



VOLUME 3 NOMOR 2 2004  
**JURNAL TEKNIK**



**MEDIA PENGEMBANGAN ILMU DAN APLIKASI TEKNIK**

**Cucu Wahyudin, Agus P.**

**Aplikasi Penjadwalan Dinamis Menggunakan  
Kombinasi Metode Rolling Time Window  
dan Algoritma Genetika  
di PT. Logam Bima**

**Toto Triantoro, Muhamad F.**

**Studi Pengkajian Pemanasan Piston Sepeda Motor  
dengan Menggunakan Air yang Diberi Batu Gamping,**

**Rinto Y., Gianty P.**

**Penjadwalan Produksi N Job M Mesin Seri Parallel  
Studi Kasus PT. Kurnia Teknik**

**M. Chusnul Azhari**

**Perancangan Dongkrak Hidrolik Semi Otomatis  
dengan Daya Angkat 2 Ton**

**Zaenal Muttaqien**

**Suatu Kajian Analitik Mengenai Penentuan  
Sektor Industri Nasional yang  
Mendapatkan Prioritas Pengembangan**

**Jahny Sast**

**Setiap Orang Bisa Menjadi Wirausaha**

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JENDERAL ACHMAD YANI  
BANDUNG - CIMAH**



- Cucu Wahyudin, Agus P.** 260  
Aplikasi Penjadwalan Dinamis Menggunakan  
Kombinasi Metode Rolling Time Window  
dan Algoritma Genetika  
di PT. Logam Bima
- Toto Triantoro, Muhamad F.** 270  
Studi Pengkajian Pemanasan Piston Sepeda Motor  
dengan Menggunakan Air yang Diberi Batu Gamping,
- Rinto Y., Gianty P.** 281  
Penjadwalan Produksi N Job M Mesin Seri Paralel  
Studi Kasus PT. Kurnia Teknik
- M. Chusnul Azhari** 292  
Perancangan Dongkrak Hidrolik Semi Otomatis  
dengan Daya Angkat 2 Ton
- Zaenal Muttaqien** 300  
Suatu Kajian Analitik Mengenai Penentuan  
Sektor Industri Nasional yang  
Mendapatkan Prioritas Pengembangan
- Jahny Sast** 315  
Setiap Orang Bisa Menjadi Wirausaha



ISSN 1412 8810  
Volume 3 No. 2 Nov 2004

# JURNAL TEKNIK

Media Pengembangan Ilmu dan Aplikasi Teknologi

## Pengantar Redaksi

Pengantar Redaksi  
Pembaca yang budiman,

Jurnal Teknik kali ini memuat 3 karya tulis hasil penelitian dan 3 karya kajian dan tinjauan konseptual. Dari hasil penelitian, tulisan pertama dan ketiga diwakili dari **Jurusan Teknik Industri** dengan judul "Aplikasi Penjadwalan Dinamis Menggunakan Kombinasi Metode Rolling Time Window dan Algoritma genetika di PT. Logam Bima", dan "Penjadwalan Produksi N Job M Mesin Seri Paralel Studi Kasus PT. Kumia Teknik"; **Jurusan Teknik Mesin** "Studi Pengkajian Pemanasan Piston Sepeda Motor dengan Menggunakan Air yang Diberi Batu Gamping". Sedangkan dari kajian dan tinjauan konseptual judul tulisan berturut-turut adalah, "Perancangan Dongkrak Hidrolik Semi Otomatis dengan Daya Angkat 2 Ton", "Suatu Kajian Analitik Mengenai Penentuan Sektor industri Nasional yang Mendapatkan Prioritas Pengembangan", dan "Setiap Orang Bisa menjadi Wirausaha

Semoga apa yang kami sajikan kali ini dapat memenuhi harapan pembaca dan peminat ilmu serta aplikasi teknologi.

---

**Penanggung Jawab:**  
Wasito

**Pemimpin Umum:**  
Jahny Sast.

**Pemimpin Usaha:**  
Ronni Ibnu Sabil

**Pemimpin Redaksi:**  
Febrianto

**Editor/Redaktur Pelaksana:**  
Moro Sujatniko (Ketua)  
Pawawoi (Sekretaris)  
Ni Ketut HD  
Antono Damayanto  
War'an  
Gatot Trilaksono

**Tata Usaha:**  
Heri Azhari  
Suwardi  
Danang K

**Alamat Redaksi:**  
Jl. Gatot Subroto PO BOX 807  
Telp. (022)7312741  
FAX. (022)7309433  
Bandung  
E-mail : moro@koran.com

---

Diterbitkan oleh Fakultas Teknik  
Universitas Jenderal Achmad Yani

Nov 2004

# APLIKASI PENJADWALAN DINAMIS MENGGUNAKAN KOMBINASI METODE ROLLING TIME WINDOW DAN ALGORITMA GENETIKA DI PT. LOGAM BIMA

Oleh :

Cucu Wahyudin \* dan Agus Purwanto \*\*

Dalam situasi persaingan pasar global yang sangat ketat sekarang ini, dimana pasar menetapkan harga serta konsumen hanya membeli produk pada saat dibutuhkan, sehingga perusahaan harus membuat produk mengikuti keinginan konsumen, oleh karena itu perusahaan harus memperhatikan hal-hal yang akan terjadi. Misalnya pemborosan yang timbul karena adanya keterlambatan.

PT. Logam Bima merupakan perusahaan yang bergerak dibidang industri logam. Perusahaan mempunyai komitmen untuk memperhatikan ketepatan waktu dalam penyerahan produk kepada konsumen, sehingga dapat menjaga kepercayaan dan mengantisipasi persaingan usaha yang semakin ketat. Jadwal produksi ideal menurut PT. Logam Bima adalah semua pekerjaan selesai tepat pada batas akhir waktu penyerahan (*due-date*). Penyelesaian pekerjaan yang terlalu cepat atau terlalu lambat akan mengakibatkan biaya tambahan bagi perusahaan. Selain itu tidak terkendalinya proses yang terjadi dilantai pabrik menyebabkan penyelesaian pekerjaan menjadi tidak tepat waktu, sehingga akan berakibat pada menurunnya tingkat kepercayaan konsumen kepada perusahaan. Oleh karena itu perusahaan berusaha merencanakan dan menjadwalkan produksi dengan baik untuk meminimasi total biaya produksi.

Berdasarkan masalah yang dihadapi, diusulkan metode penjadwalan Rolling Time Window sebagai penyelesaian masalah. Rolling Time Window merupakan salah satu metode untuk sistem manufaktur yang bersifat dinamis (job yang datang ke perusahaan tidak tentu). Rolling time window adalah suatu penjadwalan yang terdiri dari serangkaian penjadwalan statik yang terbagi kedalam dua rentang waktu, rentang waktu pertama bersifat statik dan rentang waktu kedua bersifat dinamis sebagai jadwal sementara. Rentang waktu Rolling Time Window relatif kecil sehingga kompleksitas dari perhitungan dapat dihindari. Kekurangannya adalah jadwal yang dihasilkan masih bersifat global (tidak memperhatikan keadaan lantai pabrik).

Untuk mengatasi masalah tersebut maka Rolling time Window digabungkan dengan Algoritma Genetik yang akan mempertimbangkan penjadwalan mesin sesuai dengan kenyataan dilantai pabrik. Algoritma Genetik dalam penjadwalan mesin merupakan metode yang bersifat heuristik untuk mencari routing proses dan makespan.

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

P.T. Logam Bima merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam industri logam. Perusahaan ini memproduksi panci dan wajan berbagai bentuk dengan tingkat permintaan variasi produk tinggi, serta mempunyai *strategi respon* terhadap permintaan konsumen *make to order*.

Dengan adanya variasi produk yang tinggi, waktu pemesanan konsumen yang tidak tentu (dinamis), serta *due date* job yang berbeda-beda sering menyebabkan proses penjadwalan harus selalu diubah sesuai dengan datangnya job, sehingga *due date* pesanan dapat dipenuhi. Oleh

karenanya penjadwalan produksi memiliki peranan yang sangat besar.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan untuk kedatangan job pada bulan Agustus 2003 sebanyak 7800 Pcs, yang terdiri dari 7 buah jenis job, ternyata 30% produk terlambat produksi (2340 pcs), 50% produk tepat waktu (3900 Pcs) dan 20 % mengalami kelebihan produksi (1560 Pcs).

Pada saat ini penjadwalan yang dilakukan oleh Logam Bima didasarkan pada intuisi dan aturan prioritas *First Come First Serve (FCFS)*, yaitu pesanan yang diterima paling awal akan diproduksi lebih dulu, dengan teknik penjadwalan ini perusahaan sering mengalami keterlambatan

dalam pengiriman produk seperti ditunjukkan pada hasil penelitian diatas. Ketidaktepatan terhadap *due date* ini disebabkan oleh belum terakomodasinya kedatangan job yang bersifat dinamis kedalam jadwal. Karena job bersifat dinamis, maka jadwal yang dibuat harus mampu mengikuti perubahan job sesuai dengan kedatangannya dalam horison waktu yang dijadwalkan.

Untuk mengakomodasi kedinamisan kedatangan job, Ramdhani (2003) menerapkan metode *Rolling Time Window* (Sun & Lin, 1994, Suharyanti, 2000) di industri karet Inkaba. Pada metode tersebut Ramdhani membagi penjadwalan di PT. Inkaba dalam dua horison waktu, yaitu *time window 1* yang bersifat statis dan *time window 2* yang bersifat dinamis. *Time window* ini bertujuan meminimasi total biaya *tardiness*, *earliness* dan mengantisipasi kedatangan order baru melalui pendekatan maju dengan penentuan panjang *time window*.

Pada penjadwalan tersebut, Ramdhani belum menghubungkan *Rolling Time Window* dengan penjadwalan mesin, yang aplikasi dilapangan mempunyai peranan yang penting. Oleh karenanya pada penelitian ini aplikasi *Rolling Time Window* (Ramdhani, 2003) dikombinasikan dengan *Algoritma Genetika* untuk penjadwalan mesin.

*Algoritma Genetika (GA)* merupakan metode pencarian (*searching*) yang memanfaatkan analogi mekanisme seleksi alam dan informasi genetika. Saat ini *algoritma genetika* telah banyak digunakan secara meluas untuk memecahkan berbagai masalah. *Algoritma Genetika (GA)* akan digunakan untuk penjadwalan. Penjadwalan dilakukan untuk jenis produksi job shop dan urutan proses setiap pekerjaan dimungkinkan lebih dari satu. Dalam penjadwalan mesin *Algoritma Genetika* digunakan untuk mencari solusi yang optimal dari *maskepan* dengan Urutan (*sequencing*) job tertentu.

### 1.2 Perumusan Masalah

Masalah yang dihadapi perusahaan adalah cara mengantisipasi kedatangan job yang bersifat dinamis serta meminimasi biaya *tardiness* dan *earliness*, melakukan penjadwalan mesin sesuai dengan order yang telah diterima dan mengalokasi pekerjaan kedalam mesin-mesin yang dimiliki perusahaan.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai pada penelitian Tugas Akhir ini adalah :

1. Menjadwalkan semua order yang datang pada perusahaan dengan menggunakan *Rolling Time Window* sehingga dapat meminimasi total ongkos keterlambatan produksi (*tardiness*) dan ongkos penyimpanan digudang akibat kelebihandian produksi (*earliness*).
2. Menentukan panjang *time window* untuk melakukan penjadwalan pada suatu horison penjadwalan.
3. Menentukan Urutan pekerjaan menggunakan penjadwalan mesin dengan *Algoritma Genetika (GA)*.
4. Menghasilkan *Makespan* terkecil dari penjadwalan mesin.

### 2. Metodologi Penelitian

Pengembangan metode penjadwalan produksi job shop dilakukan dengan mengkombinasikan *Rolling Time Window* yang merupakan iterasi nilai D untuk mendapatkan  $D^*$  (D yang memiliki nilai *tardiness* dan *earliness* terkecil) dengan *Algoritma Genetika* (gambar 1) untuk mengakomodasi jadwal mesin, sehingga tujuan dapat tercapai. Penyelesaian masalah dilakukan dengan *Algoritma Penentuan Panjang Time Window* yang selanjutnya hasil dari penjadwalan dengan *Algoritma Penentuan Panjang Time Window* akan dijadwalkan dengan *Algoritma Genetika*.

*Algoritma penentuan panjang time window* memiliki 2 sub algoritma, yaitu:

- (1) Sub-algoritma A, dan
- (2) Sub-algoritma B, yang ada dalam Sub-algoritma A

#### 2.1 Algoritma penentuan panjang *time window*

##### Langkah 1

Tentukan nilai  $D = D_a$  ( $D$  awal),  $\Delta D$  (panjang Langkah),  $\Delta^*$  (stopping rule).

##### Langkah 2

Lakukan penjadwalan pada seluruh horison penjadwalan dengan sub algoritma A

##### Langkah 3

Untuk  $D = D_a$  lakukan langkah berikut :

- ⊙ Simpan data total *tardiness* dan *earliness*

⊗ Tentukan  $D = D_a + \Delta D$

⊗ Kembali ke langkah 2

untuk  $D \neq D_a$  simpan data total tardiness dan earliness lanjutkan ke langkah 4

#### Langkah 4.

Jika total tardiness dan earliness meningkat, lanjutkan ke langkah 5. Jika total tardiness dan earliness menurun, lanjutkan ke langkah 6.

#### Langkah 5

Tentukan  $D = D - \Delta D$ , lanjutkan ke langkah 7

#### Langkah 6

Tentukan  $D = D + \Delta D$ , lanjutkan ke langkah 8

#### Langkah 7

Lakukan penjadwalan pada seluruh horison penjadwalan dengan sub algoritma A, lanjutkan ke langkah 9.

#### Langkah 8

Lakukan penjadwalan pada seluruh horison penjadwalan dengan sub algoritma A, lanjutkan ke langkah 10.

#### Langkah 9

Jika telah terjadi peningkatan total tardiness dan earliness, lanjutkan ke langkah 11, jika belum kembali ke langkah 5

#### Langkah 10

Jika telah terjadi peningkatan total tardiness dan earliness, lanjutkan ke langkah 12, jika belum kembali ke langkah 5

#### Langkah 11

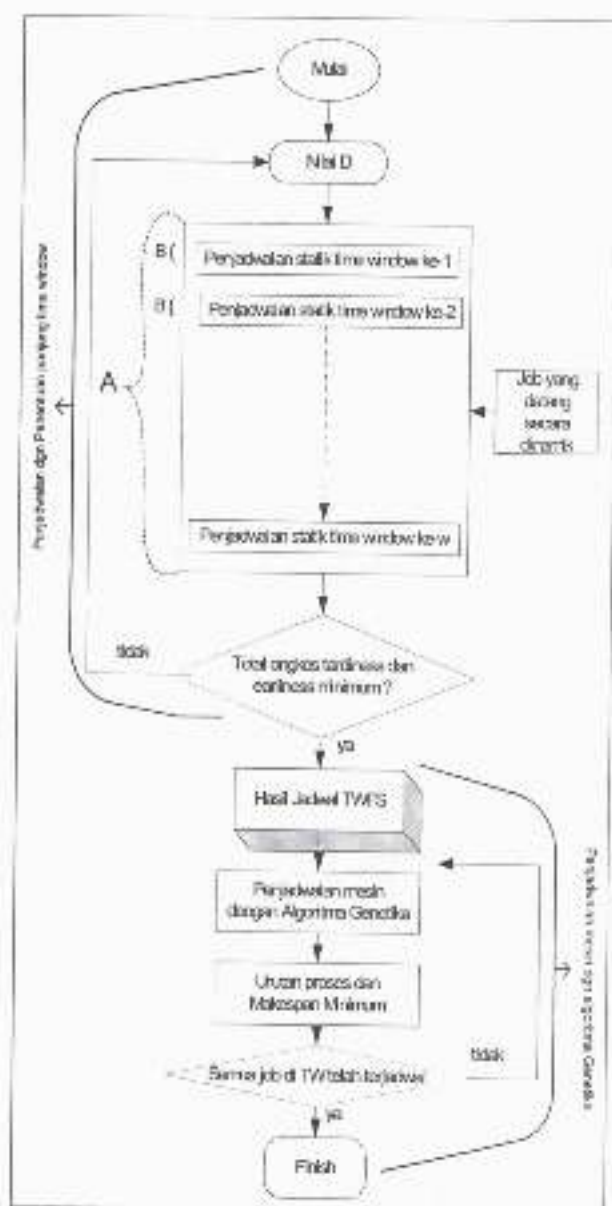
Jika  $\Delta D < \Delta^*$ , lanjutkan ke langkah 13. jika  $\Delta D > \Delta^*$  tentukan  $\Delta D = D/2$ , kembali ke langkah 6

#### Langkah 12

Jika  $\Delta D < \Delta^*$ , lanjutkan ke langkah 13. jika  $\Delta D > \Delta^*$  tentukan  $\Delta D = D/2$ , kembali ke langkah 5

#### Langkah 13

$D^* = D$ , iterasi selesai.



Gambar 1 Diagram Kombinasi Algoritma penentuan panjang time window dengan Algoritma Genetik

## 2.2 Sub algoritma A : alokasi Job Pada time Window

### Langkah A1

Mulai  $t = 0$

### Langkah A2

Lanjutkan ke  $t$  terdekat berikutnya

### Langkah A3

Bila  $t$  terdekat berikutnya adalah saat datang job. Simpan job yang datang, kembali ke langkah A2. bila  $t$  berikutnya adalah saat penjadwalan ulang dikurangi waktu stabilisasi, lanjutkan ke langkah A4

#### Langkah A4

Jadwalkan job yang sudah datang dan belum terjadwal yang memiliki due date dalam atau sebelum time window yang akan datang, serta job yang sudah terjadwal dibagian akhir time window yang sedang berjalan. Pada time window yang akan datang dengan sub algoritma.

#### Langkah A5

Hitung tardiness dan earliness untuk masing-masing job yang telah selesai pada bagian awal time window yang telah berjalan, tambahkan secara kumulatif pada earliness dan tardiness sebelumnya.

#### Langkah A6

Bila job sudah terjadwalkan semuanya, lanjutkan ke langkah A7 bila belum kembali ke langkah A2

#### Langkah A7

Hitung tardiness dan earliness job yang belum dihitung, tambahkan secara kumulatif pada nilai tardiness dan earliness sebelumnya.

#### Langkah A8

Selesai, kembali ke penentuan panjang time window.

### 2.3 Sub-algoritma B : Penjadwalan Operasi

#### Langkah B1

Dimulai pada  $t = 1$  definisikan kelompok operasi  $S_t$  yang tidak memiliki predesor

#### Langkah B2

Tentukan operasi yang mempunyai saat paling awal dari kelompok operasi  $S_t$  beserta mesin yang digunakan untuk operasi tersebut

#### Langkah B3

Jadwalkan operasi yang ditentukan pada langkah B2

#### Langkah B4

Berdasarkan jadwal yang telah tersusun pada langkah B3, lakukan update data sebagai berikut :

- ⊗ Keluarkan operasi yang telah terjadwal dari  $S_t$
- ⊗ Bentuk  $S_{t+1}$  dari  $S_t$  dengan menambahkan operasi operasi yang merupakan sukresor langsung dari operasi yang baru dijadwalkan,
- ⊗ Gantikan  $t$  dengan  $t + 1$

#### Langkah B5

Kembali ke langkah B2 sampai seluruh operasi terjadwalkan kembali ke sub algoritma A.

## 2.4 Algoritma Genetika

Algoritma Genetika Untuk Penjadwalan Mesin digunakan sesuai dengan kompleksnya kasus, model yang digunakan adalah model pengembangan dari Gen & Cheng (1997). Adapun pengembangan model yang digunakan :

### 1. Representasi Kromosom

Representasi kromosom merupakan suatu proses pengkodean variable keputusan dari fungsi optimasi menjadi *kromosom*, metode yang digunakan adalah *Preference - List - Based*. Setiap *kromosom* mengandung  $m$  gen yang masing-masing mewakili satu job, yang berarti pembentukannya dilakukan dengan membentuk gen sebanyak jumlah mesin ( $m$ ), yang terdiri dari subgen-subgen yang merupakan suatu bilangan integer antara 1 sampai dengan job ( $n$ ) menggunakan aturan permutasi.

### 2. Operasi Crossover (pindah silang)

Pengabungan *kromosom-kromosom* dari populasi yang akan menghasilkan *kromosom* baru yang tidak ada dalam generasi sebelumnya. Dua *kromosom* dipilih secara random dari populasi yang ada. *Kromosom* yang dihasilkan diharapkan mempunyai hasil yang lebih baik dari populasi awal. Teknik yang digunakan dalam operasi *crossover* adalah *position based crossover* dimana teknik ini mempunyai performansi yang lebih baik dibanding teknik lainnya (Davis, 1991).

