

ISSN 1412 - 8810
Vol. XI, No. 2, 2012

JURNAL TEKNIK

Diterbitkan oleh
Fakultas Teknik
Universitas Jenderal Achmad Yani

JURNAL TEKNIK



Diterbitkan oleh
Fakultas Teknik
Universitas Jenderal Achmad Yani

JURNAL TEKNIK

Vol. XI, No. 2 2012

- Penanggung Jawab : Susanto Sambasari, ST., MT.
- Pemimpin Usaha : Ir. Febrianto Adi Nugroho, MM.
- Pemimpin Redaksi : Cucu Wahyudin, Spt., MT.
- Ketua Dewan Editor : Prof. Waspudo Martojo, Ir.
- Dewan Redaksi : Prof. Dr. Bambang Sutjiatmo
Prof. Dr. R. J. Widodo
Dr. Ing. Ir. Soepono Adi Dwiwanto
Sumarno, Ir., M.Sc., Ph.D.
Endang Padminingsih, Ir., M.Sc.
Dr. Ir. Oviyan Patra, M.Sc.
- Editor
(Redaksi Pelaksana) : Pawawoi, ST., MT.
Rinto Yusriski, ST., MT.
- Distribusi dan
Keseekretariat : Danang Kunjono, Drs.

Harga Langganan per Tahun

Instansi : Rp. 45.000,-
Pribadi : Rp. 40.000,-

Alamat Penyunting dan Tata Usaha

Fakultas Teknik Universitas Jenderal Ahmad Yani
Jl. Jend. Gatot Subroto (Samping PT. PINDAD)
Telp. (022) 7312741 ; Fax. (022) 7309433

E-mail : jurnaltek@gmail.com

No. Rek. Jurnal Teknik FT Unjani : BR1, 1107-01-001355-504

Jurnal Teknik - Diterbitkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jenderal Ahmad Yani
Frekuensi terbit Jurnal Teknik dalam satu volume sebanyak 2 nomor per tahun pada setiap
bulan : April dan November. Penerbitan perdana Volume 1 Pada Mei 2002

JURNAL TEKNIK

Vol. XI, No. 2 2012

Studi Komparasi Analisis Inelastis Dinamik Riwayat dan Stufik <i>Pushover</i> terhadap Kinerja Struktur Oleh : Yudi Herdiansah ¹ , Prima Sukma Yuana ²	1-11
Studi Banding Pemakaian Pasir Bekas dan Pasir Baru terhadap Karakteristik Cetakan Co.- Process Oleh : Pradoto Ambardi ¹ , Herna Mulyana ² , dan Moh. Adi Ganjar ³	12-18
Perancangan Sistem Informasi Dengan Pendekatan <i>Enterprise Resource Planning (ERP)</i> Sebagai Pendukung Keputusan Pada Penilaian Kinerja Pegawai Berbasis Kompetensi (Studi Kasus di Unit Kerja SDM Divisi Regional III PT. Telkom) Oleh : Zaenal Muttaqien ¹ , Sherly Rosarini ²	19-33
Usulan Strategi Bersaing Jasa Pengiriman Paket PT. POS Indonesia (Studi Kasus : UPT Usulan Strategi PT. POS Indonesia II Bandung) Oleh : Ferry Febriansyah ¹ , Paulus Yuniarto ² , Zaenal Muttaqien ³	34-44
Evaluasi Teknologi Sistem Informasi pada Bank Perkreditan Rakyat dengan Metode Teknometrik Oleh : Masi M Rasyid ¹ , R Rohmat S ² , Zaenal Muttaqien ³	45-55
Analisa Kekuatan Material Komposit Serat Bambu Terhadap Serat <i>Fiber Glass</i> Oleh : Martijanti, Adi Ganda Putra, Cecep Budiansyah	56-61
Sistem Layanan <i>Facsimile Store-Forward</i> Berbasis Teknologi TCP/IP Oleh : Bambang HSR Wibowo ¹ , Latifah ²	62-74
Analisis Operasional Zona Selamat Sekolah (ZoSS) SDN Cikadut Bandung Oleh : Ferry Rusgiyanto, Agus Juhara, Fitria Ariani, Wita Hanul.	75-88
Penerapan Balance Scorecard Sebagai Tolok Ukur Penilaian Kinerja Perusahaan (Studi Kasus PT. Taufik Jaya Teknik) Oleh : Dadang Arifin, Puri Puspa Indah ²	89-101
Disain dan Implementasi Hmi Sistem Proteksi Kebakaran di PT. Indonesia Power PLTP Gunung Salak Oleh : Yuda Bakti Zainal	102-108
Perencanaan Pengadaan Bahan Baku Produk Bola Sepak untuk Meminimalkan Biaya Persediaan Bahan Baku (Studi Kasus pada PT. Sinjaraga Santika Sport – Kadipaten) Oleh : Dony Susandi, Agus Alamsyah, Yuliani Dewi Rahayu	109-121
Optimalisasi Desain Battery Charger Untuk Aplikasi pada Sistem Pemabangkit Listrik Tenaga Surya Oleh : Taufik Hidayat	122-130

Studi Komparasi Analisis Inelastis Dinamik Riwayat Waktu dan Statik *Pushover* Terhadap Kinerja Struktur

Yudi Herdiansah¹, Prima Sukma Yuana²

Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknik – Universitas Jenderal Achmad Yani

Abstrak

Indonesia merupakan negara yang mempunyai potensi gempa aktif karena sebagian besar wilayahnya merupakan letak pertemuan lempeng tektonik. Oleh karena itu, perencanaan bangunan di Indonesia harus dibuat sedemikian rupa sehingga struktur tahan terhadap gempa. Tren terbaru perencanaan bangunan tahan gempa adalah perencanaan berbasis kinerja. Analisis yang digunakan adalah analisis dinamik riwayat waktu yang kemudian dibandingkan dengan analisis statik *pushover*. Analisis dinamik riwayat waktu menggunakan empat percepatan gempa yaitu Gempa El-Centro, Northridge, Kobe, dan Chi-chi yang kemudian respon spektrumnya disesuaikan dengan respon spektrum SNI 03-1726-2003. Parameter yang dihasilkan dari analisis ini adalah perpindahan maksimum. Hasil analisis menunjukkan besarnya perpindahan maksimum yang dihasilkan oleh analisis *time history* secara umum tidak melebihi target perpindahan dari analisis *pushover*, hanya ada penyimpangan pada struktur SRPMM dengan percepatan Gempa Northridge dimana perpindahan yang dihasilkan melebihi target perpindahan maksimum dari analisis *pushover*. Level kinerja struktur yang dihasilkan keduanya berada diantara IO-LS. Sesuai dengan level kinerja yang dihasilkan, analisis statik *pushover* cukup rasional dan dapat diandalkan untuk evaluasi perilaku seismik dan dapat menggantikan analisis dinamik nonlinier riwayat waktu dalam perencanaan berbasis kinerja.

Kata kunci:

Pushover, riwayat waktu, gempa, level kinerja, perencanaan, evaluasi perilaku seismik

1. Pendahuluan

Gempa merupakan fenomena alam yang terjadi dan tidak dapat dielakkan dari kehidupan manusia. Bencana gempa bumi selalu menimbulkan banyak korban jiwa dan juga harta benda. Namun bukan gempa buminya yang menyebabkan banyak korban melainkan oleh rusak dan runtuhnya bangunan buatan manusia.

Perencanaan struktur bangunan tahan gempa umumnya didasarkan pada analisis struktur elastis yang kemudian diberi faktor beban untuk mensimulasi kondisi ultimate (batas). Namun kenyataannya, perilaku keruntuhan bangunan saat terjadi gempa adalah inelastis. Oleh karena itu, evaluasi yang dapat memperkirakan kondisi inelastis struktur saat terjadi gempa, perlu mendapat jaminan bahwa kinerja bangunan akan memuaskan. Dalam perencanaan bangunan, struktur harus dibuat sedemikian rupa sehingga struktur memiliki kekuatan yang cukup dengan bobot yang ringan dan tingkat daktilitas yang baik sehingga mampu mendisipasi energi gempa yang terjadi.

Tren terbaru perencanaan bangunan tahan gempa saat ini adalah perencanaan berbasis kinerja. Konsep perencanaan berbasis kinerja adalah konsep yang menetapkan tingkat kinerja bangunan yang diharapkan dapat dicapai saat bangunan dilanda gempa dengan intensitas tertentu. Perilaku seismik struktur dievaluasi dengan evaluasi kinerja menggunakan analisis statik *pushover* dan analisis inelastis dinamik riwayat waktu (*inelastic dynamic time history analysis*).

2 Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan dalam penelitian ini antara lain:

1. Mengetahui perilaku inelastik model struktur rangka beton bertulang bertingkat yang direncanakan dengan SRPMM dan SRPMK.
2. Mengetahui hasil analisis statik *pushover* apakah dapat mewakili analisis dinamik nonlinier riwayat waktu dalam menggambarkan perilaku seismik struktur ketika mengalami gempa.

3 Tinjauan Pustaka

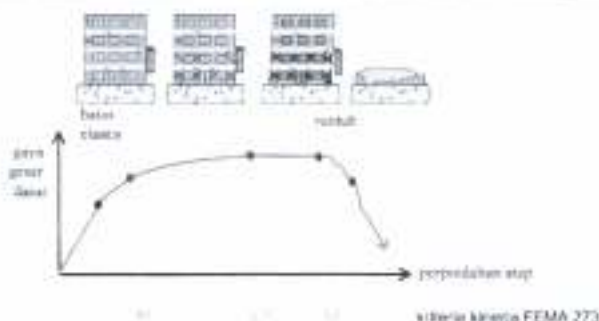
3.1 Konsep Kinerja Struktur Tahan Gempa

Performance based design adalah suatu konsep yang dalam perencanaan dan analisis seismik struktur bangunan, menetapkan berbagai kinerja struktur. Tingkat kinerja ini adalah tingkat kinerja bangunan yang diharapkan terjadi pada saat struktur dilanda gempa dengan tingkat intensitas tertentu. Tingkat kinerja ini merupakan suatu pilihan yang harus ditentukan oleh perencana struktur pada tahapan awal, dimana tingkat kinerja ini dapat dievaluasi dari beberapa kondisi batas. Kondisi batas ini bersifat fleksibel karena merupakan kesepakatan dari pihak perencana struktur dengan pihak pemilik bangunan. Sehingga pemilik bangunan dapat menentukan tujuan perencanaan dan resiko keselamatan, kesiapan pakai, dan kerugian harta benda yang mungkin terjadi akibat gempa yang akan datang.

Sasaran kinerja terdiri dari kejadian gempa rencana yang ditentukan dan taraf kerusakan yang diijinkan atau level kinerja dari bangunan terhadap kejadian gempa tersebut. Mengacu pada FEMA 273 (1997) yang menjadi acuan klasik bagi perencanaan berbasis kinerja maka kategori level kinerja struktur adalah:

Tabel 1 Kategori level kinerja

Level Kinerja	Penjelasan
O (<i>Operasional</i>)	Tidak ada kerusakan berarti pada struktur dan nonstruktur, bangunan tetap berfungsi.
IO (<i>Immediate Occupancy</i>)	Tidak ada kerusakan yang berarti pada struktur, dimana kekuatan dan kekakuannya kira-kira hampir sama dengan kondisi sebelum gempa. Komponen nonstruktur masih berada di tempatnya dan sebagian besar masih berfungsi. Bangunan dapat berfungsi dan tidak terganggu dengan masalah perbaikan.
LS (<i>Life Safety</i>)	Terjadi kerusakan elemen struktur, kekakuan berkurang, tetapi masih mempunyai ambang yang cukup terhadap keruntuhan. Komponen nonstruktur masih ada tetapi tidak berfungsi. Dapat dipakai lagi bila sudah dilakukan perbaikan.
IO (<i>Immediate Occupancy</i>)	Kerusakan yang berarti pada komponen struktur dan nonstruktur. Kekuatan dan kekakuan struktur berkurang banyak, hampir runtuh. Kecelakaan akibat kejatuhan material bangunan yang rusak sangat mungkin terjadi.



Gambar 1 Ilustrasi rekayasa gempa berbasis kinerja

3.2 Analisis Statik Pushover

Gambar tersebut menjelaskan secara kualitatif level kinerja FEMA 273 yang digambarkan dengan suatu kurva hubungan gaya-perpindahan yang menunjukkan perilaku struktur secara menyeluruh terhadap pembebanan lateral.

Agar dapat menggambarkan kinerja struktur diperlukan analisis inelastis terhadap struktur. Analisis tersebut dapat dilakukan dengan analisis statik *pushover* dan analisis nonlinier riwayat waktu (*nonlinear time history analysis*).

Analisis statik *pushover* adalah suatu analisis statik nonlinier dimana pengaruh gempa rencana terhadap struktur bangunan gedung dianggap sebagai beban-beban statik yang menangkap pada pusat massa masing-masing lantai, yang nilainya ditingkatkan secara berangsur-angsur sampai melampaui pembebanan yang menyebabkan terjadinya pelepasan (sendi plastis) pertama di dalam struktur bangunan gedung, kemudian dengan peningkatan beban lebih lanjut mengalami perubahan bentuk pasca elastis yang besar sampai mencapai kondisi plastis. Dari hasil analisis tersebut dapat diketahui nilai-nilai gaya geser dasar untuk perpindahan lantai atap tertentu. Nilai-nilai yang didapatkan tersebut kemudian dipetakan menjadi suatu kurva kapasitas dari struktur.

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

3.2.1 Target Perpindahan

Gaya dan deformasi setiap komponen/element dihitung terhadap "perpindahan tertentu" di titik kontrol yang disebut sebagai "target perpindahan" dengan notasi δ , dan dianggap sebagai perpindahan maksimum yang terjadi saat bangunan mengalami gempa rencana. Untuk mendapatkan perilaku struktur pasca keruntuhan maka perlu dibuat analisis *pushover* untuk membuat kurva hubungan gaya geser dasar dan perpindahan lateral titik kontrol sampai minimal 150% dari target perpindahan, δ . Permintaan membuat kurva *pushover* sampai minimal 150% target perpindahan adalah agar dapat dilihat perilaku bangunan yang melebihi kondisi rencananya.

3.2.2 Pola Beban Dorong

Distribusi gaya inersia yang berpengaruh saat gempa, akan bervariasi secara kompleks sepanjang tinggi bangunan. Oleh karena itu, analisis beban dorong statik memerlukan berbagai kombinasi pola distribusi yang berbeda untuk menangkap kondisi yang paling ekstrim untuk perencanaan.

Bentuk distribusi yang relatif sederhana disampaikan dalam gambar berikut:



Gambar 2 Variasi pola distribusi pembebanan lateral (FEMA 273)

3.3 Analisis *Time history*

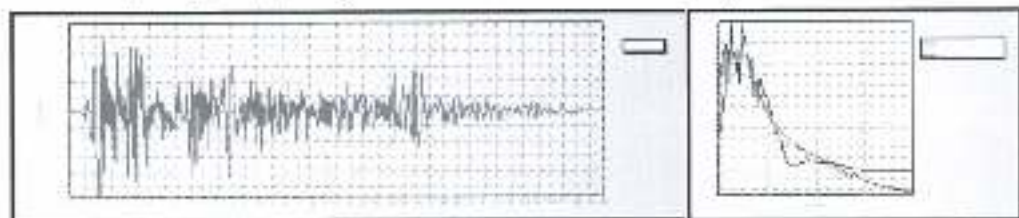
Dalam penelitian perilaku suatu struktur terhadap gempa diperlukan suatu gempa rencana yang dapat digunakan untuk melakukan analisis respons riwayat waktu. Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Rumah dan Gedung (Peraturan Gempa Indonesia) tidak memberikan gempa rencana, tetapi untuk perencanaan, selama belum tersedia hasil pencatatan gempa setempat yang memuaskan yang dapat digunakan untuk mendapatkan pembagian gaya geser tingkat yang representatif, peraturan gempa Indonesia menentukan penggunaan minimal empat riwayat percepatan gempa yang berbeda.

Percepatan gempa yang ditinjau dalam analisis respons dinamik linier dan nonlinier riwayat waktu, harus diambil dari rekaman gerakan tanah akibat gempa yang didapat di suatu lokasi yang mirip kondisi geologi, topografi dan seismotektoniknya dengan lokasi tempat struktur yang ditinjau berada. Salah satunya yang harus digunakan adalah akselerogram gempa *El-Centro* yang direkam pada tanggal 15 Mei 1940 di California.

3.3.1 Percepatan Gempa Rencana

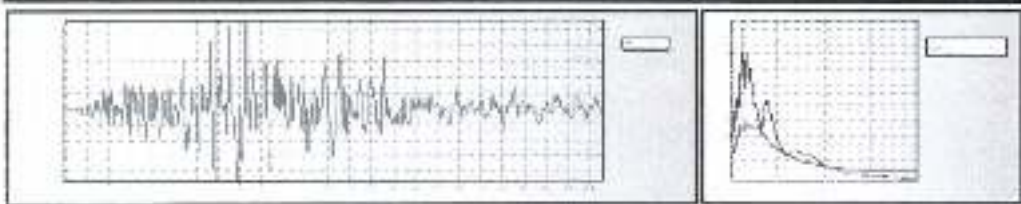
Percepatan gempa yang digunakan dalam kajian ini diperoleh dengan cara memodifikasi percepatan gempa asli sehingga spektrum responsnya sesuai dengan spektrum respons rencana dalam konsep SNI-03-1726-2003. Untuk memodifikasi percepatan gempa digunakan *software Seismo Match*. Percepatan gempa dari *software SeismoMatch* yang digunakan dalam kajian ini antara lain:

1. Gempa *El Centro* 1940, direkam pada 15 Mei 1940 di California, pada jarak 9 km dari pusat gempa, dengan durasi 13,98 detik. Skala gempa 6,4 Richter.



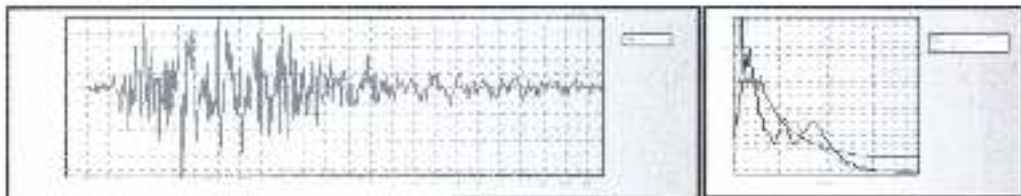
Gambar 3 Akselerogram gempa *El Centro* 1940

2. Gempa *Northridge* 1994, direkam pada 17 Januari 1994 di California, pada jarak 18 km dari pusat gempa. Skala gempa 6,7 Richter.



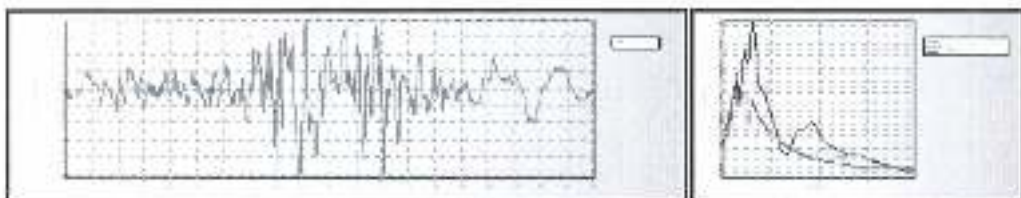
Gambar 3 Akselerogram gempa El Centro 1940

3. Gempa Kobe 1995, direkam pada 17 januari 1995 di Jepang. Skala gempa 8,9 Richter.



Gambar 5 Akselerogram gempa Kobe 1995

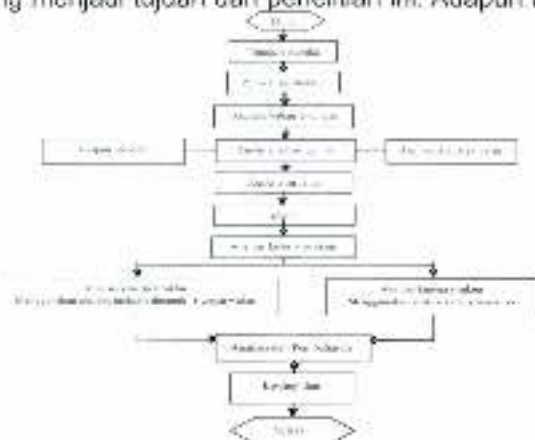
4. Gempa Chi-chi, direkam pada 21 september 1999 di Taiwan, pada jarak 15 km dari pusat gempa, dengan durasi 30 detik. Skala gempa 7,6 Richter.



Gambar 6 Akselerogram gempa Chi-chi 1999

4 Metodologi Penelitian

Dalam penyusunan penelitian ini, dibutuhkan langkah-langkah dan tahapan-tahapan pengerjaan yang sistematis dan terarah agar diperoleh hasil yang sesuai dengan apa yang menjadi tujuan dari penelitian ini. Adapun langkah-langkah kajian ini antara lain:



Gambar 7 Langkah-langkah penelitian

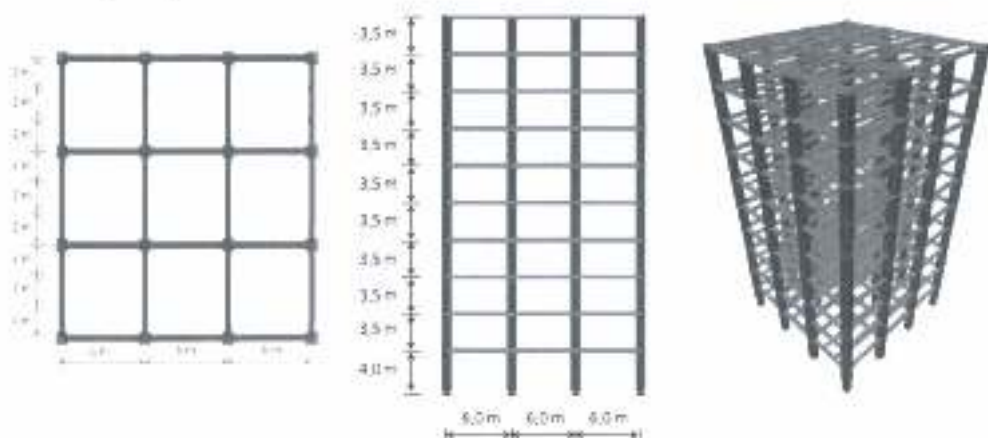
4.1 Pemodelan Struktur

Pemodelan struktur dalam kajian ini adalah struktur beton bertulang yang direncanakan dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) dan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Struktur gedung termasuk ke dalam kategori gedung beraturan menurut SNI 03-1726-2003 Pasal 4.3.1.

Adapun deskripsi gedung adalah sebagai berikut:

- | | | |
|--------------------------|---|--------------------|
| a. Fungsi gedung | : | Gedung perkantoran |
| b. Jenis struktur | : | Beton bertulang |
| c. Jumlah lantai | : | 10 lantai |
| d. Tinggi lantai dasar | : | 4 m |
| e. Tinggi lantai tipikal | : | 3,5 m |
| f. Lokasi | : | Wilayah 4 |
| g. Jenis tanah | : | Sedang |

Data model struktur dapat dilihat pada gambar dibawah ini, dimana setiap lantai memiliki *layout* tipikal.



Gambar 8 Model struktur

Data-data dari material yang digunakan adalah sebagai berikut:

- | | | |
|---|---|------------------------|
| a. Mutu beton (f_c') | : | 30 Mpa |
| b. Berat Jenis Beton (γ_c) | : | 24 KN/m ³ |
| c. Modulus Elastisitas (E) | : | 4700 $\sqrt{f_c'}$ Mpa |
| d. Tegangan leleh baja (lentur, f_y) | : | 400 Mpa |
| e. Tegangan leleh baja (geser, f_{yv}) | : | 240 MPa |

5 Analisis dan Pembahasan

5.1 Analisis Statik *Pushover*

Berikut diberikan rangkuman dari hasil perhitungan level kinerja untuk kedua sistem struktur:

Tabel 2 Hasil analisis *pushover* untuk pola segitiga (SRPMM)

	Pelelehan Pertama		Target Perpindahan		Kondisi Sendi Plastis
	Perpindahan (mm)	Gaya Geser (KN)	Perpindahan (mm)	Gaya Geser (KN)	
FEMA 356	43	1329,517	285.800	2148.282	IO - LS
ATC 40			244.896	2082.267	IO - LS
FEMA 440			259.808	2106.928	IO - LS

Tabel 3 Hasil analisis *pushover* untuk pola ragam tinggi (SRPMM)

	Pelelehan Pertama		Target Perpindahan		Kondisi Sendi Plastis
	Perpindahan (mm)	Gaya Geser (KN)	Perpindahan (mm)	Gaya Geser (KN)	
FEMA 356	62,5	2521.762	265.330	3649.589	IO - LS
ATC 40			177.706	3477.783	IO - LS
FEMA 440			241.210	3606.862	IO - LS

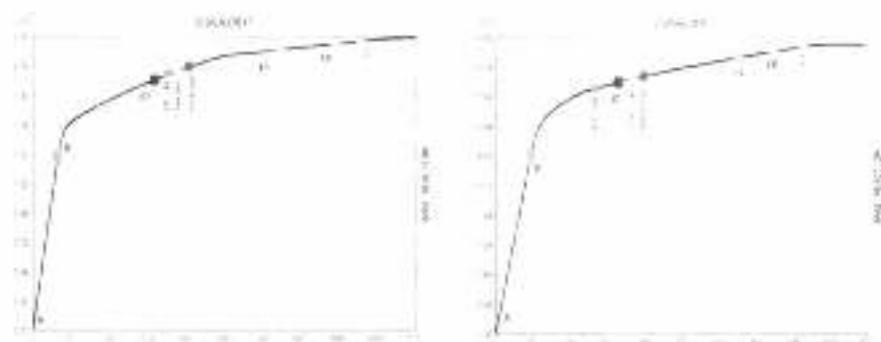
Tabel 4 Hasil analisis *pushover* untuk pola segitiga (SRPMK)

	Pelelehan Pertama		Target Perpindahan		Kondisi Sendi Plastis
	Perpindahan (mm)	Gaya Geser (KN)	Perpindahan (mm)	Gaya Geser (KN)	
FEMA 356	44,5	1375.769	285.800	2052.280	IO - LS
ATC 40			249.460	2020.476	IO - LS
FEMA 440			259.808	2034.955	IO - LS

Tabel 5 Hasil analisis *pushover* untuk pola ragam tinggi (SRPMK)

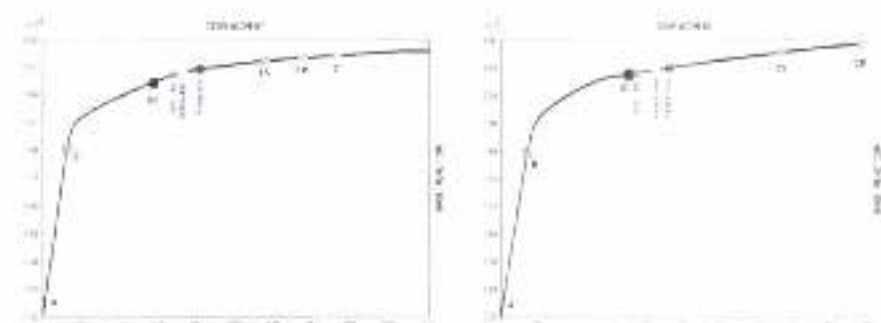
	Pelelehan Pertama		Target Perpindahan		Kondisi Sendi Plastis
	Perpindahan (mm)	Gaya Geser (KN)	Perpindahan (mm)	Gaya Geser (KN)	
FEMA 356	39	1573.579	265.330	2523.282	IO - LS
ATC 40			220.309	2477.511	IO - LS
FEMA 440			241.210	2498.760	IO - LS

Berdasarkan label analisis di atas, maka dapat diplot untuk masing-masing target perpindahan pada kurva *pushover* yang ditampilkan pada gambar 9 dan 10.



Gambar 9 Target perpindahan SRPMM

- kiri : pola segitiga
- kanan : pola ragam tinggi



Gambar 10 Target perpindahan SRPMK

- kiri : pola segitiga
- kanan : pola ragam tinggi

Berdasarkan gambar 9 dan 10 di atas, dapat dilihat bahwa analisis dengan metoda FEMA 356, FEMA 440, dan ATC-40 menghasilkan level kinerja yang sama yaitu IO – LS untuk kedua sistem struktur, kecuali untuk struktur SRPMM dengan metoda ATC-40 yang berada pada kondisi B – IO.

5.2 Analisis *Time History*

Tabel di bawah ini menunjukkan level kinerja struktur yang dihasilkan dari analisis *time history*.

Tabel 6 Daktilitas dan kondisi sendi plastis saat perpindahan maksimum

Tabel 6 Daktilitas dan kondisi sendi plastis saat perpindahan maksimum

GEMPA	SRPMM			KONDISI SENDI PLASTIS
	PERPINDAHAN (mm)		DAKTILITAS	
	δ_y	δ_m		
Chi-Chi	35.59350	256.18900	4.67002	B - IO
Northridge	30.29770	429.63700	14.14751	IO - LS
Kobe	41.25770	234.44420	5.79686	B - IO
El Centro	49.09000	117.35930	4.37790	IO - LS
	SRPMK			
	PERPINDAHAN (mm)		DAKTILITAS	
	δ_y	δ_m		
Chi-Chi	43.02590	290.65900	6.01201	B - IO
Northridge	27.09200	257.40430	9.44197	O - LS
El Centro	37.34000	164.30290	4.40243	B - IO
	26.03960	207.08820	7.55756	B - IO

Berdasarkan tabel di atas, dapat dilihat bahwa analisis *time history* menghasilkan level kinerja yang sama yaitu IO - LS untuk kedua sistem struktur.

5.3 Perbandingan Hasil Analisis Dinamik *Time History* dengan Statik *Pushover*

Dengan analisis riwayat waktu dapat dilihat apakah struktur gedung yang ditinjau sudah melampaui target perpindahan atau belum. Hasil analisis untuk masing-masing gempa riwayat waktu dan analisis *pushover* dibahas dalam subbab ini.

Tabel 7 memberikan nilai perpindahan maksimum dari analisis *time history* yang kemudian dibandingkan dengan target perpindahan dari analisis *pushover* pada struktur SRPMM.

Tabel 7 Perbandingan perpindahan analisis *pushover* dan *time history* (SRPMM)

Lantai	PUSHOVER		TIME HISTORY			
	Target Perpindahan (mm)		Perpindahan Maksimum (mm)			
	Pola segitiga	Pola ragam tinggi	El Centro	Kobe	Northridge	Chi-Chi
10	285.7845	285.7456	217.3900	234.4442	429.637	256.189
9	282.4607	283.6472	217.9174	215.2952	379.9507	243.669
8	272.8615	279.9104	219.9716	192.1228	329.5194	228.171
7	262.5349	269.5823	220.7416	164.7858	275.3171	207.245
6	250.5249	259.1415	173.8196	135.8958	213.9837	173.794
5	178.5355	218.7201	135.7901	100.9109	161.6186	143.612
4	133.596	177.782	95.5855	70.6157	117.0791	99.126
3	88.9294	131.111	61.5443	44.9513	77.4045	71.700
2	48.478	67.8582	32.5905	29.7316	43.2969	47.1042
1	16.695	36.71	11.1489	8.76	18.3908	16.117

Tabel 8 memberikan nilai perpindahan maksimum dari analisis *time history* yang kemudian dibandingkan dengan target perpindahan dari analisis *pushover* pada struktur SRPMK.

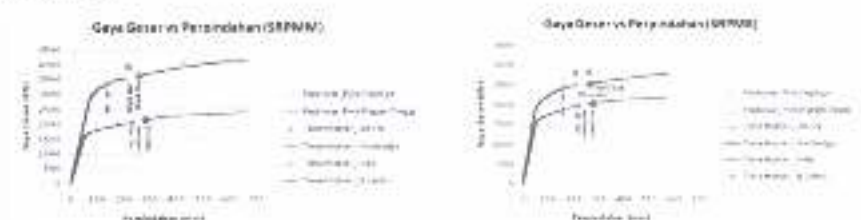
Tabel 8 Perbandingan perpindahan analisis *pushover* dan *time history* (SRPMK)

Lantai	PUSHOVER		TIME HISTORY			
	Target Perpindahan (mm)		Perpindahan Maksimum (mm)			
	Pola tiga-tiga	Pola regem tinggi	El Centro	Kobe	Northridge	Chi-Chi
10	250,77	296,261	207,5092	164,3028	257,9043	290,336
9	262,8164	263,6636	197,2647	156,3726	231,1737	250,108
8	273,7044	269,0121	181,5424	143,6744	206,0011	247,7526
7	264,4838	250,9716	157,5672	125,3028	170,7622	221,5497
6	223,2195	232,0759	128,3657	101,5814	146,4407	185,3177
5	101,9656	201,0949	97,2059	75,2356	114,8417	144,9421
4	97,43	167,3458	65,9728	53,85	63,5898	106,0795
3	137,005	119,2767	43,9391	34,7426	63,8168	71,411
2	51,9022	74,7459	23,5256	15,3038	25,4547	41,6461
1	19,5104	33,3597	8,409	5,709	9,6516	15,9765



Gambar 11 Kurva perbandingan perpindahan SRPMM (kiri) dan SRPMK (kanan)

Gambar 11 menunjukkan perbandingan hasil nilai gaya geser dasar vs perpindahan maksimum dari analisis beban dorong (*pushover analysis*) dan analisis riwayat waktu (*time history analysis*).



Gambar 12 Kurva perbandingan perpindahan

Berdasarkan kurva pada gambar 12, dapat disimpulkan bahwa analisis statik *pushover* dapat mewakili analisis dinamik nonlinier riwayat waktu. Namun ada penyimpangan dari hasil analisis struktur SRPMM dengan percepatan Gempa Northridge, dimana perpindahan maksimum yang dihasilkan melebihi target perpindahan dari analisis statik *pushover*. Hal ini diakibatkan oleh karakteristik percepatan Gempa Northridge yang berbeda dengan ketiga percepatan gempa lainnya.

Untuk percepatan Gempa El Centro, Kobe, dan Chi-Chi, perpindahan yang dihasilkan masih lebih kecil daripada perpindahan dengan analisis statik *pushover*. Ini menunjukkan bahwa analisis statik *pushover* cukup rasional dan dapat diandalkan untuk evaluasi perilaku seismik dan dapat menggantikan analisis dinamik nonlinier riwayat waktu dalam perencanaan berbasis kinerja.

6 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis *nonlinear time history* dan statik *pushover*, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. a. Perpindahan maksimum dari analisis *time history* pada struktur SRPMM adalah sebesar 428,637 mm akibat Gempa Northridge sedangkan struktur SRPMK menghasilkan perpindahan maksimum sebesar 260,539 mm yang diakibatkan oleh Gempa Chi-Chi.
b. Target perpindahan maksimum dari analisis statik *pushover* pada struktur SRPMM adalah sebesar 285,7845 mm dengan pola beban segitiga sedangkan struktur SRPMK menghasilkan target perpindahan sebesar 285,77 mm dengan pola beban segitiga.

Besarnya perpindahan maksimum yang dihasilkan oleh analisis *time history* secara umum tidak melebihi target perpindahan dari analisis statik *pushover*, hanya ada penyimpangan pada struktur SRPMM dengan percepatan Gempa Northridge dimana perpindahan yang dihasilkan melebihi target perpindahan maksimum dari analisis statik *pushover*.

2. Level kinerja struktur yang dihasilkan dari analisis *time history* maupun statik *pushover* sama-sama berada di antara *Immediate Occupancy* dan *Life Safety* (IO-LS). Sesuai dengan level kinerja yang dihasilkan, analisis statik *pushover* cukup rasional dan dapat diandalkan untuk evaluasi perilaku seismik dan dapat menggantikan analisis dinamik nonlinier riwayat waktu dalam perencanaan berbasis kinerja.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ali, D. *Verifikasi Strong Metodologi*. <http://www.lontar.ui.ac.id> (4 Januari 2012)
2. Dewobroto, W. *Evaluasi Kinerja Struktur Baja Tahan Gempa dengan Analisa Pushover*. <http://sipil-uph.tripod.com>. (4 Desember 2011)
3. Dh3too-kv. *Perlunya Beban Gempa Dalam Suatu Struktur*. <http://dh3too-kv.blogspot.com>. (4 Januari 2012)
4. Ginsar, I.M dan Lumantera, B. (TT). *Seismic Performance Evaluation Of Building With Pushover Analysis*. <http://portfolio.petra.ac.id>. (4 Januari 2012)
5. Wibowo., Purwanto, E., Yanto, D. *Menentukan Level Kinerja Struktur Beton Bertulang Pasca Gempa*. Media Teknik Sipil, X (1), 49 - 54. (2010)

Studi Banding Pemakaian Pasir Bekas dan Pasir Baru terhadap Karakteristik Cetakan CO₂- Process

Pradoto Ambardi¹⁾, Herna Mulyana²⁾, dan Moh. Adi Ganjar³⁾

- (1¹⁾) Dosen tetap Jurusan Teknik Metalurgi UNJANI
(2²⁾) Dosen tetap Jurusan Teknik Metalurgi UNJANI
(3³⁾) Alumni Teknik Metalurgi UNJANI Angkatan 2008

Abstrak

Didalam Industri pengecoran logam, pasir cetakan CO₂-process hanya digunakan untuk sekali pakai. Hal tersebut menyebabkan jumlah pasir bekas menjadi sangat banyak dan akan mencemari lingkungan. Untuk mengatasi masalah tersebut perlu diupayakan adanya proses reklamasi terhadap pasir bekas cetakan CO₂. Oleh karena itu pada kesempatan ini dilakukan penelitian pendahuluan untuk mengetahui karakteristik cetakan cetakan CO₂ yang menggunakan pasir bekas dan pasir baru dengan variasi jumlah bahan pengikat sebanyak 3, 4, dan 5% dari berat pasir.

Pemukaan cetakan yang dihasilkan dari pemakaian pasir bekas juga terlihat lebih kasar dibandingkan dengan pasir baru karena ukuran rata-rata butir pasir bekas (0,4 mm) lebih besar dibandingkan dengan pasir baru (0,27 mm). Peningkatan kandungan waterglass menyebabkan kekuatan cetakan pasir bekas maupun pasir baru meringkat, tetapi permeabilitas cetakan menjadi turun. Permeabilitas dan kekuatan tekan yang dihasilkan dari pemakaian pasir bekas jauh lebih rendah jika dibandingkan dengan pasir baru.

Kata Kunci : Cetakan CO₂, waterglass, permeabilitas, jembatan ikat

1.1. Pendahuluan

Pembuatan cetakan CO₂ - process yang termasuk dalam *sodium silicate process* telah lama digunakan dalam industri pengecoran logam, khususnya untuk pembuatan inti. Keuntungan dari proses tersebut antara lain adalah tidak menghasilkan gas atau uap sehingga tidak berbahaya, cocok digunakan untuk produksi massal, bahan pengikat yang digunakan tidak berbau serta tidak mudah terbakar, dan dapat digunakan untuk semua jenis pasir.

Pengerasan pada cetakan CO₂-process terjadi akibat reaksi antara sodium silikat yang berfungsi sebagai bahan pengikat dengan gas CO₂ untuk membentuk silika gel di permukaan butiran pasir. Lapisan bahan pengikat tersebut tidak mudah terbakar atau terdekomposisi pada saat dilakukan penuangan logam cair, bahkan membentuk lapisan sodium silicate gel yang menyebabkan daya ikat antar butir pasir menjadi sangat kuat.

Pembuatan cetakan CO_2 - process yang termasuk dalam *sodium silicate process* telah lama digunakan dalam industri pengecoran logam, khususnya untuk pembuatan inti. Keuntungan dari proses tersebut antara lain adalah tidak menghasilkan gas atau uap sehingga tidak berbahaya, cocok digunakan untuk produksi massal, bahan pengikat yang digunakan tidak berbau serta tidak mudah terbakar, dan dapat digunakan untuk semua jenis pasir.

Pengerasan pada cetakan CO_2 -process terjadi akibat reaksi antara sodium silikat yang berfungsi sebagai bahan pengikat dengan gas CO_2 untuk membentuk silika gel di permukaan butiran pasir. Lapisan bahan pengikat tersebut tidak mudah terbakar atau terdekomposisi pada saat dilakukan penuangan logam cair, bahkan membentuk lapisan sodium silikate gel yang menyebabkan daya ikat antar butir pasir menjadi sangat kuat.

Hal ini menyebabkan mampu ambruk cetakan menjadi rendah dan pasir bekas cetakan CO_2 -process menjadi sulit untuk direklamasi atau digunakan kembali menjadi cetakan. Kondisi tersebut menyebabkan biaya produksi untuk pembuatan suatu produk menjadi cukup tinggi dan akan mencemari lingkungan karena pasir hanya digunakan untuk sekali pakai.

Untuk mengungkap penyebab tidak digunakannya lagi pasir bekas sebagai cetakan maka perlu dilakukan kajian mengenai karakteristik cetakan yang dihasilkan dari pemakaian kembali (*reusing*) pasir bekas cetakan tersebut.

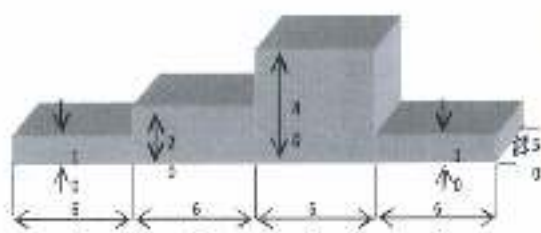
Penelitian ini bertujuan untuk memahami karakteristik pasir bekas dan cetakan CO_2 -process. Dalam hal ini pemahaman lebih difokuskan pada karakteristik cetakan baik yang menggunakan pasir baru maupun yang menggunakan pasir bekas disertai dengan tinjauan mengenai mekanisme ikatan butir pasir yang terjadi.

Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai dasar pemikiran akan perlunya reklamasi terhadap limbah pasir bekas cetakan CO_2 -process serta menentukan metode yang sesuai untuk melakukan reklamasi sehingga dapat mengurangi limbah industri pengecoran logam dan memberikan nilai efisiensi yang cukup tinggi untuk menghasilkan suatu produk cor.

2. METODE PENELITIAN

Pasir bekas yang dimaksud dalam penelitian ini adalah pasir bekas cetakan CO_2 -process. Pembuatan cetakan CO_2 baik yang menggunakan pasir baru maupun pasir bekas dilakukan dengan memvariasikan jumlah bahan pengikat (*waterglass* yang memiliki modulus 2,5) sebanyak 3%, 4%, dan 5% kemudian diaduk dengan mixer selama 10 menit. Pengerasan cetakan dilakukan melalui peniupan gas CO_2 dengan tekanan 1,2 kg/cm^2 .

Bentuk dan dimensi pola yang digunakan untuk pembuatan cetakan dapat dilihat dalam Gambar 1. Pola memiliki beberapa bagian dengan dimensi yang berbeda-beda sehingga memungkinkan untuk mengetahui perbedaan karakteristik cetakan yang dibuat dari pasir baru dan pasir bekas terhadap kualitas produk cor yang dihasilkan.



(a) Bentuk dan dimensi plat yang digunakan.



(b) Rangkaian sistem saluran untuk menghasilkan produk cor.

