dengan pengujian kekerasan memakai mesin uji kekerasan (*hardness tester*) menggunakan tiga cara/metoda yang telah banyak/ umum dilakukan yaitu metode Brinell, Rockwell dan Vickers.^[2]

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam percobaan ini material yang digunakan adalah besi-karbon BjTP24. Besi-karbon BjTP24 yang digunakan sebanyak empat sampel besi-karbon sejenis yaitu satu diamati strukturmikro dan diuji kekerasan Vickers, dan sisanya yang tiga mendapat perlakuan panas berupa *sintering* hingga temperatur 725°C. Kemudian di-*quenching* dengan media pendingin yang berbeda-beda yaitu 10 ml air 23°C, air garam (10 gram dan 10 ml air) 23°C, dan oli SAE 30.

Besi-karbon BjTP24 dari masing-masing media pendingin dipoles dan dihaluskan kemudian diamati struktur mikro dan diuji kekerasan Vickers.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil Uji Kekerasan

Pengujian	Tanpa perlakuan (HV)	Media Pendingin		
		Air (HV)	Air Garam (HV)	Oli SAE 30 (HV)
1	174,7	204,7	248,6	163,5
2	175,2	205,5	254,6	155,1
Rata-rata	175,45	205,1	251,6	159,3

(sumber: pengolahan data)

Pada tabel 1 dapat dilihat kekerasan besi-karbon BjTP24 ada yang mengalami peningkatan dan penurunan setelah mengalami proses *sintering* dan *quenching* untuk beberapa media pendingin. Penurunan kekerasan terjadi pada media pendingin oli SAE 30 yaitu sebesar 16,15 HV atau 9,2%. Peningkatan kekerasan terjadi pada media pendingin air dan air garam yaitu sebesar 29,65 HV atau 16,6% untuk media pendingin air dan 76,15 HV atau 43,4% untuk media pendingin air garam.

Penurunan kekerasan pada oli SAE 30 disebabkan oleh proses pendinginan yang lambat. Selain itu juga terjadi pengasaran butir dimana atom-atom penyusunnya belum sempat memperbaiki posisinya sehingga secara langsung mengakibatkan butir-butirnya menjadi lebih kasar. Peningkatan kekerasan yang terjadi pada medium air dan air garam. Dari data yang diperoleh, media pendingin air garam lebih keras dari pada media pendingin air. Hal tersebut terjadi karena air garam memiliki kadar garam lebih tinggi. Semakin besar kadar garam, semakin cepat laju pendinginan.

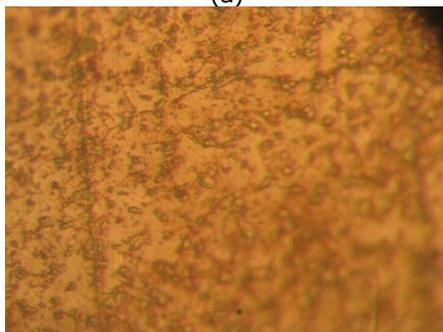
Apabila NaCl dilarutkan dalam air, maka ikatan ion positif dan ion negatif terputus dan ion-ion tersebut berinteraksi dengan molekul air.

Ionion ini dikelilingi oleh molekul air dan peristiwa ini disebut hidrasi. Ionion Na^+ dan Cl^- yang dikelilingi oleh molekul air. Penguraian senyawa elektrolit ini dalam air dinyatakan dengan persamaan reaksi yang disebut reaksi ionisasi. Sehingga apabila baja dicelupkan dalam medium pendingin larutan air garam akan terjadi pendinginan yang cepat karena apabila airnya telah menguap akan terjadi selubung uap air tetapi ada bintik-bintik ion Na^+ dan Cl^- pada seluruh permukaan benda kerja, maka selubung uap air tersebut diceraikan oleh bintik-bintik ion Na^+ dan ion Cl^- . Keadaan yang demikian itu berlangsung terus menerus dan mengakibatkan pendinginan tidak terhambat, sehingga benda kerja akan cepat dingin dan hasil kekerasan akan tinggi.

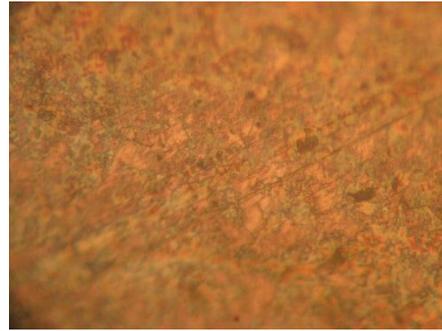
Pengamatan struktur mikro dari logam merupakan sarana yang penting untuk melihat perubahan morfologi butir yang juga nantinya akan berpengaruh terhadap sifat mekanik dari material itu sendiri. Di bawah ini akan ditampilkan gambar struktur mikro dari masing-masing sampel besi sebelum dan setelah melalui *heat treatment* (perlakuan panas).



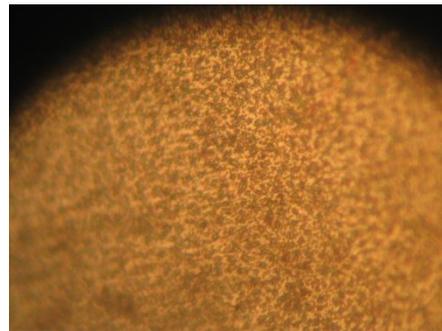
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 1. (a) hasil mikroskop optik untuk besi tanpa perlakuan dengan perbesaran 100 kali, (b) hasil mikroskop optik untuk media pendingin air, (c) hasil mikroskop optik untuk media pendingin air garam, (d) hasil mikroskop optik untuk media pendingin oli. (sumber: hasil pengamatan)

Pada Gambar 1, dapat dilihat struktur mikro besi sebelum mendapat perlakuan panas dan sesudah mendapat perlakuan panas. Struktur mikro untuk media pendinginan oli lebih kasar dari yang lain. Dalam hal itu terjadi pelunakan karena presipitat yang berdispersi halus mengalami pengasaran sehingga pada media pendingin ini besi menjadi lebih lunak.

Dari sifat mekanik yang didapat pada pengujian ini memiliki hubungan yang erat antara satu dengan yang lainnya. Pengujian kekerasan berhubungan erat dengan perubahan yang terjadi pada struktur mikro besi yang diteliti. Banyak faktor yang mempengaruhi perubahan sifat mekanik selama proses perlakuan panas diantaranya variabel proses, langkah proses, dan sifat dasar dari material itu sendiri.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisa data di atas, dapat diambil beberapa kesimpulan, diantaranya adalah penurunan kekerasan

terjadi pada media pendingin oli SAE 30 yaitu sebesar 16,15 HV atau 9,2%. Peningkatan kekerasan terjadi pada media pendingin air dan air garam yaitu sebesar 29,65 HV atau 16,6% untuk media pendingin air dan 76,15 HV atau 43,4% untuk media pendingin air garam.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bambang Tri Wibowo. Pengaruh Temper Dengan Quenching Media Pendingin Oli Mesran SAE 40 Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis Baja ST 60. Skripsi. Teknik Mesin, Universitas Negei Semarang. 2006. Hlm 12-15.
- [2] Darmanto. Pengaruh Holding Time Terhadap Sifat Kekerasan Dengan Refining The Core Pada Proses Carburizing Material Baja Karbon Rendah. Jurnal. Traksi. Vol. 4. No. 2, Desember 2006. Hlm 91.
- [3] M. Taufan Rizal. Pengaruh Kadar Garam Dapur (NaCl) Dalam Media Pendingin Terhadap Tingkat Kekerasan Pada Proses Pengerasan Baja V-155. Skripsi. Teknik Mesin, Universitas Negei Semarang. 2005.
- [4] R. E. Smallman and R. J. Bishop. Modern Physical Metallurgy and Materials Engineering. Jakarta: Erlangga. 2000. Hlm 187-190 dan 283-285.
- [5] Sri Nugroho, Gunawan Dwi Haryadi. Pengaruh Media Quenching Air Tersirkulasi (Circulated Water) Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan Pada Baja Aisi 1045., Jurnal. ROTASI – Volume 7 Nomor 1 Januari 2005. Hlm 19-23.

IDENTIFIKASI FAKTOR KUALITAS DAN KEMASAN TERHADAP KEPUTUSAN PEMBELIAN PRODUK MINUMAN SIAP SAJI DALAM KEMASAN BOTOL PLASTIK: MODEL KUANTITATIF DENGAN METODE REGRESI LOGISTIK BINER

Christiani Agustina¹, Silalahi V. Rudy², Nico Matheus³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Pelita Harapan, Tangerang

Email: agustina.christiani@uph.edu (korespondensi)

Abstract

The increasing number of ready to drink (RTD) products, including RTD products in plastic bottles will increase the number of plastic waste. Since the plastic labels are not economically feasible to be recycled, they will be burnt or dumped so that they could harm the environment. In order to solve this problem, it is required to determine whether consumers consider the design of packaging labels important when they purchase RTD products. Thus this research is conducted to identify quality and packaging factors of RTD products which have significant impact on consumers' purchase decision. In this research, two quantitative models were developed based on the questionnaires distributed to two different consumer categories (given/not given education regarding environmental issue). The two models were developed by using binary logistic regression method. From the model developed for consumers in kelompok 1 (educated), it is known that there are three factors affecting consumers purchase decision: the benefit of RTD, bottle's shape, and the completeness of information on the label. While for consumers in kelompok 2 (uneducated), three factors affecting purchase decision are the benefit of RTD, bottle's shape and color of plastic label. Since consumers who have been given education before tend not to consider label's design as one of the determining factors for their purchase decisions, therefore the producers of RTD themselves, do not need to provide a large label covering the entire bottle. This will result in the reduction of the plastic label waste dumped.

Keywords: Ready to drink, quantitative models, binary logistic regression, quality and packaging factors, purchase decision

Abstrak

Meningkatnya jumlah produk minuman siap saji, termasuk minuman dalam kemasan botol plastik, akan menyebabkan peningkatan jumlah sampah plastik. Label plastik tidak ekonomis untuk didaur ulang, sehingga biasanya sampah tersebut akan dibakar atau ditimbun begitu saja dan dapat membahayakan lingkungan. Untuk mengatasi masalah tersebut, perlu diketahui apakah konsumen mempertimbangkan desain label kemasan ketika mereka membeli minuman siap saji. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi faktor kualitas dan kemasan produk minuman siap saji yang mempunyai pengaruh signifikan terhadap keputusan pembelian. Dalam penelitian ini, dikembangkan 2 model kuantitatif berdasarkan kuesioner yang didistribusikan kepada 2 kelompok konsumen (diberi/tidak diberi edukasi tentang isu lingkungan). Kedua model dikembangkan dengan menggunakan metode regresi logistik biner. Berdasarkan model yang dikembangkan untuk kelompok 1 (teredukasi), diketahui bahwa ada 3 faktor yang mempengaruhi keputusan pembelian, yaitu: manfaat konsumsi produk, bentuk botol dan kelengkapan informasi pada label. Sementara itu untuk kelompok 2 (tidak teredukasi), faktor yang mempengaruhi keputusan pembelian adalah faktor manfaat, bentuk botol dan warna label plastik. Karena konsumen yang telah dididukasi cenderung tidak memperhatikan desain label kemasan dalam keputusan pembelian, maka produsen tidak perlu memberikan label yang besar dan menutupi keseluruhan botol. Dengan demikian, label plastik yang ditimbun ke tanah akan berkurang.

Kata kunci: minuman siap saji, model kuantitatif, regresi logistik biner, faktor kualitas dan kemasan, keputusan pembelian

PENDAHULUAN

Pasar minuman ringan di Indonesia masih memiliki prospek untuk tumbuh dan akan berkembang ke jenis minuman ringan seperti minuman bersoda, teh siap minum, jus dan sari buah, hingga minuman energi. Berdasarkan marketing.co.id, pada tahun 2012, pasar minuman ringan diperkirakan meningkat 5%-7%, mencapai antara Rp288,8 triliun sampai dengan Rp294,3 triliun. Berkembangnya produk minuman ringan, memberikan banyak pilihan bagi konsumen sehingga perusahaan berlomba-lomba untuk mendesain kemasan minuman yang menarik. Kemasan yang terdapat pada produk minuman ringan merupakan hal yang sangat penting karena fungsinya bukan hanya sebagai pelindung produk dari lingkungan sekitar, melainkan juga berperan sebagai media promosi untuk memikat dan menarik konsumen sehingga mengambil keputusan untuk melakukan pembelian terhadap produk yang bersangkutan.^[2]

Kemasan juga berfungsi sebagai sarana diferensiasi produk dengan produk kompetitor yang sejenis, karena apabila produk tersebut masuk ke pihak retailer, cara pertama dan utama untuk menarik perhatian konsumen adalah dengan memberikan suatu bentuk visual yang unik dan menarik.^[3]

Di lain pihak, seiring meningkatnya jumlah konsumsi minuman siap saji, khususnya minuman dalam kemasan botol plastik, maka jumlah sampah plastikpun semakin banyak. Meskipun sampah plastik dapat didaur ulang, namun kenyataannya di lapangan, tidak semua bagian dari kemasan botol plastik bekas minuman didaur ulang. Sampah label plastik yang berasal dari botol kemasan minuman ini hanya akan dibakar atau ditimbun di dalam tanah, karena tidak ekonomis untuk dilakukan proses daur ulang. Apabila sampah plastik label kemasan sekunder ini semakin banyak, tentu dapat memberikan efek yang buruk terhadap lingkungan karena bahan plastik sangat sulit terurai di lingkungan.

Untuk mengatasi masalah tersebut, perlu diketahui apakah konsumen mempertimbangkan desain label kemasan ketika mereka membeli minuman siap saji. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi faktor kualitas dan kemasan yang mempunyai pengaruh

signifikan terhadap keputusan pembelian produk minuman siap saji.

TINJAUAN PUSTAKA

Level produk untuk menciptakan nilai konsumen (customer value)

Dalam proses mengembangkan suatu produk atau jasa, akan melibatkan pula proses menciptakan manfaat yang akan diberikan kepada konsumen. Manfaat-manfaat tersebut diciptakan dengan tujuan utama adalah untuk mendapatkan nilai konsumen (*customer value*). *Customer value* inilah yang selanjutnya menjadi faktor yang menyebabkan konsumen bersedia membayar untuk produk atau jasa yang akan diterima, dan menjadi faktor penentu loyalitas pelanggan dalam jangka panjang.^[4] Manfaat yang diberikan ini dibagi menjadi tiga level utama yaitu:

1. *Core Customer Value*. Berhubungan dengan nilai utama yang diperoleh konsumen apabila membeli suatu produk atau jasa. Seperti contoh dalam hal membeli suatu produk minuman ringan, konsumen sebenarnya membeli kepuasan yang akan diterima apabila telah mengonsumsi minuman ringan tersebut. Kepuasan yang diterima di antaranya adalah hilangnya rasa dahaga.

2. *Actual Product*. Berhubungan langsung kepada tampilan produk secara fisik yang dapat dirasakan oleh panca indera. Produk aktual ini meliputi merek produk (*brand*), kualitas produk, kemasan, desain, dan fitur.

3. *Augmented Product*. Berhubungan kepada *service* tambahan (*after sales service*) apabila seorang konsumen telah melakukan pembelian terhadap produk yang bersangkutan. Sehingga tujuan dari *augmented product* ini adalah untuk tetap memberikan manfaat kepada konsumen seperti pemberian garansi, *customer service*, dan lain-lain.

Atribut produk

Pengembangan produk mencakup manfaat yang ditawarkan. Manfaat tersebut akan dikomunikasikan melalui atribut produk seperti kualitas, fitur, gaya dan desain. Kualitas produk mempengaruhi kinerja produk dan erat kaitannya dengan nilai dan kepuasan konsumen. Kualitas produk memiliki 2 dimensi: level dan konsistensi.^[4] Dalam pengembangan produk, pemasar harus memilih level kualitas yang akan mendukung posisi produk. Dalam hal ini kualitas produk berarti kualitas performansi. Dimensi lain kualitas produk adalah konsistensi kualitas. Di sini kualitas produk

berarti kualitas konformansi yaitu bebas cacat dan konsisten dalam menghasilkan kinerja sesuai target. Fitur produk merupakan alat yang kompetitif untuk membedakan produk perusahaan dari produk pesaing. Gaya dan desain produk merupakan cara lain untuk menambah nilai konsumen. Desain produk yang baik berkontribusi terhadap kegunaan produk serta tampilan produk tersebut.

Kemasan

Kemasan mencakup perancangan dan produksi wadah atau pembungkus suatu produk. Secara tradisional, fungsi utama kemasan adalah untuk mawadahi dan melindungi produk. Dewasa ini, kemasan juga menjadi alat pemasaran yang penting. Kemasan harus dapat menarik pembeli, mengkomunikasikan posisi merek suatu produk sehingga akhirnya konsumen memilih produk tersebut.^[4] Di lain pihak, kemasan yang berlebihan justru akan meningkatkan jumlah sampah yang dapat membahayakan lingkungan.

Kemasan suatu produk biasanya tidak hanya satu tetapi berlapis karena kemasan dibuat dengan tujuan yang berbeda.^[2] Adapun kemasan terdiri dari:

1. Kemasan dasar (*primary package*) yaitu bungkus langsung dari suatu produk.



Gambar 1. Kemasan primer (sumber: pengumpulan data)

2. Kemasan tambahan (*secondary package*) yaitu bahan yang melindungi kemasan dasar yang biasanya dibuat lebih menarik dengan desain yang beragam.



Gambar 2. Kemasan sekunder (sumber: pengumpulan data)

3. Kemasan pengiriman (*shipping package*) yaitu kemasan yang diperlukan untuk

penyimpanan dan pengiriman.



Gambar 3. Kemasan pengiriman (sumber: pengumpulan data)

Regresi logistik biner

Model regresi logistik biner merupakan salah satu model yang dapat digunakan jika variabel dependen berupa data kualitatif yaitu data jenis nominal dengan dua kriteria saja. Bila kedua kriteria ini dilambangkan dengan 1= melakukan pembelian produk minuman ringan dalam kemasan botol dan 0= tidak melakukan pembelian produk minuman ringan dalam kemasan botol, maka distribusi Bernoulli untuk kriteria ini adalah:

$$P(Y=1) = \pi \quad (1)$$

$$P(Y=0) = 1 - \pi \quad (2)$$

dengan nilai harapan

$$E(Y) = 1(\pi) + 0(1 - \pi) = \pi \quad (3)$$

Dalam hal ini, π adalah probabilitas untuk terjadinya keputusan pembelian produk minuman ringan dalam kemasan botol terhadap tingkat persepsi masyarakat untuk masing-masing indikator yang berpengaruh secara signifikan. Oleh karena itu, dalam hal ini nilai π akan bersifat data persentase yang menunjukkan kemungkinan terjadinya variabel dependen.

Analisis regresi logistik biner digunakan untuk melihat pengaruh sejumlah variabel independen x_1, x_2, \dots, x_k terhadap variabel dependen y yang berupa variabel *response binary* yang hanya mempunyai dua nilai atau juga untuk memprediksi nilai suatu variabel dependen y (yang berupa variabel biner) berdasarkan nilai independen x_1, x_2, \dots, x_k .

Bentuk umum untuk regresi logistik biner dengan *link function logit* adalah^[5]

$$\pi_j = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 x_{j1} + \beta_2 x_{j2} + \dots + \beta_k x_{jk})}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 x_{j1} + \beta_2 x_{j2} + \dots + \beta_k x_{jk})} \quad (4)$$

dengan: β_0 = konstanta, β_1 = koefisien, dan x_{j1} = adalah prediktor ke-i

π_j = adalah probabilitas / persentase bahwa atribut atau *covariate* ke-j mempunyai *response*=1 (melakukan pembelian) dari *response* regresi logistik biner yang mempunyai nilai 0 (tidak melakukan pembelian) dan 1 (melakukan pembelian).

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian Pendahuluan

Pada tahap ini dilakukan observasi ke lokasi TPA Bantar Gebang, Bekasi, serta wawancara dengan ketua ADUPI (Asosiasi Daur Ulang Plastik Indonesia).

Perumusan Masalah

Berdasarkan hasil observasi diketahui bahwa sampah kemasan botol minuman akan dipilah terlebih dahulu untuk dipisahkan bagian tutup botol yang berbahan HDPE (*high density polyethylene*) dengan botol PET (*polyethylene terephthalate*) dan label kemasan yang berbahan PVC (*poly vinyl chloride*). Berdasarkan wawancara dengan pendaur ulang di kawasan Bantar Gebang dan Ketua ADUPI, diketahui bahwa sampah label kemasan tidak ekonomis untuk dikumpulkan karena bahan kemasan label sangat ringan, sehingga apabila telah memasuki proses pemilahan di setiap lapak sampah maupun industri daur ulang, hanya plastik berbahan HDPE dan PET saja yang akan diproses lebih lanjut sementara plastik label kemasan akan dibakar atau ditimbun. Sementara itu berdasarkan pengamatan di supermarket, diketahui bahwa desain label kemasan produk minuman ringan semakin bervariasi karena perusahaan berusaha untuk mendapatkan perhatian dari konsumen. Salah satunya yaitu dengan memberikan label penuh menutupi keseluruhan botol padahal desain kemasan label belum tentu mempengaruhi keputusan pembelian konsumen.

Penentuan Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi faktor kualitas dan kemasan produk minuman ringanyangmenentukan keputusan pembelian. Hal ini dilakukan dengan membentuk model kuantitatif keputusan pembelian konsumen dengan menggunakan metode regresi logistik biner. Terdapat dua model regresi logistik biner yang akan dikembangkan, berdasarkan dua kelompok konsumen yang berbeda. Kelompok 1 adalah konsumen yang diberikan suatu bentuk edukasi mengenai lingkungan sedangkan kelompok 2 adalah yang tidak diberi edukasi.

Studi Literatur

Studi literatur akan dilakukan dengan memfokuskan permasalahan mengacu kepada penelitian terdahulu mengenai model kuantitatif keputusan pembelian masyarakat untuk produk minuman sari buah jeruk dengan metode regresi logistik biner.^[6] Hasil dari penelitian ini adalah bahwa atribut yang memiliki hubungan dengan keputusan pembelian adalah atribut desain

gambar pada kemasan, klaim nutrisi, kemudahan mengkonsumsi karena dapat menggantikan buah untuk tubuh, kelengkapan informasi melalui media iklan, dan jumlah persediaan produk di tempat penjualan. Selain itu, juga didapatkan penelitian mengenai faktor yang mempengaruhi konsumen untuk melakukan pembelian produk air minum dalam kemasan.^[6] Hasil penelitian ini adalah bahwa merek, kualitas air, dan kemasan produk mempengaruhi keputusan pembelian responden pada air minum dalam kemasan.

Penentuan jumlah sampel minimum

Penentuan jumlah sampel penelitian akan menggunakan rumus Cochran dengan *confidence interval* sebesar 90% dan *acceptable error* 5%. Proporsi konsumen produk minuman ringan dalam kemasan botol, yang diketahui adalah sebesar 11,6% (Deborah A., dan Boone, 2012), sehingga didapatkan:

$$N = \left(\frac{1,645}{0,05} \right)^2 \times 0,116 \times 0,884 = 111$$

Penentuan Subjek Penelitian

Subjek penelitian dibagi menjadi dua *kelompok*, yaitu *kelompok 1* yang diberikan suatu perlakuan khusus yaitu edukasi mengenai konsep *green thinking*, *cognition*, dan *behavior* yaitu mahasiswa Teknik Industri UPH angkatan 2015 yang terlibat dalam "Kaizen Environmental Recycling Class Project", dan kelompok 2 merupakan responden yang tidak diberi edukasi.

Pengembangan Konsep Kuesioner Penelitian

Konsep kuesioner dibagi menjadi 3 bagian yaitu kuesioner bagian I untuk identifikasi data karakteristik responden, data kuesioner bagian II dibuat untuk mengetahui jumlah atau frekuensi melakukan pembelian produk minuman ringan dalam kemasan botol dalam waktu sebelum terakhir, dan kuesioner bagian III untuk mengetahui hubungan variabel kemasan (*non-product related*) dan variabel kualitas produk (*product related*) terhadap keputusan pembelian dalam jangka waktu dekat.

Untuk kuesioner bagian III terdapat pernyataan untuk mengetahui pandangan atau pola pikir konsumen terhadap variabel kualitas, desain kemasan botol, dan desain kemasan label secara keseluruhan terhadap citra merek produk, yang selanjutnya akan digunakan dalam pengolahan data analisis diskriminan. Indikator atribut *product related* yang berhubungan dalam penelitian ini adalah produk itu sendiri yaitu produk minuman ringan. Sementara variabel terkait yang dapat diteliti adalah dalam kualitas produk.

Indikator variabel kualitas yang digunakan adalah:

1. cita rasa yang sesuai dengan selera (K1)
2. aroma yang sesuai dengan selera (K2)
3. warna yang sesuai dengan produk (K3)
4. komposisi bahan yang sesuai dengan produk (K4)
5. manfaat dari konsumsi produk (K5)
6. daya tahan produk (K6)

Atribut lain pembentuk produk adalah atribut *non-product related*. Oleh karena itu, indikator dari atribut *non-product related* yang berhubungan dengan produk minuman ringan yang dapat diteliti adalah berupa variabel harga, kemasan, *user imagery*, dan *usage imagery*, namun untuk penelitian ini hanya akan difokuskan kepada variabel kemasan. Jenis kemasan yang akan diteliti dalam hal ini mencakup kemasan primer produk (botol) dan kemasan sekunder produk (label).

Indikator desain kemasan botol mencakup:

- 1) warna botol menarik (DKB1)
- 2) bentuk botol menarik (DKB2)
- 3) kesesuaian warna botol dengan warna produk (DKB3)

Indikator desain kemasan label mencakup:

- a) warna label menarik (DKL1)
- b) bentuk label menarik (DKL2)
- c) desain gambar pada label menarik (DKL3)
- d) kelengkapan informasi pada label (DKL4)

Pengumpulan dan Pengolahan Data

Penyebaran kuesioner dilakukan dengan dua cara yaitu disebarlang langsung dengan *hardcopy* dan via *online*. Penyebaran kuesioner secara *hardcopy* untuk responden kelompok 1, sedangkan penyebaran kuesioner secara *online* melalui berbagai *kelompok* sosial media untuk responden kelompok 2. Data kuesioner bagian I dan kuesioner bagian II akan diolah dengan statistik deskriptif untuk mengetahui profil dan karakteristik responden. Kemudian dilakukan uji validitas dan uji reliabilitas terhadap indikator-indikator citra merek yang disajikan pada kuesioner bagian III. Uji validitas dan reliabilitas dalam penelitian ini akan dilakukan dengan bantuan perangkat lunak SPSS 23.

Analisis dan Pembahasan

Hasil data kuesioner bagian III yang telah lulus uji validitas dan uji reliabilitas, akan dilakukan analisis diskriminan dan regresi logistik. Analisis diskriminan bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat pandangan atau pola pikir yang berbeda mengenai aspek kualitas, desain kemasan botol dan desain kemasan label secara keseluruhan terhadap citra merek produk di antara dua kelompok konsumen. Apabila ditemukan perbedaan pada analisis diskriminan, akan dilakukan pengembangan model regresi logistik biner

terhadap variabel dependen y , yaitu keputusan pembelian untuk masing-masing kelompok. Apabila tidak terdapat perbedaan pada analisis diskriminan, pengembangan model regresi logistik biner akan menggunakan data gabungan responden dari kedua kelompok. Langkah selanjutnya yaitu dilakukan uji korelasi peringkat Spearman untuk mengetahui ada atau tidaknya hubungan indikator-indikator tersebut terhadap variabel dependen y . Setelah didapatkan beberapa indikator yang memiliki korelasi terhadap variabel dependen y , selanjutnya dilakukan analisis regresi logistik untuk mendapatkan model regresi logistik yang sesuai untuk variabel dependen y , yaitu keputusan pembelian.

Kesimpulan

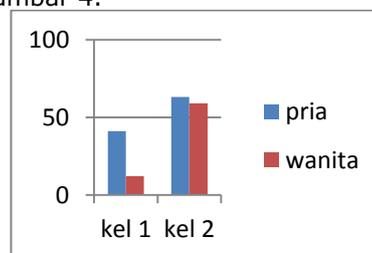
Kesimpulan ditarik berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan sebelumnya berkaitan dengan variabel kualitas produk dan variabel desain kemasan botol dan desain kemasan label yang mempengaruhi keputusan pembelian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik responden

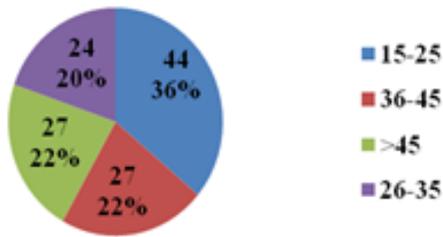
Kuesioner yang dikumpulkan berjumlah 182, namun hanya 175 kuesioner yang valid untuk diolah. Termasuk di dalamnya adalah responden dari kelompok 1 sebanyak 53 orang dan responden dari kelompok 2 sebanyak 122 orang. Dari total responden ini akan disajikan data berupa profil responden berdasarkan jenis kelamin, usia, domisili, pekerjaan, dan jenjang pendidikan terakhir.

Jumlah responden pria untuk kelompok 1 sebesar 77% (41 orang), lebih banyak dibandingkan dengan jumlah responden wanita sebesar 23% (12 orang). Jumlah responden pria kelompok 2 sebesar 52% (63 orang), lebih banyak dibandingkan dengan jumlah responden wanita sebesar 48% (59 orang). Profil responden berdasarkan jenis kelamin dapat dilihat pada Gambar 4.



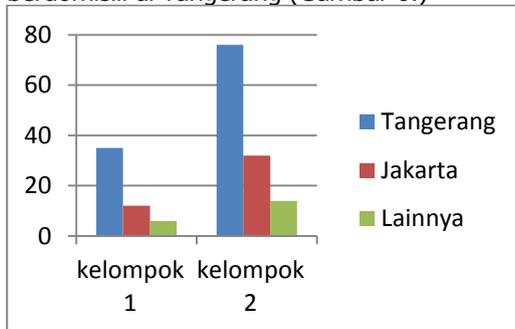
Gambar 4. Jenis kelamin responden (sumber: pengolahan data)

Keseluruhan responden kelompok 1 memiliki usia antara 15-25 tahun, karena responden tersebut merupakan mahasiswa Teknik Industri angkatan 2015. Responden kelompok 2 memiliki rentang usia yang bervariasi. Profil responden untuk kelompok 2 dapat dilihat pada Gambar 5.



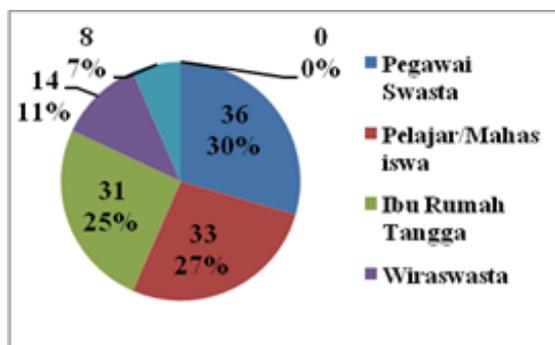
Gambar 5. Profil responden kelompok 2 berdasarkan usia (*sumber: pengolahan data*)

Mayoritas responden dari kedua kelompok berdomisili di Tangerang (Gambar 6.)



Gambar 6. Profil responden berdasarkan domisili (*sumber: pengolahan data*)

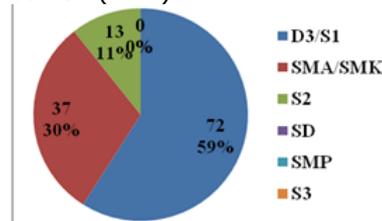
Pekerjaan responden kelompok 1 seluruhnya adalah mahasiswa sedangkan pekerjaan responden kelompok 2 bervariasi dan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Profil responden berdasarkan pekerjaan (*sumber: pengolahan data*)

Jenjang pendidikan terakhir untuk seluruh responden kelompok 1 adalah SMA, sedangkan jenjang pendidikan untuk responden 2 paling

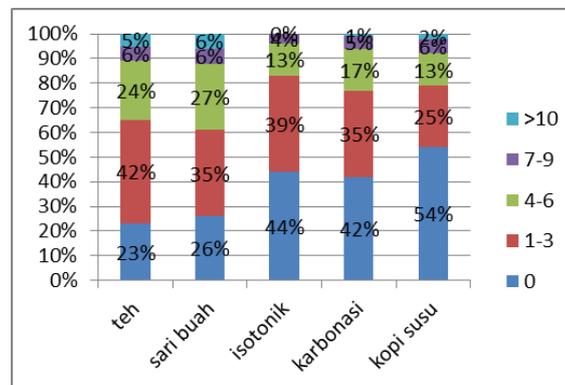
banyak adalah D3/S1 (72%) diikuti SMA (30%) dan S2 (11%).



Gambar 8. Profil responden berdasarkan jenjang pendidikan terakhir (*sumber: pengolahan data*)

Jumlah konsumsi minuman ringan

Berdasarkan hasil kuesioner bagian II, diperoleh data jumlah konsumsi produk minuman ringan dalam kemasan botol dalam sebulan terakhir (Gambar 9).



Gambar 9. Jumlah konsumsi minuman ringan dalam sebulan terakhir (*sumber: pengolahan data*)

Berdasarkan Gambar 9, dapat dilihat bahwa untuk produk teh dalam kemasan, rata-rata konsumsi responden dalam sebulan terakhir adalah 1-3 botol (42%), 4-6 botol (24%) dan sebanyak 23% responden tidak mengonsumsi teh.

Untuk produk sari buah, rata-rata konsumsi adalah 1-3 botol (35%), 4-6 botol (27%) dan 0 botol (26%). Untuk kategori minuman isotonik, sebanyak 44% responden tidak mengonsumsi minuman tersebut dalam sebulan terakhir, 39% responden mengonsumsi 1-3 botol.

Untuk minuman karbonasi, sebanyak 42% responden juga tidak mengonsumsi minuman karbonasi dalam sebulan terakhir, dan 35% responden mengonsumsi 1-3 botol.

Sebanyak 54% responden juga tidak mengonsumsi produk kopi susu dalam botol, dan 25% responden mengonsumsi kopi susu sebanyak 1-3 kali dalam sebulan terakhir.

Pengolahan Data Kuesioner Bagian III

Untuk mengetahui persepsi konsumen mengenai citra merek produk terhadap kepuasan pembelian produk minuman ringan dalam kemasan botol, maka dilakukan pengolahan data berupa persentase jawaban responden untuk masing-masing pernyataan dalam indikator. Masing-masing pernyataan menggunakan skala likert yang dimulai dari 1 (sangat tidak setuju) hingga 5 (sangat setuju). Penggunaan skala likert akan diasumsikan memiliki jarak yang sama antar satu tingkat dengan tingkat berikutnya,^[7] sehingga pengolahan data berupa deskripsi persentase atau tendensi masing-masing indikator dapat diketahui dari nilai modus setiap skala yang diperoleh melalui hasil kuesioner yang telah disebar kepada seluruh responden.

Deskripsi Variabel Kualitas

Berdasarkan deskripsi variabel kualitas, maka dapat dilihat frekuensi hasil tanggapan responden terhadap setiap indikator yang digunakan untuk mengukur variabel kualitas.

Data persentase keenam indikator kualitas dapat dilihat pada pada Tabel 1.