### 3. Operasi Mutasi (kawin silang)

Proses untuk mendapatkan varisai gen *kromosom* pada populasi. *Mutasi* terjadi dengan menukarkan posisi beberapa buah job secara acak. Dimana dalam proses *mutasi* ini kita harus memilih gen yang akan mengalami *mutasi*. Teknik yang digunakan dalam operasi mutasi ini adalah *order based mutation*. Menurut penelitian davis, teknik ini mempunyai tingkat performansi yang lebih baik dari teknik yang lainnya (Davis, 1991).

### 4. Operasi Evolusi

Merupakan proses untuk menguraikan *kromosom* hasil mutasi dan *crossover* sehingga akan didapat hasil *fitness (fungsi tujuan)*. Dalam prosedur operasi evolusi terbagi 2 proses, yaitu proses *decoding dan seleksi*.

- Proses Decoding

Buat  $m \times n$

	J1	J2	J3
M1	$C_{11}$	$C_{12}$	$C_{13}$
M2	$C_{21}$	$C_{22}$	$C_{23}$
M3	$C_{31}$	$C_{32}$	$C_{33}$

$$C_{xy} = t_{xy} + \max [C_{xi}, C_{iy}]$$

$t_{xy}$  = Waktu proses di mesin  $x$  untuk mengerjakan job  $y$

$C_{xy}$  = Waktu penyelesaian yang dibutuhkan,

Makespan (Fitness) = Maks [ $C_{xy}$ ]

$x = 1, 2, 3, \dots, m$  dan  $y = 1, 2, 3, \dots, n$

- Proses Seleksi

Dalam hal seleksi ada tiga hal yang perlu diperhatikan yaitu ruang sampling, probabilitas seleksi, dan mekanisme sampling.

- a. Ruang Sampling

Ruang sampling yang diterapkan pada model merupakan ruang sampling lengkap (*enlarged sampling space*) dimana terdiri dari kromosom kromosom dari populasi awal dan *offspring* hasil operasi *crossover* dan *mutasi*. Dengan demikian seluruh individu yang ada pada generasi tersebut mempunyai kesempatan untuk bersaing dan dipilih menjadi populasi hasil.

- b. Probabilitas Seleksi

Ditentukan dengan mekanisme *scaling* dan teknik *normalizing* untuk masalah minimasi. Dimana mempunyai tujuan :

- Mengubah nilai *fitness* untuk setiap kromosom, yang didapat dari prosedur *decoding* kepada suatu nilai real positif skala *fitness* ( $f^k$ ), dengan rumus :

$$f^k = \frac{f_{\max} - f^k + \gamma}{f_{\max} - f_{\min} + \gamma}$$

$f_{\max}$  dan  $f_{\min}$  = Nilai *fitness* terbaik dan terburuk dari populasi

$\gamma$  = Angka real interval [ 0-1 ] yang dibangkitkan secara random untuk setiap generasi.

- Menghitung nilai probabilitas seleksi ( $p_k$ ) untuk kromosom  $k$  dengan rumus :

$$p_k = \frac{f^k}{\sum_{j=1}^{pop} f^k}$$

(Gen & Cheng, 1997)

- c. Mekanisme Sampling

Mekanisme sampling dimodel menggunakan teknik *stochastic universal sampling* dalam mencari kromosom baru yang dapat bergabung dan bertahan untuk menjadi generasi baru pada  $n + 1$  sebagai kumpulan kromosom yang baru.

Prosedur yang dilakukan :

- Menghitung nilai harapan untuk setiap kromosom dengan mengalikan probabilitas seleksi ( $P_k$ ) terhadap jumlah populasi diharapkan.

- Menghitung nilai harapan kumulatif (ek kum)

- Bangkitkan suatu bilangan random ( $R$ ) 0-1

- Memilih kromosom sebagai populasi hasil dengan membandingkan bilangan random tersebut dengan nilai harapan (ek kum). Jika  $ek\ kum > R$  maka  $R + 1$ , sedangkan jika  $ek\ kum < R$  maka tetap  $R$ .

Alasan pertimbangan penggunaan teknik *stochastic universal sampling* dalam mekanisme sampling, adalah :

1. Untuk mencegah duplikasi kromosom sehingga tidak terjadi dominasi kromosom yang mempercepat terjadinya konvergensi populasi. Dominasi suatu kromosom terjadi akibat suatu kromosom punya nilai proporsi yang besar terhadap populasi (kromosom super).
2. Menjadi variasi kromosom dalam populasi sehingga populasi mengandung informasi yang cukup untuk pencarian solusi.

### 3. Pengumpulan Dan Pengolahan Data

Adapun data-data yang dikumpulkan dalam Penelitian meliputi waktu operasi untuk menyelesaikan job, routing proses (tabel 2), saat datang job, due date job, mesin yang digunakan dalam proses produksi, biaya tardiness dan biaya earliness (tabel 3).

Pengolahan data dilakukan untuk menjadwalkan 7 buah produk yang terdiri dari 26 part (tabel 1), dengan Algoritma Penentuan Panjang Time Window. Penjadwalan perusahaan pada saat ini berdasarkan ituisi tak jarang juga penjadwalan dilakukan sesuai kedatangan, job yang datang lebih awal akan dikerjakan terlebih dulu, menurut teori adalah first come first serve (FCFS).



**Tabel 1 Saat Datang Dan Due Date Job**

Job	Part	Produk	Saat datang (jam ke :)	Due date (jam ke:)
1	1	6.5 Qt Multipot w/lid Encaps (2.6 ltr)	12	90
	2	Pegangan kiri kanan	12	90
	3	Serang pendek	12	90
2	4	2.0 Qt Saucepan W/lid (0.8 ltr)	16	240
	5	Pegangan (gagang panjang)	16	240
	6	Tutup saucepan	16	240
	7	Dop tutup saucepan	16	240
3	8	1.5 Qt Casserole w/lid (0.6 ltr)	21	180
	9	Pegangan (gagang Panjang)	21	180
	10	Tutup casserole	21	180
	11	Dop tutup casserole	21	180
4	12	3.0 Qt Saucepan W/lid (1.2 ltr)	30	240
	13	Pegangan kiri kanan	30	240
	14	Tutup saucepan	30	240
	15	Dop tutup saucepan	30	240
5	16	Double Boiler w/glass W/lid 18 cm (0.6 ltr)	36	90
	17	Pegangan kiri kanan	36	90
	18	Serang pendek	36	90
6	19	12 Qt Magnum Stewpot (4.8 ltr)	45	268
	20	Pegangan kiri-kanan	45	268
	21	Tutup magnum	45	268
	22	Dop tutup magnum	45	268
7	23	14 Qt Magnum Stewpot (5.6 ltr)	136	384
	24	Pegangan kiri-kanan	136	384
	25	Tutup magnum	136	384
	26	Dop tutup magnum	136	384

**Tabel 2.Data Routing Proses Job**

Part	Proses								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M11
2	M1	M4	M11	M12					
3	M1	M2	M3	M4	M5	M11			
4	M1	M2	M3	M5	M6	M7	M8	M11	
5	M1	M4	M11	M12					
6	M1	M2	M3	M5	M11				
7	M1	M9	M11	M12					
8	M1	M2	M3	M5	M6	M7	M8	M11	
9	M1	M4	M11	M12					
10	M1	M2	M3	M5	M11				
11	M1	M9	M11	M12					
12	M1	M2	M3	M5	M6	M7	M8	M11	M12
13	M1	M4	M11	M12					
14	M1	M2	M3	M5	M11				
15	M1	M9	M11	M12					
16	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M11
17	M1	M4	M11	M12					
18	M1	M2	M3	M4	M5	M11			
19	M1	M2	M3	M5	M6	M7	M10	M11	
20	M1	M4	M11	M12					
21	M1	M2	M3	M5	M11	M12			
22	M1	M9	M11	M12					
23	M1	M2	M3	M5	M6	M7	M10	M11	
24	M1	M4	M11	M12					
25	M1	M3	M3	M5	M11				
26	M1	M9	M11	M12					

**Tabel 3. Biaya Tardiness Dan Earliness**

Job	Jumlah	Harga Jual	Biaya /unit/hari	
			Earliness	Tardiness
1	600	Rp. 128.500	Rp. 12.26	Rp. 1606.25
2	1500	Rp. 50.000	Rp. 4.77	Rp. 625
3	1600	Rp. 38.000	Rp. 3.56	Rp. 475
4	1800	Rp. 57.000	Rp. 5.34	Rp. 712.5
5	900	Rp. 60.000	Rp. 5.72	Rp. 750
6	800	Rp. 116.500	Rp. 11.12	Rp. 1456.25
7	900	Rp. 116.000	Rp. 11.10	Rp. 1450

**Tabel 4 Jenis Mesin**

Mesin	Nama mesin	Jumlah
M1	Mesin potong	6
M2	Mesin Drawing Besar	3
	Mesin drawing kecil	4
M3	Mesin Bubut	3
M4	Mesin Tekuk	4
M5	Mesin Roll	3
M6	Mesin Celup degreasing	2
	Mesin Celup Beith	2
M7	Mesin Impact besar	1
	Mesin Impact kecil	1
M8	Heating Machine besar	3
	Heating machine kecil	2
M9	Mesin Pans	5
M10	Mesin Polles	6
M11	Mesin Las Pen	4

**3.1 Pengolahan Data dengan Algoritma Time Window**

Hasil pengolahan data dengan menggunakan algoritma time window menghasilkan nilai D – 80 jam dengan biaya Rp. 1.153,4 (tabel 6), dan mempunyai 8 buah time window , sebagai nilai yang terpilih setelah dilakukan iterasi mulai D = 60 jam dengan penjadwalan bersifat maju (forward scheduling).

**Tabel 4 Penyelesaian Tiap Job**

Job	Produk	D		
		60	80	100
1	5.5 Qt Multipot w/lid Escape (2.6 ltr)	61.3185	81.3185	101.3185
2	2.0 Qt Saucepan W/lid (0.8 ltr)	211.2911	201.2911	201.2911
3	1.5 Qt Casserole w/lid (0.6 ltr)	151.2083	161.2083	151.2083
4	3.0 Qt Saucepan W/lid (1.2 ltr)	211.7491	201.7491	201.7491
5	Double Boiler w/glass W/lid 18 cm (0.6 ltr)	61.7175	81.7175	101.7175
6	13 Qt Magnum Stewpot (4.8 ltr)	241.53	241.53	251.53
7	14 Qt Magnum Stewpot (5.6 ltr)	361.5274	361.5274	351.5274

**Tabel 5 Tardiness Dan Earliness Tiap Job**

Job	Start dating	Due date	D		
			60	80	100
1	12	90	28.6815	8.6815	-11.218
2	16	240	28.7089	38.7089	38.7089
3	21	180	28.7917	18.7917	28.7917
			60	80	100
4	30	240	28.2509	38.2509	38.2509
5	36	90	28.2825	8.2825	-11.717
6	45	268	26.47	26.47	16.47
7	136	384	22.4726	22.4726	32.4726
Tardiness					-25.025
Earliness			191.658	161.688	154.694
Total			191.658	161.688	177.729

**Tabel 6. Biaya Tardiness dan Earliness**

Job	D		
	60	80	100
1	Rp.351.6319	Rp. 106.4251	Rp.17.658,75
2	Rp.138.941	Rp. 184.641	Rp. 181.641
3	Rp.102.498	Rp.66.898	Rp. 102.498
4	Rp.150.859	Rp.204.359	Rp.204.259
5	Rp. 161.775	Rp.47.3739	Rp.8.787,75
6	Rp.294.146	Rp.291.146	Rp.181.146
7	Rp.249.445	Rp.249.445	Rp.260.445
Tardiness	Rp.0	Rp.0	Rp.26.456,5
Earliness	Rp.1.492,49	Rp.1.153,4	Rp.1.035,303
Total	Rp.1.492,49	Rp.1.153,4	Rp.27.491,80

Hasil penjadwalan dengan algoritma time window telah didapat, maka gannt chart bisa dibuat sesuai dengan jadwal.

**3.2 Pengolahan Data Dengan Algoritma Genetika**

Hasil penjadwalan dari algoritma time window dengan nilai D terpilih (dibuat gannt chart), selanjutnya job yang berada pada tiap time window sesuai gannt chart dijadwalkan dengan algoritma genetika.

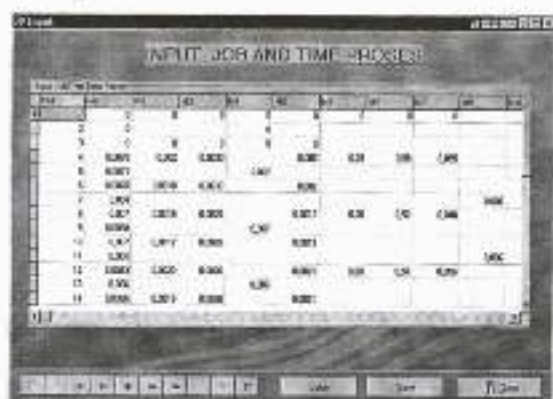
Untuk menyelesaikan kasus yang dihadapi, algoritma genetika di buat dalam sebuah program aplikasi komputer dengan Borland Delphi 6.0. Terdiri dari 3 tampilan form(gambar 2, 3 dan 4). Waktu komputasi yang dibutuhkan relatif kecil, untuk menyelesaikan masalah ini dibutuhkan waktu kurang dari 1 menit.

Setting parameter algoritma genetika (gambar 4) yang digunakan dalam penelitian untuk masing-masing time window adalah :

- a) Generasi = 80
- b) Ukuran Populasi (N) = 75
- c) P. Mutasi = 0.1
- d) P. Crossover = 0.3



**Gambar 2. Dialog Menu Utama Program**



Gambar 3. Dialog Masukan Waktu Proses



Gambar 4. Dialog Masukan Parameter Genetika Dan Hasil Jadwal Mesin

Hasil urutan job untuk masing- masing time window adalah :

a) Time window 1

{(2,21,7,10,12,14,17,3,8,18,15,6,13,11,9,19,4,5,16,20,1,22)(3,4,1,18,8,19,12,10,6,16,14,21)(19,8,14,12,4,6,18,20,3,16,10,1,21)(9,13,1,5,17,16,3,2,18)(3,18,14,19,16,8,4,6,1,10,12,21)(4,1,16,8,12,19)(4,8,1,16,12,19)(1,4,12,8,16)(7,15,22)(19)(21,17,8,4,14,6,7,15,2,10,11,12,9,3,13,1,5,20,16,18,19,22)(9,5,20,17,13,11,7,22)}, makespan : 6.509 jam

b) Time window 2

{(13,20,21,9,4,11,10,8,5,6,15,7,12,14,19,22)(8,12,14,10,4,6,19,21)(12,8,19,20,4,6,10,14,21)(9,5,13)(8,6,14,10,19,4,12,21)(4,12,8,19)(12,8,4,19)(4,8,12)(7,11,15,22)(19)(7,10,11,12,19,15,5,20,21,9,8,6,13,14,22)(11,13,15,5,9,20,7,22)}, makespan : 4,474 jam

c) Time window 3

{(19,5,10,7,22,9,11,14,25,23,6,8,13,20,21,12,4,24,15,26)(21,4,12,10,8,14,6,23,19,25)(12,6,8,14,23,10,21,20,4,19,25)(13,5,9,24)(8,14,6,19,21,10,4,12,2,3,25)(4,8,12,19,23)(8,4,12,19,23)(4,8,12)(7,15,22,26)(19,23)(14,5,9,7,12,8,25,4,20,13,21,15,19,6,11,22,24,23,10,26)(20,7,13,11,22,5,9,15,24,26)}, makespan : 3.862 jam

d) Time Window 4

{(14,6,22,12,13,7,15,25,5,24,23,19,20,21,26,4)(6,21,14,12,19,23,25,4)(6,19,12,21,14,20,23,25,4)(13,5,24,)(6,14,12,23,19,21,25,4)(19,12,23,4)(19,12,2,3,4)(12,4)(22,15,7,26)(19,23)(6,15,22,12,7,14,13,24,19,21,20,23,5,25,26,4)(13,5,24,15,20,7,22,26)}, makespan : 3,704 jam

e) Time window 5

{(24,5,13,7,12,15,4,6,20,14,23,22,21,19,25,26)(4,6,21,14,19,12,23,25)(14,12,20,19,21,4,6,23,25)(5,13,24)(4,21,12,14,6,19,23,25)(19,12,4,23)(4,19,12,23)(4,12)(15,7,22,26)(19,23)(19,15,14,13,12,5,6,21,20,4,23,22,7,19,24,23,25,26)(20,24,13,22,5,7,15,26)}, makespan : 4.044 jam

f) Time window 6

{(20,19,24,21,23,22,25,26)(23,19,21,25)(19,21,20,23,25)(24,)(23,21,19,25)(19,23,)(19,23)(22,26)(19,23)(20,21,22,25,24)}, makespan : 2, 185 jam

g) Time window 7 dan 8

{(24,25,23)(23,25)(23,25)(24)(23,25)(23)(23)(26)(23)(24,25,24,26)(24,26)}, makespan : 1,492 jam

#### 4. Analisis Hasil Penjadwalan

Penjadwalan yang dilakukan perusahaan (FCFS) menghasilkan nilai biaya tardiness dan earliness sebesar :

Job	Ti	Ci	T/Ei (jam)	T/Ei (hari)	Biaya Tardiness/Earliness
1	15	60	30	4	Rp. 367,80
2	20	180	60	7,5	Rp. 286,4
3	50	210	30*	4	Rp. 14.250,00
4	100	240	0	0	0
5	60	90	0	0	0
6	150	291	23*	2,87/3	Rp. 53.493,75
7	210	410	24*	3	Rp. 24.800,00
Tardiness			77	10	Rp. 82.534,75
Earliness			90	11,5	Rp. 654,20
Total			167	21,5	Rp. 83.188,95

Dibandingkan dengan penggunaan algoritma time window dengan nilai  $D = 80$ , dapat dilihat bahwa metode algoritma time window menghasilkan biaya minimum (tabel. 7)

**Tabel 7. Perbandingan Biaya Tardiness Dan Earliness**

Biaya (Rp)	D (jam)			
	Aktual	60	80	100
Tardiness	Rp. 82.534,75	Rp.0	Rp.0	Rp.26.456,5
Earliness	Rp. 654,20	Rp. 1.492,49	Rp.1.153,4	Rp.1.605,303
Total	Rp. 83.188,95	Rp.1.492,49	Rp.1.153,4	Rp.27.491,80

#### 4.1 Analisis Kepekaan Parameter Genetika

##### a) Ukuran Populasi

Menunjukkan jumlah kromosom (urutan pekerjaan) yang terbentuk pada setiap generasi. Semakin banyak kromosom maka calon solusi yang terbentuk akan semakin banyak, artinya probabilitas menemukan solusi optimal semakin besar.

##### b) Probabilitas Crossover

Jika nilai  $P_c$  yang diberikan kecil atau terlalu kecil maka pada saat generasi awal, populasi cenderung makin cepat konvergen. Hal ini karena makin berkurangnya variasi kromosom yang dihasilkan. Sedangkan jika nilai  $P_c$  yang diberikan terlalu besar atau besar maka pada saat generasi awal populasi cenderung makin divergen, hal ini karena makin bertambah variasi kromosom yang dihasilkan oleh operasi *crossover*.

##### c) Probabilitas Mutasi

Jika nilai probabilitas *mutasi* yang diberikan kecil atau sangat kecil maka distorsi yang terjadi semakin kecil dan sedikit, sehingga arah pencarian semakin jelas dan terarah pada suatu nilai tertentu. Hal ini disebabkan karena semakin sedikitnya variasi kromosom yang dihasilkan operasi *mutasi*. Sedangkan jika nilai  $P_m$  yang diberikan besar atau sangat besar maka distorsi yang terjadi semakin banyak dan besar, arah pencarian semakin random dan tidak terarah pada nilai tertentu hal ini dikarenakan semakin banyak variasi yang dihasilkan operasi *mutasi*

#### Kesimpulan

1. Pemanfaatan penjadwalan dengan pendekatan panjang time window ini tidak hanya memberikan manfaat perbaikan sistem pada penjadwalan dinamik, tetapi juga dapat meredakan kompleksitas dari permasalahan penjadwalan.
2. Penggunaan Algoritma time window dapat memberikan biaya optimal untuk tardiness dan earliness dengan panjang time window ( $D$ ) = 80 dan biaya Rp. 1.158,4.
3. Algoritma genetika mampu memberikan penyelesaian terhadap masalah penjadwalan job shop.
4. Algoritma genetika dikombinasikan dengan rolling time window untuk mengakomodasi penjadwalan mesin. Hasil algoritma genetika memberikan urutan job untuk tiap time window dengan makespan 6.509, 4.474, 3.862, 3.704, 4.044, 2.158 dan 1.492 jam

#### Daftar Pustaka

- Anas Ma'ruf, *Pengembangan metode Penjadwalan dengan Mempertimbangkan Alternatif Routing Proses Menggunakan Algoritma Genetika*. Thesis ITB. 1995.
- David D. Bedworth, James E Bailey *Integrated Production Control System* by John Wiley & Sons Inc. 1982, 1987.
- David E. Goldberg, *Genetic Algorithm in search, optimization and machine learning*, Reading Massachusetts, Addison Wesley Publishing Company, Inc. USA. 1989.
- Davis, Lawrence. *Handbook Of Genetic Algorithms*, New York Van Nostrand Reinhold. 1991.
- D W Fogarty, et al *Production and Inventory Management 2<sup>nd</sup> ed.* (Cincinnati-South-Western, 1991).
- Jhon E. Biegel *Pengendalian Produksi Suatu Pendekatan Kuantitatif*, Akademika Pressindo Jakarta 1992.
- Mitsuo. Gen, Runwei. Cheng, *Genetic Algorithms & Engineering Design*, by John Wiley & Sons Inc. 1997.
- Puspawardhani, Gianti, Ir., MT, *Diktat Kuliah Sistem Produksi*, Jurusan Teknik Industri
- Roy, Krisyanto, *Penjadwalan dengan menggunakan Algoritma Genetika*. Tugas Akhir, ITENAS. 1999.
- Ramdhani, S, *Aplikasi Penjadwalan Job Shop Dengan Menggunakan Metode Rolling Time Window*, Tugas Akhir. UNJANI. 2003.