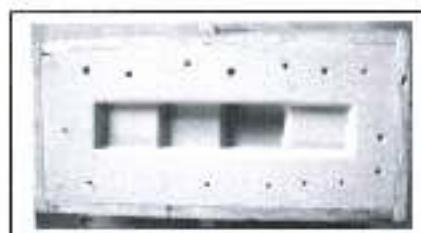
Pengujian permeabilitas pasir cetak dan kekuatan tekan basah cetakan dilakukan sebanyak tiga kali untuk semua spesimen yang kemudian diambil nilai rata-ratanya. Spesimen uji kedua pengujian tersebut berbentuk silinder pejal ukuran 50 mm x 50 mm yang dihasilkan dari mesin *sand ramming* dengan jumlah pemadatan sebanyak 5 kali.

Pengujian besar butir pasir dilakukan untuk mengetahui ukuran butir rata-rata (Average grain size) AGS dari pasir baru maupun pasir bekas yang digunakan untuk pembuatan cetakan. Pengujian tersebut disesuaikan dengan standard DIN-4188 menggunakan *Ro-Tap Sieve Shaker machine*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Visualisasi Cetakan

Permukaan cetakan *CO₂-process* seperti yang tampak dalam Gambar 2, memperlihatkan bahwa cetakan yang menggunakan pasir bekas memiliki permukaan yang lebih kasar dibandingkan dengan yang menggunakan pasir baru. Hal ini disebabkan karena besar butir rata-rata pasir bekas (0,4 mm) lebih besar dibandingkan dengan pasir baru (0,27 mm).



(a)



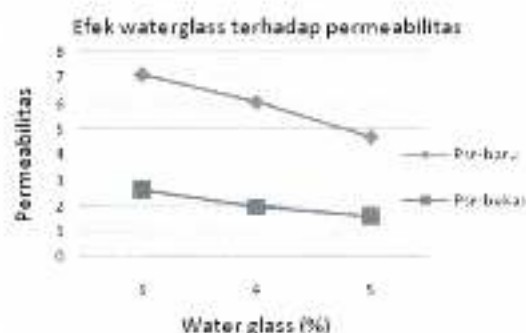
(b)

Gambar 2. (a) Permukaan cetakan *CO₂-process* yang menggunakan pasir baru.
(b) Permukaan cetakan yang menggunakan pasir bekas

Meningkatnya ukuran butir rata-rata pasir (*Average Grain Size, AGS*) setelah digunakan sebagai cetakan disebabkan oleh adanya lapisan silika gel yang terbentuk pada pasir tersebut yang berasal dari reaksi antara *waterglass* dengan gas CO_2 pada saat pembuatan cetakan. Pemakaian ulang pasir bekas secara langsung sebagai cetakan tanpa reklamasi atau pencucian menyebabkan lapisan silika gel tidak dapat terlepas dari butiran pasir sehingga ukuran butir rata-rata pasir menjadi lebih besar.

3.2. Permeabilitas Pasir Cetak

Permeabilitas pasir cetak dapat diartikan sebagai kemampuan pasir cetak untuk dilalui oleh gas/udara. Selain dari bentuk pasir, besar butir pasir dan jumlah pemadatan, permeabilitas pasir juga dipengaruhi oleh jumlah bahan pengikat yang diberikan pada saat pembuatan cetakan. Gambar 3. memperlihatkan penurunan angka permeabilitas pasir cetak yang cukup signifikan akibat meningkatnya jumlah *waterglass*. Penurunan angka permeabilitas ini disebabkan karena *waterglass* selain melapisi permukaan butir pasir, juga mengisi ruang antara butir pasir. Hal ini berakibat semakin banyaknya *waterglass* yang diberikan, rongga antar butir pasir semakin tertutup sehingga permeabilitas menjadi turun.



Gambar 3.
Pengaruh kandungan *waterglass* terhadap permeabilitas pasir cetak baru dan bekas pada cetakan CO_2 -process bekas.

Pada kandungan *waterglass* yang sama, permeabilitas cetakan yang menggunakan pasir bekas jauh lebih rendah dibandingkan dengan pasir baru. Hal ini terjadi karena jika diakumulasikan jumlah total *waterglass* yang terkandung dalam pasir bekas menjadi lebih besar dibandingkan dengan pasir baru. Selain itu, sifat higroskopis (mudah menyerap air) dari silika gel yang telah terbentuk pada pasir bekas memungkinkan kandungan air pada pasir tersebut menjadi jauh lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan air yang ada dalam pasir baru.

Hubungan kadar air dan permeabilitas pasir cetak untuk komposisi bahan pengikat tertentu pada awalnya berangsur-angsur akan meningkatkan permeabilitas sampai titik maksimum dan selanjutnya akan menurunkan permeabilitas. Titik maksimum terjadi ketika butir-butir pasir dilapisi oleh *waterglass* pada ketebalan tertentu. Kelebihan kadar air menyebabkan viskositas bahan pengikat menjadi lebih rendah sehingga lebih mudah melapisi butir pasir dan mengisi rongga antar butir pasir. Hal ini mengakibatkan permeabilitas cetakan menjadi rendah.

3.3. Kekuatan Tekan Pasir Cetak.

Kekuatan pasir cetak sangat dipengaruhi oleh jumlah bahan pengikat yang diberikan. Pada cetakan CO₂-process, waterglass berfungsi sebagai bahan pengikat dan dari Gambar 4 terlihat bahwa peningkatan jumlah waterglass pada pasir baru menyebabkan kekuatan pasir cetak meningkat. Kekuatan ikat antar butir pasir tersebut sangat dipengaruhi oleh gaya kohesi dari jembatan ikat (bonding-bridges) dan gaya adhesi di dalam rangkaian waterglass-permukaan butir pasir silika. Untuk menghasilkan gaya adhesi yang baik maka distribusi waterglass pada permukaan pasir harus merata dan ini akan lebih mudah dihasilkan jika cairan waterglass memiliki viskositas yang rendah, antar butir pasir. Hal ini mengakibatkan permeabilitas cetakan menjadi rendah.

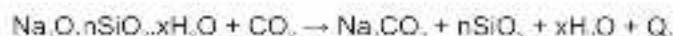


Gambar 4. Pengaruh kandungan waterglass terhadap Kekuatan tekanan pasir cetak baru dan bekas pada cairan CO₂-process.

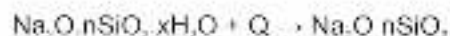
Walaupun viskositas *waterglass* dengan modul 2,0 sampai 2.5 tidak mengalami perubahan yang signifikan pada temperatur 10 – 50 °C tetapi pada temperatur yang lebih tinggi, mampu kebasahan (*wettability*) *waterglass* pada permukaan butir pasir menjadi buruk⁽¹⁾. Oleh karena itu masalah distribusi yang lepat dari *waterglass* pada permukaan butir pasir serta ikatan yang terjadi antara butir pasir dengan *waterglass* perlu diperlombangkan lagi pada temperatur di atas 50 °C.

Peningkatan *waterglass* dari 3% sampai 5 % pada cetakan pasir baru menyebabkan lapisan *waterglass* pada permukaan pasir semakin merata sehingga baik gaya kohesi maupun adhesi yang terjadi pada cetakan akan semakin kuat. Hal tersebut menyebabkan kekuatan tekan pasir cetak meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah *waterglass* yang diberikan.

Gambar 4, juga memperlihatkan kekuatan tekan pasir cetak bekas yang jauh lebih rendah bila dibandingkan dengan pasir baru. Hal ini terjadi karena pada saat peniupan gas CO₂ ke cetakan, terjadi reaksi antara *waterglass* dengan CO₂ untuk membentuk silika gel.



Menurut M. Stachowicz, et.al, pemanasan pada temperatur 110°C (*traditional dryer*) selama 120 menit menyebabkan terjadinya reaksi dehidrasi pada pasir cetak.



Dimana n dan x merupakan koefisien stokiometri.

Kondisi tersebut sebenarnya mirip dengan yang dialami oleh pasir bekas karena pasir bekas yang digunakan kembali sebagai cetakan adalah pasir yang tidak mengeras dan berada pada jarak minimal 3 cm dari permukaan produk. Temperatur maksimum yang dialami pasir bekas dalam penelitian ini kurang lebih 150°C sehingga proses dehidrasi pasir sangat mungkin terjadi.

Tahapan-tahapan proses yang dialami pasir cetak dari reaksi pembentukan silika gel, dehidrasi, pembongkaran, bahkan sampai dengan penyerapan kembali uap air ke dalam cetakan (setelah cetakan mendingin) sangat memungkinkan untuk memberikan kontribusi pada pembentukan retakan di daerah jembatan ikat. Gambar 5. dan 6. memperlihatkan adanya pengelupasan bahan pengikat dan retakan yang cukup banyak di daerah jembatan ikat, baik yang bersifat adhesi (retakan antara butir pasir dengan *waterglass* yang telah mengeras) maupun kohesi (retakan yang terjadi diantara silika gel).

Retakan-retakan tersebut ada yang bersifat dangkal (hanya terjadi pada permukaan saja) tetapi ada juga yang menembus kedalam jembatan ikat dan menjalar sepanjang ikatan butir pasir. Retakan yang lain juga terlihat pada daerah yang memiliki konsentrasi *waterglass* tidak teratur dan juga pada lubang di permukaan butir pasir.



Gambar 5.

Retakan dan lubang di jembatan ikat yang terjadi karena dehidrasi dan penyusutan bahan pengikat pada cetakan CO₂-process.



Gambar 6.

Retakan pada lapisan silika gel di daerah jembatan ikat hasil cetakan CO₂-process.

Penambahan kembali *waterglass* pada pasir bekas untuk pembuatan cetakan, tidak memungkinkan *waterglass* tersebut mengisi ruang yang ditimbulkan oleh retakan, mengingat viskositas *waterglass* yang digunakan relatif tinggi. Keadaan tersebut menyebabkan cetakan yang dibuat dari pasir bekas akan masih banyak mengandung retakan sehingga kekuatan cetakan pasir bekas menjadi jauh lebih rendah dari pada pasir baru.

4. KESIMPULAN

1. Angka kehalusan butir rata-rata pasir baru (0,27 mm) lebih kecil dibandingkan dengan pasir bekas (0,4 mm).
2. Pemakaian pasir bekas akan menghasilkan kontur permukaan cetakan CO₂-process menjadi kasar.
3. Peningkatan bahan pengikat *waterglass* dari 3 % - 5% menyebabkan permeabilitas cetakan menurun dan kekuatan tekan pasir cetak meningkat.
4. Untuk kandungan *waterglass* yang sama, permeabilitas dan kekuatan cetakan pasir bekas jauh lebih rendah dibandingkan dengan pasir baru.

DAFTAR PUSTAKA

1. Subrata Chakrabarti, "CO2-Silicate molding process", ppt.,
2. K.C. Ng, H.T. Chua, C.Y. Chung, C.H. Loke, T. Kashiwagi, A. Akisawa, & B.B. Saha, "Experimental investigation of the silica gel – water adsorption isotherm characteristics. Applied thermal engineering, pergamon., 2001.
3. M. Stachowicz, K. Granat, D. Nowak, & K. Haimann, "Effect of hardening methods of moulding sands with water glass on structure of bonding bridges", Archives of foundry engineering-Volume 10., 2010
4. Foresco., "Silicate bonded molding sand".,

Perancangan Sistem Informasi dengan Pendekatan *Enterprise Resource Planning (ERP)* Sebagai Pendukung Keputusan Pada Penilaian Kinerja Pegawai Berbasis Kompetensi (Studi Kasus di Unit Kerja SDM Divisi Regional III PT. Telkom)

Zaenal Muttaqien¹, Sherly Rosarini²

¹ Staf Pengajar Jurusan TI – Univ. Jend. Achmad Yani (UNJANI) Bandung

² Alumnus Jurusan TI – Univ. Jend. Achmad Yani (UNJANI) Bandung
e-mail : zamu_taq@yahoo.com

Abstrak

Divisi Regional III (DIVRE III) PT. TELKOM merupakan perusahaan yang mempunyai misi menjamin semua pelanggannya memperoleh layanan terbaik dalam bentuk kemudahan, kualitas produk maupun jaringan disertai harga yang kompetitif. Maka peranan Sumber Daya Manusia (SDM) sangat penting. SDM yang terkait harus memiliki kompetensi kinerja yang tinggi agar mampu menyesuaikan dengan misi yang ada pada Divre III.

Kompetensi pegawai dapat disesuaikan dengan kondisi kerjanya, dengan memberikan penilaian yang dilakukan oleh atasan, rekan sejawat dan bawahan (penilaian kompetensi dengan 360). Setelah melakukan penilaian maka, manager dapat melakukan tindakan pengambilan keputusan berupa pelatihan. Agar dapat secara produktif dan profesional dalam melaksanakan tugas/pekerjaan yang sedang dijabatnya, sehingga dibutuhkan sistem informasi yang dapat digunakan secara efektif dan efisien karena terdapat beberapa elemen/fungsi bisnis yang harus terintegrasi secara praktis/efisien.

Pada penelitian ini digunakan metode *Enterprise Resource Planning (ERP)* sebagai konsep yang dapat mengintegrasikan beberapa elemen yang terdapat dalam suatu sistem ke dalam sebuah *data base* tunggal yang dalam hal ini peneliti akan mengimplementasikannya pada bidang jasa telekomunikasi khusus untuk melakukan penilaian kompetensi sumber daya manusia dengan studi kasus di Unit Kerja SDM Divisi Regional III PT. Telkom.

Adapun output penelitian ini menghasilkan rancangan sistem informasi yang terintegrasi pada sistem kajian unit SDM DIVRE III PT.Telkom untuk sistem pendukung keputusan atau *Decision Support System (DSS)* pada penilaian kinerja pegawai dengan basis kompetensi yang pada akhirnya dinyatakan dalam ukuran nilai *Gap* dengan pengklasifikasian sebagai berikut :

- **Mutasi** dengan nilai $Gap < -1,2$
- **Bertahan** dengan nilai $-1,2 \leq Gap < -0,4$
- **Training I** dengan nilai $-0,4 \leq Gap < +0,4$
- **Training II** dengan nilai $+0,4 \leq Gap < 1,2$. Artinya, tahap ini dilakukan untuk penyempurnaan kompetensi.
- **Dipromosikan** dengan nilai $'Gap' \geq +1,2$ K1. Artinya pegawai memperoleh kesempatan untuk dipromosikan agar dapat memperoleh kenaikan pangkat.

Kata kunci : *Enterprise Resource Planning, Data Base, Gap*

1. Pendahuluan

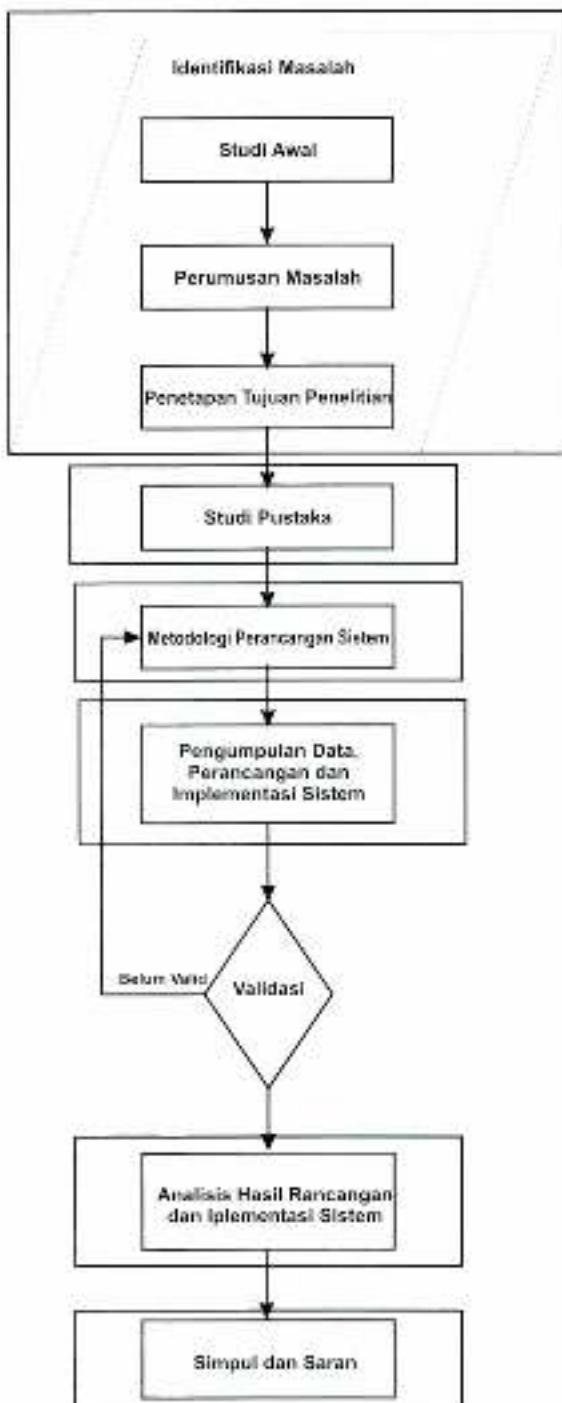
Pendekatan Sumber Daya Manusia (SDM) menekankan bahwa tujuan dan pembangunan adalah memanfaatkan tenaga kerja sebanyak mungkin dalam kegiatan yang produktif. Salah satu konsekuensi dalam penggunaan pendekatan SDM adalah pengembangan manusia. Perusahaan sebagai suatu entitas bisnis harus melakukan peningkatan mutu sumber daya manusianya agar mampu mencapai tujuan dan mampu bersaing dengan perusahaan-perusahaan yang sejenis. Demikian juga dengan PT. Telkom, yang harus senantiasa melakukan upaya dan program peningkatan mutu SDM di lingkungannya yang pelaksanaannya secara internal organisasi di PT. Telkom ada pada Unit Kerja SDM yang berperan dalam proses pengelolaan kompetensi karyawan.

Proses pengelolaan kompetensi merupakan hal yang cukup kompleks, dinamis dan berhubungan erat dengan sistem lainnya seperti pengembangan karir, rekrutasi, performansi dan organisasi. Untuk menjalankan proses pengelolaan kompetensi tersebut, faktor kemampuan masing-masing individu untuk mencurahkan seluruh kompetensi yang dimiliki sangat memengaruhi. Oleh karena itu, apabila kompetensi yang dimiliki seorang pegawai tidak sesuai dengan posisinya akan mengakibatkan pegawai tersebut tidak dapat menyesuaikan diri dengan kondisi pekerjaan yang diberikan perusahaan/job desk. Hal ini juga akan menghambat proses kerja pada sistem yang salah satunya yaitu melakukan pengembangan kompetensi, karena tidak adanya kemampuan yang mendukung pegawai dalam melakukan pekerjaannya/job desk. Sehingga jika posisi kerja/jabatan seorang pegawai sesuai dengan kompetensi yang dimiliki, maka proses operasi sistem dapat dilakukan sesuai dengan tujuan yang akan dicapai pada sistem tersebut yaitu dapat mengembangkan potensi sumber daya perusahaan. Dengan demikian adalah menjadi sebuah tantangan bagi pimpinan unit, yaitu bagaimana menyesuaikan suatu kondisi kerja dengan kompetensi yang dimiliki pegawai sehingga dapat mendukung proses pengambilan keputusan. Dalam kaitannya dengan proses pengambilan keputusan yang dilakukan oleh manajer sebagai atasan/pimpinan, diperlukan suatu rancangan sistem informasi sebagai perangkat atau alat bantu yang mampu mengendalikan seluruh aktivitas proses pengembangan kompetensi SDM di perusahaan. Adapun perangkat yang dimaksud pada penelitian ini adalah *Enterprise Resource Planning* (ERP). ERP mampu mengintegrasikan pengoperasian informasi dalam sistem. ERP juga merupakan metode yang disediakan untuk perusahaan yang melakukan integrasi antara satu sistem dengan sistem yang lain, sehingga perusahaan mampu melakukan standardisasi proses yang efektif dan dapat dilakukan dengan menerapkan pada *database* tunggal yang mencakup beberapa sistem yang dijalankan oleh perusahaan. Selain hal tersebut di atas, ERP adalah suatu sistem pendukung keputusan atau *Decision Support System* / DSS (Daniel E. O'Leary, 2000).

Pada penelitian ini, peneliti akan mengimplementasikan ERP di Unit Kerja SDM

2. Metodologi Penelitian

Penentuan tahapan yang cermat dan tepat berpengaruh terhadap keberhasilan suatu penelitian. Rangkaian tahapan yang dilalui dalam penelitian terkait satu dengan yang lainnya secara sistematis dan berkesinambungan. Dimana tiap tahap yang dilakukan sebelumnya akan menentukan keluaran (*output*) untuk tahapan berikutnya. Secara umum, tahapan-tahapan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

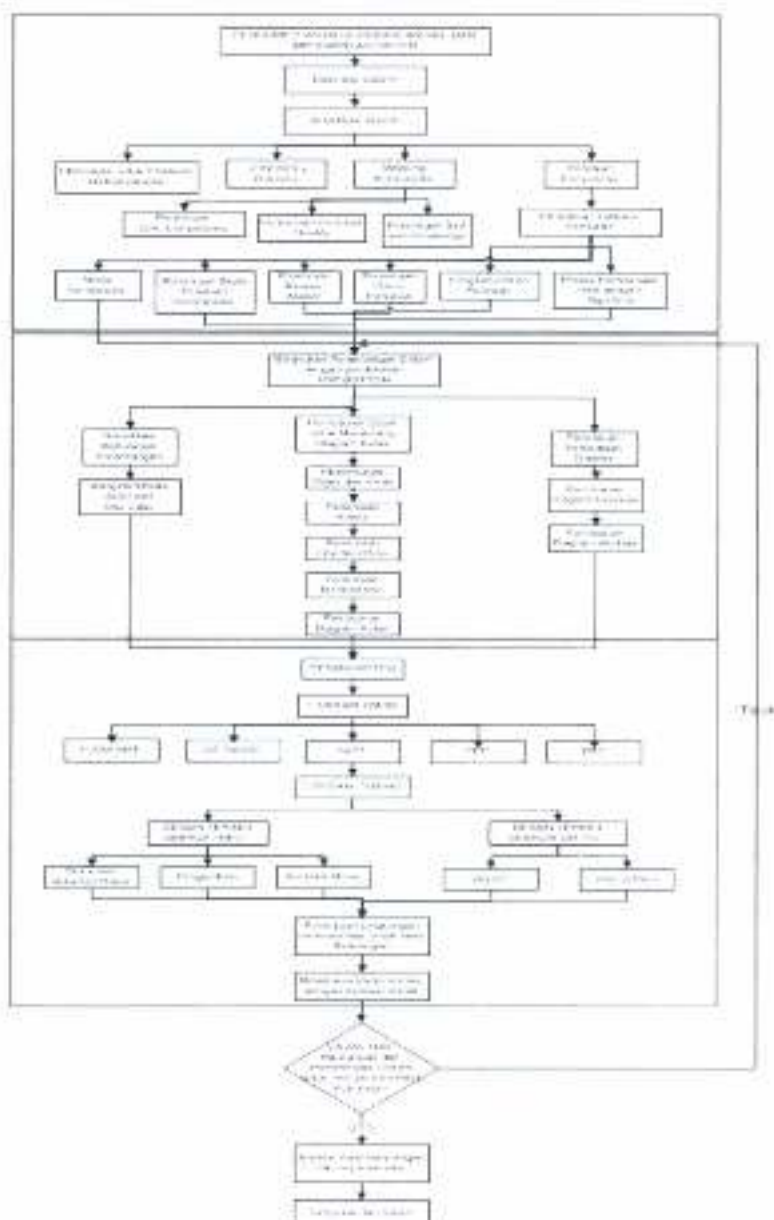


Gambar 1. Alur Tahapan Penelitian

2.1. Metodologi Perancangan Sistem

Metodologi perancangan sistem merupakan tahap dalam penentuan pola pikir untuk melakukan penelitian ini yaitu merancang sistem informasi untuk menilai kompetensi pegawai pada sistem yang telah ditentukan yaitu di Unit SDM DIVRE III PT.TELKOM.

Penelitian ini, akan melakukan integrasi antara sistem pendaftaran uji kompetensi yang dilakukan untuk mengidentifikasi pegawai dengan sistem penilaian-penilaian yang akan dilakukan. Pada kondisi ini telah dilakukan strukturisasi untuk melakukan konsep tersebut dan sekaligus akan dilakukan penjabarannya, sebagai berikut:



Gambar 2. Metodologi dalam Perancangan dan Implementasi Sistem

2.1.1. Desain Sistem

Tahap penentuan desain sistem terdiri dari dua tahap, yaitu tahap desain sistem secara umum dan tahap desain sistem secara terinci.

2.1.1.1 Desain Sistem Secara Umum

Tahap penentuan desain sistem secara umum dilakukan untuk memberikan gambaran umum kepada user tentang sistem yang akan dibangun/dirancang sebagai perbaikan pada sistem yang lama. Desainnya ditentukan dengan: Flow Map, Data base, Perancangan Data base (basis data) terdiri dari dua tahap yaitu perancangan implementasi kelas kedalam sistem dan tahap perancangan ERD untuk memperlihatkan hubungan antar tabel, SADT, DFD, ERD, tahap perancangan ERD/*Entity Relational Diagram*, merupakan tahap untuk menggambarkan korelasi antar tabel pada saat dilakukan implementasi kedalam database-nya.

2.1.1.2 Desain Sistem Secara Terinci

Tahap ini dilakukan untuk mengetahui bentuk-bentuk laporan atau output-output dari sistem yang akan dirancang. Desain sistem terinci ini dibagi menjadi dua bagian lagi, yaitu desain sistem secara terinci sebagai input yang terdiri dari dokumen-dokumen dasar: pengkodean, dan interaksi menu. Sedangkan desain sistem secara terinci sebagai output, terdiri dari report dan kamus data.

Dari tahap desain sistem secara terinci ini, akan dilakukan proses pengambilan keputusan untuk user yang berkaitan langsung dengan sistem kajian, yaitu proses pengambilan keputusan akan dilakukan oleh pihak pimpinan.

3. Perancangan dan Implementasi Sistem

3.1. Perancangan Sistem Dengan Pendekatan *Top-Bottom*

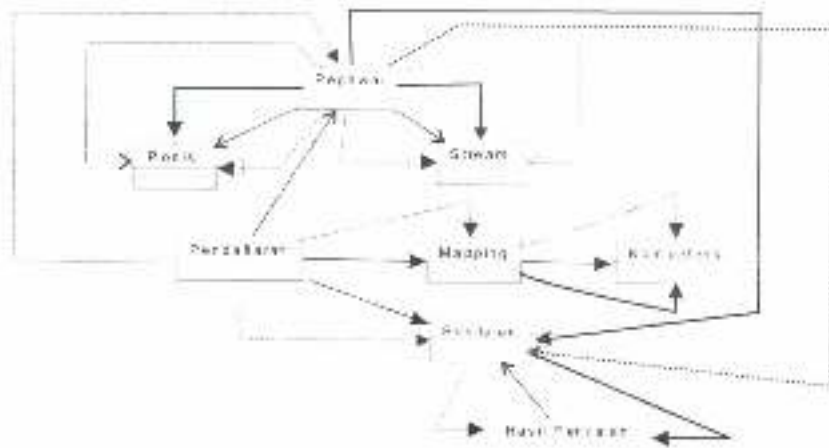
Hasil rancangan sistem :

3.1.1. Spesifikasi Kebutuhan Perancangan

Penentuan spesifikasi kebutuhan perancangan dilakukan dengan mengidentifikasi aktor dan use case, yaitu:

1. Identifikasi aktor-aktor dalam sistem yaitu:
Pegawai, *Officer SDM*/Pegguna, Tim penilai (atasan, bawahan, peer1, peer 2)
2. Identifikasi *uses case*
 - Pegawai : Masuk kedalam sistem, Melakukan pendaftaran uji kompetensi, Memodifikasi uji kompetensi, Menunggu pelaksanaan tes uji kompetensi, Melakukan tes uji kompetensi/*self*, Memperoleh hasil tes uji kompetensi
 - *Officer SDM*/ADMIN : Masuk kedalam sistem, Melayani pegawai yang akan melakukan uji kompetensi, Melihat data pegawai, Melakukan penentuan tim penilai, Memodifikasi tim penilai, Melakukan penentuan mapping, Mengolah nilai bagi pegawai yang telah melakukan tes/uji kompetensi, Membuat daftar pegawai yang sudah mendaftar, Membuat daftar tim untuk atasan, bawahan, peer 1, peer 2. Membuat rekap hasil penilaian kompetensi pegawai. Membuat laporan hasil penilaian kompetensi pegawai
 - Tim penilai (Atasan, Peer 1, Peer 2 dan bawahan) : Masuk kedalam sistem, Melakukan penilaian terhadap uji kompetensi pegawai

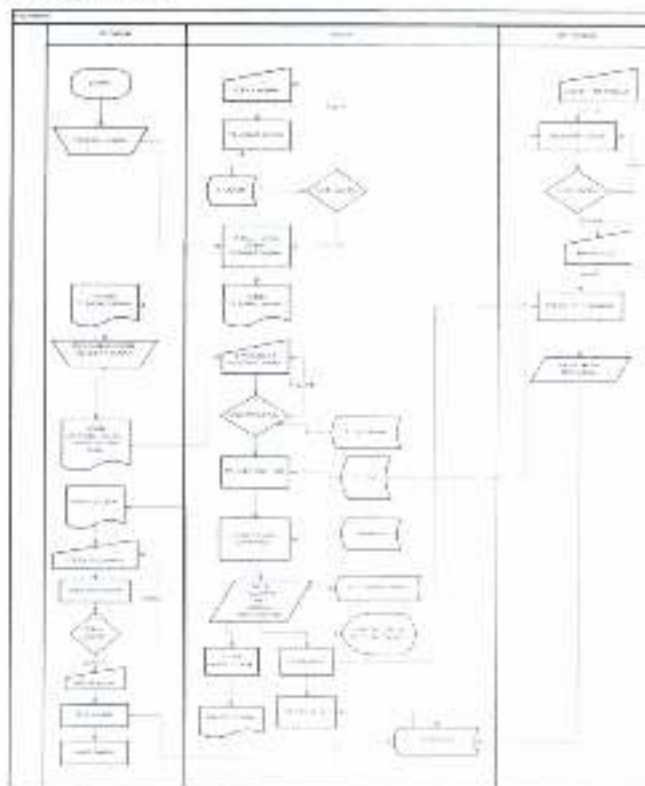
3.1.1. Diagram Kelas



Gambar 3. Diagram Kelas

3.1.2. Desain Sistem Umum dan Terinci

Hasil Desain Umum



Gambar 4. Flow Map/Aliran Data Pada Sistem Uji Kompetensi

Perangkat lunak yang digunakan untuk membangun sistem ini adalah :

- Sistem Operasi : *Microsoft Windows XP*
- Program : *Visual Basic 6.0*
- Perangkat tambahan : *Microsoft Access, Visual Data Manager, Seagate Crystal Report 8.0*

Penggunaan *Microsoft Windows XP* sebagai lingkungan operasi dikarenakan lingkungan ini menyediakan fasilitas yang memudahkan dan lebih *user friendly*. Adapun pemilihan *Visual Basic 6.0* sebagai bahasa pemrograman yang digunakan disebabkan *Visual Basic 6.0* memiliki kelebihan-kelebihan dalam melakukan pengolahan *database*. Penggunaan *Microsoft Access* dilakukan karena aplikasi ini memiliki beberapa keunggulan dalam hal pengelolaan *database* di lingkungan *Windows XP* terutama dalam aplikasi *Visual Basic* selain itu juga digunakan *Visual Data Manager* untuk pengelolaan *database*. *Seagate Crystal Report 8.0* digunakan untuk membuat laporan.

3.2.2. Melakukan Aplikasi Visual

Menghasilkan menu-menu yang telah dirancang sebelumnya, dan kemudian dilakukan implementasinya dengan menggunakan Program Visual Basic. Sehingga dengan adanya implementasi ini, akan dapat diketahui apakah rancangan yang dilakukan sebelumnya telah cukup untuk mengaplikasikan kedalam sebuah aplikasi visual (agar nyata hasil kerjanya).

4. Analisis Hasil Rancangan dan Implementasi Sistem

4.1. Analisis Hasil Rancangan

Sebelum melakukan tahap perancangan sistem, dilakukan terlebih dahulu pengumpulan karakter-karakter yang dibutuhkan dalam perancangan tersebut atau disebut sebagai deskripsi sistem yang dikaji. Hal ini dilakukan untuk mengetahui penyesuaian antara kondisi sistem yang dikaji/sebenarnya dengan hasil olahan yang dilakukan oleh peneliti. Selain itu agar pada saat mengaplikasikan rancangan yang telah dibuat tidak mengalami hal yang janggal atau kurang. Karena jika hal ini terjadi maka, perancangan tidak akan dapat di uji kebenarannya. Dalam rancangan model fungsional, dilakukan identifikasi masukan dan keluaran nilai-nilai atau parameter-parameter dalam sistem, pengembangan *context diagram*/*DAD level 0*, pendeskripsian fungsi/kamus data. *DAD* terdiri dari proses, aliran data, entitas, *data store*. Pada *DAD* penggambaran *data store* dengan notasi garis paralel, dan juga menggambarkan bahwa notasi tersebut adalah file basis data.

- DAD level 1* merupakan hasil dekomposisi dari *DAD level nol/context diagram* yang menggambarkan hubungan subsistem-subsistem didalam sistem informasi penilaian uji kompetensi. Hasilnya adalah sebagai berikut:

1. Proses 1

- | | |
|-----------------|--|
| Nama Proses | : 1 (<i>Validasi User</i>) |
| Deskripsi | : Melakukan pencocokan antara Data Login, Login Admin, Login Pegawai, Login Tim Penilai yang dimasukkan dengan tabel User. |
| Input | : Data Login, Login Admin, Login Pegawai, Login Tim Penilai |
| Output | : Informasi Data Login, Informasi Login Admin, Informasi Login Tim Penilai, Informasi login Pegawai |
| Illogika proses | : Memasukkan Data Login, Login Admin, Login Pegawai, Login Tim Penilai, membuka tabel User mencocokkan Data Login, Login Admin, Login Pegawai, Login Tim Penilai dengan data yang ada pada tabel user, jika ada diberi hak akses dan jika tidak ada akan muncul pesan kesalahan. |

- 2. Proses 2**
Nama Proses : 2 (Pendaftaran)
Deskripsi : Melakukan proses pendaftaran pada tabel t Pegawai, t Pendaftaran
Input : Daftar Peserta, Data Pegawai, Data Peserta
Output : Informasi Daftar Peserta, Informasi Data Pegawai, Informasi Data Peserta
Logika proses : Menerima masukan berupa data dari user (pegawai dan admin), membuka tabel pendaftaran, tabel pegawai dan mencari data dengan data yang dimasukkan, jika belum ada maka akan ditambah, simpan data kemudian akan diolah pada proses pendaftaran akan menghasilkan data pendaftaran.
- 3. Proses 3**
Nama Proses : 3 (Penilaian Uji Kompetensi)
Deskripsi : Melakukan penilaian kompetensi oleh pegawai dan tim penilai
Input : Data Nilai, Mapping, Nilai, Daftar Peserta
Output : Informasi Data Mapping, Informasi Data Nilai, Informasi Daftar Peserta
Logika proses : Membuka tabel Hasil, table Penilaian, table Mapping, table Hasil mengolah data pada tabel tersebut selanjutnya menampilkan informasi sesuai yang diakses dan menampilkan hasil penilaian kompetensi.
- 4. Proses 4**
Nama Proses : 4 (*Training Need*)
Deskripsi : Melakukan *Training Need* oleh Tim penilai untuk pegawai
Input : Katalog *Training Need*
Output : Informasi training
Logika proses : Setelah dilakukan penilain kompetensi maka akan dihasilkan informasi training atau penentuan training oleh Tim Penilai untuk pegawai.
- DAD level 2 merupakan dekomposisi dari DFD level 1 pada proses 3, yang menggambarkan hubungan subsistem-subsistem didalam sistem informasi penilaian uji kompetensi (DFD level 2 proses 3). Hasilnya adalah sebagai berikut:
- 5. Proses 3.1**
Nama Proses : 3.1 (Mapping Kompetensi)
Deskripsi : Memasukkan data yang diperlukan pada proses pengolahan rekening listrik
Input : Data Mapping, Mapping
Output : Informasi hasil input data Mapping yang dimasukkan maka akan dihasilkan mapping pegawai
Logika proses : Data mapping yang sudah dimasukkan pada table mapping akan diproses untuk penentuan mapping, hasil mapping akan disimpan pada table mapping sebagai inputan pada proses Create Quiz.
- 6. Proses 3.2**
Nama Proses : 3.2 (Create Quiz)
Deskripsi : Melakukan penentuan Create Quiz sesuai dengan hasil mapping dari proses sebelumnya
Input : Data Mapping
Output : Informasi Data Mapping

- Logika proses : Data hasil proses mapping akan diolah yang selanjutnya diproses untuk penentuan Create Quiz sesuai dengan data mapping
- 7. Proses 3.3**
- Nama Proses : 3.3 (Penilaian Kompetensi)
- Deskripsi : Menampilkan hasil penilaian kompetensi
- Input : Informasi Data Mapping, Nilai
- Output : Data Nilai
- Logika proses : Data Informasi Data Mapping, Nilai yang sudah masuk akan diolah pada tabel data penilaian selanjutnya akan ditampilkan informasi nilai hasil kompetensi.
- 8. Proses 3.4**
- Nama Proses : 3.2 (Report Nilai dan GAP Kompetensi)
- Deskripsi : Menampilkan dan mencetak laporan penilaian kompetensi dan GAP kompetensi
- Input : Data Nilai
- Output : Informasi Data Nilai
- Logika proses : Data nilai yang sudah masuk akan diolah pada tabel data masing-masing selanjutnya akan ditampilkan informasi penilaian kompetensi dan GAP penilaian dan mencetak laporan penilaian kompetensi dan GAP penilaian.

4.2. Analisis Implementasi Hasil Rancangan Yang Telah Dilakukan

Pada aplikasi yang telah dilakukan, yang mempunyai hak akses sepenuhnya untuk melakukan akses pada aplikasi sistem informasi ini adalah ADMIN/officer SDM. Hal ini dilakukan karena aplikasi yang dilakukan merupakan penilaian kemampuan seorang pegawai di SDM DIVRE III PT. TELKOM pada posisi jabatannya sehingga bersifat rahasia/secret. Dalam melakukan login, user akan melakukan login password. Password yang dimiliki oleh masing-masing user juga bersifat rahasia, karena penilaian yang dilakukan adalah benar-benar berdasarkan kondisi nyata atas hasil pekerjaan seorang pegawai. Sehingga hal tersebut juga didukung oleh penilaian-penilaian yang dilakukan oleh beberapa pihak, yaitu mulai dari atasan yang memimpin pegawai tersebut sampai pada bawahan yang dimiliki pegawai yang bersangkutan jika ada. Berikutnya adalah aplikasi untuk melakukan penilaian. Penilaian dilakukan oleh tim termasuk pegawai yang melakukan uji kompetensi/self. Untuk form penilaian self dan tim penilai yang lain terpisah. Hal ini dilakukan agar self dapat melihat langsung hasil penilaian yang telah dilakukan, dan self dapat membandingkannya dengan penilaian yang dilakukan oleh rekan lainnya yaitu tim penilai.

Jika pada bagian di atas adalah penilaian yang dilakukan oleh self, berikutnya adalah tentang penilaian yang dilakukan oleh tim penilai. Penilaian dilakukan terdahulu oleh siapa pun, yang pasti penilai tersebut merupakan tim penilai yang ditentukan oleh admin/officer SDM. Hal yang membedakan dari penilaian ini adalah hasil dari masing-masing tim penilai. Form hasil penilaian per pegawai ini juga menampilkan kompetensi-kompetensi yang diujikan/dinilai.

LAPORAN HASIL PENILAIAN
KOMPETENSI PEGAWAI

No_Pendaftaran:	11	Tanggal Pendaftaran:	10/10/2012
No_Pegawai:	1011	Tanggal Penilaian:	17/10/2012
Nama Pegawai:	11		
Jabatan:	111-1011		
Nama Pribadi:	1111-1011		
Kd_Siswan:	11-11		
Nama_Siswan:	11-11-11		



Gambar 10. Rekap Laporan Uji Kompetensi Per-Pegawai

Dari laporan rekap penilaian uji kompetensi diatas, maka dapat dijabarkan bahwa penilaian dilakukan atas 3 komponen atau indikator penilaian yaitu penilaian CC, dan penilaian EQ. Penilaian CC dan EQ penilaian dilakukan sesuai dengan dengan persentase yang diperoleh dari standar kualitas personal. Pada penilaian CC dan EQ memiliki kriteria penilaian khusus karena nilai CC dan EQ merupakan nilai kompetensi yang benar-benar harus dimiliki oleh seorang pegawai dengan jabatan yang sesuai. Sedangkan penilaian SK dengan persentase 70% dari nilai SK atasan dan penilaian SK dengan persentase 30% dari nilai SK diri sendiri/self. Apabila penilaian CC, EQ dan SK telah selesai dilakukan dan dirata-ratakan, selanjutnya adalah melakukan konversi penilaian. Dimana konversi nilai diperoleh dari rata-rata keseluruhan kompetensi yang disebut GAP. Perolehan GAP tersebut akan disesuaikan dengan formulasi Nilai K.

The screenshot displays a software interface for competency assessment. At the top, there is a table with columns for 'No', 'No. Urut', 'Nama', 'Jenis', 'No. Urut', 'No. Urut', and 'No. Urut'. Below the table are buttons for 'Cetak' and 'Tutup'. Underneath is a 'Mencari' section with fields for 'Nama', 'No. Urut', and 'Jenis'. To the right is a 'Mencari' section with a 'Cari' button. Below that is a 'Mencari' section with a 'Mencari' button. At the bottom right, there is a 'Mencari' section with a 'Mencari' button.

Gambar 14. Hasil Akhir Penilaian Uji Kompetensi dengan Konversi

Hasil penilaian lainnya yaitu dipromosikan, training I, training II, bertahan dan mutasi tetap sama tampilannya, tetapi yang membedakan adalah hasil akhir dari nilai konversinya yang berupa sebuah keputusan.

5. Simpulan dan Saran

5.1. Simpulan

Penelitian ini menghasilkan rancangan sistem informasi yang terintegrasi pada sistem kajian yaitu unit SDM DIVRE III PT. TELKOM yang berlokasi di Bandung, untuk mendukung sistem pengambilan keputusan pada penilaian kinerja pegawai dengan basis kompetensi.