Tabel 1. Indikator kualitas

Indikator	Skala				
	1	2	3	4	5
K1 rasa sesuai selera	0	1	11	87	76
	0,00 %	0,57%	6,29 %	49,71 %	43,43 %
K2 Aroma sesuai selera	1	6	59	78	31
	0,57 %	3,43%	33,71 %	44,57 %	17,71 %
K3 Warna sesuai produk	1	2	3	4	5
	5	32	63	53	22
K4 bahan sesuai dengan produk	2,86 %	18,29 %	36,00 %	30,29 %	12,57 %
	1	2	3	4	5
K5 Manfaat Minum	0	12	74	64	25
	0,00 %	6,86%	42,29 %	36,57 %	14,29 %
K6 Daya	1	2	3	4	5
	1	12	62	71	29
	0,57 %	6,86%	35,43 %	40,57 %	16,57 %
	8	29	70	55	13

Indikator	Skala				
	1	2	3	4	5
tahan produk yang lama	4,57 %	16,57 %	40,00 %	31,43 %	7,43%

(sumber: pengolahan data)

Pada indikator K1, tendensi jawaban responden berada pada skala 4 (49,71%) yang berarti setuju. Pada indikator K2, tendensi jawaban responden berada pada skala 4 (44,57%) yang berarti setuju. Pada indikator K3, tendensi jawaban responden berada pada skala 3 (36%) yang berarti netral. Pada indikator K4, tendensi jawaban responden berada pada skala 3 (42,29%) yang berarti netral. Pada indikator K5, tendensi jawaban responden berada pada skala 4 (40,57%) yang berarti setuju. Pada indikator K6, tendensi jawaban responden berada pada skala 3 (40%) yang berarti netral.

Deskripsi Variabel Desain Kemasan Botol

Berdasarkan deskripsi variabel kemasan, maka dapat dilihat frekuensi hasil tanggapan responden terhadap setiap indikator yang digunakan untuk mengukur variabel desain kemasan botol. Data persentase ketiga indikator desain kemasan botol dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Indikator desain kemasan botol

Indikator	Skala				
	1	2	3	4	5
DKB1 Wama botol menarik	1	2	3	4	5
	1	33	78	57	6
DKB2 Bentuk botol menarik	0,57%	18,86%	44,57%	32,57%	3,43%
	1	2	3	4	5
DKB3 Kesesuaian wama botol dengan wama produk minuman ringan	2	28	77	58	10
	1,14%	16,00%	44,00%	33,14%	5,71%
	1	2	3	4	5
	1	14	77	72	11
	0,57%	8,00%	44,00%	41,14%	6,29%

(sumber: pengolahan data)

Berdasarkan Tabel 2, dapat dilihat bahwa pada ketiga indikator, tendensi jawaban responden berada pada skala 3 yang berarti netral.

Deskripsi Variabel Desain Kemasan Label

Berdasarkan deskripsi variabel kemasan, maka dapat dilihat frekuensi hasil tanggapan responden terhadap setiap indikator yang digunakan untuk mengukur variabel desain kemasan label. Data persentase keempat indikator desain kemasan label dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Indikator desain kemasan label

Indikator		Skala				
		1	2	3	4	5
DKL1	Warna label menarik	1	10	56	89	19
		0,57%	5,71%	32,00%	50,86%	10,86%
		1	2	3	4	5
DKL2	Bentuk label menarik	1	32	71	56	15
		0,57%	18,29%	40,57%	32,00%	8,57%
		1	2	3	4	5
DKL3	Desain gambar pada label menarik	0	7	74	77	17
		0,00%	4,00%	42,29%	44,00%	9,71%
		1	2	3	4	5
DKL4	Kelengkapan informasi pada label berguna	0	23	80	63	9
		0,00%	13,14%	45,71%	36,00%	5,14%

(sumber: pengolahan data)

Pada indikator DKL1, tendensi jawaban responden berada pada skala 4 dengan persentase 50,86% yang berarti setuju. Pada indikator DKL2, tendensi jawaban responden berada pada skala 3 dengan persentase 40,57% yang berarti netral. Pada indikator DKL3, tendensi jawaban responden berada pada skala 4 dengan persentase 44% yang berarti setuju. Pada indikator DKL4, tendensi jawaban responden berada pada skala 3 dengan persentase 45,71% yang berarti netral.

Deskripsi Tanggapan Konsumen Secara Keseluruhan

Bagian ini akan menampilkan persepsi konsumen secara keseluruhan mengenai variabel kualitas, desain kemasan botol, dan desain kemasan label terhadap citra merek produk. Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui manakah dari ketiga indikator tersebut yang paling berpengaruh kepada citra merek produk dan selanjutnya akan dilihat apakah hasil tersebut sesuai dan mendukung model regresi logistik biner yang dihasilkan pada bagian selanjutnya. Persepsi konsumen secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Persepsi konsumen secara keseluruhan

Indikator		skala				
		1	2	3	4	5
BI1 Secara keseluruhan aspek kualitas produk lebih memengaruhi citra merek produk	0,00 %	0,57 %	10,86 %	42,29 %	46,29 %	
	1	2	3	4	5	
	0,00 %	25,71 %	38,29 %	29,71 %	6,29 %	
BI2 Secara keseluruhan aspek desain kemasan botol lebih memengaruhi citra merek produk	0,00 %	25,71 %	38,29 %	29,71 %	6,29 %	
	1	2	3	4	5	
	0,57 %	20,57 %	42,29 %	29,71 %	6,86 %	
BI3 Secara keseluruhan aspek desain kemasan label	0,57 %	20,57 %	42,29 %	29,71 %	6,86 %	
	1	2	3	4	5	
	0,57 %	20,57 %	42,29 %	29,71 %	6,86 %	

Indikator	skala				
lebih memengaruhi citra merek produk					

(sumber: pengolahan data)

Pada indikator BI1, tendensi jawaban responden berada pada skala 5 dengan persentase 46,29% yang berarti sangat setuju. Pada indikator BI2, tendensi jawaban responden berada pada skala 3 dengan persentase 38,29% yang berarti netral. Pada indikator BI3, tendensi jawaban responden berada pada skala 3 dengan persentase 42,29% yang juga berarti netral.

Uji Validitas dan reliabilitas Kuesioner Penelitian

Berdasarkan hasil uji validitas menggunakan uji korelasi r - Pearson, dari keenam belas indikator didapatkan hasil indikator K1 dan K3 tidak valid ($<$ nilai kritis 0,147), sehingga tidak akan digunakan pada proses selanjutnya. Setelah dilakukan uji validitas dengan 14 indikator, hasilnya keempat belas indikator memiliki nilai *Corrected Item-Total Correlation* lebih besar daripada nilai kritis sebesar 0,147. Oleh karena itu, keempat belas indikator pada kuesioner penelitian telah dinyatakan valid.

Berdasarkan uji reliabilitas menggunakan metode alpha cronbach dari keempat belas indikator, diperoleh hasil nilai alpha cronbach sebesar 0,732 sehingga dapat disimpulkan kuesioner reliabel.

Analisis Diskriminan

Analisis diskriminan dilakukan untuk menguji apakah terdapat perbedaan antara responden kelompok 1 dan responden kelompok 2 yang didasarkan pada penilaian secara keseluruhan mengenai citra merek produk yang termasuk kepada variabel kualitas, variabel desain kemasan botol, dan variabel desain kemasan label. Apabila terdapat perbedaan secara nyata, selanjutnya akan dianalisis indikator-indikator apa saja dari ketiga variabel tersebut yang mempengaruhi keputusan pembelian untuk masing-masing kelompok. Cara yang dipergunakan yaitu dengan uji variabel di mana keseluruhan indikator mengenai penilaian citra merek produk secara keseluruhan yang berjumlah 3 pernyataan akan di-*input* secara langsung dalam variabel independen. Hasil *output* SPSS 23 dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Uji variabel diskriminan

	Wilks' Lambda	F	df1	df2	Sig.
BI1	,935	12,056	1	173	,001
BI2	,979	3,665	1	173	,057
BI3	,999	,221	1	173	,639

(sumber: pengolahan data)

Indikator BI1 dengan angka signifikan adalah di bawah 0,05 (0,001). Hal ini berarti terdapat perbedaan antara kelompok responden yang dikenakan edukasi atau tidak dikenakan edukasi terkait dengan indikator tersebut. Oleh karena itu akan dikembangkan 2 model regresi logistik biner.

Perancangan Model Regresi Logistik Biner Kelompok 1

Untuk mengetahui ada atau tidaknya korelasi antara indikator dengan keputusan pembelian diperlukan hipotesis dan probabilitas dalam mengambil keputusan.

Hipotesis yang diambil pada penelitian ini adalah

H_0 : Tidak ada hubungan antara indikator tersebut dengan keputusan pembelian

H_1 : Ada hubungan antara indikator tersebut dengan keputusan pembelian

Syarat pengambilan keputusan dengan menggunakan tingkat kepercayaan 95%:

- Jika probabilitas (Sig 2 tailed) > 0,05 maka H_0 diterima
- Jika Probabilitas (Sig 2 tailed) < 0,05 maka H_0 ditolak

Berdasarkan hasil uji korelasi didapatkan nilai signifikansi yang beragam antara 11 indikator dengan keputusan pembelian. Dalam hal ini yang dilihat hanya nilai sig 2 tailed yang kurang dari 0,05 yang menyatakan bahwa keadaan tolak H_0 (berarti terdapat hubungan antara keputusan pembelian produk minuman ringan dengan indikator tersebut). Berdasarkan tabel 6, indikator yang memiliki korelasi terhadap keputusan pembelian adalah indikator K5 (manfaat), DKB2 (bentuk botol), dan DKL4 (kelengkapan informasi).

Tabel 6. Hasil Uji Korelasi Peringkat Spearman Kelompok 1

			BD
Spearman's rho	K5	Correlation coefficient	,617**
		Sig. (2-tailed)	,000
		N	53
	DKB2	Correlation coefficient	,583**
		Sig. (2-tailed)	,000
		N	53
	DKL4	Correlation coefficient	,454**
		Sig. (2-tailed)	,001
		N	53

(sumber: pengolahan data)

Untuk pembentukan model regresi logistik biner, maka digunakan pemberian kode variabel dependen, yaitu keputusan pembelian produk minuman ringan dalam kemasan botol dalam jangka waktu dekat. Kode 1= membeli dan 0= tidak membeli.

Kemudian dilakukan *chi-square goodness-of-fit test* untuk menguji hipotesis:

H_0 = Memasukkan variabel independen ke dalam model tidak akan menambah kemampuan prediksi model logistik.

H_1 = Memasukkan variabel independen ke dalam model akan menambah kemampuan prediksi model logistik.

Hasil *chi-square goodness-of-fit test* dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Omnibus Tests of Model Coefficients untuk kelompok 1

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	39,636	3	,000
	Block	39,636	3	,000
	Model	39,636	3	,000

(sumber: pengolahan data)

Nilai *chi-square goodness-of-fit test* model sebesar 39,636 dengan derajat kebebasan = 3. Karena nilai *P-value* yang kurang dari 0,05, maka keadaan tolak H_0 atau dengan memasukkan variabel independen ke dalam model akan menambah kemampuan prediksi model logistik, atau dengan kata lain dengan menambahkan variabel independen secara simultan dapat memberikan pengaruh nyata terhadap model, sehingga model dinyatakan fit. Kemudian berdasarkan nilai *Nagelkerke R Square* yang didapat dari model sebesar 0,784, menunjukkan bahwa kemampuan variabel independen dalam menjelaskan variabel dependen adalah 78,4% dan terdapat 21,6% variabel independen lain di luar model yang menjelaskan variabel dependen. Selanjutnya dilakukan penilaian mengenai kelayakan model regresi, yaitu uji untuk menentukan apakah model yang dibentuk sudah tepat atau tidak.

Hipotesis berdasarkan *Hosmer and Lemeshow Goodness of Fit Test* adalah:

H_0 = Tidak ada perbedaan yang nyata antara klasifikasi yang diprediksi dengan klasifikasi yang diamati

H_1 = Ada perbedaan yang nyata antara klasifikasi yang diprediksi dengan klasifikasi yang diamati

Dasar pengambilan keputusan:

Jika probabilitas > 0.05, H_0 diterima.

Jika probabilitas < 0.05, H_0 ditolak.

Tabel 8. Uji kelayakan model kelompok 1 *Hosmer and Lemeshow Test*

Step	Chi-square	df	Sig.
1	4,610	8	,798

(sumber: pengolahan data)

Berdasarkan Tabel 8, didapatkan nilai signifikansi sebesar 0,798 yang berarti lebih besar dari 0.05, maka H_0 diterima. Hal ini berarti bahwa model regresi biner layak dipakai, karena tidak ada

perbedaan yang nyata antara klasifikasi yang diprediksi dengan klasifikasi yang diamati.

Variabel yang didapatkan untuk model regresi logistik biner kelompok 1 dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Variabel model kelompok 1
Variables in the Equation

Step 1 ^a	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
K5	1,841	,795	5,364	1	,021	6,302
DKB2						
DKL4	2,894	1,213	5,697	1	,017	18,071
Constant	1,630	,928	3,086	1	,079	5,102
	20,155	6,838	8,687	1	,003	,000

a. Variable(s) entered on step 1: K5, DKB2, DKL4.

(sumber: pengolahan data)

Dari variabel pada tabel 9, persamaan regresi logistik biner untuk keputusan pembelian produk minuman ringan untuk kelompok 1 adalah sebagai berikut:

$$\pi = \frac{\exp(-20,155+1,841K5+2,894DKB2+1,630DKL4)}{1+\exp(-20,155+1,841K5+2,894DKB2+1,630DKL4)} \quad (5)$$

Dengan π adalah probabilitas terjadinya variabel dependen y = keputusan pembelian, K5= manfaat dari konsumsi produk, DKB2= bentuk botol menarik dan DKL4= kelengkapan informasi pada label.

Meskipun pada persamaan (5) terdapat 3 variabel yang berpengaruh terhadap keputusan pembelian, namun berdasarkan hasil pengolahan Tabel 9, dapat dilihat bahwa pengaruh variabel DKL 4 tidak signifikan ($\text{sig.}=0,079>0,05$).

Perancangan Model Regresi Logistik Biner Kelompok 2

Berdasarkan hasil uji korelasi Spearman terhadap seluruh indikator, maka diambil variabel yang memiliki nilai *sig 2 tailed* kurang dari 0,05 (Tabel 10).

Tabel 10. Hasil Uji Korelasi Peringkat Spearman Kelompok 2

			BD
Spearman's rho	K5	Correlation Coefficient	,518**
		Sig. (2-tailed)	,000
		N	122
	DKB2	Correlation Coefficient	,316**
		Sig. (2-tailed)	,000
		N	122
DKL1	Correlation Coefficient	,300**	
	Sig. (2-tailed)	,001	
	N	122	

(sumber: pengolahan data)

Indikator yang memiliki korelasi terhadap keputusan pembelian adalah indikator K5

(manfaat), DKB2 (bentuk botol), dan DKL1 (warna label).

Berdasarkan hasil *chi-square goodness-of-fit test* (Tabel 11), dapat dilihat bahwa nilai *chi-square* model sebesar 52,871 dengan derajat kebebasan = 3. Selain itu nilai *P-value* yang kurang dari 0,05, sehingga tolak H_0 artinya dengan memasukkan variabel independen ke dalam model akan menambah kemampuan prediksi model logistik.

Tabel 11. Omnibus Tests of Model Coefficients untuk kelompok 2

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	52,871	3	,000
	Block	52,871	3	,000
	Model	52,871	3	,000

(sumber: pengolahan data)

Berdasarkan nilai *Nagelkerke R Square* yang didapat dari model sebesar 0,500, menunjukkan bahwa kemampuan variabel independen dalam menjelaskan variabel dependen adalah sebesar 0,5 atau 50% dan terdapat 50% faktor variabel independen lain di luar model yang menjelaskan variabel dependen. Sementara itu penilaian kelayakan model regresi dengan Hosmer & Lemeshow Test dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Uji Kelayakan model kelompok 2
Hosmer and Lemeshow Test

Step	Chi-square	df	Sig.
1	10,396	8	,238

(sumber: pengolahan data)

Berdasarkan tabel 12, keputusan yang dapat diambil dengan nilai signifikansi sebesar 0,238 yang lebih besar dari 0.05, maka H_0 diterima. Hal ini berarti bahwa model regresi biner layak dipakai, karena tidak ada perbedaan yang nyata antara klasifikasi yang diprediksi dengan klasifikasi yang diamati.

Variabel yang didapatkan untuk model regresi logistik biner kelompok 2 dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Variabel model kelompok 2
Variables in the Equation

Step 1 ^a	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
K5						
DKB2	2,145	,471	20,756	1	,000	8,540
DKL1	,931	,345	7,291	1	,007	2,536
Constant	,849	,420	4,093	1	,043	2,338
	12,220	2,525	23,423	1	,000	,000

a. Variable(s) entered on step 1: K5, DKB2, DKL1.
(sumber: pengolahan data)

Berdasarkan variabel pada Tabel 13, maka didapatkan persamaan regresi logistik biner untuk keputusan pembelian produk minuman ringan untuk kelompok 2 adalah:

$$\pi = \frac{\exp(-12,220 + 2,145 K5 + 0,931 DKB2 + 0,849 DKL1)}{1 + \exp(-12,220 + 2,145 K5 + 0,931 DKB2 + 0,849 DKL1)} \quad (6)$$

Dengan π adalah probabilitas terjadinya variabel dependen y = keputusan pembelian, $K5$ = manfaat dari konsumsi produk, $DKB2$ = bentuk botol menarik dan $DKL1$ = warna label menarik.

Perbandingan Model Kelompok 1 dan Kelompok 2

Bila dibandingkan model 1 (persamaan 5) dan model 2 (persamaan 6), maka dapat dilihat bahwa keputusan pembelian pada kedua model dipengaruhi oleh 2 indikator yang sama yaitu manfaat konsumsi produk ($K5$) dan desain kemasan botol ($DKB2$). Bila hasil tersebut dibandingkan dengan penelitian lain mengenai keputusan pembelian produk air minum dalam kemasan^[8], diperoleh hasil yang serupa yaitu keputusan pembelian juga dipengaruhi oleh kemasan produk. Sementara itu dari penelitian mengenai pengaruh kemasan dan harga pada keputusan pembelian minuman isotonik, didapatkan hasil elemen kemasan (bentuk, ukuran, dan material) berpengaruh positif dan signifikan terhadap keputusan pembelian.^[8]

Perbedaan pada kedua model nampak pada variabel ketiga, yaitu pada model kelompok 1 muncul variabel $DKL4$ (kelengkapan informasi pada label) sedangkan pada model kedua muncul variabel $DKL1$ (warna label menarik). Hal ini berarti bagi konsumen kelompok 1 yang telah diberi edukasi lingkungan, desain kemasan label tidak lagi mempengaruhi keputusan pembelian produk. Sementara itu bagi kelompok 2 (yang tidak diberi edukasi), desain label kemasan masih mempengaruhi keputusan pembelian. Melihat hal ini, apabila masyarakat terus diberikan suatu edukasi mengenai perilaku peduli lingkungan, bukan tidak mungkin pola pikir masyarakat terhadap penggunaan label kemasan juga berbeda.

KESIMPULAN DAN SARAN

Melalui model yang dihasilkan dapat diketahui indikator yang mempengaruhi keputusan pembelian pada konsumen kelompok 1 (yang diberi edukasi) adalah indikator manfaat, bentuk botol kemasan, dan kelengkapan informasi. Sementara itu

bagi kelompok 2 (yang tidak diberi edukasi), ada tiga indikator yang mempengaruhi keputusan pembelian yaitu manfaat, bentuk botol kemasan dan warna label menarik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada LPPM UPH yang telah mendanai penelitian dengan no: P-047-FaST/IX/2016.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Marketing.co.id. "Minuman Bersoda jadi Sumber Tambahan Penerimaan Devisa negara." Akses internet dari <http://www.marketing.co.id/minuman-bersoda-jadi-sumber-penerimaan-negara/> (diakses tanggal 14 Februari 2017)
- [2] Klimchuck, Marriane Rosner, dan Sandra A. Krasovec. *Packaging Design: Successful Product Branding from Concept to Shelf*. New York: John Wiley, 2006.
- [3] Wells, L.E., H. Farley, dan G.A. Armstrong. "The Importance of Packaging Design for Own-Label Food Branding." *International Journal of Retail & Distribution Management*, Vol. 35 No. 9, 2007: 677-690.
- [4] Kotler, Philip, dan Gary Armstrong. *Principles of Marketing 15th Edition*. New Jersey: Pearson Education, Inc, 2012.
- [5] Hosmer, David W., dan Stanley Lemeshow. *Applied Logistic Regression 2nd Ed*. New York: John Wiley & Sons, INC., 2000.
- [6] Wijaya, Lionnie Maria. *Model Kuantitatif Keputusan Pembelian Masyarakat Untuk Produk Minuman Sari Buah Jeruk dengan Metode Regresi Logistik Biner*. Skripsi, Tangerang: Univeritas Pelita Harapan, 2010.
- [7] Boone, Deborah A., dan Harry N. Boone, Jr. "Analyzing Likert Data." *Journal of Extension*, 2012: Article Number 2TOT2
- [8] Rahdini, Mentari, Mutiara Aisyah, dan Suresh Kumar. "Factors That Influence People Buying Decision on Bottled Drinking Water." *International Academic Conference, 2014: 747-755*
- [9] Resmi, Nanda, dan Tri Wismiarsi. "Pengaruh Kemasan dan Harga pada Keputusan Pembelian Minuman Isotonik." *Jurnal Manajemen dan Bisnis Sriwijaya* Vol. 13, 2015.

PENENTUAN PEMASOK KEMASAN DENGAN ANALYTIC NETWORK PROCESS

Sry O.M. Sinulingga¹, Asrul H. Ismail²

¹PT. Sophie Paris Indonesia, Jakarta

²Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

Email: sry.octavia@sophieparis.com, asrul@univpancasila.ac.id (korespondensi)

Abstract

Lipstick is product that has the highest sales for 2015 at PT Sophie Paris Indonesia (PT SPI). PT SPI use 3 suppliers to comply the supply of lipstick primary packaging. The suppliers are PT A, PT B, PT C. In the process of selecting the third supplier of lipstick primary packaging, PT SPI only consider two criteria: quality and low price offers while to selecting the procurement prioritize of three preferred suppliers only consider one criterion that is the price of goods is stable, so in the procurement process occurs obstacles such as delays in delivery of goods. Seeing this situation, companies need to identify other criteria that are important to use in the selection and prioritization of suppliers. In this research, decision making method that used is the Analytic Network Process (ANP). ANP is able to handle the relations between supplier selection criteria in a feedback systematic. After identification, the important criteria that used in the selection of suppliers in PT SPI are Quality, Delivery, Price, Communication System and Management and Organization. Based on data processing using ANP, PT B is selected as best supplier of primary packaging of lipstick with the highest priority value that is equal to 0,597. In the next is PT C with priority value 0.221 and PT A with priority value 0,181. Therefore, PT SPI can prioritize the procurement of lipstick primary packaging to PT B.

Keywords: *Supplier Selection, Supplier Priority, Multi-Criteria, Analytic Network Process (ANP).*

Abstrak

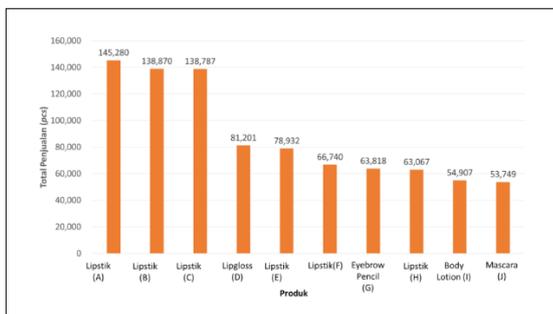
Lipstik merupakan produk dengan penjualan tertinggi selama tahun 2015 di PT Sophie Paris Indonesia (PT SPI). Untuk dapat memenuhi kapasitas pengadaan kemasan primer lipstik, maka PT SPI bekerja sama dengan tiga supplier yaitu PT A, PT B dan PT C. Dalam proses pemilihan ketiga supplier, PT SPI hanya mempertimbangkan 2 kriteria yaitu kualitas dan harga dan dalam penentuan prioritas pengadaan hanya mempertimbangkan satu kriteria yaitu harga barang stabil sehingga dalam proses pengadaan terjadi kendala seperti keterlambatan barang. Melihat kondisi ini, perusahaan perlu mengidentifikasi kriteria-kriteria lain yang penting digunakan dalam pemilihan dan penentuan prioritas supplier. Metode yang digunakan adalah *Analytic Network Process (ANP)*, karena metode ini mampu dalam menangani hubungan keterkaitan dalam sistem pengambilan keputusan. Dari hasil identifikasi, kriteria yang penting digunakan pada pemilihan supplier adalah Kualitas, Pengiriman, Harga, Sistem Komunikasi dan Manajemen dan Organisasi. Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan metode ANP, PT B terpilih sebagai supplier kemasan primer lipstik terbaik dengan nilai prioritas tertinggi yaitu sebesar 0,597, diikuti oleh PT C sebesar 0,221 dan PT A sebesar 0,181. Dengan demikian PT SPI dapat memprioritaskan pengadaan kemasan primer lipstik kepada PT B.

Kata kunci: *Pemilihan Supplier, Penentuan Prioritas Supplier, Multi-Criteria, Analytical Network Process (ANP).*

PENDAHULUAN

PT SPI adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang fashion (tas, pakaian, sepatu, aksesoris) dan Kosmetik. Untuk kosmetik, produk yang dipasarkan bermacam-macam seperti produk *skin care* (*lotion, day cream, night cream, dsb*), *body care* (*body scrub, body butter, body shower, dsb*), produk dekoratif (*lipstik, eyeshadow, blush on, bedak padat, bedak tabur, dsb*), parfum, *tools* (*brush, sponge, nail buffer, dsb*), dsb.

Dari seluruh produk kosmetik yang dipasarkan oleh PT SPI, 6 jenis lipstik merupakan 10 besar produk dengan penjualan tertinggi selama tahun 2015 dimana produk lipstik terjual lebih dari 1,5 juta buah (dapat dilihat pada Gambar 1). Sehingga dapat dikatakan produk lipstik merupakan produk *fast moving* di PT SPI. Untuk dapat mendukung ketersediaan produk lipstik, PT SPI bekerja sama dengan beberapa *supplier* dalam menyediakan kemasan lipstik.



Gambar 1. Grafik 10 Besar Produk dengan Total Penjualan Tertinggi Tahun 2015 (*Sumber: PT SPI*)

Kemasan untuk lipstik dibagi menjadi kemasan primer (*casing*) dan kemasan sekunder (*unit box, stiker, dsb*). Dalam penelitian kali ini hanya difokuskan pada kemasan primer lipstik karena kemasan primer merupakan hal yang paling krusial pada penyediaan produk lipstik dimana *bulk/ruahan* lipstik memiliki kontak langsung dengan kemasan primer.

Pemilihan *supplier* idealnya yaitu memilih salah satu *supplier* terbaik. Namun karena kapasitas pengadaan dengan satu *supplier* belum dapat memenuhi permintaan perusahaan, sehingga saat ini perusahaan bekerja sama dengan tiga *supplier* dalam pengadaan kemasan primer lipstik yaitu, PT A, PT B dan PT C. Dalam proses pemilihan *supplier*, PT SPI hanya mempertimbangkan dari aspek kualitas dan harga. Proses

penilaian melalui 2 tahapan, yaitu proses audit kualitas (meliputi kualitas pabrik dan kualitas produk yang dihasilkan) dan proses penawaran harga. Dalam proses audit, *QC Manager* memberikan penilaian terhadap aktivitas produksi yang dilakukan oleh *supplier* dan mencatat beberapa informasi penting seperti alat yang digunakan, sistem kualitas yang digunakan, kapasitas produksi, dsb. Sedangkan pada penawaran harga, *Product Manager/Merchandising Manager* akan menentukan penilaian berdasarkan penawaran harga yang diberikan *supplier*. *Supplier* yang dapat memberikan penawaran harga yang lebih rendah, biasanya akan diberikan penilaian besar oleh *Product Manager/Merchandising Manager*.

Setelah terpilih tiga *supplier* kemasan primer, maka selanjutnya untuk pengalokasian prioritas pengadaan hanya dilakukan dengan membandingkan penawaran harga pada saat pemesanan kembali (*repeat order*). *Supplier* yang memiliki penawaran harga lebih stabil biasanya akan menjadi prioritas utama dalam pengadaan kemasan primer.

Karena kriteria yang dipertimbangkan dalam pemilihan *supplier* hanya kualitas dan penawaran harga yang rendah serta dalam pengalokasian prioritas pengadaan hanya mempertimbangkan harga barang yang lebih stabil, maka pada saat proses pengadaan kemasan berlangsung terjadi kendala seperti keterlambatan kemasan. Selain keterlambatan pengiriman, kendala-kendala lain yang terjadi pada pengadaan kemasan primer lipstik adalah *supplier* kurang responsif, kurang dapat memberikan informasi yang akurat, dan kendala lainnya yang tidak dapat didefinisikan secara objektif.^[1]

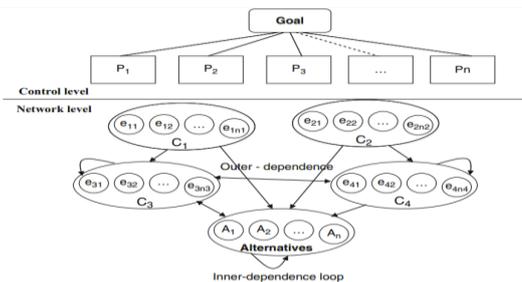
Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka perlu dilakukan identifikasi terhadap kriteria-kriteria lain yang penting untuk digunakan dalam pemilihan *supplier* di PT SPI, identifikasi terhadap bobot prioritas pada setiap kriteria pemilihan serta analisis terhadap kinerja *supplier* penyedia kemasan primer lipstik berdasarkan bobot prioritas setiap *supplier* untuk dapat menentukan prioritas pengadaan kemasan primer lipstik. Penentuan prioritas pengadaan ini bertujuan untuk mengurangi kendala-kendala dalam proses pengadaan kemasan primer lipstik. Pada umumnya, *Analytic Hierarchy Process* (AHP) merupakan metode yang digunakan untuk pengambilan keputusan pemilihan *supplier*. Hal ini dikarenakan

kesederhanaan dalam penggunaannya. Namun terdapat kelemahan pada metode ini yaitu ketidakmampuan dalam menangani hubungan keterkaitan dalam sistem pengambilan keputusan, sehingga dikembangkan *Analytic Network Process* (ANP) yang merupakan metode yang memperluas AHP untuk kasus hubungan keterkaitan. [6] Penelitian ini menggunakan metode *Analytic Network Process* (ANP) sebagai sistem pendukung keputusan dalam pemilihan dan penentuan prioritas *supplier*.

TINJAUAN PUSTAKA

Analytic Network Process (ANP)

ANP adalah sebuah teknik pengambilan keputusan yang menggambarkan hubungan saling keterkaitan dan umpan balik antara elemen keputusan dan alternatif. [3] ANP dapat menyelesaikan secara sistematis semua hal yang berkaitan dengan ketergantungan dan umpan balik dalam sistem keputusan. Tetapi, semakin kompleks sistemnya (jumlah faktor dan hubungannya meningkat) maka membutuhkan usaha yang lebih bagi analis dan pembuat keputusan. [6]



Gambar 2. Struktur *Analytic Network Process* (sumber: Kou, 2013)

Proses ANP mempunyai 2 bagian seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Bagian pertama merupakan kontrol hirarki atau hubungan kriteria dan sub-kriteria yang mengontrol interaksi. Bagian kedua terdiri dari jaringan pengaruh antar elemen dan kelompok. Pada ANP terdapat pengaruh luar (*outer dependence*) dan pengaruh dalam (*inner dependence*) antar elemen dan kelompok. Prioritas vektor pada ANP berasal dari matriks perbandingan berpasangan dan supermatriks yang terdiri dari elemen yang juga dapat menjadi matriks prioritas kolom. Tahapan utama dalam ANP adalah identifikasi elemen dan kelompok, membangun model jaringan, menetapkan hubungan saling ketergantungan, membangun matriks perbandingan berpasangan antara elemen dan kelompok, membangun supermatriks dan

menyelesaikan hingga diperoleh limit dari supermatriks. [5]

Perbandingan Berpasangan

Perbandingan berpasangan dilakukan dengan membandingkan kelompok dan elemen yang mempunyai hubungan keterkaitan dengan menggunakan skala ukur yang absolut. Saaty (1978) menyarankan untuk menggunakan 9 skala penilaian, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1 di bawah ini. [4]

Tabel 1. Skala Perbandingan Fundamental

Intensitas Kepentingan	Definisi	Keterangan
1	Sama Penting	Dua kegiatan berkontribusi sama terhadap tujuannya
3	Sedikit Lebih Penting	Pengalaman dan penilaian sedikit berkontribusi atas yang lain
5	Lebih Penting	Pengalaman dan penilaian suatu kegiatan berkontribusi sangat kuat atas yang lain, menunjukkan dominasinya dalam praktek
7	Sangat Lebih Penting	Suatu kegiatan yang favorit berkontribusi sangat kuat atas yang lain; menunjukkan dominasinya dalam praktek
9	Mutlak Lebih Penting	Bukti yang menguntungkan satu kegiatan di atas yang lain merupakan kemungkinan urutan afirmasi tertinggi
2, 4, 6, 8	Untuk kompromi antara nilai-nilai di atas	Kadang-kadang perlu melakukan interpolasi penilaian kompromi secara numerik karena tidak ada istilah yang pas untuk menggambarkan hal tersebut
Kebalikan dari di atas	Jika aktivitas i tidak mempunyai nilai ketika dibandingkan dengan aktivitas j , maka j memiliki nilai timbal balik bila dibandingkan dengan i	Asumsi yang masuk akal
Rasional	Rasio timbul dari skala	Jika konsistensi dipaksa dengan mendapatkan nilai numerik n untuk menjangkau matriks

(Sumber: Saaty, 2007)

Hasil dari perbandingan berpasangan kemudian diolah ke dalam matriks perbandingan

berpasangan, dengan nilai a_{ij} merepresentasikan nilai kepentingan relatif dari elemen pada baris (i) terhadap kolom (j); misalkan $a_{ij} = \frac{w_i}{w_j}$. Jika ada n elemen yang dibandingkan, maka matriks perbandingan A didefinisikan sebagai berikut^[5]:

$$A = \begin{bmatrix} \frac{W_1}{W_1} & \frac{W_1}{W_2} & \dots & \frac{W_1}{W_n} \\ \frac{W_2}{W_1} & \frac{W_2}{W_2} & \dots & \frac{W_2}{W_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{W_n}{W_1} & \frac{W_n}{W_2} & \dots & \frac{W_n}{W_n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Selama proses pembuatan keputusan, akan muncul ketidakonsekuensi ketika membandingkan kriteria yang berbeda. Oleh karena itu, pengujian konsistensi diperlukan untuk matriks perbandingan berpasangan sebelum vektor dari matriks perbandingan berpasangan dapat dihitung. Jika uji konsistensi untuk matriks perbandingan berpasangan gagal maka elemen yang tidak konsisten dalam matriks perbandingan berpasangan harus dilakukan revisi, jika tidak dilakukan maka hasil dari proses analisis keputusan menjadi tidak sah/*valid*.^[2] Indeks konsistensi/*Consistency Index* (CI) dan *Consistency Ratio* (CR) dari matriks perbandingan berpasangan dapat dihitung dengan persamaan 2 dan 3.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (2)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} < 0,1 \quad (3)$$

Dimana:

CI : Indeks konsistensi/*Consistency Index*

λ_{max} : *Eigen value* terbesar

n : Orde matriks

CR : *Consistency Ratio*

RI : *Random Index* (diperoleh dari Tabel 2)

Tabel 2. *Random Index*

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,4	1,45	1,49

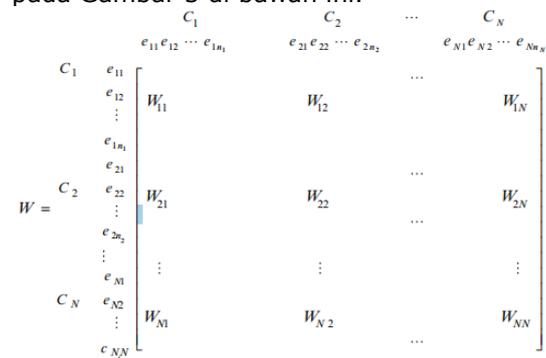
(Sumber: Kou, 2013)

Perhitungan menggunakan persamaan 2 dan persamaan 3 digunakan berulang untuk masing-masing matriks perbandingan berpasangan untuk menguji konsistensi dari setiap matriks. Matriks dikatakan konsisten jika memiliki nilai $CR < 0,1$.^[2]

Supermatriks

Matriks ini digunakan untuk mewakili aliran pengaruh dari kelompok elemen untuk dirinya sendiri atau dari kelompok yang

diarahkan untuk kelompok lain. Pengaruh elemen dalam jaringan pada elemen lain dapat diwakili dalam supermatriks seperti pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Jaringan Supermatriks^[5]

Supermatriks diperoleh dari *eigenvector* yang berasal dari matriks perbandingan berpasangan kemudian dimasukkan sebagai sub kolom dari kolom yang sesuai. Beberapa entri dapat bernilai 0 sesuai dengan elemen yang tidak memiliki pengaruh. Hasil dari proses ini adalah supermatriks yang tidak tertimbang (*unweighted supermatrix*). Kemudian supermatriks yang tertimbang (*weighted supermatrix*) diperoleh dengan mengalikan semua elemen di blok dari *unweighted supermatrix* dengan bobot kelompok yang sesuai. *Weighted supermatrix* kemudian dipangkatkan sampai diperoleh nilai matriks yang stabil. Kemudian hasil sintesis dari prioritas ini dinormalkan untuk memilih alternatif prioritas tertinggi.^[6]

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini terdiri dari 7 tahapan utama, yaitu: perancangan model konseptual ANP, perbandingan berpasangan antar elemen sesuai model konseptual, penyusunan matriks berpasangan, pengujian konsistensi, penyusunan *weighted supermatriks*, penyusunan *limiting supermatriks*, dan penentuan prioritas pemasok.