S L Narasimhan, Denis W Mc. Leavy P J  
*Production Planning and Inventory Control*  
Bilington 2<sup>nd</sup> end. Prectice-hall International  
Inc. 1995, 1985.

Sun D dan Lin,L., 1994, *A Dynamic Job Shop  
Scheduling Framework : A Backward  
Approach*. Int. J. Prod Res Vol 32, No 4,  
967-985

Yosephine. S, *Model Penentuan Panjang Time  
Window Pada Penjadwalan Job Shop  
Dinamik*, Tesis Magister, program studi ITB  
2000.

Madcoms, Pemrograman Borland Delphi 7 (jilid  
1), Andi Yogyakarta. 2002

\* *Staf Pengajar Jurusan Teknik Industri  
UNJANI Bandung*

\*\* *Alumni Jurusan Teknik Industri UNJANI  
Bandung*

# STUDI PENGKAJIAN PEMANASAN PISTON SEPEDA MOTOR DENGAN MENGGUNAKAN AIR YANG DIBERI BATU GAMPING

Oleh :

Toto Triantoro ,Muhamad ,F

Jurusan Teknik Mesin UNJANI

Suku cadang sepeda motor biasanya ada dua pilihan yaitu produk original dan lokal sedangkan perbedaan yang utama adalah pada kualitas dan harga. Produk original kualitas baik tetapi harga sangat mahal sedangkan produk lokal kualitas dibawah original tetapi harga cukup murah. Biasanya pemakaian Piston lokal sering mengalami kemacetan saat dipakai pertama kali , yang sering dilakukan oleh montir adalah piston produk lokal tersebut pada saat akan digunakan direbus terlebih dahulu dengan air dan diberi batu gamping agar tidak terjadi kemacetan pada saat mesin dihidupkan pertama kali. Dari hasil pengkajian ini terjadi perubahan kekuatan pada piston tersebut dan akan menjadi peka terhadap panas sehingga piston tersebut cepat rusak.

## Pendahuluan

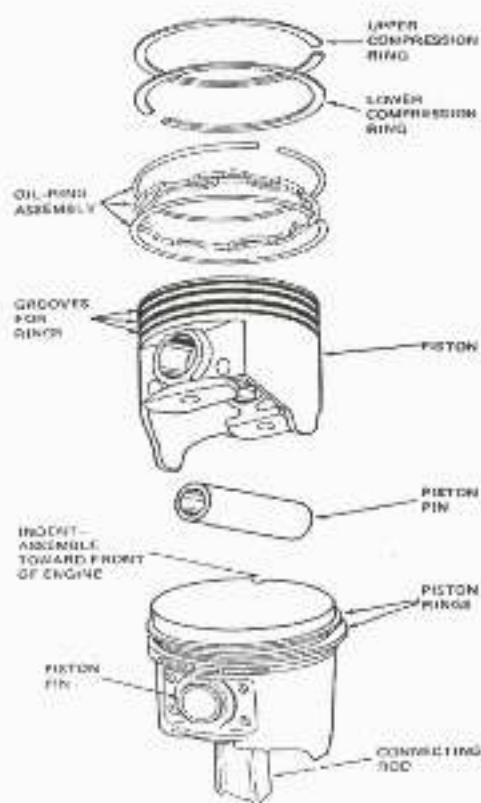
Piston produk lokal biasanya sering mengalami kemacetan pada saat pertama kali digunakan, penyebabnya adalah piston lokal besar pemuaiannya dibanding dengan dinding silindernya. Karena sebab itu maka para montir berusaha mengatasi dengan berbagai macam cara, salah satunya adalah dengan merebus piston menggunakan air yang diberi batu gamping dengan maksud agar molekul pada piston menjadi rapat sehingga tidak mudah memuai, tetapi akan mudah hancur bila bermasalah menurut salah satu artikel Tabloit Motor Plus no 197, Gramedia ,Jakarta ,5 Desember 2002.

Pada kenyataannya bahan piston lokal terbuat dari bahan paduan Aluminium, menurut pendapat beberapa ahli bahan bahwa dengan berjalannya waktu pada umumnya Aluminium paduan mengalami penuaan baik secara alami maupun penuaan temper

Pada studi kajian ini kami mencoba menganalisa fenomena yang terjadi pada piston produk original sebagai referensi dan piston produk lokal yang direbus dengan batu gamping maupun yang tidak menggunakan batu gamping sebagai pembuktian kebenaran dari artikel Tabloit Motor Plus tersebut dengan mengamati perubahan struktur mikronya maupun kekerasannya

## Dasar Teori

Piston dan silender pada *Spark Ignition Engine* adalah logam sumbat yang meluncur keatas dan kebawah didalam silender.karena ukuran piston yang lebih kecil dari dinding silender Pada saat terjadi pembakaran campuran bahan bakar dan udara piston berada pada batas bawah perjalanan . Pada perjalanan keatas , piston mendapat tekanan untuk menjerat campuran bahan bakar dan udara, busi membakar capuran tersebut sehingga terjadi tekanan yang sangat tinggi mengakibatkan terdorongnya piston turun , bergerakanya piston kebawah mengakibatkan sepanjang mesin bekerja



Gambar 1. Piston dan Ring Piston

#### Fungsi Dari Piston

Dalam silinder mesin, piston merupakan penerus gaya dan aksi yang diakibatkan oleh perubahan tekanan yang terjadi di kepala piston, di mana perubahan ini menyebabkan piston bergerak ke atas dan ke bawah didalam silinder, di mana hal ini dapat menimbulkan:

1. Menghasilkan vakum dalam silinder menyebabkan atmosfer menekan pada campuran udara dan bahan bakar dalam silinder. (langkah masuk)
2. Kompresi campuran bahan bakar dan udara (langkah kompresi)
3. Memindahkan tekanan pembakaran menggerakkan *Conecting road ke Chrank pin* (langkah kerja).
4. Membantu membersihkan gas hasil pembakaran pada silinder (langkah buang).

Piston memperlihatkan pentingnya *part* yang sederhana, tetapi piston sering dijadikan objek yang dipelajari secara intensif guna memperbaiki desain. Piston

harus tangguh saat menerima muatan inersia pada bearing saat minimum, tetapi harus kaku dan kuat saat mendapatkan tekanan tinggi dari hasil pembakaran.

#### Material Piston

Banyak panas yang dihasilkan pada jalur kerja piston, selama operasi panas menembus piston dan ring piston lalu diteruskan ke dinding silinder. Di mana pada mesin kecepatan tinggi menggunakan piston dari paduan besi kelabu yang beraneka ragam kelasnya, diantaranya ASTM A48 digunakan pada mesin besar dan A159 digunakan pada mesin kecil. Tidak lupa aluminium paduan antara lain paduan B 247, G121 A-T72 (paduan A132). Digunakan pada piston pesawat terbang. Seri permanen cetakan piston dibuat dari paduan 139 untuk Otomotif dan piston (132) untuk mesin kecil. Selama pembuatan, piston dilapisi oleh timah atau material lain. Hal ini memiliki tujuan pelapisan untuk membantu mencegah macet jika mesin pertama kali dihidupkan dan selama permulaan pemakaian. Dimana macet ini disebabkan oleh suhu kerja yang sangat tinggi sehingga piston, ring piston dan dinding silinder mengalami pemuaian atau pengelasan sendiri tanpa disengaja.

Pada studi pengkajian ini kami melakukan penelitian dengan menggunakan piston dari sepeda motor Suzuki Tornado yang terbuat dari material AC8A yang merupakan paduan dari aluminium.

Dari beberapa referensi maka diketahui bahwa material yang digunakan adalah paduan Al-Si. Dimana paduan tersebut termasuk pada paduan aluminium yang dinamakan silumin, dimana silumin ini sifat-sifatnya sangat diperbaiki oleh perlakuan panas dan sedikit diperbaiki oleh unsur paduan.

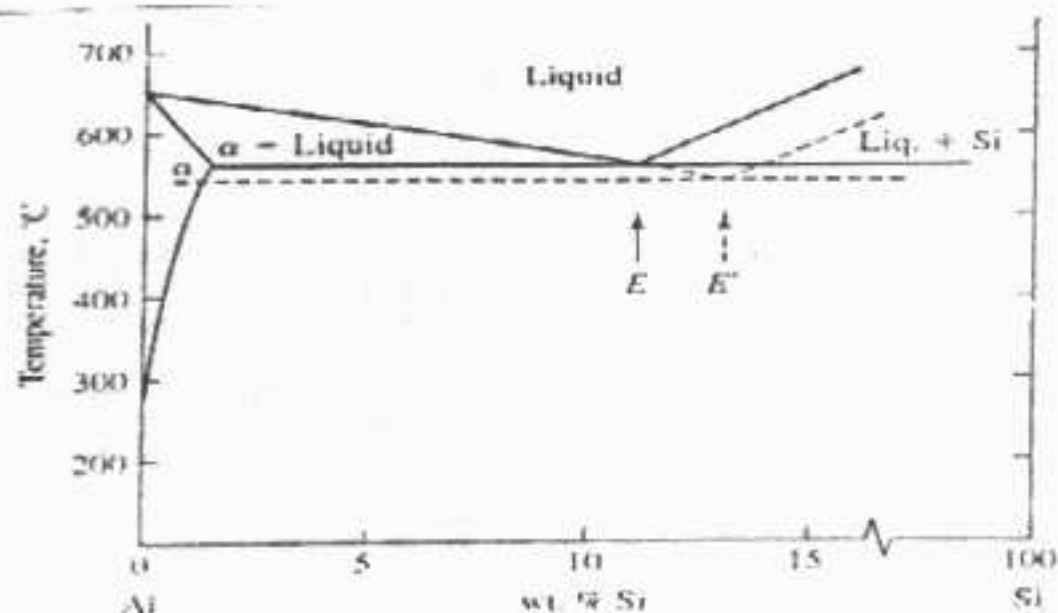
Silumin ini didapat dari paduan aluminium yang didinginkan pada cetakan logam, setelah cairan logam diberi natrium fluorida kira-kira 0,05%-1,1% kadar logam natrium, tampak temperatur eutektik meningkat kira-kira 15 °C, dan komposisi eutektik bergeser ke daerah kaya Si kira-kira 14%. Hal ini biasa terjadi pada paduan

hipereutektik seperti 11,7-14% Si, Si mengkristal sebagai kristal primer, tetapi karena perlakuan yang disebut diatas Al mengkristal sebagai kristal primer dan struktur eutektiknya menjadi sangat halus. Ini dinamakan struktur yang dimodifikasi. Sifat-sifat mekaniknya sangat diperbaiki. Fenomena ini ditemukan oleh A. Pascz tahun 1921 dan paduan yang telah diadakan perlakuan tersebut dinamakan silumin.

Sifat-sifat silumin sangat diperbaiki oleh perlakuan panas dan sedikit diperbaiki oleh unsur paduan. Umumnya dipakai paduan dengan 0,15-0,4%Mn dan

0,5%Mg. Paduan yang diberi perlakuan pelarutan dan dituakan dinamakan silumin  $\gamma$ , dan yang hanya ditemper saja dinamakan silumin  $\beta$ .

Gambar 2. menunjukkan diagram fasa dari paduan Al-Si. Ini adalah tipe eutektik yang sederhana yang mempunyai titik eutektik pada 577°C, 11,7%Si, larutan padat terjadi pada sisi Al. Karena batas kelarutan padat sangat kecil maka pengerasan penuaan sukar diharapkan.



Gambar 2 Diagram fasa Al - Si

### Batu Gamping dan Dolomit

Batu gamping tersebar luas di Indonesia. Secara kimia batu gamping terdiri atas kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ). Di alam tidak jarang batu gamping mengandung pula magnesium. Kadar magnesium yang tinggi batu gamping berubah menjadi batu gamping dolomitan atau dolomit dengan komposisi kimia  $\text{CaCO}_3$  dan  $\text{MgCO}_3$ . Secara geologi terjadinya memang berkaitan. Hasil penyelidikan hingga kini menunjukkan,

bahwa kadar kalsium oksida batu gamping di Jawa pada umumnya tinggi.

Selain sebagai bahan bangunan penggunaan batu gamping dewasa ini semakin luas, terutama bidang industri yang merupakan konsumen terbesar. Salah satu sebab diantaranya karena batu gamping merupakan sumber alkali yang murah, dipergunakan dalam bentuk kapur tohor ( $\text{CaO}$ ) atau kapur padam  $\text{Ca(OH)}_2$ . Tepung batugamping dalam bentuk kalsium karbonat murni ( $\text{CaCO}_3$ ) dipergunakan dalam industri cat, obat-

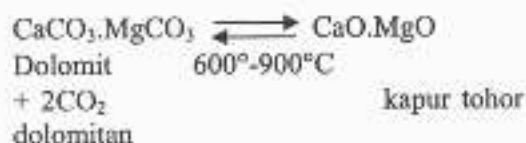
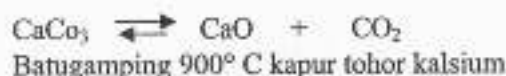


obatan, pengolahan karet, komponen mercon dan bahan peledak, bahan dasar tapal gigi, pengisi kertas rokok, dan masih banyak lainnya.

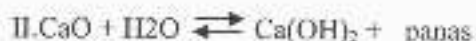
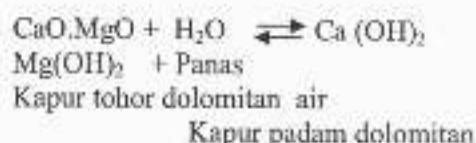
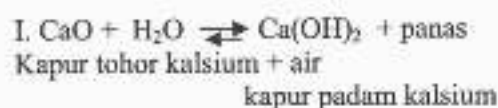
Selain magnesium batu gamping kerap kali tercampur dengan lempung atau pasir yang mengendap bersama-sama waktu pengendapan batu gamping itu. Berdasarkan persentasi zat yang mengotorinya di ketemukannya batu gamping dolomitan, jika yang mencampurinya unsur magnesium; batu gamping lempungan, jika komponen lempung menjadi penting; batu gamping pasir, jika mengandung cukup banyak pasir; dan seterusnya.

Seperti telah dikemukakan, pemakaian batu gamping baik dalam bidang bangunan maupun industri pada umumnya adalah dalam bentuk kapur tohor (CaO) ataupun kapur padam (Ca(OH)<sub>2</sub>). Dalam negara industri yang telah maju pemakaian kapur tohor atau padam ini menempati tempat kedua dalam jumlah banyaknya pemakaian, sedangkan tempat pertama diduduki oleh asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

Kapur tohor (quicklime) dihasilkan dari batugamping yang dikalsinasikan, yaitu dipanaskan dalam dapur pada suhu antara 600 sampai dengan 900°C dengan reaksi sebagai berikut:



Kapur tohor ini bila disiram dengan air akan menghasilkan kapur padam (*hydrated/slaked quicklime*) dengan mengeluarkan panas dengan reaksi sebagai berikut:



### Pelaksanaan penelitian

Pada penelitian ini di gunakan benda uji yaitu piston lokal dari sepeda motor Suzuki RC 110 dengan ukuran standar atau *oversize* nol dengan merek dagang *Izumi*, yang bila diperlukan akan dipotong-potong.

Batu gamping yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah batu gamping (*limestone*) yang telah di kalsinasikan menjadi kapur tohor (*quicklime*) dimana batu gamping tersebut mengandung kadar CaCO<sub>3</sub> sebesar 56% dan tanpa mengandung MgO sehingga dapat diklasifikasikan sebagai kapur tohor kalsium tetapi komposisi kimianya setelah mengalami kalsinasi tidak diketahui karena belum ada penyelidikan tentang hal tersebut di Indonesia

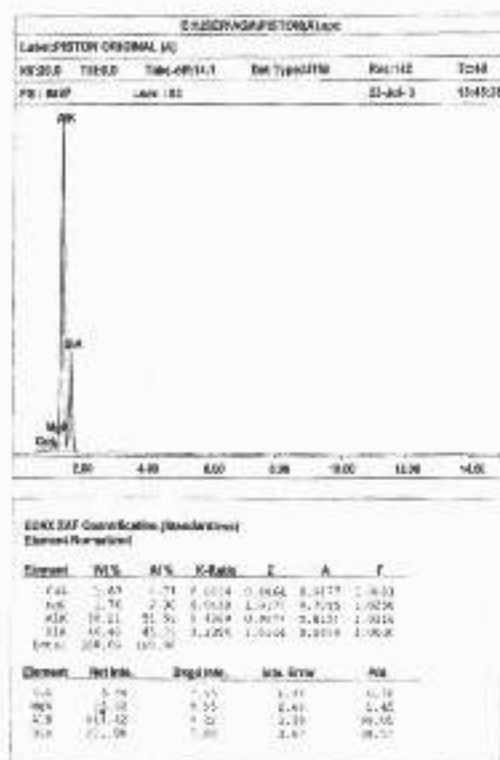
Batu gamping yang dipergunakan dalam penelitian ini berasal dari tagog apu padalarang.

### Data penelitian

Dalam Penelitian ini dilakukan proses pengujian komposisi kimia pada piston original dan lokal sebelum dikenai proses pemanasan tambahan.

Pada saat pengujian kami menggunakan metoda SEM / EDAX dengan menggunakan alat uji SEM / EDAX Philips XL-20 dan berhasil mengetahui komposisi dari material produk piston original maupun produk piston lokal yang kami uji dengan hasil komposisi unsur aluminium piston lokal lebih besar dari pisto original sedangkan unsur lainnya yaitu : Cu, Mg, Si Piston original lebih besar kadarnya dibanding dengan Piston lokal seperti yang ditampilkan pada data pengujian SEM / EDAX seperti pada data dibawah berikut ini:

Data komposisi kimia piston original



Pengujian ini dilakukan dengan cara memotong Piston menjadi dua bagian dan dilakukan pengujian *metallografi* pada bagian permukaan luar (b) dan permukaan dalam (a) seperti pada gambar :



Gambar3. Posisi pengujian *Metallografi*

Proses pemotongan pada piston sebelum dilihat struktur mikronya dilakukan dengan menggunakan *abrasive cutter "Samplemet" Buchler* dimana proses penghalusan permukaan menggunakan *Belt Surfacer "Duomet" Buchler*, proses polishing dengan menggunakan mesin *Ecomet "III" Buchler* dan proses pengamatan dan pengambilan gambar dengan perbesaran 200x pada benda kerja yang dietsa dengan *Keller's Reagent* menggunakan *Metaphot UFX II Nikon*.