Hasil rancangan sistem informasi dalam penelitian ini memiliki kekurangan dan kelebihan, yaitu:

- Kelebihan
 1. Rahasia hasil penilaian uji kompetensi terjamin, karena sistem informasi memiliki hak akses, sehingga tidak semua pihak dapat melakukan LOGIN pada sistem informasi ini.
 2. Sistem informasi uji kompetensi yang terintegrasi ini, pada kondisi nyata hanya digunakan oleh pihak SDM DIVRE III PT. TELKOM saja. Sehingga kompetensi pegawai-pegawai SDM DIVRE III PT. TELKOM dapat ditingkatkan secara terus-menerus.
 3. Pegawai yang akan melakukan uji kompetensi dapat langsung melakukan pendaftaran ke pihak ADMIN.
- Kekurangan
 1. Sistem informasi yang dihasilkan, ruang lingkuonya hanya pada SDM DIVRE III PT. TELKOM Bandung.
 2. Kompetensi-kompetensi yang diujikan, hanya dilakukan pada 5 stream saja.
 3. Output yang dihasilkan hanya untuk mutasi, bertahan, training I, training II dan dipromosikan. Dengan nilai GAP;
 - a. **Mutasi** dengan nilai Gap < -1,2
 - b. **Bertahan** dengan nilai -1,2 <= Gap < -0,4
 - c. **Training I** dengan nilai -0,4 <= Gap < +0,4
 - d. **Training II** dengan nilai +0,4 <= Gap < 1,2. Artinya, tahap ini dilakukan untuk penyempurnaan kompetensi.

- e. Dipromosikan dengan nilai 'Gap $\geq +1,2$ K1. Artinya pegawai memperoleh kesempatan untuk dipromosikan agar dapat memperoleh kenaikan pangkat.

5.2. Saran

1. Jika perusahaan sebagai sistem kajian akan melakukan penerapan pengintegrasian pada sistem penilaian kompetensi dan kompetensi-kompetensi yang dimiliki dengan menerapkan ERP, sebaiknya pelajari secara keseluruhan proses-proses bisnis yang terlibat dalam sistem yang dikaji. Agar kebutuhan dapat diperoleh secara maksimal dan dapat memberikan manfaat yang efisien dan efektif dalam penerapannya.
2. Karena metode ERP yang digunakan belum tentu dapat mengintegrasikan semua proses bisnis dalam sistem, maka sebelumnya pengembang konsep terlebih dahulu menentukan batasan-batasan untuk sistem kajiannya. Hal ini dilakukan agar sistem yang dibangun tidak menimbulkan kesulitan bagi pengguna dalam pemakaiannya.

Daftar Pustaka

1. Anthony, R.N., *Planning and Control Planning Systems: A Framework for Analysis*. Cambridge, MA: Harvard Business School Press (1995), dikutip oleh: Laudon, Kenneth C & Laudon, Jane P., *Sistem Informasi manajemen mengelola perusahaan digital*, New York., diterjemahkan oleh Erwin Philipus. Edisi 1, 2005.
2. Direktorat SDM dan Bisnis Pendukung PT.TELEKOMUNIKASI INDONESIA, Tbk. *Competency Directory (2nd Edition)*, Bandung, 2003
3. Hartono, Joglyanto. *Analisis & desain sistem informasi Pendekatan Terstruktur teori dan praktek aplikasi bisnis*, Penerbit Andi Yogyakarta, Yogyakarta, 1999.
4. Knoch, Yudhistira Marcel Harry., *Tugas Akhir Analisis Perencanaan Sistem ERP Dengan Software ERP Open Source*, ITENAS 2006.
5. Nugroho, Adi. *Analisis Perancangan Sistem Informasi dengan Metodologi Berorientasi Objek*. Edisi Revisi, Penerbit Informatika. 2005.
6. O'Leary, E Daniel., *Enterprise Resources Planning Systems*, Cambridge University Press, 2000.
7. Petroustos, Evangelos. *Menguasai Pemrograman Database dengan Visual Basic 6*, Buku 1, April 2002.
8. Pramarta, I Made Wira., *Tugas Akhir: Perancangan Sistem keuangan Waralaba Baru Dengan Mengimplementasikan Sistem Perangkat Lunak ERP*, ITB 2005.
9. Setyaningrum, Ari. *Kesuksesan Organisasi Melalui Penilaian Kinerja 360 feedback*, USAHAWAN NO.08. 2004.
10. Sinatra, Hadi Susanto. *Tugas Akhir: Aplikasi ERP di Jurusan Teknik Industri Universitas Kristen PETRA Surabaya*. Jurusan Teknik Industri Universitas Kristen PETRA, Surabaya, 2004.
11. Siswanto, Joko & Eward. *Jurnal TMI: Penyusunan jalur Karir Jabatan Berbasis Kompetensi*, Desember 2001.
12. Raharso, Sri. *Competence-Based Organisation: Penyelenggaraan Antara Kompetensi Individu dengan Core Competence Organisasi*, USAHAWAN NO.10. 2004.
13. Zwell, Michael. 2000. *Creating a culture of competence*, New York: John Wiley & Sons, Inc: dikutip oleh Sri Raharso, *Competence-Based Organisation: Penyelenggaraan antara Kompetensi Individu dengan Core Competence Organisasi*.
14. Ginting, Eka Danta Jaya. *Hubungan persepsi terhadap program pengembangan karir*, Download [www.google.com.http://library.usu.ac.id](http://www.google.com/http://library.usu.ac.id)

Analisa Kekuatan Material Komposit Serat Bambu
terhadap Serat *Fiber Glass*

Martijanti¹⁾, Adi Ganda Putra²⁾, dan Cecep Budiansyah³⁾

(1¹⁾) Staff Pengajar Jurusan Teknik Mesin UNJANI

(2²⁾) Staff Pengajar Jurusan Teknik Mesin UNJANI

(3³⁾) Alumni Jurusan Teknik Mesin UNJANI

Abstrak

Material komposit merupakan suatu gabungan dua unsur, yaitu serat (*fiber*) dan matriks. Serat yang digunakan material komposit pada penelitian ini adalah serat yang berasal dari alam yaitu serat bambu tali dan matriks yang digunakan *polyester* dengan campuran talk duco.

Serat bambu merupakan salah satu material *natural fibre* alternatif dalam pembuatan komposit, karena selain mudah didapat, murah, dapat mengurangi polusi lingkungan (*biodegradability*) sehingga komposit ini mampu mengatasi permasalahan lingkungan, serta tidak membahayakan kesehatan dan segi ketersediaan bahan baku serat alam, Indonesia memiliki bahan baku yang cukup melimpah.

Serat yang digunakan adalah serat bambu tali dan serat *fiber glass* sebagai perbandingan antara serat bambu tali terhadap serat *fiber glass* dan sebagai bahan matriksnya digunakan resin *polyester* dengan campuran talk duco. Pada pembuatan material komposit ini menggunakan metode *hand lay up* dengan variasi jumlah laminat 2, 4 dan 6 laminat.

Dari hasil pengujian tarik dapat diketahui bahwa nilai kuat tarik yang paling maksimum untuk serat *fiber glass* dan serat bambu adalah 6 laminat, untuk serat *fiber glass* sebesar $3,42 \text{ kg/mm}^2$ dan untuk serat bambu sebesar $3,90 \text{ kg/mm}^2$. Jadi dari hasil kekuatan tarik tersebut, material komposit berpenguat serat bambu mempunyai nilai kekuatan yang lebih besar daripada material komposit berpenguat *fiberglass*.

Kata Kunci : kekuatan tarik, serat bambu, *fiberglass*.

1. Pendahuluan

Material komposit didefinisikan sebagai campuran makroskopik antara serat dan matriks. Serat mempunyai sifat fisik yang kuat berfungsi untuk memperkuat matriks karena serat jauh lebih kuat dari matriks juga dapat menahan sebagian besar gaya-gaya yang bekerja, sedangkan matriks bertugas melindungi serat dari efek lingkungan dan kerusakan akibat benturan (*impact*)¹⁾.

Faktor yang mempengaruhi kekuatan material komposit seperti yang dijelaskan di atas adalah orientasi, jumlah serat dan jumlah laminat. Laminat adalah gabungan dari dua atau lebih lamina (satu lembar komposit dengan arah serat tertentu) yang membentuk elemen struktur secara integral pada komposit. Proses pembentukan lamina ini menjadi laminat dinamakan proses lamina. Jumlah laminat yang diaplikasikan dalam pembuatan material komposit ini, akan mempengaruhi terhadap jumlah fraksi serat yang terkandung dalam material komposit, jumlah fraksi serat ini akan mempengaruhi terhadap kekuatan dari material komposit.

Penelitian mengenai komposit diarahkan kepada komposit serat alam sebagai alternatif yang sangat menjanjikan untuk mengganti komposit serat gelas. Komposit ini

telah banyak digunakan di deck kapal, mobil dan infrastruktur. Serat-serat selulosa seperti serat rami, serat abaca, dan serat bambu menunjukkan sifat mekanik yang sangat bagus, densitas yang kecil, sifat abrasif yang rendah untuk permesinan, tidak mahal, mampu terdegradasi dan diproduksi secara alami dan berkelanjutan¹¹. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauhmana pengaruh jumlah laminat terhadap kekuatan tarik komposit berpenguat serat bambu terhadap material komposit betpenguat fiberglass, dengan menggunakan matriks poliester ditambahkan talk duco. Untuk orientasi serat menggunakan bentuk woven roving (2 arah) serta bervariasi jumlah laminat 2, 4, dan 6.

Penelitian yang telah dilakukan pada material komposit berpenguat serat (fibre reinforced composite) yang berasal dari serat-serat alam dieksplorasi, bertujuan untuk menemukan jenis serat yang unggul yaitu tegangan tarik, ketangguhan tinggi, dan kekakuan tinggi (modulus elastisitas maupun *flexural* modulus). Kekuatan komposit serat bambu dengan diameter serat rata-rata 1 mm sebesar 27,52 MPa, sedangkan serat dengan diameter rata-rata 0,5 mm tegangan tariknya meningkat menjadi 30 MPa¹². Komposisi dan jumlah lapisan serat yang digunakan dalam pembuatan material komposit mempengaruhi terhadap tegangan normal dan geser yang dihasilkan, bahwa tegangan minimum didapatkan pada komposisi (fraksi volume) 0,4% dengan jumlah lapisan 2 lapis dan tegangan maksimal didapatkan pada komposisi serat 1% dengan jumlah lapisan 4 lapis, bahan serat yang digunakan adalah serat glass dengan resin polyester¹³. Pengaruh fraksi volume dan orientasi serat mempengaruhi sifat mekanik (Kekuatan tarik dan kekuatan geser) material komposit yang menggunakan serat pisang abaka, bahwa semakin besar fraksi volume maka nilai kekuatan tarik material komposit akan meningkat yaitu pada fraksi volume 20 % dibandingkan fraksi volume yang 10% dan 15%, serta orientasi serat yang 1 arah memberikan nilai kekuatan tarik maupun geser tertinggi dibandingkan orientasi serat yang 2 arah dan acak¹⁴.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Pengenalan Material Komposit

Dalam bidang rekayasa, di mana kekuatan mekanik dan kekakuan merupakan persyaratan utama dalam material komposit. Material komposit adalah suatu material yang dibentuk dengan menggabungkan dua bahan atau lebih (logam, polimer dan keramik) yang berbeda dalam skala makro, dimana material penyusunnya dapat dibedakan dengan jelas secara makroskopik, sehingga sifat-sifat komponen pembentuknya masih terlihat dengan jelas¹⁵.

Komposit diklasifikasikan menjadi tiga kelompok berdasarkan matriks¹⁶:

- *Polymer Matrix Composites* (PMC); komposit dengan matriks polimer, merupakan komposit utama dan sering disebut *fiber Reinforced Polymer*.
- *Metal Matrix Composite* (MMC); komposit dengan matriks logam.
- *Ceramic Matrix Composite* (CMC) komposit dengan matriks keramik.

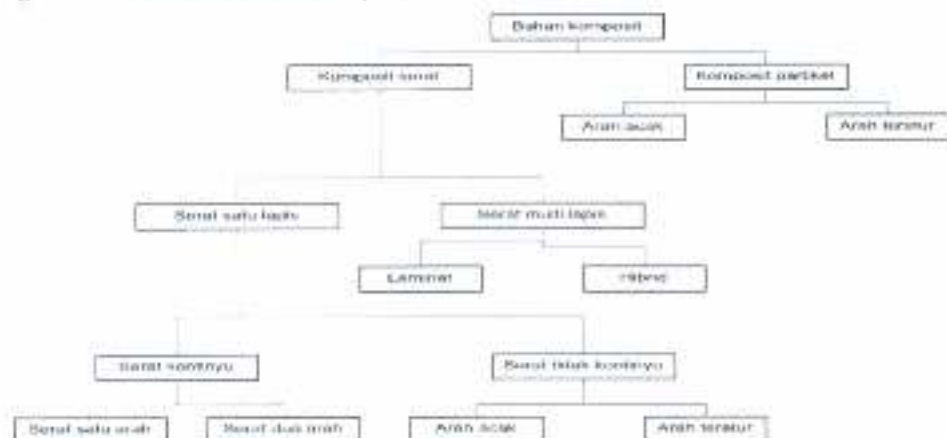
Material komposit dibentuk dari beberapa bahan pokok agar diperoleh sifat yang kuat, kaku dan ringan yang belum pernah dimiliki oleh sifat asalnya. Bahan pokok tersebut adalah **matriks dan serat**. Material komposit sangat efisien dalam menerima beban, karena beban tersebut ditanggung oleh serat. Serat harus terikat kuat oleh matriks sehingga dapat menentukan sifat keseluruhan material komposit¹⁷.

Fungsi serat adalah untuk mendukung beban yang bekerja, meningkatkan kekuatan material karena memiliki serat yang halus dan lebih kuat. Oleh sebab itu material komposit sangat kuat dan kaku bila mendapatkan beban yang searah dengan serat, sebaliknya sangat lemah bila dibebani dalam arah tegak lurus¹⁸. Mengingat matriks sebagai media, maka fungsi dari matriks tersebut adalah mengikat serat, sebagai medium untuk mentransfer dan mendistribusi beban pada serat, dan juga sebagai

pembungkus/ pelindung serat dari kerusakan permukaan yang disebabkan oleh abrasi mekanis atau reaksi kimia dengan lingkungan sekitar. Serat tanpa adanya matriks tidak akan dapat menahan gaya dalam arah tekan dan transversal. Matriks juga menggunakan mekanisme tegangan geser, serta melindungi serat dari pengaruh lingkungan yang merusak. Karena itu bahan matriks biasanya dipilih dari bahan yang ulet dan lunak, agar mampu meneruskan tegangan geser².

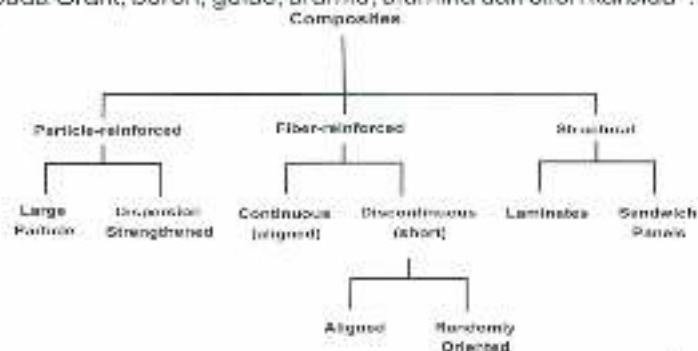
2.2 Klasifikasi Jenis-Jenis Komposit¹⁰

Komposit diklasifikasikan ke dalam beberapa jenis, bergantung pada geometri dan jenis seratnya. Hal ini dapat dimengerti, karena serat merupakan unsur utama dalam material komposit tersebut. Sifat-sifat mekanik material komposit, seperti kekuatan, kekakuan, keuletan dan ketahanan terhadap reaksi kimia dengan lingkungan tergantung dari geometri dan sifat-sifat seratnya.



Gambar 1 Diagram klasifikasi material komposit².

Penguat yang dipakai adalah serat (*fiber*), partikel dan *whisker* dalam bentuk yang kontinu. Serat kontinu akan memberikan penguatan yang lebih efektif dari pada partikel atau serat pendek. Serat penguat yang tinggi modulus elastisitasnya akan menjadi Gelas contohnya pada Grafit, boron, gelas, aramid, alumina dan silon karbida¹¹.



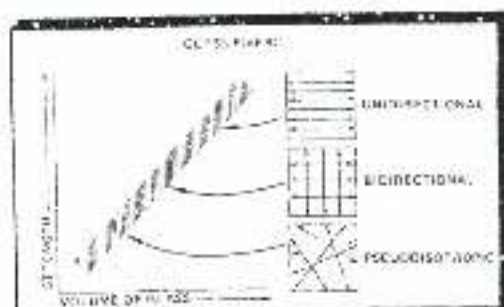
Gambar 2. Klasifikasi dari tipe-tipe komposit¹².

Serat biasanya terdiri dari bahan yang kuat, kaku dan getas. Hal ini terjadi karena seratnya yang terutama mampu menahan gaya luar, sehingga serat harus kuat dan kaku. Kekuatan serat terletak pada ukurannya yang sangat kecil, kadang-kadang dalam orde μm .

Gaya yang mengenai serat akan didistribusikan kesekitarnya melalui tegangan geser. Oleh karena itu ada dua hal yang membuat serat dapat menahan gaya dengan efektif, yaitu bila:

- Perekatan (*bonding*) antara serat dan matriks (disebut pula *interfacial bonding*) sangat baik dan kuat, sehingga serat tidak mudah lepas dari matriks (*debonding*).
- Kelangsingan (*aspect ratio*), yaitu perbandingan antara panjang dan diameter serat harus cukup besar. Hal ini disyaratkan agar tegangan geser yang terjadi pada permukaan antara serat dan matriks kecil.
- Orientasi dan jumlah *glass*

Terdapat hubungan antara orientasi *glass* dengan jumlah *glass* yang dapat diberikan dalam pembuatan suatu bahan. Dengan meletakkan serat kontinu dalam arah paralel maka jumlah *glass* yang dipakai dapat mencapai 45-90% wt benda. Jika orientasinya acak maka jumlah *glass* hanya 15-50% wt benda. Karena jumlah serat *glass* berbanding lurus dengan kekuatan yang diperoleh maka serat kontinu dalam arah paralel akan memberikan kekuatan lebih besar dari pada serat yang tersusun acak. Hubungan antara jumlah serat, orientasi dan kekuatan yang didapat dilihat pada gambar 2.3 dibawah ini:



Gambar 3 Hubungan antara jumlah serat *glass*, orientasi dan kekuatan²⁾

1.3. Berdasarkan Matriks/Resin

Adapun fungsi pokok resin dalam komposit adalah²⁾:

- Menggabungkan atau memberikan daya ikat antara benang-benang atau serat (*fiber*)
- Mendistribusikan beban diantara serat (*fiber*)
- Melindungi *fiber* dari pengaruh lingkungan seperti gaya gesek dan kelembaban.
- Memberikan kekakuan pada arah tegak lurus *fiber*.

Matriks/resin merupakan material organik yang bentuk fisiknya dapat dijumpai dalam kondisi cair, *prepolimerisasi* dan *cure stage*. *Cure stage* dibagi menjadi tiga tahap yaitu²⁾:

A stage

Yaitu tahap mula-mula (kondisi awal) resin dimana resin tersebut masih dapat larut dan bercampur dengan cairan tertentu.

B stage

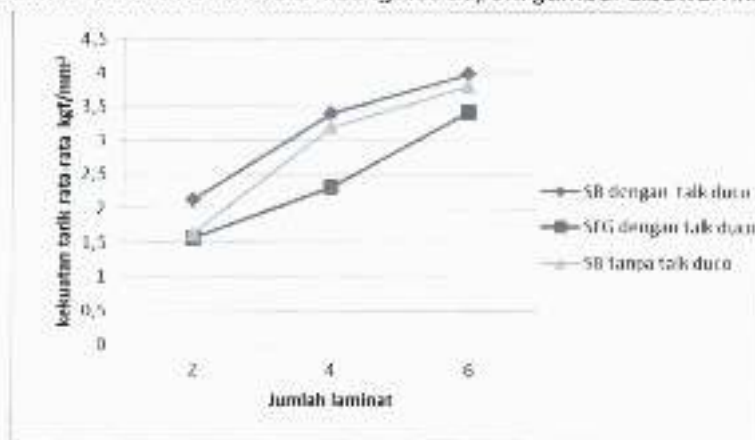
Merupakan tahap antar reaksi polimerisasi (*prepolimerisasi*), dimana resin akan mengembang bila kontak dengan cairan tertentu dan melunak bila dipanaskan.

C stage

Tahap akhir reaksi *polimerisasi* resin dimana resin tidak dapat larut atau mencair lagi (*cure*).

3. Analisa Pembahasan Hasil Data Pengujian

Grafik mengenai perbandingan pengaruh jumlah laminat (2, 4, 6) terhadap kekuatan tarik serat bambu dan serat *fiber glass* seperti gambar dibawah ini:



Gambar 4. Grafik perbandingan kekuatan tarik serat bambu dan serat *fiber glass*.

Dari grafik perbandingan kekuatan tarik diatas, dapat dilihat bahwa pengaruh serat dan matriks poliester ditambahkan talk duco pada komposit memberikan pengaruh terhadap kekuatan tarik. Kekuatan tarik terbesar terjadi pada komposit serat bambu dengan campuran talk duco, hal ini dapat dijelaskan dengan melihat hasil uji tarik maksimum yang bekerja pada masing-masing benda uji seperti diperlihatkan pada gambar 1. Pengaruh talk duco pada campuran material komposit pada benda uji, berfungsi untuk mengisi gelembung-gelembung udara pada campuran resin sehingga ruang udara pada benda uji dapat terisi oleh talk duco dan memperkuat material komposit.

Berdasarkan hasil pengujian tarik yang telah dilakukan dapat dilihat dari grafik kekuatan tarik diatas, terlihat bahwa perbandingan dari 2 ke 4 sampai ke 6 laminat nilai kuat tarik serat bambu rata-ratanya meningkat sebesar 2,12 kgf/mm² – 3,90 kgf/mm². Karena jumlah laminat yang semakin banyak, maka transfer kuat tarik dari matrik ke serat yang diterima akan lebih maksimal. Sehingga serat akan menahan beban sampai beban maksimum.

Dari hasil pengujian tarik didapatkan harga kuat tarik serat bambu yang paling optimal pada jumlah serat 6 laminat yaitu sebesar 3,90 kgf/mm² sedangkan yang terendah adalah dengan jumlah serat 2 laminat yaitu sebesar 2,12 kgf/mm².

Material komposit yang telah dibuat diketahui nilai kuat tarik untuk serat bambu dengan campuran talk duco untuk 6 laminat sebesar 3,90 kgf/mm² dan untuk serat bambu yang tanpa campuran talk duco pada 6 laminat sebesar 3,83 kgf/mm², material komposit untuk nilai kuat tarik *fiber glass* dengan talk duco dengan 6 laminat sebesar 3,425 kgf/mm². Dari data di atas memperlihatkan bahwa material berpenguat serat alam memberikan kontribusi yang baik terhadap nilai kekuatan material komposit dibandingkan yang menggunakan serat buatan sebagai penguatnya, dan talk duco yang dicampurkan ke dalam matriks berfungsi untuk mengisi gelembung-gelembung udara pada campuran resin dan memberikan efek peningkatan kekuatan dari material komposit.

Kesimpulan

1. Dari hasil pengujian tarik dapat diketahui bahwa nilai kuat tarik yang paling maksimum untuk serat *fiber glass* dan serat bambu adalah 6 laminat, untuk serat *fiber glass* sebesar $3,42 \text{ kgf/mm}^2$ dan untuk serat bambu sebesar $3,90 \text{ kgf/mm}^2$, dengan menggunakan matriks poliester dengan campuran talk duco.
2. Dari hasil pengujian tarik untuk material komposit berpenguat serat bambu dengan matriks poliester dengan campuran talk duco sebesar $3,83 \text{ kgf/mm}^2$ sedangkan kekuatan tarik material komposit berpenguat serat bambu dengan matriks poliester tanpa campuran talk duco sebesar $3,90 \text{ kgf/mm}^2$, sehingga material komposit yang menggunakan matriks poliester dengan campuran talk duco lebih besar dibandingkan dengan material komposit dengan matriks poliester tanpa campuran talk duco.
3. Kandungan talk duco pada campuran material komposit, berfungsi untuk mengisi gelembung-gelembung udara pada material komposit, sehingga mengurangi terjadinya prositas serta memperkuat material komposit.

DAFTAR PUSTAKA

1. Antonia.dkk,2006, Komposit Laminat Banbu Serat Woven sebagai bahan alternatif Pengganti Fiber Glass Pada Kulit Kapal, www.google.com
2. Bambang Kismono Hadi, "Mekanika Struktur komposit", Departemen Teknik Penerbangan ITB, Bandung,1992.
3. Firdaus,2006 M. Firdaus,2006,"Analisa Leaf Spring Bahan Komposit Fiber Glass Yukalac-157 yang Dihasilkan dari Alat Perancangan Pengepres", www.google.com.
4. Irwan Sagita, 2009, "Pengaruh Variasi Jumlah Laminat Terhadap Sifat Mekanik Material Komposit Berpenguat Serat Bambu, Tugas Akhir Sarjana, Unjani, Cimahi.
5. Lukmanul Hakim Arma, Hammada Abbas, Johannes Leonard. Analisis Kekuatan Komposit Lamina Serat Bambu Akibat Pengaruh Beban Siklik, Jurnal M.013 SNTTM XI. www.google.com.
6. Martijanti, 2010, Komposit Laminat Pisang Abaka Serat Woven sebagai Bahan Alternatif Pengganti Fiber Glass untuk Aplikasi Pembuatan Prototype Perahu Nelayan, Laporan Penelitian Hibah Bersaing.
7. Mardjono Siswono, "Komposit dengan Matriks Polimer (Thermoset dan Thermoplastik)",1990.
8. Ronald F Gibson. "Principles Of Composite Material Mechanics", Mc Graw-Hill, Inc., Nem York, 1994.
9. Schwarz, Mel M., "Composite Material Handbook", 2nd Edition, Mc Graw-Hill Inc., New York,1992.

Sistem Layanan *Facsimile Store-forward* Berbasis Teknologi TCP/IP

Bambang HSR Wibowo¹⁾; Latifah²⁾
e-mail: srwbambang@yahoo.com

- 1) Staff Pengajar Jurusan Teknik Elektro UNJANI
- 2) Staff Pengajar Jurusan Elektro UNJANI

ABSTRAK

Pengiriman fax secara konvensional umumnya relatif mahal karena harus disesuaikan dengan jarak dan tujuan dari pengiriman fax itu sendiri. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengatasi dan mengurangi biaya pengiriman fax yang tersebut adalah dengan membangun sebuah sistem transmisi data *facsimile* melalui internet dan *perangkat di sisi user* tetap menggunakan mesin *facsimile* analog. Pada jurnal ini akan dibahas tentang pembuatan sistem aplikasi *store-forward* data fax yang dapat menangani permintaan pengiriman fax oleh banyak user. Sistem yang dibuat terdiri dari dua bagian, yaitu bagian pengiriman dan penerimaan data, serta bagian yang bertugas untuk melakukan *routing* data. Sistem yang akan dibahas disini difokuskan pada sisi *routing*, dimana terdapat aplikasi manajemen proses antrian data *facsimile* pada *fax gateway* menggunakan metode FIFO (*First In First Out*) yang selanjutnya data diteruskan menuju *fax gateway* di sisi penerima. Pada pembangunan sistem ini digunakan beberapa protokol *email* seperti SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*) dan algoritma penanganan antrian data pada sistem *router*. Hasil akhir pembangunan sistem ini adalah sebuah aplikasi yang dapat meneruskan data *facsimile* melalui internet dengan memanfaatkan LAN dan metode antrian data yang masuk pada *fax gateway* di sisi pengirim data.

Kata kunci: *Routing*, FIFO, SMTP.

1. Pendahuluan

Pengiriman *facsimile* yang telah ada saat ini hanya dapat digunakan melalui jalur telepon PSTN saja. Kondisi seperti ini akan menyebabkan melambungnya biaya pengiriman *facsimile* seiring dengan semakin jauhnya tujuan dari pengiriman *facsimile* tersebut. Dewasa ini juga telah dikenal pengiriman *facsimile* melalui jalur email, akan tetapi metode ini bisa dibilang kurang praktis karena interface yang digunakan sebagai media pengirim dan penerimanya bukanlah *facsimile* biasa atau yang biasa kita sebut

sobagai mesin facsimile analog, melainkan sebuah komputer yang terhubung dengan internet. Hal ini menjadi kendala bagi user yang tidak berlangganan internet.

Pada jurnal ini akan dijelaskan mengenai pembangunan sebuah sistem pengiriman facsimile dari beberapa user menggunakan jalur internet dan media yang berhubungan dengan user adalah mesin facsimile biasa dan bukan komputer yang terhubung dengan jalur internet, sehingga biaya yang dikeluarkan lebih murah jika dibandingkan dengan pengiriman facsimile menggunakan jalur telepon PSTN atau melalui email. Sistem layanan yang dibuat dirancang sebagai aplikasi pengiriman data facsimile dalam jumlah yang banyak dan sistem dapat menangani antrian transmisi data fax dari user.

2. Teori Penunjang

2.1 Fax Gateway

Fax Gateway adalah suatu layanan yang bertindak sebagai suatu alat penghubung untuk memindahkan dokumen facsimile antara PSTN dan IP jaringan. Fax gateway dihubungkan pada satu sisi ke PSTN dan di sisi yang lain untuk suatu IP jaringan. Untuk sesi fax transmisi tertentu tergantung pada fungsi pelaksanaan suatu gateway, hal ini dapat digolongkan sebagai :

a. Onramp fax gateway

Onramp fax gateway adalah suatu layanan yang dapat menerima panggilan facsimile yang datang dari PSTN dan dokumen tersebut dikirimkan kembali melalui layanan internet mana saja (termasuk fax offramp gateway).

b. Offramp fax gateway

Offramp fax gateway adalah suatu layanan yang dapat menerima suatu dokumen facsimile atau suatu dokumen yang diharapkan untuk suatu terminal fax dari internet dan dokumen itu dikirimkan kembali ke terminal lama fax melalui PSTN.

2.1 Mail Server

E-mail adalah salah satu metode yang digunakan untuk berkomunikasi melalui internet. Dengan email, seorang user dapat mengirimkan pesan ke berbagai macam komputer dengan sistem operasi yang berbeda-beda.

Electronic-Mail (E-Mail) merupakan aplikasi TCP/IP yang paling banyak digunakan. E-mail adalah pesan yang terdiri atas kumpulan string ASCII dalam format RFC 822 (dikembangkan thn 1982).

Email terdiri atas dua bagian yang dipisahkan baris kosong:

- Header : sender, recipient, date, subject, delivery path.
- Body : isi pesan

MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions) adalah standar internet yang menyambung format email supaya mendukung format text dengan format selain US-ASCII, non-text attachment, multi-part pada badan pesan, dan informasi pada header. Keseluruhan email yang ditulis oleh pengguna akan dikirim melalui SMTP dengan format MIME. Selain digunakan pada sistem email, MIME juga digunakan pada protokol lainnya seperti HTTP pada world wide web. MIME dijabarkan pada RFC 2045, RFC 2046 dan RFC 2049. Dasar internet untuk protokol email, SMTP, hanya mendukung 7 bit ASCII, karena itu ditambah MIME supaya bisa mendukung yang lainnya.

MTA (Message Transfer Agent) adalah suatu program yang bertanggung jawab dalam hal pengiriman sebuah email ke suatu tujuan alamat. MTA lebih dikenal dengan sebutan mail server, mail server ini berupa komputer yang melayani penerimaan email secara terus-menerus. Program MTA biasanya akan menjadi sebuah daemon dan

membuka koneksi pada port 25 (SMTP) yang digunakan sebagai penghubung antar MTA. Macam-macam MTA : Postfix, sendmail, Qmail, Mercury, Microsoft Exchange Server dan Mdaemon.

2.3 Router

Router adalah salah satu bentuk device jaringan yang bertugas untuk routing data dan difungsikan untuk menghubungkan dua jaringan atau lebih. Routing merupakan fungsi yang bertanggung jawab membawa data melewati sekumpulan jaringan dengan cara memilih jalur terbaik untuk dilewati data. Tugas router untuk forward data (Fungsi IP Forward harus diaktifkan) menggunakan routing protokol (Algoritma Routing).

Tipe router antara lain :

- Komputer yang kita fungsikan router
- Peralatan khusus yang dirancang sebagai router

Router berada di sisi gateway sebuah tempat dimana dua jaringan LAN atau lebih untuk disambungkan. Router menggunakan HEADERS dan daftar tabel pengantar (Forwarding Table) untuk menentukan posisi yang terbaik untuk mengantarkan sebuah paket jaringan dan juga menggunakan protokol seperti ICMP, HTTP untuk berkomunikasi dengan LAN lainnya dengan konfigurasi terbaik untuk jalur antar dua host manapun.

Supaya router bisa meneruskan data, komputer yang ada pada jaringan tersebut harus menugaskan router untuk meneruskan data. Penugasan dilakukan dengan cara setting komputer default gateway ke router. Jika kita tidak setting default gateway maka bisa dipastikan LAN tersebut tidak bisa terkoneksi dengan jaringan lainnya.

2.4 LAN

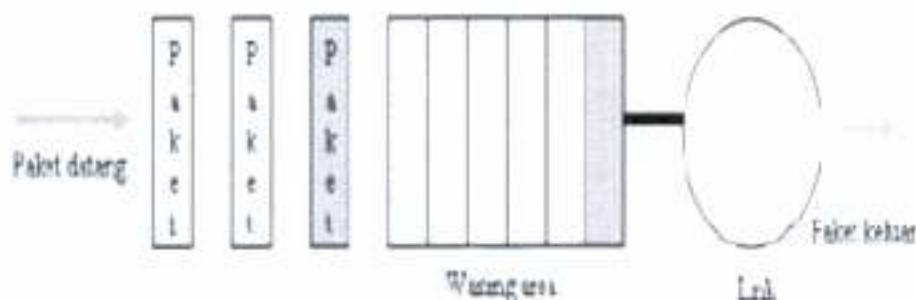
Local Area Network biasa disingkat LAN adalah jaringan komputer yang jaringannya hanya mencakup wilayah kecil, seperti jaringan komputer kampus, gedung, kantor, dalam rumah, atau sekolah. Saat ini, kebanyakan LAN berbasis pada teknologi IEEE 802.3 Ethernet menggunakan perangkat switch, yang mempunyai kecepatan transfer data 10, 100, atau 1000 Mbit/s. Selain teknologi Ethernet, saat ini teknologi 802.11b (atau biasa disebut Wi-fi) juga sering digunakan untuk membentuk LAN. Tempat-tempat yang menyediakan koneksi LAN dengan teknologi Wi-fi biasa disebut hotspot.

Pada sebuah LAN, setiap node atau komputer mempunyai daya komputasi sendiri, berbeda dengan konsep dumb terminal. Setiap komputer juga dapat mengakses sumber daya yang ada di LAN sesuai dengan hak akses yang LAN sesuai dengan hak akses yang telah diatur. Sumber daya tersebut dapat berupa data atau perangkat seperti printer. Pada LAN, seorang pengguna juga dapat berkomunikasi dengan pengguna yang lain dengan menggunakan aplikasi yang sesuai.

2.5 Algoritma Antrian FIFO

Algoritma antrian dapat diartikan sebagai usaha untuk mengatur kongesti dan mengurangi delay pada node jaringan. Berdasarkan cara kerjanya, metode antrian dibagi atas dua jenis yaitu : packet scheduling dan packet loss management. Packet scheduling menangani pengaturan paket pada keluaran antrian, misalnya First In First Out (FIFO), Weighted Fair Queue (WFQ), dan Class Based Queue (CBQ). Packet loss management melakukan pengaturan terhadap paket yang akan masuk ke dalam buffer, misalnya Simple Overflow, Random Early Detection (RED), dan Weighted Random Early Detection (WRED).

FIFO adalah metode antrian dimana paket meninggalkan antrian sesuai dengan urutan kedatangannya. WFQ dalam mode awalnya memisahkan trafik pada suatu interface ke dalam aliran, menentukan kecepatan transmisi dari tiap aliran, dan kemudian pembobotan prioritas dari tiap aliran. Trafik Bandwidth rendah diberi prioritas efektif di atas trafik bandwidth tinggi, dan trafik bandwidth tinggi membagi bersama layanan transmisi proporsional menurut pembobotan yang telah ditentukan. CBQ menyediakan prioritas link sharing antara kumpulan aliran yang sesuai dengan kelas dari layanan yang ditetapkan oleh penyedia jaringan, dengan memberikan alokasi bandwidth yang berbeda pada setiap kelas. RED menghindari kongesti tingkat pertama. Router mendeteksi sumber sebelum terjadi congestion, Tindakan yang dilakukan, melakukan dropping atau menandai paket yang datang. Early random drop dilakukan dengan pertimbangan, daripada menunggu buffer penuh lebih baik melakukan dropping setiap paket yang datang dengan probabilitas drop tertentu jika rata-rata panjang antrian menunjukkan drop level tertentu. WRED membuang paket dengan memilih berdasar pada IP precedence/hak yang lebih tinggi. Paket dengan suatu IP precedence yang lebih tinggi nampaknya lebih sedikit untuk dibuang dibanding paket dengan suatu paket dengan precedence yang lebih rendah.



Gambar 1: Prinsip Antrian FIFO

2.6 Protokol SMTP

Simple Mail Transfer Protocol (SMTP) adalah protokol standar untuk pengiriman electronic mail (email) di internet. SMTP merupakan protokol yang cukup sederhana, berbasis teks dimana protokol ini menyebutkan satu atau lebih penerima email untuk kemudian diverifikasi. Jika penerima email valid, maka email akan segera dikirim. SMTP menggunakan port 25 dan dapat dihubungi melalui program telnet. Agar dapat menggunakan SMTP server lewat nama domain, maka record DNS (Domain Name Server) pada bagian MX (Mail Exchange) digunakan.



Gambar 2. Model SMTP

Pada Gambar 2 diperlihatkan pertukaran email menggunakan protokol SMTP. Jika akan mengirimkan suatu email, maka SMTP Client akan membuka kanal dua arah ke SMTP Server. Dalam hal ini SMTP Server bisa merupakan tujuan akhir, namun kadang bisa juga menjadi perantara antara komputer penerima dengan komputer pengirim atau berupa gerbang yang menghubungkan komunikasi SMTP dengan protokol lain.

Server SMTP menerima permintaan koneksi network dan melakukan nol atau lebih transaksi SMTP setiap koneksi. Setiap message yang diterima diteruskan ke daemon cleanup dan diletakkan kedalam queue incoming sebagai satu file queue. Server SMTP menerapkan kebijakan yang bermacam-macam dari setiap permintaan koneksi, seperti parameter yang diberikan kepada perintah HELO, ETRN, MAIL FROM, VRFY dan RCPT TO. Hal-hal tersebut akan dijelaskan pada file konfigurasi main.cf. Server SMTP bersifat cukup peka terhadap security. Ia akan berhubungan dengan SMTP client dan server DNS dari network. Server SMTP dapat dijalankan di chroot dengan privilege rendah.

2.7 POP3

Para pengguna email, akan menggunakan protokol POP untuk mengambil email yang berada di server. Protokol yang digunakan sekarang adalah versi 3 sehingga disebut POP3. POP3 berkembang dari protokol sebelumnya yang disebut POP (biasa disebut POP1) dan POP2. Protokol POP3 didesign untuk pengguna dengan jaringan yang sebentar-bentar harus dimatikan. Sehingga pengguna dapat menggunakan email tanpa harus terkoneksi secara terus-menerus. Walaupun pada POP3 terdapat pilihan "leave messages on server", pengguna email biasanya akan mengkoneksikan, mengambil email dan menyimpan pada PC, menghapus email di server dan memutus koneksi. POP3 server melayani pengguna melalui port 110.

Program server POP sendiri terletak di /usr/sbin/pop3d. Ketika menggunakan sebuah server POP, pesan-pesan e-mail di download oleh program e-mail client. Secara default sebagian besar aplikasi e-mail client secara otomatis dikonfiguarsikan untuk menghapus e-mail -email yang ada di server e-mail setelah sukses ditransfer, tetapi konfigurasi ini bisa saja diubah.

2.8 IMAP

IMAP dikembangkan untuk memperbaiki kekurangan yang dimiliki oleh POP. IMAP dirancang untuk dapat digunakan baik untuk server maupun client. Dengan IMAP semua email di server tidak otomatis dihapus dari server meskipun proses download ke client sudah selesai. Untuk menghapus email dari server harus menunggu perintah dari user di client. Pada POP, semua email yang ada di server di-download dalam waktu yang bersamaan, hal ini akan menjadi masalah jika akses jaringan internetnya lambat sekali. Sedangkan pada IMAP, email di server tidak harus di-download semua. IMAP menyediakan fasilitas agar email dapat didownload headernya saja atau body-nya saja. Email juga dapat disimpan ke folder yang berbeda, sehingga email dapat diorganisasi dengan baik. Kelebihan utama dari IMAP adalah bahwa IMAP mendukung mode offline, yaitu kita dapat menulis dan membaca email pada saat komputer sedang tidak terkoneksi ke internet.

Default program server IMAP di Debian adalah */usr/sbin/imapd* dan disediakan oleh paket *imap*. Ketika menggunakan sebuah server, pesan-pesan e-mail tetap berada pada server e-mail, dimana user dapat membaca atau menghapusnya. Imap juga memungkinkan aplikasi e-mail client membuat, mengubah nama, atau menghapus direktori-direktori email pada server e-mail untuk mengelola dan menyimpan pesan-pesan email. Protokol IMAP sangat baik digunakan oleh user yang terkoneksi ke server e-mail.

2.9 Protokol T.37

T.37 adalah suatu standar ITU yang digunakan untuk mengirimkan pesan fax menggunakan email. Ini juga dikenal sebagai "iFax", "Internet Fax", atau "Store-Forward-Fax".

ITU-T T.37 adalah suatu protokol yang dirancang untuk store-forward data melalui internet. Hal ini didefinisikan untuk memilih format file ketika menyimpan suatu bentuk fax kedalam sebuah disk.

Protokol fax T.37 dipergunakan untuk aplikasi berikut:

- Ketika mencoba untuk mengirimkan suatu image ke suatu mesin fax tetapi mesin fax tersebut sedang sibuk sehingga harus dikirim di waktu kemudian.
- Jika suatu image harus dikirim untuk beberapa penerima (batch running).

Protokol T.37 store-forward menggunakan format gambar TIFF untuk menyimpan data kedalam sebuah disk. TIFF adalah suatu format file umum yang dibuat oleh Aldus Corporation. Referensi T.37 pada khususnya ada dalam suatu dokumen dari IETF (Internet Engineering Task Force) yang disebut dengan format file RFC 2301 untuk fax internet. Format file T.37 mengikuti format gambar IETF profil RFC 2301. Pada referensi RFC 2301 informasi penuh format file TIFF ditempatkan pada dokumen TIFF Revision 6.0 dari Aldus Corporation. TIFF mempunyai suatu kerangka ideal untuk FOIP dan karenanya telah dipilih oleh ITU-T dan IETF sebab menambahkan kemampuan terhadap kedua mesin fax yang sudah ada dan dan mesin fax masa depan yang akan menggunakan warna dan lain kompresi algoritma tekanan lain dibandingkan yang telah ada saat ini. TIFF adalah sebuah format file gambar yang penting ketika datang kepada T.37, T.38, dan dokumen lain yang mereferensikan FOIP.