Hal pertama yang dilakukan adalah menyusun model jaringan ANP. Dalam menyusun model jaringan ANP dilakukan terlebih dahulu studi literatur mengenai kriteria pemilihan supplier dan studi lapangan mengenai alternatif supplier yang digunakan oleh perusahaan. Kemudian kuesioner disebarakan untuk diisi oleh pihak pengambil keputusan di PT SPI. Kuesioner ini digunakan untuk mengidentifikasi kriteria dan sub-kriteria berdasarkan penilaian pihak pengambil keputusan. Dalam hal ini penilaian akan dilakukan dengan

menggunakan skala likert. Selanjutnya adalah menentukan hubungan ketergantungan antar kriteria, sub-kriteria dan alternatif supplier. Model jaringan ANP ini merupakan jaringan pengaruh antar kelompok dan elemen.

Langkah selanjutnya setelah diperoleh model jaringan ANP, maka dilakukan pemilihan kelompok dan elemen yang akan dibandingkan sesuai dengan model jaringan ANP. Lalu dilakukan perbandingan berpasangan dengan penyebaran kuesioner dimana pihak pengambil keputusan diminta untuk memberikan nilai terhadap tingkat kepentingan tiap kriteria, sub-kriteria dan alternatif yang dibandingkan berdasarkan bobot kepentingan dengan skala nilai 1-9 dimana angka genap untuk nilai keraguan antar dua nilai yang berdekatan. Semakin besar nilai artinya bobot kepentingan juga akan lebih besar.

Setelah diperoleh hasil perbandingan berpasangan, maka selanjutnya menghitung nilai rata-rata geometrik yang kemudian digunakan untuk pembuatan matriks perbandingan berpasangan. Data diperoleh dari hasil rekapitulasi kuesioner perbandingan berpasangan yang diisi oleh pihak pengambil keputusan. Setelah diperoleh matriks perbandingan berpasangan maka dilakukan perhitungan untuk menentukan *eigenvector* dari masing-masing elemen dalam 1 kelompok yang dibandingkan sesuai dengan jaringan ANP.

Selanjutnya dilakukan uji konsistensi, pengujian konsistensi ini dilakukan untuk melihat ketidakkonsistenan respon yang diberikan oleh pihak pengambil keputusan. Jika $CR < 0,1$ maka nilai perbandingan berpasangan pada matriks kriteria yang diberikan konsisten dan Jika $CR \geq 0,1$ maka nilai perbandingan berpasangan pada matriks kriteria yang diberikan tidak konsisten. Sehingga jika tidak konsisten, maka pengisian nilai-nilai pada matriks berpasangan harus diulang.

Setelah dinyatakan konsisten maka selanjutnya dilakukan pembuatan supermatriks. Hasil *eigenvector* yang berasal dari matriks perbandingan berpasangan dimasukkan sebagai sub kolom yang sesuai pada supermatriks. Hasil dari proses ini adalah unweighted supermatrix. Untuk memperoleh unweighted supermatrix adalah dengan mengalikan nilai unweighted supermatrix dengan nilai pada matriks kelompok yang sesuai, kemudian hasil perkalian dinormalisasikan sehingga nilai pada setiap kolom berjumlah 1.

Selanjutnya membuat limiting supermatrix dilakukan dengan cara mengalikan nilai pada weighted supermatrix dengan nilai pada supermatriks itu sendiri hingga diperoleh nilai prioritas tiap kolom sama.

Kemudian, setelah diperoleh nilai prioritas yang sama pada tiap kolom, selanjutnya untuk memperoleh peringkat dari setiap kriteria dan sub-kriteria, maka hal yang dilakukan adalah dengan menormalisasi nilai prioritas yang diperoleh dari limiting supermatrix tanpa mengikutsertakan nilai prioritas pada kelompok alternatif. Dengan membuat peringkat dari nilai prioritas pada kriteria dan sub-kriteria, maka dapat diketahui kriteria dan sub-kriteria mana yang menjadi prioritas utama dalam pemilihan kemasan primer lipstik di PT SPI. Untuk memperoleh nilai prioritas alternatif supplier, maka dilakukan normalisasi terhadap nilai prioritas untuk kelompok alternatif yang diperoleh dari limiting supermatrix. Dengan membuat peringkat dari nilai prioritas pada alternatif supplier, maka dapat ditentukan supplier terbaik penyedia kemasan primer lipstik di PT SPI.

HASIL DAN PEMBAHASAN

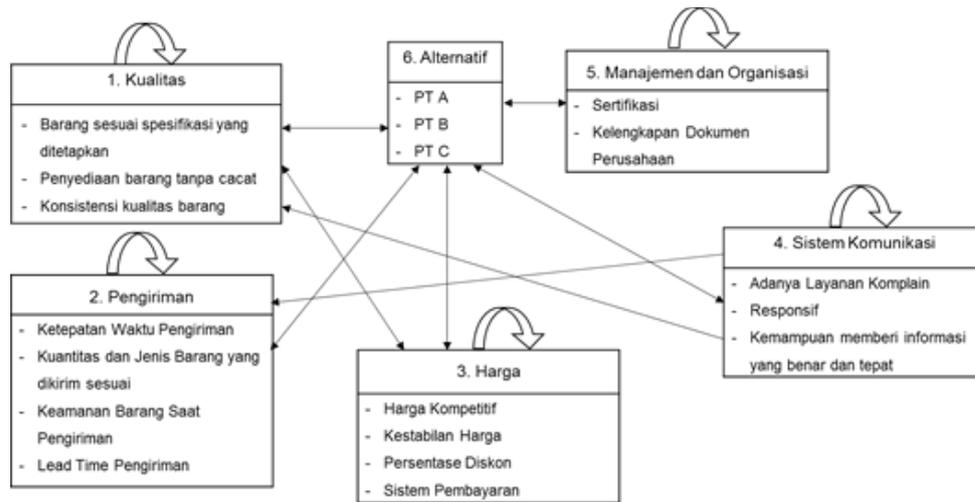
Model Konseptual ANP

Kriteria dan sub-kriteria pemilihan *supplier* pada penelitian ini diperoleh dari hasil penyebaran kuesioner kepada 3 responden yang terlibat dalam pemilihan *supplier* di PT SPI, yaitu *QC Manager*, *Merchandising Manager*, dan *PPIC Manager*.

Tabel 3. Kriteria dan Sub-kriteria Pemilihan *Supplier* Kemasan Primer Lipstik

Kriteria	Sub-kriteria
Kualitas Barang	Barang Sesuai Spesifikasi yang Ditetapkan
	Penyediaan Barang Tanpa Cacat
	Konsistensi Kualitas Barang
Pengiriman	Ketepatan Waktu Pengiriman
	Kuantitas dan Jenis Barang yang dikirim sesuai
	Keamanan Barang Saat Pengiriman
	Lead Time Pengiriman
Harga	Harga Kompetitif
	Kestabilan Harga
	Persentase Diskon
	Sistem Pembayaran
Sistem Organisasi	Adanya Layanan Komplain
	Responsif
	Kemampuan memberi informasi yang benar dan tepat
Manajemen dan Organisasi	Sertifikasi
	Kelengkapan Dokumen Perusahaan

(Sumber: Pengumpulan Data)



Gambar 4. Struktur Jaringan Pengaruh Antar Kelompok dan Elemen dalam Pemilihan Supplier Kemasan Primer di PT SPI (Sumber: Pengolahan Data)

Tabel 4. Unweighted Supermatrix

		Kualitas			Pengiriman				Harga			Sistem Komunikasi			Manajemen dan Organisasi		Alternatif			
		Barang Sesuai Spesifikasi yang Ditetapkan	Penyediaan Barang Tanpa Cacat	Konsistensi Kualitas Barang	Ketepatan Waktu Pengiriman	Kuantitas dan Jenis Barang yang dikirim sesuai	Keamanan Barang Saat Pengiriman	Lead Time Pengiriman	Harga Kompetitif	Kestabilan Harga	Persentase Diskon	Sistem Pembayaran	Adanya Layanan Komplain	Responsif	Kemampuan memberi informasi yang benar dan tepat	Sertifikasi	Kelengkapan Dokumen Perusahaan	PT. A	PT. B	PT. C
Kualitas	Barang Sesuai Spesifikasi yang Ditetapkan	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,462	0,381	0,121	0,597	0,316	0,542	0,559	0,000	0,000	0,620	0,475	0,595	
	Penyediaan Barang Tanpa Cacat	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,200	0,292	0,649	0,157	0,331	0,169	0,232	0,000	0,000	0,200	0,232	0,181	
	Konsistensi Kualitas Barang	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,331	0,324	0,214	0,234	0,320	0,269	0,208	0,000	0,000	0,179	0,265	0,223	
Pengiriman	Ketepatan Waktu Pengiriman	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,142	0,247	0,247	0,000	0,000	0,137	0,214	0,128	
	Kuantitas dan Jenis Barang yang dikirim sesuai	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,456	0,395	0,389	0,000	0,000	0,252	0,214	0,207	
	Keamanan Barang Saat Pengiriman	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,306	0,217	0,186	0,000	0,000	0,322	0,309	0,335	
	Lead Time Pengiriman	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,081	0,112	0,145	0,000	0,000	0,285	0,242	0,317	
Harga	Harga Kompetitif	0,372	0,538	0,309	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,272	0,274	0,291	
	Kestabilan Harga	0,327	0,205	0,427	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,345	0,259	0,285	
	Persentase Diskon	0,155	0,103	0,137	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,177	0,170	0,134	
	Sistem Pembayaran	0,100	0,098	0,113	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,177	0,293	0,252	
Sistem Komunikasi	Adanya Layanan Komplain	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,237	0,303	0,255	
	Responsif	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,425	0,384	0,325	
Manajemen dan Organisasi	Kemampuan memberi informasi yang benar dan tepat	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,333	0,284	0,415	
	Sertifikasi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,386	0,500	0,500	
Alternatif	Kelengkapan Dokumen Perusahaan	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,614	0,500	0,500	
	PT. A	0,120	0,105	0,110	0,248	0,309	0,196	0,173	0,127	0,148	0,159	0,193	0,134	0,126	0,099	0,459	0,440	0,000	0,000	0,000
	PT. B	0,744	0,745	0,765	0,658	0,476	0,487	0,662	0,398	0,551	0,446	0,485	0,622	0,580	0,644	0,438	0,420	0,000	0,000	0,000
	PT. C	0,135	0,148	0,124	0,078	0,200	0,302	0,162	0,451	0,299	0,394	0,306	0,241	0,270	0,238	0,099	0,137	0,000	0,000	0,000

(Sumber: Pengolahan Data)

Dalam ANP terdapat kelompok (*cluster*) dan elemen. Kelompok dibuat berdasarkan kriteria pemilihan yang digunakan yaitu Kelompok Kualitas, Kelompok Pengiriman, Kelompok Harga, Kelompok Sistem Komunikasi, Kelompok Manajemen dan Organisasi serta Kelompok Alternatif. Sedangkan elemen dibuat berdasarkan sub-kriteria-sub-kriteria dari masing-masing kriteria. Untuk elemen yang termasuk dalam kelompok alternatif terdiri dari perusahaan penyedia kemasan primer lipstik.

Penentuan hubungan ketergantungan antar elemen dalam satu kelompok (*inner dependency*) dan antar kelompok (*outer dependency*) dilakukan dengan membuat kuesioner hubungan ketergantungan. Responden diminta untuk menyatakan ada atau tidaknya hubungan ketergantungan antar elemen dalam satu kelompok kelompok dan antar kelompok.

Tabel 5. *Weighted Supermatrix*

		Kualitas			Pengiriman				Harga				Sistem Komunikasi			Manajemen dan Organisasi			Alternatif		
		Barang Sesuai Spesifikasi yang Ditetapkan	Penyediaan Barang Tanpa Cacat	Konsistensi Kualitas Barang	Ketepatan Waktu Pengiriman	Kuantitas dan Jenis Barang yang dikirim sesuai	Kesamanan Barang Saat Pengiriman	Lead Time Pengiriman	Harga Kompetitif	Kestabilan Harga	Persentase Diskon	Sistem Pembayaran	Adanya Layanan Klaim	Responsif	Kemampuan memberi informasi yang benar dan tepat	Sertifikasi	Kelengkapan Dokumen Perusahaan	PT. A	PT. B	PT. C	
Kualitas	Barang Sesuai Spesifikasi yang Ditetapkan	0,445	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,205	0,168	0,053	0,276	0,071	0,122	0,126	0,000	0,000	0,183	0,141	0,177	
	Penyediaan Barang Tanpa Cacat	0,000	0,446	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,089	0,129	0,287	0,073	0,074	0,038	0,052	0,000	0,000	0,059	0,069	0,054	
	Konsistensi Kualitas Barang	0,000	0,000	0,441	0,000	0,000	0,000	0,000	0,147	0,142	0,095	0,109	0,072	0,061	0,047	0,000	0,000	0,053	0,078	0,066	
Pengiriman	Ketepatan Waktu Pengiriman	0,000	0,000	0,000	0,820	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,058	0,100	0,100	0,000	0,000	0,024	0,037	0,022	
	Kuantitas dan Jenis Barang yang dikirim sesuai	0,000	0,000	0,000	0,000	0,820	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,184	0,161	0,158	0,000	0,000	0,043	0,037	0,036	
	Kesamanan Barang Saat Pengiriman	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,820	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,124	0,088	0,075	0,000	0,000	0,055	0,053	0,058	
	Lead Time Pengiriman	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,818	0,000	0,000	0,000	0,000	0,033	0,046	0,059	0,000	0,000	0,049	0,042	0,055	
Harga	Harga Kompetitif	0,116	0,168	0,095	0,000	0,000	0,000	0,000	0,302	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,105	0,106	0,113	
	Kestabilan Harga	0,102	0,064	0,132	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,300	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,133	0,100	0,111	
	Persentase Diskon	0,048	0,032	0,042	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,302	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,068	0,066	0,052	
	Sistem Pembayaran	0,031	0,031	0,035	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,316	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,068	0,113	0,098	
Sistem Komunikasi	Adanya Layanan Klaim	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,157	0,000	0,000	0,000	0,000	0,014	0,018	0,015	
	Responsif	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,158	0,000	0,000	0,000	0,026	0,023	0,020	
Manajemen dan Organisasi	Kemampuan memberi informasi yang benar dan tepat	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,157	0,000	0,000	0,020	0,017	0,025	
	Sertifikasi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,827	0,000	0,038	0,049	0,050	
Alternatif	Kelengkapan Dokumen Perusahaan	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,827	0,061	0,049	0,050	
	PT. A	0,031	0,027	0,028	0,045	0,057	0,036	0,032	0,033	0,039	0,042	0,044	0,031	0,029	0,023	0,080	0,076	0,000	0,000	0,000	
	PT. B	0,192	0,193	0,195	0,120	0,087	0,089	0,121	0,105	0,144	0,117	0,112	0,143	0,134	0,148	0,076	0,073	0,000	0,000	0,000	
PT. C	0,035	0,038	0,032	0,014	0,037	0,055	0,030	0,119	0,078	0,104	0,070	0,055	0,062	0,055	0,017	0,024	0,000	0,000	0,000		

(Sumber: Pengolahan Data)

Supermatriks dari Perbandingan Berpasangan Antar Elemen dan Kelompok

Setelah diketahui pengaruh antar kelompok dan elemen, maka selanjutnya dilakukan penyebaran kuesioner perbandingan berpasangan yang kemudian hasil nilai perbandingan dimasukkan kedalam matriks perbandingan berpasangan, setelah diketahui nilai *eigenvector* maka selanjutnya dimasukkan kedalam supermatriks. Hasil dari proses ini adalah *unweighted supermatrix* yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Untuk memperoleh *weighted supermatrix*, maka dilakukan perkalian terhadap nilai pada matriks kelompok dengan nilai pada *unweighted supermatrix* yang sesuai. Kemudian setelah seluruh komponen pada *unweighted supermatrix* telah dikalikan dengan matriks kelompok yang sesuai, maka langkah berikutnya adalah menormalisasi supermatriks tersebut sehingga diperoleh jumlah nilai pada setiap kolom sebesar 1. Dapat dilihat pada Tabel 5 di bawah ini.

Tahap selanjutnya adalah pembuatan *limiting supermatrix*. *Limiting supermatrix* dibuat dengan cara mengalikan *weighted supermatrix* dengan nilai matriks itu sendiri

secara terus-menerus hingga diperoleh nilai prioritas pada tiap kolom sama. *Limiting supermatrix* dapat dilihat pada Tabel 6 di bawah ini.

Peringkat Kriteria

Untuk penentuan peringkat kriteria dilakukan dengan menormalisasi nilai prioritas limit yang dengan tidak mengikutsertakan kelompok alternatif dalam perhitungan. Hasil normalisasi seperti pada Tabel 7.

Dari hasil normalisasi yang dijabarkan pada Tabel 7, diketahui bahwa kriteria kualitas memperoleh nilai prioritas paling tinggi yaitu sebesar 0,339 diikuti dengan harga sebesar 0,269, pengiriman sebesar 0,247, manajemen dan organisasi sebesar 0,129, dan sistem komunikasi sebesar 0,016. Hasil nilai prioritas tersebut menunjukkan bahwa metode pemilihan *supplier* yang selama ini digunakan (hanya menggunakan 2 kriteria) harusnya segera disesuaikan. Hal ini sangat penting, karena dengan menambahkan kriteria dan memberikan penilaian prioritas pada saat pemilihan *supplier* akan lebih menjamin untuk untuk mendapatkan *supplier* yang sesuai dengan PT SPI.

Selanjutnya pengaruh dari masing-masing sub-kriteria terhadap proses pemilihan *supplier* dapat dilihat dari peringkatnya. Sub-kriteria yang paling berpengaruh dapat diidentifikasi dari nilai prioritas yang paling tinggi.

Tabel 6. Limiting Supermatrix

		Kualitas			Pengiriman			Harga			Sistem Komunikasi			Manajemen dan Organisasi		Alternatif			
		Barang Sesuai Spesifikasi yang Ditetapkan	Penyediaan Barang Tanpa Cacat	Konsistensi Kualitas Barang	Ketepatan Waktu Pengiriman	Kuantitas dan Jenis Barang yang dikirim sesuai	Keamanan Barang Saat Pengiriman	Lead Time Pengiriman	Harga Kompetitif	Kestabilan Harga	Persentase Diskon	Sistem Pembayaran	Adanya Layanan Komplain	Responsif	Kemampuan memberi informasi yang benar dan tepat	Sertifikasi	Kelengkapan Dokumen Perusahaan	PT. A	PT. B
Kualitas	Barang Sesuai Spesifikasi yang Ditetapkan	0,127	0,127	0,127	0,127	0,127	0,127	0,127	0,127	0,127	0,127	0,127	0,127	0,127	0,127	0,127	0,127	0,127	0,127
	Penyediaan Barang Tanpa Cacat	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073
	Konsistensi Kualitas Barang	0,076	0,076	0,076	0,076	0,076	0,076	0,076	0,076	0,076	0,076	0,076	0,076	0,076	0,076	0,076	0,076	0,076	0,076
Pengiriman	Ketepatan Waktu Pengiriman	0,038	0,038	0,038	0,04	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038
	Kuantitas dan Jenis Barang yang dikirim sesuai	0,051	0,051	0,051	0,05	0,052	0,05	0,05	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,05	0,05	0,051	0,051	0,051
	Keamanan Barang Saat Pengiriman	0,063	0,063	0,063	0,062	0,062	0,064	0,062	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063	0,062	0,062	0,063	0,063	0,063
	Lead Time Pengiriman	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,051	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Harga	Harga Kompetitif	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,077	0,077	0,078	0,078	0,078
	Kestabilan Harga	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068
	Persentase Diskon	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033
	Sistem Pembayaran	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Sistem Komunikasi	Adanya Layanan Komplain	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
	Responsif	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
	Kemampuan memberi informasi yang benar dan tepat	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
Manajemen dan Organisasi	Sertifikasi	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,052	0,05	0,05	0,051	0,051
	Kelengkapan Dokumen Perusahaan	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,057	0,055	0,055	0,055
Alternatif	PT. A	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,034	0,034	0,033	0,033	0,033
	PT. B	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
	PT. C	0,041	0,041	0,041	0,041	0,041	0,041	0,041	0,041	0,041	0,041	0,041	0,041	0,041	0,041	0,041	0,041	0,041	0,041

(Sumber: Pengolahan Data)

Tabel 7. Penentuan Peringkat Kriteria dalam Pemilihan Supplier

Kelompok	Elemen	Nilai dari limit supermatrix	Nilai Normalisasi	Peringkat
Kualitas (0,339)	Barang Sesuai Spesifikasi yang Ditetapkan	0,127	0,156	1
	Penyediaan Barang Tanpa Cacat	0,073	0,090	4
	Konsistensi Kualitas Barang	0,076	0,093	3
Pengiriman (0,247)	Ketepatan Waktu Pengiriman	0,038	0,047	11
	Kuantitas dan Jenis Barang yang dikirim sesuai	0,051	0,062	7
	Keamanan Barang Saat Pengiriman	0,063	0,077	13
	Lead Time Pengiriman	0,050	0,061	9
Harga (0,269)	Harga Kompetitif	0,078	0,095	2
	Kestabilan Harga	0,068	0,084	5
	Persentase Diskon	0,033	0,041	12
	Sistem Pembayaran	0,040	0,050	10
Sistem Komunikasi (0,016)	Adanya Layanan Komplain	0,004	0,005	16
	Responsif	0,005	0,006	14
	Kemampuan memberi informasi yang benar dan tepat	0,004	0,005	15
Manajemen dan Organisasi (0,129)	Sertifikasi	0,050	0,062	8
	Kelengkapan Dokumen Perusahaan	0,055	0,067	6

(Sumber: Pengolahan Data)

Dari Tabel 7 di atas, dapat diketahui juga 5 sub-kriteria dengan nilai prioritas tertinggi. 5 sub-kriteria tersebut adalah barang sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan, harga yang kompetitif, konsistensi kualitas barang, penyediaan barang tanpa cacat dan kestabilan harga.

Peringkat Alternatif

Dari hasil normalisasi terhadap nilai limit pada kelompok alternatif maka dapat diketahui peringkat alternatif. Hasil normalisasi kelompok alternatif seperti yang ditunjukkan pada Tabel 8 di bawah ini.

Tabel 8. Penentuan Peringkat Alternatif Supplier

Alternatif	Nilai dari limit supermatrix	Nilai Normalisasi	Peringkat
PT. A	0,033	0,182	3
PT. B	0,110	0,597	1
PT. C	0,041	0,221	2

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan Tabel 8, dapat diketahui bahwa PT B memiliki nilai prioritas tertinggi yaitu sebesar 0,597 diikuti dengan PT C sebesar 0,221 dan PT A sebesar 0,181. Dari hasil nilai prioritas yang diperoleh maka PT SPI dapat

memprioritaskan penyediaan kemasan primer pada PT B.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai penerapan metode *Analytical Network Process* (ANP) dalam pemilihan *supplier* di PT SPI, maka diperoleh kesimpulan, yaitu dengan melakukan survey melalui kuesioner penentuan kriteria dan sub-kriteria pemilihan *supplier* terhadap 3 responden yaitu *QC Manager*, *Merchandising Manager* dan *PPIC Manager*, maka diperoleh kriteria-kriteria dan sub-kriteria-sub-kriteria yang penting digunakan dalam pemilihan dan penentuan prioritas *supplier* di PT SPI. Kriteria-kriteria tersebut adalah Kualitas (barang sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan, penyediaan barang tanpa cacat dan konsistensi kualitas barang), Pengiriman (ketepatan waktu pengiriman, kuantitas dan jenis barang yang dikirim sesuai, keamanan barang saat pengiriman dan *lead time* pengiriman), Harga (harga kompetitif, kestabilan harga, persentase diskon dan sistem pembayaran), Sistem Komunikasi (adanya layanan komplain, responsif, kemampuan memberi informasi yang benar dan tepat) dan Manajemen Organisasi (sertifikasi dan kelengkapan dokumen perusahaan). Setelah dilakukan perhitungan menggunakan metode ANP, maka diperoleh nilai prioritas dari masing-masing kriteria dan sub-kriteria. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kriteria pemilihan *supplier* yang menjadi prioritas utama di PT SPI adalah kualitas dengan nilai prioritas sebesar 0,354, prioritas kedua adalah kriteria harga dengan nilai sebesar 0,281, prioritas ketiga adalah kriteria pengiriman dengan nilai sebesar 0,213, prioritas keempat adalah kriteria manajemen dan organisasi dengan nilai sebesar 0,135 dan prioritas terakhir adalah kriteria sistem komunikasi dengan nilai sebesar 0,017. Sedangkan untuk sub-kriteria yang memiliki nilai prioritas dengan urutan teratas adalah barang sesuai dengan spesifikasi, harga kompetitif, konsistensi kualitas, penyediaan barang tanpa cacat dan kestabilan harga.

Dengan menggunakan perhitungan ANP, maka dihasilkan urutan *supplier* kemasan primer berdasarkan nilai prioritasnya. Hasil yang diperoleh adalah PT B memiliki nilai prioritas tertinggi yaitu sebesar 0,597, prioritas kedua yaitu PT C dengan nilai sebesar 0,221 dan prioritas terakhir yaitu PT A dengan nilai sebesar 0,181. Setelah

diketahui nilai prioritas dari masing-masing *supplier*, maka dapat disimpulkan bahwa perusahaan dapat memprioritaskan pengadaan kemasan lipstick kepada PT B. Hal ini karena PT B unggul dalam sub-kriteria utama dalam pemilihan *supplier* di PT SPI.

Saran

Saran-saran yang berkaitan dengan penelitian ini adalah, perlunya dilakukan pengujian tambahan yaitu analisis sensitivitas. Dengan melakukan analisis ini, maka dapat diketahui hasil pemilihan alternatif *supplier* tetap stabil atau tidak stabil jika terdapat perubahan pada masukan, baik penilaian maupun prioritas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Imeri, Shpend, Key Performance Criteria for Vendor Selection – A Literature Review, Management Research and Practice Vol. 5 Issue 2, pp: 63-75, 2013
- [2] Kou, G., Ergu, D., Peng, Y. & Shi, Y., Data Processing for the AHP/ANP, Springer, Verlag Berlin Heidelberg, 2013
- [3] Pal, O., Gupta, Amit K. & Garg, R. K., Supplier Selection Criteria and Methods in Supply Chain: A Review, International Journal of Social, Behavioural Educational, Economic, Business and Industrial Engineering Vol:7, No:10, 2013
- [4] Saaty, T.L. & Vargas, L.G., Decision Making with the Analytic Network Process – Economic, Political, Social and Technological Application with Benefit, Opportunities, Costs and Risks, Springer, United States of America, 2006.
- [5] Saaty, T.L., Time dependent decision-making; dynamic priorities in theAHP/ANP: Generalizing from points to functions and from real to complex variables, Mathematical and Computer Modelling 46 (2007) 860–891, Elsevier, 2007
- [6] Wibowo, M. R. Aji, Perancangan Model Pemilihan Mitra Kerja dalam Penyediaan Rig Darat dengan Metode Analytic Network Process (ANP), Tesis Universitas Indonesia, 2010

ANALISIS RISIKO CEDERA OTOT-RANGKA PADA PEKERJAAN MENGANYAM KESET

Wyke Kusmasari¹, Ujang Muhammad Mustaqim²

^{1,2}Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Serang Raya
Jl. Raya Serang – Cilegon KM. 5 (Taman Drangong) Serang – Banten

Email: kusmasari.wyke@gmail.com (korespondensi)

Abstract

This research was carried at doormat craftsmen Mrs. Haer. That is one cluster of Small and Medium Enterprises (SMEs). The aim of this study was to identify the level of risk of injury to the skeletal muscles at weaving work and propose a new tools that can reduce the risk of injury at weaving work. The method used to analyze the level of skeletal muscle injury risk categories using Rapid Upper Limb Assessment (RULA) and Rapid Entire Body Assessment (REBA). From the results of the assessment after analyzing RULA and REBA risk level is currently very dangerous because it has a level of risk category level that is as high as level 4. Therefore, the facility design work done to improve the conditions of operator working posture, i.e. by designing loom mat consisting of a desk and office chair. Following the design, analysis on RULA methods showed decreased levels result of moderate risk category with level 2 and level 1 from REBA. From the two methods knew that the new tools or facility can decrease the level of risk categories being low and moderate

Keywords: MSDs, RULA, REBA, Anthropometry

Abstrak

Penelitian ini dilakukan di CV. Pengrajin keset ibu Haer yaitu salah satu cluster Usaha Kecil dan Menengah (UKM). Dengan tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi tingkat risiko cedera otot-rangka pada pekerjaan menganyam dan mengusulkan alat bantu yang dapat mengurangi risiko cedera otot-rangka pada pekerjaan menganyam. Metode yang digunakan untuk menganalisis tingkat risiko cedera otot-rangka menggunakan metode *Rapid Upper Limb Assessment (RULA)* dan *Rapid Entire Body Assessment (REBA)*. Dari hasil penilaian setelah melakukan analisis tingkat risiko RULA dan REBA sebelum perancangan diduga bahwa kondisi postur kerja pada stasiun menganyam saat ini sangat berbahaya karena memiliki tingkat level risiko yang sangat tinggi yaitu level 4. Oleh karena itu, perancangan fasilitas kerja dilakukan untuk memperbaiki kondisi postur kerja operator, yaitu dengan merancang alat tenun keset yang terdiri dari meja dan kursi kerja. Setelah dilakukan perancangan, diperoleh hasil yang menunjukkan penurunan tingkat kategori risiko sedang dengan level 2 untuk RULA, dan REBA diperoleh tingkat kategori risiko rendah dengan level 1. Dari kedua metode tersebut diketahui bahwa pada usulan fasilitas kerja berpotensi menurunkan risiko cedera otot-rangka pada pekerjaan menganyam keset.

Kata kunci: MSDs, RULA, REBA, Antropometri

PENDAHULUAN

Pertumbuhan ekonomi nasional sangat ditentukan oleh dinamika perekonomian daerah, sedangkan perekonomian daerah pada umumnya ditopang oleh kegiatan ekonomi berskala kecil dan menengah. Unit usaha yang masuk dalam kategori Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) merupakan urat nadi perekonomian daerah dan nasional. Pekerja UMKM pada umumnya tidak memperhatikan kenyamanan dalam bekerja, pekerjaan yang dilakukan secara manual dengan postur kerja yang tidak alamiah dapat menimbulkan keluhan seperti pegal, kesemutan, dan nyeri pada tulang^[1]. Kondisi seperti ini akan berakibat pada timbulnya penyakit akibat kerja yaitu penyakit otot-rangka atau *Muskuloskeletal Disorder* (MSDs).

MSDs adalah cedera pada otot, saraf, tendon, ligamen, sendi, tulang rawan, atau cakram tulang belakang^[5]. *Muskuloskeletal Disorder* biasanya hasil dari setiap peristiwa sesaat atau akut (seperti slip, perjalanan, atau jatuh), selain itu mencerminkan perkembangan yang lebih bertahap atau kronis. *Muskuloskeletal disorder* (MSDs) adalah keluhan pada bagian-bagian otot *skeletal* yang dirasakan oleh seseorang mulai dari keluhan yang paling ringan sampai keluhan yang paling sakit^[2].

Pengrajin keset ibu Haer adalah salah satu cluster Usaha Kecil dan Menengah (UKM) yang merupakan industri skala rumah tangga. Sentra produksi keset ini memiliki 7 pekerja dan beralamatkan di Kp. Kramat RW.03 Ds. Sumurbandung Kec. Jayanti Kab. Tangerang yang telah beroperasi selama 9 bulan sampai saat ini, dimana saat ini pengrajin memproduksi keset berukuran besar dan kecil. Untuk menghasilkan produk keset pengrajin melalui beberapa tahap produksi yaitu proses pemilahan limbah (memisahkan sesuai dengan ketebalannya), menyambung, menggulung, menganyam, menjahit, dan pelepasan produk.