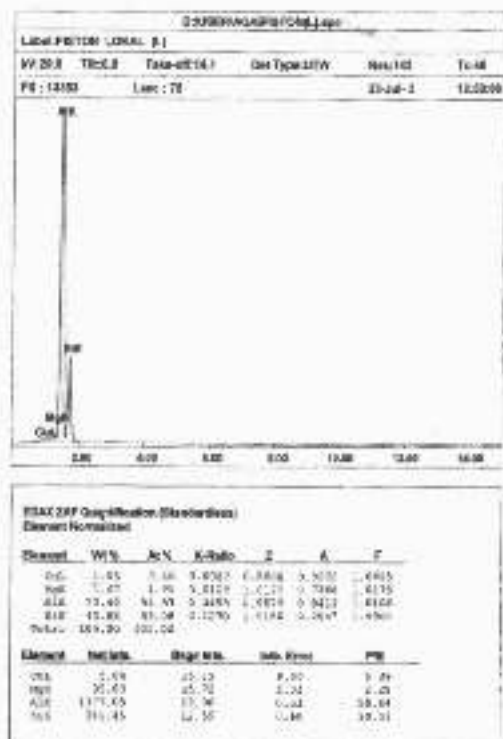
Adapun gambar struktur mikro dari piston original adalah sebagai berikut



Etsa kellers Reagent Pembesar 200X

Gambar 4., Struktur mikro dari piston original dengan posisi a, dengan struktur terdiri dari silicon (kecil, angular partikel kelabu dalam eutectic dan yang besar partikel primer) dan  $Mg_2Si$  (pemulihan

Data komposisi kimia piston lokal



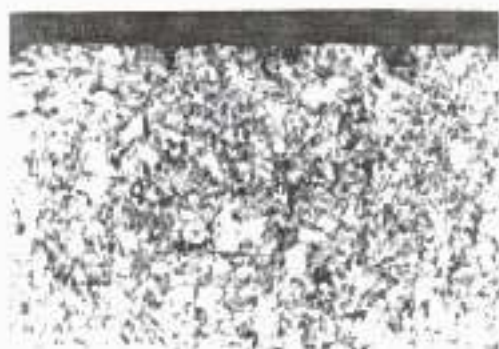
hitam) dimana material ini telah dibubuhi fosfor saat cair guna menyempurnakan ukuran dari partikel silicon primer.



Etsa Kellers Pembesaran 200X

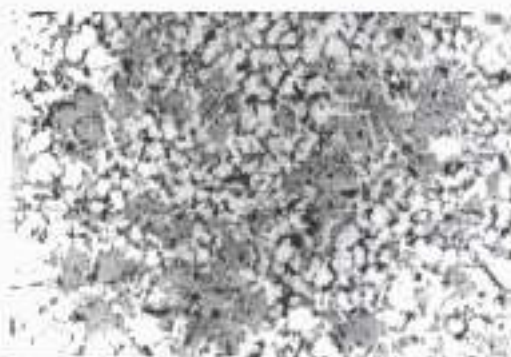
Gambar 5. Struktur mikro piston original pada posisi b dengan struktur terdiri dari silicon (kecil, angular partikel kelabu dalam eutectic dan yang besar partikel primer) dan  $Mg_2Si$  (pemilihan hitam) dimana material ini telah dibubuhi fosfor saat cair guna menyempurnakan ukuran dari partikel silicon primer

Hasil uji struktur mikro yang dilakukan pada piston lokal yang belum dikenai proses pemanasan ulang dapat dilihat pada gambar berikut:



Etsa kellers Reagent Pembesar 200X

Gambar 6. Struktur mikro piston yang belum dikenai proses pemanasan ulang pada posisi a dengan struktur terdiri dari silicon (kecil, angular partikel kelabu dalam eutectic dan yang besar partikel primer) dan  $Mg_2Si$  (pemilihan hitam) dimana material ini telah dibubuhi fosfor saat cair guna menyempurnakan ukuran dari partikel silicon primer.



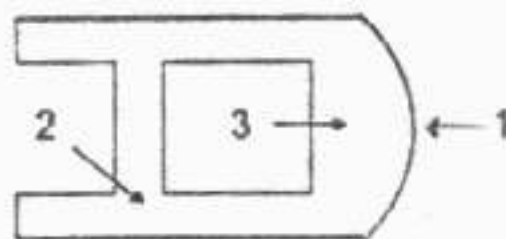
Etsa Kellers Reagent Pembesaran200X

Gambar 7. Struktur mikro piston lokal yang belum dikenai proses pemanasan ulang pada posisi b dengan struktur terdiri dari silicon (kecil, angular partikel kelabu dalam eutectic dan yang besar partikel primer) dan  $Mg_2Si$  (pemilihan hitam) dimana material ini telah dibubuhi fosfor saat cair guna menyempurnakan ukuran dari partikel silicon primer

Kekerasan Piston Original dan Piston Lokal Yang Belum Dikenai Proses Pemanasan ulang

Proses pengujian kekerasan ini menggunakan cara pengujian Vickers pada permukaan luar (1) dan dalam (2 dan 3) dengan beban pengujian 200 gram dengan waktu pembebanan 15 detik, jarak tiap titik 0,5 mm dengan menggunakan alat

Digital Microhardness Tester "Micromet II" Buchler, posisi seperti pada gambar: dibawah



Gambar 8 posisi pengujian kekerasan

Adapun hasil pengujian kekerasan pada piston original dan lokal yang belum dikenai proses pemanasan ulang tampak pada tabel berikut ini:

Tabel 1 hasil kekerasan pada piston original dan piston lokal yang belum proses pemanasan ulang

Kekerasan Pada	Piston	
	Original	Lokal
Posisi	IIV	HV
1	106,5	114,8
	109,7	116,6
	106,7	129,1
Rata-rata	107,6	120,2
2	118,1	154,8
	117,8	140,7
	120,2	139,3
Rata-rata	118,7	144,9
3	116,6	125,1
	110,2	123,3
	114,8	121,7
Rata-rata	113,9	123,4

Proses Pemanasan Piston dengan menggunakan air yang diberi batu gamping.

Proses pemanasan piston ini dilakukan pada :

Suhu ruangan : 25,5°C

Suhu awal air : 24°C

Volume air : 500cc

Berat gamping: 100 gram

Umur gamping: dikeluarkan dari tungku dan didinginkan diudara terbuka selama 18 jam dan disimpan dalam keadaan tertutup selama 88 jam.

Dimensi tempat pemanasan : D = 11,5 cm

T = 15,5 cm

Waktu pemanasan :

Tabel 2 Rentang waktu pemanasan alami batu gamping

Suhu (°c)	Waktu (menit)
24	0
30	5,25
35	6,5
40	9,25
45	13,22
50	20,55
63	21,05

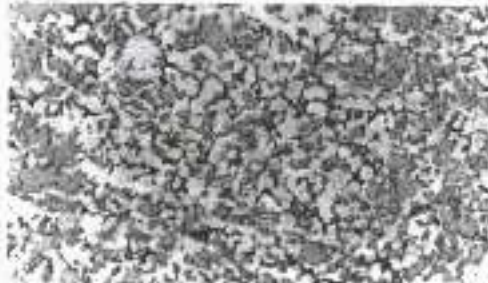
Tabel 3 rentang waktu pendinginan alami batu gamping

Suhu (o)	Waktu ( menit)
63	19,9
55	29,5
50	37,92
45	50,58
40	75,33
35	98,06
30	136,25
24	315,83



Etsa kellers Reagent Pembesaran 200X

Gambar 9 Struktur mikro piston lokal yang dipanaskan dengan menggunakan air yang diberi batu gamping pada posisi a dengan struktur terdiri dari silicon (kecil, angular partikel kelabu dalam eutectic dan yang besar partikel primer) dan Mg<sub>2</sub>Si (pemilihan hitam) dimana material ini telah dibubuhi phospor saat cair guna menyempurnakan ukuran dari partikel silicon primer



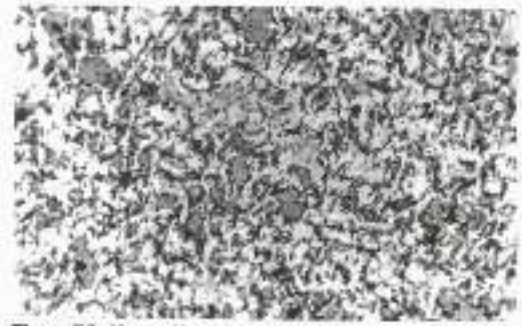
Etsa kellers Reagent Pembesaran 200X

Gambar10 Struktur mikro dari piston lokal yang dipanaskan dengan menggunakan air yang diberi batu gamping pada posisi b dengan struktur terdiri dari silicon (kecil, angular partikel kelabu dalam eutectic dan yang besar partikel primer) dan  $Mg_2Si$  (pemilihan hitam) dimana material ini telah dibubuhi fosfor saat cair guna menyempurnakan ukuran dari partikel silicon primer



Etsa kellers Reagent Pembesaran 200X

Gambar .11. Struktur mikro dari piston lokal yang dipanaskan dengan menggunakan air tanpa gamping pada posisi a, dengan struktur terdiri dari silicon (kecil, angular partikel kelabu dalam eutectic dan yang besar partikel primer) dan  $Mg_2Si$  (pemilihan hitam) dimana material ini telah dibubuhi fosfor saat cair guna menyempurnakan ukuran dari partikel silicon primer



Etsa Kellers Reagent pembesaran 200X

Gambar 12 Struktur mikro dari piston lokal yang dipanaskan dengan menggunakan air tanpa batu gamping pada posisi b dengan struktur terdiri dari silicon (kecil, angular partikel kelabu dalam eutectic dan yang besar partikel primer) dan  $Mg_2Si$  (pemilihan hitam) dimana material ini telah dibubuhi fosfor saat cair guna menyempurnakan ukuran dari partikel silicon primer

Kekerasan Piston Lokal Yang Dikenai Proses Pemanasan Dengan Menggunakan Air Yang Diberi Batu Gamping Dan Tanpa Batu Gamping

Proses pengujian kekerasan ini menggunakan cara pengujian Vickers pada permukaan luar posisi 1 dan dalam posisi 2 dan 3 dengan beban pengujian 200 gram dengan waktu pembebanan 15 detik, jarak tiap titik 0,5 mm dengan menggunakan alat

*Digital Microhardness Tester "Micromet II" Buehler*, posisi seperti pada gambar:

Adapun hasil pengujian kekerasan pada piston ini tampak pada tabel berikut ini:

Tabel 4. Harga kekerasan pada piston lokal yang dipanaskan dengan menggunakan air yang diberi batugamping dan tanpa batu gamping

Kekerasan Piston Yang Mengalami Pemanasan	Yang Menggunakan	
	Gamping	Tanpa Gamping
Posisi	HV	HV
1	128,6	121,7
	129,3	116
	127,9	122,8
Rata-rata	128,6	120,2
2	145,4	114,2
	131,5	128,9
	134,6	140,7
Rata-rata	137,2	127,9
3	131,3	131
	141,2	121,9
	131,3	131
Rata-rata	134,6	128

## Pembahasan

Pada penelitian ini dilakukan dua jenis pemanasan, yaitu pemanasan dengan menggunakan air yang diberi batu gamping dan pemanasan dengan cara memanaskan air yang menggunakan panas api.

Setelah dilakukan proses diatas maka diketahui bahwa waktu yang diperlukan untuk mencapai suhu tertinggi yaitu dengan metoda air yang dipanaskan dengan panas api. Didapatkan pula bahwa lama air yang diberi batu gamping pada suhu tertinggi lebih lama dari pada air yang dipanaskan dengan menggunakan panas api dan laju pendinginan pemanasan piston dengan air yang diberi batu gamping lebih lambat dibandingkan pendinginan dengan menggunakan air saja.

Dari hasil uji *metallografi* terlihat adanya perbedaan-perbedaan yang terjadi seperti diatas

Pada material piston original pada posisi a (seperti pada gambar) logam pencampur sangat menyebar dengan ukuran butir kecil atau halus yang terdiri dari silicon (kecil, angular partikel kelabu dalam eutectic dan yang besar partikel primer) dan  $Mg_2Si$  (pemilihan hitam) dimana material ini telah dibubuhi fosfor saat cair guna menyempurnakan ukuran dari partikel silicon primer dimana besar butir Silicon primernya lebih besar dari komponen lainnya, pada posisi b pun sangat menyebar dan butiran kecil atau halus dimana terdiri dari dimana silikon primer lebih besar butirnya dari butiran unsur lainnya.

Pada permukaan material piston lokal yang belum dikenai pemanasan tambahan pada posisi a tampak butir sangat halus tetapi sejumlah komponen pencampurnya menyebar tetapi kurang menyebar dibandingkan dengan komponen pencampur material piston original dimana material ini tersusun d dari silicon (kecil, angular partikel kelabu dalam eutectic dan yang besar partikel primer) dan  $Mg_2Si$  (pemilihan hitam) dimana material ini telah dibubuhi fosfor saat cair guna menyempurnakan ukuran dari partikel silicon primer dengan silicon partikel primer lebih kecil ukurannya dari yang terdapat pada piston original, pada posisi b tampak butir agak besar tetapi menyebar komponen pencampur materialnya yang terdiri dari dari silicon (kecil, angular partikel kelabu dalam eutectic dan yang besar partikel primer) dan  $Mg_2Si$  (pemilihan hitam) dimana material ini telah dibubuhi fosfor saat cair guna menyempurnakan ukuran dari partikel silicon primer dan komponen silicon butir primernya lebih kecil butirannya dibandingkan dengan yang terdapat pada piston original.

Pada material piston lokal yang dikenai proses pemanasan dengan air menggunakan panas api dan didinginkan alami didalamnya, tampak posisi a butiran agak kasar atau besar dibandingkan dengan atom piston lokal yang belum dikenai proses tambahan dengan posisi

tersebar serta tampak tersusun antara lain dari silicon (kecil, angular partikel kelabu dalam eutectic dan yang besar partikel primer) dan  $Mg_2Si$  (pemilihan hitam) dimana material ini telah dibubuhi fosfor saat cair guna menyempurnakan ukuran dari partikel silicon primer butir atom sangat halus dan menyebar komponen pencampurnya yang tampak pada penyebaran  $Mg_2Si$ .

Pada material piston yang dipanaskan dengan air yang diberi batu gamping, pada posisi a butir sangat besar serta tidak menyebar dimana terdiri dari silicon (kecil, angular partikel kelabu dalam eutectic dan yang besar partikel primer) dan  $Mg_2Si$  (pemilihan hitam) dimana material ini telah dibubuhi fosfor saat cair guna menyempurnakan ukuran dari partikel silicon primer

dan b butiran sangat kasar tetapi komponen pencampurnya kurang menyebar dari silicon (kecil, angular partikel kelabu dalam eutectic dan yang besar partikel primer) dan  $Mg_2Si$  (pemilihan hitam) dimana material ini telah dibubuhi fosfor saat cair guna menyempurnakan ukuran dari partikel silicon primer

Penyebaran dan pemusatan butir disebabkan oleh besar butir komponen yang dicampurkan pada logam paduan, dimana semakin tersebar butir tersebut akan memberikan efek semakin kecilnya efek pengerasan pada paduan tersebut saat dilakukan proses pengerasan lagi. Paduan aluminium yang telah dituangkan paka terhadap panas dan akan mengalami pelunakan dan penurunan kekuatan saat dikenai panas yang besarnya  $150^{\circ}C$  atau lebih.

Nilai kekerasan piston original dari tepi material ke arah tengah material pada posisi 1 semakin rendah dimana pada posisi 2 kekerasannya semakin dalam semakin tinggi nilai kekerasannya, sedang pada posisi 3 nilai kekerasan dari tepi ke tengah material semakin menurun dimana nilai kekerasan rata-ratanya lebih rendah yaitu posisi 1 107,6 HV posisi 2 118,7 HV posisi 3 113,9 HV dari piston lokal yang belum dikenai proses tambahan yaitu

posisi 1 120,2 HV posisi 2 144,9 HV posisi 3 123,4 HV dimana nilai kekerasannya dari tepi ketengah semakin naik pada posisi 1, sedangkan pada posisi 2 nilai kekerasan dari tepi ketengah material semakin menurun dan pada posisi 3 kekerasan materialnya dari tepi ketengah material semakin menurun.

Nilai kekerasan piston yang dipanaskan dengan air yang diberi panas api dari tepi ke tengah materialnya pada posisi 1 semakin keras, pada posisi 2 nilai kekerasan dari tepi ke tengah semakin keras, dan pada posisi 3 nilai kekerasan dari tepi ke tengah relatif tetap sama besar

Nilai kekerasan pada piston lokal yang dipanaskan dengan menggunakan air yang diberi batu gamping dari tepi ke tengah pada posisi 1 semakin lunak, pada posisi 2 dari tepi ketengah semakin melunak serta pada posisi 3 dari tepi ke tengah nilai kekerasannya relatif tetap, .

Nilai rata-rata kekerasan piston lokal yang telah dikenai proses pemanasan dengan air menggunakan panas api lebih keras dari piston lokal yang belum dikenai proses tambahan yaitu posisi 1 120,2 HV posisi 2 127,9 HV posisi 3 128 HV tetapi lebih lunak dari pada piston yang dipanasi dengan menggunakan air yang diberi batu gamping yaitu posisi 1 128,6HV posisi 2 137,2HVposisi 3 134,6 HV. Nilai kekerasan piston yang direbus dengan menggunakan batu gamping pada posisi 1 dan 3 nilai rata-ratanya naik sedangkan pada posisi 2 nilai rata-ratanya menjadi turun dibandingkan dengan piston lokal yang belum dikenai proses pemanasan.

## Penutup :

Pada penelitian ini dapat diketahui bahwa material piston yang digunakan baik pada piston original maupun piston lokal yang digunakan pada saat penelitian adalah aluminium silikon yang dibubuhi fosfor pada saat masih cair.

Butir atom pada piston lokal pada posisi a lebih halus dari piston original, piston lokal yang dikenai proses pemanasan dengan air menggunakan panas api dan didinginkan secara alami

didalamnya butiran atom lebih kasar, tetapi piston yang direbus dengan air yang diberi batu gamping butir atomnya paling kasar.

Pada posisi b butir atom piston yang dipanaskan dengan air menggunakan panas api lebih halus dari piston original, piston lokal dan piston lokal yang direbus dengan air yang diberi batu gamping.

Pengujian kekerasan

Nilai kekerasan rata-rata piston original lebih rendah dari piston lokal baik yang dipanaskan maupun yang tidak dipanaskan

Nilai kekerasan rata-rata piston lokal yang dipanaskan dengan menggunakan air yang diberi batu gamping lebih besar dari piston-piston lain dalam pengujian ini pada posisi 1 dan 3 sedangkan pada posisi 2 lebih rendah dari piston lokal yang belum dikenai proses.

Setelah dilakukan studi pengkajian penelitian ini maka disarankan pada saat melakukan penggantian piston produk lokal agar tidak menggunakan metode ini sebab pada produk piston lokal yang telah mengalami proses perebusan air dengan diberi batu gamping akan menjadi peka terhadap panas dan akan mengalami perubahan kekuatan dan kekerasan yang sangat besar. dan piston akan mengalami proses penuaan dan akan melunak pada suhu 150°C atau di atasnya, sehingga piston cepat rusak.

#### Daftar Pustaka

1. Course, William H and Anglin, Donald L, *Otomotiv Enggine, Seventh Edition*, Mc Graw-Hill Inc, Newyork, 1976.
2. Course, Wiliam H, *Automotive Mechanic, 8<sup>th</sup> Edition*, Tata-MC Graw-Hill, Newdelhi, 1981.
3. Gruber, Schometz, Pengetahuan Bahan dan Pengerjaan Logam, Angkasa, Bandung, 1972,
4. Henkel and Pense, *Structure and Properties of Engineering Material, Fifth edition*, Mc Graw-Hill, Singapura, 2002.
5. Mehl Robert F, Lyman, Taylor, *Metal Hand Book Atlas of Microstructures of Industrial Alloys Vol 7, 8<sup>th</sup> Edition*, American Society for Metal, Metal Park Ohio 44073, 1972.
6. Morgan, Oscar G, *ASME Metal Hand Book Metal Engineering Design, Secound Edition*, Mc Graw-Hill Book Company, Newyork.
7. Publikasi Teknik-Seri Geologi Ejonomi No. 8 Batu Gamping Dan Dolomit Di Indonesia, Direktorat Jenderal Pertambangan Umum Departemen Pertambangan, 1977.
8. Surdia, Tata Prof. Ir. Met. E. dan Saito Shinroku Prof. DR., Pengetahuan Bahan Teknik, Cetakan ketiga, Pradnya Paramita, Jakarta, 1995.
9. Tabloid Motor Plus No. 197, Gramedia, Jakarta , 5 Desember 2002.
10. Frederick C Nash dalam bukunya *Otomotive Technology, Secound edition*, terbitan Mc Graw- Hill Rycson Limited, Canada.



## PENJADWALAN PRODUKSI N JOB M MESIN SERI PARALEL STUDI KASUS PT. KURNIA TEKNIK

Oleh :

Rinto Yusriski, Gianty Puspawardhani

Jurusan Teknik Industri Bandung

PT. Kurnia Teknik merupakan salah satu industri kecil yang bergerak di bidang pembuatan produk-produk metal dengan tingkat variasi produk yang tinggi. Saat ini produk-produk yang dihasilkan perusahaan lebih dititik beratkan pada pesanan-pesanan dari industri garmen.

Prosedur penjadwalan yang diterapkan berdasarkan penilaian prioritas perusahaan terhadap pelanggan. Prioritas yang selama ini diterapkan perusahaan adalah mendahulukan pesanan yang sering dipesan. Perusahaan pun mempertimbangkan menyelesaikan pesanan berdasarkan batas waktu penyelesaian paling dekat (*due date* terkecil).