2.10 Pemrograman Java

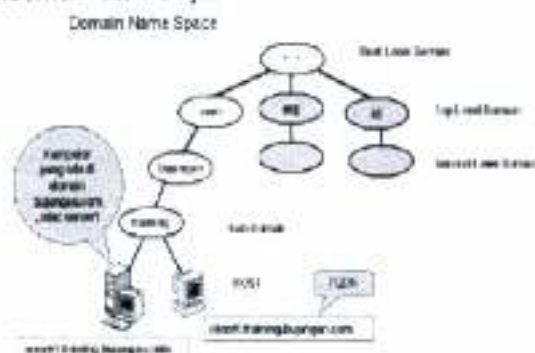
Java adalah suatu teknologi di dunia software komputer, yang merupakan suatu bahasa pemrograman, dan sekaligus suatu platform. Sebagai bahasa pemrograman, Java dikenal sebagai bahasa pemrograman tingkat tinggi. Java mudah dipelajari, terutama bagi programmer yang telah mengenal C/C++. Java merupakan bahasa pemrograman berorientasi objek yang merupakan paradigma pemrograman masa depan. Sebagai bahasa pemrograman Java dirancang menjadi handal dan aman. Java juga dirancang agar dapat dijalankan di semua platform. Dan juga dirancang untuk menghasilkan aplikasi – aplikasi dengan performansi yang terbaik, seperti aplikasi database Oracle 8i/9i yang core-nya dibangun menggunakan bahasa pemrograman Java. Sedangkan Java bersifat neutral architecture, karena Java Compiler yang digunakan untuk mengkompilasi kode program Java dirancang untuk menghasilkan kode yang netral terhadap semua arsitektur perangkat keras yang disebut sebagai Java Bytecode.

2.11 DNS

DNS (*Domain Name System*) adalah suatu bentuk database yang terdistribusi, dimana pengelolaan secara lokal terhadap suatu data akan segera diteruskan ke seluruh jaringan (internet) dengan menggunakan skema *client-server*. Suatu program yang dinamakan *name server*, mengandung semua segmen informasi dari database dan juga

merupakan *resolver* bagi *client-client* yang berhubungan ataupun menggunakannya. Struktur dari *database* DNS bisa diibaratkan dengan dengan struktur *file* dari sebuah sistem operasi UNIX. Seluruh *database* digambarkan sebagai sebuah struktur terbalik dari sebuah pohon (*tree*) dimana pada puncaknya disebut dengan *root node*.

Pada setiap *node* juga merupakan *root* dari *subtree*, atau pada sistem file UNIX merupakan *root* direktori dari sebuah direktori. Hal ini pada sistem DNS disebut dengan nama domain. Pada tiap domain juga memungkinkan nama *subtree* dan bisa berbeda pula, hal ini disebut *subdomain* atau *subdirektori* pada sistem file UNIX. Pada bagian *subdomain* juga memungkinkan adanya *subtree* lagi yang bisa dikelola oleh organisasi yang berbeda dengandomain utamanya.



Gambar 3. Domain Name System

2.12 Samba

Samba merupakan aplikasi UNIX yang memanfaatkan protokol SMB (Server Message Block). Sebagian sistem operasi memanfaatkan SMB dalam komunikasi *client-server*-nya, termasuk Windows dan OS/2. Samba memungkinkan mesin Linux berkomunikasi dengan menggunakan mesin Windows/Dos maupun OS/2.

Aplikasi Samba dapat digunakan untuk:

1. Menghubungkan setiap mesin Unix (termasuk Linux) dengan mesin Dos/Windows.
2. Menempatkan mesin Unix (Linux) sebagai Primary Domain Controller sebagaimana yang dilakukan oleh Windows NT/2000 Server.
3. Berbagi (*share*) file dan printer pada semua komputer yang terhubung ke jaringan.
4. Membantu pengguna browsing di *network neighborhood*.
5. Memberikan otentikasi kepada setiap klien yang login ke dalam domain pada suatu jaringan.

3. Perencanaan dan Implementasi

Dalam proses pengiriman facsimile, data biasanya dilewatkan melewati jalur telepon yang ada, akan tetapi dengan teknologi ini, kita tidak perlu menggunakan jalur telepon lagi yang dirasa menghabiskan biaya besar, tetapi data akan dilewatkan melalui jalur email dengan menggunakan protokol SMTP. Dalam hal ini, sistem dapat melakukan pengiriman data facsimile dari banyak user, sehingga proses kerja sistem lebih ditekankan pada penanganan proses antrian data pada fax gateway untuk proses routing dengan satu jalur transmisi.

Sistem keseluruhan pada bagian penerima dan pengirim data facsimile, serta bagian sistem routing yang akan dibuat dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Rancangan Sistem Keseluruhan

Dari Gambar 4 ditunjukkan bahwa sistem akan menghubungkan tiga *facsimile* sender pada satu *fax gateway* menuju dua *facsimile receiver*. Untuk blok sistem routing dan topologi jaringannya dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Rancangan Sistem Routing

Sistem *store-forward* data *facsimile* ini terdiri dari dua *fax gateway* yang terhubung ke dua *mail server*. Dalam hal ini terjadi dua operasi yang sama pada setiap *gateway* yaitu proses *send* (mengirim) dan *receive* (menerima).

Cara kerja dari keseluruhan sistem *store-forward* data ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem akan mengambil data *facsimile* dari *fax gateway* sisi lain berupa *file nomor_tujuan.tiff* untuk diletakkan pada direktori dalam *fax gateway* sistem *router* dan masuk pada *folder*. Format *file *.tiff* merupakan bentuk format *file facsimile*.
2. Sistem melakukan seleksi data pada *file* yang telah masuk dalam *folder* berdasarkan urutan waktu kedatangan.
3. Selanjutnya, sistem akan mengambil nama *file* yaitu nomor_tujuan pada tiap waktu (*t*) untuk dilihat pada *file* daftar nomor tujuan yang bertindak sebagai *database*.
4. Sistem memeriksa nomor_tujuan pada daftar nomor tujuan.
5. Jika nomor_tujuan telah terdaftar pada daftar nomor tujuan, maka sistem mengambil alamat *email server* yang terhubung ke *fax gateway* tujuan dan data dikirim dengan format SMTP ke SMTP server.
6. Jika nomor_tujuan tidak terdaftar maka data gagal dikirimkan.
7. Setelah data masuk pada server SMTP, maka sistem penerima mengambil *file* data dari server SMTP.
8. *File* dikirim dan disimpan dalam sebuah direktori pada *fax gateway* dan kembali masuk *folder* untuk seleksi data. *file* dalam *mail server* akan dihapus untuk menjaga agar *file* yang di-*download* adalah *file* terbaru.

Implementasi dari rancangan sistem yang telah dibuat antara lain merencanakan topologi jaringan dan proses antrian data *facsimile* dengan algoritma FIFO, penggunaan

protokol T.37 untuk proses store-forward data facsimile, pembangunan fax routing, serta melakukan proses integrasi sistem.

4. PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Pengujian Sistem Penerimaan File

Langkah pertama dalam sistem ini adalah menerima file data facsimile dalam bentuk ekstensi .tiff. Pengujian pada sistem ini dilakukan dengan menggunakan sharing folder, dimana sistem akan menerima nama file beserta isinya yang telah di-share dari share folder pada sistem penerima fax. Sharing folder dilakukan menggunakan aplikasi samba pada komputer Linux.

4.2 Pengujian Sistem Penyeleksi File metode FIFO

Pada sistem ini, setelah data file masuk dalam folder fax gateway pengirim sistem routing, maka dilakukan proses seleksi file berdasarkan waktu kedatangan data dalam folder. Setelah didapatkan file dengan urutan pertama, maka file tersebut diambil untuk dibandingkan namanya dengan daftar nomor tujuan yang ada pada file MailServer.list. Sistem akan memeriksa alamat gateway mana yang memiliki nomor fax yang sama dengan nomor fax tujuan. Selain itu, sistem juga mengambil alamat email user yang memiliki nomor fax yang sama dengan nomor tujuan. Pengujian sistem ini, dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Tampilan Seleksi File

Pada pengujian seleksi data ini, sistem akan diuji pada penerimaan file dengan *last modified* yang bermacam-macam dan diletakkan secara random pada folder yang telah di-share. Proses inilah yang akan diuji untuk mendapatkan file dengan *last modified* terkecil untuk diproses lebih lanjut, yaitu menuju proses pengecekan nomor tujuan fax di *file list*.

Jika nama file pada urutan pertama tidak ada dalam daftar nomor tujuan di *file list*, sistem akan terus *looping* sampai ada file baru dalam folder input yang mempunyai waktu *last modified* lebih kecil dari file yang tidak ada dalam *file list*. Sistem akan mengurutkan semua file yang masuk dalam folder untuk dilakukan pengiriman data menuju mail server tujuan yang terhubung ke fax gateway tujuannya.

4.3 Pengujian Sistem Pengiriman File Attachment ke Mail Server

Pada saat proses seleksi file dan proses perbandingan nomor tujuan dari MailServer.list selesai, maka sistem selanjutnya akan mengirimkan data file yang berupa attachment tersebut ke mail server.

Jika ada mail dalam inbox, maka dapat dipastikan bahwa telah ada data yang masuk ke mail server tersebut. Dan untuk memastikan bahwa data yang masuk adalah

Tabel 1-1 Waktu Transmisi pada Format F4

Banyak Sampel	Lama Waktu (hh:mm:ss)	
	10 KB	15 KB
1	00:02:43	00:02:42
2	00:02:21	00:02:37
3	00:01:45	00:02:19
4	00:01:39	00:02:41
5	00:02:25	00:02:40
6	00:02:45	00:02:39
7	00:01:57	00:02:19
8	00:01:40	00:02:28
9	00:02:24	00:02:21
10	00:02:23	00:02:20
Rata - rata	00:02:02	00:02:33



Gambar 9, Grafik pada Format F4

Tabel 1-2 Waktu Transmisi Format A4

Banyak Sampel	Lama Waktu (hh:mm:ss)	
	10 KB	15 KB
1	00:02:37	00:02:00
2	00:01:26	00:02:14
3	00:01:30	00:02:41
4	00:01:08	00:02:03
5	00:01:23	00:02:02
6	00:01:28	00:02:32
7	00:01:56	00:01:26
8	00:01:21	00:02:27
9	00:01:48	00:02:09
10	00:01:30	00:02:46
Rata - rata	00:01:37	00:02:26

Tabel 1-1 Waktu Transmisi pada Format F4



Gambar 10. Grafik pada Format A4

Tabel 1-3 Waktu Transmisi Format A5

Banyak Sampel	Lama Waktu (hh:mm:ss)	
	10 KB	15 KB
1	00:01:15	00:01:47
2	00:01:13	00:02:21
3	00:01:09	00:02:25
4	00:01:49	00:02:27
5	00:01:29	00:02:28
6	00:01:17	00:01:37
7	00:01:38	00:01:45
8	00:01:44	00:02:38
9	00:01:48	00:02:24
10	00:02:05	00:01:43
Rata - rata	00:01:35	00:02:16



Gambar 11. Grafik pada Format A5

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah sistem yang dibuat selesai dan mengamati hasil analisa dari pengujian sistem, maka dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Aplikasi store-forward data fax dapat berjalan dengan baik pada bit rate sekitar 7.5 kbps.
2. Agar aplikasi dapat menangani antrian data di fax gateway dengan baik, maka waktu rata-rata pengiriman data menuju mail server tujuan adalah sekitar 2 detik dan waktu rata-rata yang harus ditempuh pada proses penerimaan setiap file di fax gateway adalah sekitar 1,5 detik.
3. Parameter yang mempengaruhi FIFO antara lain adanya waktu pembuatan file dan kondisi trafik jaringan pada saat proses store-forward dilakukan.

Saran yang dapat diberikan untuk pengembangan sistem layanan facsimile ini antara lain penyempurnaan aplikasi agar dapat melakukan pengiriman data secara full duplex antara sistem pengirim dan penerima, yaitu tidak hanya menggunakan satu jalur transmisi saja, sistem pengirim dapat melakukan pengiriman dan juga penerimaan data, begitu sebaliknya di sistem penerima.

Daftar Pustaka

1. Fauziyah, Wihdatusani., 2008. *Rancang Bangun Router Untuk Sistem Retransmisi Data Facsimile Melalui Internet*, Laporan Proyek Akhir PENS-ITS, Surabaya.
2. Harold, Elliotte Rusty., 2000. *Java Network Programming 2ed*.
3. Latifah., 2009. *Desain Aplikasi Manajemen Proses Antrian Data Pada Fax Gateway Menggunakan Algoritma Fifo Pada Sistem Layanan Facsimile Store-Forward Melalui Jaringan Internet*, Laporan Proyek Akhir PENS-ITS, Surabaya.
4. Purnama, Rangsang., 2003. *Tuntunan Pemrograman Java Jilid-2*, Surabaya.
5. Sukaridhoto, Sri trusta., 2007. *Jaringan Komputer*, PENS-ITS, Surabaya.
6. <http://firdauslinux.info>, "Setting Postfix-2"
7. <http://www.khairilthegreat.web.id>, "Instalasi DNS Server".
8. <http://bebas.vlsm.org/v06/SistemOperasi-4.X-2/ch06s02.html>, "Algoritma FIFO (First In First Out)".

BIODATA PENULIS

1. Bambang HSR Wibowo, ST., M.Sc. Adalah Dosen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jenderal Achmad Yani.
2. Latifah, A.Md. Adalah praktisi bidang IT dan bekerja di PT. PLN Persero Bandung.

**Usulan Strategi Bersaing
Jasa Pengiriman Paket PT. POS Indonesia
(Studi Kasus di UPT
PT. POS Indonesia II BANDUNG)**

Ferry Febriansyah¹, Paulus Yuniarto², Zaenal Muttaqien³

^{1,2}Jurusan TI - Institut Teknologi Telkom Bandung

³Jurusan TI - Univ. Jend. Achmad Yani (UNJANI) Bandung

e-mail : iiy_euy@telkom.net¹, pay@sttelkom.ac.id¹, zamu_taq@yahoo.com³

ABSTRACT

As a BUMN in postal industry, PT. Pos Indonesia claimed to be survived in nowadays competition and also be able to give contribution to the government. To make it happen, it needs competitive strategy that match to the existing business, so that business can achieve the corporate goals. Strategies that will be conducted are correlated to the company's internal and external environment, including customer satisfaction. So with the analysis of environment and customer satisfaction, later on the company will be able to adapt for the change that happen in its business environment to its internal condition. Those things that make the writer recommend an appropriate formula of company's strategy that suitable with the internal and external condition of the company.

To gather information about internal and external condition of the company, the writer uses a previous questioner. With this questioner, the writer knows the internal factors that strengths and weaknesses for the company and the external factors that could be either opportunities or threats to company. To know how big that environment influenced, we conducted a rating for those factors so we can know the company business position. This position can be known from GE (General Electric) Matrix which combined the industry attractiveness with business power. To know the customer satisfaction we use CSI (Customer Satisfaction Index), CSGI (Customer Satisfaction Gap Index), CSI Boxes, and Importance-Performance Matrix. With those things, we can formulate a competitive strategy that match to the company business environment.

The result of this research, we know that business position of the company is on the selective growth level.

Aspect	Score
Industry Attractiveness	3,82
Business Power	3,61

About the customer satisfaction, the customer felt quit satisfy for the service that PT. Pos Indonesia gave with 63,38% of CSI. But if it's compared with Tiki, the quality service of PT. Pos Indonesia still loose.

The conclusion of this whole research is the formulating of business and functional level strategy. The formulated business strategies are growth strategy consist of market penetration, innovations, concentrations and alliance strategy. The functional strategies are the reduction of business strategies. The functional strategy conducted in marketing and distribution, operation, human resource, and financial section.

Keywords: Industry Attractiveness, Business Power, Customer Satisfaction, Competitive Strategy

1. Pendahuluan

Perkembangan pesat dunia teknologi dan komunikasi sebagai dampak pengaruh globalisasi yang melanda dunia, mengakibatkan terjadinya perubahan drastis menimpa dunia usaha. Akibatnya terjadi perubahan pada pola perekonomian dan perilaku konsumen yang menyebabkan tingkat persaingan semakin hebat. Dalam hal ini setiap perusahaan dituntut untuk memformulasikan suatu strategi dalam rangka menyikapi kondisi tersebut sehingga mampu tetap bertahan dan unggul dalam persaingan.

Kemajuan teknologi dan komunikasi menyebabkan arus informasi tidak terhalangi dan mampu merubah perilaku konsumen yang dimanjakan dengan tersedianya pilihan-pilihan produk barang dan jasa yang mampu memuaskan keinginan dan kebutuhan konsumen. Kondisi demikian semakin kompleks dengan berkembangnya produk dan layanan substitusi serta munculnya pesaing-pesaing baru maupun lama dengan berbagai macam keunggulan dan daya tariknya yang dapat meruntuhkan loyalitas konsumen terhadap suatu produk/jasa.

Demikian pula halnya dengan dunia bisnis perposan yang tidak terlepas dari kondisi tersebut di atas. Persaingan jasa kurir berkembang semakin ketat dan tajam yang ditandai dengan perubahan regulasi di bidang perposan yang menyebabkan berkembangnya perusahaan yang bergerak dibidang jasa perposan.

PT. Pos Indonesia (Persero) sebagai salah satu pobisnis terbesar di bidang jasa perposan di Indonesia khususnya untuk jasa pengiriman paket, sangat menyadari kondisi tersebut di atas. Dari seluruh jenis jasa yang dimasuki, jasa pengiriman paket menempati nomor dua terbesar sebagai penyumbang pendapatan bagi PT. Pos Indonesia. Sehingga jasa pengiriman paket merupakan jasa yang penting bagi PT. Pos Indonesia dan pengelolaan jasa ini harus menjadi perhatian khusus bagi pengambil keputusan di PT. Pos Indonesia. Oleh karena itu PT. Pos Indonesia tidak pernah berhenti untuk melakukan berbagai usaha dan perubahan dalam meningkatkan mutu pelayanan, sehingga mampu memenuhi harapan dan keinginan pelanggan. Sumber daya yang dimiliki PT. Pos selalu difokuskan untuk meningkatkan daya saing dan mampu mewujudkan kepuasan pelanggan.

Oleh karena itu, untuk dapat meningkatkan kinerja dan daya saingnya, serta untuk tetap eksis dalam persaingan yang ketat ini diperlukan suatu perencanaan yang strategis agar layanan dapat diterima dan dimanfaatkan oleh pelanggan. Diharapkan dengan perencanaan yang strategis ini dapat dihasilkan suatu strategi bersaing yang sesuai sehingga bisnis jasa pengiriman paket PT. Pos Indonesia dapat terus eksis bersaing bersama beberapa perusahaan sejenis lainnya, baik itu perusahaan kurir kecil sampai yang besar seperti TIKI, DHL, LTH, dll. Selain itu, strategi bersaing tersebut diharapkan juga dapat meningkatkan kualitas pelayanan, yang mana kesemuanya itu pada akhirnya diharapkan dapat meningkatkan pendapatan PT. Pos Indonesia.

Berdasarkan pada masalah yang telah diidentifikasi di atas, maka tujuan penelitian ini adalah : (1) Mengetahui kualitas layanan bisnis jasa pengiriman paket PT. Pos Indonesia dengan mengukur tingkat kepuasan dan kepentingan pelanggan terhadap pelayanan yang diberikan. (2) Mengukur dan membandingkan tingkat kepuasan pelanggan jasa paket PT. Pos Indonesia terhadap kompetitorinya. (3) Mengidentifikasi kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman terhadap unit bisnis jasa pengiriman paket (logistik) PT. Pos Indonesia. (4) Mengidentifikasi dan menganalisis posisi portofolio bisnis perusahaan. (5) Merekomendasikan usulan strategi bersaing yang tepat untuk PT. Pos khususnya untuk unit bisnis pengiriman paket pos sehingga dapat bersaing dalam dunia pengiriman paket dapat bersaing dalam dunia pengiriman paket.

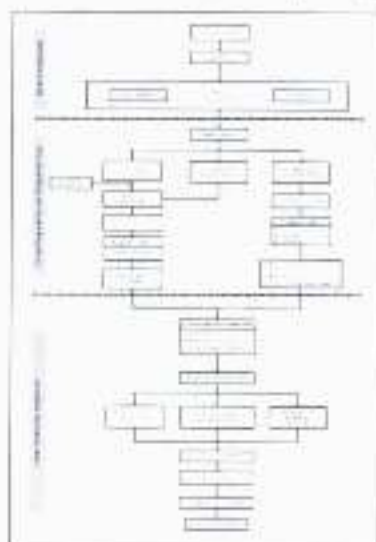
2. METODE PENELITIAN

Untuk memudahkan dan memperjelas proses pengukuran, maka model konseptual yang digunakan dalam penelitian ini tampak pada gambar 1.



2.1 Langkah-langkah Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap, dengan langkah-langkah sebagai berikut.



Gambar 2. Kerangka Pemecahan Masalah

3. Pengumpulan Data

Tabel 1. merupakan perincian penyebaran kuesioner internal perusahaan. Kuesioner ini diisi oleh orang yang mengerti dan paham tentang bisnis yang dibahas.

Tabel 1. Hasil Penyebaran Kuesioner

No.	Jabatan Responden	Jumlah Kuesioner
1.	Supervisor BisLog	1
2.	Supervisor PosPlus	1
3.	Asisten Supervisor BinLayar	1
	TOTAL	3

4. Pengolahan Data

Posisi Portofolio Bisnis Pengiriman Paket

Tabel 2. Aspek Daya Tarik Pasar

Faktor	Keterangan	Bobot	Rating	Nilai
1	Ukuran Pasar	0,110	4,842	0,509
2	Pertumbuhan Pasar/Industri	0,080	3,915	0,314
3	<i>Profit Margin</i>	0,176	3,634	0,640
4	Intensitas Persaingan	0,181	4,642	0,840
5	Aksesibilitas Teknologi	0,173	3,302	0,570
6	Dampak Inflasi	0,156	2,884	0,450
7	Pengaruh Keadaan Sosial, Politik, dan Hukum	0,124	4,000	0,496
Jumlah Nilai				3,821

Tabel 3. Aspek Kekuatan Bisnis

Faktor	Keterangan	Bobot	Rating	Nilai
1	Pangsa Pasar	0,218	4,309	0,940
2	Kualitas dan Harga Pelayanan	0,193	2,520	0,486
3	Jangkauan Pelayanan	0,188	4,642	0,870
4	Pemasaran	0,169	2,621	0,442
5	Kemampuan dan Efisiensi Operasi	0,087	3,915	0,339
6	Sumber Daya Manusia	0,069	3,915	0,271
7	Nama dan Citra Perusahaan	0,077	3,420	0,263
Jumlah Nilai				3,612

Tingkat Kepuasan Pelanggan

Tabel 4. CSI, CSGI, CSI Boxes PT. Pos Indonesia (N=114)

Variabel	CSI	CSGI	CSI Boxes	
			Top Two	Bottom Two
R1	59,65%	-1,51	19,30%	20,18%
R2	65,61%	-1,02	35,96%	10,53%
R3	66,14%	-1,26	38,60%	13,16%
R4	68,95%	-1,14	42,98%	5,26%
R5	62,98%	-1,04	29,82%	14,91%
Rs1	62,81%	-1,13	28,07%	15,79%
Rs2	61,40%	-1,22	28,07%	21,93%
A1	64,56%	-0,90	29,82%	9,65%
A2	53,86%	-1,74	12,28%	38,60%
A3	64,04%	-1,08	26,32%	9,65%
A4	59,65%	-1,49	19,30%	22,81%
A5	68,77%	-1,00	45,61%	8,77%
E1	69,30%	-0,68	42,11%	7,02%
E2	60,00%	-1,13	25,44%	22,81%
E3	65,26%	-0,77	28,95%	5,26%
E4	58,42%	-1,17	19,30%	24,56%
E5	64,21%	-0,81	28,95%	11,40%
E6	61,58%	-0,91	27,19%	22,81%
T1	62,46%	-1,11	26,32%	14,04%
T2	66,49%	-0,63	36,84%	11,40%
T3	63,16%	-0,89	32,46%	20,18%
T4	65,09%	-0,68	31,58%	11,40%
Rata-rata	63,38%	-1,06	29,78%	15,55%

Tabel 5. CSI, CSGI, CSI Boxes PT. Pos Indonesia (N=59)

Variabel	CSI	CSGI	CSI Boxes	
			Top Two	Bottom Two
<i>Reliability</i>	65,69%	-1,18	35,59%	11,19%
<i>Responsiveness</i>	63,39%	-1,08	32,20%	18,95%
<i>Assurance</i>	64,14%	-1,19	29,83%	14,58%
<i>Empathy</i>	63,67%	-0,91	31,64%	16,82%
<i>Tangible</i>	64,41%	-0,81	32,83%	14,41%
Rata-rata	64,26%	-1,03	32,38%	14,59%

Tabel 6. CSI, CSGI, CSI Boxes Tiki (N=59)

Variabel	CSI	CSGI	CSI Boxes	
			Top Two	Bottom Two
Reliability	70,92%	-0,62	52,54%	5,06%
Responsiveness	68,98%	-0,81	46,61%	5,83%
Assurance	68,34%	-0,98	43,39%	7,12%
Empathy	64,29%	-0,68	31,02%	12,99%
Tangible	64,83%	-0,79	28,66%	10,17%
Rata-rata	67,47%	-0,87	40,66%	8,26%

4.1 Analisis

4.1.1 Analisis SWOT.

Melalui analisis SWOT, diperoleh matriks strategi SWOT bagi bisnis pengiriman paket untuk mengatasi kelemahan dan ancaman melalui kekuatan dan kesempatan yang ada. Strategi tersebut adalah sebagai berikut:

1. Strategi SO

- Tingkatkan kualitas pelayanan
- Melakukan inovasi pelayanan
- Memperkuat *positioning* jasa
- Penetrasi pasar

2. Strategi ST

- Tingkatkan daya saing melalui efisiensi, efektivitas dan produktivitas
- Tingkatkan kualitas pelayanan
- Melakukan pendekatan dengan pemerintah
- Melakukan pengembangan SDM melalui training
- Membuat anak perusahaan

3. Strategi WO

- Tingkatkan promosi
- Perbaiki alokasi sumber daya finansial dan non finansial
- Kembangkan bisnis inti

4. Strategi WT

- Efisiensi operasional
- Pembenahan sistem *reward*/penggajian
- Integrasi vertikal
- Melakukan pola kemitraan dengan perusahaan dengan perusahaan dalam dan luar negeri

4.2 Penetapan Strategi

4.2.1. Strategi Bisnis

Berdasarkan wawancara akhir dan peninjauan kembali terhadap lingkungan bisnis perusahaan, maka usulan strategi bisnis yang sesuai berdasarkan alternatif-alternatif strategi yang ada adalah :

a. Pertumbuhan

Berdasarkan analisis SWOT dan analisis portofolio bisnis jasa pengiriman paket PT. Pos Indonesia yang diplotkan pada matriks GE, dapat terlihat bahwa Unit Bisnis Logistik PT. Pos Indonesia memiliki daya tarik pasar yang tinggi, kekuatan bisnis yang cukup mendukung dalam melakukan investasi, kelemahan, peluang serta ancaman yang cukup banyak. Maka dari hal-hal tersebut di atas, kecenderungan alternatif-alternatif strategi yang ada dapat dikelompokkan menjadi strategi pertumbuhan. Strategi yang dapat dilakukan adalah :

- Melakukan dan meningkatkan inovasi-inovasi pelayanan seperti *pick-up service*.
- Mengambil alih fungsi pihak ketiga dalam pengiriman paket.
- Mengembangkan bisnis inti PT. Pos Indonesia.
- Melakukan penetrasi pasar dengan membuka kantor-kantor pelayanan baru di tempat-tempat yang potensial dan mengencangkan promosi.
- Menambah sumber daya manusia yang terlatih.

b. Strategi Kemitraan

Selain dengan strategi pertumbuhan, tampaknya pola kemitraan merupakan strategi yang paling mungkin dilakukan oleh PT. Pos Indonesia. Dengan menyandang nama besar dan status sebagai BUMN nampaknya PT. Pos Indonesia dapat lebih mudah dalam melakukan strategi ini, baik itu ke pemerintah maupun ke perusahaan pesaing. Dengan bermitra ke perusahaan asing yang bergerak dalam bisnis yang sejenis, maka PT. Pos Indonesia dapat mengadopsi teknologi yang mereka gunakan, sehingga dapat mengurangi biaya investasi. Dan dengan bermitra terhadap pemerintah diharapkan PT. Pos Indonesia dapat mendapatkan kemudahan-kemudahan baik itu berupa kemudahan dalam menghadapi regulasi yang belum jelas saat ini atau pun untuk mendapatkan suntikan dana permodalan.

4.2.2 Strategi Fungsional

Fokus utama perumusan strategi fungsional adalah untuk memaksimalkan produktivitas sumber daya yang dimiliki melalui penetapan tujuan dan rencana-rencana tindakan fungsional yang dapat mengarahkan kegiatan mendukung pencapaian strategi yang lebih besar. Strategi fungsional dibuat oleh fungsi-fungsi dalam organisasi, misi fungsi pemasaran, keuangan, organisasi, kepegawaian, dan lain-lain.

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan maka dapat dirumuskan strategi dari masing-masing fungsi bagian, yaitu:

1. Strategi di bidang pemasaran
 - Konsentrasi pada target pasar yang potensial dengan memanfaatkan keunggulan jalur distribusi.
 - Meningkatkan promosi di berbagai media secara efektif.
 - Lebih mengetahui apa yang menjadi kebutuhan dan keinginan pelanggan.
 - Memperkuat positioning.
 - Meningkatkan kepuasan pelanggan dengan melihat faktor-faktor pelayanan mana saja yang menjadi kekurangan PT. Pos Indonesia dalam bisnis jasa pengiriman paket.
2. Strategi di bidang keuangan
 - Melakukan perhitungan yang cermat terhadap pendapatan dan biaya.
 - Mencari sumber dana baru selain dari pemerintah.
3. Strategi di bidang operasi (bagian armada dan logistik)
 - Mengefektifkan jalur transportasi dengan mencari rute terbaik dan tercepat dalam pengiriman paket untuk mengurangi biaya operasional.
 - Melakukan pemeliharaan armada paket secara berkala.
 - Menambah jumlah armada, khususnya armada untuk daerah pelosok.
 - Meningkatkan keahlian dalam pengepakan.
 - Mempertahankan sertifikasi ISO 2002.
4. Strategi di bidang SDM
 - Meningkatkan motivasi karyawan sehingga dapat meningkatkan produktivitasnya, misalnya dengan meningkatkan gaji karyawan dan lebih mengaktifkan program "*reward and punishment*".
 - Direksi harus menyosialisasikan program pensiun diri secara sukarela kepada karyawan yang dianggap sudah tidak produktif lagi.
 - Mengadakan pelatihan-pelatihan untuk meningkatkan kemampuan karyawan.

Tabel 8. ETOP Kritis

Faktor-faktor Lingkungan Eksternal	Kondisi Lingkungan	Pengaruh
Politik dan Hukum	Undang-undang anti monopoli menumbuhkan iklim kompetisi yang sehat dan menambah perusahaan pesaing.	-
	Kebijakan pemerintah dalam menaikkan tarif BBM yang membuat biaya operasional semakin meningkat.	-
Ekonomi	Laju tingkat inflasi yang semakin rendah dan stabil pada kisaran 3,5% - 4%.	+
	Nilai tukar rupiah cukup stabil di kisaran Rp.9.500-Rp 10.000 per \$US.	-
	Pertumbuhan ekonomi positif yang telah menembus angka 5%, sehingga banyak industri yang mulai tumbuh.	+
	Faktor non ekonomi yang bergejolak membawa pengaruh negatif bagi perekonomian nasional.	-
Teknologi	Operasional tidak terpengaruh dengan perkembangan teknologi.	±
Demografi	Tingginya persentase penduduk usia kerja membuat mobilitas pengiriman barang semakin tinggi.	+
Pesaing	Di masa yang akan datang sangat memungkinkan akan datang pesaing/pesaing baru yang lebih kuat dari sisi modal dan teknologi.	-
Pesaing	Banyaknya pesaing yang bergerak dalam bisnis jasa pengiriman paket di Indonesia.	-
	Nama dan citra pesaing yang lebih kuat.	-
	Pesaing lama yang memiliki fasilitas dan permodalan yang kuat.	-
Pemasok	Kelancaran operasional tergantung dari kelangsungan kerja sama dengan pemasok/pihak ketiga.	-
	Posisi tawar pemasok yang lebih kuat.	-
	PT. Pos Indonesia memiliki akses yang banyak ke pemasok/pihak ketiga baik yang ada di dalam negeri maupun di luar negeri.	+
Pelanggan	Kekuatan tawar -menawar- pelanggan yang kuat yang menginginkan kualitas pelayanan yang prima dengan harga yang rendah.	-

4. Dari hasil analisis terhadap portofolio perusahaan dengan menggunakan Matriks GE, maka posisi portofolio bisnis perusahaan adalah :

Tabel 9 Portofolio Bisnis

Aspek	Nilai
Daya Tarik Pasar	3,82
Kekuatan Bisnis	3,61

Bisnis pengiriman paket PT. Pos Indonesia khususnya UPT PT. Pos II Bandung berada pada kondisi "Pertumbuhan yang Selektif" dimana perusahaan atau unit bisnis berada pada kondisi yang cukup baik sehingga dapat tetap mencoba untuk mengembangkan pasarnya dengan tetap memakai prinsip efektivitas.

5. Dari hasil penelitian ini diperoleh usulan strategi bersaing yang paling sesuai adalah strategi Pertumbuhan dan Aliansi (kemitraan). Didukung oleh strategi-strategi fungsional khususnya usulan perbaikan kualitas pelayanan seperti perbaikan dalam ketepatan waktu pengiriman paket, jaminan, dan teknologi pelacakan paket sehingga

dapat memuaskan pelanggannya, maka diharapkan bisnis pengiriman paket PT. Pos Indonesia dapat lebih meningkatkan daya saingnya.

Saran

1. Saran Untuk PT. Pos Indonesia

- Tetap pertahankan keunggulan bersaing dalam harga.
- Kaji ulang kebijakan menjadikan bisnis komunikasi (surat, wesel) menjadi bisnis inti.

2. Saran Untuk UPT PT. Pos Indonesia II Bandung

- Perhitungan yang cermat harus dilakukan terhadap biaya-biaya operasi agar terjadi peningkatan efisiensi tanpa mengurangi kualitas pelayanan.
- Pelatihan terhadap karyawan perlu dilakukan secara berkala sehingga profesionalitas kerja tetap tinggi.

3. Saran Untuk Unit Bisnis Logistik UPT PT. Pos Indonesia II Bandung

- Ciptakan situasi kerja yang kondusif.
- Jaga kualitas dalam pengepakan.
- Segera perbanyak jumlah petugas untuk mengantisipasi datangnya "peaktime" menjelang hari raya.

4. Saran Penelitian Selanjutnya

- Kembangkan penelitian kepuasan pelanggan dengan melakukan pengukuran kualitas pelayanan berdasarkan gap-gap lain, yaitu gap 1, gap 2, gap 3, dan gap 4 seperti yang terdapat dalam model kualitas pelayanan Parasuraman, Zeithaml, dan Berry.
- Untuk mengukur kepuasan pelanggan, lebih baik jika pelanggan internal/karyawan perusahaan juga diukur kepuasannya karena kepuasan karyawan dapat meningkatkan kualitas kerja yang pada akhirnya berdampak pada kepuasan pelanggan.
- Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk pengimplementasian strategi yang telah direncanakan.
- Perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang evaluasi/pengendalian terhadap strategi yang telah diimplementasikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Dirgantoro, Crown, "Manajemen Strategik : Konsep, kasus dan Implementasi", PT, Gramedia Widiasarana Indonesia, Jakarta, 2001.
- Glueck, F. William dan Jaunch Lawrence R, "Manajemen Strategis dan Kebijakan Perusahaan", Erlangga, Jakrta, 1994.
- Helmi, Nur Rahwati, "Pengukuran Tingkat Kepuasan dan Kepentingan Nasabah Bank Syariah dengan Metode Costumer Satisfaction Index", Tugas Akhir Departemen Teknik Industri STT Telkom, Bandung, 2003.
- Irawan, Handi, "10 Prinsip Kepuasan Pelanggan", Elex Media Komputindo, Jakarta, 2002.
- Kotler, Philip, "Manajemen Pemasaran : analisis, Perencanaan, Implementasi dan Pengendalian", Salemba Empat, Jakarta, 1993.
- Rangkuti, Freddy, "Analisis SWOT Teknik Membedah Kasus Bisnis", PT, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1999.
- Rangkuti, Freddy, "Measuring Costumer Satisfaction", Jakarta: PT, Gramedia Pustaka Utama, 2002.
- Saaty, L Thomas, "Pengambilan Keputusan : Bagi Para pemimpin", PT, Pustaka Binaman Pressindo, Jakarta, 1993.
- Saigian, LP, Ernest, "Strategi Bersaing PT Duta Pratiwi Sentosa Dengan Menggunakan Metode SWOT dan Matrik GE", Tugas Akhir Departemen Teknik Industri STT Telkom, Bandung, 2001.

10. Tjiptono, Fandy. "Strategi Pemasaran" Andi Offset, Yogyakarta, 1997.
11. Umar, Husein, "Riset Strategi Perusahaan". PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1999.
12. Umar, Husein, "Strategic Management In Action", PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 2003.
13. WWW.Pos Indonesia. Co.id.
14. Zeithaml, Valerie A, Parasuraman and Berry, Leonard L.. "Delivery Quality Service, Balancing Customer Perception and Expectation". The Free Press, A Division of MacMillan Inc., NewYork 2002.

Evaluasi Teknologi Sistem Informasi pada Bank Perkreditan Rakyat (BPR) dengan Metode Teknometrik

Mast M Rasyid¹, R Rohmat S², Zaenal Muttaqien³

^{1,2}Jurusan TI - Institut Teknologi Telkom Bandung

³Jurusan TI - Univ. Jend. Achmad Yani (UNJANI) Bandung

e-mail : mastskl@gmail.com¹, roh@sittelkom.ac.id², zamu_tac@yahoo.com³

Abstract

Information Technology (IT) is supporting factor in applying of information system representing an organizational solution and management to solve problems of management. These days adjustment of technology of information have clear away various area, including banking area.

Special regarding small scale banking area like Bank Perkreditan Rakyat (BPR), adjustment of technology information just conducted at last some years. Unhappily the applying does not follow with evaluation to know technological contribution at their business.

By using model of tachometric developed by Asian United Nation–Economic Social Commission for and Pacific (UN-ESCAP), hence can be calculated by technological contribution pursuant to four technological component that is: teknoware, humanware, infoware and orgaware.

Trouble-Shooting phase start from phase identify especial item of coherent technological component at information technology of BPR, continued with compilation of assessment criterion and procedure to technological item, and identify relevant responder. Implementation tachometric model on this phase. After process identify, data collecting through admission filling three kinds of questioner, that is: questioner degree of sophistication, questioner assessment of recent sophisticated storey/State of the Art (SOA), and matrix questioner comparison form a pair. Third of the questioner compiled and filled by using justification all relevant responder.

From this research is known that approach of model of tachometric represent approach which is practical and can find weakness and strength at technological component of information technology facility wearied by BPR Sukabumi HQ. Value Contribution of each technological component is 0,707 for teknoware, 0,662 for humanware, 0,563 for infoware and 0,512 for orgaware. With the data obtained by result of technological contribution coefficient (TCC) equal to 0,607 showing information technology payload storey of BPR on course goodness. Nevertheless, technological component infoware and orgaware reside in below of TCC. Therefore, the components become furthermore repair priority.

Keywords: BPR, Information Technology, Technometric, Technolo

1. Pendahuluan

Keberadaan Bank Perkreditan Rakyat (BPR) menjadi begitu penting bagi perkembangan perekonomian Indonesia ke depan, khususnya karena kedekatannya dalam memberikan jasa pelayanan keuangan berupa penghimpunan dan penyaluran dana kepada para pengusaha kecil dan mikro dengan tujuan meningkatkan kesejahteraan masyarakat berpenghasilan rendah.

Melihat fakta bahwa sebagian besar penduduk Indonesia berpenghasilan rendah dan banyak diantaranya tidak terlayani oleh bank umum, maka BPR memiliki peluang besar untuk mengembangkan usahanya dengan melayani pangsa pasar tersebut. Namun, pada umumnya BPR menghadapi keterbatasan yang disebabkan oleh faktor internal dan eksternal.

Faktor internal antara lain terbatasnya permodalan, kurangnya kualitas sumber daya manusia, rendahnya inovasi pemasaran, terbatasnya sistem informasi manajemen dan lainnya. Faktor eksternal antara lain persaingan antara sesama BPR, dengan bank umum, dan lembaga keuangan lainnya, kurangnya kepercayaan masyarakat, serta lemahnya jaringan.

Khusus mengenai terbatasnya teknologi informasi, pada umumnya BPR tidak mempunyai teknologi informasi yang terintegrasi dan handal. Maka dapat dibayangkan, misalnya ketika suatu BPR menghitung bunga tabungan nasabah pada akhir bulan dengan cara manual dan satu-satu, atau harus memberikan laporan berkala secara elektronik kepada Bank Indonesia (BI) setiap awal bulan, maka proses tersebut akan menjadi sangat lama dan membutuhkan sumber daya yang besar.

Teknologi informasi yang diterapkan pada BPR, diharapkan meliputi seluruh proses akuntansi dan pekerjaan administrasi lainnya. Oleh karena itu, pada akhirnya teknologi informasi tersebut menjadi suatu pendukung bagi karyawan, direktur dan pemilik dalam mengerjakan tugas-tugasnya.

Dalam mengatasi masalah faktor internal terkait dengan terbatasnya teknologi informasi, maka penyedia teknologi informasi membuat suatu teknologi informasi khusus untuk BPR, tetapi karena terbatasnya waktu dan kelemahan sumber daya manusia maka hasil penerapan teknologi informasi tidak pernah dievaluasi.

Selama ini BPR pengguna teknologi informasi tidak pernah tahu sejauh mana teknologi informasi berpengaruh terhadap bisnis mereka atau seberapa besar kontribusi teknologi informasi pada bisnis mereka. Hal ini penting untuk diketahui terkait dengan biaya yang dikeluarkan untuk implementasi teknologi informasi tersebut.

Dengan menggunakan model teknometrik yang telah dikembangkan sejak pertengahan dekade 1980-an untuk melihat peranan teknologi pada perubahan ekonomi dan sosial (sering disebut juga pendekatan **Tekno-Ekonomi**), kontribusi teknologi pada aktivitas transformasi dalam suatu fasilitas transformasi dapat diukur secara spesifik.

Dalam model teknometrik yang dikembangkan oleh *United Nation-Economic and Social Commission for Asia and the Pacific* (UN-ESCAP), kontribusi teknologi dirumuskan berdasarkan kontribusi dari komponen pembentuknya. Menurut model ini, teknologi diuraikan menjadi 4 komponen yang melekat pada sejumlah aspek, yaitu: teknologi yang melekat pada objek (*technoware*), teknologi yang melekat pada orang (*humanware*), teknologi yang melekat pada dokumen (*infoware*) dan teknologi yang melekat pada kelembagaan (*orgaware*). Kontribusi per komponen teknologi pada setiap fasilitas transformasi membentuk kontribusi total yang merupakan tingkat muatan teknologi pada fasilitas transformasi tersebut. Tingkat muatan teknologi ini merupakan indikasi bagi kekuatan dan kelemahan yang berhubungan dengan teknologi dan dinamika transformasi pada lingkup perusahaan.