Dari hasil observasi ini ditemukan bahwa di bagian stasiun menganyam, pekerjaan menganyam melakukan pekerjaannya dengan menggunakan alat cetak yang berbentuk bingkai dan disisinya terdapat barisan batang paku yang menancap rapat menyesuaikan bentuk bingkai, dan dalam melakukan proses pekerjaannya dilakukan di lantai, dimana operator hampir selalu berjongkok ataupun duduk bersila dan membungkukan badan. Posisi kerja seperti ini terjadi cukup lama \pm 42,40 menit untuk

menyelesaikan 1 keset setengah jadi. Berdasarkan wawancara saat survei awal yang dilakukan oleh peneliti terhadap 7 responden pada pekerjaan menganyam, didapatkan adanya keluhan nyeri di daerah leher bagian atas, sakit pada bahu kanan, sakit pada punggung, sakit pada pinggang, sakit pada siku kiri, sakit pada siku kanan, sakit pada pergelangan tangan kanan, sakit pada lutut kanan, sakit pada pergelangan kaki kanan, dan sakit pada kaki kanan setelah menyelesaikan 1 keset atau sesudah bekerja. Keluhan yang paling sering dirasakan selama 6 bulan terakhir adalah pada daerah leher bagian atas, leher bawah, punggung, sakit pada paha kiri dan kanan, dan sakit pada lutut kiri. Kondisi ini menyebabkan ketidaknyamanan dalam bekerja dan akan mudah merasa lelah. Dengan demikian dikhawatirkan akan menyebabkan gangguan cedera otot-rangka.

Berdasarkan observasi di lapangan, terlihat bahwa dari sistem kerja yang ada di usaha tersebut belum memperhatikan prinsip-prinsip ergonomi oleh sebab itu dilakukan penyebaran kuesioner *Nordic Body Map* (NBM), untuk mengetahui keluhan-keluhan yang sering dirasakan oleh pekerja. Untuk mengetahui tingkat risiko cedera otot-rangka peneliti menggunakan metode *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) yaitu suatu metode penelitian untuk menginvestigasi gangguan pada anggota badan bagian atas, dan *Rapid Entire Body Assessment* (REBA) merupakan salah satu alat penilaian ergonomi yang digunakan untuk menilai risiko cedera otot-rangka pada tubuh bagian leher, punggung, lengan, pergelangan tangan, dan kaki seorang pekerja^[9]. Dan upaya untuk mengurangi beban kerja yang diakibatkan sikap kerja dilakukan dengan rancangan fasilitas kerja yang sesuai dengan data antropometri Indonesia.

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah mengidentifikasi tingkat risiko cedera otot-rangka pada pekerjaan menganyam dan mengusulkan rancangan alat bantu yang dapat mengurangi risiko cedera otot-rangka pada pekerjaan menganyam. Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan alternatif rancangan alat bantu yang dapat menurunkan risiko cedera otot-rangka pada pekerjaan menganyam keset.

METODOLOGI

Instrumen

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Kuesioner NBM untuk mendapatkan data faktor individu dan tingkat keluhan terhadap cedera otot-rangka dengan bagian tubuh yang dirasakan oleh responden yang disebabkan pada proses pekerjaan.
2. Kamera untuk mendokumentasikan posisi/postur pekerja pada saat bekerja.
3. Pemilihan dimensi tubuh dari data antropometri Indonesia secara konvensional untuk melakukan perancangan meja dan kursi kerja ergonomis, untuk pertimbangan pekerja mayoritas adalah perempuan dan acuan yang digunakan adalah umur produktif dengan umur ideal bagi para pekerja.
4. *Software ErgoFellow*, yang digunakan untuk menilai postur tubuh pekerja untuk mengetahui tingkat kategori risiko kerja

Karakteristik Responden

Responden yang dilibatkan dalam penelitian ini adalah pekerja pada industri keset ibu Haer yang bertugas dalam menganyam keset. Selain itu, responden diharuskan tidak memiliki riwayat cedera otot-rangka yang fatal sebelumnya.

PENGOLAHAN DATA

Pengolahan Kuesioner NBM

Untuk kuesioner NBM, dilakukan langkah-langkah berikut:

- a. Mengumpulkan kuesioner dari responden.
- b. Memeriksa kelengkapan isi kuesioner.
- c. Pengolahan data dengan menggunakan *Software Microsoft Excel* untuk mengetahui tingkat presentase keluhan nyeri pada otot-rangka.

Penilaian Dengan Metode RULA

Secara umum, RULA terbagi menjadi dua bagian penilaian, yaitu bagian A dan bagian B. Bagian A adalah penilaian untuk posisi lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan sedangkan bagian B untuk menilai posisi leher, punggung, dan kaki^[7]. Prosedur penggunaan RULA dijelaskan dalam tiga langkah, diantaranya:

1. Pemilihan posisi kerja yang akan dinilai
2. Posisi kerja dinilai menggunakan lembar penilaian dan tabel

3. Hasil penilaian yang ada dikonversikan ke dalam empat tingkat aksi

Penilaian Dengan Metode REBA

Rapid Entire Body Assessment (REBA) dikembangkan untuk menilai jenis posisi kerja yang tidak dapat diprediksi di dunia industri^[4]. Data yang dikumpulkan adalah posisi tubuh, penggunaan gaya, jenis pergerakan, perulangan, dan kondisi pegangan tangan terhadap alat. Skor akhir REBA menunjukkan tingkat resiko dan keputusan tindakan yang seharusnya dilakukan

Penilaian terdiri dari bagian A, B, dan C. Bagian A terdiri dari penilaian terhadap posisi batang tubuh, leher, dan kaki. Bagian B terdiri dari penilaian terhadap lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan. Prosedur penggunaan REBA terdiri dari enam langkah, yaitu:

- a. Observasi pekerjaan
- b. Memilih posisi kerja yang akan dinilai
- c. Menilai posisi kerja yang telah dipilih
- d. Mengolah skor hasil penilaian
- e. Menentukan skor akhir REBA
- f. Interpretasi skor akhir REBA

Penentuan Persentil dari Data Antropometri Indonesia^[3]

- a. Data antropometri yang di ambil adalah data antropometri perempuan dengan umur produktif yaitu 15 - 64 tahun.
- b. Penentuan persentil 5th, 50th dan 95th untuk perancangan meja dan kursi kerja.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Berdasarkan NBM

Berdasarkan hasil kuesioner NBM didapatkan keluhan yang dirasakan oleh responden selama melakukan pekerjaannya diperoleh nilai presentase tertinggi. Pada tabel 1 dapat dilihat adanya keluhan yang dirasakan oleh pekerja saat menganyam keset. Keluhan yang paling tinggi diantaranya adalah leher atas, bahu kanan, punggung, pinggang, siku kiri, siku kanan, pergelangan tangan kanan, lutut kiri, pergelangan kaki kanan, dan kaki kanan.

Tabel 1. Prevalensi keluhan otot-rangka selama 12 bulan terakhir

No	Lokasi	Prevalensi Keluhan otot-rangka
1	Leher atas	100%
2	Leher bawah	86%
3	Bahu kiri	86%
4	Bahu kanan	100%
5	Lengan atas kiri	43%
6	Lengan atas kanan	43%
7	Punggung	100%
8	Pinggang	100%
9	Siku kiri	100%
10	Siku kanan	100%
11	Lengan bawah kiri	29%
12	Lengan bawah kanan	43%
13	Pergelangan tangan kiri	86%
14	Pergelangan tangan kanan	100%
15	Tangan kiri	0
16	Tangan kanan	71%
17	Paha kiri	29%
18	Paha kanan	57%
19	Lutut kiri	100%
20	Lutut kanan	86%
21	Betis kiri	57%
22	Netis kanan	57%
23	Pergelangan kaki kiri	71%
24	Pergelangan kaki kanan	100%
25	Kaki kiri	86%
26	Kaki kanan	100%

Sumber: pengolahan data

**Gambar 1.** Kondisi Pekerjaan Menganyam dengan Metode Konvensional**Hasil Tingkat Risiko Pada Pekerjaan Menganyam**

Penilaian dilakukan kepada 3 pengrajin selama 3 hari pengamatan, penilaian postur

tubuh untuk mengetahui tingkat kategori risiko cedera otot-rangka menggunakan metode RULA dan REBA. Sebelum melakukan penilaian peneliti mengambil gambar dari hasil dokumentasi dengan metode konvensional dan dilakukan pemilihan postur tubuh yang terdiri dari aktivitas yang terlalu memaksakan diri dan postur tubuh tidak alamiah seperti pada Gambar 1.

Dari hasil penilaian terdapat 45 postur tubuh yang terdiri dari aktivitas yang terlalu memaksakan diri dan postur tubuh tidak alamiah, dari hasil penilaian menggunakan RULA dan REBA dapat diketahui dengan mencari angka modus dari keseluruhan nilai postur tubuh pekerjaan menganyam dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Penilaian RULA dan REBA

No	Metode	Kategori Risiko	
		Kiri	Kanan
1	RULA	4	4
2	REBA	4	4

Sumber: pengolahan data

Dapat diketahui dari Tabel 2 tersebut dari metode RULA kiri dan kanan menunjukkan tingkat kategori risiko sangat tinggi yaitu level 4, yang dimana harus mengidentifikasi investigasi dan perbaikan dilakukan dengan seketika. Dari hasil penilaian REBA diperoleh untuk tingkat kategori risiko yaitu sangat tinggi pada level 4, dengan tindakan perbaikan perlu saat ini juga.

Alat Bantu Usulan

Alat bantu yang di usulkan merupakan suatu alat yang dapat mengurangi kelelahan dan memperbaiki postur tubuh pekerja, yaitu tenun keset tradisional. Dikarenakan pada pembuatan keset memiliki jenis yang sama saat proses menganyam dengan menenun. Alat ini terdiri dari.

1. Meja kerja
2. Kursi kerja
3. Sisir tenun
4. Sisir pemisah depan belakang (2 buah)
5. Pijakan untuk mengoprasikan sisir pemisah (2 buah).

Spesifikasi ukuran alat bantu usulan dibuat berdasarkan ukuran tubuh manusia agar kondisi saat bekerja merasakan nyaman. Data antropometri diambil dari data antropometri Indonesia perempuan dikarenakan dimensi ukuran tubuh laki-laki umumnya akan lebih besar dibandingkan dengan perempuan^[5].

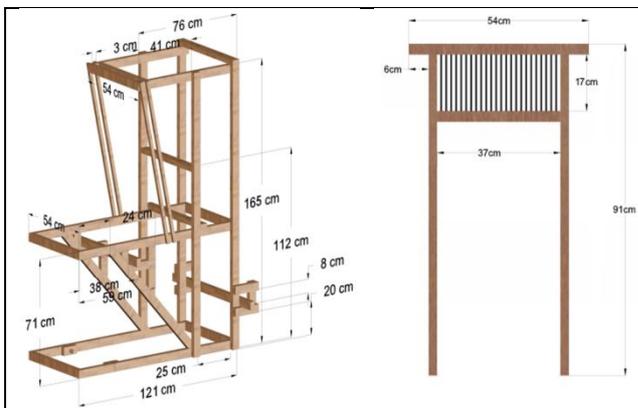
Tabel 3. Data Antropometri Tubuh Pekerja Pada Persentil 5th, 50th, dan 95th

No	Dimensi	Kode	SD (cm)	Persentil		
				5 th (cm)	50 th (cm)	95 th (cm)
1	Tinggi lutut (D15)	TL	2,92	48,4	50,05	51,65
2	Tinggi <i>Popliteal</i> (D16)	TPO	2,79	36,64	40,58	42,22
3	Panjang <i>Popliteal</i> (D14)	PPO	4,11	44,42	46,06	47,27
4	Lebar Pinggul (D19)	LP	6,07	30,96	32,78	34,25
5	Tinggi Bahu Duduk (D10)	TBD	6,92	54,2	55,85	57,49
6	Tinggi Siku Duduk (D11)	TSD	3,68	20,04	21,69	23,33
7	Tinggi Mata Duduk (D9)	TMD	9,13	72,8	74,44	76,09
8	Lebar Sisi Bahu (D17)	LSB	4.16	32.13	38.28	39.93
9	Tinggi Genggaman Tangan Keatas Dalam Posisi Duduk (D35)	TGD	7,33	117,64	119,29	120,93
10	Panjang Genggaman Tangan Ke Depan (D36)	PGD	6.51	66.52	68.17	69.81
11	Tinggi Tubuh (D1)	TT	7.97	158.61	160.26	161.9

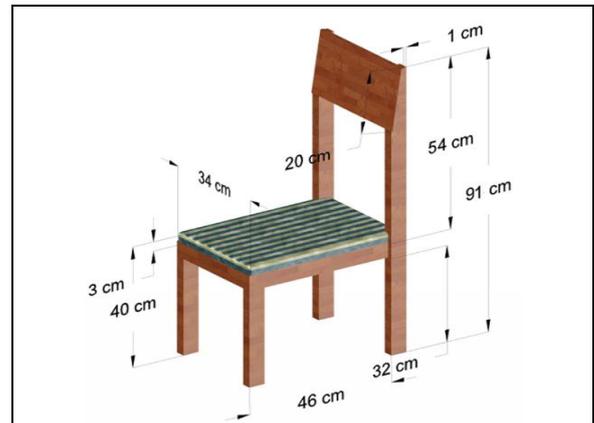
Sumber: Data Antropometri Indonesia^[3]

Dari perbedaan tersebut peneliti mengambil data perempuan dikarenakan memiliki dimensi ukuran tubuh yang kecil. Data yang digunakan adalah pada tahun 2014 hingga 2015. Umur yang digunakan adalah umur produktif berkisar antara 15-64 tahun yang merupakan umur ideal bagi para pekerja^[8]. Dimensi tubuh antropometri Indonesia yang di pilih bisa dilihat pada Tabel 3.

Berikut adalah penentuan persentil untuk perancangan meja dan kursi kerja sesuai data antropometri Indonesia. Penentuan persentil yang dapat mempengaruhi postur pekerja digunakan persentil 5th dan 95th. Hasil perancangan kursi dan meja kerja menganyam dapat dilihat pada gambar 2 dan 3.



Gambar 2. Desain Meja dan Sisir Tenun Tampak Isometric 3D



Gambar 3. Desain Kursi Tampak Isometric 3D.

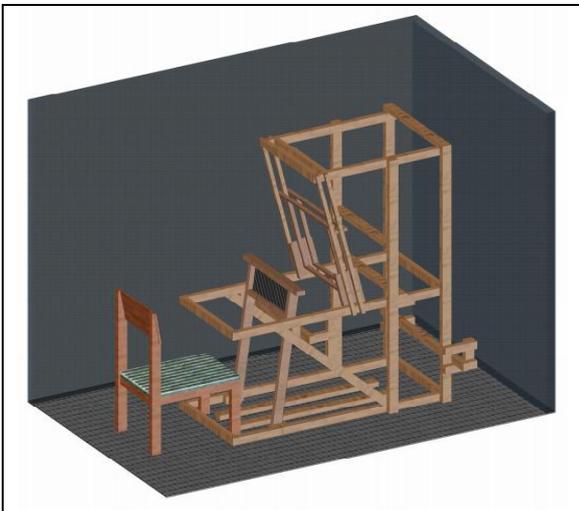
Pengamatan Postur Tubuh Setelah Perancangan

Setelah dilakukannya perancangan meja dan kursi kerja sesuai dengan data antropometri Indonesia, perlunya dilakukan penilaian ulang untuk mengetahui tingkat kategori risiko pada pengguna alat tenun keset. Penilaian menggunakan metode RULA dan REBA setelah perancangan dipilih responden laki-laki dan perempuan untuk ujicoba alat tenun keset dengan pengambilan dokumentasi postur tubuh secara acak dalam pengamatan 3 hari kepada para responden.

Tabel 4. Penentuan persentil untuk meja kerja

No	Penggunaan	Dimensi	Persentil	Ukuran (cm)	Allowance (cm)	Ukuran Total (cm)	Pembulatan angka (cm)
1	Tinggi Meja	TL + TSD	5 th	48,4 + 20,04	+ 3	71,44	71
2	Lebar Meja	TBD	5 th	54,2	0	54,2	54
3	Panjang Meja	TGD	95 th	120,93	0	120,93	121
4	Ketinggian Batang Meja Tengah	TMD + TPO	5 th	72,8 + 36,64	+3	112,44	112
5	Jangkauan Sisir Dimeja	PGD	5 th	66,52	-28	38,52	39
6	Tinggi Sisir Dari Meja Kerja	TBD + TPO	5 th	54,2 + 36,64	0	90,84	91
7	Ketinggian Atap Meja	TT	95 th	161,9	+ 3	164,9	165

Sumber: pengolahan data

**Gambar 4.** Rancangan Meja dan Kursi Kerja (Alat Tenun Keset)

berrisiko terluka karena terkena barisan paku. Dan setelah perancangan menjadi duduk pada kursi, badan jadi tegak bersandar, dan melakukan penyilangan jauh dari risiko luka pada tangan.

Setelah dilakukan penilaian terhadap para responden pada pekerjaan menganyam menggunakan alat tenun keset selama 3 hari, dari keseluruhan hasil metode RULA dan REBA. diperoleh angka modus untuk mengetahui perkembangan saat penggunaan alat tenun keset bisa dilihat pada Tabel 6. Dapat diketahui dari Tabel 6, tersebut diperoleh angka modus pada metode RULA kiri dan kanan menunjukkan tingkat kategori risiko sedang dengan level 2, yang dimana diperlukannya investigasi lebih lanjut dan perbaikan posisi kerja. Dari hasil penilaian REBA menunjukkan tingkat kategori risiko rendah dengan level 1, dengan tindakan perbaikan mungkin perlu. Dari kedua metode tersebut bahwa pada usulan fasilitas kerja dalam kondisi baik karena memiliki tingkat kategori risiko rendah dan sedang.

Tabel 6. Angka Modus Pada RULA dan REBA

No	Metode	Modus (Kategori Risiko)	
		Kiri	Kanan
1	RULA	2	2
2	REBA	1	

Sumber: pengolahan data

**Gambar 5.** Postur Tubuh Pekerja Saat Menggunakan Alat Tenun

Terlihat pada Gambar 5 setelah dilakukan perancangan ternyata dapat berpengaruh dalam merubah posisi serta kenyamanan kerja, yang semula dengan kondisi kerja duduk jongkok, bersila, badan membungkuk, dan saat penyilangan

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis penilaian postur tubuh pada pekerjaan menganyam diperoleh tingkat kategori risiko cedera otot-rangka menggunakan metode RULA dan REBA, maka dapat disimpulkan dari

pengamatan terhadap para responden, diperoleh hasil RULA kiri dan kanan menunjukkan tingkat kategori risiko sangat tinggi yaitu level 4, yang dimana harus mengidikasikan investigasi dan perbaikan dilakukan dengan seketika. Dari hasil penilaian REBA diperoleh untuk tingkat kategori risiko yaitu sangat tinggi pada level 4, dengan tindakan perbaikan perlu saat ini juga. Dari kedua metode tersebut bahwa pada kondisi pekerjaan menganyam saat ini sangat berbahaya karena memiliki tingkat kategori risiko yang sangat tinggi. Dengan itu perlu dilakukan investigasi dan perbaikan dilakukan dengan seketika atau perlu saat ini juga.

Usulan untuk mengurangi risiko kerja adalah perancangan alat tenun keset dengan penerapan antropometri ukuran tubuh yang dipilih dalam merancang fasilitas meja dan kursi kerja untuk memperbaiki postur tubuh pekerjaan menganyam. Setelah dilakukan perancangan alat tenun keset dilakukan analisis ulang terhadap postur kerja saat menggunakan alat tenun keset dengan metode RULA dan REBA, penilaian menggunakan ke dua metode tersebut diperoleh bahwa adanya penurunan tingkat kategori risiko pada postur tubuh peker yaitu dari metode RULA kiri dan kanan menunjukkan tingkat kategori risiko sedang dengan level 2, yang dimana diperlukannya investigasi lebih lanjut dan perbaikan posisi kerja. Dari hasil penilaian REBA menunjukan tingkat kategori risiko rendah dengan level 1, dengan tindakan perbaikan mungkin perlu. Dari kedua metode tersebut bahwa pada usulan fasilitas kerja dalam kondisi baik karena memiliki tingkat kategori risiko rendah dan sedang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anis, M. dkk. (2014). "Perbaikan Metode Kerja Operator Melalui Analisis Musculoskeletal Disorders (Msds)." Universitas Muhammadiyah. Surakarta.
- [2] Anwar, M. Z. dkk. (2013). "Usulan Rancangan Fasilitas Kerja Pada Stasiun Pemotongan Daun Pandan Untuk Mengurangi Resiko Musculoskeletal Disorders Di Cv Xyz." e-Jurnal Teknik Industri FT USU. Vol 1, No.2, Maret 2013 pp. 21-28.
- [3] Data Antropometri Indonesia, data diperoleh melalui situs internet: <http://antropometriindonesia.org/>. Diunduh pada tanggal 7 Juli 2016.

- [4] Hignett, Sue., McAtamney, Lynn. (2000), Rapid Entire Body Assessment (REBA), Applied Ergonomics 31 , 201-205.
- [5] Irdiastadi, H. dkk. (2014). Ergonomi Suatu Pengantar. Cetakan Pertama, Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- [6] Kuswana, W.S. (2014). Ergonomi dan K3. Cetakan Pertama, Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- [7] McAtamney, L. dan Corlett, E.N. (1993), RULA: A survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. Applied Ergonomics 24(2), 91-99.
- [8] Putri. A. D. dkk. (2013). "Pengaruh Umur, Pendidikan, Pekerjaan Terhadap Pendapatan Rumah Tangga Miskin Di Desa Bebandem". E-Jurnal Ekonomi Pembangunan Universitas Udayana. Vol. 2, No. 4, April 2013.
- [9] Sutrio. (2011). "Analisis Pengukuran RULA Dan REBA Petugas Pada Pengangkatan Barang Di Gudang Dengan Menggunakan Software ErgoIntelligence (Studi Kasus: Petugas Pembawa Barang Di Toko Dewi Bandung). Universitas Widyatama, Bandung.

PERANCANGAN KONSEP DESAIN KERETA *MAGLEV*

Yani Kurniawan¹, Djoko W Karmiadji², Syahid Kaffahji³

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila

Email: yani.kurniawan@univpencasila.ac.id (korespondensi)

Abstract

Maglev train is a train using magnets as a Chair of the wheel with the aim of reducing the friction between wheel and rail. The existing maglev train comes on electrical energy, it is still a bit of utilizing alternative energy. The purpose of this research is to design a maglev that energy efficient environmentally friendly & by making use of alternative energy. Research of design method using VDI 2221 beginning with the classification task, the design concept, the design of the form or manifestation, and the design is complete. The research results obtained are a maglev that has the ability to lift 6982.7 N with a maximum speed of 100 km/h as well as using the power of the Sun of 5.615 MW.

Keywords: Train, maglev, VDI 2221, design

Abstrak

Kereta *maglev* merupakan sebuah kereta yang menggunakan magnet sebagai pengganti roda dengan tujuan mengurangi gaya gesek antara roda dan rel. Kereta *maglev* yang ada sekarang ini bersumber pada energi listrik, masih sedikit memanfaatkan energi alternatif. Tujuan penelitian ini adalah merancang sebuah kereta *maglev* yang hemat energi & ramah lingkungan dengan memanfaatkan energi alternatif. Penelitian menggunakan metode perancangan VDI 2221 yang diawali dengan klasifikasi tugas, perancangan konsep, perancangan bentuk atau wujud, dan perancangan detail. Hasil penelitian yang didapat adalah sebuah desain kereta *maglev* yang mempunyai kemampuan gaya angkat 6982,7 N dengan kecepatan maximum 100 km/jam serta menggunakan sumber tenaga listrik dari matahari sebesar 5,615 MW.

Kata kunci: Kereta, maglev, VDI 2221, perancangan

PENDAHULUAN

Pada jaman yunani kuno, yaitu daerah yang bernama magnesia telah ditemukan bebatuan kecil yang memiliki kekuatan untuk menarik sesuatu benda yang terbuat dari besi. Bebatuan yang dapat menarik besi tersebut dinamai *magnetite*. Sejak saat itu manusia mulai berlomba-lomba untuk mengetahui sifat-sifat, fungsi dan penggunaan *magnet* dalam kehidupan dimasyarakat.

Dalam perkembangannya para peneliti terus melakukan terobosan dengan media utamanya yaitu *magnet*. Salah satu terobosan yang paling mutakhir saat ini adalah *magnetic levitation* atau disingkat *maglev*. *Maglev* merupakan beberapa teknologi yang menggunakan gaya tolak menolak antar *magnet* untuk mengambang suatu objek ataupun kendaraan.^[1] Selama beberapa tahun belakangan ini, kereta konvensional merupakan sebuah alat transportasi darat dan telah lama melayani masyarakat diseluruh dunia.^[2] Kereta konvensional yang kita kenal sekarang ini memiliki beberapa kekurangan antara lain adalah berisik (karena adanya gesekan antara dua buah benda), dan hanya bersumber pada energi listrik tidak ada energi alternatif, tidak bisa melaju dalam kecepatan tinggi itulah beberapa kekurangan kereta konvensional. Kereta *maglev* menggunakan elektromagnet untuk melawan gaya gravitasi dari suatu objek, sehingga objek tersebut dapat mengambang di udara tanpa ada yang menahannya.^[3] Kereta *maglev* bergerak tanpa adanya *bearing*, poros dan roda,^[1] sehingga *maglev* dapat bergerak lebih lancar dan tidak bising dibandingkan kereta pada umumnya, karena pada kereta *maglev* tidak terjadi gesekan antara roda dan rel.

Kereta *maglev* yang sudah ada hanya menggunakan energi listrik dan tidak menggunakan energi alternatif seperti panas matahari, angin atau sumber energi yang lain.

TINJAUAN PUSTAKA

Dalam metode perancangan yang paling penting adalah memecahkan masalah dengan menggunakan tahap demi tahap secara analisis dan sistematis. Dalam metode *Verien Deutscher 2221* (VDI 2221) yang disusun oleh Gerhard Phal dan Wolfgang Beitz dalam bukunya yang berjudul "*Engineering Design*" dibagi dalam beberapa tahapan yaitu:^[4]

Tahap 1: Klasifikasi Tugas (Clarifying the Task)

Pada tahapan ini merupakan pengumpulan informasi dan menguraikannya ke dalam bentuk (*requirement list*), dan perlunya mengidentifikasi kendala-kendala yang akan dihadapi untuk mencapai solusi yang paling optimal.

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam membuat daftar spesifikasi yaitu membedakan persyaratan itu apakah keharusan (*demand*) atau keinginan (*wishes*). *Demand* merupakan segala persyaratan yang harus dipenuhi dalam perancangan dan *wishes* adalah persyaratan dalam bentuk keinginan, dan dapat dimasukkan melalui pertimbangan-pertimbangan untuk membantu memudahkan dalam penyusunan spesifikasi, maka digunakanlah suatu daftar periksa atau disebut juga dengan (*checklist*).

Tahap 2: Perancangan Konsep (Conceptual Design)

Perancangan konsep merupakan bagian dari proses desain yang membahas mengenai abstraksi, pembuatan struktur fungsi, pencarian dalam kombinasi prinsip solusi, pemilihan kombinasi yang sesuai, pembuatan varian konsep dan evaluasi.

Tahap 3: Perancangan Bentuk atau Wujud (Embodiment Design)

Pada tahapan ini diarahkan untuk membuat bentuk awal desain (*preliminary layout*) dan bentuk akhir desain (*definitive layout*). Perancangan bentuk dimulai dengan konsep, kemudian menggunakan kriteria teknik dan ekonomi. Selanjutnya menguraikan dan mengembangkan dalam bentuk struktur fungsi untuk memperoleh elemen-elemen struktur fungsi yang memungkinkan dapat dimulainya perancangan yang lebih terperinci.

Untuk menghasilkan bentuk awal yang desain diperlukan beberapa hal yaitu:

1. Pemilihan bahan yang sesuai dengan perhitungan.
2. Pemilihan bentuk awal yang sesuai dengan bentuk awal yang baik.
3. Mengevaluasi dari segi teknis dan ekonomis.

Tahap 4: Perancangan Detail (Detail Design)

Pada perancangan detail merupakan tahapan akhir dalam proses perancangan. Pada tahapan ini diarahkan untuk membuat dokumentasi baik berupa gambar teknik, daftar komponen, perakitan dan produksi dalam membuat suatu produk. Pada tahap ini perlu dilakukan evaluasi kembali apakah produk yang ingin dihasilkan sudah memenuhi syarat yang akan ditetapkan.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian diawali dengan fase pertama yaitu klasifikasi tugas dengan mengumpulkan informasi dengan cara penyebaran kuisioner dan wawancara kepada masyarakat (pengguna kereta) untuk menyusun spesifikasi produk.

Berdasarkan spesifikasi produk hasil fase pertama, dicarilah beberapa konsep produk yang dapat memenuhi persyaratan dalam spesifikasi tersebut. Konsep produk tersebut merupakan solusi dari masalah perancangan yang harus dipecahkan. Beberapa alternatif konsep produk kemudian dikembangkan lebih lanjut dan dievaluasi. Evaluasi tersebut harus dilakukan beberapa kriteria khusus seperti kriteria teknis, kriteria ekonomis dan lain-lain, sedangkan dari beberapa konsep produk yang memenuhi kriteria dapat dipilih solusi yang terbaik.

Fase berikutnya adalah perancangan bentuk. Pada fase perancangan bentuk ini konsep produk diberi bentuk yaitu komponen-komponen konsep produk yang dalam gambar skema atau gambar sketch masih berupa garis atau batang saja, kini harus diberi bentuk, sedemikian rupa sehingga komponen-komponen tersebut secara bersamaan menyusun bentuk produk, yang dalam gerakannya tidak saling bertabrakan sehingga produk tersebut dapat melakukan fungsinya.

Kemudian dilakukan evaluasi terhadap beberapa layout yang sudah dikembangkan lebih lanjut berdasarkan kriteria teknis, ekonomis yang lebih ketat untuk memperoleh layout yang terbaik. Definitif layout dicek dari segi kemampuan melakukan fungsi produk, kekuatan, kelayakan finansial dan lain-lain.

Fase yang terakhir adalah perancangan detail, maka susunan komponen produk, bentuk, dimensi, kehalusan permukaan, material dari setiap komponen produk sudah ditetapkan. Demikian juga kemungkinan

cara pembuatan setiap produk sudah dijalani dan diperkirakan biaya untuk dihitung. Hasil akhir fase ini adalah gambar rancangan lengkap dan spesifikasi produk untuk pembuatan kedua hal tersebut disebut dokumen untuk pembuatan produk.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fase Pertama Klasifikasi Tugas

Pembuatan daftar spesifikasi dari penyebaran kuisioner dan wawancara kepada masyarakat (pengguna kereta) sebagai berikut:

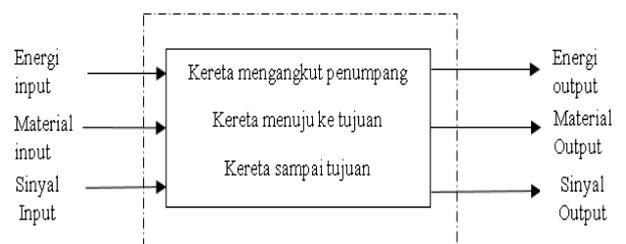
Tabel 1. Daftar spesifikasi

No	Teknik mesin up	Daftar Spesifikasi
	Demand or Wishes	Persyaratan
1	Demand	Kereta harus mudah diooperasikan
2	Demand	Kereta harus nyaman dan aman.
3	Demand	Kereta harus mudah dalam perawatan.
4	Demand	Kereta harus mempunyai energi alternative.
5	Demand	Kereta tidak bising.
6	Wishes	Kereta datang tepat waktu.
7	Wishes	Harga tiket kereta harus murah.
8	Wishes	Kereta harus bersih setiap saat.
9	Demand	Kereta harus ramah lingkungan.
10	Demand	Biaya perawatan harus murah.
11	Demand	Sparepart kereta mudah didapat.
12	Demand	Bobot kereta harus ringan.

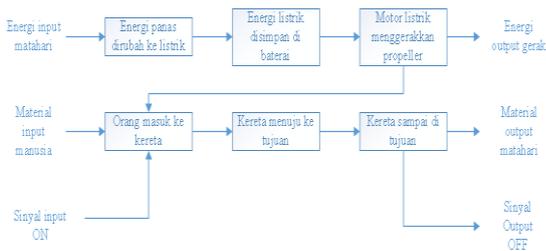
(Sumber: pengumpulan data)

Fase kedua Perancangan Konsep

Dari daftar spesifikasi selanjutnya dibuatkan diagram alur fungsi keseluruhan seperti gambar 1 dan struktur fungsi seperti gambar 2. Selanjutnya dibuat alternatif kombinasi konsep seperti tabel 2.



Gambar 1. fungsi keseluruhan (sumber: pengolahan data)



Gambar 2. struktur fungsi (sumber: pengolahan data)

Tabel 2. Kombinasi konsep

no	Subfunction	1	2	3
1	Levitasi	1.1 Elektromagnetik	1.2 Magnet	1.3 Superkonduktor
2	Penggerak	2.1 Motor Dc	2.2 Motor Ac	
3	Storage	3.1 Aki Pb/ah	3.2 Aki kering	
4	Sumber Energi	4.1 Tenaga matahari	4.2 Tenaga Angin	4.3 Tenaga air
5	Pendorong	5.1 Propeller	5.2 Reaktor	
6	Rangka	6.1 SWS	6.2 Besi U	6.3 Pasangi P
7	Bodi	7.1 Plat besi	7.2 Fiberglass	

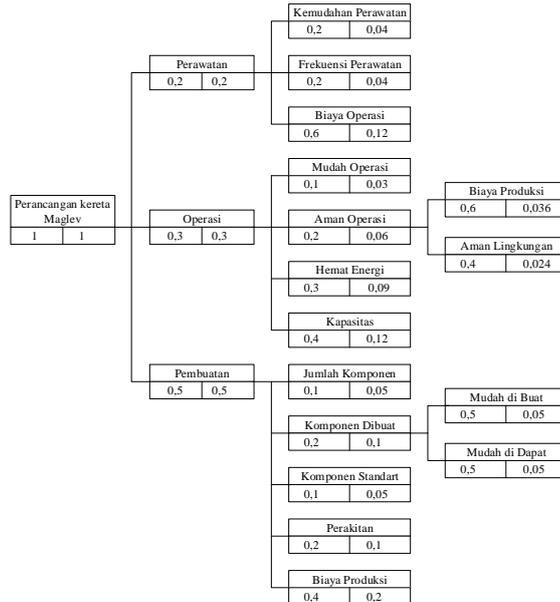
Variant 1 Variant 3 Variant 2

(Sumber: pengolahan data)

Dari kombinasi prinsip solusi yang terdapat pada table diatas varian sebagai berikut :

- Varian 1 (orange) = 1-1, 2-2, 3-1, 4-1, 5-1, 6-1, 7-1.
- Varian 2 (merah) = 1-2, 2-1, 3-2, 4-2, 5-2, 6-2, 7-2.
- Varian 3 (biru) = 1-3, 2-2, 3-1, 4-3, 5-2, 6-3, 7-2.

Setelah terdapat tiga varian selanjutnya dievaluasi alternatif konsep menggunakan kriteria pembobotan (gambar 3) dan pembobotan tiap-tiap varian (tabel 3-tabel 5).