Pada penelitian ini diusulkan algoritma penjadwalan untuk memecahkan permasalahan penjadwalan pada perusahaan yang memiliki kriteria sistem produksi N Job M Mesin Seri-Paralel dengan kriteria performansi yang ditetapkan yaitu meminimasi jumlah pesanan yang terlambat serta mendapatkan harga rata-rata waktu pesanan terlambat yang minimal.

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang Masalah

PT. Kurnia Teknik merupakan salah satu industri kecil yang bergerak di bidang pembuatan produk-produk metal dengan tingkat variasi produk yang tinggi. Saat ini produk-produk yang dihasilkan perusahaan lebih dititik beratkan pada pesanan-pesanan dari industri garmen.

Berdasarkan kondisi shop yang digunakan perusahaan termasuk ke dalam kondisi shop n job m mesin seri-parallel dengan aliran proses *job shop*, yaitu *pure job shop* yang menyatakan sejumlah job mempunyai flow yang sama, dan tidak ada job yang sama melewati mesin yang sama sebanyak dua kali atau lebih.

Prosedur penjadwalan yang diterapkan berdasarkan penilaian prioritas perusahaan terhadap pelanggan. Prioritas yang selama ini diterapkan perusahaan adalah mendahulukan pesanan yang sering dipesan. Perusahaan pun mempertimbangkan menyelesaikan pesanan berdasarkan batas waktu

penyelesaian paling dekat (*due date* terkecil).

Akibat dari sistem prioritas penjadwalan ini, perusahaan sering mengalami keterlambatan dalam menyelesaikan produk yang lain.

Dalam penelitian ini penulis mengusulkan algoritma penjadwalan untuk memecahkan permasalahan penjadwalan pada perusahaan yang memiliki kriteria sistem produksi N Job M Mesin Seri-Paralel, dengan melakukan perbaikan dari beberapa metoda penjadwalan yang telah dilakukan pada penelitian sebelumnya.

#### Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka penulisan Laporan Penelitian ini akan membahas mengenai :

- *Bagaimana pengurutan pesanan dengan menggunakan metoda penjadwalan usulan untuk memecahkan permasalahan yang dihadapi perusahaan yaitu meminimasi jumlah*

pesanan yang terlambat serta meminimasi rata-rata waktu keterlambatan seluruh pesanan yang dijadwalkan ?

### Tujuan Penelitian

Penelitian terhadap sistem penjadwalan pada PT. Kurnia Teknik ini dilakukan untuk :

1. Melakukan penjadwalan terhadap pesanan yang datang pada perusahaan.
2. Mengukur performansi penjadwalan dengan kriteria minimasi jumlah pesanan yang terlambat dan rata-rata waktu keterlambatan pesanan.

### Batasan Masalah

Agar proses analisa lebih terarah, maka terdapat batasan masalah sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan pada PT. Kurnia Teknik
2. Objek penelitian adalah produk-produk yang dipesan pada bulan Agustus
3. Fokus penelitian tidak memperhatikan waktu pesanan sampai ketangan konsumen, tapi dibatasi pada waktu penyelesaian setiap lot produksi yang siap dikirimkan.

### Asumsi

Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Tidak terjadi penambahan pesanan pada saat penjadwalan pesanan.
2. Tidak terdapat hambatan dari segi mesin dan pekerja yang dapat mengganggu kelancaran proses produksi.
3. Tidak ada hambatan dalam penyediaan bahan-bahan dan alat yang digunakan.
4. Tidak terdapat perubahan pada spesifikasi pekerjaan dan batas waktu pencahannya.
5. Tidak terjadi kerusakan pada berbagai unit produk yang berakibat perlunya pengulangan operasi.
6. Tidak terjadi penundaan operasi untuk pekerjaan lain akibat tekanan pihak

pelanggan untuk mempercepat waktu penyelesaian salah satu pekerjaan.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Identifikasi Masalah

Pada penelitian ini yang menjadi kajian masalah adalah Sistem penjadwalan mesin pada PT. Kurnia Teknik.

Dalam tahap ini telah dapat diidentifikasi bahwa penyebab dari masalah yang dihadapi perusahaan adalah karena perusahaan memiliki kesulitan dalam memilih job prioritas yang harus terlebih dahulu dijadwalkan serta kurangnya pengendalian *flow line* pada pesanan yang dijadwalkan.

### Identifikasi Variabel Penelitian

Identifikasi variabel penelitian dilakukan untuk mengetahui variabel-variabel yang berpengaruh pada masalah penjadwalan yang dihadapi perusahaan. Terdapat beberapa variabel yang berpengaruh dalam penjadwalan.

#### 1. Karakteristik Pesanan

Pesanan yang datang pada perusahaan berbentuk lot (lebih dari satu buah) dengan tingkat kedatangan sesuai permintaan konsumen (job order).

#### 2. Klasifikasi Masalah Penjadwalan

Penjadwalan yang berlaku di perusahaan adalah  $n$  job  $m$  mesin seri dan paralel.

#### 3. Batasan Penjadwalan

Masalah penjadwalan pada perusahaan disertai dengan batasan waktu penyelesaian (*due date*).

#### 4. Aliran Proses

Aliran proses yang digunakan perusahaan adalah job shop, pure job shop.

#### 5. Aturan Prioritas

Aturan prioritas yang diterapkan perusahaan adalah menjadwalkan pesanan yang memiliki batas waktu penyelesaian tercepat (Early Due Date).

## 6. Kriteria Performansi Penjadwalan

Adapun kriteria penjadwalan yang dijadikan sebagai ukuran keberhasilan jadwal yang dibuat adalah :

- Minimasi jumlah pesanan yang terlambat
- Minimasi rata-rata waktu keterlambatan seluruh pesanan

### Pemilihan Metoda

Metoda penjadwalan yang diusulkan merupakan perbaikan dari metoda penjadwalan yang telah ada dengan menggunakan teknik *dispatching-lot splitting*

## PENGUMPULAN DATA

### Data Mesin

Perusahaan memiliki mesin sebanyak 10 (sepuluh) buah, terdiri dari :

- ♦ Mesin Bubut sebanyak 3 (tiga) buah
- ♦ Mesin Milling sebanyak 7 (tujuh) buah

Tabel 1. Data Pemesanan Job

Nama Job	Jumlah Pesanan	Due date (hari)	Waktu Proses Mesin Bubut (hari)	Waktu Proses Mesin Milling (hari)
Guide Roll Mav	20	12	13	-
Cain Dobby	2	18	6	12
Lever Pin	50	12	6	2
Carrier Neadlel	10	6	-	6
Insert Neadler	10	6	-	6
Head Support	20	6	-	6
Leno Guide H	10	6	-	6
Insert Head Mev	5	6	1	3
Slide Piece	20	6	-	6
Exentris Bush R	10	6	3	6
Exentris Bush L	10	6	3	6
Tention Lever S	10	6	3	6
MTO 9258	5	6	1	3
Open Roler L	20	8	2	6

## PENGOLAHAN DATA

Proses pengolahan data dilakukan dalam beberapa tahapan sebagai berikut

mesin bubut kemudian mesin milling

### 1. Pengelompokkan job

- berdasarkan pengerjaan pemesinannya  
Data job yang telah dikumpulkan dikelompokkan dalam tiga tipe yaitu :
  - Tipe A : kelompok job yang dikerjakan pada mesin bubut
  - Tipe B : kelompok job yang dikerjakan pada mesin milling
  - Tipe C : kelompok job yang dikerjakan dengan urutan

- berdasarkan *due date*

Job-job dikelompokkan sesuai dengan batas penyelesaian *due date*. Hal ini dilakukan untuk mempermudah menentukan batasan untuk setiap *stage* penjadwalan.

2. Pembuatan routing dan notasi triplet  
Setelah dikelompokkan, kemudian dibuat routing untuk setiap job yang memberikan informasi mengenai pekerjaan, urutan operasi, mesin yang mengerjakan, serta waktu proses. Dari routing inilah dapat dibuat notasi triplet untuk setiap job. Notasi triplet ini dibuat

dengan memanfaatkan informasi mengenai waktu proses dan routing. Notasi triplet dinyatakan dalam  $(i,j,k)$  dimana  $i$  = pekerjaan ke- $i$ ,  $j$  = operasi ke- $j$ ,  $k$  = pada mesin ke- $k$ .

Tabel 2. Routing

Pekerjaan	Operasi	Mesin	Waktu Proses (hari)	Pekerjaan	Operasi	Mesin	Waktu Proses (hari)
1	1	1	13	8	1 2	1 2	1 3
2	1 2	1 2	6 12	9	1	2	6
3	1 2	1 2	6 2	10	1 2	1 2	3 6
4	1	2	6	11	1 2	1 2	3 6
5	1	2	6	12	1 2	1 2	3 6
6	1	2	6	13	1 2	1 2	1 3
7	1	2	6	14	1 2	1 2	2 6

### 3. Penerapan Algoritma Penjadwalan

Matrik triplet yang terbentuk dijadwalkan pada mesin sesuai dengan langkah-langkah dalam algoritma.

- Aturan dalam menentukan pembatas Aturan ini berfungsi untuk menentukan pembatas pada setiap fase penjadwalan.

Terdapat tiga jenis pembatas pada setiap fase, yaitu :

- a) Pembatas pertama berupa *Current Time* ( $c_j$ )
- b) Pembatas kedua berupa titik split ( $s$ )
- c) Pembatas ketiga berupa *due date* ( $d_j$ )

Berikut ini tabel aturan pembatas yang digunakan untuk pembatas kedua/ titik split.

Tabel 3. Aturan Pembatas

Aturan (Rule)	Keterangan
R1	<p>Bila saat paling awal operasi dapat dikerjakan (<i>Current Time</i>) untuk semua mesin bersamaan, maka :</p> $s = \frac{\sum t - \sum lt}{N}$ <p>Dimana :</p> <p>s : titik split untuk operasi ke-j  t : waktu yang tersedia pada seluruh mesin  lt : waktu proses yang dibutuhkan oleh job  n : jumlah mesin yang tersedia</p>
R2	<p>Bila <i>Current Time</i> tidak bersamaan maka pembatas yang digunakan adalah pembatas di depannya.</p>

- Aturan pemilihan *job*

Aturan ini berfungsi untuk menentukan *job* yang dipilih untuk dijadwalkan, seperti telah dijelaskan sebelumnya pemilihan *job* berdasarkan aturan prioritas LPT (*Longest Processing Time*).

- Asumsi yang digunakan yaitu sebagai berikut :

1. Waktu set-up sudah termasuk dalam waktu proses, karena sistem penjadwalan dalam satuan harian sedangkan waktu set up mesin rata-rata hanya satu jam untuk setiap produk.
2. Setiap pesanan dianggap sebagai satu lot produksi.
3. No pre-emption : masing-masing operasi atau split operasi harus sudah diselesaikan sebelum operasi lainnya dikerjakan pada mesin yang bersangkutan.
4. Setiap mesin tidak dapat mengerjakan lebih dari satu operasi pada saat yang sama.
5. Data pemesanan diasumsikan cukup dan representatif untuk diolah dan

mewakili pesanan produk pada setiap periode pesanan.

6. Setiap pesanan dianggap memiliki prioritas yang sama dalam penjadwalan.

- Notasi yang akan dipergunakan yaitu :  
Pst : Kumpulan *job* yang telah terjadwalkan

SA : kumpulan operasi tipe A yang siap dijadwalkan pada tiap *stage*

SB : kumpulan operasi tipe B yang siap dijadwalkan pada tiap *stage*

SC : kumpulan operasi tipe C yang siap dijadwalkan pada tiap *stage*

Cj : saat paling awal operasi j dapat mulai dikerjakan

lj : jumlah waktu yang dibutuhkan oleh operasi ke-j

dj : *due date*, batas waktu penyelesaian operasi ke-j

s : titik split, batas operasi ke-j dapat displit

- Algoritma Penjadwalan

Penjadwalan dibagi dalam beberapa *stage*. Batasan untuk setiap *stage* penjadwalan adalah batas waktu penyelesaian *job* (*due date*). Berikut

ini tabel langkah-langkah dalam algoritma penjadwalan usulan

**Tabel 3. Algoritma Penjadwalan**

Langkah	Keterangan
Langkah 0	Tetapkan waktu saat ini ( $c_j$ ) untuk semua jenis mesin
Langkah 1	Tetapkan <i>due date</i> ( $d_j$ ) terkecil sebagai pembatas akhir
Langkah 2	Kelompokan Job tipe C ( $SC$ ) dengan <i>Lead Time</i> ( $lj$ ) sama atau lebih kecil dari <i>due date</i> yang telah dipilih
Langkah 3	Tetapkan pembatas split ( $s_j$ ), sesuai dengan aturan mengenai pembatas, set pembatas ke dalam Gant Chart
Langkah 4 Langkah 4a  Langkah 4b	<p>Memilih operasi yang dikerjakan pada mesin tipe 1 dari <math>S_c</math> sesuai dengan aturan prioritas LPT, jadwalkan kemudian lihat <math>S_c</math>, bila <math>S_c \neq \emptyset</math> kembali langkah 4a, bila <math>S_c = \{\}</math> atau tidak terdapat job yang memenuhi syarat untuk dijadwalkan lanjut langkah 4b.</p> <p>Memilih operasi yang dikerjakan pada mesin tipe 2 dari <math>S_c</math> sesuai dengan aturan prioritas LPT, jadwalkan kemudian lihat <math>S_c</math>, bila <math>S_c \neq \emptyset</math> kembali langkah 4b, bila <math>S_c = \{\}</math></p>
	atau tidak terdapat job yang memenuhi syarat untuk dijadwalkan lanjut langkah 5, bila $SA$ dan $SB = \{\}$ , lanjutkan pada stage berikutnya (langkah 1) bila tidak terdapat lagi job yang akan dijadwalkan pada $SA$ , $SB$ , $SC$ jadwalkan job yang belum terjadwalkan sebelumnya (langkah 11), bila seluruh job telah terjadwalkan lanjut langkah 12
Langkah 5	Kelompokan job tipe B ( $SB$ ) dengan <i>Lead Time</i> ( $lj$ ) sama atau lebih kecil dari <i>due date</i> yang telah dipilih
Langkah 6	Tetapkan pembatas split ( $s_j$ ), sesuai dengan aturan mengenai pembatas, set pembatas ke dalam Gant Chart
Langkah 7	Memilih operasi dari $SB$ , sesuai dengan aturan prioritas LPT, jadwalkan kemudian lihat $SB$ , bila $SB \neq \emptyset$ kembali langkah 7, bila $SB = \{\}$ atau tidak terdapat job yang memenuhi syarat untuk dijadwalkan lanjut langkah 8, bila $SA = \{\}$ lanjutkan pada stage berikutnya (langkah 1), bila tidak terdapat lagi job yang

	akan dijadwalkan pada SA, SB, SC jadwalkan job yang belum terjadwalkan sebelumnya (langkah 11) ,bila seluruh job telah terjadwalkan lanjut langkah 12
Langkah 8	Kelompokan job tipe A (SA) dengan Lead Time (lj) sama atau lebih kecil dari due date yang telah dipilih
Langkah 9	Tetapkan Tetapkan pembatas split (sj), sesuai dengan aturan mengenai pembatas, set pembatas ke dalam Gant Chart.
Langkah 10	Memilih operasi dari SA, sesuai dengan aturan pemilihan job, jadwalkan kemudian lihat SA, bila SA $\neq \emptyset$ kembali langkah 8, bila SA = {} atau tidak terdapat job yang memenuhi syarat lanjutkan pada stage berikutnya (langkah 1), bila tidak terdapat lagi job yang akan dijadwalkan pada SA, SB, SC, jadwalkan job yang belum terjadwalkan sebelumnya (langkah 11), bila seluruh job telah terjadwalkan lanjut langkah 12
Langkah 11	Buat himpunan job yang belum terjadwalkan untuk setiap tipe job, bila terdapat job tipe C kembali ke langkah 4, bila terdapat job

	tipe B kembali ke langkah 7, bila terdapat job tipe A kembali ke langkah 10
Langkah 12	Buat urutan penjadwalan job secara keseluruhan

### Aplikasi Algoritma

Dengan mengikuti langkah demi langkah sesuai algoritma maka dapat diperoleh ringkasan penjadwalan dalam bentuk tabel sebagai berikut

**Tabel 4.**  
**Tabel Penjadwalan Usulan**

Stage/ Himp Job	Mesin							Job	Triplet	Lj	Cj	s	Dj	Pst		
	1			2												
	1	2	3	1	2	3	4								5	6
I/SC	3	3	3	3	3	3	3	3	8	811	1	31 31	3	6	1011	
									10	1011	3	31 31	3	6		
									11	1111	3	31	3	6		
									12	1211	3		3	6		
									13	1311	1		3	6		
		3	3	3	3	3	3	3	3	8	811	1	31 31	3	6	1111
										11	1111	3	31 31	3	6	
										12	1211	3		3	6	
										13	1311	1		3	6	
		3	3	3	3	3	3	3	3	8	811	1	31 31	3	6	1211
										12	1211	3	31	3	6	
										13	1311	1		3	6	
		3	3	3	3	3	3	3	3	8	811	1	31 31	3	6	-
										13	1311	1		3	6	
		3	3	3	3	3	3	3	3	10	1022	6	3 3	6	6	1022
									11	1122	6	3	6	6		
									12	1222	6		6	6		
	3	3	3	6	6	3	3	3	11	1122	6	3 3	6	6	1122	
									12	1222	6		6	6		
	3	3	3	6	6	6	6	3	11	1122	6	3	6	6	1222	
									-	-	-	-	-	-		
I/SB	3	3	3	3	3	3	3	3	4	412	6	31 31	3	6	422	
									5	512	6	31 31	3	6		
									6	612	6	31	3	6		
									7	712	6		3	6		
									9	912	6		3	6		
		3	3	3	3	3	3	3	3	5	512	6	31 31	3	6	522
										6	612	6	31 31	3	6	
										7	712	6		3	6	
										9	912	6		3	6	
										-	-	-	-	-	-	
	3	3	3	3	3	3	3	3	6	612	6	31 31	3	6	622	
									7	712	6	31	3	6		
									9	912	6		3	6		
	3	3	3	3	3	3	3	3	7	712	6	31 31	3	6	722	
									9	912	6		3	6		
	3	3	3	3	3	3	3	6	9	912	6	31	3	6	-	
II/SC	3	3	3	7	7	7	7	7	14	1411	2	3	6	9	1411	
	5	3	3	7	7	7	7	7	-	-	-	-	-	-	-	
	5	3	3	7	7	7	7	7	14	1422	6	7	9	9	1422	
	5	3	3	9	9	9	7	7	7	-	-	-	-	-	-	



III/SC	5 3 3	9 9 9 7 7 7 7	3	311	6	3	6	12	311
	5 6 6	9 9 9 7 7 7 7	-	-	-	-	-	-	-
	5 6 6	9 9 9 7 7 7 7	3	322	2	7	9	12	322
	5 6 6	9 9 9 7 7 7 7	-	-	-	-	-	-	-
III/SA	5 6 6	9 9 9 9 7 7 7	1	111	13	5	9	13	111
	13 13 6	9 9 9 9 7 7 7	-	-	-	-	-	-	-
IV/SC	13 13 6	9 9 9 9 7 7 7	2	211	6	7	13	19	211
	13 13 13	9 9 9 9 7 7 7	-	-	-	-	-	-	-
	13 13 13	9 9 9 9 7 7 7	2	222	12	13	19	19	222
	13 13 13	20 20 9 9 7 7 7	-	-	-	-	-	-	-
V/SC	15 15 14	20 20 9 9 7 7 7	8	811	1	14	-	-	812
	15 15 14	20 20 9 9 7 7 7	13	1311	3	14	-	-	1312
	15 15 14	20 20 9 15 7 7 7	8	822	3	15	-	-	822
	15 15 14	20 20 18 15 7 7 7	13	1322	3	15	-	-	1322
	15 15 14	20 20 18 19 7 7 7	-	-	-	-	-	-	-
V/SB	15 15 14	21 21 19 19 7 7 7	9	912	6	7	-	-	912
	15 15 14	21 21 19 19 9 9 9	-	-	-	-	-	-	-

Diperoleh urutan penjadwalannya sebagai berikut

10 - 11 - 12 - 4 - 5 - 6 - 7 - 14 - 3 - 1 - 2 - 8 - 13 - 9

Urutan Penjadwalan job pada setiap mesin dapat dilihat pada tabel hasil penjadwalan di bawah ini.