2. Metode Penelitian

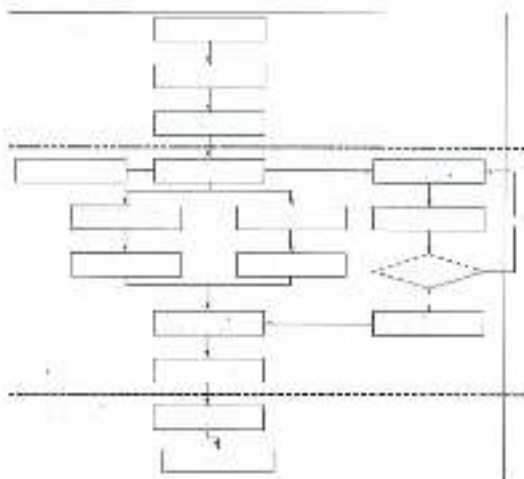
Adapun model konseptual penelitian ini dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 1 Model Konseptual

Langkah-langkah Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap, dengan langkah-langkah sebagai berikut.



Gambar 2. Kerangka Pemecahan Masalah

3. Pengumpulan Data

Tabel di bawah merupakan rekapitulasi responden yang melakukan penilaian terhadap derajat sofistikasi, *state of the art* dan matriks perbandingan berpasangan terhadap empat komponen teknologi, *technoware*, *humanware*, *inforware* dan *orgaware*.

Tabel 1. Hasil Penyebaran Kuesioner

No.	Jenis Responden	Jumlah Kuisisioner
1.	<i>Technoware</i>	3
2.	<i>Humanware</i>	10
3.	<i>Inforware</i>	4
4.	<i>Orgaware</i>	4
TOTAL		21

4. Pengolahan Data
 Hasil Penilaian Derajat Sofistikasi

Tabel 2. Nilai SOA Komponen *Technoware*

Item	(SOA)
server akuntansi dan administrasi	6,394
server konsolidasi	6,600
server e-mail	6,417

Tabel 3. Nilai SOA Komponen *Humanware*

Item	Item Kriteria	Rata-rata Kelompok	SOA
direktu/kadiv	rencana kerja	5,667	5,250
	SDM	5,000	
	TKS (Tingkat Kesehatan Bank)	5,000	
	laba	3,667	
	profesionalisme	5,667	
	risiko	5,000	
	keaktifitas	5,667	
kasie/kabag	pendidikan	6,333	7,200
	administrasi	7,000	
	deskripsi kerja	7,333	
	produktivitas	7,333	
	keaktifitas	7,000	
staf	pendidikan	7,333	6,875
	produktivitas	7,250	
	efisiensi	7,250	
	prestasi	6,500	
	pendidikan	6,500	

Tabel 4. Nilai SOA Komponen *Infoware*

Item Kriteria	SOA
Kemudahan mendapatkan kembali	5,625
Linkst koneksi	6,625
Peluang pemutakhiran (<i>Updation</i>)	6,688
Kemudahan Mengkomunikasikan	5,625

Tabel 5. Nilai SOA Komponen *Orgaware*

<i>Item</i> Kriteria	SOA
Kepemimpinan	5,583
Otonomi kerja	5,417
Arah Organisasi	5,400
Keterlibatan karyawan	4,650
Orientasi <i>Stakoholder</i>	5,350
Iklim Inovasi	5,300
Integritas Operasi	5,000

Tabel 6. Intensitas Kontribusi (ρ)
Komponen Teknologi

komponen teknologi	Intensitas kontribusi
<i>Technoware</i>	0,271
<i>Humanware</i>	0,245
<i>Infoware</i>	0,214
<i>Orgaware</i>	0,270

Tabel 7. Bobot Kontribusi *Item Technoware*

<i>Item</i> komponen teknologi	Bobot
Server akuntansi dan administrasi	0,408
Server konsolidasi	0,487
Server e-mail	0,105

Tabel 8. Bobot Kontribusi *Item Humanware*

<i>Item</i> komponen teknologi	Bobot
direktur/kadiv	0,448
Kabag/kasie	0,295
staf	0,256

Tabel 9. Perhitungan TCC

Komponen Teknologi	Intensitas Kontribusi	Koefisien Kontribusi	TCC
<i>Technoware</i>	0,271	0,910	0,607
<i>Humanware</i>	0,245	0,904	
<i>Infoware</i>	0,214	0,884	
<i>Orgaware</i>	0,270	0,835	

5. Analisis

Analisis Hasil Teknometrik

a. Hasil pengukuran derajat sofistikasi

Dalam penyusunan klasifikasi dan kriteria derajat sofistikasi, UN-ESCAP memberikan peluang untuk dilakukan modifikasi demi keakuratan kontribusi teknologi yang bersangkutan. UN-ESCAP sendiri telah merekomendasikan penyusunan klasifikasi dan kriteria derajat sofistikasi generik. Walaupun demikian, tidak semua klasifikasi dan kriteria generik cocok digunakan secara umum. Derajat sofistikasi komponen *technoware* generik yang direkomendasikan oleh UN-ESCAP tidak cocok untuk mengukur kompleksitas teknologi informasi BPR. Derajat sofistikasi komponen *technoware* generik lebih cocok digunakan untuk industri manufaktur.

Penyusunan klasifikasi dan kriteria derajat sofistikasi mengacu pada klasifikasi dan kriteria generik yang direkomendasikan UN-ESCAP, acuan tersebut yaitu klasifikasi dan kriteria yang dibangun harus menunjukkan peningkatan kompleksitas teknologi. Pada kasus ini peningkatan kompleksitas teknologi ada pada peningkatan kompleksitas layanan yang diberikan kepada pengguna.

b. Identifikasi Kekuatan dan Kelemahan Komponen Teknologi

Analisis kandungan teknologi dapat menunjukkan kekuatan dan kelemahan teknologi pada transformasi di level perusahaan. Hal ini ditunjukkan oleh nilai SOA yang didapat oleh masing-masing komponen teknologi.

Dari hasil perhitungan yang didapat maka kriteria-kriteria dengan nilai di bawah 6 bisa digolongkan sebagai kelemahan komponen teknologi. Sedangkan kriteria-kriteria dengan nilai di atas 6 digolongkan sebagai kekuatan komponen teknologi.

Nilai SOA untuk komponen server administrasi dan akuntansi adalah 6.394 dan masuk dalam kategori baik. Kriteria yang merupakan kekuatan teknologi adalah: pemrosesan data, autentifikasi keamanan user, pemeliharaan dan perbaikan sistem, sistem antar muka, ketersediaan menu-menu akuntansi, kehandalan perangkat, sistem restore, dan kehandalan database. Kriteria yang merupakan kelemahan teknologi dan membutuhkan perhatian lebih adalah: aksesibilitas dan ketersediaan menu-menu administrasi.

Nilai SOA untuk komponen server konsolidasi adalah 6.600 dan masuk pada kategori baik. Kriteria yang merupakan kekuatan teknologi adalah: pemrosesan data, autentifikasi keamanan user, pemeliharaan dan perbaikan sistem, kemudahan instalasi dan upgrade, sistem antar muka, ketersediaan menu konsolidasi, kehandalan perangkat, sistem restore, dan kehandalan database. Sedangkan kriteria yang merupakan kelemahan teknologi dan perlu mendapat perhatian lebih adalah aksesibilitas.

Nilai SOA untuk komponen server e-mail adalah 6.417 dan masuk pada kategori baik. Kriteria yang merupakan kekuatan teknologi adalah: ketersediaan fasilitas file sisipan, mode antar muka, kehandalan perangkat. Sedangkan kriteria yang merupakan kelemahan teknologi dan perlu mendapat perhatian lebih adalah proses data.

Nilai SOA komponen direktur atau kepala divisi adalah 5.250 dan masuk pada kategori sedang. Kriteria yang menjadi kekuatan adalah pendidikan. Kriteria lain yang menunjukkan kelemahan adalah rencana kerja, sumber daya manusia, tingkat kesehatan, laba, profesionalisme, risiko, dan kreatifitas.

Nilai SOA untuk komponen kepala bagian atau kepala seksi adalah 7.2 dan termasuk pada kategori baik. Semua kriteria yang ada merupakan kekuatan teknologi. Kriteria-kriteria tersebut adalah administrasi, deskripsi kerja, produktivitas, kreatifitas dan pendidikan.

Nilai SOA untuk komponen staf adalah 6.875 dan termasuk pada kategori baik. Semua kriteria yang ada merupakan kekuatan teknologi. Kriteria-kriteria tersebut adalah produktivitas, efisiensi, prestasi dan pendidikan.

Nilai SOA komponen *infoware* adalah 6.141 dan termasuk pada kategori baik.

Adapun kriteria yang merupakan kekuatan komponen ini adalah *link* atau koneksi dan peluang pemutakhiran. Sedangkan kriteria yang merupakan kelemahan dan membutuhkan perhatian lebih adalah kemudahan untuk mendapatkan kembali dan kemudahan mengkomunikasikan.

Nilai SOA komponen *orgaware* adalah 5.243 dan termasuk pada kategori sedang. Semua kriteria yang ada mempunyai nilai dibawah 6. Hal ini menunjukkan semua kriteria merupakan kelemahan teknologi. Kriteria-kriteria tersebut adalah: kepemimpinan, otonomi kerja, arah organisasi, keterlibatan karyawan, orientasi pemegang saham, iklim inovasi, dan integritas operasi.

c. Analisis Bobot Kontribusi Komponen Teknologi

Pembobotan *technoware* menempatkan *server* konsolidasi sebagai komponen yang mempunyai bobot terbesar yaitu 0.487, tidak berbeda jauh dengan *server* akuntansi dan administrasi dengan nilai 0.408, sedangkan *server e-mail* mempunyai nilai yang terpaut jauh yaitu 0.105. *Server* konsolidasi menempati posisi pertama dikarenakan *server* konsolidasi merupakan inti dari BPR hasil *merger*. perlu diketahui bahwa BPR Sukabumi merupakan hasil *merger* dari BPR milik pemerintah daerah Sukabumi. Oleh karena itu, *server* konsolidasi yang menggabungkan neraca dan laporan laba rugi kantor pusat dan seluruh cabang dirasakan menjadi inti dari teknologi informasi BPR.

Bobot kontribusi komponen *humanware* item direktur atau kepala divisi adalah 0.448. ini diikuti oleh bobot kontribusi komponen *humanware* item kepala bagian atau kepala seksi sebesar 0.295 dan bobot kontribusi komponen *humanware* item staf sebesar 0.256. Direktur atau kepala divisi menduduki posisi pertama karena merupakan posisi yang menentukan arah kebijakan perusahaan.

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, didapatkan nilai yang terbesar dicapai oleh komponen *technoware* sebesar 0.707, disusul oleh komponen *humanware*, *inforeware* dan *orgaware* berturut-turut sebesar 0.662, 0.563, dan 0.512. Pada proses transformasi teknologi ini diketahui bahwa komponen *technoware* mempunyai nilai terbesar yang berada pada klasifikasi baik. Hal ini terjadi karena batas bawah dan batas atas item komponen *technoware* mempunyai nilai yang tinggi. Selain itu, hal ini terjadi karena seluruh kegiatan BPR terutama akuntansi dapat diintegrasikan oleh teknologi ini.

d. Analisis Intensitas Kontribusi

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, didapatkan nilai masing-masing komponen tidak terpaut jauh. Posisi pertama ditempati oleh *technoware* dengan nilai 0.271, kemudian disusul berturut-turut oleh *orgaware*, *humanware*, dan *inforeware* dengan nilai berturut-turut 0.270, 0.245, dan 0.214.

Setiap komponen teknologi memberikan peranan yang cukup merata, hal ini mengindikasikan bahwa implementasi teknologi dipengaruhi oleh setiap komponen teknologi dengan intensitas relatif sama.

Nilai intensitas kontribusi tertinggi yang dicapai oleh komponen *technoware* menunjukkan bahwa fasilitas ini membutuhkan fasilitas fisik yang baik, dengan catatan harus ditopang oleh organisasi yang mapan, dengan dukungan SDM yang profesional juga informasi yang jelas dan handal.

e. Analisis Nilai Koefisien Kontribusi Teknologi (TCC)

Nilai TCC menunjukkan kontribusi teknologi pada operasi total proses transformasi input menjadi output. Nilai TCC menunjukkan pula tingkat kemampuan teknologi suatu organisasi. Kemampuan teknologi dapat diartikan sebagai kemampuan untuk menggunakan teknologi secara efektif. Hal ini dapat dicapai dengan usaha yang sungguh-sungguh dalam menggunakan semua fasilitas yang ada dan menggunakan informasi yang didapat untuk memilih dan mengasimilasikan teknologi yang ada atau menciptakan teknologi baru.

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, didapat nilai TCC adalah 0.607, nilai ini termasuk pada kategori baik. Nilai TCC ditentukan oleh besarnya kontribusi dan intensitas masing-masing komponen teknologi. Penelitian ini menghasilkan *technoware* sebagai kontributor terbesar dengan intensitas kontribusi terbesar pula. Sedangkan *orgaware* menghasilkan nilai kontribusi terkecil dan *infoware* menghasilkan intensitas terkecil. Oleh karena itu TCC yang dihasilkan masuk dalam kategori baik.

Rekomendasi

Untuk meningkatkan kontribusi komponen teknologi dibutuhkan peningkatan dari keempat komponen teknologi penyusunnya. Dikarenakan sumber daya perusahaan yang terbatas, maka dibutuhkan strategi pengalokasian sumber daya yang efektif agar tercapainya peningkatan kontribusi keempat komponen teknologi secara maksimal.

Implementasi teknologi informasi BPR yang ideal diwujudkan dengan pencapaian nilai TCC = 1. Nilai TCC diperoleh melalui perkalian dari masing-masing kontribusi komponen teknologi yang telah dipangkatkan dengan intensitasnya. Besaran sensitivitas untuk meningkatkan kontribusi komponen teknologi setiap komponen dari 0.1 hingga 1 yang dinyatakan dengan koefisien elastisitas dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 10 elastisitas komponen teknologi

Elastisitas Komponen Teknologi		
Komponen teknologi	Intensitas Kontribusi	Elastisitas ($\Delta y/\Delta x$)
<i>Technoware</i>	0,271	0,515
<i>Humanware</i>	0,245	0,480
<i>Infoware</i>	0,214	0,433
<i>Orgaware</i>	0,270	0,514

Pada tabel diatas bisa dilihat bahwa komponen *technoware* memiliki intensitas kontribusi paling besar memiliki elastisitas paling besar juga. Hal ini berarti komponen *technoware* memiliki pengaruh paling besar diantara komponen lainnya. Sebaliknya dengan komponen *infoware* yang memiliki elastisitas terkecil mempunyai pengaruh yang paling kecil terhadap peningkatan kontribusi teknologi.

Karakteristik elastisitas ini berguna bagi penyusunan strategi peningkatan kontribusi keempat komponen teknologi. Oleh karena itu, alokasi sumber daya perusahaan dapat digunakan secara maksimal dan tepat sasaran.

Dari uraian diatas maka dapat dibuat suatu rekomendasi umum prioritas peningkatan TCC teknologi informasi BPR, yaitu:

- Berdasarkan pengaruh perubahan yang paling kuat dan hasil maksimum yang dapat dicapai maka peningkatan komponen teknologi secara berurutan dimulai dari *orgaware*, *technoware*, *humanware* dan yang terakhir *infoware*.
- Untuk mendapatkan nilai maksimal TCC maka keseluruhan kontribusi komponen harus ditingkatkan.

5. SIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penerapan model dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat diambil simpulan sebagai berikut :

- Kontribusi masing-masing komponen teknologi informasi BPR adalah sebagai berikut:

Tabel 11 nilai kontribusi komponen

Komponen Teknologi	Kontribusi	Intensitas Kontribusi
<i>Technoware</i>	0,707	0,271
<i>Humanware</i>	0,682	0,245
<i>Infoware</i>	0,583	0,214
<i>Orgaware</i>	0,512	0,270

Berdasarkan data-data di atas, diperoleh koefisien kontribusi teknologi (TCC) sebesar 0.607. Nilai TCC tersebut mengindikasikan bahwa kontribusi teknologi pada proses transformasi total teknologi informasi, dari input menjadi output, berada pada klasifikasi baik berdasarkan skala penilaian TCC.

- a. Nilai kontribusi masing-masing item komponen teknologi adalah sebagai berikut:

Tabel 12 Nilai kontribusi tiap item

Komponen Teknologi	Nilai
<i>Technoware</i>	
adm dan akun	0,703
konsolidasi	0,711
e-mail	0,704
<i>Humanware</i>	
direktur/kadiv	0,625
kabag	0,702
staf	0,681
<i>Infoware</i>	0,563
<i>Orgaware</i>	0,512

Berdasarkan data-data diatas terlihat bahwa komponen *infoware* dan *orgaware* memiliki nilai dibawah TCC. Oleh karena itu, komponen-komponen tersebut menjadi prioritas perbaikan untuk meningkatkan nilai TCC-nya.

Komponen yang mempunyai intensitas paling besar adalah *technoware*, sedangkan komponen yang mempunyai intensitas paling kecil adalah *infoware*. Artinya, *technoware* merupakan komponen yang memiliki pengaruh/sensitivitas paling besar dalam upaya peningkatan kontribusi teknologi informasi BPR. Sebaliknya, komponen *infoware* memiliki pengaruh terkecil dalam usaha peningkatan kontribusi teknologi tersebut.

- a. Pertimbangan atau masukan mengenai hal-hal yang dapat dilakukan BPR Sukabumi Pusat untuk meningkatkan kontribusi teknologi informasi BPR adalah sebagai berikut:

Berdasarkan data-data diatas terlihat bahwa komponen *infoware* dan *orgaware* memiliki nilai dibawah TCC. Oleh karena itu, komponen-komponen tersebut menjadi prioritas perbaikan untuk meningkatkan nilai TCC-nya.

Komponen yang mempunyai intensitas paling besar adalah *technoware*, sedangkan komponen yang mempunyai intensitas paling kecil adalah *infoware*. Artinya, teknoware merupakan komponen yang memiliki pengaruh/sensitivitas paling besar dalam upaya peningkatan kontribusi teknologi informasi BPR. Sebaliknya, komponen *infoware* memiliki pengaruh terkecil dalam usaha peningkatan kontribusi teknologi tersebut.

a. Pertimbangan atau masukan mengenai hal-hal yang dapat dilakukan BPR Sukabumi Pusat untuk meningkatkan kontribusi teknologi informasi BPR adalah sebagai berikut:

Komponen	Item	Keterangan
Technoware	Server Hard disk Memory Unit CPU Mouse Printer	Upgrade perangkat keras dan software jaringan sehingga akses lebih cepat Kelegkaan menu-menu administrasi
	Server Kontroler Disk	Upgrade perangkat keras dan konfigurasi server sehingga akses kolektif lebih bebas dan seimbang
	Server Email	Peningkatan minat server e-mail sebagai alat komunikasi Upgrade perangkat keras sehingga permasalahan data lebih cepat
Humanware	Tim Kelembagaan IT	Pembentukan server kerja, GSM, TMS, dan lain-lain sesuai dengan kebutuhan
	Kelembagaan bagian IT	Peningkatan utilitas teknologi informasi untuk menyediakan laporan-laporan sesuai dengan baginya
	Staff	Peningkatan prestasi kerja dengan membekali timbalan yang sesuai Membekali pelatihan atau <i>upgrading</i> untuk meningkatkan pemahaman dan kemampuan formal
Infoware	Kemudahan atau Mendapatkan kembali kembali	Melakukan dokumentasi yang lebih baik agar memudahkan pencarian dalam penyusunan, pencarian,
	Kemudahan atau Mendapatkan umutakhir nya	Pelaksanaan <i>update</i> secara berkala penyajian informasi, baik melalui <i>live web</i> penyempurnaan secara langsung, <i>micro</i> atau <i>update</i>
Orgaware	Kemampuan pimpinan	Peningkatan kemampuan pimpinan dalam mengkoordinasikan dan mengawalaukan kerja pada tingkat menengah tingkat pendek dan tingkat pelaksanaan kerja
	Kemampuan kelembagaan	Kemampuan pegawai dalam melaksanakan tugas sesuai dengan wewenang dan tanggungjawabnya
	Analisis Organisasi	Pemusunan strategi organisasi yang di lakukan secara jelas dalam program jangka pendek dan jangka panjang dan penumasan strategi yang sesuai dengan keinginan pemegang saham

Hasil Desain Terinci adalah berupa dokumen-dokumen *input* dan dokumen-dokumen *output*. Yaitu dokumen dasar (formulir). Pengkodean, Hirarki Diagram, Database terinci. Sedangkan dokumen *output* adalah berupa report/laporan-laporan yang merupakan output dari proses implementasi, dan karnus data pada implementasi sistem.

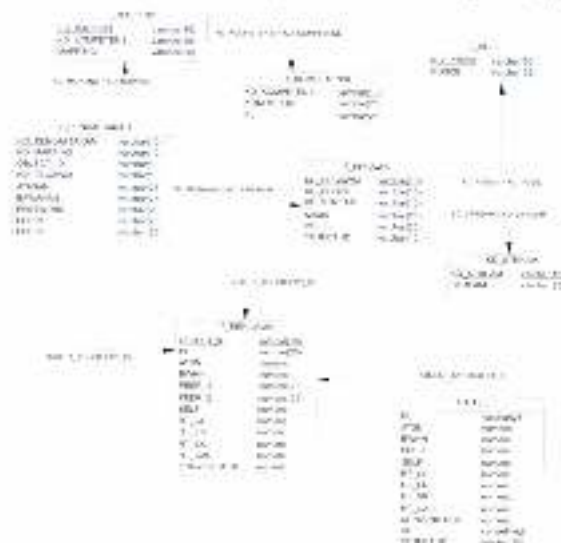
5.2. Implementasi Sistem

5.2.1. Penentuan Lingkungan Implementasi

Lingkungan implementasi meliputi lingkungan perangkat keras (*Hardware*) dan lingkungan perangkat lunak (*Software*).

Perangkat keras yang digunakan pada saat implementasi adalah :

- Mikroprosesor : *Intel Pentium 4, 3.0 Ghz*
- Memori : *512 MB*
- Media Penyimpanan : *Harddisk 80 GB*
- Alat masukan/keluaran : *keyboard Logitech, mouse Logitech, printer BJC-2100SP.*



Daftar Pustaka

- Iqbal, Muhamad. *"Identifikasi Tingkat Muatan Teknologi pada Fasilitas Transformasi Telekomunikasi dengan Menggunakan Model Teknometrik"*. Teknik Industri, Institut Teknologi Bandung, 1996.
- Marchand, A. Donald, *"Competing with Information"*, Wiley, 2000.
- Nurachmawati, Widya. *"Pengukuran Kontribusi Teknologi VoIP PT Telkom Dengan Menggunakan Model Teknometrik"*, Tugas Akhir Teknik Industri, Sekolah Tinggi Teknologi Telkom, Bandung, 2004.
- Raka, Gede, *"Ruang Lingkup Manajemen Teknologi"*, Institut Teknologi Bandung, Bandung, 1997.
- SMC. *"Pengenalan BPR"*. Bandung: 2004.
- Sundara, Andri Wanda. *"Identifikasi Tingkat Muatan Teknologi pada Perusahaan Manufaktur Telekomunikasi dengan Menggunakan Model Teknometrik"*. Teknik Industri, Institut Teknologi Bandung, 1997.
- Syampurnajaya, Syopiansyah. *"Teknologi Informasi: Prospek Menuju Era Globalisasi"*. 2000.
- Umar, Husein. *"Evaluasi Kinerja Perusahaan"*. Gramedia. Jakarta:2002
- UN-ESCAP, *"A Framework for Technology-Based for Development An Overview"*, Volume One, Asian and Pacific for Transfer of Technology, India, 1998.
- UN-ESCAP, *"A Framework for Technology Based for Development - Technology Content Assessment"*, Volume Two, Asia and Pacific for Transfer of Technology, India, 1998.

Analisis Operasional Zona Selamat Sekolah (ZoSS) SDN Cikadut Bandung

Ferry Rusgiyanto, Ir., MT.¹⁾

Agus Juhara, ST,MT.²⁾

Fitria Ariani, ST.³⁾

Wita Hanul, ST.⁴⁾

(1 & 2) Staf pengajar Jurusan Teknik Sipil UNJANI

(3 & 4) Alumni Jurusan Teknik Sipil UNJANI

ABSTRAK

Zona Selamat Sekolah merupakan salah satu langkah untuk memperlambat lalu lintas, khususnya di sekolah yang berada pada jalan yang mempunyai arus lalu lintas yang sangat padat. Penggunaan rekayasa lalu lintas seperti rambu lalu lintas dan marka jalan serta pembatasan kecepatan bertujuan meningkatkan perhatian pengemudi terhadap penurunan batas kecepatan di zona selamat sekolah serta memberikan rasa aman kepada para murid yang akan menyeberang di jalan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui karakteristik arus lalu lintas, perilaku pengguna jalan dan kondisi rambu serta marka di lokasi Zona Selamat Sekolah pada ruas jalan AH. Nasution tepatnya di depan SDN Cikadut.

Data yang digunakan adalah data primer yang meliputi volume lalu lintas, waktu tempuh, hambatan samping, perilaku pengguna jalan, geometrik jalan dan lingkungan. Data tersebut dianalisis untuk mencari volume, kecepatan sesaat sebelum dan saat di ZoSS, kapasitas dan derajat kejenuhan yang mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997.

Berdasarkan hasil analisis, ditinjau dari kondisi kelengkapan dan ukuran ZoSS belum sesuai dengan ketentuan. Sebagian rambu ada yang terhalang pohon dan dipasang hanya pada satu sisi saja. Perilaku penyeberang belum memenuhi prosedur penggunaan ZoSS karena salah satu prosedur menyeberang yaitu prosedur 4T tidak dilakukan dengan benar.

Kecepatan sesaat dan perilaku pengemudi belum sesuai karena sebagian besar pengemudi tidak mengurangi kecepatan kendaraan saat melewati ZoSS dan tidak memberikan hak jalan pada para penyeberang. Pengemudi sepeda motor sebanyak 96% dan kendaraan ringan 91% cenderung mengabaikan hak penyeberang jalan, hanya sekitar 46% yang menurunkan kecepatan dan 38% yang mematuhi batas kecepatan maksimum < 25km/jam.

Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa Zona Selamat Sekolah pada ruas jalan AH.Nasution kurang efektif. Hal ini terindikasikan dari perilaku para pengemudi yang mengabaikan hak penyeberang jalan, kemungkinan besar hal ini terjadi karena para pengemudi tidak memahami Zona Selamat Sekolah.

Kata kunci : Zona Selamat Sekolah, kecepatan sesaat,hambatan samping, derajat kejenuhan, volume lalu lintas, dan perilaku pengguna jalan.

1. Pendahuluan

Pesatnya pertumbuhan lalu lintas membuat semakin banyak permasalahan yang timbul dalam berlalu lintas. Salah satu permasalahan tersebut adalah kecelakaan lalu lintas yang saat ini kerap sekali terjadi. Korban kecelakaan mengalami peningkatan setiap tahunnya. Beberapa faktor yang menjadi penyebab kecelakaan yang tercatat adalah karena faktor manusia sebesar 86,23%, faktor kendaraan 6,15%, faktor jalan 5,46% dan faktor lingkungan sebesar 2,16%.

Diantara korban kecelakaan lalu lintas adalah anak-anak sekolah yang sedang menuju maupun pulang dari sekolah terutama pada anak-anak tingkat sekolah dasar. Dari data Kepolisian Republik Indonesia tahun 2004, dapat diketahui bahwa 2% (dua persen) dari 17.600 (tujuh belas ribu enam ratus) korban kecelakaan adalah anak-anak berusia 5-15 tahun. Anak-anak merupakan pengguna jalan yang kurang berpengalaman dan cenderung kurang berhati-hati. Banyak diantara mereka maupun orang tuanya kurang mengetahui bagaimana menuju maupun pulang sekolah dengan menempuh cara yang efektif dan aman.

Dari permasalahan tersebut dibutuhkan solusi untuk mengatasi agar permasalahan tersebut tidak berlanjut. Jembatan Penyeberangan Orang (JPO) merupakan salah satu solusi untuk permasalahan ini, namun pembuatan Jembatan Penyeberangan Orang (JPO) membutuhkan biaya yang relatif mahal. Disamping hal tersebut *kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa pemanfaatan JPO dirasa kurang efektif dalam memecahkan permasalahan sirkulasi antara pejalan kaki dalam menyeberang jalan dengan kendaraan bermotor. Para pejalan kaki lebih memilih menyeberang langsung di jalan daripada menggunakan jembatan penyeberangan.* Oleh karena itu dibutuhkan solusi yang lebih baik dengan biaya yang rendah. Zona Selamat Sekolah (ZoSS) merupakan solusi dengan biaya rendah dan diharapkan dapat berfungsi dengan baik.

Lokasi Pengamatan

Ruas jalan AH.Nasution depan SD Negeri Cikadut menjadi objek pada penelitian ini. Jalan AH.Nasution termasuk jalan Arteri Primer 2/2 UD.



2. Tujuan Pustaka

2.1 Penyelenggaraan Zona Selamat Sekolah (ZoSS)

Zona Selamat Sekolah (ZoSS) merupakan program inovatif dalam bentuk zona kecepatan berbasis waktu yang dapat digunakan untuk mengatur kecepatan kendaraan di area sekolah. Penggunaan rekayasa lalu lintas seperti rambu lalu lintas dan marka jalan serta pembatasan kecepatan bertujuan meningkatkan perhatian pengemudi terhadap penurunan batas kecepatan di zona selamat sekolah serta memberikan rasa aman kepada para murid yang akan menyeberang di jalan.

Penerapan ZoSS dilakukan pada intinya adalah untuk melindungi pejalan kaki anak sekolah dari bahaya kecelakaan lalu lintas dimana kendaraan yang berada dalam zona sekolah harus dengan kecepatan rendah untuk memberikan waktu reaksi yang lebih

lama dalam mengantisipasi gerakan anak sekolah yang bersifat spontan dan tak terduga sehingga dapat menimbulkan kecelakaan lalu lintas.

Tujuan ZoSS:

1. Mendidik anak sedini mungkin untuk taat hukum, beretika, berempati dalam berlalu lintas di jalan serta peduli terhadap lingkungan
2. Mencegah peluang terjadinya kecelakaan lalu lintas
3. Memotifasi guru dan orang tua murid untuk menjadi panutan anak dalam berlalu lintas.

Anak-anak adalah kelompok rentan pengguna jalan, secara psikis maupun fisik belum mampu merespon bahaya secara cepat dan tepat. Atas dasar itulah Pemerintah melalui Departemen Perhubungan membuat batasan kecepatan tertentu khususnya di area sekolah, yaitu:

1. Zona kecepatan berbasis waktu yang dapat digunakan untuk mengatur kecepatan kendaraan di area sekolah, maksimal kecepatan 20 – 25 km/jam.
2. Zona untuk meningkatkan kewaspadaan para pengguna jalan dan pemakai kendaraan, terutama para siswa sekolah itu sendiri.

Waktu operasi Zona Selamat Sekolah yaitu pada jam masuk sekolah dan jam pulang sekolah. Waktu operasi ini dapat disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing sekolah. Waktu operasi ZoSS dinyatakan dengan papan tambahan pada rambu lalu lintas.

2.2 Spesifikasi Zona Selamat Sekolah (ZoSS)

> Tipe Zona Sekolah dan Pelengkapya

Tipe Zona Selamat Sekolah ditentukan oleh beberapa hal yaitu: sistem jaringan, fungsi jalan, tipe jalan dan kecepatan rencana jalan.

Masing-masing Tipe Zona Selamat Sekolah (Tipe ZoSS) memiliki ciri dan perlengkapan yang berbeda dan untuk lebih jelasnya akan diuraikan lebih detail pada tabel dan gambar kebutuhan perlengkapan jalan berdasarkan tipe ZoSS dan fungsi jalan. **tabel dan gambar kebutuhan perlengkapan jalan berdasarkan tipe ZoSS (terlampir).*

> Fasilitas Pelengkap

Untuk mewujudkan lalu lintas yang tertib dan teratur di lingkungan Zona Selamat Sekolah diperlukan jaringan prasarana Jalan, Fasilitas Pelengkap Jalan, Alat Pemberi Isyarat Lalu lintas (APILL) dan Bangunan Pelengkap.

Fasilitas Pelengkap Jalan adalah kelengkapan dari jalan untuk mendukung fungsi jalan agar pergerakan kendaraan bermotor, kendaraan tidak bermotor, pejalan kaki dan hewan di dalam suatu jaringan atau prasarana yang disebut dengan jalan dapat terlaksana dengan selamat, aman dan nyaman.

Fasilitas Pelengkap ini terdiri dari:

a. Marka Jalan

Marka Jalan adalah suatu tanda yang berada pada permukaan jalan atau di atas permukaan jalan yang meliputi peralatan atau tanda yang membentuk marka garis membujur, garis melintang, garis serong serta marka lambang lainnya yang berfungsi untuk mengarahkan arus lalu-lintas dan membatasi daerah kepentingan lalu lintas.

- Marka jalan Zona Selamat Sekolah adalah marka berupa kata-kata sebagai pelengkap rambu batas kecepatan Zona Selamat Sekolah.



Sumber : Peraturan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat Nomor : SK 3236/AJ 403/DRJD/2006

Gambar 2 Marka Zona Selamat Sekolah



Sumber : Peraturan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat Nomor : SK 3236/AJ 403/DRJD/2006

Gambar 3. Ukuran Huruf Zona Selamat Sekolah

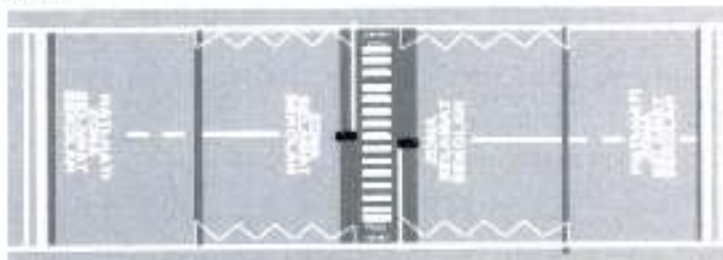
- Tengok kanan-kiri, adalah marka berupa kata-kata pada tepi zebra cross. Marka ini dimaksudkan agar penyeberang khususnya penyeberang anak-anak memperhatikan arah datangnya kendaraan sebelum menyeberang.



Sumber : Peraturan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat Nomor : SK 3236/AJ 403/DRJD/2006

Gambar 4. Ukuran Huruf Tengok Kiri Kanan

- Tanda permukaan jalan larangan parkir (marka zig zag warna kuning) yang dipasang sepanjang ZoSS.



Sumber : Peraturan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat Nomor : SK 3236/AJ 403/DRJD/2006

Gambar 5. Marka Jalan Pada Zona Selamat Sekolah

- Pita penggaduh dapat dipasang untuk meningkatkan kewaspadaan. Sesuai KM 3 Tahun 1994 tentang Alat Pengendali dan Pengaman Pemakai Jalan, pita penggaduh dipasang pada jarak 50 meter dari awal ZoSS dengan ketinggian 1 (satu) centimeter.



Sumber : Peraturan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat Nomor : SK 3236/AJ 403/DR.JD/2006

Gambar 6. Pasangan Pita Penggaduh Zona Selamat Sekolah

- Lokasi Zebra Cross

Zebra cross ditempatkan pada titik terdekat pintu gerbang sekolah dimana anak-anak aman untuk menyeberang dan tidak terhalang oleh kendaraan keluar/masuk sekolah.

b. Rambu Lalu Lintas

Rambu lalu lintas adalah salah satu alat perlengkapan jalan dalam bentuk tertentu, memuat lambang, huruf, angka, kalimat dan atau perpaduan di antaranya, yang digunakan untuk memberikan peringatan, petunjuk, larangan dan perintah bagi pemakai jalan. Agar rambu dapat terlihat baik siang ataupun malam atau pada waktu hujan maka bahan harus terbuat dari material yang reflektif (memantulkan cahaya).

Rambu-rambu lalu lintas (selanjutnya disebut rambu) yang digunakan pada Zona Selamat Sekolah adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Gambar rambu lalu lintas yang digunakan pada ZoSS

	Rambu peringatan banyak anak-anak
	Papan peringatan berupa kata-kata "KURANGI KECEPATAN, ZONA SELAMAT SEKOLAH"
	Rambu peringatan penyeberangan orang
	Rambu peringatan lampu pengatur lalu-lintas

	Rambu Peringatan Maksimum dengan tambahan informasi berupa bilangan kecepatan
	Rambu Larangan Parkir Sepanjang Zona Selamat (ditembak dengan papan tambahan)
	Rambu Petunjuk Temporal Kenyamanan Jalan
	Rambu Batas Atas Kecepatan Maksimum
	Rambu Peringatan Awal Jalan Memadus Area ZOS dilengkapi dengan papan tambahan berupa kata-kata "150 M ZONA SELAMAT SEKOLAH"

sumber : Peraturan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat Nomor : SK 3236/AJ 403/DRJD/2006

c. Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (Apill)

Pemasangan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) mengacu pada Km 62 Tahun 1993 Tentang Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas.

d. Petugas Pemandu Penyeberangan

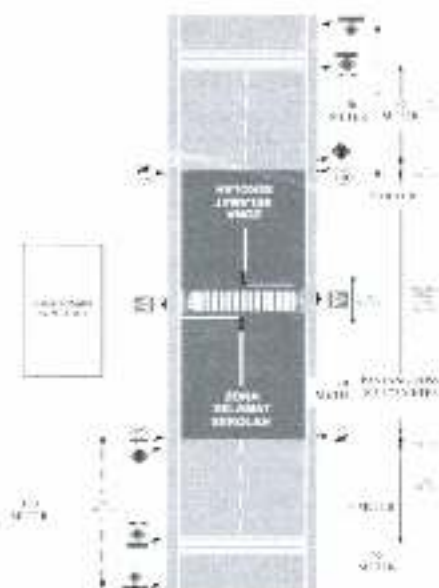
Pemandu penyeberangan dapat dilakukan oleh petugas pemandu yang sudah memiliki pengetahuan dasar tentang tata cara memberhentikan kendaraan atau oleh polisi lalu lintas. Selain itu kegiatan memandu penyeberangan dapat dilakukan oleh murid sekolah yang sudah memiliki pengetahuan dasar tata cara memberhentikan kendaraan yang diawasi petugas pemandu. Petugas pemandu harus menggunakan rompi dan tongkat rambu STOP.

Tabel 2. Gambar kelengkapan petugas pemandu penyeberangan

	Rompi Petugas Pemandu Penyeberangan
---	-------------------------------------

Sumber : Peraturan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat Nomor : SK 3236/AJ 403/DRJD/2006

e. Penempatan Rambu Dan Marka Zona Selamat Sekolah
• Jalan Nasional



Gambar 7. ZoSS pada Jalan Nasional Tipe Jalan 2 Lajur 2 Arah Tidak Terbagi (2/2 UD) Balas Kecepatan 25 km/jam

Sumber : Peraturan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat Nomor : SK 3236/AJ 403/DRJD/2006

catatan: gambar ZoSS pada **Gambar 7.** hanya untuk kecepatan 25km pada jalan Nasional, bentuk dan kelengkapan fasilitas rambu pada ZoSS untuk kecepatan 25km/jam dan 20km/jam secara lengkap terdapat pada lampiran.

f. Larangan Parkir Terbatas

Keterbatasan lahan parkir sekolah mengakibatkan kendaraan penjemput/pengantar murid sekolah memarkir kendaraan dengan menggunakan badan jalan. Apabila kondisi lalu lintas jalan memungkinkan, untuk mengantisipasi keterbatasan lahan parkir, maka larangan parkir dikonsentrasikan pada sekitar zebra cross. Larangan parkir di sekitar zebra cross diperlukan agar anak-anak yang sedang menyeberang dapat dilihat oleh kendaraan yang melintas di jalan, tidak terhalang oleh kendaraan parkir.

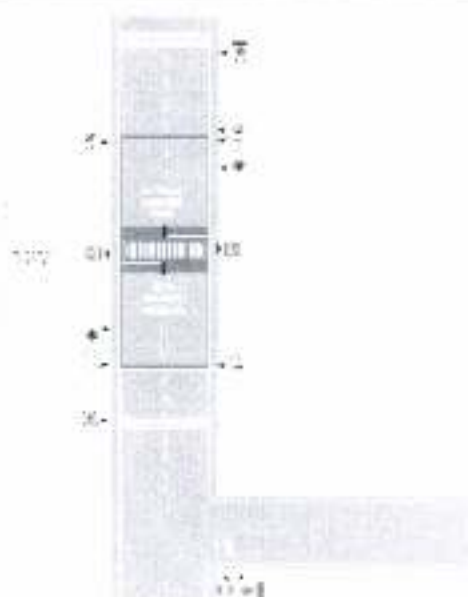
g. Sekolah Berada Di Dekat Persimpangan

Apabila ZoSS berada pada lokasi yang berdekatan dengan persimpangan, maka rambu-rambu peringatan ZoSS dan papan tambahan yang menunjukkan jarak dan lokasi ZoSS harus dipasang pada pendekatan/kaki simpang yang tidak searah dengan lokasi ZoSS tersebut. Kebutuhan rambu pada pendekatan (kaki simpang) di dekat sekolah:



Sumber : Peraturan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat Nomor : SK 3236/AJ 403/DRJD/2006

Gambar 8. Rambu Peringatan Awal Akan Memasuki Zoss Yang Berdekatan Dengan Simpang



Sumber : Peraturan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat Nomor : SK 3236/AJ/403/DRJD/2006

Gambar 9. Zons Yang Berdekatan Dengan Simpang

2.3 Metoda Survei Lalu Lintas

Teknik lalu lintas telah berkembang sesuai dengan kemajuan teknologi, demikian pula halnya dengan pengumpulan data-data lalu lintas. Data mengenai lalu lintas diperlukan untuk berbagai kebutuhan perencanaan transportasi. Untuk dapat melakukan survei secara efisien maka maksud dan tujuan survei harus jelas dan biasanya metode survei ditetapkan sesuai dengan tujuan, waktu, dana dan peralatan yang tersedia.

Survei lalu lintas dilakukan dengan cara menghitung jumlah lalu lintas kendaraan yang lewat di depan suatu pos survei pada ruas jalan yang ditetapkan. Perhitungan dapat dilakukan dengan cara manual (mencatat dengan tangan) dan dapat juga menggunakan berbagai peralatan otomatis seperti alat penghitung lalu lintas (*traffic counting*), detektor, atau peralatan listrik lain yang kesemuanya memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Objek yang disurvei dalam perhitungan lalu lintas meliputi :

- Jumlah kendaraan yang lewat (*volume*) dalam satuan waktu (menit, jam, hari dan seterusnya)
- Kecepatan kendaraan baik kecepatan sesaat (*spot speed*) atau kecepatan perjalanan, kecepatan gerak atau kecepatan rata-rata.
- Waktu tempuh.