Gambar 3. Kriteria pembobotan (sumber: pengolahan data)

Tabel 3. Pembobotan varian 1

No	Kriteria Evaluasi	B	Parameter	Variant 1		
				H	M	BM
1	Kemudahan perawatan	0,04	Bentuk	Sangat Penting	4	0,16
2	Frekuensi perawatan	0,04	Waktu	Cukup	2	0,08
3	Biaya operasi	0,12	Harga	Sangat Penting	4	0,48
4	Mudah operasi	0,03	Pengoprasian	Sangat Penting	4	0,12
5	Aman operasi	0,06	Harga	Sangat Penting	4	0,24
6	Hemat energi	0,09	Daya	Sangat Penting	4	0,36
7	Kapasitas	0,12	Orang	Sangat Penting	4	0,48
8	Jumlah komponen	0,05	Unit	Cukup	3	0,15
9	Mudah dibuat	0,1	Bentuk	Sangat Penting	4	0,4
10	Komponen standart	0,05	Jumlah komponen standart	Cukup	2	0,1
11	Perakitan	0,1	Bentuk	Sangat Penting	4	0,4
12	Biaya produksi	0,2	Harga	Sangat Penting	4	0,8
Jumlah		1		Jmlh		3,77

(Sumber: pengolahan data)

Tabel 4. Pembobotan varian 2

No	Kriteria Evaluasi	B	Parameter	Variant 1		
				H	M	BM
1	Kemudahan perawatan	0,04	Bentuk	Sangat Penting	4	0,16
2	Frekuensi perawatan	0,04	Waktu	Penting	3	0,12
3	Biaya operasi	0,12	Harga	Sangat Penting	4	0,48
4	Mudah operasi	0,03	Pengoprasian	Penting	3	0,09
5	Aman operasi	0,06	Harga	Sangat Penting	4	0,24
6	Hemat energi	0,09	Daya	Penting	3	0,27
7	Kapasitas	0,12	Orang	Sangat Penting	4	0,48
8	Jumlah komponen	0,05	Unit	Penting	3	0,15
9	Mudah dibuat	0,1	Bentuk	Penting	3	0,3
10	Komponen standart	0,05	Jumlah komponen standart	Penting	3	0,15
11	Perakitan	0,1	Bentuk	Cukup	2	0,2
12	Biaya produksi	0,2	Harga	Penting	3	0,6
Jumlah		1		Jmlh		3,24

(Sumber: pengolahan data)

Tabel 5. Pembobotan varian 3

No	Kriteria Evaluasi	B	Parameter	Variant 1		
				H	M	BM
1	Kemudahan perawatan	0,04	Bentuk	Penting	3	0,12
2	Frekuensi perawatan	0,04	Waktu	Penting	3	0,12
3	Biaya operasi	0,12	Harga	Cukup	2	0,24
4	Mudah operasi	0,03	Pengoprasian	Sangat Penting	4	0,12
5	Aman operasi	0,06	Harga	Sangat Penting	4	0,24
6	Hemat energi	0,09	Daya	Penting	3	0,27
7	Kapasitas	0,12	Orang	Cukup	2	0,24
8	Jumlah komponen	0,05	Unit	Penting	3	0,15
9	Mudah dibuat	0,1	Bentuk	Cukup	2	0,2
10	Komponen standart	0,05	Jumlah komponen standart	Cukup	2	0,1
11	Perakitan	0,1	Bentuk	Penting	3	0,3
12	Biaya produksi	0,2	Harga	Penting	3	0,6
	Jumlah	1		Jmlh		2,7

(Sumber: pengolahan data)

Menentukan Rating Varian

$$WRJ = \frac{OWVj}{VMAX \sum_{i=1}^n Wi} \quad (1)$$

$$\text{Varian 1} = WRJ = \frac{3,77}{3 \times 12} = 0,1047$$

$$\text{Varian 2} = WRJ = \frac{3,24}{3 \times 12} = 0,09$$

$$\text{Varian 3} = WRJ = \frac{2,7}{3 \times 12} = 0,075$$

$$\text{Rangking 1} = \text{Varian ke 1} = 0,1047$$

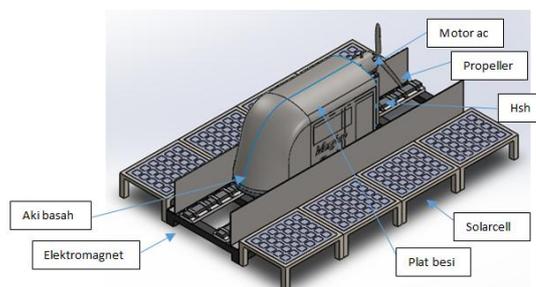
$$\text{Rangking 2} = \text{Varian ke 2} = 0,09$$

$$\text{Rangking 3} = \text{Varian ke 3} = 0,075$$

Karena varian 1 mendapatkan nilai paling tinggi di antara yang lain maka dipilihlah varian 1 sebagai pilihan utama dengan spesifikasi kereta *maglev* menggunakan Elektromagnet, Motor Listrik, Accumulator, Solarcell, Propeler.

Fase Ketiga Perancangan Bentuk

Dari varian yang terpilih selanjutnya dibuat gambar sedemikian rupa sehingga komponen-komponen tersebut secara bersamaan menyusun bentuk produk, yang dalam gerakannya tidak saling bertabrakan sehingga produk tersebut dapat melakukan fungsinya seperti gambar 4.



Gambar 4. Konsep kereta *maglev* (sumber: pengolahan data)

Evaluasi dilakukan dengan merancang komponen-komponen yang ada pada kereta *maglev*.

a. Perhitungan gaya angkat kereta *maglev*

Untuk mendapatkan gaya angkat kereta dapat menggunakan persamaan:

$$F = m \cdot g \quad (2)$$

Dengan F adalah massa benda (N), m adalah berat benda yaitu 711,8 (kg), dan g adalah percepatan gravitasi ($9,8 \text{ m/s}^2$). Sehingga gaya angkat kereta *maglev* adalah

$$F = m \cdot g$$

$$F = 711,8 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$F = 6982,7 \text{ N}$$

b. Kebutuhan arus listrik untuk mengangkat kereta

Untuk menghitung kebutuhan arus listrik dapat menggunakan persamaan:

$$F = I^2 \frac{\mu_0}{2\pi r} \quad (3)$$

Dimana F adalah gaya angkat kereta yaitu 6982,7 (N), I adalah arus (A), l adalah panjang kawat yaitu 50000 (m), μ_0 adalah permeabilitas ruang hampa yaitu $4\pi \times 10^{-7}$ (m/A), r adalah jarak dari kawat yaitu 600 (m), sehingga kebutuhan arus sebagai berikut ini:

$$6982,7 = I^2 \cdot 50000 \frac{4\pi \times 10^{-7}}{2 \cdot \pi \cdot 600}$$

$$6982,7 = I^2 \cdot 50000 \frac{12,56 \times 10^{-7}}{3768}$$

$$6982,7 = I^2 \cdot 50000 \cdot 3,3 \times 10^{-10}$$

$$6982,7 = I^2 \cdot 1,6 \times 10^{-5}$$

$$I^2 = \frac{6982,7}{1,6 \times 10^{-5}}$$

$$I^2 = 4364,18 \times 10^5$$

$$I^2 = \sqrt{4364,18 \times 10^5}$$

$$I^2 = 6606194,063 \text{ A}$$

c. Perhitungan daya listrik

Untuk menghitung daya listrik maka dapat menggunakan persamaan:

$$P = V \cdot I \quad (4)$$

Dengan P adalah daya listrik, V adalah kecepatan perubahan energi yaitu 0,85 (V), I adalah arus yaitu 6606194,063 (A), maka perhitungan daya listrik adalah sebagai berikut:

$$P = V \cdot I$$

$$P = 0,85 \text{ V} \cdot 6606194,063 \text{ A}$$

$$P = 5615264,954 \text{ watt}$$

$$P = 5615,264 \text{ kw}$$

$$P = 5,615 \text{ mw}$$

d. Perhitungan luas area photovoltaic array

Untuk menghitung luas solarcell dapat menggunakan persamaan:

$$Area\ array = \frac{E_L}{G_{av} \cdot \mu_{PV} \cdot TCF \cdot \eta_{output}} \quad (5)$$

Dengan *area array* merupakan luas penampang solarcell, E_L merupakan pemakaian energi yaitu 5615,264 (kw), G_{av} merupakan insolasi harian rata - rata matahari yaitu 16 (wh), TCF merupakan temperature correction factor yaitu 1, η_{output} merupakan efisiensi output dari solarcell 10%. Maka perhitungan luas area solarcell sebagai berikut :

$$Area\ array = \frac{E_L}{G_{av} \cdot \mu_{PV} \cdot TCF \cdot \eta_{output}}$$

$$Area\ array = \frac{5615,264}{16 \cdot 15 \cdot 1 \cdot 10}$$

$$Area\ array = 2,3\ meter$$

- e. Perhitungan daya yang dibangkitkan solarcell

Untuk menghitung daya yang dibangkitkan solarcell dapat menggunakan persamaan:

$$P\ Watt\ peak = Area\ array \cdot PSI \cdot \eta_{PV} \quad (6)$$

Dimana *P Watt peak* merupakan daya yang dibangkitkan solarcell, *Area array* merupakan luas solarcell yaitu 2,3 (m), *PSI* merupakan *peak solar insolation* yaitu 1000 (wh), η_{PV} merupakan efisiensi modul surya yaitu 15%. Maka perhitungan daya yang dibangkitkan solarcell sebagai berikut :

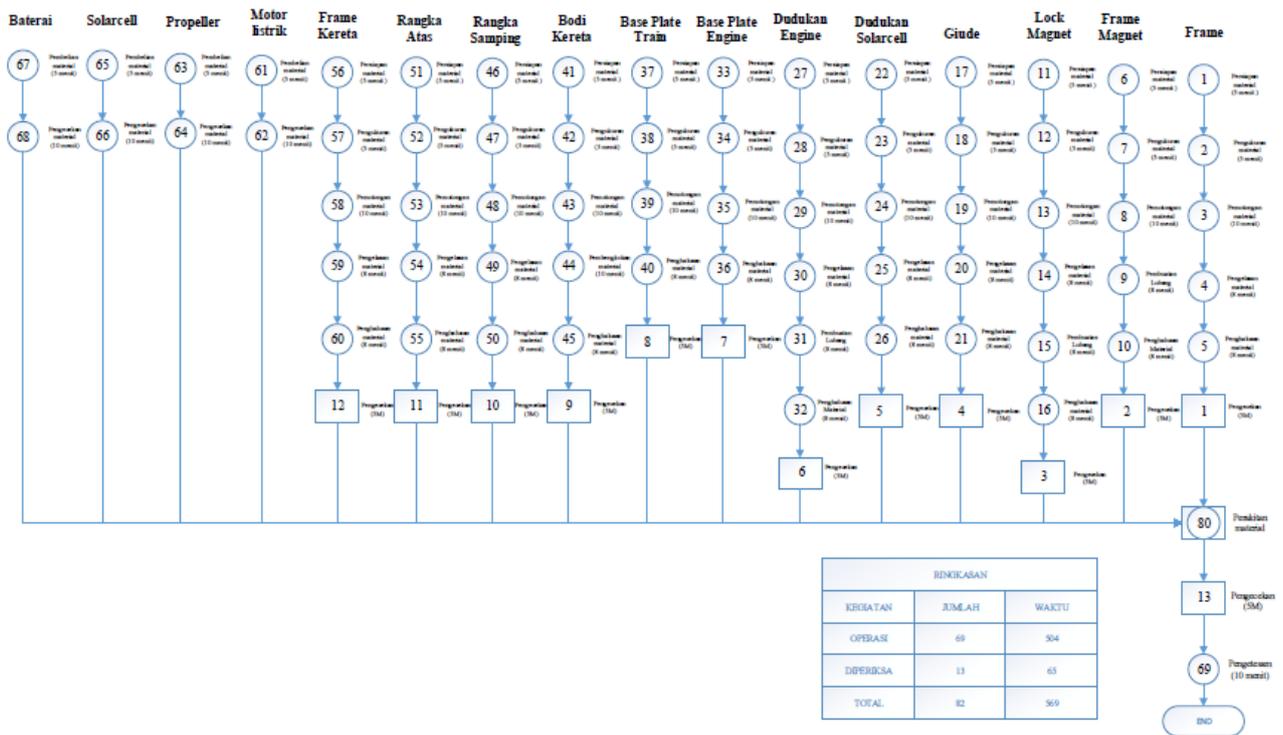
$$P\ Watt\ peak = Area\ array \cdot PSI \cdot \eta_{PV}$$

$$P\ Watt\ peak = 2,3 \cdot 1000 \cdot 15$$

$$P\ Watt\ peak = 34500\ watt$$

OPERATION PROCESS CHART (OPC)

PERANCANGAN KONSEP DESAIN MAGLEV TRAIN



Gambar 6. Operation process chart (OPC) (sumber: pengolahan data)

- f. Perhitungan jumlah solarcell yang dibutuhkan

Untuk menghitung jumlah solarcell yang dibutuhkan maka dapat menggunakan persamaan:

$$Jumlah\ Solarcell = \frac{P_{watt\ peak}}{P_{MPP}} \quad (7)$$

Dimana *P Watt peak* merupakan daya yang dibangkitkan solarcell yaitu 34500 (w), P_{MPP} merupakan

daya maksimum modul surya yaitu 100 (w). Maka perhitungan jumlah solarcell sebagai berikut:

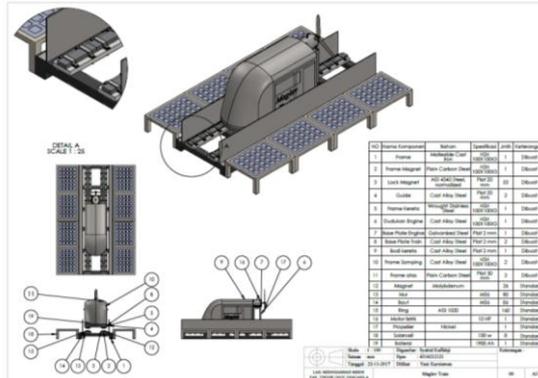
$$Jumlah\ Solarcell = \frac{P_{watt\ peak}}{P_{MPP}}$$

$$Jumlah\ Solarcell = \frac{34500}{100}$$

$$Jumlah\ Solarcell = 345\ buah.$$

Fase Empat Perancangan Detail

Pada fase terakhir ini dilakukan pembuatan gambar rancangan lengkap dan spesifikasi produk untuk pembuatan kedua hal tersebut yang disebut dokumen untuk pembuatan produk.



Gambar 5. Rancangan lengkap kerat *maglev* (sumber: pengolahan data)

stator terhadap kinerja motor 3 fasa, 2015.

- [8] Dewi Purnama Sari & Refdinal Nazir, Optimalisasi desain system pembangkit listrik tenaga hybrid diesel generator–photovoltaic array menggunakan homer, 2015.

KESIMPULAN

Berdasarkan pada hasil perancangan maka peneliti mendapatkan beberapa kesimpulan yaitu kereta *maglev* mempunyai gaya angkat sebesar 6982,7 N dan membutuhkan arus sebesar 6606194,063 A, kebutuhan daya pada kereta *maglev* sebesar 5,615 MW dan membutuhkan luas penampang solarcell sebesar 2,3 meter dan membutuhkan sekitar 345 buah solarcell.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Monica Yadav, Nivritti Mehta, Aman Gupta, Akshay Chaudhary, D. V. Mahindru, Review of Magnetic Levitation (*maglev*): A Tecnology to Propel Vehicle with Magnets, India, 2013.
- [2] Vignesh. M, Vignesh waran. R, Vijay. V, Design of Magnetic Levitation Train, India, 2015.
- [3] Vivi Andasari, Analisa medan magnet dan gaya levitasi magnetic dengan actuator dan magnet permanen, Depok, 1999.
- [4] G. Phal and W. Beitz, Engineering Design, London, 1996.
- [5] David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker, Fisika Dasar edisi ke 7 jilid 1.
- [6] Giancoli, Fisika edisi ke 5 jilid ke 2, Indonesia,
- [7] Zuriman Anthony, Pengaruh peningkatan nilai ketahanan kumparan

ANALISIS KUALITAS PELAYANAN TERHADAP KEPUASAN *MERCHANT* PADA BISNIS *ACQUIRING* PERBANKAN

Bambang Cahyadi¹, Anggi Sagita Fitriani²

^{1,2}Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

Email: bambang.cahyadi@univpancasila.ac.id (korespondensi)

Abstract

Acquiring business is a business to handle payment transactions using credit cards and debit card through EDC (Electronic Data Capture) as means of payment cash replacement (cashless). From the data obtained in the regional Jakarta, the ratio of the active EDC overall average under 50% of the amount of EDC are attached. The decline in the number of EDC active ratio by 2014 due to factors of the quality of service. The aim of this research is to find out the services quality and attributes considered important but not satisfactorily perceived by sellers/merchants. Services quality in this study includes five dimensions of quality of services such as empathy, assurance, reliability, responsiveness and tangibles. Data obtained from a questionnaire for 125 respondents. This study uses two methods, which is, servqual method and importance performance analysis (IPA) method. The results are the current quality of service is still not satisfactory because there is still a gap between expectations and perceived. The biggest gaps is gap value in the dimension of responsiveness (2,032) with the value of service quality is 0,549. While the smallest gap value is dimension of empathy (1,080) with the value of service quality is 0,762. There are 9 attributes in the quadrants A. Because the perceived service does not match the expected, therefore attribute on A quadrant should be a concern for the next repair because these attributes are considered very important.

Keywords: *Acquiring, EDC, Servqual, Importance Performance analysis*

Abstrak

Bisnis *acquiring* adalah bisnis yang menangani transaksi pembayaran menggunakan kartu kredit dan kartu debit melalui mesin EDC (*Electronic Data Capture*) sebagai alat pembayaran pengganti uang tunai (*cashless*). Dari data yang diperoleh di Kanwil Jakarta 1 sebuah bank diketahui rasio EDC yang aktif secara keseluruhan rata-rata di bawah 50% dari jumlah EDC yang terpasang. Penurunan jumlah rasio EDC aktif pada tahun 2014 diakibatkan oleh faktor kualitas pelayanan. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui kualitas layanan dan atribut-atribut yang dianggap penting namun tidak memuaskan penjual/*merchant*. Kualitas pelayanan dalam penelitian ini mencakup lima dimensi kualitas jasa, yaitu *Empathy, Assurance, Reliability, Responsiveness* dan *Tangibles*. Data diperoleh dari kuesioner yang disebarkan kepada 125 orang responden. Penelitian ini menggunakan dua metode yaitu *Servqual* dan *Importance Performance Analysis* (IPA). Hasil yang diperoleh, kualitas layanan saat ini masih tidak memuaskan karena masih terdapat kesenjangan antara harapan dan apa yang dirasakan. Kesenjangan terbesar dan nilai kualitas pelayanan terkecil ada pada dimensi daya tanggap (*responsiveness*) dengan *gap* sebesar -2,032 dan nilai kualitas pelayanan sebesar 0,549. Sedangkan *gap* terkecil dan nilai kualitas pelayanan terbesar ada pada dimensi empati (*emphaty*) dengan *gap* sebesar -1,080 dan nilai kualitas pelayanan sebesar 0,762. Terdapat 9 atribut pada kuadran A, pada atribut tersebut penjual/*merchant* menganggap sangat penting namun layanan yang dirasakan tidak sesuai dengan yang diharapkan oleh karena itu atribut yang berada pada kuadran A harus menjadi perhatian untuk perbaikan selanjutnya.

Kata kunci: *Acquiring, EDC, Merchant, Servqual, Importance Performance Analysis*

PENDAHULUAN

Acquiring merupakan salah satu kegiatan untuk menangani transaksi jual beli yang pembayarannya menggunakan kartu kredit dan kartu debit melalui mesin EDC (*Electronic Data Capture*). Menurut Asosiasi Kartu kredit Indonesia, dorongan pemerintah terhadap masyarakat agar melakukan pembayaran tidak menggunakan uang tunai (*cashless*) disambut baik oleh dunia perbankan, hal ini dapat dilihat dari banyaknya mesin EDC dari masing-masing bank yang terpasang pada penjual-penjual (*merchant*) baik yang berskala besar maupun kecil. Data pertumbuhan penggunaan mesin EDC yang diperoleh dari kanwil Jakarta 1 salah satu bank yang ada di Indonesia menunjukkan pada tahun 2014 rasio mesin EDC yang sudah dipasang rata-rata yang aktif secara keseluruhan masih di bawah 50%.

Tabel 1. Data EDC Kanwil Jakarta 1 Tahun 2014

No	Bulan	Jumlah EDC	EDC Aktif	Rasio EDC Aktif
1	Januari	1888	1010	53%
2	Februari	2017	1110	55%
3	Maret	2379	1186	50%
4	April	2323	1242	53%
5	Mei	2350	1115	47%
6	Juni	2725	929	34%
7	Juli	4838	1496	31%
8	Agustus	2477	1137	46%
9	September	2717	1236	45%
10	Oktober	2878	1290	45%
11	November	2877	1363	47%
12	Desember	1438	1438	50%

(Sumber: Kanwil Jakarta 1)

Dari laporan *outbound call merchant* tahun 2014 yang dimiliki oleh bank tersebut, di dapatkan beberapa kendala yang mempengaruhi EDC menjadi tidak aktif, antara lain akses, kualitas pelayanan dan pengembangan bisnis. Jumlah masing-masing kendala tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Laporan *outbound Call Merchant* tahun 2014

No	Bulan	Kendala		
		Akses	Kualitas Pelayanan	Pengembangan Bisnis
1	Januari	67	401	131
2	Februari	40	83	35
3	Maret	16	344	102
4	April	17	350	159
5	Mei	65	274	162
6	Juni	38	310	243
7	Juli	28	366	148
8	Agustus	28	203	229
9	September	18	330	198
10	Oktober	78	191	290
11	November	23	248	118
12	Desember	69	370	153
	Total	487	3470	1968

(sumber: pengumpulan data)

Dari ketiga kendala yang ada, kualitas pelayanan merupakan kendala terbesar yang menyebabkan mesin EDC tidak aktif. Oleh

karena itu, agar dapat mengontrol dan mengendalikan kestabilan rasio EDC aktif, maka perlu dilakukan pengukuran sudah sejauh mana kualitas pelayanan yang sudah diberikan saat ini dan atribut-atribut apa saja dalam pelayanan tersebut yang dianggap menjadi kendala utama dalam pengaktifan penggunaan mesin EDC oleh penjual/*merchant* yang sudah memiliki mesin tersebut

TINJAUAN PUSTAKA

Uji Validitas (Uji Kesahihan Butir)

Suatu proses untuk mengetahui tingkat kebenaran, kekuatan atau keabsahan suatu data yang diperoleh dari pengumpulan data, misalnya kuesioner. Valid berarti instrumen tersebut dapat digunakan untuk mengukur apa yang hendak diukur.

Pada pengujian validitas instrumen, pengujian validitas tiap butir digunakan analisis item, yaitu mengkorelasi skor tiap butir dengan skor total yang merupakan jumlah tiap skor butir. Teknik korelasi untuk menentukan validitas item ini sampai sekarang merupakan teknik yang paling banyak digunakan.

Selanjutnya dalam memberikan interpretasi terhadap koefisien korelasi, item yang mempunyai korelasi positif dengan kriterium (skor total) serta korelasi yang tinggi menentukan bahwa item tersebut mempunyai validitas yang tinggi pula. Biasanya syarat minimum untuk dianggap memenuhi syarat adalah jika $r = 0,3$. Jadi jika korelasi antara butir dengan skor total kurang dari 0,3 maka butir dalam instrumen tersebut dinyatakan tidak valid.

Korelasi yang digunakan adalah korelasi *pearson product moment*, dengan rumus sebagai berikut [3]

$$r_{hitung} = \frac{n(\sum XY) - \sum X \sum Y}{\sqrt{[n \sum X^2 - (\sum X)^2][n \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \quad (1)$$

Dimana:

r_{hitung} = Koefisien korelasi *pearson product moment*

n = Jumlah responden

X = Skor pertanyaan atau butir

Y = Skor Total

Bila r korelasi $>$ r tabel berarti terdapat korelasi atau valid. Sebaliknya, bila r korelasi $<$ r tabel berarti tidak terdapat korelasi atau tidak valid.

Uji Reliabilitas

Reliabilitas merupakan gambaran sejauh mana hasil pengukuran dapat dipercaya dan dapat diandalkan. Dapat berarti beberapa kalipun atribut-atribut kuesioner tersebut dinyatakan pada responden yang berlainan, maka hasilnya tidak akan menyimpang terlalu jauh dari rata-rata jawaban responden atau dengan kata lain, reliabilitas dapat menunjukkan gejala yang sama. [5]

$$r = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left[1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma^2} \right] \quad (2)$$

Dimana:

r = koefisien reliabilitas yang dicari
 k = jumlah butir pertanyaan (soal)
 σ_i^2 = varians butir-butir pertanyaan (soal)
 σ^2 = varian skor tes

Varian butir dapat diperoleh dengan mempergunakan rumus berikut

$$\sigma_i^2 = \left[\frac{\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{N}}{N} \right] \quad (3)$$

Dimana :

σ_i^2 = varians butir pertanyaan ke-n
 (misalnya ke-1, ke-2 dan seterusnya)
 $\sum X_i$ = Jumlah skor jawaban subjek untuk butir pertanyaan ke-n

Besarnya koefisien reliabilitas paling baik adalah 1 dan paling buruk 0, namun pada kenyataannya nilai 1 sangat sulit ditentukan. Jawaban seseorang akan cukup konsisten jika koefisien reliabilitasnya antara 0,64 sampai 0,90.

Metode *Servqual*

Servqual dapat didefinisikan sebagai seberapa jauh perbedaan (*gap*) konsensus antara kenyataan yang diterima/ diperoleh suatu konsumen terhadap fasilitas/ pelayanan yang diberikan dinyatakan dalam:

$$Q = P - E \quad (4)$$

Q = Kualitas pelayanan
 P = Persepsi akan layanan
 E = harapan akan layanan

Kesenjangan yang bernilai negatif menunjukkan bahwa harapan konsumen tidak terpenuhi. Untuk menganalisis kualitas pelayanan yang telah diberikan, digunakan rumus *Basterfield*. [5]

$$\text{Kualitas} = \text{Penilaian} / \text{Harapan} \quad (5)$$

Jika kualitas (Q) ≥ 1 , maka kualitas pelayanan dikatakan baik.

Model *Servqual* banyak diterapkan di berbagai perusahaan dan konteks industri. Keunggulan *Servqual* antara lain sudah

menjadi standar untuk penilaian atas berbagai dimensi kualitas layanan, instrumen *Servqual* sah (valid) untuk berbagai konteks layanan, kuesioner *Servqual* andal, memenuhi *criteria parsimony* sehingga bisa diisi dengan cepat oleh responden, instrument *Servqual* memiliki prosedur analisis baku yang memudahkan interpretasi hasil. [4]

Importance Performance Analysis (IPA)

IPA mempunyai fungsi utama untuk menampilkan informasi berkaitan dengan faktor-faktor pelayanan yang menurut konsumen sangat mempengaruhi kepuasan dan loyalitas mereka, serta faktor-faktor pelayanan lain yang menurut konsumen perlu ditingkatkan karena kondisi saat ini belum memuaskan.

IPA menggambarkan pengukuran faktor tingkat kepentingan dan kepuasan dalam grafik dua dimensi yang mudah dibaca. Grafik IPA dibagi menjadi empat kuadran sebagai hasil pengukurannya.

Kepentingan Y	A Sangat penting dan tidak puas	B Sangat penting dan sangat puas
	C Kurang penting dan Kurang puas	D Kurang penting dan Sangat puas
	Kinerja X	

Gambar 1. Diagram *kartesius* IPA
 (Sumber:Yola, 2013)

Matrik di atas digunakan untuk menggambarkan prioritas atribut-atribut yang harus diperbaiki selanjutnya dan dapat memberikan panduan untuk memformulasikan strategi yang tepat untuk digunakan.

Sumbu X dan Y pada diagram *kartesius* dapat dihitung dengan cara :

$$X = \frac{\sum x}{n} \quad (6)$$

$$Y = \frac{\sum y}{n} \quad (7)$$

Dimana :

$\sum x$ = Rata-rata tingkat kepuasan
 $\sum y$ = Rata-rata tingkat kepentingan
 n = Jumlah atribut

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan di bagian *acquiring* sebuah bank. Untuk mengukur tingkat kepuasan, teknik penarikan sampel yang digunakan adalah *purposive sampling* yaitu penarikan sampel berdasarkan kriteria tertentu dalam hal ini *merchant* di Kanwil Jakarta 1 yang terdata sebagai *merchant* yang tidak mengaktifkan EDC karena mengkomplain kualitas pelayanan. Untuk mengetahui jumlah sampel digunakan rumus *Cachran*. Proses pengumpulan data dilakukan dengan menyebarkan kuesioner kepada jumlah sampel yang sudah ditentukan. Dimensi yang digunakan sebagai atribut pertanyaan adalah kehandalan (*reliability*), daya tanggap (*responsiveness*), jaminan (*assurance*), empati (*emphaty*) dan bukti fisik (*tangibles*).

Dalam penelitian ini dilakukan dua kali penyebaran kuesioner, kuesioner pertama adalah pendahuluan yang disebar kepada 30 responden dan kuesioner kedua adalah kuesioner formal yang disebar kepada jumlah responden sesuai hasil perhitungan sampel.

Setelah data yang diperoleh dari hasil penyebaran kuesioner dianggap cukup selanjutnya dilakukan proses pengolahan data terhadap data-data yang sudah didapatkan. Pengolahan data yang pertama dilakukan adalah uji validitas dan reliabilitas pada kuesioner pendahuluan dengan tujuan untuk mengukur sah atau valid tidaknya suatu pertanyaan dalam kuesioner. Metode yang digunakan dalam uji validitas ini adalah validitas internal dengan menggunakan korelasi *product moment*. Suatu data dikatakan valid jika korelasi butir dengan faktor positif dari korelasi tersebut maksimal 5%. Dasar pengambilan jika $r_{hitung} \geq r_{tabel}$, maka butir atau item kuesioner tersebut valid, jika $r_{hitung} \leq r_{tabel}$, maka butir atau item kuesioner tersebut tidak valid.

Uji reliabilitas untuk mengetahui sejauh mana hasil pengukuran dapat dipercaya atau diandalkan. Suatu kuesioner dikatakan reliabel atau andal jika jawaban seseorang terhadap pertanyaan-pernyataan adalah konsisten atau stabil, akan menghasilkan data yang sama. Dalam penelitian ini uji reliabilitas menggunakan koefisien reliabilitas *Cronbach alpha*. Jawaban yang cukup konsisten terletak antara 0,64 sampai 0,90.

Setelah uji validitas dan reliabilitas dilakukan, data yang diperoleh dari hasil penyebaran kuesioner tahap dua selanjutnya

diolah menggunakan metode *servqual* untuk mengetahui kualitas layanan yang saat ini sudah diberikan dan selanjutnya untuk mengetahui atribut-atribut apa saja yang dianggap sangat penting oleh pelanggan namun dalam pelayanan masih dianggap tidak memuaskan dengan menggunakan metode IPA

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Validitas

Uji validitas dilakukan terhadap kuesioner pendahuluan yang diisi oleh 30 orang responden. Berikut ini adalah contoh perhitungan uji validitas yang telah dilakukan terhadap satu pertanyaan. Untuk pertanyaan yang lainnya, proses perhitungan sama seperti yang dicontohkan

$$r = \frac{n(\sum XY) - \sum X \sum Y}{\sqrt{[n \sum X^2 - (\sum X)^2][n \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

$$r = \frac{30(6493) - (76)(2502)}{\sqrt{[30(200) - (76)^2][30(212198) - (2502)^2]}} = 0,952$$

Hasil keseluruhan uji validitas kuesioner Pendahuluan menggunakan *software* SPSS 18 dapat dilihat pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Hasil Uji Validitas Variabel Kualitas Pelayanan Kuesioner Pendahuluan

Variabel	No	Tingkat Kepuasan r hitung	r tabel	Keterangan
Kualitas Pelayanan (X)	KEANDALAN			
	1	0,952	0,361	Valid
	2	0,624	0,361	Valid
	3	0,149	0,361	Tidak Valid
	4	0,828	0,361	Valid
	5	0,810	0,361	Valid
	DAYA TANGGAP			
	6	0,928	0,361	Valid
	7	0,805	0,361	Valid
	8	0,724	0,361	Valid
	9	0,811	0,361	Valid
	10	0,725	0,361	Valid
	JAMINAN			
	11	0,934	0,361	Valid
	12	0,516	0,361	Valid
	13	0,823	0,361	Valid
	14	0,799	0,361	Valid
	15	0,772	0,361	Valid
	16	0,833	0,361	Valid
	17	0,805	0,361	Valid
	EMPATI			
	18	0,884	0,361	Valid
	19	0,444	0,361	Valid
	20	0,817	0,361	Valid
	21	0,897	0,361	Valid
	FISIK			
	22	0,842	0,361	Valid
	23	0,672	0,361	Valid
24	0,157	0,361	Tidak Valid	
25	0,238	0,361	Tidak Valid	
26	0,884	0,361	Valid	
27	0,516	0,361	Valid	
28	0,871	0,361	Valid	

(Sumber: pengolahan data)

Tabel 4. Hasil Validitas Variabel Kepuasan *Merchant* Kuesioner Pendahuluan

Variabel	No	r hitung	r tabel	Keterangan
Kepuasan Merchant (Y)	1	0,880	0,361	Valid
	2	0,958	0,361	Valid
	3	0,946	0,361	Valid
	4	0,794	0,361	Valid

(Sumber: pengolahan data)

Uji validitas ini menggunakan rekapitulasi kuesioner pendahuluan. Berdasarkan hasil pengolahan uji validitas, diketahui tiga pertanyaan tidak valid yang terdapat pada tabel 3, yaitu pertanyaan nomor 3, 24 dan 25. Sedangkan, pada tabel 5 semua pertanyaan dinyatakan valid. Ketiga pertanyaan yang tidak valid pada tabel 3 tersebut dihilangkan sehingga menjadi 29 pertanyaan.

Tabel 5. Hasil Uji Validitas Variabel Kualitas Pelayanan Kuesioner Formal

Variabel	No	Tingkat Kepuasan	Tingkat Harapan	r tabel	Keterangan	
		r hitung	r hitung			
KEANDALAN	1	0,970	0,817	0,176	Valid	
	2	0,588	0,816	0,176	Valid	
	3	0,809	0,813	0,176	Valid	
	4	0,847	0,708	0,176	Valid	
DAYA TANGGAP	5	0,945	0,638	0,176	Valid	
	6	0,797	0,830	0,176	Valid	
	7	0,717	0,678	0,176	Valid	
	8	0,827	0,794	0,176	Valid	
	9	0,712	0,802	0,176	Valid	
	JAMINAN	10	0,939	0,807	0,176	Valid
		11	0,490	0,873	0,176	Valid
		12	0,831	0,449	0,176	Valid
	Kualitas Pelayanan (X)	13	0,816	0,857	0,176	Valid
14		0,818	0,798	0,176	Valid	
15		0,858	0,645	0,176	Valid	
16		0,833	0,567	0,176	Valid	
EMPATI	17	0,879	0,773	0,176	Valid	
	18	0,398	0,796	0,176	Valid	
	19	0,821	0,445	0,176	Valid	
	20	0,921	0,401	0,176	Valid	
FISIK	21	0,835	0,784	0,176	Valid	
	22	0,688	0,486	0,176	Valid	
	23	0,493	0,721	0,176	Valid	
	24	0,490	0,586	0,176	Valid	
	25	0,875	0,610	0,176	Valid	

Variabel	No	r hitung	r tabel	Keterangan
Kepuasan Merchant (Y)	1	0,580	0,176	Valid
	2	0,798	0,176	Valid
	3	0,884	0,176	Valid
	4	0,798	0,176	Valid

(Sumber: pengolahan data)

Uji validitas ini menggunakan rekapitulasi kuesioner formal. Berdasarkan hasil pengolahan uji validitas, Pada tabel 5 dan tabel 6 di atas, didapat hasil yang menyatakan bahwa semua pertanyaan dalam kuesioner formal valid, maka data kuesioner tersebut dapat digunakan untuk metode selanjutnya.