**Tabel 5. Urutan Penjadwalan Job**

Mesin	Pekerjaan	Ti	Di	Teoritis		Aktual	
				Mulai	Selesai	Mulai	Selesai
1-1	10	3	6	0	3	31	3
	14	2	8	3	5	3	5
	1	7	12	5	12	5	13
	8	1	6	12	13	14	15
1-2	11	3	6	0	3	31	3
	3	3	12	3	6	3	6
	1	6	12	6	12	7	13
	13	1	6	12	13	14	15
1-3	12	3	6	0	3	31	3
	3	3	12	3	6	3	6
	2	6	18	6	12	7	13
2-1	4	3	6	0	3	31	3
	10	3	6	3	6	3	6
	14	2	8	6	8	7	9
	2	6	18	12	18	14	20
2-2	4	3	6	0	3	31	3
	10	3	6	3	6	3	6
	14	2	8	6	8	7	9
	2	6	18	12	18	14	20

2-3	5	3	6	0	3	31	3
	11	3	6	3	6	3	6
	14	2	8	6	8	7	9
	8	3	6	13	16	15	18
2-4	5	3	6	0	3	31	3
	11	3	6	3	6	3	6
	3	2	8	6	8	7	9
	13	3	6	13	16	15	18
2-5	6	3	6	0	3	31	3
	12	3	6	3	6	3	6
	9	2	6	6	8	7	9
	6	3	6	0	3	31	3
2-6	12	3	6	3	6	3	6
	9	2	6	6	8	7	9
	7	6	6	0	6	31	6
	9	2	6	6	8	7	9
2-7	7	6	6	0	6	31	6
	9	2	6	6	8	7	9

Keterangan : Hasil perhitungan aktual pada tanggal mulai dan selesai termasuk hari libur pada tanggal 6, 13,20

- Perhitungan Makespan  
Dari tabel di atas diperoleh nilai makespan sebesar 20 hari, terdapat pada mesin 2-1 dan 2-2. Idle time untuk seluruh mesin sebesar 63 hari terdiri dari Idle time mesin 1-1 sebesar 5 hari, Idle time mesin 1-2 sebesar 5 hari, Idle time mesin 1-3 sebesar 7 hari, Idle time mesin 2-1 sebesar 0 hari, Idle time mesin 2-2 sebesar 0 hari, Idle time mesin 2-3 sebesar 2 hari, Idle time mesin 2-4 sebesar 11 hari, Idle time mesin 2-5 sebesar 11 hari, Idle time mesin 2-6 sebesar 11 hari, Idle time mesin 2-7 sebesar 11 hari.
- Perhitungan Performansi  
Untuk mengevaluasi job dilakukan perhitungan kriteria penjadwalan. Perhitungan ini di dapat dari hasil penjadwalan yang ditampilkan dalam tabel 6 berikut ini.

Tabel 6. Hasil Penjadwalan Usulan

job	10	11	12	4	5	6	7	14	3	1	2	8	13	9	$\Sigma$
Fi	6	6	6	6	6	6	6	8	8	12	18	16	16	8	128
Di	6	6	6	6	6	6	6	8	12	12	18	6	6	6	
Li	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	0	0	10	10	2	18
Ti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	2	22

- Number of Tardiness = 3 job
- Mean Lateness =  $18/14 = 1,28$  hari

Diperoleh Jumlah seluruh job yang terlambat sebanyak 3 job, dengan nilai, rata-rata waktu terlambat pekerjaan (Mean Lateness) sebesar 1,28 hari

## KESIMPULAN

Dari hasil penerapan metoda penjadwalan usulan terdapat beberapa kelebihan dari penerapan metoda usulan yaitu :

- Metoda penjadwalan usulan mempergunakan batasan due date dalam menjadwalkan job, hal ini akan memudahkan perusahaan mengetahui job-job yang harus segera diselesaikan.

- Perusahaan dapat mendistribusikan job pada mesin-mesin dengan cara memotong job sesuai dengan titik split, sehingga job-job yang melampaui due date dapat terjadwalkan tepat waktu.
- Perusahaan dapat memperkirakan job-job yang baru dapat terjadwalkan atau tidak, sehingga perusahaan dapat mengambil keputusan yang tepat dalam menentukan penerimaan pesanan atau dalam mengambil keputusan sub kontrak pada perusahaan lain.
- Perusahaan dapat memperkirakan due date yang memungkinkan dapat dikerjakan dari job yang dipesan.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Baker R, Kennet. 1974, *Introduction to Sequencing and Scheduling*.
2. Bedwort, David D. 1987, *Integrated Production Control System*, John Wiley & Sons, New York.
3. Fogarty at all. 1991, *Production and Inventory Management*, South-Western Publishing co, Ohio
4. Monk G. Josep. 1996, *Operation Management*, Mc Graw-Hill, Boston
5. Narasimhan at all. 1995, *Production Planning and Inventory Control*, Prentice-hall, New Jersey.

# PERANCANGAN DONGKRAK HIDROLIK SEMI OTOMATIS DENGAN DAYA ANGKAT 2 TON

Oleh ;

M. Chusnul Azhari

Jurusan Teknik Mesin UNJANI

Dewasa ini berbagai produk alat angkat yang ada dipasaran berbeda antara yang satu dengan yang lainnya, misalnya dongkrak hidrolik, sebagian besar pompa angkatnya secara manual, yaitu menggunakan plunyer tongkat pengangkat sebagai pompa minyak hidrolik. Hal inilah yang melatar belakangi penulis untuk merancang suatu alat angkat yang praktis dan ekonomis yaitu dengan inovasi dan otomatisasi suatu produk alat angkat, maka plunyer tongkat pengangkat sebagai pompa hidrolik diganti dengan pompa roda gigi yang digerakan oleh motor listrik, maksud dan tujuan dari perancangan ini adalah menghasilkan suatu alat angkat berupa dongkrak hidrolik yang mempunyai daya angkat 2 ton. Perancangan dongkrak hidrolik ini disusun dengan metode penulisan deskriptif. Setelah itu dilakukan perhitungan yang antara lain tegangan-tegangan yang terjadi di silinder kerja, poros ulir dan juga diadakan pemilihan pompa, motor dan pipa bertekanan tinggi

## PENDAUULUAN

### 1. Latar Belakang

Dengan adanya kemajuan teknologi pembuatan alat angkat, maka pekerjaan manusia akan semakin ringan dan waktupun tidak tersita dengan berbagai kesulitan, oleh karena itu perkembangan teknologi perancangan alat angkat perlu ditingkatkan baik disain maupun efisiensi alat angkat tersebut.

Melalui inovasi dan otomatisasi suatu produk alat angkat, maka plunyer tongkat pengangkat sebagai pompa hidrolik diganti dengan pompa roda gigi yang digerakan oleh motor listrik, dengan demikian kita dapat mengurangi kebutuhan tenaga manusia.

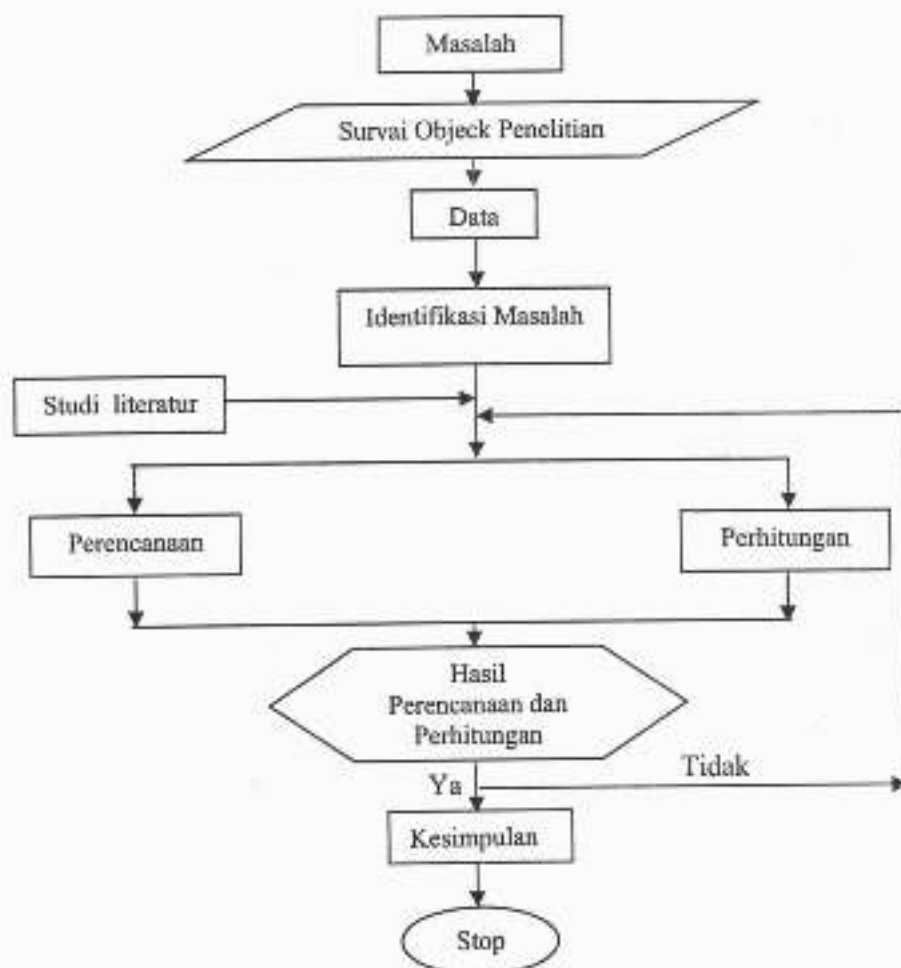
### 2. Tujuan

Untuk mendapatkan suatu perancangan dongkrak hidrolik semi otomatis yang dapat mengangkat beban 2 ton.

### 3. Metode Penelitian

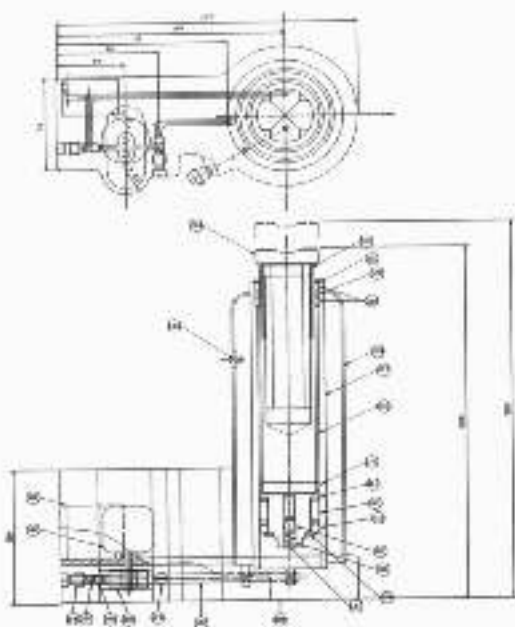
Dalam membuat perancangan ini, Penulis menggunakan metode penelitian jenis deskriptif dengan metode survei, yaitu suatu metode dalam meneliti suatu kondisi, suatu sistem pemikiran, ataupun suatu kelas peristiwa pada masa sekarang, dengan tujuan untuk membuat diskripsi, gambaran, atau lukisan secara sistematis, faktual, dan akurat mengenai fakta-fakta, sifat-sifat, serta hubungan antar fenomena yang diselidiki.

Adapun langkah-langkah pokok dalam penelitian yang lazim dipergunakan adalah sebagai berikut:



## PERANCANGAN

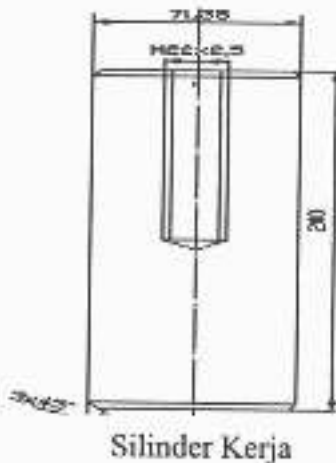
### 1. Perencanaan



No.	NAMA BAGIAN	BAHAN	JM	LUKUTAN
101	BATANG 1/2"		1	
102	MOTOR LISTRIK		1	
103	SEKRUP PERCHITEL	SAE	2	
104	PERGAS	STAIN	2	
105	KATUP BOLA	STAIN	1	
106	PERNA PERCHITEL		1	
107	PERNA HEMIS	STAIN	2	
108	LAVESOM	STAIN	1	
109	SEKELANG PERGAS	PERGAS	2	
110	PERGAS	PERGAS	1	
111	KATUP BOLA	STAIN	4	
112	CINCIN B	STAIN	1	
113	BANTALAN BAWAH	STAIN	1	
114	PERNA KATUP	STAIN	1	
115	PERNA PERCHITEL	STAIN	1	
116	PERING BOPALUP	STAIN	1	
117	SEKUPER	STAIN	1	
118	PERNA HEMIS	STAIN	1	
119	BANTALAN ATAS	STAIN	1	
120	CINCIN O	STAIN	1	
121	CINCIN PERGAS	PERGAS	1	
122	PERNA PERGAS	STAIN	1	
123	PERNA PERCHITEL	STAIN	1	
124	PERNA PERCHITEL	STAIN	1	
125	SEKRUP KATUP HEMIS	STAIN	1	
126	KATUP HEMIS	STAIN	1	
127	BANTALAN PERGAS	STAIN	1	

## 2. Perhitungan

### 2.1 Tekanan Silinder



#### Data Perencanaan

- Gaya angkat yang diharapkan : 2 ton
- Panjang langkah silinder : 100 mm
- Waktu tempuh maksimum silinder kerja : 5 det
- Diameter silinder kerja : 71,38 mm

Tekanan yang terjadi pada silinder kerja dipengaruhi oleh gaya beban yang harus diangkat ( $F$ ) terhadap luas penampang yang terbebani ( $A$ ) dan dirumuskan sebagai berikut :

$$p = \frac{F}{A} = \frac{20000 \text{ N}}{\pi/4 (71,38)^2} = \frac{20000 \text{ N}}{3999,65 \text{ mm}^2} = 5 \text{ N/mm}^2$$

atau 5 Mpa  $p = 50 \text{ Bar}$

$$t = \frac{5 \text{ N/mm}^2 \cdot 71,38 \text{ mm}}{2 \cdot 48 \text{ N/mm}^2}$$

$$t = 3,71 \text{ mm}$$

### 2.2 Tebal Silinder Alur

Dengan menggunakan bahan silinder dari baja St 37 yang mempunyai tegangan tarik yang diijinkan ( $\sigma_t$ )  $48 \text{ N/mm}^2$ , maka tebal silinder alur dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$t = \frac{p \cdot di}{2 \cdot \sigma_t}$$

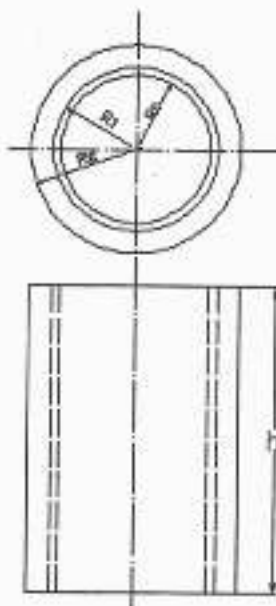
### 2.3 Volume Silinder Kerja ( $V_{sil}$ )

$$V_{sil} = A \cdot L$$

$$V_{sil} = \pi/4 \cdot (71,38)^2 \cdot 100$$

$$V_{sil} = 400000 \text{ mm}^3$$

### 2.4 Tinggi Minyak dalam Tangki ( $h$ )



$$V_{sil} = V_{tm} = A \cdot h = \pi r_2^2 h - \pi r_1^2 h$$

$$400 \text{ cm}^3 = 3,14 \cdot h \cdot (5^2 - 3,94^2) \text{ cm}^2$$

$$h = \frac{400 \text{ cm}^3}{29,26 \text{ cm}^2} = 13,67 \text{ cm}$$

Dimana :

-  $r_2$  = radius luar, diasumsikan 5 cm

-  $r_1$  = Radius dalam,  $3,56 \text{ cm} + 0,371 \text{ cm} = 3,94 \text{ cm}$

-  $A$  = Luas penampang ( $\text{cm}^2$ )

-  $h$  = Tinggi (cm)

## 2.5 Tegangan Radial ( X )

Karena bahan silinder menggunakan menggunakan baja St 37 yang mempunyai tegangan titik luluh ( $\sigma_{yp}$ ) sebesar 250 Mpa, Tegangan radial yang terjadi pada daerah silinder, terjadi akibat adanya tekanan yang bekerja dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$X = \frac{\sigma_{yp}}{2} \cdot \frac{r_2 - r_1}{r_2}$$

$$= \frac{250 \text{ N/mm}^2 (50 \text{ mm} - 39,4 \text{ mm})}{2 \cdot 50 \text{ mm}}$$

$$= 29,17 \text{ Mpa}$$

## 2.6 Tegangan Radial dalam Daerah Plastis

$$\sigma_r = \sigma_{yp} \ln \frac{r}{r_2} - \frac{\sigma_{yp}}{2} \frac{r_2 - r_1}{r_2}$$

$$= 250 \ln \left( \frac{35,69}{39,4} \right) - \frac{250 (50 - 39,4)}{2 \cdot 50}$$

$$= -589,33 \text{ Mpa}$$

## 2.7 Tegangan Tangensial dalam Zona Plastis

$$\sigma_t = \sigma_{yp} + \sigma_r$$

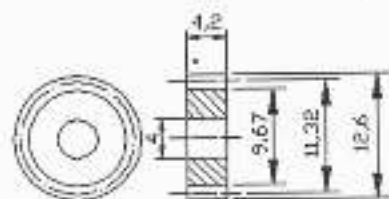
$$= 250 + 589,33$$

$$= 839,33 \text{ Mpa}$$

## 2.8 Tegangan Tangensial pada Permukaan Sebelah Luar dari Silinder Dalam

$$\sigma_{it} = -p \frac{r_1 + r_0}{r_1 - r_0}$$

$$= -50 \frac{(3,94 + 3,569)}{(3,94 - 3,569)}$$



Roda gigi

## 3.2 Perhitungan Roda Gigi

### Data Perencanaan

- ✓ Debit (Q) : 1,61 liter/ menit
- ✓ Daya (P) : 0,18 Kw
- ✓ Putaran (n) : 900 rpm
- ✓ Modul Gigi : 0,7
- ✓ Faktor koreksi (Fc) : 1
- ✓ Sudut Tekan ( $\alpha$ ) :  $20^\circ$
- ✓ Perbandingan antara jumlah gigi : 1

$$= 507,23 \text{ Mpa}$$

## 2.9 Tegangan Tangensial pada Permukaan Sebelah Luar dari Silinder Luar

$$\sigma_{out} = -p \frac{r_2 + r_1}{r_2 - r_1}$$

$$= 50 \frac{(5) + (3,94)}{(5) - (3,94)}$$

$$= 378,44 \text{ kg / cm}^2$$

## 3. Perencanaan Roda Gigi

### 3.1. Pemilihan Pompa Roda Gigi

Untuk dapat mengalirkan fluida kedalam silinder yang mempunyai volume 0,4 liter, waktu 15 detik dan tekanan yang direncanakan 50 bar maka pemilihan pompa yang paling tepat adalah pompa yang mempunyai debit 1,6 liter/menit (lihat tabel pompa roda gigi ).