Pengambilan data lapangan dalam analisis penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan data jumlah/volume dan waktu tempuh kendaraan. Pengambilan data jumlah volume dilakukan pada jam sibuk (*peak hour*) pada hari-hari yang mewakili volume lalu lintas dalam seminggu. Sedangkan untuk data waktu tempuh kendaraan di lapangan dilakukan dengan metode kecepatan setempat dengan mengukur waktu perjalanan bergerak. Metode kecepatan setempat dimaksudkan untuk pengukuran karakteristik kecepatan pada lokasi tertentu pada lalu lintas. Jenis kendaraan dilakukan sebanyak mungkin sehingga dapat menggambarkan keadaan sebenarnya di lapangan.

2.3.1 Metode Survei Jumlah Kendaraan

Survei jumlah kendaraan dilakukan dengan mencatat jumlah kendaraan yang melalui suatu titik tinjau dalam interval waktu tertentu di jalan untuk masing-masing jenis kendaraan. Metode survei kendaraan dapat dilakukan dengan metoda :

1) *Manual count*

Manual count adalah pencatatan jumlah kendaraan yang paling sederhana dengan menggunakan tenaga manusia. Pencatatan dilakukan pada kertas formulir, tiap kali sebuah kendaraan lewat dicatat pada kertas formulir. Pencatatan juga dapat dilakukan dengan alat *counter*.

2) *Detector*

Detector adalah alat yang dapat mendeteksi adanya kendaraan yang lewat dan memberi isyarat dalam bentuk lentu. *Detector* biasanya bekerja dengan sentuhan dari gilsan roda kendaraan, induksi pada gulungan kabel yang ditanam di jalan menyebabkan pemutusan sinar dalam waktu sesaat/sebentar. Keuntungan metode ini adalah setiap kali kendaraan yang melewati alat dapat dicatat.

3) *Automatic count*

Automatic count adalah peralatan perhitungan secara otomatis yang dapat dilakukan selama 12 atau 24 jam.

4) *Video*

Video diambil dengan kamera yang disimpan di tempat yang dapat melihat sekitar lokasi yang akan ditinjau, biasanya kamera ditempatkan di tempat yang tinggi agar terhindar dari penghalang. Dari rekaman video tersebut, dengan tenaga manusia (*manual counting*) bisa didapatkan data volume kendaraan dan penyeberang yang melintas.

2.3.2 Metode Survei Waktu Tempuh Kendaraan

Dalam survei waktu tempuh kendaraan dikenal 3 (tiga) jenis kecepatan yaitu kecepatan seketika/sesaat (*spot speed*), kecepatan rata-rata kendaraan selama bergerak (*running speed*) dan kecepatan rata-rata kendaraan yang dihitung dari jarak tempuh dibagi dengan waktu tempuh (*joumey speed*) jadi termasuk waktu kendaraan berhenti (misalnya berhenti pada lampu lalu lintas). Perhitungan kecepatan kendaraan dapat dilakukan dengan beberapa metode, antara lain :

1) *Manual count*

Manual count merupakan pencatatan waktu tempuh kendaraan contoh yang melewati segmen/penggal jalan pengamatan. Pencatatan waktu tempuh ini dilakukan dengan menghidupkan *stopwatch* saat roda depan kendaraan contoh melewati garis injak pertama, seterusnya mengikuti lajur kendaraan, dan *stopwatch* dimatikan tepat pada saat roda kendaraan tersebut melewati garis injak kedua.

2) *Enescope*

Enescope adalah kotak cermin yang berbentuk L yang diletakkan di pinggir jalan untuk membelokkan garis pandangan ke arah tegak lurus jalan. Dalam pengukuran waktu tempuh digunakan *stopwatch* yang dimulai pada saat kendaraan melewati pengamat dan dihentikan pada saat kendaraan melewati *enescope*.

3) *Radar meter*

Radar meter bekerja menurut prinsip efek *Doppler*, yang mana kecepatan pergerakan proporsional dengan perubahan frekuensi di antara dua radio transmisi target dan radio pemantul. Peralatan ini mengukur perbedaan dan mengubah pembacaan langsung menjadi mph.

1) *Video*

Sama seperti pada metoda survey jumlah kendaraan video diambil dengan kamera yang disimpan di tempat yang dapat meninjau sekitar lokasi yang akan ditinjau, biasanya kamera ditempatkan di tempat yang tinggi agar terhindar dari penghalang. Dari rekaman

video tersebut, dengan tenaga manusia (*manual counting*) bisa didapatkan data kecepatan kendaraan yang melintas pada lokasi yang diamati dengan melihat waktu tempuh yang dibutuhkan kendaraan untuk melewati jarak tertentu. Waktu tempuh dapat dilihat pada *timer* pada video tersebut.

2.3.3 Metode Survei Kecepatan Setempat

Tata cara ini diberikan untuk pengukuran kecepatan setempat panjang jalan diambil diambil sesuai dengan perkiraan kecepatan, seperti direkomendasikan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Rekomendasi Panjang Jalan Untuk Studi Kecepatan Setempat

Perkiraan Kecepatan rata-rata Arus Lalu Lintas (km/jam)	Penggal Jalan (m)
< 40	25
40 – 65	50
>65	75

- Jumlah sampel kendaraan yang perlu diukur kecepatannya dianjurkan sekitar sekurang-kurangnya 5 kendaraan.

2.3.4 Perhitungan Volume Lalu Lintas

Volume kendaraan adalah parameter yang menjelaskan keadaan arus lalu lintas di jalan. Kendaraan yang melewati suatu ruas jalan dijumlahkan dengan mengalikan faktor konversi kendaraan yang telah ditetapkan sehingga nantinya diperoleh jumlah kendaraan yang lewat pada ruas jalan tersebut. Nilai tersebut kemudian dikonversikan ke dalam smp/jam untuk mendapatkan nilai volume kendaraan yang lewat setiap jamnya.

2.3.5 Perhitungan Kecepatan Sesaat (*Spot Speed*)

Waktu perjalanan bergerak dapat diperoleh dari metode kecepatan setempat. Metode kecepatan setempat dimaksudkan untuk pengukuran karakteristik kecepatan pada lokasi tertentu pada lalu-lintas dan kondisi lingkungan yang ada pada saat studi. Sejumlah kecepatan ini perlu diambil, agar dapat diperoleh hasil yang dapat diterima secara statistik. Pada cara manual,

3. Metode Penelitian



Gambar 10. Diagram Alir Metodologi Penyusunan Penelitian



Gambar 11. Tata Letak ZoSS pada SDN Cikadut-Bandung

1) Kondisi Marka

Kondisi Marka pada ZoSS yang terpasang adalah sebagai berikut :

Data :

- a. Panjang ZoSS : 193 m
- b. Panjang Karpas Merah : 55 m

Ukuran tersebut tidak sesuai dengan ketentuan kelengkapan untuk Zona Selamat Sekolah yaitu panjang ZoSS antara 205-275m dan panjang karpas merah antara 105-175m. Maka dapat disimpulkan bahwa ukuran ZoSS di lokasi ini tidak memenuhi standar yang berlaku.

2) Kondisi Rambu

Tabel 3. Rekapitulasi Kondisi Rambu Lalu-lintas :

Rambu	Arah		Kondisi Marka
	Ke Sekolah (Kiri)	Dari Sekolah (Kanan)	
	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
	1	Tidak ada	Tidak ada
	1	Tidak ada	Terdapat Pelanggaran
	1	1	Tidak ada
	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
	1	1	Tidak ada
	1	1	Terdapat
	Tidak ada	1	Terdapat

- Rambu yang terpasang pada lokasi ZoSS tidak semuanya berpasangan, ada beberapa rambu yang dipasang hanya di satu sisi. Seharusnya rambu dipasang berpasangan di kedua sisi yaitu sisi kiri maupun kanan memiliki rambu yang sama.
- Terdapat sejumlah rambu terhalang oleh pohon.
- Pada lokasi yang ditinjau tidak terdapat petugas pemandu, anak-anak menyeberang dibantu oleh orang dewasa yang ada di lokasi ZoSS baik yang akan menyeberang maupun yang hanya membantu saja.

3) Kondisi Marka

Kondisi Marka pada ZoSS yang terpasang adalah sebagai berikut :

- Hampir semua komponen kebutuhan minimum ZoSS sudah sesuai dengan ketentuan, hanya saja petugas pemandu penyeberang dan kebutuhan tambahan APILL pelikan tidak ada di lokasi ZoSS yang diamati.
- Kondisi marka pada lokasi ZoSS lengkap, namun cat karpet merah sudah pudar sehingga mungkin saja para pengemudi tidak menyadari adanya karpet merah di lokasi ZoSS.
- Marka Zigzag yang berfungsi untuk memperingatkan larangan parkir, ternyata tidak dipatuhi oleh beberapa orang. Ada beberapa kendaraan yang memarkirkan kendaraannya di zona larangan parkir (tukang ojek), bahkan ada pedagang yang berjualan di tempat tersebut.
- Kondisi karpet merah warna cat merah nya sudah memudar, sehingga ada kemungkinan para pengguna jalan tidak menyadari adanya ZoSS.

Kondisi marka ZoSS secara rinci disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Kondisi Marka

Jenis Marka	Kondisi
Zebra Cross	Ada
Zigzag	Ada
Marka Tepi	Ada
Isir Peringatan	Ada
Zona Selamat Sekolah	Ada
Tengok Kiri Kanan	Ada
Karpet Merah	Ada

Sumber : Hasil Survey

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis yang dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

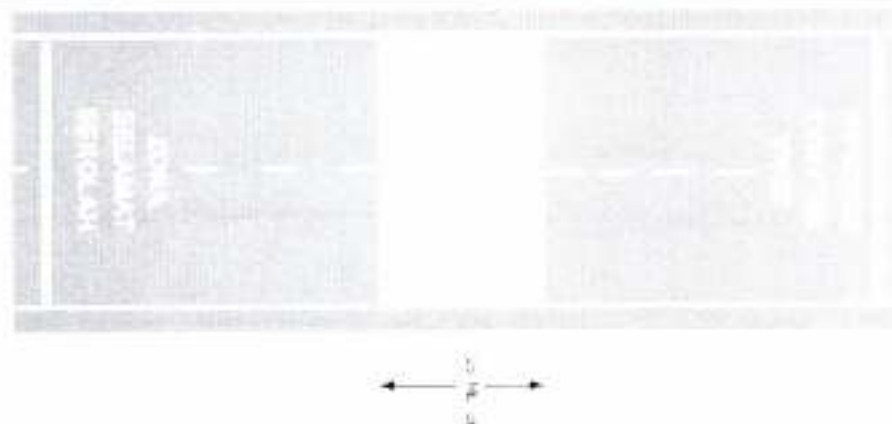
1. Arus lalu lintas dan hambatan samping tinggi. Arus tertinggi pada periode pagi $Q=3776$ smp/jam.
2. Derajat kejenuhan pada semua periode $> 0,8$. Dimana nilai tersebut melebihi batas kinerja jalan berdasarkan MKJI, yaitu $DS < 0,80$.
3. Persentase kendaraan yang mengurangi kecepatan relatif kecil yaitu 46%, sedangkan kendaraan yang mengurangi kecepatannya sehingga mematuhi batas maksimum 25 km/jam sebanyak 38%. Sebagian besar pengendara tidak mengurangi kecepatan saat memasuki ZoSS, beberapa menambah kecepatan.
4. Pengemudi sepeda motor sebanyak 96% dan kendaraan ringan 91% cenderung mengabaikan hak penyeberang jalan.

5. Data penyeberang memperlihatkan 67% anak SD menyeberang secara berkelompok, 38% penyeberang dewasa yang menyeberang secara berkelompok, 84% penyeberang dengan cara berjalan, dan sebanyak 64% penyeberang menggunakan zebra cross saat menyeberang. Namun tidak teramati pengguna jalan melakukan prosedur baku menyeberang "4T" dengan benar.
6. Masih teramati kegiatan menaikkan/menurunkan penumpang pada zebra cross baik oleh pengantar maupun kendaraan umum.
7. Ukuran ZoSS belum sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
8. Kondisi rambu yang ada pada ZoSS kurang lengkap, beberapa rambu hanya dipasang pada satu sisi, selain itu ada beberapa rambu terhalang oleh pohon. Tidak terdapat petugas pemandu menyeberang dan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL).
9. Kondisi marka sudah sesuai dengan standar yang harus terpasang di ZoSS, tetapi marka karpet merah sudah memudar dan tidak jelas. Hal ini kemungkinan membuat pengendara tidak menyadari sedang melewati ZoSS.
10. Tujuan ZoSS adalah pengurangan kecepatan kendaraan sesuai dengan batas kecepatan maksimum. Namun hasil analisis menunjukkan sebagian besar pengemudi tidak menurunkan kecepatan kendaraannya. Faktor penyebab adalah ketidakpatuhan pengemudi terhadap rambu-rambu dan marka yang ada. Hal ini terindikasikan dari perilaku para pengemudi yang mengabaikan hak penyeberang jalan. Kemungkinan besar para pengemudi tidak memahami rambu dan marka yang ada pada Zona Selamat Sekolah.

4.2 Saran

Dari hasil analisis ada beberapa saran sebagai berikut :

1. Tidak teramati penyeberang melakukan prosedur baku cara menyeberang yaitu "4T". Kemungkinan besar mereka tidak memahami mengenai cara menyeberang "4T". Oleh karena itu diperlukan sosialisasi cara menyeberang "4T" terutama untuk guru dan murid.
2. Pengguna jalan belum mematuhi rambu dan marka pada ZoSS, sehingga diperlukan sosialisasi mengenai arti ZoSS, rambu dan marka pada ZoSS dan penindakan atas pelanggaran terhadap rambu dan marka ZoSS.
3. Mayoritas penyeberang anak SD menyeberang dengan cara berkelompok, hal ini mengindikasikan mereka tidak merasa aman dengan menyeberang sendiri sehingga diperlukan petugas pemandu penyeberang terutama pada jalan dengan arus lalu lintas yang tinggi.
4. Usulan penyempurnaan desain ZoSS adalah:
 - Keberadaan marka karpet merah relatif efektif dalam memberikan kesan pada pengemudi sehingga perlu dilanjutkan dengan panjang terbatas mengingat besarnya biaya pengadaan marka karpet merah, usulan alternatif panjang karpet merah adalah 25 meter (sepanjang "zona clearance" - ruang yang diperlukan dalam kegiatan penyeberangan).
 - Dengan terbatasnya karpet merah, maka tulisan ZONA SELAMAT SEKOLAH tidak ditempatkan pada karpet merah.
 - Perlu penegasan batas awal dan batas akhir ZoSS dengan garis merah.
 - Keberadaan marka kuning dihilangkan, diganti dengan rambu "dilarang berhenti" di area ruang bebas penyeberangan.
 - Pengulangan rambu peringatan akan memasuki ZoSS, khususnya pada jalan dengan kecepatan rencana tinggi.



Gambar 12. Tata Letak ZoSS Usulan

Daftar Pustaka

Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga, Direktorat Pembina Jalan Kota. 1997. *Manual Kapasitas Jalan*. Jakarta.

Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga, Direktorat Pembina Jalan Kota. 1990. *Panduan Penentuan Klasifikasi Fungsi Jalan Di Wilayah Perkotaan*. Jakarta.

Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga, Direktorat Pembina Jalan Kota. 1990. *Panduan Survei Dan Perhitungan Waktu Perjalanan Lalu Lintas*. Jakarta.

Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. *Tata Cara Perencanaan Geometrik Antar Kota*. Jakarta.

Departemen Perhubungan, Direktorat Jenderal Perhubungan Darat. *Penyusunan Evaluasi Kinerja ZoSS dan Review Desain*. Jakarta

Menteri Perhubungan, Departemen Perhubungan. Keputusan Menteri Perhubungan Nomor : KM/61 Tahun 1993. *Rambu rambu lalu lintas di jalan*. Jakarta.

Peraturan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat Nomor : SK 3236/AJ 403/DRJD/2006. Uji Coba Penerapan Zona Selamat Sekolah Di 11 (Sebelas) Kota Di Pulau Jawa. Jakarta

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 43 Tahun 1993 Tentang Prasarana Dan Lalu Lintas Jalan.

**Penerapan Balance Scorecard Sebagai Tolok Ukur
Penilaian Kinerja Perusahaan
(studi Kasus PT. Taufik Jaya Teknik)**

Oleh:

Dadang Arifin, ST, MT., Puri Puspa Indah*
Dosen Teknik Industri Unjani, Alumnus*
dadanganfin@yahoo.co.id

Abstraksi

Penelitian ini dilakukan dengan maksud untuk mengukur dan menganalisis kinerja perusahaan secara komprehensif, yaitu di perusahaan manufaktur logam. Penelitian pengukuran kinerja dilakukan secara menyeluruh menyangkut aspek financial maupun aspek nonfinancial dengan menggunakan metode *Balanced Scorecard*. Penelitian ini dilakukan karena pada saat ini perusahaan dalam mengukur performansinya hanya berdasarkan aspek finansial.

Berdasarkan hasil penelitian, bahwa performansi perusahaan melalui pengukuran *Balanced Scorecard* belum memuaskan. *Net profit margin* dan *ROI* mengalami penurunan hampir 4% selama pengamatan tahun 2003 – 2007, nilai kepuasan pelanggan tahun 2008 sebesar -12.83, keterlambatan pengiriman produk pada tahun 2007 sebesar 18.62%, dan nilai kepuasan kerja karyawan pada tahun 2008 sebesar -19.01%.

Hal ini menandakan bahwa metode *Balanced Scorecard* dapat digunakan sebagai tolok ukur penilaian kinerja di CV. Taufik Jaya Teknik.

Abstraction

Research was conducted with the intent to measure and analyze the performance of a comprehensive enterprise, which is in metal manufacturing company. The study is comprehensive performance measurement involves aspects of financial and nonfinancial aspects of using the Balanced Scorecard. This research was done because at present the company in measuring performance based solely on financial aspects.

Based on research results, that the measurement of company performance through the Balanced Scorecard not yet satisfactory. Net profit margin and ROI has decreased almost 4% during the observation years 2003 to 2007, the value of customer satisfaction in 2008 was -12.83, delays in product shipments in 2007 amounted to 18.62%, and the value of employee job satisfaction in 2008 was -19.01% This indicates that the balanced scorecard method can be used as benchmarks of performance appraisal in CV. Taufik Jaya Engineering.

1. Pendahuluan

CV. Taufik Jaya Teknik merupakan salah satu industri manufaktur logam di Lingkungan Industri Kecil Gede Bage Bandung. Perusahaan ini memiliki dua bidang usaha, yakni bidang sepuh dan bronir (*heat treatment services, black coating services*) dan bidang permesinan (*machining manufacture, sheet metal forming, dan design engineering*).

Dalam menjalankan kegiatan bisnisnya, CV. Taufik Jaya Teknik memiliki banyak *competitor*, terutama dari industri menengah ke atas yang memiliki fasilitas produksi yang lebih lengkap dan terpadu, serta modal yang lebih memadai. Dalam menghadapi kondisi ini, upaya perbaikan terus dilakukan agar perusahaan dapat berkompetisi

dengan perusahaan lain. Salah satu yang dilakukan adalah melakukan pengukuran kinerja dengan tujuan agar perusahaan mengetahui kekurangan-kekurangan yang masih ada, meskipun pengukuran hanya melibatkan satu aspek.

Memang selama ini perusahaan belum pernah secara serius melakukan pengukuran kinerja secara komprehensif, melainkan hanya diukur dari aspek finansial saja. Untuk mengetahui seberapa besar efektivitas kerja perusahaan, pihak manajemen perusahaan perlu mengukur kinerja bisnisnya secara lebih komprehensif, baik pengukuran aspek finansial maupun pengukuran aspek nonfinansial, yang meliputi aspek pelanggan, aspek bisnis internal, serta aspek pembelajaran dan pertumbuhan.

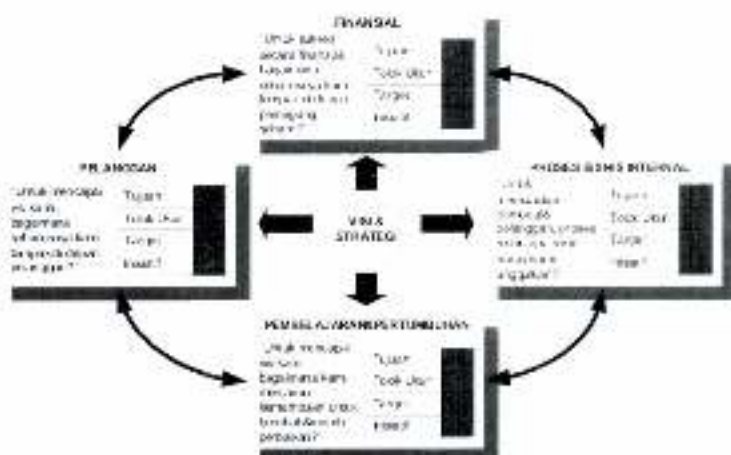
Berdasarkan permasalahan tersebut maka yang menjadi pokok permasalahan adalah bagaimana pengukuran komprehensif tersebut dilakukan sehingga akan membantu perusahaan dalam melakukan pengukuran itu sendiri maupun mengimplementasikan hasil pengukuran dalam sebuah kebijakan yang harus ditetapkan.

21. Tinjauan Pustaka

2.1 Kelahiran Konsep *Balanced Scorecard*

Balanced Scorecard pertama kali dipublikasikan oleh Robert S. Kaplan dan David P. Norton di *Harvard Business Review* tahun 1992 dalam sebuah artikel berjudul "*The Balanced Scorecard Measures That Drives Performance*". Artikel tersebut merupakan laporan dari serangkaian riset dan eksperimen terhadap beberapa perusahaan di Amerika serta diskusi rutin dua bulanan dengan wakil dari berbagai bidang perusahaan sepanjang tahun itu untuk mengembangkan suatu model pengukuran kinerja baru.

Dalam perkembangannya, *Balanced Scorecard* kemudian dikembangkan untuk menghubungkan tolok ukur bisnis dengan strategi perusahaan. Norton dan Kaplan menjelaskan tentang pentingnya memilih tolok ukur berdasarkan keberhasilan strategis. Dalam artikel kedua *Harvard Business Review* (1993), "*Putting the Balanced Scorecard to Work*", Kaplan & Norton menunjukkan bagaimana beberapa perusahaan menggunakan *Balanced Scorecard*.



Gambar 1 Model Pengukuran *Balanced Scorecard*

Balanced Scorecard mendidik manajemen dan organisasi pada umumnya untuk memandang perusahaan dari empat perspektif yaitu finansial, pelanggan, pembelajaran dan pertumbuhan, serta bisnis internal, yang menghubungkan pengendalian operasional jangka pendek ke dalam visi dan strategi bisnis jangka panjang. Selanjutnya manajemen didorong untuk memfokuskan diri pada rasio-rasio kunci yang kritis dan strategis melalui *stretch target* yang ditetapkan bersama.

Dengan demikian, *Balanced Scorecard* merupakan suatu sistem manajemen, pengukuran dan pengendalian yang secara cepat, tepat dan komprehensif dapat memberikan pemahaman kepada manager tentang *performance* bisnis. Pengukuran kinerja tersebut memandang unit bisnis dari empat perspektif yaitu perspektif finansial, pelanggan, proses bisnis dalam perusahaan, serta proses pembelajaran dan pertumbuhan. Melalui mekanisme sebab akibat (*cause and effect*), perspektif finansial menjadi tolok ukur utama yang dijelaskan oleh tolok ukur operasionalnya pada tiga perspektif lainnya sebagai *driver (lead indicators)*. *Gambaran pengukuran Balanced Scorecard dengan empat perspektif dapat dilihat pada gambar 2*



Gambar 2 Gambaran Pengukuran *Balanced Scorecard*

3. Metodologi Penelitian

3.1 Model Penelitian

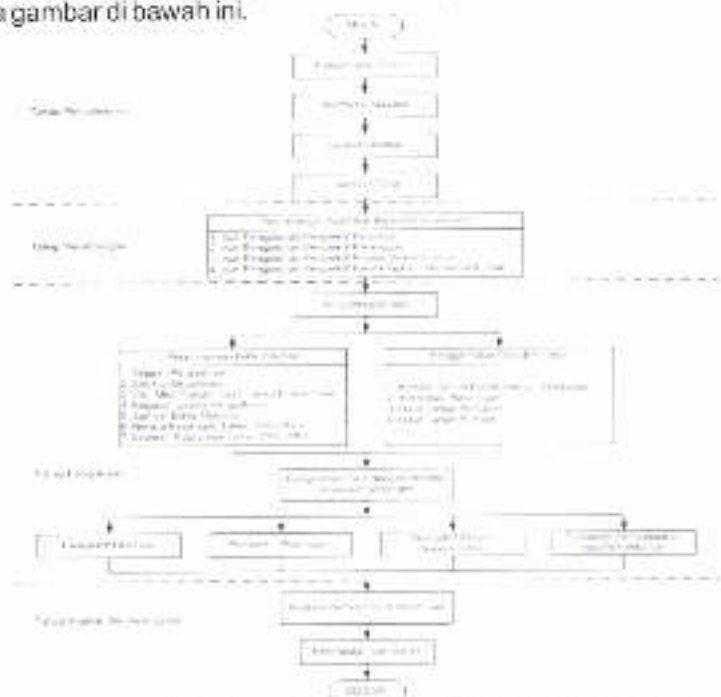
Pengukuran kinerja yang akan dilakukan terhadap berbagai aktivitas dari suatu organisasi pada suatu periode berdasarkan sasaran, standar, dan kriteria yang telah ditetapkan berdasarkan kaidah-kaidah yang dimiliki. Model pemecahan masalah dalam penelitian ini merupakan kerangka logika berpikir secara terstruktur dan sistematis untuk mencapai tujuan yang ditetapkan. Model penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut.



Gambar 3. Model Penelitian *Balanced Scorecard*

3.2 Kerangka Pemecahan Masalah

Sedangkan tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini secara garis besar dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4 Kerangka Pemecahan Masalah

4. Model Pengukuran Empat Perspektif

4.1 Pengukuran Perspektif Finansial

Pengukuran kinerja berdasarkan aspek finansial menunjukkan apakah perencanaan dan pelaksanaan strategi yang telah dilakukan memberikan perbaikan yang mendasar bagi keuntungan perusahaan. Pengukuran kinerja perusahaan di bidang keuangan ini menggunakan tolok ukur rasio likuiditas dengan melihat *Current Ratio* dan *Quick Ratio*, rasio leverage dengan melihat *Debt to Net Worth* dan *Short term Debt to Liabilities*, rasio aktivitas/perputaran dengan melihat *Inventory Turnover* dan *Total Assets Turnover*, dan rasio profitabilitas dengan melihat *Net Profit Margin* dan *Return On Investment/ROI* (Vincent Gaspersz, *Balance Scorecard* dengan Six Sigma).

Tabel 1 Rasio Finansial dalam Perspektif Finansial dari *Balance Scorecard*

Deskripsi	Formula
Rasio Likuiditas	
<i>Current Ratio</i>	Aktiva Lancar/Hutang Lancar
<i>Quick Ratio</i>	(Aktiva Lancar-Persediaan)/Hutang Lancar
Rasio Leverage	
<i>Debt to Net Worth</i>	(Total Hutang/Total Aktiva) x 100%
Rasio Aktivitas	
<i>Inventory Turnover</i>	Harga Pokok Penjualan/Persediaan
<i>Total Assets Turnover</i>	Penjualan Bersih/Total Aktiva
Rasio Profitabilitas	
<i>Net Profit Margin</i>	(Laba Bersih/Pendapatan Usaha) x 100%
<i>Return On Investment (ROI)</i>	(Laba Bersih/Total Aktiva) x 100%

4.2 Pengukuran Perspektif Pelanggan

Pengukuran perspektif pelanggan bertujuan untuk mewujudkan fokus strategi dalam memuaskan pelanggan. Perspektif pelanggan dilakukan dengan melihat ukuran pelanggan utama/ *Customer Core Measurement* (Dermawan Wibisono, Manajemen Kinerja).

Tabel 2 Ukuran Pelanggan Utama dalam Perspektif Pelanggan dari *Balanced Scorecard*

Variabel Kinerja	Pengukuran
Pangsa pasar (Market share)	Pertumbuhan pelanggan perusahaan
Retensi pelanggan (Customer retention)	$\text{Rasio CR} = \left \frac{\sum \text{pelanggan awal tahun}}{\sum \text{pelanggan awal tahun}} \right \times 100\%$ $\text{Indeks CR} = \frac{\text{Rasio CR}_t}{\text{Rasio CR}_1} \times 100\%$
Akuisi pelanggan baru (Customer acquisition)	Pertumbuhan pelanggan perusahaan
Kepuasan pelanggan (Customer satisfaction)	Nilai <i>ServQual</i>
Kemampuan pelanggan (Customer profitability)	Profitabilitas pelanggan masing-masing segmen pasar

Alat pengukuran yang digunakan dalam mengukur kepuasan pelanggan pada perspektif pelanggan yaitu berdasarkan nilai *ServQual*, menggunakan kuesioner. Sebagai responden adalah para pelanggan aktif perusahaan. Pertanyaan-pertanyaan dalam kuesioner mewakili 5 dimensi kualitas layanan, yaitu :

- Reliability* (Reliabilitas)
- Responsiveness* (Daya Tanggap)
- Assurance* (Jaminan)
- Empathy* (Empati)
- Tangibles* (Bukti Fisik)

Jumlah penyebaran kuesioner yang diperlukan dihitung berdasarkan ukuran sampel minimum agar memiliki tingkat kepercayaan dan besar kesalahan *e* (*error*) yang dapat diterima. Kuesioner yang digunakan perlu diuji terlebih dahulu untuk mengetahui apakah kuesioner yang digunakan tersebut *valid* dan *reliable*.

4.3 Pengukuran Perspektif Proses Bisnis Internal

Dalam perspektif proses bisnis internal *Balanced Scorecard*, dilakukan identifikasi proses-proses yang paling kritis untuk mencapai tujuan peningkatan nilai bagi pelanggan (perspektif pelanggan) dan tujuan peningkatan nilai bagi pemegang saham (perspektif finansial). Model rantai nilai proses bisnis internal dalam *Balanced Scorecard* ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 5

Model Rantai Nilai Perspektif Proses Bisnis Internal dalam *Balanced Scorecard*

Pengukuran kinerja berdasarkan perspektif proses bisnis internal dilakukan berdasarkan tiga komponen utama pada model rantai nilai proses bisnis internal yaitu proses inovasi, proses operasional, dan proses pelayanan (Dermawan Wibisono, Manajemen Kinerja).

Tabel 3 Ukuran Perspektif Proses Bisnis Internal dari *Balanced Scorecard*

Komponen	Pengukuran
Proses Inovasi	- Sistem dan prosedur evaluasi waktu siklus produk - Jumlah produk cacat yang dikembalikan pelanggan
Proses Operasional	a. Waktu - Persentase keterlambatan pengiriman produk b. Kualitas - Persentase pengiriman produk tanpa kerusakan - Jumlah komplain dari pelanggan
Komponen	Pengukuran
	- Nilai <i>ServQual</i> c. Biaya - <i>Lost sale</i>
Proses Pelayanan	Jumlah fitur pelayanan prima jual

4.4 Alat Pengukuran Perspektif Pembelajaran dan Pertumbuhan

Perspektif keempat dalam *Balanced Scorecard* adalah mengembangkan tujuan dan ukuran-ukuran yang mengendalikan pembelajaran dan pertumbuhan organisasi. Tujuan-tujuan dalam perspektif pembelajaran dan pertumbuhan merupakan pengondali untuk mencapai keunggulan *outcome* ketiga perspektif finansial, pelanggan, dan proses bisnis internal. Tiga kategori dalam perspektif pembelajaran dan pertumbuhan yaitu:

1. Kapabilitas karyawan, meliputi retensi karyawan, produktivitas karyawan, dan kepuasan kerja.
2. Kapabilitas sistem informasi.
3. Motivasi, pemberdayaan dan keselarasan.

Tabel 4 Ukuran Perspektif Pembelajaran dan Pertumbuhan dari *Balanced Scorecard*

Variabel Kinerja	Pengukuran
Kapabilitas Pekerja	a. Retensi Karyawan - Jumlah pekerja - Persentase kehadiran b. Produktivitas Karyawan - Produktivitas parsial tenaga kerja c. Kepuasan Kerja - Nilai <i>ServQual</i>
Kapabilitas Sistem Informasi	Ketersediaan sistem informasi
Motivasi, Pemberdayaan, dan Keselarasan	Program perusahaan dalam rangka meningkatkan motivasi, pemberdayaan, dan keselarasan

Pengukuran kepuasan kerja pada kategori kapabilitas pekerja yaitu dengan menghitung nilai *ServQual* melalui penyebaran kuesioner. Sebagai responden adalah karyawan perusahaan. Kuesioner ini berisi pertanyaan-pertanyaan yang mencakup faktor-faktor yang mempengaruhi kepuasan kerja (Wexley & Yulk, 1997), yaitu:

- a. *Compensation*
- b. *Supervision*
- c. *Work itself*
- d. *Co-worker*
- e. *Job security*
- f. *Avancement opportunity*

Mengenai jumlah penyebaran kuesioner, pengujian kuesioner (*valid dan reliable*), analisis faktor serta penentuan nilai *ServQual* dilakukan sama dengan pengukuran kepuasan pelanggan pada perspektif pelanggan *Balanced Scorecard*.

5. Hasil Pembahasan
Visi, Misi, Tujuan, dan Strategi Perusahaan

a. Visi Perusahaan

Visi CV. Taufik Jaya Teknik adalah "Menjadi sebuah perusahaan manufaktur komponen presisi yang kuat dan profesional dalam melayani industri di Indonesia".

b. Misi Perusahaan

Adapun misi CV. Taufik Jaya Teknik adalah sebagai berikut :

1. Melakukan bisnis manufaktur komponen presisi yang berorientasi pada kepuasan pelanggan, karyawan, dan pemegang saham.
2. Meningkatkan mutu produk dan proses produksi.
3. Menjalankan kegiatan pemasaran perusahaan.
4. Meningkatkan efisiensi kinerja sumber daya manusia.

c. Tujuan Perusahaan

CV. Taufik Jaya Teknik merupakan industri manufaktur logam yang memiliki tujuan-tujuan dalam menjalankan kegiatan usahanya, yaitu sebagai berikut :

1. Menghasilkan produk berkualitas dengan waktu pengiriman yang tepat kepada pelanggan.
2. Menghasilkan produk dengan meminimasi kesalahan proses, melakukan penghematan, dan menghindari pengerjaan ulang.
3. Meningkatkan penjualan produk untuk peningkatan nilai keuntungan.
4. Memberikan kontribusi untuk kemakmuran bangsa Indonesia sebagai industri yang kuat dan profesional melalui transfer teknologi dan kreativitas.

d. Strategi Perusahaan

Dalam rangka upaya pencapaian visi dan misi perusahaan, CV. Taufik Jaya Teknik menerapkan strategi usaha sebagai berikut :

- Peningkatan kualitas SDM dengan mempertajam struktur manajemen dan fungsi-fungsinya.
- Peningkatan kapasitas SDM di bagian produksi.
- Perencanaan sistem pemasaran yang komprehensif.
- Peningkatan sistem produksi dan sistem monitoringnya. Hasil Pengukuran Perfektif Finansial

e. Sasaran Strategis

Sasaran strategis berdasarkan pengukuran empat perspektif *balanced scorecard*, serta indikator masing-masing. Tolok ukur kinerja (*performance measure*) dikelompokkan ke dalam *Lag Indicator* (indikator akibat) dan sebagai *core outcomes*, dan *lead indicator* (indikator sebab) sebagai suatu *performance drivers*. Untuk selengkapnya dapat dilihat dalam tabel 5.1.

Tabel 5 Indikator Balanced Scorecard

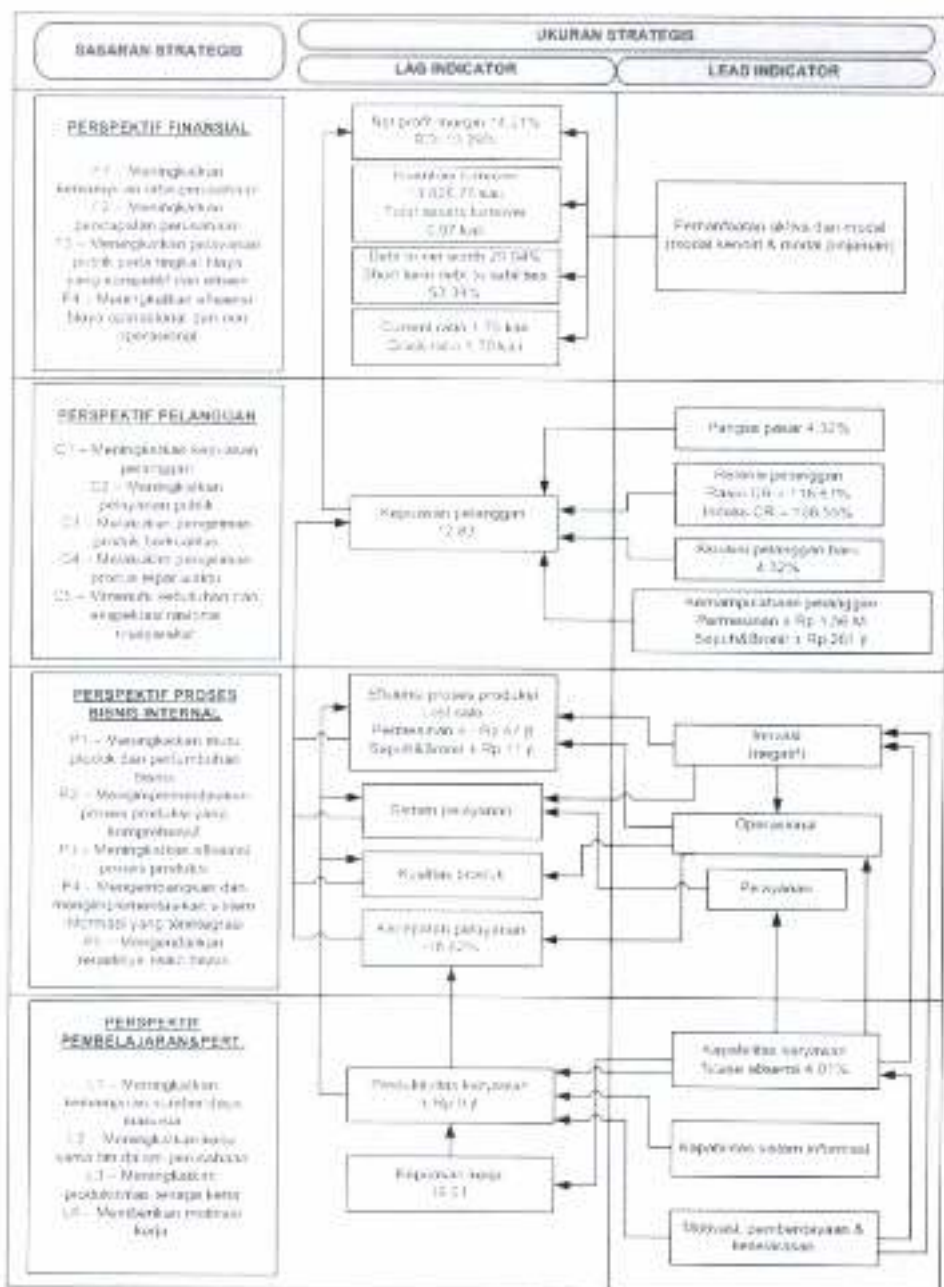
Sasaran Strategis	Ukuran Strategis	
	Core Outcome Lag Indikator Akibat	Performance Driver/ Lead Indicator Sebab
Perspektif Finansial		
F1- Meningkatkan kemampuan profit laba perusahaan	$\frac{\text{Current Ratio} \cdot \text{Quick Ratio} \cdot \text{Debt to Equity Ratio} \cdot \text{Earnings Before Tax} \cdot \text{Tax Rate} \cdot \text{Average Turnover} \cdot \text{Margin Ratio} \cdot \text{Dividend Payoutment}}$	Peningkatan kualitas modal (modal sendiri dan modal pinjaman)
F2- Meningkatkan pendapatan perusahaan		
F3- Meningkatkan pelayanan publik secara tepat biaya yang kompetitif dan efisien		
F4- Meningkatkan efisiensi biaya operasional dan biaya personal		
Perspektif Pelanggan		
C1- Meningkatkan kepuasan pelanggan	Kepuasan pelanggan	Fungsi pasar/kelembagaan pelanggan, Aksesibilitas pelanggan, dan Kepuasan pelanggan, Komitmen pelayanan pelanggan
C2- Meningkatkan pelayanan publik		
C3- Meningkatkan pemahaman produk berkualitas		
C4- Meningkatkan pemahaman produk tepat waktu		
C5- Memenuhi kebutuhan dan ekspektasi rasional masyarakat		
Perspektif Proses Bisnis Internal		
P1- Meningkatkan mutu produk dan pertumbuhan bisnis	Efisiensi proses produksi, Sistem pelayanan, Kualitas produk, Kecepatan pelayanan	Inovasi Operasional, Pelayanan
P2- Mengimplementasikan proses produksi yang komprehensif		
P3- Meningkatkan efisiensi proses produksi		
P4- Mengembangkan dan mengimplementasikan sistem informasi yang terintegrasi		
P5- Mengendalikan terjadinya risiko bisnis		
Perspektif Pembelajaran & Pertumbuhan		
L1- Meningkatkan kemampuan sumber daya manusia	Produktivitas karyawan, Kapasitas kerja	Kapasitas karyawan, Keandalan sistem informasi, Motivasi pembelajaran & keterampilan
L2- Meningkatkan kerja sama tim dalam perusahaan		
L3- Meningkatkan produktivitas tenaga kerja		
L4- Memberikan motivasi kerja		

f. Hubungan Sebab Akibat Balanced Scorecard

Hubungan sebab akibat dari berbagai sasaran strategis dan tolok ukur yang telah dipilih dapat memudahkan perusahaan untuk mengimplementasikan berbagai sasaran strategis yang telah dirumuskan serta memilih prioritas program peningkatan kinerja untuk periode yang akan datang.

g. Implementasi *Balanced Scorecard*

Balanced Scorecard diimplementasikan di perusahaan melalui program-program kegiatan dengan mempertimbangkan RHUMBA (*Realistic, Humanistic, Understandable, Measurable, Behavioral, and Acheivable*). Implementasi program kemudian dapat dilakukan dengan menggunakan matriks keterkaitan hubungan program dengan setiap tujuan strategis, hal ini dapat dilihat dalam tabel 5.2 berikut.