Uji Reliabilitas

Dalam penelitian ini uji reliabilitas menggunakan koefisien reliabilitas *Cronbach alpha*. Dasar pengambilan keputusan jika $r_{hitung} \geq r_{tabel}$, maka butir atau item kuesioner

dinyatakan reliabel, sedangkan jika $r_{hitung} < r_{tabel}$, maka dinyatakan tidak reliabel. Untuk mengetahui r_{tabel} dengan tingkat signifikan 5% dapat dilihat pada table nilai-nilai *r product moment*, r_{tabel} untuk $n = 30$ pada kuesioner pendahuluan adalah 0,361 dan r_{tabel} untuk $n = 125$ pada kuesioner formal adalah 0,176.

Hasil uji reliabilitas kuesioner formal menggunakan software SPSS 18 dapat dilihat pada Tabel berikut :

Tabel 7. Hasil Uji Reliabilitas Kuesioner Pendahuluan

	Kualitas Pelayanan		Kepuasan Merchant
	Tingkat Kepuasan	Tingkat Harapan	
Cronbach's Alpha	0,960	0,965	0,916
N of Items	28	28	4

(Sumber: pengolahan data)

Uji reliabilitas ini menggunakan rekapitulasi kuesioner pendahuluan. Pada tabel 7 di atas, didapat hasil yang menyatakan bahwa semua pertanyaan dalam kuesioner pendahuluan reliabel.

Tabel 8. Hasil Uji Reliabilitas Kuesioner Formal

	Kualitas Pelayanan		Kepuasan Merchant
	Tingkat Kepuasan	Tingkat Harapan	
Cronbach's Alpha	0,969	0,957	0,773
N of Items	25	25	4

(Sumber: pengolahan data)

Uji reliabilitas ini menggunakan rekapitulasi kuesioner formal. Pada tabel 8 di atas, didapat hasil yang menyatakan bahwa semua pertanyaan dalam kuesioner formal reliabel, maka data kuesioner tersebut dapat digunakan untuk metode selanjutnya.

Skor Kuesioner Formal

Dari kuesioner formal yang sudah terkumpul selanjutnya dilakukan perhitungan tingkat kepuasan (persepsi pelanggan) dan tingkat harapan (ekspektasi pelanggan). Tingkat kepuasan dan harapan merupakan dua hal yang sangat penting untuk menentukan kualitas pelayanan yang ada dan dirasakan langsung oleh pelanggan. Hasil perhitungan kuesioner formal untuk kedua hal tersebut dapat dilihat pada tabel 9 di bawah ini.

Tabel 9. Skor Tingkat Kepuasan (Persepsi Pelanggan)

No	Pertanyaan	Total Skor	Jumlah Responden	Skor Tingkat Kepuasan	Rata-Rata
KEANDALAN (Reliability)					
1	Pemasangan mesin EDC sesuai perjanjian	317	125	2,536	2,520
2	Pemeriksaan rutin mesin EDC sesuai perjanjian	283	125	2,264	
3	Ketepatan solusi yang diberikan merchant care Bank XYZ	309	125	2,472	
4	Proses pembayaran ke rekening merchant sesuai perjanjian	351	125	2,808	
DAYA TANGGAP (Responsiveness)					
5	Edukasi penggunaan mesin EDC saat pemasangan	313	125	2,504	2,475
6	Kemudahan dalam proses komplain merchant	312	125	2,496	
7	Kemudahan dalam pengajuan perubahan data merchant	316	125	2,528	
8	Ketanggapan Bank XYZ dalam menangani komplain merchant	305	125	2,440	
9	Kecepatan Bank XYZ dalam menangani komplain merchant	301	125	2,408	
JAMINAN (Assurance)					
10	Sikap dan perilaku tim akuisisi merchant Bank XYZ	438	125	3,504	3,128
11	Sikap dan perilaku teknisi mesin EDC Bank XYZ	426	125	3,408	
12	Sikap dan perilaku merchant relation person Bank XYZ	426	125	3,408	
13	Kesopanan merchant care saat menerima telepon dari merchant	438	125	3,504	
14	Keterampilan teknisi mesin EDC Bank XYZ	355	125	2,840	
15	Kecakapan merchant care dalam memberikan solusi	347	125	2,776	
16	Kesesuaian pelayanan dengan perjanjian kerja sama	305	125	2,440	
EMPATI (Empathy)					
17	Kepeudulan teknisi Bank XYZ	442	125	3,536	3,460
18	Perhatian yang diberikan merchant relation person Bank XYZ	421	125	3,368	
19	Kenyamanan yang dirasakan merchant terhadap pelayanan Bank XYZ	429	125	3,432	
20	Pelayanan terhadap merchant seragam	438	125	3,504	
FISIK (Tangible)					
21	Kondisi mesin EDC	313	125	2,504	3,235
22	Bentuk mesin EDC	425	125	3,400	
23	Penampilan tim akuisisi merchant Bank XYZ	424	125	3,392	
24	Penampilan teknisi mesin EDC Bank XYZ	426	125	3,408	
25	Penampilan merchant relation person Bank XYZ	434	125	3,472	
Jumlah					14,816
Rata-rata					2,963

(Sumber: pengolahan data)

Hasil perhitungan keseluruhan skor rata-rata tingkat kepuasan diperoleh hasil 2,963. Hasil perhitungan keseluruhan skor harapan pelanggan dapat dilihat pada Tabel 10 di bawah ini

Tabel 10. Skor Tingkat Harapan (Ekspektasi Pelanggan)

No	Pertanyaan	Total Skor	Jumlah Responden	Skor Tingkat Harapan	Rata-Rata
KEANDALAN (Reliability)					
1	Pemasangan mesin EDC sesuai perjanjian	571	125	4,568	4,530
2	Pemeriksaan rutin mesin EDC sesuai perjanjian	564	125	4,512	
3	Ketepatan solusi yang diberikan merchant care Bank XYZ	560	125	4,480	
4	Proses pembayaran ke rekening merchant sesuai perjanjian	570	125	4,560	
DAYA TANGGAP (Responsiveness)					
5	Edukasi penggunaan mesin EDC saat pemasangan	561	125	4,488	4,507
6	Kemudahan dalam proses komplain merchant	563	125	4,504	
7	Kemudahan dalam pengajuan perubahan data merchant	568	125	4,544	
8	Ketanggapan Bank XYZ dalam menangani komplain merchant	554	125	4,432	
9	Kecepatan Bank XYZ dalam menangani komplain merchant	571	125	4,568	
JAMINAN (Assurance)					
10	Sikap dan perilaku tim akuisisi merchant Bank XYZ	558	125	4,464	4,458
11	Sikap dan perilaku teknisi mesin EDC Bank XYZ	552	125	4,416	
12	Sikap dan perilaku merchant relation person Bank XYZ	546	125	4,368	
13	Kesopanan merchant care saat menerima telepon dari merchant	551	125	4,408	
14	Keterampilan teknisi mesin EDC Bank XYZ	564	125	4,512	
15	Kecakapan merchant care dalam memberikan solusi	571	125	4,568	
16	Kesesuaian pelayanan dengan perjanjian kerja sama	559	125	4,472	
EMPATI (Empathy)					
17	Kepeudulan teknisi Bank XYZ	571	125	4,568	4,540
18	Perhatian yang diberikan merchant relation person Bank XYZ	567	125	4,536	
19	Kenyamanan yang dirasakan merchant terhadap pelayanan Bank XYZ	559	125	4,472	
20	Pelayanan terhadap merchant seragam	573	125	4,584	
FISIK (Tangible)					
21	Kondisi mesin EDC	564	125	4,512	4,477
22	Bentuk mesin EDC	568	125	4,544	
23	Penampilan tim akuisisi merchant Bank XYZ	555	125	4,440	
24	Penampilan teknisi mesin EDC Bank XYZ	559	125	4,472	
25	Penampilan merchant relation person Bank XYZ	552	125	4,416	
Jumlah					22,512
Rata-rata					4,502

(Sumber: pengolahan data)

Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa rata-rata skor harapan pelanggan adalah 4,502.

Analisis Servqual

Untuk mencari kesenjangan (*gap*) kelima dimensi di atas digunakan rumus kualitas pelayanan (persamaan 4). Berikut ini merupakan contoh perhitungan kesenjangan (*gap*) untuk pertanyaan nomor 1.

$$Q = P - E$$

$$Q = 2,536 - 4,568$$

$$Q = -2,032$$

Hasil keseluruhan dari perhitungan kesenjangan (*gap*) yang telah didapat dari data kuesioner variabel kualitas pelayanan dapat dilihat pada Tabel 11 berikut:

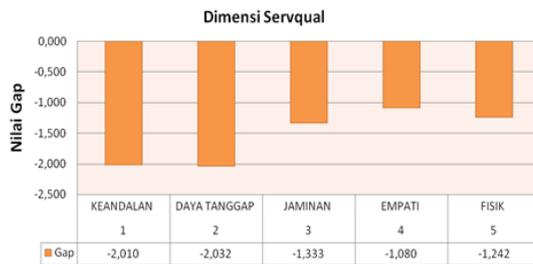
Tabel 11. Kesenjangan (*gap*) atribut layanan Bank XYZ

No	Pertanyaan	Customer Satisfaction		
		Kinerja	Harapan	Gap
KEANDALAN (Reliability)				
1	Pemasangan mesin EDC sesuai perjanjian	2,536	4,568	-2,032
2	Pemeriksaan rutin mesin EDC sesuai perjanjian	2,264	4,512	-2,248
3	Ketepatan solusi yang diberikan merchant care Bank XYZ	2,472	4,480	-2,008
4	Proses pembayaran ke rekening merchant sesuai perjanjian	2,808	4,560	-1,752
DAYA TANGGAP (Responsiveness)				
5	Edukasi penggunaan mesin EDC saat pemasangan	2,504	4,488	-1,984
6	Kemudahan dalam proses komplain merchant	2,496	4,504	-2,008
7	Kemudahan dalam pengajuan perubahan data merchant	2,528	4,544	-2,016
8	Ketanggapan Bank XYZ dalam menangani komplain merchant	2,440	4,432	-1,992
9	Kecepatan Bank XYZ dalam menangani komplain merchant	2,408	4,568	-2,160
JAMINAN (Assurance)				
10	Sikap dan perilaku tim akuisisi merchant Bank XYZ	3,504	4,464	-0,960
11	Sikap dan perilaku teknisi mesin EDC Bank XYZ	3,408	4,416	-1,008
12	Sikap dan perilaku merchant relation person Bank XYZ	3,408	4,368	-0,960
13	Kesopanan merchant care saat menerima telepon dari merchant	3,504	4,408	-0,904
14	Keterampilan teknisi mesin EDC Bank XYZ	2,840	4,512	-1,672
15	Kecakapan merchant care dalam memberikan solusi	2,776	4,568	-1,792
16	Kesesuaian pelayanan dengan perjanjian kerja sama	2,440	4,472	-2,032
EMPATI (Empathy)				
17	Kepeudulan teknisi Bank XYZ	3,536	4,568	-1,032
18	Perhatian yang diberikan merchant relation person Bank XYZ	3,368	4,536	-1,168
19	Kenyamanan yang dirasakan merchant terhadap pelayanan Bank XYZ	3,432	4,472	-1,040
20	Pelayanan terhadap merchant seragam	3,504	4,584	-1,080
FISIK (Tangible)				
21	Kondisi mesin EDC	2,504	4,512	-2,008
22	Bentuk mesin EDC	3,400	4,544	-1,144
23	Penampilan tim akuisisi merchant Bank XYZ	3,392	4,440	-1,048
24	Penampilan teknisi mesin EDC Bank XYZ	3,408	4,472	-1,064
25	Penampilan merchant relation person Bank XYZ	3,472	4,416	-0,944

(Sumber: pengolahan data)

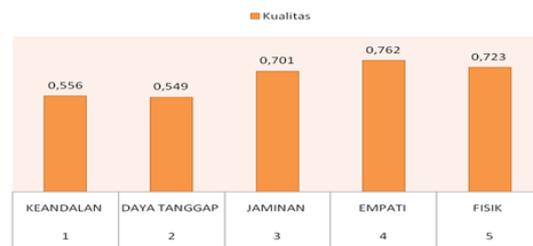
Dari perhitungan di atas dapat dilihat bahwa seluruh atribut dari lima dimensi kualitas yang ditanyakan kepada responden hasilnya adalah negatif, hal ini menandakan masih adanya *gap* antara layanan yang

diberikan terhadap harapan dari masing-masing *merchant*. Hasil semua perhitungan dapat disimpulkan pada gambar berikut ini:



Gambar 2. Nilai *gap* rata-rata tiap dimensi (Sumber: pengolahan data)

Untuk menganalisis kualitas pelayanan yang telah diberikan, dengan menggunakan persamaan 4, diperoleh hasil sebagai berikut:



Gambar 3. Kualitas pelayanan (Sumber: pengolahan data)

Dari hasil yang diperoleh, seluruh dimensi pelayanan mendapatkan nilai ≤ 1 , hal ini mengindikasikan bahwa kualitas pelayanan yang diberikan saat ini dikatakan tidak baik karena suatu kualitas pelayanan dikatakan baik bila nilai kualitas yang diperoleh ≥ 1

Importance Performance Analysis (IPA)

Pada metode ini, sebaran kuadran untuk tiap-tiap atribut di pengaruhi oleh nilai pada sumbu kartisius, itu sebabnya nilai pada kedua sumbu menjadi hal yang sangat penting untuk di selesaikan. Cara menentukan nilai pada sumbu kartisius tersebut adalah dengan membagi rata-rata tingkat kepuasan (persepsi), rata-rata tingkat kepentingan dengan jumlah atribut yang sudah ada sedangkan data masing-masing atribut mengacu kepada nilai kepuasan (persepsi) dan kepentingan. Dengan diketahui nilai pada masing-masing sumbu *kartesius* tersebut akan terlihat sebaran masing-masing atribut berada dikuadran yang mana.

Tabel 12. Data kepuasan dan kepentingan

No	Pertanyaan	Kepuasan	Kepentingan
1	Pemasangan mesin EDC sesuai perjanjian	2,536	4,568
2	Pemeriksaan rutin mesin EDC sesuai perjanjian	2,264	4,512
3	Ketepatan solusi yang diberikan merchant care Bank XYZ	2,472	4,480
4	Proses pembayaran ke rekening merchant sesuai perjanjian	2,808	4,560
5	Edukasi penggunaan mesin EDC saat pemasangan	2,504	4,488
6	Kemudahan dalam proses komplain merchant	2,496	4,504
7	Kemudahan dalam pengajuan perubahan data merchant	2,528	4,544
8	Kefagapan Bank XYZ dalam menangani komplain merchant	2,440	4,432
9	Kecepatan Bank XYZ dalam menangani komplain merchant	2,408	4,568
10	Sikap dan perilaku tim akuisisi merchant Bank XYZ	3,504	4,464
11	Sikap dan perilaku teknisi mesin EDC Bank XYZ	3,408	4,416
12	Sikap dan perilaku merchant relation person Bank XYZ	3,408	4,368
13	Kesopanan merchant care saat menerima telepon dari merchant	3,504	4,408
14	Keterampilan teknis mesin EDC Bank XYZ	2,840	4,512
15	Kecakapan merchant care dalam memberikan solusi	2,776	4,568
16	Kesesuaian pelayanan dengan perjanjian kerja sama	2,440	4,472
17	Kepedulian teknis Bank XYZ	3,536	4,568
18	Perhatian yang diberikan merchant relation person Bank XYZ	3,368	4,536
19	Kenyamanan yang dirasakan merchant terhadap pelayanan Bank XYZ	3,432	4,472
20	Pelayanan terhadap merchant seragam	3,504	4,584
21	Kondisi mesin EDC	2,504	4,512
22	Bentuk mesin EDC	3,400	4,544
23	Penampilan tim akuisisi merchant Bank XYZ	3,392	4,440
24	Penampilan teknis mesin EDC Bank XYZ	3,408	4,472
25	Penampilan merchant relation person Bank XYZ	3,472	4,416
Jumlah		74,352	112,408
Rata-rata		2,974	4,496

(Sumber: Pengolahan data)

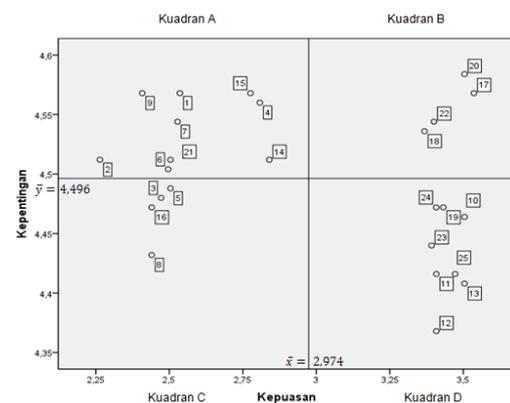
Perhitungan rata-rata skor tingkat kepuasan (persepsi)

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{74,352}{25} = 2,974$$

sedangkan perhitungan rata-rata skor tingkat kepentingan

$$\bar{y} = \frac{\sum y}{n} = \frac{112,408}{25} = 4,496$$

Sebaran kuadran untuk masing-masing atribut dapat dilihat pada sumbu *kartesius* IPA di bawah ini



Gambar 4. Diagram *kartesius* IPA (Sumber: pengolahan data)

Dari Gambar 4 di atas menunjukkan 9 atribut yang masuk ke dalam kuadran A yaitu atribut nomor 1, 2, 4, 6, 7, 9, 14, 15 dan 21. Atribut yang berada dikuadran A ini merupakan atribut yang dianggap penting oleh penjual/*merchant* namun kepuasan yang dirasakan masih sangat rendah. Oleh

karena upaya perbaikan terhadap atribut-atribut tersebut sangatlah penting untuk dilakukan. Sedangkan atribut-atribut yang masuk di kuadran B adalah 17, 18, 20, 22, atribut yang masuk pada kuadran ini harus dipertahankan karena penjual/merchant menganggap pelayanan tersebut sangat penting dan sudah mendapatkan kepuasan dalam pelayanannya. Untuk meningkatkan persentase pengguna

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan dan analisis data yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal, diantaranya:

1. Kualitas pelayanan mesin EDC pada bisnis *acquiring* bank tersebut belum sesuai dengan harapan pelanggan. Setiap dimensi kualitas pelayanan masih memiliki kesenjangan (*gap*) negatif dan nilai kualitas < 1. Kesenjangan terbesar dan nilai kualitas pelayanan terkecil ada pada dimensi daya tanggap (*responsiveness*) dengan *gap* sebesar -2,032 dan nilai kualitas pelayanan sebesar 0,549. *Gap* terbesar dan nilai kualitas pelayanan terkecil kedua ada pada dimensi keandalan (*reliability*) dengan *gap* sebesar -2,010 dan nilai kualitas pelayanan sebesar 0,556, yang ketiga ada pada dimensi jaminan (*assurance*) dengan *gap* sebesar -1,333 dan nilai kualitas pelayanan sebesar 0,701, yang keempat ada pada dimensi fisik (*tangible*) dengan *gap* sebesar -1,242 dan nilai kualitas pelayanan sebesar 0,723. Sedangkan *gap* terkecil dan nilai kualitas pelayanan terbesar ada pada dimensi empati (*emphaty*) dengan

gap sebesar -1,080 dan nilai kualitas pelayanan sebesar 0,762.

2. Terdapat 9 atribut pelayanan yang berada pada kuadran A, 4 atribut di kuadran B, 4 atribut di kuadran C dan 8 atribut yang berada di kuadran D.

Saran

Saran yang dapat disampaikan sehubungan dengan penelitian lanjutan adalah perlu diusulkan perbaikan yang harus dilakukan terhadap atribut-atribut terutama yang masih berada di kuadran A. Bila memungkinkan usulan tersebut di implementasikan untuk selanjutnya dilakukan evaluasi terhadap usulan yang sudah dilakukan tersebut

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim, Peraturan Bank Indonesia Nomor 14/2/PBI/2012 Tentang Perubahan Atas Peraturan Bank Indonesia Nomor 11/11/PBI/2009 Tentang Penyelenggaraan Kegiatan Alat Pembayaran Dengan Menggunakan Kartu. Asosiasi Kartu Kredit Indonesia, Jakarta
- [2] Ghozali, Imam, Aplikasi Analisis Multivariate Dengan Program SPSS, Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang, 2005
- [3] Sugiyono, Statistik Untuk Penelitian, Alfabeta, Bandung, 2012
- [4] Tjiptono, Fandy dan Gregorius, Service, Quality & Satisfaction Edisi 3, Andi Yogyakarta, Yogyakarta, 2011
- [5] Wijaya, Tony, Manajemen Kualitas Jasa, PT Indeks, Jakarta, 2011

ANALISIS PROSEDUR PEREKRUTAN PEGAWAI ADMINISTRASI DI KOMISI PEMBERANTASAN KORUPSI

Khadafi Chairil Muamar¹, Dino Rimantho²

¹Komisi Pemberantasan Korupsi, Jakarta

²Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila

Email: mc.khadafi@gmail.com (korespondensi)

Abstract

The employee is basically a company's asset, it can even be said that the employees are part of the company. Successful or unsuccessful a company in achieving its objectives and operational targets is inseparable from the role of employees who competent and has high integrity. Recruitment is a very important part, because it is beginning of a process to assess the quality of human resources that will cooperate with the company in achieving its objectives the company because highly qualified employees support the company. Recruitment and selection process can be carried out autonomously by the institution concerned. However, the company may also use the services of a third party. The use of these services still follow what the proper procedure of employees selection in the field. The Third party is the service provider of recruitment and selection. In recent years, the number of company providing labor recruitment services experienced significant growth because the companies or departments that required prospective employees do not need to be bothered with a variety of procedures to be performed.

Keywords: recruitment, employee, procedure, human resources, selection

Abstrak

Karyawan pada dasarnya merupakan aset perusahaan, bahkan dapat dikatakan bahwa karyawan merupakan bagian dari perusahaan. Berhasil atau tidaknya perusahaan dalam mencapai tujuan dan target operasional tidak terlepas dari peran karyawan yang berkompeten dan berintegritas tinggi. Rekrutmen karyawan merupakan bagian yang sangat penting karena merupakan proses awal untuk menilai kualitas SDM yang akan bekerja sama dengan perusahaan dalam mencapai tujuan perusahaan. Karyawan yang berkualitas menunjang dan mendukung performa perusahaan. Proses rekrutmen dan seleksi dapat dilakukan secara mandiri oleh institusi yang bersangkutan. Pihak perusahaan juga dapat menggunakan jasa dari pihak ketiga. Penggunaan jasa tersebut masih mengikuti prosedur pemilihan karyawan yang tepat di bidangnya. Pihak ketiga yang dimaksudkan di sini adalah perusahaan penyedia jasa rekrutmen dan seleksi. Beberapa tahun terakhir ini, jumlah perusahaan yang menyediakan jasa rekrutmen tenaga kerja mengalami pertumbuhan yang cukup signifikan karena perusahaan atau departemen yang membutuhkan calon karyawan tidak perlu direpotkan dengan berbagai macam prosedur yang harus dilakukan.

Kata kunci: rekrutmen, karyawan, prosedur, SDM, seleksi

PENDAHULUAN

Pemberantasan korupsi terus menjadi agenda yang belum tuntas diatasi di Indonesia hingga sekarang. Proses penegakan hukum terhadap pelaku Tindak Pidana Korupsi (TPK) tetap harus dilakukan secara optimal, intensif, efektif, profesional, dan berkesinambungan.

Sebuah perusahaan mengharapkan kinerja yang baik dari masing-masing karyawan dalam mengerjakan tugas-tugas yang diberikan oleh perusahaan. Oleh karena itu, kualitas SDM senantiasa harus dikembangkan dan diarahkan agar tercapainya tujuan yang telah ditetapkan perusahaan.

Pegawai merupakan aset yang berharga bagi sebuah perusahaan dalam mencapai tujuannya. Fokus utama SDM adalah memberikan kontribusi atas suksesnya suatu perusahaan dalam hal ini yang dimaksud adalah Komisi Pemberantasan Korupsi. Agar produktifitas perusahaan berjalan lancar diperlukan tenaga kerja atau pegawai yang sesuai dengan prinsip "*the right man on the right place*".

Selain faktor sumber daya manusia, pelaksanaan pekerjaan dapat berjalan dengan benar perlu adanya sistem pelaksanaan administrasi yang baik agar mencerminkan keberhasilan karyawan dalam melaksanakan sistem kerja dan juga kegiatan-kegiatan yang menunjang pelaksanaan administrasi.

Proses rekrutmen dan seleksi dapat dilakukan secara mandiri oleh institusi yang bersangkutan. Akan tetapi, pihak institusi juga dapat menggunakan jasa dari pihak ketiga. Penggunaan jasa tersebut masih mengikuti apa yang menjadi prosedur pemilihan karyawan yang tepat di bidangnya. Pihak ketiga yang dimaksudkan disini adalah perusahaan penyedia jasa rekrutmen dan seleksi.

Institusi Komisi Pemberantasan Korupsi (KPK) juga menggunakan jasa perekrutan dan seleksi calon tenaga kerjanya.

STUDI KEPUSTAKAAN

Manajemen Sumber Daya Manusia

Manajemen Sumber Daya Manusia (MSDM) adalah ilmu dan seni mengatur hubungan dan peranan tenaga kerja agar efektif dan efisien dalam membantu

terwujudnya tujuan perusahaan, karyawan dan masyarakat. ^[4]

Rekrutmen

Rekrutmen adalah serangkaian aktivitas mencari dan memikat pelamar kerja dengan motivasi, kemampuan, keahlian dan pengetahuan yang diperlukan guna menutup kekurangan yang diidentifikasi dalam perencanaan kepegawaian. ^[1]

Seleksi

Seleksi merupakan proses pemilihan dari sekelompok pelamar yang paling memenuhi kriteria seleksi untuk posisi yang tersedia di dalam perusahaan. ^[1]

Administrasi

Secara etimologis, administrasi berasal dari bahasa latin yang terdiri dari kata *ad* yang berarti intensif dan *ministraire* yang berarti *to serve* (melayani).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Kantor Pusat Komisi Pemberantasan Korupsi (KPK) di jalan HR. Rasuna Said, Kav. C1 Jakarta. Objek penelitian dalam bahasan ini adalah personil yang memahami prosedur rekrutmen pegawai di Komisi Pemberantasan Korupsi.

Pengumpulan Data

Kriteria dan alternatif dalam pemilihan metode rekrutmen pegawai yang efektif. Data ini diperoleh berdasarkan observasi dan wawancara dengan pegawai di Biro SDM yaitu bagian rekrutmen pegawai. Adapun penentuan responden yang akan digunakan sebagai informan kunci dalam penilaian menggunakan metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*) adalah Biro SDM.

Metode Pengolahan Data Dan Analisis

Pengolahan data dimulai dari perhitungan data yang diperoleh di lapangan dengan menggunakan metode AHP.

Pengujian konsistensi data dilakukan dengan batasan nilai *Consistency Ratio (CR)*.

a) Dari data kuesioner matrik perbandingan (faktor atau sub-faktor) yang dihasilkan, dan untuk mendapatkan satu nilai tertentu dari semua nilai tersebut, maka dicari satu jawaban yang pasti dengan menggunakan perhitungan *Geometric Mean* sebagai berikut:

$$a_{ij} = (z_1 \times z_2 \times z_3 \times \dots \times z_n)^{1/n} \quad (1)$$

- b) Matriks perbandingan yang sudah mendapatkan satu nilai, kemudian diubah dalam angka desimal.
- c) Kalikan matriks perbandingan tersebut dengan matriks bobot kriteria (matriks vektor)
- d) Bagi setiap elemen matriks hasil dengan elemen matriks bobot kriteria.
- e) Hitung nilai *maximum Eigenvalue* (λ_{max}), sebagai berikut:

$$\lambda_{max} = \frac{\text{jumlah elemen matriks bobot kriteria}}{N} \quad (2)$$
- f) Hitung *Consistency Indeks*, sebagai berikut:

$$CI = \frac{\lambda_{MAX} - N}{N - 1} \quad (3)$$
- g) Hitung *Consistency Ratio*, sebagai berikut:

$$CR = \frac{\text{Consistency indeks (CI)}}{\text{Random indeks (dari tabel)}} \quad (4)$$
- h) Pengujian *Consistency Ratio of Hierarchy* sebagai berikut :

$$CRH = \frac{CIH}{RIH} \quad (5)$$
- i) Dari perhitungan yang didapat kemudian dianalisa dan dibahas.

Kerangka Pengolahan Data

Di dalam penelitian ini terdapat 7 tahapan pengolahan data, yaitu: penentuan proses rekrutmen pegawai administrasi KPK, penentuan pihak ketiga sebagai konsultan independen pelaksana program rekrutmen KPK Indonesia Memanggil, penentuan proses seleksi pegawai administrasi KPK, pembuatan dan penyebaran kuisisioner penelitian, pengolahan data hasil kuisisioner, pengujian konsistensi data dengan batasan nilai *Consistency Ratio* (CR), pengujian konsistensi hirarki dan proses analisa serta pembahasan.

PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS DATA

Hasil uji Banding Berpasangan

Berikut adalah contoh perhitungan *geometric mean* pada perbandingan pasangan waktu analisis-biaya analisis:

Hasil penilaian keempat responden untuk perbandingan pasangan faktor administrasi-teknis adalah: R1=3, R2=1/3, R3=3, R4=1/3. Dari keempat data tersebut kemudian dicari rata-rata geometriknya berikut ini dengan menggunakan persamaan 1:

$$a_{ij} = (z_1 \times z_2 \times z_3 \times \dots \times z_n)^{1/n}$$

$$a = (\frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \times 3 \times \frac{1}{3})^{1/4} = 0,63$$

Tabel 1. Matriks Penilaian Perbandingan Berpasangan Antar Faktor

Pemilihan Pemenang Vendor Rekrutmen Pegawai	Administrasi	Teknis	Biaya
Administrasi	1	1,56	1,96
Teknis	0,64	1	2,23
Biaya	0,51	0,45	1

(sumber:pengolahan data)

Pengujian Konsistensi matriks Perbandingan

Setelah mendapatkan perataan jawaban dengan *Geometric Mean Theory* maka pengujian berikutnya adalah konsistensi matriks.

Tabel 2. Matriks Penilaian Perbandingan Berpasangan Pada Level Faktor

Pemilihan Pemenang Vendor Rekrutmen Pegawai	Administrasi	Teknis	Biaya
Administrasi	1	1,56	1,96
Teknis	0,64	1	2,23
Biaya	0,51	0,45	1
Jumlah	2,15	3,01	5,19

(sumber:pengolahan data)

Normalisasi Bobot penilaian Perbandingan Berpasangan Antar Faktor

Tabel 3. Matriks Normalisasi Bobot

Pemilihan Pemenang Vendor Rekrutmen Pegawai	Adm	Teknis	Biaya	Σ	X bobot
Administrasi	0,46	0,52	0,38	1,36	0,45
Teknis	0,30	0,33	0,43	1,06	0,35
Biaya	0,24	0,15	0,19	0,58	0,19
Jumlah	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00

(sumber:pengolahan data)

Setelah itu, dilakukan perhitungan *Consistency Ratio* (CR). Apabila *Consistency Ratio* (CR) lebih kecil sama dengan 10% maka matriks telah memenuhi syarat konsistensi^[7] untuk menghitung *Consistency Ratio* (CR).

Hasil perhitungan ini dapat dilihat seperti di bawah ini :

Matriks			X bobot	[a]
1	1,56	1,96	0,45	1,4
0,64	1	2,23	0,35	1,1
0,51	0,45	1	0,19	0,6

Dari hasil perhitungan, masing-masing baris pada kolom [a] dibagi dengan nilai rata-rata (Xbobot) untuk penentuan harga (D), pembagian tersebut adalah sebagai berikut:

$$D = \left| \begin{array}{ccc} 1,39 & 1,1 & 0,61 \\ 0,45 & 0,35 & 0,2 \end{array} \right| = 3,08 \quad 3,14 \quad 3,05$$

Kemudian, dihitung nilai rata-rata dari hasil perhitungan di atas :

$$\lambda_{\max} = \frac{\text{Jumlah elemen pada matriks bobot kriteria}}{N}$$

$$\lambda_{\max} = \frac{9,27}{3} = 3,09$$

Dengan nilai konversi, nilai diatas disebut sebagai nilai Lamda maks (λ_{\max}), dan *Consistency Indeks* (CI) dihitung dengan mengikuti rumus :

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - N}{N - 1} = \frac{3,09 - 3}{3 - 1} = 0,045$$

Untuk mendapatkan nilai *Consistency Ratio* (CR), bagi *Consistency Indeks* (CI) dengan *Random Index* (RI) lihat pada bab II, maka untuk matrik 3 x 3 atau N=3, yaitu 0,58

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

$$CR = \frac{0,045}{0,58} = 0,077$$

Nilai konsistensi 0,077 atau sama dengan 7,7% dapat diterima karena lebih kecil dari 10% dan sesuai dengan syarat konsistensi yang dikemukakan oleh Saaty.

Langkah yang sama digunakan untuk menghitung CR pada level sub-faktor hingga level alternatif tujuan. Pada level sub-faktor, penulis menggunakan bantuan *software expert choice* untuk menganalisis data hasil kuesioner.

Pengujian Konsistensi Hirarki

Setelah melakukan pengujian *Consistency Ratio* (CR) setiap matriks perbandingan berpasangan, kemudian dilakukan pengujian *Consistency Ratio of Hierarchy* (CRH). Prinsipnya adalah dengan mengalikan semua nilai *Consistency Index* (CI) dengan bobot suatu kriteria yang menjadi acuan pada suatu matriks perbandingan berpasangan dan kemudian menjumlahkannya. Suatu hirarki disebut konsisten bila nilai CRH tidak lebih dari 0,10 ($CRH \leq 0,10$).

Tabel 4. *Consistency Index of Hierarchy*

kriteria	x bobot	CI	CIH
Pemilihan Pemenang Vendor Rekrutmen Pegawai	1	0,045	0,045
Administrasi	0,45	0	0
Teknis	0,35	0,04	0,014
Biaya	0,2	0	0
Total			0,059

(sumber: pengolahan data)

Tabel 5. *Random Index of Hierarchy*

kriteria	x bobot	RI	RIH
Pemilihan Pemenang Vendor Rekrutmen Pegawai	1	0,58	0,58
Administrasi	0,45	0	0
Teknis	0,35	0,58	0,20
Biaya	0,2	0,58	0,11
Total			0,90

(sumber: pengolahan data)

Setelah didapat CIH dan RIH maka dapat diketahui *Consistency Ratio of Hierarchy* (CRH) perhitungannya sebagai berikut :

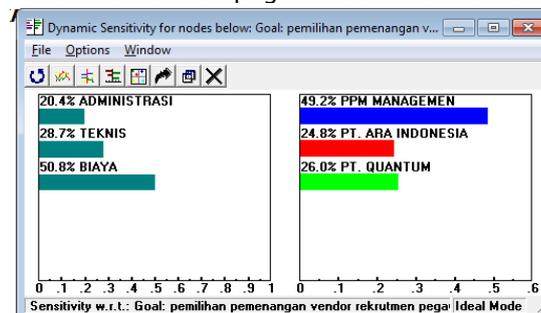
$$CRH = \frac{CIH}{RIH} = \frac{0,059}{0,899} = 0,065$$

Nilai *Consistency Ratio of Hierarchy* (CRH) sebesar 0,065 lebih kecil dari 0,1, maka dapat dikatakan bahwa hirarki yang dibuat telah konsisten karena sesuai dengan syarat yang di kemukakan Saaty.