#### ⇒ Daya Efektif

Dengan melihat data-data diatas maka dapat dicari daya yang dibutuhkan atau daya efektif untuk pompa dengan persamaan dibawah ini:

$$Pe = Qw \cdot p / \eta_{tot}$$

$$= 2,6 \cdot 10^{-5} \cdot 63 \cdot 10^5 / 0,723$$

$$= 180 \text{ watt atau } 0,18 \text{ Kw}$$

$$\text{Efisiensi total } (\eta_{tot}) = \eta_{vol} \cdot \eta_{mek}$$

$$= 0,85 \cdot 0,85$$

$$= 0,723$$

- $\eta_{vol}$  = Efisiensi volumetric ( 85%, asumsi )
- $\eta_{mek}$  = Efisiensi mekanis ( 85%, asumsi )

### 3.3 Diameter lingkaran jarak bagi ( $d_b$ )

$$d_b = \frac{Q_w \cdot 1000}{\pi \cdot 2m \cdot b \cdot n \cdot \eta_{vol}}$$

dimana :

$$m = \text{Modul} \quad (0,7)$$

$$b = \text{Lebar gigi} \quad (6 \cdot m)$$

$$d_b = \frac{1,6 \cdot 1000}{\pi \cdot 2 \cdot 0,7 \cdot 0,42 \cdot 900 \cdot 0,85}$$

$$d_b = 1,132 \text{ cm atau } 11,32 \text{ mm}$$

### 3.4 Jumlah Gigi ( $z$ )

$$\begin{aligned} z &= d_b / m \\ &= 11,32 / 0,7 \\ &= 16 \text{ buah} \end{aligned}$$

### 3.5 Diameter lingkaran kepala ( $d_k$ )

$$\begin{aligned} d_k &= m(z + 2) \\ &= 0,7(16 + 2) \\ &= 12,6 \text{ mm} \end{aligned}$$

### 3.6 Kelonggaran Puncak ( $C_k$ )

$$\begin{aligned} C_k &= 0,32 \cdot m \\ &= 0,32 \cdot 0,7 \\ &= 0,175 \text{ mm} \end{aligned}$$

### 3.7 Diameter Lingkaran kaki ( $d_f$ )

$$\begin{aligned} d_f &= 0,7(z - 2 - C_k) \\ &= 0,7(16 - 2 - 0,175) \\ &= 9,67 \text{ mm} \end{aligned}$$

### 3.8 Kedalaman Potong ( $H$ )

$$\begin{aligned} H &= 2m + C_k \\ &= 2 \cdot 0,7 + 0,175 \\ &= 1,575 \text{ mm} \end{aligned}$$

### 3.9 Jarak Antara Sumbu Poros ( $a$ )

$$\begin{aligned} a &= \frac{m(z_1 + z_2)}{2} \\ &= \frac{0,7(16 + 16)}{2} \\ &= 11,2 \text{ mm} \end{aligned}$$

### 3.10 Daya Rencana ( $P_d$ )

$$\begin{aligned} P_d &= f_c \cdot P \\ &= 1 \cdot 0,18 \end{aligned}$$

$$= 0,18 \text{ Kw}$$

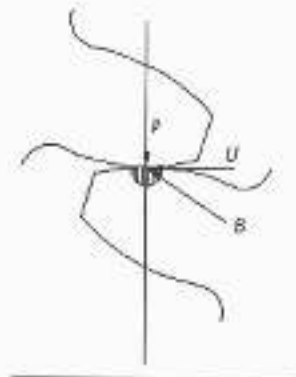
### 3.11 Tebal Gigi ( $S$ )

$$\begin{aligned} S &= mn \cdot \pi/2 + A_s \\ &= 0,7 \cdot 3,14/2 + 0,035 \\ &= 1,08 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dimana :  $A_s$  : Ukuran tebal gigi

$$\begin{aligned} A_s &= 0,05 \cdot m \\ &= 0,05 \cdot 0,7 \\ &= 0,035 \text{ mm} \end{aligned}$$

## 4. Analisa Kekuatan Roda Gigi



### 4.1 Torsi ( $M$ )

$$\begin{aligned} M &= 716 \frac{N}{n} \\ &= 716 \cdot \frac{0,24}{900} \\ &= 0,19 \text{ kgf m} \end{aligned}$$

### 4.2 Beban Tangensial ( $U$ )

$$\begin{aligned} U &= \frac{2 \cdot M \cdot 10^3}{d_{b1}} \\ &= \frac{2 \cdot 0,19 \text{ kgf m} \cdot 10^3}{11,32 \text{ mm}} \\ &= 33,56 \text{ kgf} \end{aligned}$$

### 4.3 Beban Nominal Teoritis

$$\begin{aligned} B &= \frac{U}{d_{b1} \cdot b} \\ &= \frac{33,56 \text{ kgf}}{11,32 \text{ mm} \cdot 4,3 \text{ mm}} \\ &= 0,56 \text{ kgf / mm}^2 \end{aligned}$$



#### 4.4 Kecepatan Sudut ( $\omega$ )

$$\begin{aligned}\omega &= \frac{2\pi n}{60} \\ &= \frac{2.3,14.900}{60} \\ &= 94,2 \text{ rad/sec}\end{aligned}$$

Dengan mengetahui kecepatan sudut maka kita dapat mencari kecepatan dari roda gigi tersebut dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}v &= \omega \left( \frac{1}{2} \cdot db_1 \right) \\ &= 94,2 (0,5 \cdot 11,56 \cdot 10^{-3}) \\ &= 0,56 \text{ m/s}\end{aligned}$$

#### 4.5 Umur Untuk Beban Maksimal pada Roda Gigi dengan Umur Terbatas

$$\begin{aligned}\diamond L_{M1} &= \frac{L_w}{n \cdot 60} = \frac{167 \times 10^3 K_D}{n} (SG_1) \\ &= \frac{167 \times 10^3 \times 5,16}{900} (1,068) \\ &= 10225,78 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\diamond L_{M2} = L_{M1} = 10225,78 \text{ jam}$$

Dimana :

- $K_D$  = Tegangan dikaki gigi yang diijinkan 5,61 (diambil dari buku Niemann)
- $SG_1$  = faktor keamanan (diambil 1,2)

### 5. Perhitungan Poros Ulir



Poros Ulir

#### 5.1 Diameter Inti Poros ( $d_1$ )

Pada perancangan poros ulir menggunakan bahan baja St 37 dengan nilai modulus kekenyalannya  $21 \cdot 10^5 \text{ kg/cm}^2$

$$d_1 = \sqrt[4]{\frac{32 \cdot v \cdot L_2 \cdot F}{E}}$$

$$\begin{aligned}&= \sqrt[4]{\frac{32 \cdot 5 \cdot 10 \cdot 2000}{2 \cdot 100000}} \\ &= 1,97 \text{ cm} \\ &= 19,7 \text{ mm}\end{aligned}$$

dimana

- $v$  = Koefisien pengaman untuk baja 3-5
- $L_2$  = jarak tertinggi dari poros waktu dibebani (cm)
- $F$  = gaya angkat yang diharapkan, 2000 kg
- $E$  = Modulus kekenyalan untuk baja,  $2100000 \text{ kg/cm}^2$

Untuk diameter luar ulir metris kasar pada tabel ulir didapat  $d = 22 \text{ mm}$ , diameter sisi ( $d_2$ ) =  $20,376 \text{ mm}$

#### 5.2 Tekanan Sisi ( $p$ )

$$\begin{aligned}p &= \frac{F \cdot PT}{i \cdot d_2 \cdot m \cdot H_1} \\ &= \frac{20000 \cdot 2,5}{1 \cdot 20,376 \cdot 100 \cdot 1,35} \\ &= 5,7 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

dimana :

Distribusi Ulir ( $PT$ ) =  $P/1$

$$= 2,5 / 1$$

$$= 2,5 \text{ mm}$$

Kedalaman sisi yang terpakai ( $H_1$ )

$$= 0,5147 \cdot P$$

$$= 0,5147 \cdot 2,5$$

$$= 1,35 \text{ mm}$$

#### 5.3 Tekanan Permukaan ( $PA$ )

$$\begin{aligned}PA &= \frac{F_v}{AA} \\ PA &= \frac{630}{\pi/4 \cdot 18,933} \\ PA &= 42,32 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

Dimana

- $F_v$  = Gaya tegangan

$$= 0,7 \cdot \sigma_{02}$$

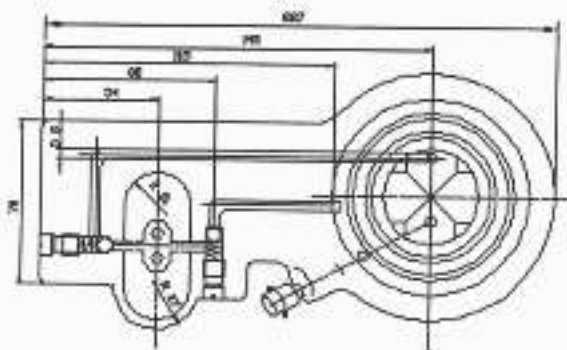
$$= 630 \text{ N/mm}^2$$

- $AA$  = Permukaan Efektif tekecil yang efektif dari baut

$$= \pi/4 \cdot d_3$$

$$= 14,8 \text{ mm}$$

## 6. Perhitungan Pipa Dalam Landasan



Pipa dalam landasan

### Kerugian Aliran Dalam Saluran

#### 6.1 Besar Bilangan Reynold (Re)

Pada perancangan dongkrak hidrolik dengan menggunakan motor listrik ini dipilih fluida kerja minyak oli SAE 10W dengan nilai viskositas kinematikanya antara  $0,21 - 0,3 \text{ cm}^2/\text{s}$  atau  $0,21 \cdot 10^{-4} - 0,3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ , maka :

$$\begin{aligned} Re &= \frac{v_m \cdot d}{\nu} \\ &= \frac{2,5 \cdot 4 \cdot 10^{-3}}{0,3 \cdot 10^{-4}} \\ &= 416 \end{aligned}$$

Dimana :

- $v_m$  = Kecepatan rata-rata aliran, diasumsikan  $2,5 \text{ m/s}$
- $d$  = Diameter dalam pipa, diasumsikan  $5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$
- $\nu$  = Viskositas kinematik minyak hidrolik, didapat  $0,3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$

#### 6.2 Koefisien Gesek dalam Pipa ( $\lambda$ )

$$\begin{aligned} \lambda &= 96/Re \\ &= 96 / 416 \\ &= 0,23 \end{aligned}$$

#### 6.3 Kerugian Tinggi Tekan ( $h_f$ )

$$\begin{aligned} h_f &= f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} \\ &= 0,23 \cdot \frac{172 \cdot 10^{-3}}{4 \cdot 10^{-3}} \cdot \frac{(2,5)^2}{2 \cdot 9,81} \\ &= 3 \text{ m} \end{aligned}$$

dimana :

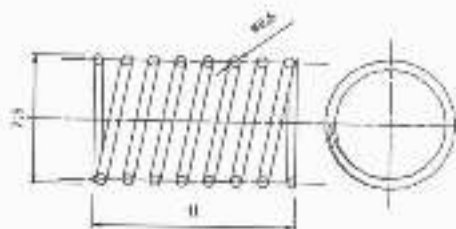
- $f = \lambda$  = Koefisien gesek dalam pipa
- $L$  = panjang pipa landasan (m)
- $D$  = Diameter pipa (m)
- $v$  = kecepatan rata-rata, diasumsikan  $2,5 \text{ m/s}$
- $g$  = Gravitasi bumi  $9,81 \text{ m/s}^2$

#### 6.4 Pemilihan Pipa

Untuk mengalirkan minyak yang bertekanan 63 bar dipilih pipa yang terbuat dari bahan baja tak berkampuh (DIN 2391), maka didapat spesifikasi pipa sebagai berikut :

- Diameter luar pipa : 6 mm
- Tebal dinding pipa : 1 mm
- Tekanan yang diijinkan : 306 bar

## 7. Perhitungan Pegas Tekan



#### Data Perencanaan

- > Diameter luar pegas : 7,5 mm
- > Diameter kawat : 0,6 mm
- > Panjang bebas pegas : 11 mm
- > Panjang pegas terpasang : 9 mm
- > Jumlah lilitan : 7 lilitan

#### 7.1 Gaya Penekanan pegas

Sebelum kita mencari berapa besar gaya yang diperlukan untuk menekan pegas, pertama-tama kita harus mengetahui berapa lendutan yang terjadi pada pegas pada awal pemasangan, yaitu lendutan awal terpasang ( $\delta_0$ ) sama dengan panjang bebas pegas dikurangi dengan panjang pegas terpasang atau dirumuskan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \delta_0 &= H_f - H_i \\ &= 11 \text{ mm} - 9 \text{ mm} \\ &= 2 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka besarnya lendutan pada pegas pada saat pengangkatan katup dirumuskan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\delta &= \delta_0 + h \\ &= 2 \text{ mm} + 4 \text{ mm} \\ &= 6 \text{ mm}\end{aligned}$$

Jadi gaya yang diperlukan untuk menekan pegas sepanjang 6 mm adalah sebagai berikut :

$$W_1 = \delta \cdot k$$

dengan  $k = \frac{G \cdot d^4}{8 n D^3}$

bahan yang dipakai adalah SPW A dengan Modulus elastifitas bahan (G) sebesar  $8 \cdot 10^3 \text{ N/mm}^2$  dan jumlah lilitan pegas yang aktif (n) sebanyak jumlah lilitan dikurangi 2 atau  $n = 7 - 2 = 5$

$$\begin{aligned}k &= \frac{8 \cdot 10^3 \text{ kg/mm}^2 \cdot 0,6^4 \text{ mm}^4}{8 \cdot 5 \cdot 7,5^3 \text{ mm}^3} \\ &= 0,06 \text{ kg/mm atau } 0,6 \text{ N/mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}W_1 &= 6 \text{ mm} \cdot 0,6 \text{ N/mm} \\ &= 3,6 \text{ N}\end{aligned}$$

## 7.2 Tegangan Geser Yang Terjadi Pada Pegas

$$\tau = k_s \frac{8 \cdot D \cdot W_1}{\pi \cdot d^3}$$

$k_s$  adalah faktor koreksi Wahl yang bisa dicari dengan menggunakan persamaan wahl

$$k_s = \frac{4C - 1}{4C - 4} + \frac{0,165}{C}$$

dimana  $C = D/d = 7,5/0,6 = 12,5$

$$k_s = \frac{4(12,5) - 1}{4(12,5) - 4} + \frac{0,165}{12,5} = 1,11$$

maka  $\tau = 1,11 \frac{8 \cdot 7,5 \cdot 3,6}{3,14 \cdot 0,6^3} = 353,62 \text{ N/mm}^2$

## Kesimpulan

1. Pada perancangan dongkrak hidrolik ini menggunakan pompa roda gigi sebagai penggerak utamanya dengan pertimbangan menguntungkan dari segi biaya, dapat bekerja pada beban berat, tidak peka terhadap kotoran dan tidak tergantung dari letak pemasangannya
2. Untuk memenuhi kebutuhan kapasitas pengangkatan sebesar 2 ton maka dipilih pompa roda gigi dengan tekanan 63 bar, dan debit 1,6 liter/menit

3. Untuk mengalirkan fluida dengan tekanan 63 bar, dipilih material roda gigi dari baja dengan komposisi 16 Mn Cr5
4. Umur pemakaian roda gigi pada pompa diperkirakan bertahan selama 10225,78 jam kalau dibandingkan dengan pemakaian yang hanya 15 detik maka umur pompa akan sangat lama.

## Daftar Pustaka

1. Krist Thomas., 1999, *Hydraulica*, Erlangga, Jakarta
2. Niemann . G ., 1999, *Maschinen Elemente I*, Erlangga, Jakarta
3. Niemann . G ., 1999, *Maschinen Elemente II*, Erlangga, Jakarta
4. Popop. P . E., 1993, *Mechanic Of Materials*, Erlangga, Jakarta
5. Streeter . L . Victor., 1993, *Fluid Mechanics*, Erlangga, Jakarta

# SUATU KAJIAN ANALITIK MENGENAI PENENTUAN SEKTOR INDUSTRI NASIONAL YANG MENDAPATKAN PRIORITAS PENGEMBANGAN

Oleh :

Zaenal Muttaqien

Staf Pengajar Jurusan Teknik Industri UNJANI-Bandung

Mengingat dana yang tersedia untuk pembangunan dan pengembangan sektor industri secara keseluruhan sangat terbatas, demikian pula keterbatasan yang lainnya di bidang penguasaan dan penerapan teknologi industri, manajemen dan tenaga terampil (technical skill labour), sehingga dengan alasan-alasan tersebut Pemerintah tidak mungkin dapat mengembangkan seluruh jenis sektor industri sekaligus pada saat/periode yang bersamaan. Salah satu alternatif dalam upaya melaksanakan program pengembangan sektor industri yang dapat ditempuh adalah menentukan sektor-sektor industri tertentu yang mendapatkan prioritas pengembangan. Untuk menentukan sektor-sektor industri yang mendapatkan prioritas pengembangan tersebut, haruslah berdasarkan kriteria-kriteria tertentu yang menunjukkan bahwa sektor-sektor industri tersebut layak untuk dipilih. Adapun kriteria-kriteria yang dikembangkan pada penelitian ini adalah besarnya tingkat pertumbuhan output optimal, besarnya koefisien nilai tambah, besarnya nilai tambah bruto, besarnya tingkat total keterkaitan antar sektor industri, besarnya nilai indeks pengaruh pengganda pendapatan tipe II serta besarnya nilai indeks pengaruh pengganda tenaga kerja tipe II.

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Proses pembangunan dalam Pembangunan Jangka Panjang Kedua (PJP II) mengubah secara signifikan struktur perekonomian Indonesia. Dalam kaitan ini sektor industri adalah merupakan sektor penggerak utama (prime mover) bagi perekonomian nasional. Besarnya kontribusi sektor industri terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) menunjukkan angka yang meningkat dari tahun ke tahun. Pada tahun 1990 menunjukkan angka sebesar 20,18 %, kemudian meningkat menjadi sebesar 22,3 % pada tahun 1993 dan meningkat lagi menjadi sebesar 24,28 % pada tahun 1995. Diperkirakan akan berubah menjadi sebesar 35 % di penghujung PJP II. Dengan angka sebesar itu maka Indonesia pada akhir PJP II yang akan datang dapat digolongkan sebagai negara industri. (15, 90).

Selain berperan strategis untuk mendukung pertumbuhan ekonomi yang cukup tinggi dan meningkatkan produktivitas masyarakat, pembangunan industri (industrialisasi) juga berperan menciptakan lapangan usaha serta

memperluas kesempatan kerja serta pemerataan pendapatan masyarakat.

### 1.2 Perumusan Masalah

Salah satu alternatif dalam upaya melaksanakan program pengembangan sektor industri yang dapat ditempuh adalah menentukan sektor-sektor industri tertentu yang mendapatkan prioritas pengembangan. Sektor-sektor industri yang terpilih tersebut merupakan sektor industri unggulan. Adapun untuk menentukan apakah suatu sektor industri tertentu adalah sebagai sektor industri unggulan atau bukan diperlukan kriteria-kriteria pembentuk "ke-unggulan".

Kriteria-kriteria "unggul" suatu sektor industri pada penelitian ini didasarkan pada pernyataan GBHN 1993, yaitu bahwa sektor industri nasional pada PJP II memiliki ciri-ciri : struktur yang makin kukuh dengan pola produksi yang berkembang dari barang-barang yang mengandalkan tenaga kerja yang produktif dan bernilai tambah tinggi (Bab 20 Buku III Repelita VI, 1994).

Dengan bersandar pada ciri-ciri industri nasional yang hendak dicapai selama PJP II

seperti yang diamanatkan oleh GBHN 1993, dapat dikembangkan lebih rinci kriteria-kriteria pembentuk sektor industri unggulan yang dikehendaki, yaitu :

1. Sektor industri yang memiliki "struktur yang makin kukuh dengan pola produksi yang berkembang dari barang-barang yang mengandalkan tenaga kerja yang produktif", dapat dijabarkan dalam bentuk kriteria-kriteria :
  - a. Tingkat Keterkaitan Antar Sektor pada setiap sektor industri
  - b. Pertumbuhan Output yang dicapai oleh setiap sektor industri
  - c. Daya serap tenaga kerja atau kesempatan kerja pada setiap sektor industri.
2. Sektor industri yang memiliki "nilai tambah tinggi", dapat dijabarkan dalam bentuk kriteria-kriteria :
  - a. Besarnya angka "Koefisien Nilai Tambah Bruto" pada setiap sektor industri.
  - b. Nilai Tambah Bruto yang dapat dihasilkan oleh setiap sektor industri.
  - c. Upah dan gaji atau pendapatan yang diperoleh tenaga kerja pada masing-masing sektor industri.

Adapun kriteria-kriteria tersebut secara lebih spesifik dan teknis adalah tingkat total keterkaitan antar sektor industri baik ke belakang maupun ke depan ; tingkat pertumbuhan output optimal sektor industri ; pengaruh pengganda tenaga kerja tipe II (employment multiplier effect type II) ; koefisien nilai tambah ; nilai tambah bruto yang dibentuk dari total output optimal ; pengaruh pengganda pendapatan tipe II (income multiplier effect type II).

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah : Menentukan sektor industri unggulan dengan menggunakan model input-output yang dikembangkan, dengan kriteria-kriteria : besarnya tingkat pertumbuhan output sektor industri, besarnya nilai tambah yang dihasilkan oleh sektor industri, besarnya koefisien nilai tambah, besarnya tingkat keterkaitan antar sektor industri secara total baik ke belakang maupun ke depan, besarnya indeks pengaruh pengganda pendapatan tipe II serta besarnya indeks pengaruh pengganda tenaga kerja tipe II.

### 1.4 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah atau ruang lingkup penelitian ini adalah :

1. Pengklasifikasian sektor industri yang digunakan mengacu pada Tabel Input-Output Indonesia 1995 untuk klasifikasi 66 sektor yang disusun oleh Badan Pusat Statistika. Pada Tabel I-O 1995 tersebut dinyatakan bahwa yang dimaksud dengan sektor industri pengolahan adalah sektor dengan kode nomor 27 sampai dengan nomor 50 untuk klasifikasi 66 sektor.
2. Nilai transaksi yang digunakan adalah nilai transaksi domestik atas dasar harga produsen.
3. Dalam penelitian ini yang dijadikan sebagai tahun dasar penelitian adalah tahun 1995.
4. Periode proyeksi adalah tahun 2005.