Gambar 6 - Hubungan Sebab Akibat Akibat *Balanced Scorecard*

Tabel 6 Implementasi Balanced Scorecard

Pernyataan dalam Balanced Scorecard Tujuan Strategis	Kode Program								
	QCR	SOP	CRM	ET	PYS	GMP	ER	ITP	LB
P1 - Meningkatkan keuntungan laba perusahaan									
P2 - Meningkatkan pendapatan perusahaan									
P3 - Meningkatkan pelayanan publik pada tingkat biaya yang kompetitif dan efisien									
P4 - Meningkatkan efisiensi biaya operasional dan non operasional									
C1 - Meningkatkan kepuasan pelanggan									
C2 - Meningkatkan pelayanan publik									
C3 - Meningkatkan pengimporan produk berkualitas									
C4 - Meningkatkan pengimporan produk tepat waktu									
C5 - Memenuhi kebutuhan dan ekspektasi internal masyarakat									
P1 - Meningkatkan peran produk dan pertumbuhan bisnis									
P2 - Meningkatkan kualitas proses produksi yang kompetitif									
P3 - Meningkatkan efisiensi proses produksi									
P4 - Mengembangkan dan mengimplementasikan sistem informasi yang terintegrasi									
P5 - Mengembangkan teknologi manufaktur baru									
L1 - Meningkatkan kemampuan sumber daya manusia									
L2 - Meningkatkan daya saing tnc dalam perusahaan									
L3 - Meningkatkan produktivitas tenaga kerja									
L4 - Meningkatkan motivasi kerja									

Keterangan Kode :**Kode Pernyataan**

F = Financial (Finansial), C = Customer (Pelanggan), P = Process (Proses Internal), I = Learning and Growth (Pembelajaran dan Peningkatan)

Kode Program

QCR = Quality Control Review

SOP = Standard Operation Procedure

CRM = Customer Relation Management

ET = Employee Training

PYS = Producton Yield System

GMP = Global Market Program

ER = Employee Rewards

ITP = Information Technology Program

LB = Leadership Building

g. Prioritas Program Peningkatan Kinerja

Dari tabel di atas kemudian dapat disusun implementasi peningkatan kinerja berdasarkan urutan atau prioritas. Hal ini dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 7 Urutan Prioritas Program Peningkatan Kinerja

Urutan Prioritas	Nama Program	Berdampak Positif Bagi Tujuan Strategis
1	<u>Quality Control Review (QCR)</u>	C3 - Melakukan pengimanan produk yang berkualitas P1 - Meningkatkan mutu produk dan pertumbuhan bisnis P3 - Meningkatkan efisiensi proses produksi P5 - Mengendalikan biaya yang terkait bisnis
1	<u>Standard Operation Procedure (SOP)</u>	C3 - Melakukan pengimanan produk yang berkualitas C4 - Melakukan pengimanan produk tepat waktu P3 - Meningkatkan efisiensi proses produksi L2 - Meningkatkan kapabilitas tim dalam penyelesaian
1	<u>Customer Relations Management (CRM)</u>	C1 - Meningkatkan kepuasan pelanggan C2 - Meningkatkan pelayanan produk C4 - Melakukan pengimanan produk tepat waktu C5 - Memenuhi kebutuhan dan ekspektasi pelanggan masyarakat
1	<u>Production Yield System (PYS)</u>	C1 - Melakukan pengimanan produk yang berkualitas P1 - Meningkatkan mutu produk dan pertumbuhan bisnis P2 - Mengimplementasikan proses produksi yang komprehensif P3 - Meningkatkan efisiensi proses produksi
2	<u>Employee Training (ET)</u>	L1 - Meningkatkan kemampuan kemandirian manusia L3 - Meningkatkan produktivitas tenaga kerja L4 - Membankan motivasi kerja
2	<u>Global Market Program (GMP)</u>	C2 - Meningkatkan pelayanan publik C5 - Memenuhi kebutuhan dan ekspektasi pelanggan masyarakat P1 - Meningkatkan mutu produk dan pertumbuhan bisnis
2	<u>Information Technology Program (ITP)</u>	C2 - Meningkatkan pelayanan publik C5 - Memenuhi kebutuhan dan ekspektasi pelanggan masyarakat P4 - Mengembangkan dan mengimplementasikan sistem informasi yang terintegrasi
3	<u>Employee Rewards (ER)</u>	L3 - Meningkatkan produktivitas tenaga kerja L4 - Membankan motivasi kerja
4	<u>Leadership Building (LB)</u>	L2 - Meningkatkan kapabilitas tim dalam penyelesaian

Catatan:

Urutan prioritas ditetapkan berdasarkan besarnya tujuan strategis yang mampu dicapai oleh suatu program.

6. Kesimpulan dan Saran

1. Visi dan misi perusahaan telah mencakup empat perspektif *Balanced Scorecard*.
2. Hasil pengukuran perspektif finansial (pengamatan tahun 2003 – 2007) meliputi :
 - a. Rasio likuiditas
 - *Current ratio*, meningkat rata-rata sebesar 0.08 kali.
 - *Quick ratio*, meningkat rata-rata sebesar 0.095 kali.
 - b. Rasio *leverage*
 - *Debt to net worth*, menurun rata-rata sebesar 1.395%.
 - *Short term debt to liabilities*, meningkat rata-rata sebesar 1.55%.
 - c. Rasio aktivitas

- c. Rasio aktivitas
 - *Inventory turnover*, meningkat rata-rata sebesar 2821.24 kali.
 - *Total assets turnover*, meningkat rata-rata sebesar 0.06 kali.
 - b. Rasio profitabilitas
 - *Net profit margin*, menurun rata-rata sebesar 3.12%.
 - *Return On Investment*, menurun rata-rata sebesar 2.17%.
2. Hasil pengukuran perspektif pelanggan meliputi :
- a. Pangsa pasar, mengalami penurunan 39.93% dari tahun 2004 – 2007 ditunjukkan dari nilai pertumbuhan pelanggan.
 - b. Retensi pelanggan, mengalami penurunan 28.33% dari tahun 2005 ke tahun 2006, dan meningkat 86.92% di tahun 2007. Secara keseluruhan menunjukkan bahwa kemampuan perusahaan dalam mempertahankan pelanggan belum memuaskan.
 - c. Akuisisi pelanggan baru, mengalami penurunan 39.93% dari tahun 2004 – 2007. Hal ini mengindikasikan kemampuan perusahaan dalam menarik pelanggan baru juga belum memuaskan.
 - d. Kepuasan pelanggan, nilai rata-rata *Total ServQual* pada tahun 2008 bernilai negatif yaitu -12.83. Ini berarti penilaian pelanggan terhadap kualitas layanan perusahaan belum memuaskan.
3. Hasil pengukuran perspektif proses bisnis internal meliputi :
- a. Inovasi, merupakan indikator yang belum dapat diukur di CV. Taufik Jaya Teknik.
 - b. Operasional
 - Waktu, ditunjukkan dari persentase keterlambatan pengiriman produk pada tahun 2007 sekitar 18.62%.
 - Kualitas, ditunjukkan dari nilai rata-rata *Total ServQual* pada tahun 2008 bernilai negatif, yaitu - 12.83. Ini berarti kualitas pelayanan perusahaan belum memuaskan.
 - Biaya, ditunjukkan dari nilai *lost sale* untuk kedua bisang usaha (permesinan dan sepuh & bronir) bernilai negatif. Artinya realisasi penjualan pada tahun 2005 – 2007 dapat memenuhi target penjualan yang ditetapkan perusahaan.
 - c. Pelayanan, ditunjukkan dengan pelayanan purna jual yang diberikan perusahaan. Ini menunjukkan perusahaan sudah berupaya untuk meningkatkan pelayanan.
4. Hasil pengukuran perspektif pembelajaran dan pertumbuhan meliputi :
- a. Kapabilitas karyawan
 - Retensi karyawan, selama pengamatan tahun 2005 – 2007 belum memuaskan. Kondisi ini ditunjukkan dengan lingginya *turnover* karyawan dan persentase absensi karyawan (4.01%).
 - Produktivitas karyawan, ditunjukkan dari nilai produktivitas parsial tenaga kerja mengalami penurunan selama pengamatan tahun 2005 – 2007. Ini berarti produktivitas karyawan menurun pula.
 - Kepuasan kerja, ditunjukkan dengan nilai rata-rata *Total ServQual* negatif, yaitu -19.01. Ini berarti penilaian karyawan terhadap perusahaan belum memuaskan.
 - b. Kapabilitas sistem informasi, ditunjukkan dengan ketersediaan teknologi informasi berupa surat elektronik dan *Local Area Network*.
 - c. Motivasi, pemberdayaan, dan keselarasan, ditunjukkan dengan program-program perusahaan dalam memberikan motivasi, pemberdayaan, dan keselarasan terhadap karyawan.

Secara keseluruhan, performansi perusahaan dari sisi pembelajaran dan pertumbuhan belum memuaskan.

Saran

Adapun saran yang diusulkan penulis adalah sebagai berikut :

1. Pengukuran performansi perusahaan dengan *Balanced Scorecard* diharapkan tidak hanya pengukuran saja, namun hingga implementasi *Balanced Scorecard* di perusahaan. Persiapan perlu dilakukan secara matang agar dapat diimplementasikan oleh seluruh personil di perusahaan sebagai wujud pengembangan kinerja.
2. Mengingat pentingnya manfaat pengukuran *Balanced Scorecard* bagi perusahaan, maka diharapkan dilakukan penelitian lanjutan dengan melibatkan rasio industri pada pengukuran perspektif finansial sehingga analisis yang dilakukan lebih riil dengan kondisi yang sedang terjadi. Selain itu pengukuran dilanjutkan dengan tahap implementasi berupa strategi-strategi yang dicobakan di perusahaan.

Daftar Pustaka

- Febriana, Deni. 2005. *Perancangan Spindle Housing Untuk Kepala Lepas Dengan Mesin Bubut Wasino Type LEO 80A/ Jepang*. STT Mandala Bandung.
- Fraser, Lyn M. dkk. 2004. *Memahami Laporan Keuangan*. Jakarta : PT. Indeks.
- Gaspersz, Vincent. 2006. *Balanced Scorecard Dengan Six Sigma*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Husnan, Su'ad. 1982. *Dasar-Dasar Manajemen Keuangan*. Yogyakarta: Liberty.
- Mulyadi. 1999. *Akuntansi Biaya*. Yogyakarta : Aditya Media.
- Shahab, Abdullah. 1989. *Intermediate Accounting*. Bandung : SAS.
- Tjiptono, Fandi. dkk. 2005. *Service Quality and Satisfaction*. Yogyakarta : Andi.
- Wibisono, Dermawan. 2006. *Manajemen Kinerja Konsep, Desain, dan Teknik Meningkatkan Daya Saing Perusahaan*. Jakarta: Erlangga.
- Yuwono, Sony dkk. 2006. *Petunjuk Praktis Penyusunan Balanced Scorecard Menuju Organisasi Yang Berfokus Pada Strategi*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.

Disain dan Implementasi Hmi Sistem Proteksi Kebakaran
di PT. Indonesia Power PLTP Gunung Salak

Yuda Bakti Zainal

Jurusan Teknik Elektro Universitas Jenderal Achmad Yani (UNJANI)
Jalan Terusan Jend. Sudirman PO.BOX 148 Cimahi 40531
Tel./Fax : 62-22-6642063
E-mail : yudazainal@gmail.com

Abstrak

Pada makalah ini, akan diperlihatkan hasil perancangan dan implementasi HMI pada Sistem Proteksi Kebakaran di PT. Indonesia Power PLTP Gn. Salak untuk melindungi Transformator dari panas berlebih, agar terhindar dari musibah kebakaran. Panas yang berlebih akan disensor *thermocouple* dengan temperatur min 70° C data akan dikirimkan ke *temperature control* untuk diproses PLC. Data yang diterima PLC selanjutnya diproses dengan menyalakan alarm untuk memanggil operator. Setelah operator datang ke panel utama, operator akan melihat indicator HMI yang mengindikasikan trafo/ zona mana yang mengalami panas berlebih. Jika dalam 3 menit operator belum juga datang ke panel utama, maka secara otomatis PLC akan mengirimkan sinyal untuk membuka *solenoid valve* sistem hidran, alarm akan tetap berbunyi sampai operator datang.

Kata kunci: PLC, Thermocouple, Smoke Detector, Temperature Control.

Abstract

Atthis paper, the results will beshowmon the design and implementation of HMI Fire Protection System at PT. Indonesia Power PLTP Gn. Salak to protect the transformer from over heating, to a void fires. Excessive heat will be censored thermo couple with min70°C temperature data will besent to the PLC temperature control for processing. PLC received data is further processed to turn on the alarm to call the operator. After coming to the main panel operator, the operator will see the indicator indicating HMI transformer/ zone swich over heats. If with in 3 minutes the operator had not yef come to the main panel, the PLC will automatically send a signal to open the solienoid valve hydrant system, the alarm will continue to sound until the operator came.

Keywords: PLC, Thermocouple, Smoke Detector, Temperature Control.

I. Pendahuluan

Dalam rangka memenuhi standar pengamanan lingkungan dan untuk melindungi aset perusahaan yang tak ternilai harganya dari bahaya kebakaran salah satunya yaitu dengan membuat HMI Sistem Proteksi Kebakaran dan Indikator Alarm. Meliputi: Ruang PTSA, Ruang Battery, Ruang 6.3 KV, *Main Oil Tank indoor*, dan bagian *outdoor*, termasuk: Trafo BAT, Trafo BBT dan Trafo BFT.

1.1. Tinjauan Umum

HMI sistem proteksi kebakaran dan indikator alarm adalah sistem pengaman awal jika terjadi suatu indikasi kebakaran, sistem yang dipasangkan bekerja secara otomatis/manual untuk mengindikasikan terjadi panas yang berlebih atau ada asap sekaligus melakukan pemadaman pada zona Trafo dan *Main Oil Tank*, untuk zona Ruang battery, PTSA dan 6,3 KV operator dapat menentukan apakah akan dilakukan pemadaman atau tidak dengan melihat indikator pada kontrol panel dan lokasi kejadian, apabila tidak terlihat indikasi kebakaran atau panas berlebih di lapangan maka operator dapat me-reset atau meng-cancelnya. [3][6]

1.2. Sistem Proteksi Kebakaran dan Indikator Alarm

Sistem ini terdiri dari 1 (satu) kontrol panel utama yang berfungsi untuk mendeteksi adanya api dan dilengkapi dengan timer serta kontrol untuk pemadaman baik secara manual maupun otomatis. Panel utama dipasang di ruang PTSA. Kontrol panel utama ini menggunakan PLC yang terhubung dengan Touchscreen yang berfungsi sebagai indikator jika terjadinya kebakaran. Selain itu panel utama ini dapat dioperasikan oleh operator untuk pemadaman atau mengcancelnya jika terjadi sinyal palsu. Kontrol panel utama ini juga mengindikasikan beroperasinya heat dan *smoke detector*

1.3. Standard pemadaman kebakaran atau pendeteksi panas berlebih sistem sembur air

Sistem pemadaman dirancang beroperasi secara manual atau otomatis untuk memadamkan api pada daerah tertentu sekaligus membunyikan alarmnya. Apabila diketahui adanya kebakaran maka secara otomatis sistem akan beroperasi membuka pintu air pemadam dengan membuka valve solenoid. Maka dengan segera air akan dialirkan ke titik api atau panas untuk proses pemadaman di 4 zona, yaitu: zona trafo BAT, trafo BBT, trafo BFT dan *Main Oil Tank*.

Sedangkan 3 zona lainnya, seperti ruang PTSA, ruang battery dan ruang 6.3 KV, bunyi alarm mengindikasikan operator untuk segera mengevakuasi personel dan memastikan tidak ada personil pada zona yang terindikasi. Agar proses pemadaman dapat dilakukan dengan menggunakan tabung Gas Co2.

1.4. General Technical Requirement

Sistem proteksi kebakaran yang diimplementasikan, secara umum harus memenuhi kebutuhan-kebutuhan sebagai berikut:

1. Panel Utama

Informasi yang akurat untuk kebakaran mutlak harus dimiliki panel utama dalam menjaga zona/wilayah yang tersebar diseluruh Pembangkit.

Setiap terindikasi adanya kebakaran (Alarm aktif) maka untuk zona I

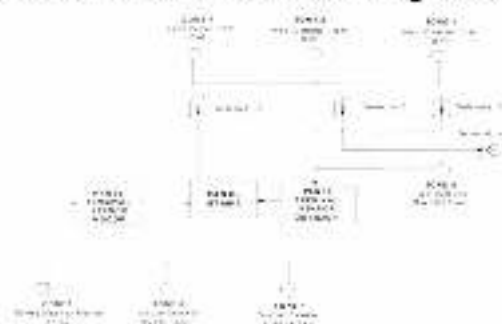
Trafo BAT, Trafo BBT, Trafo BFT dan *Main Oil Tank* secara otomatis akan menyemburkan air pemadam kebakaran, dengan menggerakkan solenoid valve sesuai zona yang terindikasi, sekaligus membunyikan alarm dan lampu indikator *warning light/ Flashstrobo*.

Sedangkan di zona PTSA, Ruang Battery dan Ruang 6.3 KV hanya indikasi Lampu *Warning Light* dan Alarm saja yang diberlakukan.

2. Lokal Panel
Memberikan informasi zona di lokasi tersebut ke panel utama bila ada indikasi kebakaran.
3. Handal dan sederhana
Sistem yang diimplementasikan handal dan mudah dalam memeliharanya kontinuitasnya.
4. Expandable
Sistem yang akan diimplementasikan dapat dikembangkan lebih jauh (dimonitor oleh komputer HMI). [2][4]

2. Detail Technical Specification

2.1. Blok diagram Sistem Proteksi Kebakaran dengan indikator Alarm



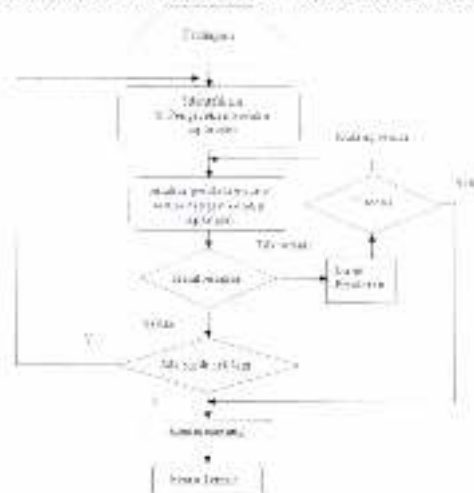
Gambar 1.1. Blok diagram sistem proteksi kebakaran

Terdiri dari 1 panel utama dan 2 sub (local) panel.

Panel utama terdiri dari display Touchscreen, selector switch dan beberapa tombol seperti: switch On Off, switch Auto Manual, tombol Reset Horn, tombol Reset Solenoid, dan tombol Emergency.

Display LCD touch screen menginformasikan lokasi zona bila terjadi alarm atau fail pada zona tersebut.

Panel utama akan mengaktifkan valve dan mengindikasikan adanya kebakaran. Mimik merupakan layout lokasi zona, dan akan menyala apabila terjadi alarm kebakaran.



Gambar 1.2.

Prosedur kerja pembuatan dan penelitian sistem proteksi kebakaran

3. Rencana dan Implementasi Alat

3.1. Umum

Untuk mengimplementasikan HMI sistem proteksi kebakaran dan indikator alarm, secara keseluruhan meliputi beberapa tahapan, yaitu:

1. *Research Planning.*
2. *System Requirement Analysis.*
3. *Hardware Procurement and Installation.*
4. *System Integration and Testing.*
5. *User Acceptance Test.*
6. *System Procedure and Training.*
7. *On going support.*

3.1.1. Reasearch Planning

Pada phase ini akan dilakukan suatu pertemuan antara Tim peneliti dan Tim dari UBP Gn. Salak, dimana kedua pihak akan memastikan bahwa penelitian akan dijalankan sesuai dengan tujuan dan harapan dari kedua belah pihak.

Di dalam phase ini aktivitas yang dilakukan adalah :

- Scope of work & research cost definition.
- Menunjuk researc h team masing-masing.
- Mengadakan pertemuan internal untuk mengkonfirmasi research schedule.
- Mengadakan kick-off meeting untuk mengkonfirmasi research schedule.

3.1.1. System Requirement Analysis

Tujuan dari phase ini adalah untuk mendapatkan daftar detail requirement untuk kebutuhan implementasi.

Aktivitas-aktivitas pada phase ini adalah :

- Melakukan survey terhadap existing system dan operation work flow.
- Mendefinisikan kebutuhan detail hardware (Kontroler, Sensor/detektor, dll).
- Mendefinisikan spesifikasi detail fungsi aplikasi.

3.1.2. Hardware Procurement dan Installation

Tujuan Phase ini adalah mempersiapkan peralatan yang dibutuhkan, dan melakukan instalasi.

Aktivitas yang dilakukan pada phase ini adalah :

- Persiapan peralatan yang dibutuhkan termasuk order peralatan.
- Instalasi zona card, detector, sirine dan communication card.
- Pengujian card, detector, dan sirine.

3.1.3. System Integration and Testing

Pada phase ini dilaksanakan integrasi sistem yang baru dipasang dengan pengaksesan dari local panel ke panel utama dan sebaliknya.

Aktivitas-aktivitas yang dilakukan adalah :

- Test sinyal sensor dari/ ke local ke/ dari panel utama.
- Cek respon time dan respon ke sistem lainnya.

3.1.4. User Acceptance Test

Ini merupakan phase yang sangat penting, dimana peneliti sistem proteksi kebakaran dan user dari UBP Gn. Salak harus melakukan user acceptance test dan mensimulasikan fungsi-fungsi yang ada:

Aktivitas-aktivitas yang dilakukan pada phase ini adalah :

- Membuat rencana simulasi.
- Membuat test script.
- Melakukan simulasi.
- Commissioning.

3.1.5. System procedure and Training

Pada phase ini diharapkan pihak UBP Gn. Salak memahami cara penggunaan peralatan yang terpasang.

Aktivitas-aktivitas yang dilakukan pada phase ini adalah :

- Melakukan training singkat terhadap personil instrument UBP Gn. Salak.

Dokumen yang dihasilkan pada phase ini adalah :

- *User Manual / Operation Manual.*

3.1.6. On Going Support

Pada phase ini, peneliti harus memastikan bahwa sistem yang terpasang harus berjalan dengan baik sesuai dengan *system requirement*.

Aktivitas-aktivitas yang dilakukan pada phase ini adalah :

- Memonitor dan melakukan *review* terhadap jalannya sistem yang dirancang.
- Memberikan *support maintenance system*. [1][2]

3.2. Material

Material yang diperlukan untuk pembuatan HMI sistem proteksi kebakaran dan indikator alarm ruang PTSA, untuk memonitor 7 zona, yaitu :

- *DIO Modul.*
- *Controller PLC.*
- *Heat Detector Outdoor.*
- *Heat Detector Indoor.*
- *Indicator Touchscreen.*
- *Smoke Detector.*
- *Sirine double motor.*
- *Lampu Flashtrobo.*
- *Solenoid Valve.*
- *Power Supply.*
- *Cable & Accessories*

3.3. Peralatan

Untuk mendukung penelitian HMI sistem proteksi kebakaran dan indikator alarm ruang PTSA, maka diperlukan beberapa peralatan bantu diantaranya : 1 set *Komputer / laptop.*

- *Printer.*
- *Bor listnk.*
- *Test Defector.*
- *Power Supply.*
- *Multi Meter Digital.*
- *Heat Blower.*
- *Radio Komunikasi HT.*
- *Solder.*
- *Tool Kit / general tools.*
- *Safety Belt.*
- *Helmet.*
- *Sarung Tangan.*

3.4. Ujicoba sensor yang sesuai kondisi lapangan

Setelah dilakukan ujicoba penggunaan sensor pada 7 zona, maka penggunaan *heat detector outdoor* pada trafo BAT, trafo BBT dan trafo BFT responsnya sangat memuaskan jika dibandingkan dengan menggunakan sensor thermostat yang berbasis mekanik. Untuk *heat detector indoor* pada *Main Oil Tank* juga hasilnya sangat memuaskan karena berbasis elektronik.

Smoke detector setelah diujicoba hanya memuaskan jika di ruang PTSA dan 6,3 KV, sedangkan jika digunakan di ruang Battery maka alarm selalu hidup. Setelah dianalisa uap air accu ternyata dapat mengaktifkan smoke detektor, sehingga setelah dikonsultasikan antara tim peneliti dengan pihak terkait maka diputuskan untuk menggunakan sensor *heat detector* elektronik.



Gambar 3.1

Ujicoba sistem proteksi kebakaran dan indikator alarm menggunakan HMI

3.5. Hasil Penelitian Sistem Proteksi Kebakaran dan Indikator Alarm

Setelah dilakukan pemeriksaan pada lokasi dan analisa sistem maka di dapatkan hasil penelitian, sebagai berikut:

- Telah dilakukan pembuatan system pemadam berbasis PLC dan Scada.
- Control Panel Utama sudah berfungsi normal.
- Indikator kendali panel utama sudah berfungsi normal.
- Fungsi timer pada pengoperasian solenoid valve berfungsi normal.
- Sistem pemadaman kebakaran dan indikator alarm di 4 zona berfungsi normal, 3 zona lainnya hanya mengindikasikan alarm system.



Gambar 3.2.

Pemasangan sensor heat detector pada plant



Gambar 3.3

Panel pengendali utama sistem proteksi kebakaran dan indikator alarm

4. Kesimpulan

Berdasarkan pengamatan di lapangan dan setelah dilakukannya pembuatan HMI sistem proteksi kebakaran dan indikator alarm di ruang PTSA, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Sistem pemadaman dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu cara otomatis dan manual. Pada cara otomatis pemadaman dilakukan dengan mengendalikan solenoid valve yang dapat membuka dan menutup pintu air pemadam, selama api masih ada dan hanya dapat dimatikan oleh operator. Pada cara manual solenoid valve dapat difungsikan dan dikendalikan timer sekitar 3 menit yang bertujuan untuk memastikan bahwa solenoid siap bekerja, jika sewaktu-waktu terjadi kebakaran atau panas berlebih pada trafo dan *Main Oil tank*.
- Sudah dilakukan uji coba di setiap zona untuk memastikan sistem yang dibuat (HMI sistem proteksi kebakaran) dapat berfungsi dengan baik.
- Sudah dilakukan latihan pengoperasian sistem sesuai Manual Prosedur pada pihak K3 PLTP Gn Salak.
- Secara keseluruhan sistem sudah berfungsi dengan baik.

Daftar Pustaka

- [1]. Bolton, William. *Programmable Logic Controller (PLC): Sebuah Pengantar (3rd ed)*, Jakarta, Erlangga, 2004.
- [2]. *CPM1/CPM1A/CPM2A/CPM2C/SRM1 (-V20) Programmable Controllers Programming Manual*, OMRON, 2008
- [3]. Yuda Bakti Zainal, Monitoring dan Kendali Prototipe Sistem Kelistrikan Rumah Menggunakan Human Machine Interface (HMI), dimuat pada Jurnal Teknik Vol XI, No. 1 2012 ISSN: 1412-8810.
- [4]. Yuda Bakti Zainal, Monitoring Lampu Lalu Lintas Berbasis PLC, dimuat pada Journal of Electrical Engineering and Automation Technology (EPSILON) Vol. 6 No. 3 Desember 2008 ISSN: 1693-4989.
- [5]. Yuda Bakti Zainal, Pengolahan Air Sungai Menjadi Air Bersih Berbasis PLC, dimuat pada Journal of Electrical Engineering and Automation Technology (EPSILON) Vol. 7 No. 1 April 2009 ISSN: 1693-4989.
- [6]. Yuda Bakti Zainal, Pengaturan Level Air Bendungan Menggunakan SCADA, dimuat pada Prosiding Seminar Nasional Teknik Sumber Daya Air, 9 Nopember 2010. Puslitbang Sumber Daya Air, ISBN: 978-979-98539-9-8.
- [7]. Yuda Bakti Zainal, Sistem Kendali Hoist Berbasis PLC (Programmable Logic Controller), dimuat pada Majalah Ilmiah Unjani Kartika Wijaya Kusumah Volume 16 No. 1 Edisi Mei 2008 ISSN: 0854-7572.

**Perencanaan Pengadaan Bahan Baku
Produk Bola Sepak untuk Meminimalkan
Biaya Persediaan Bahan Baku
(Studi Kasus pada PT. Sinjaraga Santika Sport – Kadipaten)**

**Dony Susandi, ST., MT, Agus Alamsyah, ST., MT, Yuliatwati Dewi Rahayu, ST.
Teknik Industri-Fakultas Teknik
Universitas Majalengka**

Abstrak

Masalah yang sering dihadapi oleh perusahaan industri adalah masalah produksi. Salah satu cara penekanan biaya produksi adalah dengan menekan persediaan bahan baku seminimal mungkin. Upaya meminimumkan biaya persediaan tersebut dengan cara menggunakan analisis EOQ.

Pengendalian persediaan memegang peranan penting dalam proses produksi karena besarnya biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk pengadaan dan penyimpanan barang, sehingga perusahaan dapat menekan persediaan tersebut seminimum mungkin. Bukan suatu hal yang jarang terjadi apabila suatu perusahaan terhambat produksinya akibat kekurangan persediaan bahan baku ataupun biaya yang berlebih akibat kurang baiknya pengaturan persediaan.

Dalam penelitian ini, untuk menekan persediaan seminimal mungkin dan mengurangi biaya berlebih akibat kurang baiknya pengendalian persediaan bahan baku adalah dengan menggunakan EOQ (*Economic Order Quantity*). EOQ adalah jumlah pesanan yang dapat meminimumkan total biaya persediaan, pembelian yang optimal. Untuk mencari berapa total bahan yang tetap untuk dibeli dalam setiap kali pembelian untuk menutup kebutuhan selama satu periode.

Sebagai alat bantu dalam penentuan kebijakan penerapan persediaan, maka dalam penelitian ini dibuatkan juga sebuah interface yaitu berupa alat bantu program yang dapat digunakan oleh operator pengendalian persediaan dengan menggunakan *Visual Basic 6.0*.

Kata Kunci : EOQ, *safety stock*, *lead time*

1. Pendahuluan

Setiap perusahaan baik itu perusahaan manufaktur maupun perusahaan perdagangan haruslah menjaga persediaan yang cukup agar kegiatan operasi perusahaannya dapat berjalan dengan lancar dan efisien. Yang perlu diperhatikan dalam hal ini adalah agar bahan baku yang dibutuhkan hendaknya cukup tersedia sehingga dapat menjamin kelancaran produksi. Akan tetapi hendaknya jumlah persediaan itu jangan terlalu besar sehingga modal yang tertanam dalam persediaan dan biaya-biaya yang ditimbulkannya dengan adanya persediaan juga tidak terlalu besar. Untuk itu penting bagi setiap jenis perusahaan mengadakan pengawasan atau pengendalian atas persediaan, karena kegiatan ini dapat membantu agar tercapainya suatu tingkat efisiensi penggunaan dalam persediaan. Tetapi perlu ditegaskan bahwa hal ini tidak akan

dapat melenyapkan sama sekali resiko yang timbul akibat adanya persediaan yang terlalu besar atau terlalu kecil, melainkan hanya mengurangi resiko tersebut. Jadi dalam hal ini pengawasan atau pengendalian persediaan dapat membantu mengurangi resiko sekecil mungkin.

Pengawasan persediaan merupakan masalah yang sangat penting, karena jumlah persediaan akan menentukan atau mempengaruhi kelancaran proses produksi serta keefektifan dan efisiensi perusahaan tersebut. Jumlah atau tingkat persediaan yang dibutuhkan oleh perusahaan berbeda-beda untuk setiap perusahaan, tergantung dari volume produksinya, jenis pabrik dan prosesnya.

PT. SINJARAGA SANTIKA SPORT KADIPATEN merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak dibidang industri pembuatan bola, dengan orientasi utamanya adalah pembuatan bola sepak. Dimana bahan baku utamanya adalah ban dalam, *synthetic leather*, kain, benang, lem (*latex*), dan ada beberapa bahan baku tambahan seperti benang, pentil, jaring, dan tinta. Perusahaan ini selalu berusaha untuk meningkatkan kualitasnya guna memenuhi kepuasan konsumen. Hal ini sangat beralasan mengingat banyaknya perusahaan-perusahaan yang bergerak dalam bidang yang sama, sehingga PT. SINJARAGA SANTIKA SPORT KADIPATEN dituntut untuk meningkatkan kualitas pelayanannya dengan harga yang bersaing. PT. SINJARAGA SANTIKA SPORT KADIPATEN terletak di Jalan Liangjulung No. 104 Kadipaten. Dalam aktivitasnya, pengaturan persediaan belum sepenuhnya berjalan dengan baik, aktivitas pemesanan akan dilakukan apabila persediaan diperkirakan akan habis. Hal tersebut menimbulkan dua akibat dalam masalah persediaan, pertama, kemungkinan tidak terpenuhinya pesanan pada saat persediaan minim, kedua, kondisi dimana persediaan yang berlebihan, sehingga dapat memboroskan modal, memerlukan tempat penyimpanan dan penanganan, dapat rusak atau kadaluarsa, menimbulkan pajak, membutuhkan asuransi dan bahkan bisa juga hilang. Persediaan bahan yang berlebih sering kali membutuhkan/memerlukan biaya yang lebih terhadap sistem kerja manajemen yang tidak efisien dan tidak cermat, termasuk peramalan yang buruk, penjadwalan yang tidak tepat dan perhatian yang kurang terhadap proses pemesanan dan setup. Pada beberapa kasus persediaan meningkatkan biaya tanpa meningkatkan *net income*. Oleh sebab itu dibutuhkan suatu optimasi persediaan yang baik yang dapat meminimasi ongkos persediaan.

2. Metodologi Penelitian

A. Teknik Pengolahan Data

Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

1. Analisis Pembelian Bahan Baku

- Menentukan kuantitas pembelian optimal

Dimana :

D = Permintaan barang

H = Biaya penyimpanan

S = Biaya setiap kali pesan

EOQ = Jumlah pembelian optimal yang ekonomis

- Menentukan Frekuensi Pemesanan

$$I = \frac{R}{EOQ}$$

Dimana :

- I = Frekuensi pemesanan
- R = Jumlah bahan baku yang dibutuhkan
- EOQ = Jumlah pembelian optimal yang ekonomis

2. Menentukan Persediaan Pengaman (*Safety Stock*)
 Besarnya *safety stock* dapat diketahui dengan :

$$\text{Safety stock} = z\sqrt{LT}(\sigma d)$$

Dimana :

- Z = Jumlah standar deviasi yang dihitung dari rata-rata penjualan
- σd = Standar Deviasi
- LT = *Lead Time*

Rumus Standar Deviasi

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n}}$$

Dimana :

- σ = Standar deviasi
- x = Jumlah pemakaian bahan baku
- \bar{x} = Rata-rata jumlah pemakaian bahan baku
- n = Jumlah (banyaknya data)

3. Menentukan Pemesanan Kembali (*Reorder Point*)

Secara matematik *Reorder Point* dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{ROP} = d \cdot \text{LT} + \text{Safety stock}$$

Dimana :

- ROP = Titik pemesanan ulang
- d = Tingkat permintaan
- LT = Masa tenggang (*Lead time*)
- SS = Persediaan pengaman

1. Menentukan Persediaan Maksimum (*Maximum Inventory*)

Besarnya *Maximum Inventory* dapat diketahui dengan :

$$\text{Maximum Inventory} = \text{Safety stock} + \text{EOQ}$$

2. Menentukan *Total Inventory Cost*.

Merupakan keseluruhan dari biaya persediaan yang dikeluarkan,

Rumusnya :

$$\text{TIC} = \sqrt{2DSH}$$

Dimana :

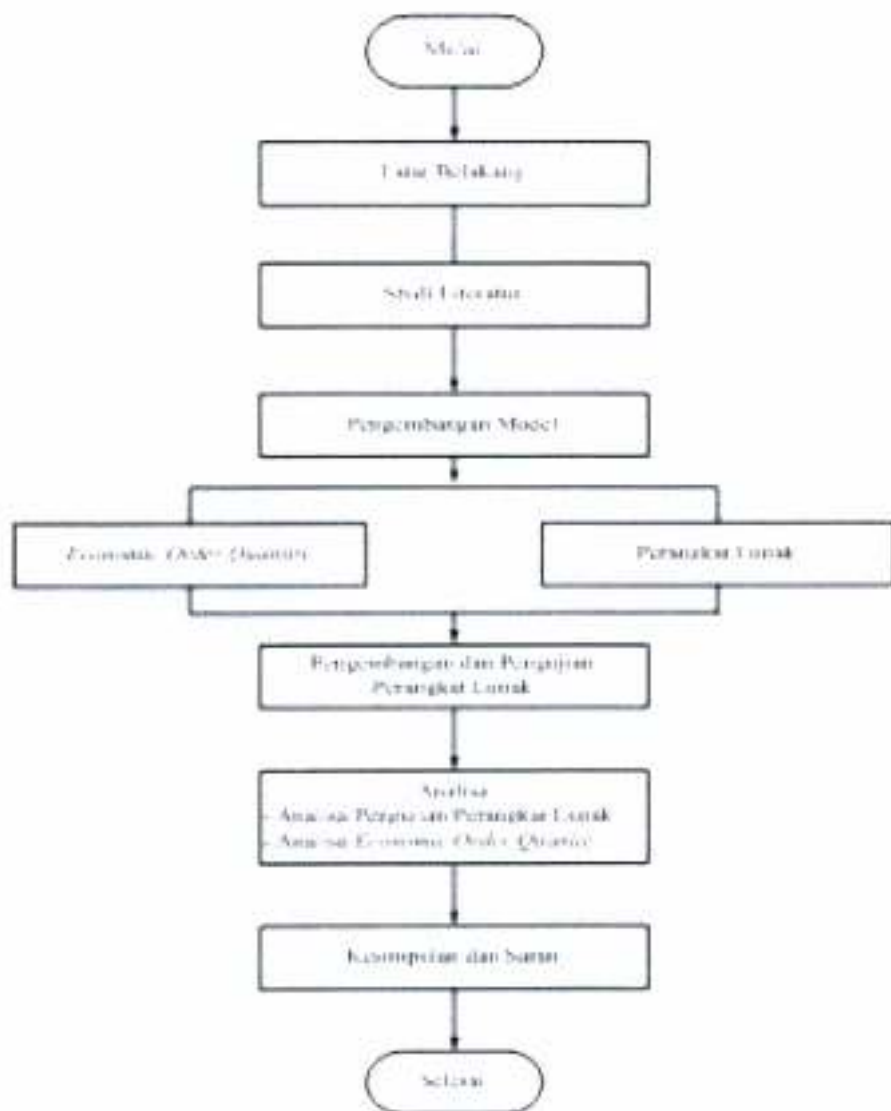
D = Jumlah kebutuhan barang (per unit per periode)

S = Biaya pemesanan setiap kali pesan

H = Biaya penyimpanan (per unit per periode)

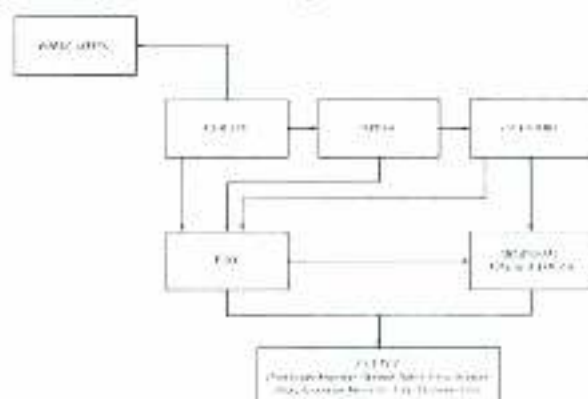
TIC = Total biaya persediaan per tahun

B. Flowchart Pemecahan Masalah

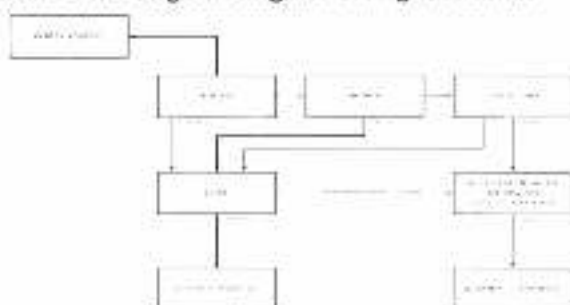


C. Pengembangan Perangkat Lunak

a. Pengembangan Model Perangkat Lunak



b. Struktur Data Pengembangan Perangkat Lunak



Keterangan :

- 1) *EXC* : Aplikasi yang dibuat dengan *developer Visual Basic 6.0*.
- 2) *REPORT* : Bentuk laporan hasil dari program aplikasinya.