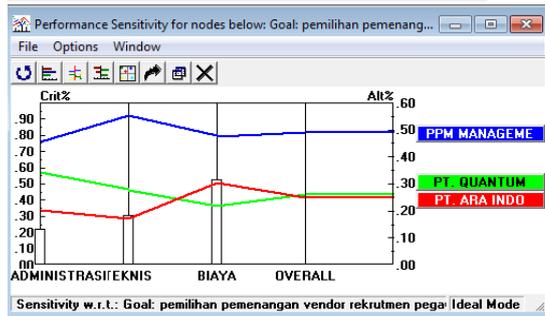
Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas dilakukan pada bobot prioritas dari kriteria keputusan, yang dapat terjadi karena adanya perubahan kebijaksanaan sehingga pembuat keputusan mengubah penilaiannya.

Model analisis AHP dapat digunakan untuk mengetahui kecenderungan pemihan alternatif tujuan berdasarkan perubahan pada setiap kriteria pemilihan pemenang vendor rekrutmen pegawai administrasi KPK.



Gambar 1. *Dinamic Sensitivity* dari Alternatif Tujuan (sumber: pengolahan data)



Gambar 2. Performance Sensitivity dari Alternatif Tujuan (sumber: pengolahan data)

Analisis Data

Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa strategi metode analisis yang dipilih adalah PPM MANAGEMENT. Perusahaan ini dipilih sesuai dengan prioritas faktor penentu, yaitu faktor validitas hasil analisis yang diperoleh karena menggunakan Setelah dilakukan analisis sensitivitas, diketahui bahwa perubahan bobot faktor tidak mempengaruhi pemilihan strategi sehingga perusahaan penyedia jasa konsultan dan rekrutmen yang dipilih tetap PPM MANAGEMENT.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam pelaksanaannya, prosedur rekrutmen pegawai administrasi KPK menggunakan jasa pihak ketiga yaitu konsultan independen vendor penyedia jasa pelaksanaan rekrutmen pegawai. KPK membuka lowongan dan dipublikasikan melalui akun web KPK lalu pelamar diseleksi melalui tahapan seleksi administrasi, setelah itu dilakukan serangkaian tes dan tahapan wawancara yang diselenggarakan oleh pihak vendor rekrutmen yang bekerjasama dengan KPK.

Dalam upaya meningkatkan kualitas SDM yaitu pegawai agar tercapainya tujuan yang telah ditetapkan perusahaan dan oleh karena hal tersebut maka dalam proses seleksi penerimaan pegawai diperlukan Konsultan Independen yang terbaik dalam pelaksanaan proses rekrutmen calon pegawai.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hasibuan, SP, Malayu. 2000. Manajemen Sumber Daya Manusia. Bumi Aksara. Jakarta.
- [2] Simamora, Henry. 2004. Manajemen Sumber Daya Manusia. Cetakan ke-2. Yogyakarta.

- [3] Dessler, Gery. 1997. Manajemen Sumber Daya Manusia. PT. Prenhalinda. Jakarta.
- [4] Hasibuan, Malayu, SP, Manajemen Sumber Daya Manusia, edisi revisi, Cetakan ketujuh, Jakarta: Bumi Aksara, 2008
- [5] Spencer, L M Dan Spencer, S M. 1993. Competence At Work : Models for Superior Performance. Jakarta: Simon & Schuster.
- [6] Mangkunegara, Anwar Prabu, manajemen Sumber Daya Perusahaan, Bandung: Remaja Rosdakarya, 2005.
- [7] Saaty, Thomas L. & Luis G. Vargas. 1993. Models, Methods, Concept & Applications of the Analytic Hierarchy Process. International Series in Operations Research & Management Science. Second Edition. Springer. New York.

OPTIMISASI BIAYA OPERASI PENGALOKASIAN TRUK-SEWA ANGKUTAN OLAHAN MINYAK KELAPA SAWIT

Anggina Sandy Sundari¹, Isti Surjandari, Amar Rachman³

¹Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

²Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Jakarta

³Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Jakarta

Email: anggina.sandy@univpancasila.ac.id (korespondensi)

Abstract

Transport and logistics activities have an important role in the case of financing company. Increased demand makes company require the services of third party logistic company to assist their distribution activities. One issue that often used as a study is Vehicle Routing Problem (VRP), VRP is a general problem that often occurs in real conditions such as Capacitated VRP (CVRP), VRP with time windows (VRPTW), VRP pickup and delivery (VRPPD), Split VRP (SVRP) and Periodic VRP (PVRP). Increasing number of rental demand makes truck-rental companies to make allocation approach optimal based on a combination of VRP problem.

Keywords: *fleet allocation, mathematical model, third party logistic (3PL), vehicle routing problem.*

Abstrak

Kegiatan transportasi dan logistik memiliki peranan penting dalam pembiayaan perusahaan. Meningkatnya permintaan membuat perusahaan mengalami overload sehingga membutuhkan jasa dari perusahaan logistik pihak ketiga untuk melakukan kegiatan distribusinya. Salah satu permasalahan yang sering dijadikan penelitian adalah permasalahan rute kendaraan, permasalahan VRP ini merupakan permasalahan umum yang sering terjadi pada kondisi nyata seperti adanya kapasitas angkut maksimal kendaraan (CVRP), jendela waktu pelayanan (VRPTW), kegiatan pengangkutan dan pengiriman (VRPPD), pengiriman yang dilakukan lebih dari satu kali (SVRP) dan pengiriman yang dapat dilakukan lebih dari satu hari (PVRP). Meningkatnya jumlah permintaan sewa mengharuskan perusahaan truk-sewa untuk membuat alokasi yang optimal berdasarkan kombinasi permasalahan di atas.

Kata kunci: alokasi kendaraan, masalah rute kendaraan, model matematis, perusahaan pihak ketiga.

PENDAHULUAN

Kegiatan transportasi dan logistik pada industri merupakan bagian yang memiliki peranan penting, perusahaan akan jauh lebih efisien apabila kegiatan distribusi perusahaan dapat dioptimalkan dengan baik. Salah satu permasalahan dalam kegiatan transportasi dan logistik yang banyak dilakukan penelitian adalah *Vehicle Routing Problem*^[11]. *Vehicle Routing Problem* (VRP) pertama kali dikenalkan oleh [6] dalam penelitiannya mencari rute optimum truk pengiriman bensin dari terminal pusat ke sejumlah stasiun. VRP merupakan bentuk pengembangan dari *Travelling Salesman Problem* (TSP) dengan kendala dan permasalahan yang lebih rumit.

Dalam VRP, dilakukan perancangan yang optimal baik rute maupun penggunaan kendaraan operasional dalam melayani permintaan konsumen. VRP banyak digunakan untuk mencari solusi dari permasalahan kendaraan dalam memenuhi permintaan konsumen. Tujuan dari VRP bermacam-macam, diantaranya meminimalkan jarak perjalanan, meminimalkan biaya, meminimalkan penalti, memaksimalkan keuntungan, dll.

Menurut referensi [18] banyak dilakukan penelitian mengenai beberapa jenis VRP, diantaranya: *VRP with Time Windows* (VRPTW), *VRP pickup and delivery* (VRPPD) dan *Capacitated VRP* (CVRP). Permasalahan yang ada pada kondisi nyata sering membutuhkan VRP yang lebih rumit daripada VRP klasik sehingga solusi bisa didapatkan dengan menambahkan kendala baru ataupun menggabungkan beberapa jenis VRP.

Kelapa sawit merupakan komoditas pertanian yang memiliki peranan penting dalam perekonomian Indonesia. Meningkatnya kebutuhan olihan minyak kelapa sawit di dalam maupun luar negeri menyebabkan perusahaan kelebihan kapasitas (*overload*) sehingga membutuhkan jasa dari perusahaan pihak ketiga untuk membantu kegiatan operasionalnya. Salah satu jasa pihak ketiga yang sering digunakan adalah perusahaan logistik pihak ketiga atau sering disebut *Third Party Logistic* (3PL), berupa perusahaan penyewaan truk tangki yang selanjutnya akan disebut sebagai perusahaan truk-sewa.

Secara garis besar permasalahan VRP dapat dibagi menjadi dua garis besar, yaitu untuk mengetahui alokasi kendaraan yang

optimum dan untuk mendapatkan rute perjalanan yang optimum. Permasalahan rute perjalanan dilakukan pada kegiatan pengiriman yang memiliki lebih dari 1 (satu) titik tujuan. Penelitian ini terbatas pada satu titik tujuan dan satu titik sumber sehingga tidak dilakukan perancangan rute yang optimal melainkan hanya menentukan suatu alokasi yang mendekati optimal dari kombinasi permasalahan VRP.

Penjadwalan alokasi truk-sewa oleh perusahaan truk-sewa harus direncanakan dan dibuat dengan baik agar truk-sewa yang dimiliki dapat digunakan secara optimal sehingga penolakan order akibat meningkatnya permintaan sewa truk oleh perusahaan-perusahaan olihan minyak kelapa sawit dapat dihindari atau diminimalisir.

Alokasi truk yang tidak dinamis juga menyebabkan keterlambatan sehingga mempengaruhi total biaya yang harus dikeluarkan karena harus membayar biaya penalti. Penelitian perlu dilakukan untuk membuat suatu penjadwalan dinamis yang dapat menyelesaikan kombinasi permasalahan VRP.

Dalam mempermudah penyelesaian kasus di atas, perlu dibuat suatu model matematis dari kombinasi permasalahan VRP yang ada pada kondisi nyata. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh model matematis dari kombinasi permasalahan tersebut sehingga nantinya total biaya operasional dan penalti yang dikeluarkan oleh perusahaan dapat diminimalisir.

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian ini disampaikan tinjauan pustaka dari penelitian-penelitian sebelumnya dan teori penunjang yang digunakan dalam penelitian. Secara garis besar permasalahan VRP dapat dibagi menjadi dua, yang pertama adalah untuk mengetahui alokasi kendaraan yang optimum seperti penelitian [1] untuk permasalahan CVRP dan VRPPD; Referensi [3,10] untuk permasalahan VRPPD; Referensi [9] untuk permasalahan VRPPD dan Split VRP (SVRP); serta referensi [2] untuk permasalahan VRPTW.

Selain alokasi kendaraan permasalahan VRP juga dapat dilakukan untuk mendapatkan rute perjalanan yang optimum seperti penelitian [11,12] untuk permasalahan VRPPD dan [9] untuk permasalahan VRPPD dengan SVRP.

Permasalahan rute perjalanan dapat dilakukan pada kegiatan pengiriman yang memiliki lebih dari 1 (satu) titik tujuan. Pada perusahaan truk-sewa hanya ada satu titik tujuan dan satu titik sumber yang tidak dapat dilakukan perancangan rute yang optimal melainkan hanya menentukan suatu alokasi yang mendekati optimal dari kombinasi permasalahan VRP. Selain CVRP, VRPPD, VRPTW dan SVRP, terdapat permasalahan VRP lainnya yaitu Periodic VRP (PVRP). PVRP muncul karena adanya kegiatan pengiriman yang membutuhkan waktu lebih dari satu hari. Permasalahan ini sering terjadi pada kegiatan pengiriman olahan minyak kelapa sawit saat membongkar muatan dari kapal.

Penelitian akan dilakukan untuk memperoleh model matematis dari permasalahan penjadwalan berupa alokasi kendaraan truk-sewa pada perusahaan 3PL yang bergerak dalam kegiatan pengiriman olahan minyak kelapa sawit. Model matematis dibuat dengan mempertimbangkan permasalahan VRP yang sering terjadi dalam kegiatan operasional perusahaan truk-sewa seperti permasalahan CVRP, VRPPD, VRPTW, SVRP dan PVRP. Menurut referensi [17] terdapat beberapa tujuan VRP yaitu :

- 1) Meminimalkan biaya operasional, terdapat tiga jenis sistem pembiayaan yaitu biaya yang didasarkan pada jarak tempuh , biaya yang didasarkan pada banyaknya ritasi yang dilakukan dan biaya kombinasi antara kedua sistem pembiayaan.
- 2) Meminimalkan penalti, yang akan dikenakan kepada perusahaan pihak ketiga apabila terjadi keterlambatan. Penalti yang diberikan berbeda-beda tergantung kebijakan yang ditetapkan oleh perusahaan.
- 3) Meminimalkan jumlah kendaraan dan pengemudinya.
- 4) Menyeimbangkan rute baik dari segi waktu perjalanan maupun muatan angkut kendaraan.

VRP merupakan permasalahan kombinasi optimasi berupa pengembangan dari TSP namun dengan kendala yang lebih banyak dan rumit. VRP biasa disebut sebagai masalah pengiriman pertama kali dikenalkan oleh [6] pada penelitiannya yang berjudul "*The Truck Dispatching Problem*".

Saat ini VRP menjadi permasalahan optimasi yang dipelajari secara luas, menyelesaikan persoalan ini tidak semudah

menggambarkannya^[16]. Dilihat dari permasalahan VRP, ada beberapa jenis variasi VRP menurut yang akan dipakai dalam penelitian ini diantaranya :

Capacitated VRP (CVRP)

Menurut referensi [17] CVRP merupakan jenis VRP paling dasar dikarenakan setiap unit kendaraan mempunyai kapasitas angkut yang terbatas. Masalah menjadi semakin kompleks jika kendaraan yang dimiliki perusahaan memiliki kapasitas yang berbeda, sehingga alokasi kendaraan yang tepat akan lebih sulit didapatkan.

VRP with Pickup and Delivery (VRPPD)

VRPPD merupakan jenis dari VRP dimana didalamnya ada kegiatan pengambilan dan pengiriman muatan antara dua titik yang berpasangan. Awalnya permasalahan VRP ini terpisah menjadi dua bagian, yaitu kegiatan pengambilan dan kegiatan pengantaran. Namun seiring berkembangnya ilmu pengetahuan dan dilakukannya penelitian lebih lanjut kedua jenis VRP ini digabungkan menjadi VRP Pickup and Delivery.

VRPPD merupakan salah satu jenis VRP dimana terdapat sebuah sumber dan sebuah tujuan dengan kegiatan perpindahan didalamnya, perpindahan yang dilakukan dapat berupa barang maupun orang atau biasa disebut penumpang^[4]. VRPPD diklasifikasikan ke dalam 3 (tiga) kelompok permasalahan^[7]:

1) *Many-to-many*

Penelitian mengenai permasalahan ini pernah dilakukan oleh^[14], dimana banyak komoditas barang diambil di salah satu dari banyak lokasi sumber dan dikirimkan ke salah satu dari banyak lokasi tujuan. Kegiatan pengiriman yang dilakukan bisa sekali ataupun berkali-kali (*split deliveries*).

2) *One-to-many-to-one*

Penelitian mengenai permasalahan ini dilakukan oleh [8], dimana setiap konsumen menerima pengiriman dari depot sumber dan dapat mengirimkan kembali ke depot tujuan lainnya.

3) *One-to-one*

Permasalahan ini bertujuan untuk merancang biaya rute kendaraan seminimal mungkin, dimulai dan berakhir pada suatu depot dengan kegiatan *pickup* dan *delivery* untuk memenuhi permintaan konsumen pada lokasi berpasangan. Permasalahan ini disebut *one-to-one*

dikarenakan setiap permintaan berasal dari satu lokasi untuk dikirimkan permintaan ke satu lokasi berikutnya^[13].

VRPPD yang digunakan dalam penelitian ini adalah VRPPD One-to-one. Permasalahan ini cocok dengan sistem pengiriman yang dilakukan pada perusahaan logistik pihak ketiga.

VRP with Time Windows (VRPTW)

Permasalahan berupa adanya jendela waktu (time windows) baik di lokasi pengambilan maupun bongkar muatan, hal ini menyebabkan kegiatan pengiriman harus dilakukan dalam rentang waktu yang ditetapkan. Apabila waktu tiba kendaraan berada diluar rentang waktu tersebut, maka kendaraan harus menunggu hingga kembali berada dalam rentang waktu pelayanan [7].

Split VRP (SVRP)

VRP jenis ini memungkinkan pengiriman muatan dilakukan oleh kendaraan yang berbeda-beda. Hal ini biasa terjadi dikarenakan permintaan yang melebihi kapasitas angkut kendaraan, sehingga untuk melayani permintaan tersebut diperlukan lebih dari satu kendaraan ataupun tujuan dapat dikunjungi lebih dari satu kali oleh satu kendaraan [7].

Periodic VRP (PVRP)

Umumnya VRP standar melakukan perencanaan hanya satu hari, namun dalam kondisi real permintaan pelanggan dapat terjadi dan menghabiskan waktu lebih dari satu hari. Pada kegiatan logistik, permasalahan ini berkaitan erat dengan due date yang ditetapkan oleh konsumen. Due date ini yang nantinya akan menjadi pedoman dasar dalam melakukan perencanaan pengangkutan terutama dalam menentukan pinalti.

Selain permasalahan VRP yang telah dijelaskan sebelumnya, keterlambatan juga merupakan permasalahan yang sering terjadi dalam kegiatan logistik. Keterlambatan umumnya terbagi menjadi dua, yaitu *lateness* dan *tardiness*. Keterlambatan adalah selisih dari jumlah pengerjaan pekerjaan dikurangi dengan batas waktu yang diberikan (*due date*). Apabila nilai keterlambatan bernilai positif disebut dengan *tardiness* sedangkan keterlambatan yang bernilai negatif disebut dengan *lateness*.

Aktivitas yang mengadaptasi ilmu penelitian operasional (*Operatios Research*) pertama kali dilakukan pada saat perang dunia ke II di Inggris, para ilmuwan membuat

suatu ilmu yang menjadi dasar keputusan dalam penggunaan terbaik dari material perang [15]. Setelah perang dunia II berakhir, ilmu tersebut diadaptasi untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas dalam sektor sipil.

Salah satu terminologi dasar dari penelitian operasional adalah pembuatan model matematis. Pembuatan model matematis permasalahan menjadi tahapan yang penting dalam menyelesaikan permasalahan optimasi, yang bertujuan untuk menggambarkan kondisi nyata dari permasalahan sehingga dapat dicari solusinya menggunakan metode matematik. Menurut referensi [5] ada dua solusi akhir dari optimasi yaitu variabel bernilai real dan variabel bernilai diskrit.

Integer Linear Programming (ILP) adalah optimalisasi persoalan matematika di mana beberapa atau semua variabel dibatasi untuk bilangan bulat dan fungsi tujuan serta kendala (selain kendala integer) yang linear. Menurut referensi [15] ILP secara umum dibagi menjadi dua kategori yaitu langsung dan perubahan. Pada kategori langsung kondisi nyata menghalangi adanya variabel yang bernilai pecahan, sebagai contoh menentukan dilakukan atau tidak suatu proyek, mencari jumlah optimal dari mesin yang diperlukan untuk melakukan suatu pekerjaan. Sedangkan pada kategori perubahan, variabel integer digunakan untuk mengubah analisis solusi yang sulit dipecahkan kedalam model yang dapat diselesaikan menggunakan algoritma optimasi.

Sebagai contoh, dilakukan pengurutan dua pengerjaan dengan kendala yaitu pekerjaan A dilakukan sebelum pekerjaan B "atau" pekerjaan B dilakukan sebelum pekerjaan A. Semua algoritma matematika hanya menggunakan kendala "dan" sehingga kendala "atau" di atas harus dirubah menjadi kendala "dan". Ketika semua variabel integer, masalah didefinisikan sebagai program bilangan bulat murni sedangkan permasalahan yang melibatkan campuran integer dan variabel continue disebut sebagai program integer campuran (*Mixed Integer Programming*).

METODOLOGI PENELITIAN

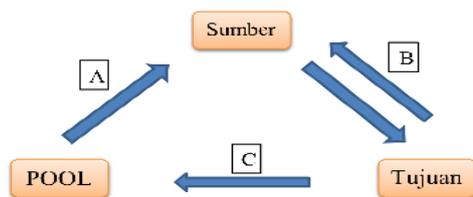
Penelitian ini dimulai dengan adanya identifikasi permasalahan berupa kombinasi permasalahan VRP yang terjadi perusahaan logistik pihak ketiga (3PL). Setelah data terkumpul maka dibuat model matematis dari

permasalahan yang ada dengan menggunakan *Integer Linear Programming* (ILP).

Penelitian dilakukan di perusahaan dengan bidang usaha penyewaan kendaraan truk tangki yang konsumennya adalah perusahaan industri olahan minyak kelapa sawit. Dalam kasus ini, armada yang digunakan adalah truk tangki non-kompartemen untuk mengangkut muatan berbentuk pasta (semi-cair) dan cair. Sistem pendistribusian muatan menggunakan truk tangki non-kompartemen memiliki perbedaan dengan kendaraan lainnya.

Perusahaan pihak ketiga yang menggunakan kendaraan peti kemas, mobil box atau truk tangki dengan kompartemen masing-masing kendaraannya dapat melayani lebih dari satu konsumen dalam sekali perjalanan sedangkan truk tangki non-kompartemen hanya bisa melayani 1 konsumen untuk masing-masing kendaraannya. Sehingga dalam kasus penyewaan truk non-kompartemen, sistem pendistribusian muatan menggunakan sistem ritasi. Ritasi adalah suatu kegiatan distribusi yang di dalamnya terdapat satu kali pengisian muatan dan satu kali bongkar muatan atau biasa disebut dengan satu kal putaran transaksi.

Apabila permintaan melebihi kapasitas angkut maksimal, maka ritasi akan dilakukan lebih dari 1 (satu) kali. Permintaan dalam jumlah besar, seperti pemindahan muatan kapal ke pabrik biasanya memerlukan armada angkutan dan banyak ritasi dalam jumlah besar agar tidak mengalami keterlambatan pengiriman.



Gambar 1. Proses Pengangkutan Muatan (Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan Gambar 1. dapat dilihat ada 3 (tiga) rute dasar dalam melakukan kegiatan pemindahan muatan, yaitu:

A. Perjalanan dari pool ke sumber

Rute ini adalah tahapan awal dari kegiatan pengiriman muatan. Truk tangki yang telah dialokasikan berjalan ke titik sumber pengisian muatan dalam hal ini perusahaan penyewa. Pada rute ini, biaya didasarkan pada kebutuhan konsumsi Bahan Bakar Minyak (BBM) jenis solar yang dikonversikan dalam Rupiah.

B. Perjalanan dari sumber ke tujuan

Perjalanan ini diawali dengan kegiatan pengisian muatan kedalam truk tangki. Setelah tangki penuh, truk akan berjalan menuju titik tujuan untuk melakukan kegiatan bongkar muatan. Ritasi dilakukan lebih dari 1 (satu) kali ketika masih ada muatan yang harus dipindahkan dari titik sumber. Apabila hanya ada satu kendaraan yang dialokasikan sedangkan muatan belum terangkut seluruhnya maka truk tersebut harus kembali lagi ke titik sumber untuk melakukan kegiatan pengiriman kedua (Ritasi ke-2 dan seterusnya hingga muatan di titik sumber habis) bukan kembali ke pool.

C. Perjalanan dari tujuan kembali ke pool

Apabila muatan pada titik sumber sudah habis, maka truk yang selesai melakukan bongkar muat di titik tujuan akan kembali ke pool (tidak kembali lagi ke titik sumber). Pada rute ini, biaya yang dikeluarkan sama seperti perjalanan pertama yaitu didasarkan pada kebutuhan konsumsi Bahan Bakar Minyak (BBM) jenis solar.

Selain itu, digunakan beberapa asumsi-asumsi yang menggambarkan kondisi nyata kegiatan pengiriman/operasional Perusahaan, diantaranya :

- 1) Kendaraan yang dimiliki adalah truk tangki non-kompartemen dengan 2 (dua) jenis kapasitas yaitu truk tronton dengan kapasitas angkut maksimal 27.000 Kg dan truk engkel dengan kapasitas angkut maksimal 20.000 Kg.
- 2) Biaya distribusi terbagi menjadi 2 jenis perhitungan yaitu biaya konsumsi BBM kendaraan (untuk perjalanan pool menuju sumber dan tujuan menuju pool) dan biaya ritasi kendaraan yang telah diketahui untuk masing-masing pasangan sumber dan tujuan (untuk perjalanan sumber menuju tujuan maupun sebaliknya).
- 3) Konsumsi BBM untuk truk jenis tronton berbeda dengan truk jenis engkel. Rasio konsumsi BBM untuk kendaraan jenis tronton adalah 1:2,5 (satu liter solar dapat digunakan untuk jarak tempuh 2,5 Km) sedangkan untuk kendaraan engkel adalah 1:3 (satu liter solar dapat digunakan untuk jarak tempuh 3 Km). Konsumsi BBM akan dikonversikan dalam rupiah dengan cara mengkalikan jumlah konsumsi bahan bakar dengan harga BBM jenis solar saat ini yaitu Rp 5.500.
- 4) Waktu pengisian muatan di titik sumber dan bongkar muatan di titik tujuan

diketahui tergantung kepada volume muatan yang akan dipindahkan untuk masing-masing jenis kendaraan dan kecepatan pompa yang digunakan.

- 5) Sebagian kendaraan yang dipakai untuk proyek yang selesai pada waktu lebih dari 1 (satu) hari dapat digunakan sebagai armada tambahan untuk proyek lain pada hari berikutnya apabila terjadi kekurangan kendaraan untuk melayani order baru, sehingga ada kemungkinan kendaraan yang dialokasikan untuk proyek yang sama dapat berbeda tiap harinya.
- 6) Tidak ada maksimal antrian baik di titik sumber maupun di titik tujuan.
- 7) *Time windows* adalah rentang waktu pelayanan yang tersedia baik di titik sumber maupun titik tujuan dengan jam buka 08.00 WIB dan jam tutup 17.00 WIB. Pada penelitian ini tidak semua titik sumber dan tujuan mempunyai *time windows*. Hal ini menambah rumit pembuatan model matematis permasalahan.
- 8) Kecepatan kendaraan baik jenis tronton maupun engkel diasumsikan sebesar 30 Km/jam. Waktu perjalanan truk adalah hasil kali dari kecepatan kendaraan dengan jarak tempuhnya.
- 9) Kecepatan pompa berbeda-beda tergantung pompa yang digunakan untuk mengeluarkan muatan. Kecepatan pompa pada kapal adalah 600 Kg/menit, sedangkan kecepatan pompa pabrik dan truk tangki adalah 450 Kg/menit. Kecepatan pompa ini akan dikonversikan dalam waktu untuk dijadikan waktu pengisian dan waktu bongkar muatan dengan cara membagi volume muatan dengan kecepatan pompa.
- 10) Adanya Proses *cleaning* yang bertujuan untuk membersihkan sisa-sisa muatan pada proyek sebelumnya yang menempel pada dinding dalam tangki. Kegiatan *cleaning* dilakukan saat truk kembali ke pool setelah menyelesaikan kegiatan pengiriman dan akan melakukan kegiatan pengiriman untuk order selanjutnya. Proses *cleaning* menghabiskan waktu kurang lebih 30 menit. *Cleaning* dilakukan apabila tingkatan olahan minyak kelapa sawit pada order sebelumnya lebih rendah dari tingkatan olahan minyak kelapa sawit untuk order selanjutnya (Lihat tabel 1), sedangkan apabila tingkatan olahan minyak kelapa sawit pada order sebelumnya lebih tinggi dari tingkatan olahan minyak kelapa sawit untuk order selanjutnya maka tidak perlu dilakukan *cleaning*.

Tabel 1. Kegiatan *Cleaning* Tangki

Dari Jenis Muatan	ke Jenis Muatan
HCNO	CPO
CPO	RBDPO
CPO	OLEIN
CPO	STEARINE
PFAD	RBDPO
PFAD	OLEIN
PFAD	STEARINE
RBDPO	OLEIN
RBDPO	STEARINE
STEARINE	RBDPO
STEARINE	OLEIN

(Sumber: Data Perusahaan)

- 11) Penalti dibebankan kepada pihak 3PL sebagai ganti rugi atas keterlambatan pengerjaan proyek pemindahan muatan perusahaan klien. Besar penalti per jam keterlambatan adalah 0.25% dari pendapatan yang diterima Perusahaan untuk pekerjaan i.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penalti dibebankan kepada pihak 3PL sebagai ganti rugi atas keterlambatan pengerjaan proyek pemindahan muatan perusahaan klien. Besar penalti per jam keterlambatan adalah 0.25% dari pendapatan yang diterima PT MKS untuk pekerjaan i.

$$R_t = r_i \cdot Q_i \quad \forall i$$

$$P_i = 0.25\% \cdot R_t_i \quad \forall i$$

Parameter dan Variabel

Subscribe

o =Pool

i =Titik sumber i (order i)

i+n =Titik tujuan i+n (merupakan pasangan dari titik i)

k =Truk ke k

Parameter

Q_i = Jumlah muatan yang akan diantarkan dari titik i ke titik i+n

K_k = Kapasitas truk k

S_i = Waktu pengisian muatan di titik i

B_k = Waktu bongkar muatan di titik i+n oleh truk k

W_{oi} = Waktu perjalanan dari titik pool ke titik i

W_{pi} = Waktu perjalanan dari titik i ke titik $i+n$

$W_{p_{i+n}}$ = Waktu perjalanan dari titik $i+n$ ke titik i

$W_{k_{i+n}}$ = Waktu perjalanan dari titik $i+n$ kembali ke pool

a_i = Waktu mulai buka titik i

b_i = Waktu tutup titik i

a_{i+n} = Waktu mulai buka titik $i+n$

b_{i+n} = Waktu tutup titik $i+n$

e_i = Biaya bahan bakar untuk perjalanan dari pool ke titik sumber

f_i = Biaya borongan supir dan bahan bakar dari sumber ke tujuan maupun sebaliknya

g_i = Biaya bahan bakar untuk perjalanan dari tujuan kembali ke pool

dd_i = Due date proyek i

P_i = Biaya penalti per jam keterlambatan proyek i .

r_i = Pendapatan angkut per kg muatan yang dipindahkan proyek i .

Variabel

$X_{iok} = 1$, truk k berangkat dari pool ke titik i

$X_{iok} = 0$, tidak

$X_{i+nok} = 1$, truk k kembali ke pool dari titik $i+n$

$X_{i+nok} = 0$, tidak

$Y_{ijk} = 1$, pengambilan dari titik i untuk kali pengambilan ke j menggunakan truk k

$Y_{ijk} = 0$, tidak

$Y_{i+njk} = 1$, truk k dari titik $i+n$ kembali ke titik I untuk melakukan pengambilan ke j

$Y_{i+njk} = 0$, tidak

T_{oik} = Waktu truk k mulai beroperasi

T_{ijk} = Waktu awal pengisian muatan pada titik i untuk pengambilan ke j

T_{i+njk} = Waktu awal bongkar muatan pada titik $i+n$ untuk pembongkaran ke j

T_{i+nok} = Waktu truk k selesai beroperasi

q_{ij} = Jumlah muatan yang tersisa di i setelah pengambilan ke j

q_{i+nj} = Jumlah muatan yang terkirim ke $i+n$ setelah pengiriman ke j

WS_i = Waktu seluruh pengisian dan pembongkaran pekerjaan i selesai

td_i = Waktu keterlambatan pekerjaan i

Rt_i = Pendapatan total dari pemindahan muatan pekerjaan i

Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan pada permasalahan alokasi kendaraan ini adalah untuk meminimalkan biaya operasional total yaitu penjumlahan biaya bahan bakar ke i , biaya ritasi proyek i dari sumber menuju tujuan, biaya ritasi proyek i dari tujuan kembali ke sumber, biaya bahan bakar kembali ke pool dan biaya penalti keterlambatan pengiriman proyek i yang digambarkan dalam persamaan di bawah ini :

$$Ft \quad \text{Min} \quad Z = \sum_i \sum_j \sum_k (e_i \cdot X_{oik} + f_i \cdot Y_{ijk} + f_i \cdot Y_{i+njk} + g_i \cdot X_{i+nok}) + (P_i \cdot td_i)$$

Kendala

- 1) Sebuah truk k yang berangkat dari pool menuju titik sumber i akan kembali ke pool dari titik tujuan $i+n$,

$$X_{oik} = X_{i+nok} \quad \forall i \quad \forall k$$

- 2) *Time windows* di titik sumber,

$$a_i \leq T_{ij} \leq b_i \quad \forall i \quad \forall j$$

- 3) *Time windows* di titik tujuan,

$$a_{i+n} \leq T_{i+nj} \leq b_{i+n} \quad \forall i \quad \forall j$$

- 4) Pengisian berikutnya dapat dilakukan setelah pengisian sebelumnya selesai,

$$T_{ij+1} \geq \sum_{k=1}^{20} Y_{ijk} (T_{ijk} + S_i) \quad \forall i \quad \forall j$$

- a) Untuk pengambilan ke j dari sumber i hanya dilakukan oleh satu truk

$$\sum_{k=1}^{20} Y_{ijk} \leq 1 \quad \forall i \quad \forall j$$

- 5) Kegiatan bongkar muatan dilakukan setelah kendaraan tiba di titik $i+n$

$$T_{i+njk} \geq \sum_{k=1}^{20} Y_{ijk} (T_{ijk} + S_i + WP_i) \quad \forall i \quad \forall j$$

- 6) Pengambilan muatan akan terus dilakukan hingga sisa muatan di titik $i = 0$ (habis).

$$q_{ij} \leq Q_i - \sum_j \sum_{k=1}^{20} K_k \cdot Y_{ijk} \quad \forall i \quad \forall j \quad \forall k$$

- a) Jika muatan yang akan diambil negatif (atau =0), maka tidak ada lagi pengambilan berikutnya

$$M \cdot Y_{ij+1k} \geq q_{ij} \quad \forall i \quad \forall j \quad \forall k$$

M (bilangan besar sekali) dapat diganti dengan Q_i

- 7) Jika muatan di i sudah ≤ 0 , maka truk akan kembali ke pool

$$-M(Y_{ij+1k} + X_{i+nok}) \leq q_{ij} \quad \forall i \quad \forall j \quad \forall k$$

$$Y_{ij+1k} + X_{i+nok} = 1 \quad \forall i \quad \forall j \quad \forall k$$

M (bilangan besar sekali) dapat diganti dengan Q_i

- 8) Jika $X_{i+nok} = 1$ (Truk kembali ke pool) pada saat ini waktu pengangkutan selesai.

$$WS_i \geq X_{i+nok} (T_{i+njk} + B_k + WK_i) \quad \forall i \quad \forall j \quad \forall k$$

- a) Keterlambatan terjadi apabila waktu yang dihabiskan untuk pekerjaan i lebih besar dari due date yang ditetapkan

$$td_i = \max(0, WS_i - td_i) \quad \forall i$$

Persamaan di atas tidak dalam bentuk linear, maka diganti dengan :

$td_i > 0$, jika $td_i = 0$ maka tidak ada keterlambatan yang terjadi

$$WS_i - td_i \leq dd_i \quad \forall i$$

- 9) Truk k akan selesai beroperasi pada waktu T_{i+nok}

$$T_{i+nok} = T_{oik} + W_{o_i} \cdot X_{oik} + \sum_j W_{p_j} \cdot Y_{ijk} + \sum_j W_{p_{i+n}} \cdot Y_{i+n_{jk}} + W_{k_{i+n}} \cdot X_{i+nok} \quad \forall i \quad \forall k$$

- a) Waktu penugasan truk k untuk proyek i

$$T_{i+nok} - T_{oik}$$

- 10) Kendala pilihan urutan pengerjaan proyek
Misal : $i=a$ dan $i=b$

Proyek atau pekerjaan a dilakukan setelah b , maka: $T_{oak} \geq T_{b+nok}$

atau

Proyek atau pekerjaan a dilakukan setelah b , maka: $T_{obk} \geq T_{a+nok}$

Bentuk persamaan di atas merupakan kendala pilihan yang bukan linear, maka dari itu perlu dijadikan linear diganti dengan persamaan berikut :

$$MP_{ab} + T_{oak} - T_{b+nok} \geq 0$$

dan

$$MP_{ba} + T_{oak} - T_{a+nok} \geq 0$$

$$\text{dimana, } P_{ab} + P_{ba} \geq 1$$

KESIMPULAN DAN SARAN

Diperoleh hasil model matematis dari permasalahan yang seringkali terjadi di perusahaan pihak ketiga (3PL). Model matematis ini dapat dijadikan referensi atau pedoman awal dalam melakukan alokasi kendaraan untuk perusahaan logistik pihak ketiga (3PL) khususnya yang bergerak dalam bidang angkutan olahan minyak kelapa sawit.