5. Solusi

1. Pengumpulan Data Kebutuhan

Tabel 1
Data Kebutuhan Bahan Baku Kain Pada
PT. Sinjaraga Santika Sport Kadipaten Pada Tahun 2008

Bulan	Penggunaan (m)
Januari	100.381
Pebruari	120.941
Maret	98.408
April	130.408
Mai	112.600
Juni	140.211
Juli	136.480
Agustus	170.793
September	124.793
Oktober	115.173
November	130.194
Desember	150.211
Jumlah	1.530.673
Rata-rata	127.556.08

Tabel 2
Data Kebutuhan Bahan Baku Kain Pada
PT. Sinjaraga Santika Sport Kadipaten Pada Tahun 2009

Bulan	Penggunaan (m)
Januari	141.976
Pebruari	170.133
Maret	151.722
April	168.373
Mei	182.042
Juni	200.426
Juli	230.541
Agustus	195.954
September	212.389
Oktober	199.244
Nopember	250.410
Desember	261.286
Jumlah	2.364.496
Rata-rata	197.041,33

Tabel 3
Biaya Pemesanan Bahan Baku Kain Pada PT. Sinjaraga Santika Sport Kadipaten

No.	Jenis Biaya	Tahun	
		2008	2009
1.	Biaya Pemeriksaan	Rp 150.000	Rp 175.000
2.	Biaya Administrasi		
	a. Biaya pencatatan	Rp 175.000	Rp 200.000
	b. Biaya pembuatan faktur dan persiapan	Rp 125.000	Rp 150.000
	c. Biaya bongkar bahan dan penerimaan bahan		
	Biaya Pengiriman	Rp 650.000	Rp 750.000
3.		Rp 750.000	Rp 1.000.000
	Jumlah	Rp 1.850.000	Rp 2.275.000

Tabel 4
Prosentase biaya simpan, harga per meter, dan biaya penyimpanan

Tahun	% Biaya Simpan	Harga (Rp) Per Meter	Biaya Penyimpanan
2008	1,5 %	20.000	300
2009	1,5 %	30.000	450

3.. Pengolahan Data

3.1 Pemakaian Bahan Baku Kain

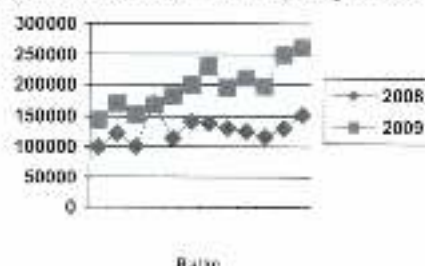
Tabel 5
Data Kebutuhan Bahan Baku Kain Pada
PT. Sinjaraga Santika Sport Kadipaten Pada Tahun 2008

Bulan	Penggunaan (m)
Januari	100.391
Pebruari	120.941
Maret	98.408
April	130.408
Mei	112.690
Juni	140.211
Juli	136.460
Agustus	170.793
September	124.793
Oktober	115.173
Nopember	130.194
Desember	150.211
Jumlah	1.530.673
Rata-rata	127.556.08

Tabel 6
Data Kebutuhan Bahan Baku Kain Pada
PT. Sinjaraga Santika Sport Kadipaten Pada Tahun 2009

Bulan	Penggunaan (m)
Januari	141.976
Pebruari	170.133
Maret	151.722
April	168.373
Mei	182.042
Juni	200.426
Juli	230.541
Agustus	195.954
September	212.389
Oktober	199.244
Nopember	250.410
Desember	261.286
Jumlah	2.364.496
Rata-rata	197.041.33

Grafik 4.1
Pemakaian Bahan Baku Kain Pada PT. Sinjaraga Santika Sport Kadipaten



3.2 Biaya Pemesanan

Tabel 7
Biaya Pemesanan Bahan Baku Kain Pada
PT. Sinjaraga Santika Sport Kadipaten

No.	Jenis Biaya	Tahun	
		2008	2009
1.	Biaya Pemeriksaan	Rp 150.000	Rp 175.000
2.	Biaya Administrasi	Rp 175.000	Rp 200.000
	a. Biaya pencatatan		
	b. Biaya pembuatan faktur dan persiapan	Rp 125.000	Rp 150.000
	c. Biaya bongkar bahan dan penerimaan bahan	Rp 650.000	Rp 750.000
3.	Biaya Pengiriman	Rp 750.000	Rp 1.000.000
Jumlah		Rp 1.850.000	Rp 2.275.000

3.3 Biaya Penyimpanan

Tabel 8
Prosentase biaya simpan, harga per meter, dan biaya penyimpanan

Tahun	% Biaya Simpan	Harga (Rp) Per Meter	Biaya Penyimpanan
2008	1,5 %	20.000	300
2009	1,5 %	30.000	450

Tabel 9
Rincian Biaya Penyimpanan PT. Sinjaraga Santika Sport Kadipaten

No.	Jenis Biaya	Tahun	
		2008	2009
1.	Asuransi	650.000	750.000
2.	Depresiasi	300.000	400.000
3.	Onkos karyawan	450.000	500.000
4.	Fasilitas gudang	600.000	750.000
Jumlah		2.000.000	2.400.000

3.4 Pengolahan Data *Economic Order Quantity* (EOQ)

$$EOQ = \sqrt{\frac{2SD}{H}}$$

- Penentuan Kuantitas Pembelian Optimal Tahun 2008
EOQ = 137.398,33 m
frekuensi pembelian bahan baku adalah 11 kali
Jumlah uang yang harus dibayarkan untuk setiap kali pembelian adalah:
 $137.398,33 \times \text{Rp } 20.000 = \text{Rp } 2.747.966.600$
- Penentuan Kuantitas Pembelian Optimal Tahun 2009
EOQ = 154.621,09 m
frekuensi pembelian bahan baku adalah 15 kali
Jumlah uang yang harus dibayarkan untuk setiap kali pembelian adalah:
 $154.621,09 \times \text{Rp } 30.000 = \text{Rp } 4.638.632.700$

3.5 Penentuan Persediaan Pengaman (*Safety Stock*)

Tahun 2008
Safety stock = 45.936,43 m

Tahun 2009
Safety stock = 82.069,33

3.6 Penentuan Pemesanan Kembali (*Reorder Point*)

- Tahun 2008
ROP = 301.048,59 m

- Tahun 2009
ROP = 476.151,99 m

3.7 Penentuan Persediaan Maksimum (*Maximum Inventory*)

- Tahun 2008
Maximum Inventory = 183.334,76 m

- Tahun 2009
Maximum Inventory = 236.690,42 m

3.8 Perhitungan Total Biaya Persediaan Bahan Baku (*Total Inventory Cost*)

a. TIC EOQ

- Tahun 2008
TIC = Rp 41.219.498,18,-

- Tahun 2009
TIC = Rp 69.579.490,94,-

b. TIC Perusahaan

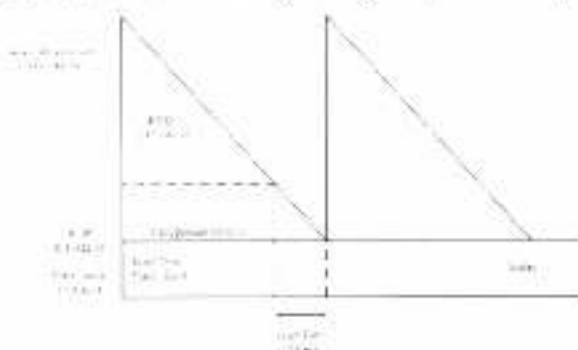
- Tahun 2008
TIC = Rp 60.466.824,-

- Tahun 2009
TIC = Rp 115.968.598,5,-

4. Pembahasan Hasil Penelitian

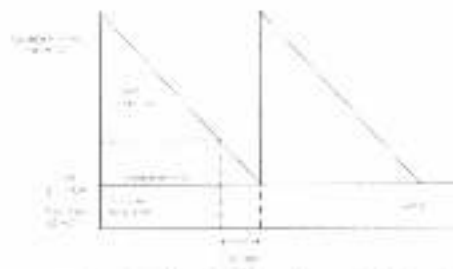
- Tahun 2008

Menunjukkan bahwa perusahaan melakukan pembelian bahan baku pada saat persediaan sebesar 301.048,59 m. Dengan demikian saat pemesanan bahan baku diterima dengan *lead time* 2 hari, persediaan yang tersisa masih 45.936,43 m, sedangkan untuk menghindari terjadinya kelebihan bahan baku, jumlah pembelian yang harus dilakukan sebesar 137.398,33 m, agar tidak melebihi *Maximum Inventory* sebesar 183.334,76 m. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik 4.3 sebagai berikut :



- Tahun 2009

Menunjukkan bahwa perusahaan melakukan pembelian bahan baku pada saat persediaan sebesar 476.151,99 m. Dengan demikian saat pemesanan bahan baku diterima dengan *lead time* 2 hari, persediaan yang tersisa masih 82.069,33 m, sedangkan untuk menghindari terjadinya kelebihan bahan baku, jumlah pembelian yang harus dilakukan sebesar 154.621,09 m, agar tidak melebihi *Maximum Inventory* sebesar 236.690,42 m. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik 4.4 sebagai berikut :



Sedangkan mengenai Total Biaya Persediaan Bahan Baku dapat dibandingkan menurut EOQ dan yang dijalankan perusahaan serta penghematan biaya yang dapat diperoleh selama periode tahun 2008 dan tahun 2009 adalah sebagai berikut :

- a. Tahun 2008

Total biaya menurut perusahaan sebesar Rp 60.486.824,- sedangkan menurut EOQ sebesar Rp 41.219.498,18,-. Jadi ada penghematan yang diperoleh sebesar Rp 19.247.325,82,- (Dapat dilihat pada grafik 4.2)

- b. Tahun 2009

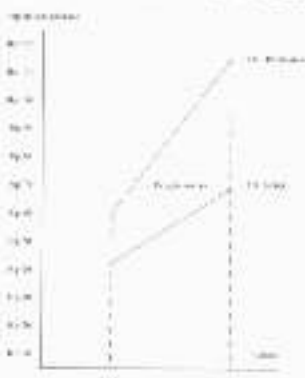
Total biaya menurut perusahaan sebesar Rp 115.968.598,5,- sedangkan menurut EOQ sebesar Rp 69.579.490,94,-. Jadi ada penghematan yang diperoleh sebesar Rp 46.389.107,56,- (Dapat dilihat pada grafik 4.2)

Untuk mengetahui perbandingan total biaya persediaan bahan baku menurut EOQ dengan total persediaan bahan baku yang dijalankan perusahaan dan penghematan yang dihasilkan selama periode tahun 2008 dan tahun 2009 dapat dilihat pada tabel 10 dibawah ini

Tabel 10.
Selisih Biaya Total Persediaan Menurut Perusahaan dan
Total Biaya Persediaan Menurut EOQ

Tahun	TIC Perusahaan	TIC EOQ	Selisih
2008	Rp 60.466.824	Rp 41.219.498,18	Rp 19.247.325,62
2009	Rp 115.968.598,5	Rp 69.579.490,94	Rp 46.389.107,56
Jumlah	Rp 176.435.422,5	Rp 110.798.989,1	Rp 65.636.433,38

Grafik 4.5
Perbandingan Antara TIC Perusahaan dan TIC EOQ Tahun 2008 dan Tahun 2009



Dari tabel 10 dan grafik 4.2 dapat diketahui bahwa total biaya persediaan bahan baku yang harus dikeluarkan perusahaan lebih besar bila dibandingkan dengan total biaya persediaan yang dihitung menurut metode EOQ.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan maka kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

1. Pada tahun 2008 untuk setiap kali pesan, banyaknya barang yang dipesan yaitu sebanyak 137.398,33 m. Perusahaan melakukan pemesanan kembali pada saat persediaan yang tersisa masih 32.481,97 m agar tidak melebihi persediaan maksimum. Sedangkan pada tahun 2009 untuk setiap kali pesan, banyaknya barang dipesan yaitu sebanyak 154.621,09 m. Perusahaan melakukan pemesanan kembali pada saat persediaan yang tersisa masih 58.031,79 m agar tidak melebihi persediaan maksimum. Dan Ongkos yang harus dikeluarkan oleh perusahaan dalam pengadaan persediaan setiap melakukan sekali pemesanan pada tahun 2008 dan tahun 2009 yaitu sebesar Rp 41.219.498,18,- dan Rp 69.579.490,94,-. Jadi total biaya persediaan bahan baku yang dihitung menurut EOQ lebih sedikit dibandingkan yang dikeluarkan oleh PT. Sinjaraga Santika Sport - Kadipaten, maka ada penghematan biaya persediaan bahan baku bila PT. Sinjaraga Santika Sport - Kadipaten menggunakan metode EOQ dalam persediaan bahan bakunya.
2. Pada tahun 2008 dan tahun 2009 interval pemesanan dilakukan selama 11 kali dan 15 kali dalam 1 tahun.

5.2 Saran

1. Dalam merencanakan pembelian, hendaknya perusahaan menggunakan waktu serta keputusan sebaik mungkin dengan tidak melewati persetujuan banyak pihak yang akhirnya akan mengakibatkan *lead time* terlalu panjang. Evaluasi terhadap rencana pembelian cukup dilakukan oleh pihak-pihak yang terkait secara langsung seperti Divisi Material, bagian keuangan dan lain-lain.
2. Karyawan-karyawan yang terlibat dengan pengendalian persediaan khususnya karyawan di bagian pergudangan seharusnya diberikan pengetahuan tentang pentingnya pengendalian persediaan. Mereka juga sebaiknya selalu menjaga kondisi bahan baku sebaik mungkin demi kelancaran proses produksi.
3. Pencatatan data-data mengenai pengendalian persediaan harus dilakukan dengan baik, karena hal tersebut dapat memudahkan dalam pengawasan persediaan.

Daftar Pustaka

- Ahyari, Agus. 1995. *Efisiensi Persediaan Bahan*. Yogyakarta : BPFE
- Anggraeni, Anggi. 2007. *Pengendalian Kualitas Statistik Di Kebun Inti PT. Pagilaran Jawa Tengah dengan Menggunakan Diagram Kontrol Rata-rata dan Diagram Kontrol Rentang serta Aplikasinya dengan Microsoft Visual Basic 6.0*. Skripsi. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Assauri, Sofyan. 1998. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Edisi Revisi. Jakarta: BPFE UI.
- Herjanto, Eddy. 1997. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: Grasindo.
- Horngern, Charles. 1992. *Akuntansi Biaya Suatu Pendekatan Manajerial Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Indrayati, Rike. 2007. *Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku dengan Metode (EOQ) Economic Order Quantity Pada PT. Tipota Furnishing Jepara*. Skripsi. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Mariam, Siti. 2009. *Penerapan Biaya Standar Dalam Upaya Meningkatkan Efisiensi Pemakaian Bahan Baku Pada PT. Sinjaraga Santika Sport Kadipaten*. Skripsi. Majalengka: Universitas Majalengka.
- Matz, Adolp dkk. 1994. *Akuntansi Biaya*. Jakarta: Erlangga.
- Nazir, Moh. 2003. *Metode Penelitian*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Priyanto, Eko. 2007. *Fisibilitas Penggunaan Metode Economic Order Quantity (EOQ) untuk Mencapai Efisiensi Persediaan BBM Pada PT. Kereta Api (Persero) DAOP IV Semarang*. Skripsi. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Rangkuti, Freddy. 2002. *Manajemen Persediaan Aplikasi di Bidang Bisnis*, Edisi kedua, Cetakan kelima PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Reksohadiprojo, Sukanto. 1997. *Manajemen Produksi dan Operasi Edisi 1*. Yogyakarta: BPFE.
- Richard B. Chase, and Nicholas J. Aquilano, 1989. *Production and Operations Management (A Life Cycle Approach)*. IRWIN, Homewood IL 60430 Boston MA 02116.
- Riduwan. 2007. *Belajar Mudah Untuk Guru, Karyawan dan Peneliti Pemula*. Bandung: Alfabeta.
- Riyanto, Bambang. 2001. *Dasar-dasar Pembelajaran Perusahaan Edisi 4*. Yogyakarta: BPFE.
- Suadi, Arif. 2000. *Akuntansi Biaya*. Yogyakarta: BP STIE YKPN I.

- Sumantri, Tatang. 2002. *Pengendalian Persediaan Bahan Baku Benang Di Perusahaan Textile PT. Serayu Jaya II Bandung. Laporan Kerja Praktek*. Bandung: Universitas Pasundan.
- Supriyono. 1999. *Akuntansi Biaya Pengumpulan Biaya dan Penentuan Harga Pokok*. Yogyakarta: BPFE.
- Syamsudin, Lukman. 2001. *Manajemen Keuangan Perusahaan*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Waman, R. E. M. 2009. *Perencanaan Persediaan Bahan Baku Kain dengan Menggunakan Metode EOQ Di CV. Raksukan Serasi. Laporan Kerja Praktek*. Bandung: Universitas Pasundan.
- Widjaja Tunggal, Amin. 1996. *Akuntansi manajemen Untuk Usahawan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Yamit, Zulian. 1999. *Manajemen Persediaan*. Yogyakarta : Ekonosia FE UI.

Optimalisasi Desain Battery Charger Untuk Aplikasi pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Taufik Hidayat

Peneliti pada UPT Balai Pengembangan Instrumentasi LIPI, Bandung

Abstrack

Recently, renewable energy consumption is encouraged caused by shortage of fossil energy or petroleum resources. One of utilization renewable energy is solar cell as a source of energy alternative. When the surface of solar cell is exposed by the sun light, it will generate electrical energy in direct current, DC form. This energy will be stored on the battery or directly utilized simultaneously. Storing energy to the battery will be carried out by means which is called battery charger. The effectivity utilization of energy from solar cell will be determined by the effectivity battery charger means. The battery charger apparatus should be able to store energy from solar cell to the battery in many variety of sun light intensity, as well as high or low intensity. For that reason, it is important to design of battery charger for solar cell application which is fulfill that requirement.

For optimalization storing energy to the battery in many fluctuations intensity of light, the battery charger should be able to flow the current from solar cell to the battery in two modes: one as a step up chopper and the other one as a step down chopper. In low intensity of light condition which is output of solar cell lower than battery voltage, the battery charger should be act as step up chopper. Contrary when high intensity of light, the battery charger should be act as a step down chopper to regulate charging current to meet requirements battery charging characteristic.

Abstrak

Dewasa ini penggunaan energi terbarukan (renewable energy) sangat penting mengingat cadangan energi fosil atau minyak bumi semakin hari semakin menipis. Salah satu penggunaan energi ini adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai sumber energi alternatif. Sinar matahari yang mengenai permukaan sel surya akan menghasilkan arus listrik searah (direct current) yang kemudian disimpan dalam baterai melalui suatu proses yang disebut pengisian (charging). Energi yang tersimpan di dalam baterai kemudian digunakan sesuai keperluannya. Proses pengisian baterai dikerjakan oleh piranti yang disebut battery charger (pengisi baterai) sebagai salah satu kunci dari efektifitas sistem PLTS ini. Battery charger yang baik harus mampu mengisi baterai pada kondisi intensitas matahari tinggi maupun rendah.

Guna memanfaatkan energi matahari secara optimal pada berbagai intensitas yang fluktuatif, sistem battery charger harus mampu mengalirkan arus ke baterai dengan berbagai mode, baik sebagai penaik tegangan (up-chopper) maupun penurunan tegangan (down-chopper). Pada intensitas matahari rendah, dimana tegangan panel surya cukup rendah, battery charger akan berfungsi sebagai penaik tegangan sehingga arus pengisian baterai masih dapat dilakukan. Pada intensitas matahari tinggi, battery charger berfungsi sebagai penurunan tegangan, sehingga arus pengisian dapat dibatasi mengikuti karakteristik pengisian baterai yang diinginkan.

Kata Kunci: Battery charger, PLTS, up-chopper, down-chopper.

1. Pendahuluan

Saat ini penggunaan energi listrik tenaga surya di Indonesia makin berkembang. Setiap tahun Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral mengalokasikan anggaran ratusan miliar untuk pengadaan sistem PLTS, di samping perusahaan swasta maupun perorangan yang mulai tertarik menggunakan sistem PLTS. Namun sayangnya upaya ini tidak diikuti oleh kemampuan daya dukung industri dalam negeri yang mampu memenuhi kebutuhan sistem PLTS ini, sehingga umumnya barang-barang tersebut masih diimpor. Kondisi ini menyebabkan mahalnnya harga sistem PLTS.

Untuk menekan biaya tersebut, biasanya ada beberapa spesifikasi yang dikorbankan. Salah satunya adalah *battery charger*. Spesifikasi *battery charger* yang baik harus mampu mengisi batere pada kondisi intensitas matahari yang beragam, baik saat matahari pada kondisi terang maupun redup.

Pada kondisi intensitas cahaya matahari rendah, maka tegangan yang dihasilkan panel surya akan rendah. Bila tegangan tersebut lebih rendah dari batere maka energi yang dihasilkan panel surya tidak dapat dialirkan untuk pengisian batere. Agar dapat mengisi batere pada kondisi ini, maka *battery charger* harus dapat berperan sebagai *step-up* (penaik tegangan). Kondisi sebaliknya, pada saat intensitas cahaya matahari tinggi, tegangan yang dihasilkan panel surya akan tinggi dan dapat mengakibatkan arus lebih pada pengisian batere, sehingga pada kondisi ini *battery charger* harus dapat berfungsi sebagai *step-down* (penurun tegangan). Dengan demikian *battery charger* akan berfungsi optimal pada setiap intensitas cahaya matahari yang berbeda dan pengisian akan mengikuti karakteristik pengisian batere.

Namun pada umumnya *battery charger* yang beredar di pasaran hanya berfungsi sebagai saklar, yaitu saklar antara sel surya dan batere. Saat batere kosong dan perlu diisi, saklar akan menutup. Saat batere penuh, saklar akan membuka. Misalnya saat saklar menutup namun tegangan sel surya tidak mencukupi karena intensitas matahari redup, maka proses pengisian batere tidak akan terjadi. Ini merugikan sebab sebenarnya sel surya masih menghasilkan energi listrik, namun tidak mampu dialirkan ke batere akibat terdapat beda tegangan yang tidak mencukupi. Sebaliknya saat intensitas matahari sangat tinggi, arus pengisian ke batere biasanya berlebih sehingga dapat mengurangi umur batere. Untuk mengatasi hal ini perlu didesain suatu *battery charger* yang mampu bekerja pada berbagai macam kondisi, namun tetap mengikuti karakteristik pengisian batere yang baik, sehingga penyerapan energi dari sel surya lebih optimal dan umur batere dapat bertahan lama.

Beberapa aspek yang perlu mendapat perhatian, antara lain adalah kalkulasi *losses* atau susut daya pada *battery charger* yang terjadi pada komponen semikonduktor daya maupun pada komponen pasif. Susut daya akan signifikan pada saat *battery charger* beroperasi pada mode *step-up chopper* maupun *step-down chopper*, sedangkan pada saat bekerja sebagai saklar dengan siklus kerja (*duty cycle*) 100%, susut daya konduksi tidak signifikan, mengingat tegangan jatuh konduksi pada saklar semikonduktor sangat kecil. Hal lain yang perlu disempurnakan adalah pembuatan rangkaian *isolated driver* untuk MOSFET yang lebih sederhana, kompak namun tetap memenuhi fungsi

isolated driver sehingga rangkaian secara keseluruhan lebih sederhana agar dapat menekan biaya apabila diproduksi secara massal.

Diperlukan analisis karakteristik pengisian baterai dan karakteristik tegangan / arus yang dihasilkan dari sel surya sehingga diperoleh suatu desain *battery charger* yang efektif, mampu mengisi baterai pada berbagai kondisi intensitas cahaya matahari dengan tetap mengikuti kaidah pengisian baterai yang tepat. Diperlukan pengaplikasian topologi elektronika daya yang optimal pada *battery charger* untuk penggunaan pada sistem pembangkit tenaga surya.

2. Metodologi Penelitian

Tahapan pelaksanaan kegiatan penelitian diawali dengan studi literatur. Berbagai topologi *battery charger* dipelajari dan dibandingkan. Dari studi tersebut akan ditentukan satu topologi yang dapat memenuhi unjuk kerja seperti diharapkan. Setelah topologi, kalkulasi, dan analisis dilakukan, langkah berikutnya adalah melakukan simulasi rangkaian dengan komputer. Di samping rangkaian daya, simulasi ini juga mencakup kerja mikrokontroler yang merupakan otak dari sistem *battery charger* ini. Apabila simulasi komputer memberikan hasil yang sesuai, maka parameter-parameter maupun nilai-nilai pada simulasi akan digunakan sebagai acuan dalam pembuatan prototipe. Pembuatan prototipe dimulai dengan desain PCB (*Printed Circuit Board*), dan selanjutnya pemasangan / penyolderan komponen serta perkabelan (*wiring*). Setelah selesai, prototipe diujikan di laboratorium.

Pengujian yang dilakukan meliputi:

1. Uji fungsi *battery charger* pada kondisi intensitas cahaya matahari tinggi;
2. Uji fungsi *battery charger* pada kondisi intensitas cahaya matahari rendah;
3. Menentukan batas-batas (*boundary*) daerah kerja *battery charger*;
4. Menguji kesesuaian unjuk kerja pengisian dengan karakteristik pengisian baterai yang tepat;
5. Menguji sistem proteksi.

Secara ringkas, tahapan tersebut meliputi studi literatur, membuat model, simulasi komputer, desain perangkat keras, dan pengujian.

Keluaran penelitian ini adalah berupa prototipe *battery charger* yang mampu mengisi baterai dari panel surya pada kondisi sinar matahari yang fluktuatif, baik pada kondisi intensitas yang tinggi maupun rendah. Unjuk kerja *battery charger* tetap mengikuti karakteristik pengisian baterai sehingga baterai berumur panjang, serta dilengkapi dengan sistem proteksi yang diperlukan.

Aspek strategis dari penelitian ini adalah bahwa hasil penelitian dapat menjadi acuan dalam pemilihan jenis / topologi *battery charger* yang akan diaplikasikan pada sistem PLTS.

Apabila desain *battery charger* dapat direalisasikan, akan menjadi pendorong bagi penggunaan produk dalam negeri yang pada gilirannya akan mengurangi penggunaan produk impor mengingat sebagian besar komponen sistem PLTS merupakan barang impor.

Mendukung upaya pemerintah dalam penggunaan energi matahari sebagai energi alternatif dan terbarukan sehingga dapat mengurangi ketergantungan kepada bahan bakar minyak dan menekan emisi gas buang. Pengembangan lanjutan prototipe untuk diproduksi secara massal.

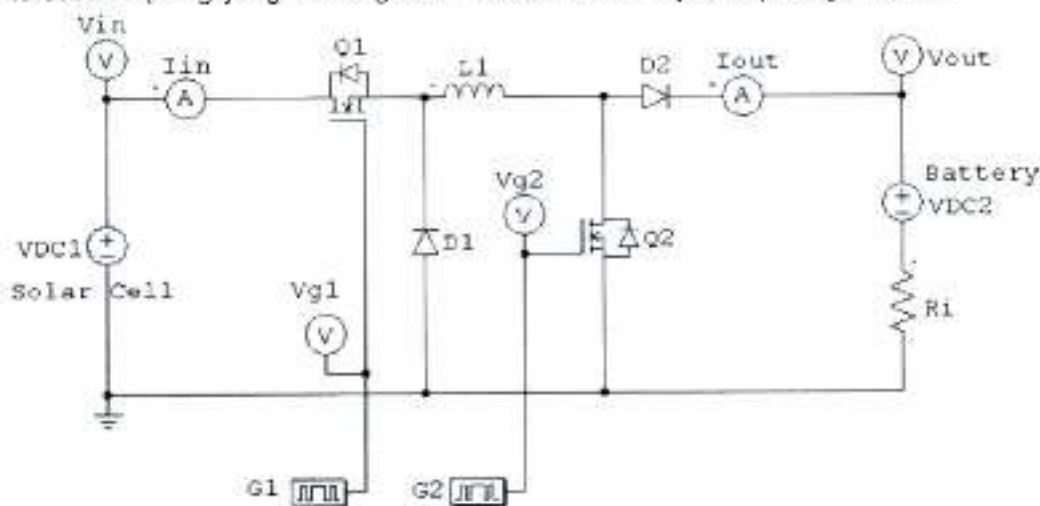
3. Analisa dan Pembahasan

3.1 Studi Literatur

Dari studi literatur yang telah dilakukan, metode pengisian baterai pada sistem PLTS yang optimal dilakukan adalah metode *boosting*, untuk pengisian baterai secepatnya dengan memanfaatkan energi matahari yang ada dalam durasi yang cepat. Apabila baterai telah terisi penuh maka pengisian baterai hanya bersifat pengisian arus kecil saja untuk kompensasi *discharge* internal baterai.

1. Pembuatan Model.

Dari studi literatur yang ada, maka model *battery charger* yang memungkinkan agar dapat berfungsi pada berbagai macam intensitas matahari yang bervariasi yang berakibat pula pada variasi tegangan output sel surya yang dapat berharga di atas maupun di bawah tegangan baterai, maka model yang memungkinkan adalah *step-down chopper* dan *step-up chopper*. *Battery charger* harus dapat berfungsi pada dua mode tersebut. Topologi yang memungkinkan hal tersebut ditunjukkan pada gambar 1.

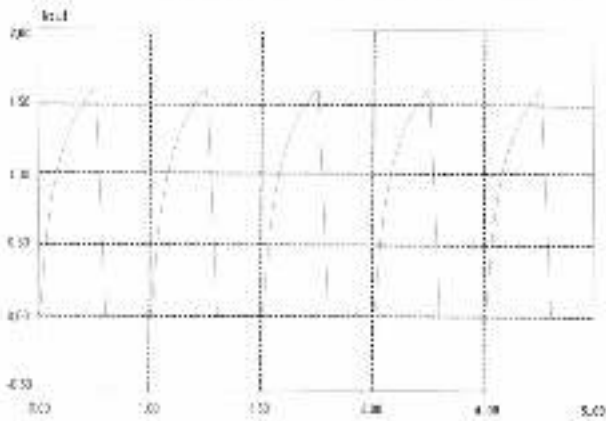


Gambar 1. Topologi dasar *battery charger*

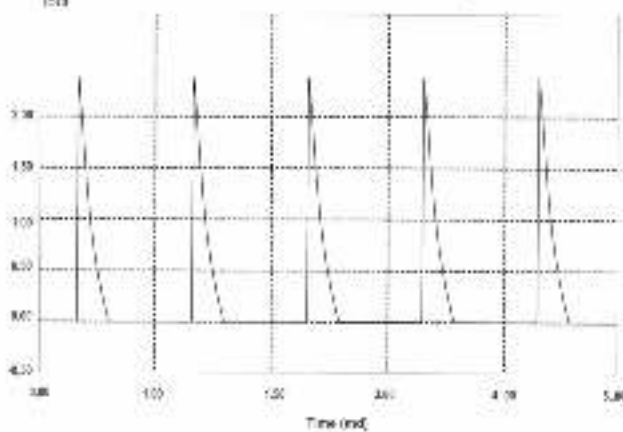
2. Simulasi Komputer.

Simulasi komputer dilakukan untuk menguji unjuk kerja dari topologi dasar *battery charger* yang telah ditentukan. Simulasi komputer dengan topologi dasar ini dilakukan pada berbagai macam nilai-nilai komponen pasif dan frekuensi pensaklaran. Hasil simulasi komputer pada mode *step-down chopper* dengan *duty cycle* 50%, $V_{in}=22VDC$, $V_{batt}=12VDC$ ditunjukkan pada gambar 2.

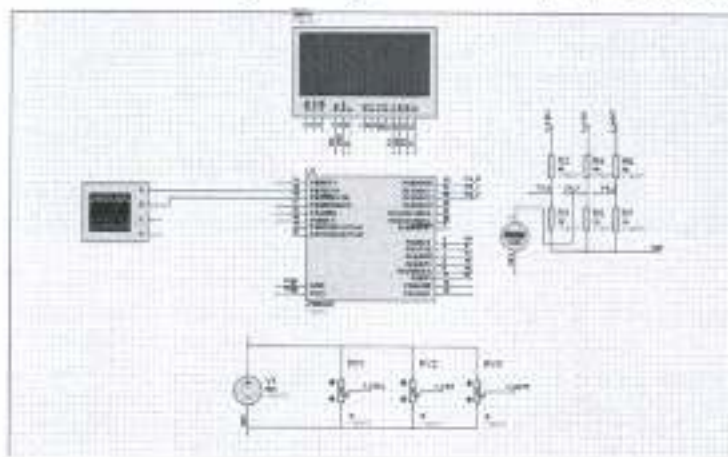
Simulasi fungsi *battery charger* pada $V_{in}=8,5VDC$, *duty cycle* 50% pada mode *step-up chopper* menghasilkan gelombang arus keluaran seperti ditunjukkan pada gambar 3. Selain simulasi komputer untuk sistem daya, simulasi juga dilakukan terhadap sistem mikrokontroler. Contoh tampilan simulasi mikrokontroler ditunjukkan pada gambar 4 dan gambar 5.



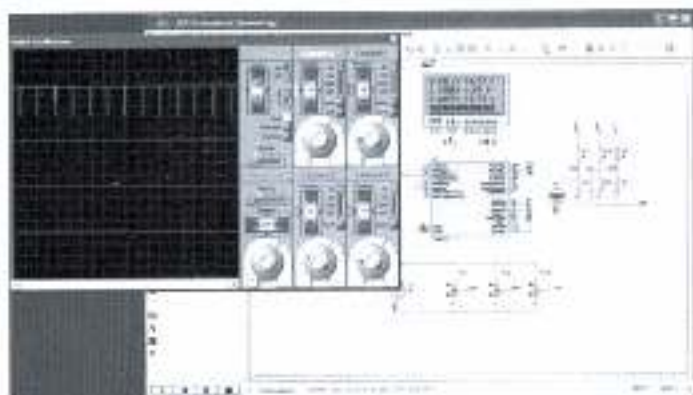
Gambar 2. Bentuk gelombang arus keluaran pada mode *step-down*



Gambar 3. Bentuk gelombang arus keluaran pada mode *step-up*



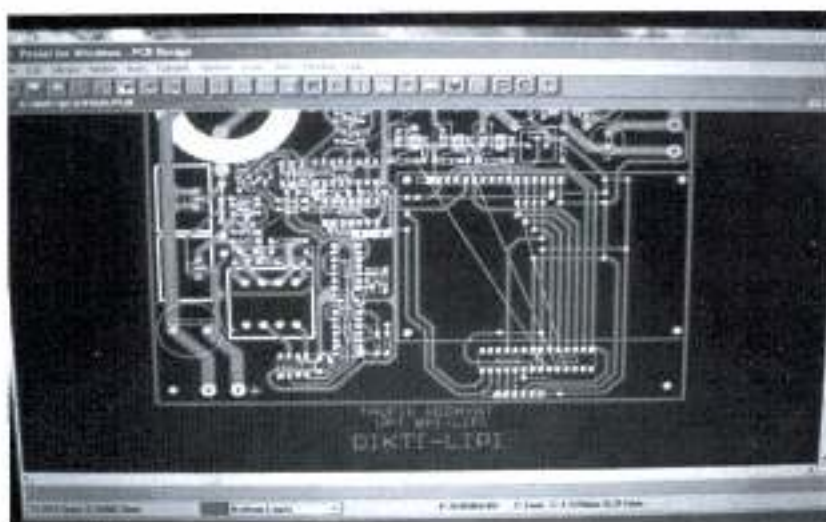
Gambar 4. Simulasi sistem mikrokontroler dan sensor tegangan



Gambar 5. Simulasi sistem kontroler dan tampilan osiloskop

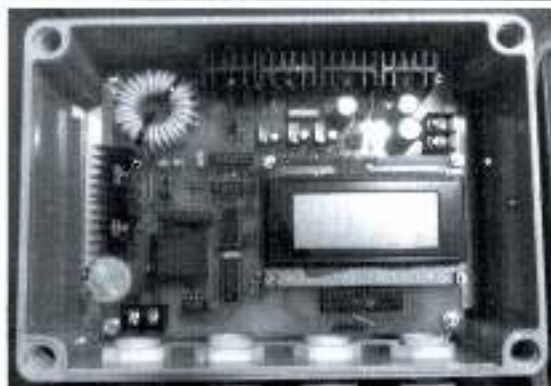
3.2 Desain Perangkat Keras

Desain perangkat keras dimulai setelah simulasi komputer dilakukan. Nilai-nilai komponen pasif yang digunakan terutama nilai induktor dan frekuensi *switching* tertentu diimplementasikan pada tahapan desain perangkat keras ini. Desain PCB dilakukan dengan bantuan perangkat lunak, seperti tercantum pada gambar 6.



Gambar 6. Desain PCB dengan bantuan perangkat lunak

Gambar 7 menunjukkan prototipe perangkat keras hasil akhir setelah PCB dicetak dan telah dilakukan pemasangan komponen



Gambar 7. Prototip battery charger

3.3 Pengujian

Dari rangkaian topologi dasar seperti tercantum pada gambar 1, metode kerja *battery charger* adalah sebagai berikut:

1. *Battery charger* berfungsi sebagai *step-down chopper*: Q2 OFF, Q1 *switching* ON & OFF dengan *duty cycle* yang bervariasi, diatur oleh mikrokontroler.
2. *Battery charger* berfungsi sebagai *step-up chopper*: Q1 ON, Q2 *switching* ON & OFF dengan *duty cycle* yang bervariasi, diatur oleh mikrokontroler.
3. *Battery charger* berfungsi sebagai saklar dengan *duty cycle* 100%: Q1 ON, Q2 OFF untuk mengaktifkan *battery charger* pada mode 'boost'.

Tegangan output sel surya (V_{in}), tegangan baterai (V_{out}) dan arus pengisian (I_{out}) dimonitor oleh mikrokontroler. Mikrokontroler akan membangkitkan pulsa penyalakan G1 dan G2 untuk penyalakan dan pemadaman Q1 and Q2. Karakteristik pengisian baterai diatur oleh mikrokontroler ini. Data pengujian laboratorium ditunjukkan pada tabel 1 dan tabel 2.

Tabel 1. *Battery charger* beroperasi dalam mode *step-down chopper*

No	V_{in} (VDC)	V_{out} (VDC)	Duty Cycle	Load (Ω)
1	18	12.5	0.7	1.31
2	18	12.5	0.8	1.23
3	18	12.5	0.9	1.21
4	17	12.5	0.8	1.32
5	17	12.2	0.8	1.32
6	17	12.5	0.8	1.21
7	16	12.5	0.8	1.33
8	16	12.7	0.7	1.64
9	16	12.2	0.8	1.18
10	15	12.2	0.8	1.34
11	15	12.2	0.8	1.32
12	15	12.2	0.8	1.16
13	14	12.2	0.8	1.32
14	14	12.2	0.8	1.11
15	14	12.2	0.8	1.17
16	13	12.2	0.8	1.33
17	13	12.2	0.8	1.14
18	13	12.1	0.7	1.03
19	12	12.1	0.8	1.00
20	13	12.1	0.8	1.00
21	12	12.2	0.6	1.00

Tabel 2. Battery charger beroperasi dalam mode *step-up chopper*

No	V_{in} (VDC)	V_{out} (VDC)	Duty Cycle	I_{out} (A)
1	12,5	12,5	0,5	0,75
2	12,5	12,5	0,5	0,55
3	12,5	12,5	0,1	0,22
4	12	12,5	0,5	0,72
5	12	12,5	0,3	0,35
6	12	12,5	0,1	0,21
7	11,5	12,5	0,5	0,61
8	11,5	12,5	0,3	0,31
9	11,5	12,5	0,1	0,18
10	11	12,5	0,5	0,58
11	11	12,5	0,3	0,28
12	11	12,5	0,1	0,17
13	10,5	12,5	0,5	0,51
14	10,5	12,5	0,3	0,25
15	10,5	12,5	0,1	0,15
16	10	12,5	0,5	0,40
17	10	12,5	0,3	0,08
18	10	12,5	0,1	0,02
19	9,5	12,5	0,5	0,05
20	9,5	12,5	0,3	0,03
21	9,5	12,5	0,1	0,01

Mode *step-up* dan *step-down chopper*

Dari tabel 1 dan tabel 2 di atas tampak bahwa pada kondisi tegangan sel surya lebih besar daripada tegangan baterai, *battery charger* dapat berfungsi sebagai *step-down chopper* yang berimplikasi terhadap besarnya arus pengisian. Besarnya arus pengisian ditentukan oleh besarnya tegangan sel surya dan nilai *duty cycle* yang diterapkan. Pada kondisi tegangan sel surya lebih rendah, pengisian arus masih dapat dilakukan dengan mengoperasikan *battery charger* dalam mode *step-up chopper*.

Batas-batas tegangan kerja *battery charger*

Dari tabel-tabel tersebut juga tampak bahwa *battery charger* masih dapat bekerja pada level tegangan sel surya 9,5V. Angka ini merupakan ambang batas paling rendah untuk nilai-nilai komponen induktor dan frekuensi *switching* yang dipakai. Untuk batas atas tegangan sel surya tidak ada masalah, karena mikrokontroler akan mengatur *duty cycle*.

Proteksi

Proteksi *battery charger* yang diterapkan adalah proteksi pemasangan polaritas terbalik (*reverse polarity protection*) pada sisi input dan output. Mengingat sel surya merupakan sumber arus, maka pemasangan dioda secara paralel dengan input *battery charger*, saat terjadi polaritas terbalik hanya berakibat sirkulasi pada rangkaian sel surya saja, tidak berpengaruh terhadap *battery charger*.

Proteksi *reverse polarity* pada sisi output bertumpu pada *fuse* secara serial di sisi output. Dari topologi rangkaian, bila terjadi polaritas terbalik akibat pemasangan baterai yang terbalik, akan terjadi arus sirkulasi hubung singkat yang melewati dioda antiparalel Q2 maupun *freewheeling* dioda D1 yang mengalir melalui D2 kembali ke baterai. Arus ini akan memutuskan *fuse* output, sehingga pemasangan *fuse* ini sangat penting untuk proteksi polaritas terbalik pemasangan baterai pada sisi output.

4. Kesimpulan

Pada dasarnya topologi *battery charger* yang diteliti telah berfungsi dengan baik. *Charger* dapat bekerja dalam mode *step-up chopper* maupun *step-down chopper* sehingga cocok untuk aplikasi pada sistem PLTS.

Pada kondisi intensitas matahari tinggi yang berakibat tegangansel surya tinggi, *charger* berfungsi sebagai pengisi baterai secara langsung dalam mode *boost* jika kondisi baterai kosong. Namun jika baterai telah penuh, *charger* bekerja dalam mode *step-down chopper* untuk mengisi baterai secara *trickle charge* sebagai kompensasi *discharge* internal baterai saja.

Pada kondisi intensitas matahari rendah, maka *charger* berfungsi sebagai *step-up chopper* untuk memompa arus pengisian baterai baik baterai masih kosong (mode *boost*) maupun baterai telah penuh (mode *trickle charge*) dengan pengaturan siklus kerja (*duty cycle*) penyalan saklar semikonduktor.

Dengan demikian *battery charger* dapat berfungsi mengisi baterai dengan mengikuti kaidah pengisian baterai, mengikuti karakteristik pengisian yang tepat.

Daftar Pustaka

1. Abraham I. Pressman. *Switching Power Supply Design*, 2nd edition, McGraw-Hill.
2. Cyril W. Lander. *Power Electronics*, 3rd edition, McGraw-Hill.
3. David Linden. *Handbook of Batteries*, 2nd edition, McGraw-Hill.

**JURNAL TEKNIK
PETUNJUK UNTUK PENULIS**

Umum. Jurnal Teknik menerima artikel yang orisinal dari berbagai penelitian yang berhubungan dengan ilmu teknik metalurg dan material, teknik kimia, teknik mesin, teknik industri, teknik sipil, teknik elektro, dan teknologi informasi.

Artikel yang diterima hanya yang belum dipublikasikan. Penggunaan ilustrasi atau table yang dipublikasikan, merupakan tanggung jawab penulis untuk perisinan dari penerbit.

Artikel dapat dikirimkan kepada redaksi :

**Drs. Danang K.
Fakultas Teknik Bandung
Jl. Gatot Subroto (Samping PT. PINDAD)
Bandung 40280**

Tiga Eksemplar artikel tercetak dikirim ke redaksi Jurnal teknik yang diketik pada satu sisi halaman kertas A4, (210 cm x 29.7 cm)

Format Penulisan artikel mengikuti aturan sebagai berikut:

Batas kiri 4 cm, batas atas = 4 cm, dengan batas tinggi pengetikan 19 cm dan batas lebar pengetikan 12,5 cm.

Ukuran huruf untuk judul 14 pt (tebal), ukuran huruf penulis 10 pt (tebal) ukuran huruf untuk alamat institusi 10 pt.

Ukuran huruf untuk abstrak dan kata kunci 10 pt, ukuran huruf untuk sub dan isi teks 11 pt

Tipe huruf dari Microsoft Word = Times New Roman

Judul dan Penulis diketik dengan bentuk sebagai berikut:

**Analisa Kerusakan pada Turbin Bucket yang Terbuat dari
Material Nickel Based Alloy MAR-M-246**

Leni Juwita¹ & Mabe Siahaan²

¹Jurusan Teknik Metalurgi

Fakultas Teknik - Universitas Jenderal Achmad Yani

²LAPAN - Bandung

Panjang maksimum artikel 10 halaman termasuk gambar dan table. Gambar dibuat dalam warna hitam putih dengan kualitas yang bagus.

Abstrak dari tulisan dibuat dalam bentuk bahasa Indonesia Panjang maksimum dari abstrak adalah 200 kata. Kata Kunci (2-10 kata) yang mengikuti abstrak ditulis berdasarkan urutan huruf.

Daftar Pustaka ditulis dalam artikel mengikuti contoh di bawah ini:

Jurnal

1. Irawan N.M., *Judul tulisan*, Nama Jurnal 2, 10-24(1996)

Buku

2. Irawan N.M., & Henfra T., *Judul buku*, ed 3, Penerbit (2000)

Website

3. Nama Penulis(jika ada), *Judul tulisan(jika ada)*, Organisasi, alamat website, (2 Juni 1999)

Penulis yang artikelaya dimuat mendapat 2 cetak lepas, 1 eksemplar Jurnal Teknik