Penelitian ini menemui banyak kesulitan, salah satunya adalah mengaplikasikan permasalahan transportasi yang terjadi di dunia nyata kedalam penelitian yang dilakukan. Banyak kendala di kondisi nyata yang belum dijadikan pertimbangan dalam membuat model matematis, diharapkan kedepannya dapat dilakukan penelitian alokasi kendaraan untuk perusahaan 3PL dengan mempertimbangkan permasalahan berikut ini:

- 1) Memperhitungkan jumlah maksimal antrian baik di titik sumber maupun titik tujuan.
- 2) Memperhitungkan faktor kemacetan yang mungkin terjadi saat kegiatan pengiriman. Dalam penelitian kemacetan sudah dimasukkan menjadi salah satu pertimbangan dalam sistem pembiayaan, namun belum diperhitungkan dalam lama waktu perjalanan.

Penjadwalan alokasi truk yang optimal akan didapatkan dari menyelesaikan model matematis tersebut dengan memasukan parameter-parameter yang diperlukan seperti : jumlah order, jarak pengiriman dari titik sumber ke titik tujuan, pendapatan/kg, biaya borongan atau ritasi, waktu pengisian muatan, waktu cleaning, *time windows* titik sumber dan tujuan, serta jumlah dan kapasitas kendaraan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berharap dengan adanya model matematis permasalahan truk-sewa ini dapat membantu dan mempermudah perusahaan pihak ketiga untuk dapat melakukan alokasi kendaraan secara tepat dengan cara menyelesaikan model matematis yang sudah ada. Penulis sadar masih terdapat banyak kekurangan dalam pembuatan model matematis permasalahan VRP, penulis berharap dukungan ilmu dari peneliti lain dapat menyempurnakan dan mengembangkan penelitian ini agar menjadi

lebih baik dan dapat mewakili permasalahan VRP di kondisi nyata secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anily, S., & Bramel, J. (1999). Approximation algorithms for the capacitated traveling salesman problem with pickups and deliveries. *Naval Research Logistics*, 46.
- [2] Belle, J.V., Valckenaers, P., Berghe, G.V., & Cattrysse, D. (2013). A tabu search approach to the truck scheduling problem with multiple docks and time windows. *Journal of Computers & Industrial Engineering*, 66, 818-826.
- [3] Beraldi, P., Ghiani, G., Musmanno, R., & Vocaturo, F. (2010). Efficient neighborhood search for the probabilistic multi-vehicle pickup and delivery problem. *Asia-Pasific Journal of Operational Research*, 27, 301-314.
- [4] Berbeglia, G., Cordeau, J.F., & Laporte, G. (2010). Dynamic pickup and delivery problems. *European Journal of Operational Research*, 202, 8-15.
- [5] Blum, C., & Roli, A. (2003). Metaheuristics in combinatorial optimization: overview and conceptual comparison. *ACM Computing Surveys*, 35, 268-308.
- [6] Dantzig, G.B., & Ramser, J.H. (1959). The truck dispatching problem. *Journal of Management Science*, 6, 80-91.
- [7] Golden, B., Raghavan, S., & Wasil, E. (2008). *The vehicle routing problem: latest advances and new challenges*. USA: Springer.
- [8] Gribkovskaia, I., & Laporte, G. (2008). One-to-many-to-one single vehicle pickup and delivery problems. *Journal of Computer Science Interfaces*, 43, 359-377.
- [9] Hennig, F., et al. (2012). Maritime Crude Oil Transportation – A split pickup and split delivery problem. *European Journal of Operational Research*, 218, 764-774.
- [10] Louveaux, F., & Gonzales, J.J.S. (2009). On the one-commodity pickup-and-delivery traveling salesman problem with stochastic demands. *Journal of Math. Program A*, 119, 169-194.
- [11] Luong, B.T. (2011). One commodity pickup and delivery traveling salesman problem and an extension: formulations and algorithms. Purdue University West Lafayette, Indiana.
- [12] Martin, I.R., & Gonzales, J.J.S. (2012). A hybrid heuristic approach for the multi commodity one-to-one pickup-and-delivery traveling salesman problem. *Journal of Heuristics*, 18, 849-867.
- [13] Perez, H.H., Gonzales J.S. (2004). Heuristics for the one commodity pickup-and-delivery traveling salesman problem. *Journal of Transportation Science*, 38, 245-255.
- [14] Perez, H.H., & Gonzales J.S. (2007). The one-commodity pickup-and-delivery traveling salesman problem: Inequalities and algorithms. *Networks Forthcoming Paper #05-25*.
- [15] Taha, H.A. (2011). *Operatons research an introduction (9th ed.)*. Pearson:USA.
- [16] Thammapiromkukul, T., & Charnsethikul, P. (2001). A bi-criteria vehicles routing problem. Kasetsart University: Thailand.
- [17] Toth, P., & Vigo, D. (2002). *The Vehicle Routing Problem*. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics.
- [18] Yeun, L.C., Ismail, W.R., Omar, K., & Zirour, M. (2008). Vehicle routing problem: models and solutions. *Journal of Quality Measurement and Analysis*, 4, 205-218.

ANALISIS POTENSI BIOGAS SAMPAH ORGANIK PASAR INDUK KRAMAT JATI JAKARTA TIMUR (PILOT PROJECT)

Budiady¹, Bambang Cahyadi²

^{1,2}Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

Email: bambang.cahyadi@univpancasila.ac.id (korespondensi)

Abstract

The need of daily energy consumption is increasing while the availability of energy sources has decreased since the only source used today comes from fossil which is a non renewable energy. Going forward to meet the energy requirements an alternative energy source as one of them, biogas energy, is needed. Biogas is one of the alternative energy sources that can be produced from organic waste. The study was conducted in The Central Market of Kramatjati. The research objective was to determine the characteristics of the type of waste, know the growth rate of generated waste, create the digester to convert waste into methane gas, and determine the potential of gas that can be produced. Based on the collected data and the results, it shows that the contain of organic waste in The Central Market of Kramatjati has 56.25% of fruit and 43.75% of vegetables junk. The annual growth rate of fruits junk in 2017 reaches 31,847 m³. The process of making digester consists of three main phases, designing, manufacturing and testing. Based on data from 2016, there were 26,307.9 liters predicted methane gas using this digester and will increase around 19% to 31,306.4 liters in 2017.

Keywords: *Biogas, Digester, Energy, Organic Waste, Kramatjati*

Abstrak

Kebutuhan energi untuk kehidupan sehari-hari manusia saat ini makin meningkat sementara sumber energi yang tersedia saat ini mengalami penurunan mengingat sumber energi yang digunakan saat ini berasal dari fosil, yaitu sumber energi yang tidak dapat diperbaharui. Kedepannya untuk memenuhi kebutuhan energi tersebut dibutuhkan suatu sumber energi alternatif seperti salah satunya adalah energi biogas. Biogas adalah salah satu sumber energi alternatif yang dapat dihasilkan dari sampah organik. Penelitian dilakukan di Pasar Induk Kramatjati. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui karakteristik jenis sampah yang ada, mengetahui laju pertumbuhan sampah yang dihasilkan, membuat digester untuk mengolah sampah tersebut menjadi gas metan dan mengetahui potensi gas yang dapat dihasilkan. Berdasarkan data yang diperoleh dan hasil pengolahan didapatkan bahwa sampah organik yang ada di pasar induk kramatjati memiliki karakteristik 56,25 % adalah sampah buah sedangkan sayur-sayuran sebesar 43,75%. Laju pertumbuhan sampah untuk tahun 2017 untuk buahan-buahan sebanyak 31.847 m³ per tahun. Proses pembuatan digester terdiri dari tiga tahapan utama yaitu desain, pembuatan dan pengujian. Berdasarkan data 2016 dengan menggunakan alat digester terprediksi gas metan yang akan dihasilkan adalah sebesar 26.307,9 liter, sedangkan untuk tahun 2017 diramalkan gas yang dapat dihasilkan sebesar 31.306,4 liter, meningkat sekitar 19%.

Kata kunci: *Biogas, Digester, Energi, Sampah Organik, Kramatjati*

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan bahan bakar baik minyak maupun gas dari waktu ke waktu semakin meningkat sementara seiring berjalannya waktu harga minyak mentah dan gas mengalami kenaikan. Hal tersebut sangat membebani APBN mengingat untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar tersebut pemerintah harus mengimpor dari Negara luar. Meningkatnya konsumsi bahan bakar akan berdampak kepada cadangan minyak mentah dan gas yang tersedia oleh karena itu pemerintah melalui Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 5 tahun 2006 mendorong pemanfaatan energi alternatif sebagai sumber energi yang baru dan dianggap mampu menjadi pengganti sumber energi minyak yang ada saat ini.

Energi alternatif yang dianggap paling potensial untuk dikembangkan adalah Biogas^[2]. Biogas merupakan sumber energi alternatif yang dapat dibaharui (*renewable energy*) sehingga dapat membantu dalam mengatasi kebutuhan dan kelangkaan energi. Pemanfaatan biogas sebagai sumber energi alternatif juga dapat mengurangi masalah lingkungan, karena biogas menghasilkan gas metan (CH₄) dan gas karbondioksida yang jika tidak digunakan sebagai sumber energi justru menyebabkan efek pemanasan global^[2].

Biogas di produksi dengan menggunakan bahan-bahan organik, seperti kotoran hewan dan sampah organik^[7]. Keluaran biogas merupakan gas metan yang dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk pembakaran sebagai contoh gas yang dihasilkan dapat digunakan sebagai gas untuk kompor untuk proses memasak. Selain itu keunggulan dari biogas adalah bahan-bahan untuk membuat biogas dapat dengan mudah ditemukan dan dapat diperbaharui^[4].

Biogas dapat di produksi dengan fermentasi sampah organik, baik secara *autofermentation* atau diberikan bakteri untuk mempercepat proses fermentasi. Biogas selain untuk mengurangi jumlah sampah dan limbah dari usaha ternak, limbah dari pembuatan biogas ini dapat menjadi kompos atau pupuk yang dapat digunakan untuk menyuburkan tanaman. Sehingga pembuatan biogas ini adalah salah satu pengembangan energi alternatif yang terbaik untuk saat ini^[1].

Di daerah Jakarta, penghasil sampah organik terbesar adalah di Pasar Induk Kramatjati oleh karena itu penelitian ini

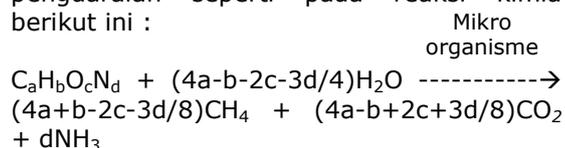
dilakukan di pasar tersebut dan pengujian masih dalam skala laboratorium. Tujuan yang ingin dicapai antara lain mengetahui karakteristik sampah organik yang dihasilkan, pembuatan dan pemanfaatan teknologi pengolahan limbah, mengetahui volume gas yang dapat dihasilkan berdasarkan data yang ada saat ini dan meramalkan laju pertumbuhan sampah serta jumlah biogas yang dapat dihasilkan pada tahun 2017.

TINJAUAN PUSTAKA

Potensi Biogas

Potensi Biogas adalah salah satu parameter yang akan diukur dari material sampah organik yang dihasilkan. Berdasarkan nilai ini yang dihitung teoritis yang berdasarkan pada reaksi kimia dari *anaerobic digestion* (reaktor). Rumus umum sampah (C_aH_bO_cN_d) tersebut yang dihitung nilai *volatile solid* (VS) dan komposisi karbohidrat, protein dan lemak sebagai kandungan utama yang terdapat dari sampah organik yang berasal dari pasar yakni : sayur mayur, dan buah-buahan. Reaksi kimia dapat ditulis sebagai berikut :
Sampah organik + H₂O + nutrisi + mikro-organisme → sel baru dari mikro-organisme + zat organik yang resisten + CO₂ + CH₄ + NH₃ + H₂S + panas.

Apabila terjadi degradasi (penguraian) maka zat-zat organik akan mengalami penguraian seperti pada reaksi kimia berikut ini :



Nilai Potensi Biogas dapat dihitung sebagai total dari gas metana (CH₄) dan gas karbon dioksida (CO₂) dibagi dengan nilai VS dari sampah tersebut^[2].

Biogas

Biogas terbentuk oleh campuran gas metana (CH₄), karbondioksida (CO₂) dan gas lainnya yang didapat dari hasil penguraian bahan organik (pada penelitian ini bahan organik berasal dari sampah buah-buahan) oleh bakteri metanogen. Untuk menghasilkan biogas, bahan organik yang dibutuhkan, ditampung dalam *biodigester*. Proses penguraian bahan organik terjadi secara *anaerob* (tanpa oksigen). Biogas terbentuk pada hari ke 4-5 sesudah *biodigester* terisi penuh dan mencapai

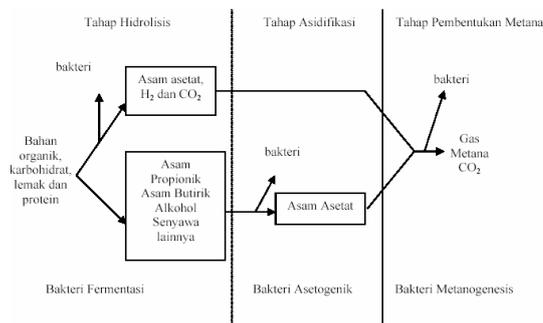
puncak pada hari ke 20-25. Biogas yang dihasilkan sebagian besar terdiri dari 50-70% metana (CH_4), 30-40% karbondioksida (CO_2) dan gas lainnya dalam jumlah kecil

Biogas dihasilkan apabila bahan-bahan organik terurai menjadi senyawa-senyawa pembentuknya dalam keadaan tanpa oksigen (*anaerob*). Fermentasi anaerobik ini biasa terjadi secara alami di tanah yang basah, seperti dasar danau dan di dalam tanah pada kedalaman tertentu. Proses fermentasi adalah penguraian bahan-bahan organik dengan bantuan mikroorganisme. Fermentasi *anaerob* dapat menghasilkan gas yang mengandung sedikitnya 50% metana [5].

Biogas juga mengandung uap air yang jumlahnya tergantung pada suhu udara. Apabila suhu udara naik kandungan uap air didalam biogas akan meningkat, begitu pula sebaliknya. Selain mengandung uap air, biogas juga mengandung hidrogen sulfida (H_2S) dan karbondioksida (CO_2). Gas H_2S yang besarnya tidak lebih dari 2 persen berasal dari pemecahan bahan organik substrat oleh mikroba. Gas CO_2 dapat mengganggu dalam proses pembakaran atau mengurangi daya bakar per satuan volume, sehingga perlu dihilangkan agar dapat meningkatkan nilai bakar biogas.

Proses pembentukan Biogas

Pembentukan Biogas melewati tiga tahapan, yaitu hidrolisis, pengasaman dan methanasi. Gambar proses pembentukan biogas dapat dilihat dalam gambar dibawah ini [3]



Gambar 1. Proses pembentukan biogas

Laju pembentukan biogas sangat terpengaruh oleh temperatur. Temperatur ini pula yang akan mempengaruhi kemampuan bakteri yang berada pada reaktor (digester). Bakteri *psychrophilic* 0-7°C. Bakteri *mesophilic* pada temperatur 13-40°C

sedangkan *thermophilic* pada temperatur 55-60°C.

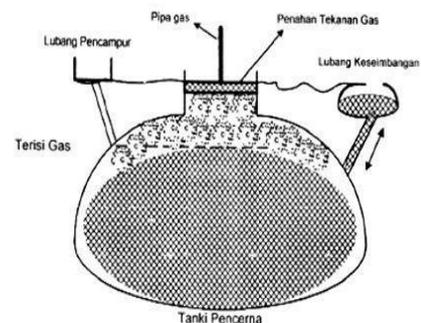
Temperatur yang optimal untuk digester adalah temperatur 30-35°C, kisaran temperatur ini mengkombinasikan kondisi terbaik untuk pembentukan bakteri dan produksi metan di dalam digester dengan lama proses yang pendek. Masa bahan yang sama akan dicerna dua kali lebih cepat pada 35°C dibanding pada 15°C dan menghasilkan hampir 15 kali lebih banyak gas pada waktu proses yang sama [6].

Reaktor Kubah Tetap (Fixed Dome)

Reaktor ini dibuat pertama kali di Cina sekitar tahun 1930-an, kemudian sejak saat itu reaktor ini berkembang dengan berbagai model. Reaktor ini memiliki dua bagian. Bagian pertama adalah digester sebagai tempat pencernaan material biogas dan sebagai rumah bagi bakteri, baik bakteri pembentuk asam maupun bakteri pembentuk gas metana.

Bagian ini dapat dibuat dengan kedalaman tertentu menggunakan batu, batubata atau beton. Strukturnya harus kuat karena menahan gas agar tidak terjadi kebocoran. Bagian kedua adalah kubah tetap (*fixed dome*). Dinamakan kubah tetap karena bentuknya menyerupai kubah dan bagian ini merupakan pengumpul gas yang tidak bergerak (*fixed*). Gas yang dihasilkan dari material organik pada digester akan mengalir dan disimpan di bagian kubah [1].

Kelebihan dari reaktor ini adalah biaya konstruksi lebih murah daripada menggunakan reaktor terapung karena tidak memiliki bagian bergerak yang menggunakan besi. Sedangkan kekurangan dari reaktor ini adalah seringnya terjadi kehilangan gas pada bagian kubah karena konstruksi tetapnya.



Gambar 2. Reaktor Kubah Tetap (*Fixed Dome*)

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Pasar Jaya Perusahaan Daerah Pasar Jaya Area 16, Pasar Kramat Jati Jakarta Timur pada bulan September 2016 – Januari 2017. Objek yang diteliti adalah sampah organik jenis buah-buahan.

Data pada penelitian bersumber dari data primer dan sekunder. Data primer diperoleh dari Manajer operasional pasar Kramat Jati meliputi jumlah dan jenis buah yang masuk ke pasar Kramat Jati dan Jumlah sampah yang diangkut untuk dibawa ketempat pembuangan sampah akhir Bantar Gebang Bekasi.

Sedangkan data sekunder diperoleh dengan cara melakukan *sampling* penimbangan terhadap sampah buah untuk masing-masing jenis buah yang ada

Teknik pengumpulan data yang dilakukan adalah berupa:

1. Studi pendahuluan yaitu kegiatan yang terdiri dari persiapan penelitian dan penelusuran pustaka yang terkait dengan objek penelitian berdasarkan buku referensi, jurnal/karya ilmiah, dan media elektronik seperti internet
2. Melakukan observasi, yaitu melakukan pengamatan secara langsung terhadap objek penelitian di tempat pembuangan sampah buah dengan cara wawancara terhadap pimpinan pasar dan petugas pengelola sampah.

Setelah data diperoleh selanjutnya akan diolah untuk mengetahui karakteristik (presentasi) sampah dari golongan sayur mayur dan buah-buahan, proses pembuatan teknologi pengolahan limbah, alat yang dihasilkan adalah digester yang memiliki kapasitas 200 liter (skala lab). Digester dibuat untuk proses terbentuknya gas metan. Sampah buah yang sudah dihancurkan menjadi seperti bubur dimasukkan ke dalam digester sedangkan didalam digester sudah dimasukkan bakteri, pertemuan bubur buah-buahan dan bakteri akan menentukan volume gas metan yang akan dihasilkan. Pada penelitian ini juga dilakukan peramalan terhadap laju pertumbuhan sampah buah untuk periode berikutnya, hal ini dilakukan agar jumlah gas metan yang dihasilkan dapat terprediksi dengan baik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik (presentase) sampah yang dihasilkan

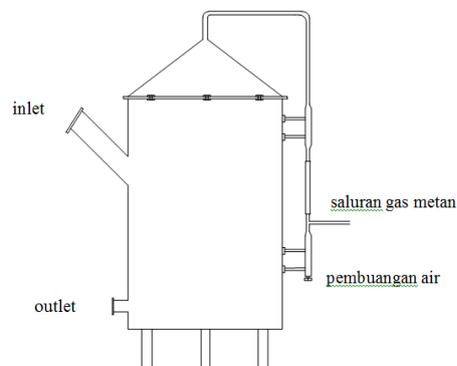
Dari data yang diperoleh, karakteristik sampah pasar induk Kramatjati adalah sebagai berikut : 56,25% dihasilkan dari buah-buahan dan 43,75% dihasilkan oleh sayur mayur. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa sampah buah-buahan lebih mendominasi dibandingkan dengan sampah sayuran mayur.

Teknologi pengolahan limbah

Untuk mengubah limbah sampah tersebut menjadi biogas dibutuhkan suatu teknologi yang tepat. Ada tiga proses yang akan dilalui oleh sampah tersebut, tahap pertama adalah penghancuran, penghalusan dan terakhir adalah fermentasi. Untuk proses penghancuran dan penghalusan dilakukan terpisah artinya menggunakan alat yang sudah tersedia sedangkan untuk proses fermentasi, karena alat tidak tersedia maka pada penelitian ini alat tersebut di rancang dan dibuat. Alat yang dirancang dan dibuat tersebut adalah digester. untuk membuat digester terdapat tiga proses yang dilalui yaitu :

1. Tahap Pendesainan Alat

Digester dibuat seluruhnya dari bahan stainless steel dengan kapasitas 200 liter. Pada digester ini terdapat satu saluran inlet untuk menjadi jalan masuk sampah buah yang sudah dihancurkan sebelumnya, satu lubang untuk outlet menjadi pembuangan hasil reaksi biogas, satu saluran pembuangan kandungan air dan satu saluran untuk mengalirkan gas metan yang dihasilkan untuk di teruskan ke alat-alat yang akan mengkonversi gas metan ke dalam bentuk energi yang lainnya. Desain alat dapat dilihat pada gambar di bawah ini



Gambar 3. Desain unit biodigester

2. Tahap Pembuatan Digester

Proses pembuatan digester terdiri dari 6 tahap pengerjaan. Tahap pertama adalah pengerjaan tangki pencerna, kedua pengerjaan inlet, ketiga pengerjaan outlet, keempat pengerjaan kubah tangki pencerna, kelima pengerjaan saluran-saluran gas metan dan air dan keenam pengerjaan kaki penyangga yang berfungsi sebagai dudukan digester. Secara keseluruhan material yang digunakan adalah stainless steel dan proses assembly menggunakan teknik pengelasan. Berikut ini adalah hasil dari proses pabrikasi digester



Gambar 4. Pabrikasi digester

3. Tahap Pengujian Digester

Pengujian dapat dilakukan dengan dua teknik, teknik yang pertama adalah memasukkan air yang bertekanan ke dalam digester dan teknik yang kedua adalah memasukkan gas yang bertekanan dengan tujuan untuk mengetahui apakah ada kebocoran dari alat yang sudah selesai di buat. Bila dari hasil pengujian didapatkan kebocoran maka proses repabrikasi akan dilakukan. Pada penelitian ini pengujian alat dilakukan dengan memasukkan gas bertekanan, hasil yang diperoleh dari tiga kali percobaan tidak didapatkan kebocoran pada digester, oleh karena itu proses repabrikasi tidak perlu dilakukan dan alat siap digunakan.

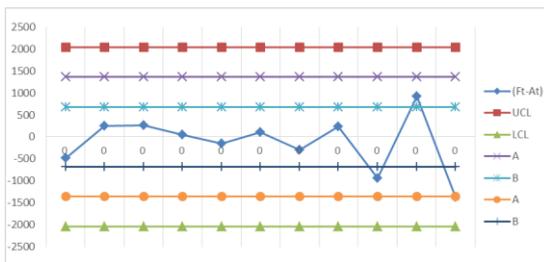
Jumlah gas metan yang dihasilkan tahun 2016

Berdasarkan hasil percobaan pada digester yang memiliki kapasitas 200 liter sampah buah yang sudah diubah menjadi bentuk bubur diperoleh densitas (ρ) buah-buahan 172 kg/m^3 , maka volume (V) sampah sama dengan massa sampah dibagi dengan densitas buah-buahan, untuk setiap ton limbah buah-buahan setara dengan $5,8 \text{ m}^3$. Dengan mengkonversi produksi buah-buahan setiap ton setara dengan $5,8 \text{ m}^3$, maka total produksi buah-buahan tahun 2016 sebesar 26.589 ton sama dengan 154.216 m^3 .

Hasil penelitian menunjukkan untuk 100 kg buah-buahan produksi gas (CH_4 , CO_2 , dan gas lainnya) $19.788,54 \text{ cm}^3$ yang setara dengan 19,78854 liter, sedangkan dalam komposisi tersebut gas metana yang dihasilkan dari hasil fermentasi pada tangki bio digester sekitar 50 persen maka untuk tahun 2016 produksi gas metan (CH_4) dari Pasar Induk Kramat Jati khusus limbah buah-buahan sebanyak 26.307,9 liter.

Peramalan laju pertumbuhan sampah di tahun 2017

Peramalan laju pertumbuhan sampah di tahun 2017 menggunakan metode time series, data yang menjadi acuan adalah data sampah pada tahun 2016 dan asumsi yang dijadikan acuan adalah jumlah *tenant*/pedagang dianggap sama.



Gambar 5. Ploting data sampah buah-buahan tahun 2016

Gambar di atas adalah hasil ploting data sampah buah tahun 2016, dari hasil plotting dapat dilihat bahwa jenis sebaran data adalah siklis, oleh karena itu metode yang dapat digunakan adalah Moving Average (MA), Double Moving Average (DMA), Weight Moving Average (WMA), Single Exponential Smoothing (SES) dan Double Exponential Smoothing (DES), metode mana yang akan dipilih nantinya akan bergantung kepada hasil perhitungan error dari masing-masing metode.

Dari hasil perhitungan seluruh metode peramalan, dipilih metode SES yang akan dijadikan acuan laju pertumbuhan sampah tahun 2017 hal ini disebabkan metode SES memiliki nilai error yang paling kecil dibandingkan metode lainnya yaitu sebesar 11,3%

Tabel 1. Rekapitulasi error masing-masing metode peramalan

No.	Model Peramalan	MAD	MSE	MFE	MAPE	MR Chart
1.	MA (n = 3)	285,22	155085,44	102,26	11,52%	Valid
2.	DMA (n = 3)	397,62	214993,32	167,78	16,53%	Valid
3.	WMA (n = 3)	302,16	165472,23	97,62	12,30%	Valid
4.	SES (n = 3)	278,60	149891,92	119,07	11,31%	Valid
5.	DES (n = 3)	99,27	229347,27	99,27	14,83%	Valid

(sumber: pengolahan data)

Dari hasil perhitungan peramalan dengan menggunakan metode SES diperoleh total sampah buah-buahan pada tahun 2017 adalah sebesar 31.847 m³.

Prediksi laju sampah tahun 2017 dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini

Tabel 2. Hasil peramalan metode SES

Januari	F13	2.654
Februari	F14	2.654
Maret	F15	2.654
April	F16	2.654
Mei	F17	2.654
Juni	F18	2.654
Juli	F19	2.654
Agustus	F20	2.654
September	F21	2.654
Oktober	F22	2.654
November	F23	2.654
Desember	F24	2.654
		31.847

(sumber: pengolahan data)

Prediksi jumlah gas metan yang dihasilkan tahun 2017

Berdasarkan hasil percobaan diperoleh densitas (ρ) buah-buahan 204,68 kg/m³, maka volume (V) sampah sama dengan massa sampah dibagi dengan densitas buah-buahan, untuk setiap ton limbah buah-buahan 6,9 m³. Dengan mengkonversi produksi buah-buahan setiap ton setara dengan 6,9 m³, maka total produksi buah-buahan tahun 2017 sebesar 31.847 ton sama dengan 183.517 m³.

Hasil penelitian menunjukkan untuk 100 kg buah-buahan produksi gas (CH₄, CO₂, dan gas lainnya) 23.548,36 cm³ yang setara dengan 23.548,36 liter, sedangkan dalam komposisi tersebut gas metana yang dihasilkan dari hasil fermentasi pada tangki bio digester sekitar 50 persen maka untuk tahun 2017 produksi gas metan (CH₄) dari Pasar Induk Kramat Jati khusus limbah buah-buahan sebanyak 31.306,4 liter.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data, diperoleh beberapa hal yang dapat disimpulkan diantaranya :

1. Karakteristik sampah pasar induk Kramatjati adalah sebagai berikut : 56,25% dihasilkan dari buah-buahan dan 43,75% dihasilkan oleh sayur mayur.
2. Tahap pembuatan digester terdiri dari tiga yaitu desain, pembuatan dan pengujian. Tahap pembuatan terdiri dari enam tahapan dan pengujian alat dilakukan tiga kali

3. Jumlah sampah buah di tahun 2016 bila diolah menggunakan digester terprediksi gas metan yang akan dihasilkan adalah sebesar 26.307,9 liter
4. Hasil peramalan diperoleh bahwa pada tahun 2017 jumlah sampah buah yang dihasilkan adalah sebanyak 31.847 m³. Gas metan yang dapat dihasilkan diprediksi sebesar 31.306,4 liter.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonimous, ARTI Biogas Plant : A Compact Digester for Producing Biogas From Food Waste ARTI, <http://www.arti-india.org/content/view/45/52> (diakses 7 Desember 2013).
- [2] D. Deublein, Steinhäuser, A., Biogas from Waste and Renewable Resources An Introduction, Weinheim : Wiley-VCH Verlag GmbH Co, KGaA, 2008.
- [3] G. Tchobanoglous, Theisen, H., and Vigil, S.A., Integrated Solid Waste Management Engineering Principles and Management Issues, Singapore : McGraw-Hill, Inc, 1993.
- [4] Kapdi, S.S., Vijay, V.K., Rajesh, S.K., and Prasa, R., Asian Journal on Energy and Environment, ISSN 1513 – 4121, 2006.
- [5] O. Nurrihadini, "Karakterisasi Sampah Buah Pasar Buah Gamping sebagai Bahan Baku Alternatif Produksi Biogas," Strata I, Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2009.
- [6] R. Millati, e.al, "Waste Refinery Program In Indonesia: Characterization of Waste Froma 'Gemah Ripah' Fruit Market As A Feedstock For Biogas Production ," presented at the Internatinal Symposium on Sustainable Energy and Environmental Protection, Yogyakarta, 2009.

PEDOMAN PENULISAN ARTIKEL JURNAL SISTEM INDUSTRI (JUDUL ARTIKEL, BOLD -14 POINT)

Nama Penulis Artikel, tanpa gelar akademik (bold – 11 point)
Nama lembaga tempat penulis bekerja disertai alamat dan e-mail (10 - point)

Abstrak (bold - 11 point)

Menulis abstrak dan format serta tata cara penulisan dan publikasi artikel pada penulisan jurnal SISTEM INDUSTRI, Fakultas Teknik Universitas Pancasila, berisi sekitar 150 – 200 kata. (italic, 10 point).

Kata kunci :,,..... (sekitar 5 kata)

Pendahuluan (Sub-judul, bold - 11 point)

Jurnal SISTEM INDUSTRI mempublikasi hasil penelitian dan telaah literatur di bidang Teknik Industri, diterbitkan oleh Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Pancasila Jakarta.

Petunjuk Penulisan Artikel (Sub-judul, bold - 11 point)

Artikel dapat ditulis dalam Bahasa Indonesia atau Bahasa Inggris, artikel dalam Bahasa Indonesia Abstrak ditulis dalam dua bahasa yakni bagian atas dalam Bahasa Indonesia dan kemudian dalam Bahasa Inggris, sedangkan artikel dalam Bahasa Inggris ditulis dalam bahasa Inggris saja.

Artikel ditulis dengan MS-Word, dalam spasi tunggal. Huruf yang digunakan (*fonts*) **Verdana** dengan ukuran yang sudah tertera diatas. Penulisan artikel bukan berbentuk laporan penelitian, dan merupakan transformasi laporan penelitian menjadi tulisan ilmiah.

TINJAUAN PUSTAKA

Second-Level Heading

Heading pada level kedua dituliskan dengan boldface italics dengan menggunakan huruf besar dan huruf kecil. Heading dituliskan rata kiri.

Third-Level Heading

Heading pada level ketiga mengikut style dari heading level kedua. Hindari penggunaan heading lebih dari tiga level.

Penulisan Referensi

Cara penulisan referensi dapat dilihat pada bagian Daftar Pustaka. Tipe referensi yang diizinkan hanya terdiri dari jurnal, prosiding, laporan penelitian dan buku teks.

Penulisan rujukan dilakukan dengan menuliskan nomor referensi dalam kurung [1,2]. Penulisan referensi diawal kalimat juga sama. Misalnya, Referensi [4] merupakan contoh rujukan laporan penelitian yang tidak publikasi.

Penilaian Manuscript (Sub-judul, bold – 11 point)

Artikel yang masuk akan dinilai oleh penyunting ahli (reviewer) dengan format yang telah ditetapkan oleh Dewan Penyunting. Hasil penilaian dari penyunting ahli akan menjadi pertimbangan oleh Dewan Penyunting atas kelayakan terbit, dan artikel yang tidak layak terbit akan dikembalikan untuk diperbaiki.

Jurnal SISTEM INDUSTRI terbit sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan minggu pertama April, dan Oktober sehingga penulis dapat menyesuaikan penyerahan artikel yang telah diperbaiki sebelum batas waktunya.

Simpulan (Sub-judul, bold – 11 point)

Template ini dibuat untuk memudahkan proses pencetakan jurnal. Kerjasama dan kesediaan penulis mengikuti acuan penulisan sangat diharapkan.

Membuat Sitasi Kepustakaan (Sub-judul, bold – 11 point)

Daftar kepustakaan hanya memuat kepustakaan yang terpublikasi (published references). Apabila ada referensi lain, *unpublished*, data, abstrak, tulisan di koran, tesis yang tergolong data sekunder tidak dicampurkan dalam daftar ke pustakaan (reference list). Apabila dianggap perlu, dapat ditulisi dalam kurung, atau pada *footnote* dalam teks saja dan periksa keaslian (originalitas) kepustakaan yang dipakai.

ISSN 1979-3758



9 771979 375826