### 1.5 Asumsi

Asumsi yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Struktur output dan permintaan akhir sektor industri nasional hingga periode proyeksi (tahun 2005) relatif stabil dan tidak mengalami gejolak yang dahsyat yang dapat menghancurkan sendi-sendi perekonomian nasional.
2. Koefisien teknologi (koefisien input) dan koefisien nilai tambah untuk masing-masing sektor industri adalah konstan.

## 2. Metodologi Penelitian

### 2.1 Model Yang Dikembangkan Dalam Pemecahan Masalah

Model yang akan dikembangkan di sini didasarkan atas Model Input-Output Statis Leontief. Model ini dibuat untuk memproyeksikan total output masing-masing sektor industri yang berjumlah 24 sektor industri yang akan memberikan nilai total produksi (output) seluruh sektor industri secara maksimal pada tahun 2005. Sehingga secara keseluruhan sektor-sektor industri tersebut akan membentuk 24 variabel keputusan dalam model.

### 2.2 Fungsi Tujuan Dan Kriteria Yang Dikembangkan Dalam Model

Dalam rangka pengembangan industri nasional di masa yang akan datang, pengembangan industri nasional tersebut

adalah ditujukan untuk menciptakan sistem aktivitas industri yang optimal. Adapun sistem aktivitas industri yang optimal tersebut dapat tercermin dari nilai total output masing-masing sektor industri yang optimal. Karena sesungguhnya total output sektor industri-sektor industri yang optimal itulah yang mampu memberikan kontribusi terbesar atau nilai tambah bagi perekonomian nasional. Oleh karena itu maka kriteria dari model yang hendak dikembangkan adalah maksimasi nilai tambah.

### 2.3 Kendala Yang Dikembangkan Dalam Model

Dalam usaha untuk mencapai performansi sistem aktivitas industri yang optimal, yaitu maksimasi nilai tambah yang sebesar-besarnya, dihadapi beberapa kendala atau batasan. Untuk masing-masing sektor industri tingkat aktivitas produksinya akan dibatasi oleh nilai permintaan akhir terhadap produk-produk sektor industri tersebut. Hal ini sesuai dengan pengertian dasar dalam model input-output yang menyatakan adanya keseimbangan antara sisi penyediaan dan sisi permintaan.

Dari model input-output yang telah dikembangkan oleh Leontief didapat hubungan sebagai berikut :

$$(I - A) X = F \quad (2.1)$$

Dimana :

- I = matriks identitas,
- A = matriks koefisien teknologi
- X = matriks total output
- F = permintaan akhir.

### 2.4 Perumusan Matematis Dari Model Yang Dikembangkan

Fungsi Obyektif :

$$\text{Maksimasi } Z = v X \quad (2.2)$$

Dengan kendala :

$$(I - A) X = F$$

Dengan syarat nilai :

$$X \geq 0$$

dimana :

- v = Matriks koefisien nilai tambah
- I = Matriks identitas
- A = Matriks koefisien teknologi
- X = Matriks total output

F = Vektor kolom proyeksi permintaan akhir

Selanjutnya pada model di atas dilakukan optimasi sehingga diperoleh nilai keputusan  $X_i^5$  yaitu nilai total output sektor i yang optimal yang akan menghasilkan total nilai tambah (bruto) maksimal seluruh sektor industri.

### 2.5 Pengumpulan Data

Adapun data yang relevan dan dibutuhkan untuk penyelesaian permasalahan sesuai dengan model yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah :

1. Data transaksi domestik atas dasar harga produsen
2. Data permintaan akhir
3. Data nilai tambah bruto
4. Data jumlah penduduk Indonesia
5. Data Produk Domestik Bruto (PDB)
6. Upah dan gaji
7. Data jumlah tenaga kerja sektoral.
8. Data total output untuk masing-masing sektor industri.
9. Data koefisien teknologi.
10. Data pengeluaran konsumsi rumah tangga

### 2.6 Perhitungan Total Output Untuk Setiap Sektor Industri

Total output untuk setiap sektor industri pada tahun 2005 dapat ditentukan dengan menggunakan model yang telah dikembangkan sebelumnya (lihat persamaan (2.1) dan (2.2)). Namun sebelum model tersebut diterapkan, terlebih dahulu harus ditentukan nilai permintaan akhir untuk masing-masing sektor industri pada tahun 2005. Untuk itu dilakukan peramalan permintaan akhir setiap sektor industri pada tahun 2005.

Selanjutnya, dengan memasukkan nilai permintaan akhir dapat diperoleh nilai total output untuk setiap sektor industri.

### 2.7 Perhitungan Tingkat Pertumbuhan Setiap Sektor Industri

Dengan diketahuinya nilai total output (optimal) untuk setiap industri, maka dari hasil tersebut dapat digunakan untuk menentukan tingkat pertumbuhan output dan nilai tambah yang dihasilkan oleh masing-masing sektor industri. Pengukuran tingkat

pertumbuhan sektor industri bertujuan untuk mengetahui seberapa besar laju perkembangan atau kemajuan suatu sektor industri setiap tahunnya untuk kurun waktu selama 10 tahun, yaitu dari tahun 1995 hingga tahun 2005.

## 2.8 Perhitungan Koefisien Nilai Tambah Untuk Setiap Sektor Industri

Pengukuran koefisien nilai tambah bertujuan untuk mengetahui seberapa besar suatu sektor industri dapat menciptakan nilai tambah melalui sistem produksinya untuk setiap satuan output yang dihasilkan. Koefisien nilai tambah merupakan perbandingan antara nilai tambah dengan total output. Atau dinyatakan dengan rumus :

$$V_i = V_j/X_i \quad (2.3)$$

Dimana :

$v_i$  = koefisien nilai tambah sektor  $i$

$V_i$  = nilai tambah sektor  $i$

$X_i$  = total output sektor  $i$

## 2.9 Perhitungan Nilai Tambah Untuk Setiap Sektor Industri

Sedangkan pengukuran nilai tambah bertujuan untuk mengetahui seberapa besar nilai tambah produk yang dapat dihasilkan oleh proses transformasi produk pada masing-masing sektor industri. Nilai tambah yang tinggi berarti juga memiliki kontribusi yang tinggi dalam pembentukan produk domestik bruto (PDB).

## 2.10 Perhitungan Indeks Total Keterkaitan Antar Sektor Industri

Untuk menghitung besarnya nilai indeks keterkaitan ke belakang dan nilai indeks keterkaitan ke depan dapat menggunakan rumus berikut ini :

1. Indeks daya penyebaran atau indeks keterkaitan ke belakang :

$$DP = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{(1/n) \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij}} \quad (2.4)$$

di mana :

$DP$  = indeks daya penyebaran

$c_{ij}$  = unsur matriks invers Leontief  $(I-A)^{-1}$

$n$  = jumlah sektor industri

2. Indeks derajat kepekaan atau indeks keterkaitan ke depan:

$$DK = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{(1/n) \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n c_{ij}} \quad (2.5)$$

di mana :

$DK$  = indeks derajat kepekaan

$c_{ij}$  = unsur matriks invers Leontief  $(I-A)^{-1}$

$n$  = jumlah sektor industri

## 2.11 Perhitungan Indeks Pengaruh Pengganda Pendapatan Tipe II Untuk Setiap Sektor Industri

Adapun untuk menghitung besarnya jumlah pendapatan yang ditimbulkan oleh sejumlah output per unit kenaikan permintaan akhir dapat menggunakan rumus berikut :

$$PP_{II} = \frac{D_{ij}}{P_j} \quad (2.6)$$

di mana :

$PP_{II}$  = pengaruh pengganda pendapatan tipe II

$D_{ij}$  = unsur matriks invers Leontief  $(I-Ah)^{-1}$

$P_j$  = koefisien pendapatan sektor  $j$

## 2.12 Perhitungan Indeks Pengaruh Pengganda Tenaga Kerja Tipe II Untuk Setiap Sektor Industri

Adapun untuk menghitung besarnya jumlah pendapatan yang ditimbulkan oleh sejumlah output per unit kenaikan permintaan akhir dapat menggunakan rumus berikut :

$$PT_{II} = \frac{D_{ij}}{l_j} \quad (2.7)$$

di mana :

$PT_{II}$  = pengaruh pengganda pendapatan tipe II

$D_{ij}$  = unsur matriks invers Leontief  $(I-Ah)^{-1}$

$l_j$  = koefisien pendapatan sektor  $j$

### 2.13 Pemilihan Sektor Industri Unggulan

Untuk menentukan sektor industri unggulan tersebut digunakan komponen utama analisis faktor (principal component factor analysis), sehingga masing-masing sektor akan diproyeksikan pada suatu nilai atau skor faktor terhadap semua variabelnya. Skor faktor ini menyatakan proyeksi nilai tiap sektor industri dari variabel yang dominan terhadap faktor tersebut.

## 3. Pengolahan Data

### 3.1 Perhitungan Permintaan Total / Total Output Untuk Setiap Sektor Industri

Hasil optimasi, diperoleh bahwa total output optimal untuk masing-masing sektor industri adalah seperti dapat dilihat pada tabel 3.1, dengan nilai maksimum fungsi objektifnya - 505680464 (dalam jutaan rupiah).

**Tabel 3.1 Total Output Optimal Setiap Sektor Industri Pada Tahun 2005 (Jutaan Rupiah)**

Variabel	Value	Status
S27	109592210	Basic
S28	46107910	Basic
S29	87472599	Basic
S30	66708784	Basic
S31	49904070	Basic
S32	107732231	Basic
S33	13122423	Basic
S34	88995388	Basic
S35	67017285	Basic
S36	196077634	Basic
S37	79595939	Basic
S38	45857780	Basic
S39	4789854,9	Basic
S40	86879340	Basic
S41	44715790	Basic
S42	108113756	Basic
S43	7321293,2	Basic
S44	845060,29	Basic
S45	9826625,7	Basic
S46	16400770	Basic
S47	16555342	Basic
S48	67398032	Basic
S49	70391863	Basic
S50	25529660	Basic

### 3.2 Tingkat Pertumbuhan Output Sektor Industri

Adapun tingkat pertumbuhan sektor industri untuk masing-masing sektor industri secara terurut dari nilai terbesar hingga terkecil dapat dilihat pada tabel 3.2.

### 3.3 Perhitungan Koefisien Nilai Tambah Sektor Industri

Tabel 3.3 menunjukkan koefisien nilai tambah masing-masing sektor industri secara terurut dari yang terbesar hingga terkecil.

### 3.4 Nilai Tambah Sektor Industri

Besarnya nilai tambah masing-masing sektor industri dan besarnya kontribusi nilai tambah masing-masing sektor industri terhadap total nilai tambah seluruh sektor industri dapat dilihat pada Tabel 3.4 dengan penyajian secara terurut dari nilai terbesar hingga terkecil.

### 3.5 Perhitungan Indeks Total Keterkaitan Antar Sektor Industri

Untuk menghitung tingkat keterkaitan antar sektor dapat digunakan metode yang



diperkenalkan oleh Rasmussen, yaitu dengan mempergunakan matriks invers Leontief.

Hasil perhitungan dan grafik indeks keterkaitan tampak pada Tabel 3.5

### 3.6 Perhitungan Indeks Pengaruh Pengganda Pendapatan Tipe II Sektor Industri

Hasil perhitungan koefisien pendapatan dan indeks pengaruh pengganda pendapatan tipe II dapat dilihat pada tabel 3.6.

### 3.7 Perhitungan Indeks Pengaruh Pengganda Tenaga Kerja Tipe II Sektor Industri

Adapun besarnya angka kesempatan kerja yang ada pada sektor j dan hasil perhitungan koefisien kesempatan kerja serta besarnya indeks pengaruh pengganda tenaga kerja tipe II dapat dilihat pada tabel 3.7 .

**Tabel 3.2 Tingkat Pertumbuhan Output Setiap Sektor Industri (%)**

No	Sektor	(%) Total Output Tahun Dasar 1995	Komposisi %	(%) Proyeksi Total Output 2005	Komposisi %	(II) Tingkat Pertumbuhan Per Tahun (%)
1	27	15957433	4,49	109592210	7,73	21,25
2	50	4153261	1,17	25529660	1,80	19,91
3	35	11055347	3,11	67017285	4,73	19,75
4	30	11413899	3,21	66708784	4,71	19,31
5	36	33878663	9,48	196077634	13,84	19,26
6	31	9551683	2,69	49904070	3,52	17,98
7	34	17710696	4,99	88995368	6,28	17,52
8	32	21841177	6,09	107732231	7,60	17,41
9	42	22202309	6,25	108113756	7,63	17,15
10	33	2782640	0,78	13122423	0,93	16,78
11	28	10176907	2,8	48107910	3,25	16,31
12	46	4242259	1,19	16400770	1,18	14,48
13	40	22518557	6,34	88879340	6,13	14,46
14	49	19753331	5,56	70381863	4,97	13,55
15	37	23311776	6,56	79595939	5,62	13,07
16	38	14751470	4,15	45957780	3,24	12,01
17	29	28880691	8,0	87472599	6,17	11,80
18	48	24822799	6,99	67398032	4,76	10,50
19	47	7599629	2,1	16555342	1,17	8,10
20	41	26059038	7,34	44715790	3,16	5,55
21	43	5984397	1,68	7321293	0,52	2,07
22	45	9449836	2,68	9626626	0,69	0,39
23	39	5170538	1,46	4789855	0,34	-0,76
24	44	2499888	0,70	845050,3	0,06	-10,28
Jumlah		355146422	100	1418951630	100	14,84
Rata-rata		14797768	4,17	59039651	4,17	14,84

**Tabel 3.3 Koefisien Nilai Tambah (v) Setiap Sektor Industri**

No.	Sektor	Koefisien Nilai Tambah (v)
1	34	0,5882848
2	31	0,4595619
3	45	0,454728
4	43	0,4476201
5	41	0,4374138
6	33	0,4095643
7	35	0,4074541
8	49	0,4027579
9	38	0,3986534
10	44	0,3940694
11	50	0,3931282
12	32	0,3692159
13	47	0,3677777
14	28	0,3524951
15	40	0,3483369
16	30	0,3406619
17	37	0,3375858
18	36	0,3297737
19	27	0,3203097
20	48	0,3131248
21	46	0,3005653
22	39	0,2989159
23	42	0,2943084
24	29	0,14466
Rata-rata		0,3710402

**Tabel 3.4 Nilai Tambah Bruto Setiap Sektor Industri (Jutaan Rupiah) Dan Kontribusi Nilai Tambah Bruto Setiap Sektor Industri Terhadap Total Nilai Tambah Bruto Seluruh Sektor Industri (%) Pada Tahun 2005**

No.	Sektor	Nilai Tambah Bruto	Kontribusi (%)
1	38	84661248	12,79
2	34	52354837	10,36
3	32	39776455	7,87
4	27	35103451	6,94
5	42	31818782	6,29
6	40	30089524	5,95
7	49	28350882	5,61
8	35	27306465	5,40
9	37	26870457	5,31
10	31	22934011	4,54
11	30	22725144	4,49
12	48	21103998	4,17
13	41	19559302	3,87
14	36	18189642	3,60
15	28	16252813	3,21
16	29	12653787	2,50
17	50	10036429	1,98
18	47	8086686,4	1,20
19	33	5374475,8	1,06
20	46	4929502,9	0,97
21	45	4468422,1	0,88
22	43	3277156	0,65
23	39	1422164,1	0,28
24	44	333007,59	0,07
Total Nilai Tambah Seluruh Sektor Industri		505680464	100
Rata-rata		21070019,3	4,17

**Tabel 3.5 Indeks Keterkaitan Ke Belakang, Keterkaitan Ke Depan Dan Total Keterkaitan**

No	Sektor	Indeks Keterkaitan Ke Belakang	Indeks Keterkaitan Ke Depan	Sektor (Ranking)	Indeks Total Keterkaitan
1	27	0,9463561	0,8480457	40	2,5748263
2	28	0,9918365	1,0270864	38	2,3988456
3	29	0,8396815	0,881029	36	2,3419987
4	30	1,0650794	1,0017596	42	2,214259
5	31	0,8649858	1,081488	35	2,1723063
6	32	1,0353442	0,8594565	48	2,0860466
7	33	1,1246749	0,8211078	30	2,086839
8	34	0,9814172	0,8748451	28	2,0187229
9	35	1,0100324	1,1622739	45	2,0032638
10	36	1,2996148	1,0423839	32	1,9948007
11	37	0,99343	0,9881885	37	1,9798185
12	38	1,1412742	1,2575714	46	1,9748835
13	39	0,8805858	0,8142731	31	1,9464538
14	40	1,0415051	1,5333212	33	1,9457827
15	41	0,8202537	1,1165817	41	1,9368354
16	42	1,0985841	1,1156749	50	1,9368383
17	43	0,9459548	0,8423437	49	1,9350197
18	44	0,8905115	0,8236924	47	1,9241236
19	45	0,9758109	1,027453	34	1,8362623
20	46	0,9080645	1,066819	27	1,7944018
21	47	1,0335802	0,8906834	43	1,7882983
22	48	1,0099572	1,0760894	29	1,7207105
23	49	1,0188219	0,9163978	44	1,7142039
24	50	1,1030636	0,8335747	39	1,8948589
Rata-rata		1	1		2

**Tabel 3.6 Koefisien Pendapatan Dan Indeks Pengaruh Pengganda Pendapatan Tipe II**

No	Sektor	Koefisien Pendapatan	Sektor (Ranking)	Pengaruh Pengganda Pendapatan Tipe II
1	27	0,0707524	42	1,669133
2	28	0,1088122	33	1,606837
3	29	0,0374241	38	1,605893
4	30	0,1053763	38	1,586401
5	31	0,1180715	35	1,491271
6	32	0,1240978	45	1,487989
7	33	0,1044569	30	1,457482
8	34	0,0592613	50	1,431456
9	35	0,0524041	34	1,425855
10	36	0,1346801	40	1,421186
11	37	0,0925644	48	1,407484
12	38	0,1045574	27	1,406069
13	39	0,1001824	37	1,393915
14	40	0,1406876	32	1,389645
15	41	0,086232	49	1,376141
16	42	0,0809461	28	1,373401
17	43	0,1518884	47	1,322361
18	44	0,0862623	43	1,28065
19	45	0,0568444	46	1,256657
20	46	0,1016824	44	1,239438
21	47	0,135168	39	1,230827
22	48	0,1045918	31	1,189445
23	49	0,1263778	29	1,188102
24	50	0,1488168	41	1,145178
Rata-rata		0,10049869		1,3900998

**Tabel 3.7 Angka Kesempatan Kerja Setiap Sektor Industri, Koefisien Tenaga Kerja Dan Indeks Pengaruh Pengganda Tenaga Kerja Tipe II**

No	Sektor	Kesempatan Kerja (orang)	Koefisien Tenaga Kerja	Sektor (Ranking)	Pengaruh Pengganda Tenaga Kerja Tipe II
1	27	302510	0,0189573	41	68,68367
2	28	183880	0,0180684	40	25,95692
3	29	730180	0,0254569	45	18,95674
4	30	313477	0,0274645	39	17,18549
5	31	242596	0,0253982	48	15,85458
6	32	733358	0,0338872	38	11,17747
7	33	90644	0,0325748	42	9,195928
8	34	1167531	0,0659224	28	8,346983
9	35	244195	0,0220684	49	7,241362
10	36	1825299	0,0542007	46	6,997499
11	37	2101968	0,0901676	47	5,855468
12	38	218907	0,0148397	30	5,592094
13	39	37093	0,0071738	31	5,57633
14	40	173471	0,0077035	27	5,247724
15	41	28777	0,0011043	33	5,152607
16	42	326204	0,0146923	32	5,089006
17	43	683622	0,1146171	36	3,99039
18	44	174687	0,069678	35	3,538001
19	45	42164	0,0044619	29	1,746483
20	46	77487	0,0182608	50	1,685868
21	47	232022	0,0305299	43	1,67059
22	48	230482	0,0092851	44	1,530049
23	49	474410	0,0240167	37	1,430987
24	50	517044	0,1244911	34	1,2816
Rata-rata			0,0356351		9,9576558

#### 4. Analisis

##### 4.1 Pemilihan Sektor Industri Unggulan

Dengan menggunakan komponen utama analisis faktor (principal component factor analysis), akan dipilih sektor-sektor industri mana saja yang termasuk sektor industri unggulan berdasarkan kriteria-kriteria pembentuknya.

##### 4.2 Perhitungan Komponen Utama Analisis Faktor Sektor Industri Unggulan

Dengan memperhatikan 2 vektor karakteristik yang berkorespondensi dengan 2 nilai karakteristik terurut maka didapatkan persamaan komponen utama pertama dan kedua :

$$Z_1 = 0,028(KNT)+0,483(NT)+0,837(TP) - 0,125(TK)+0,179 (PPII)-0,131(PTII)$$

$$Z_2 = 0,491(KNT)+0,111(NT)+0,147(TP)+ 0,539(TK)-0,659(PPII)+0,037(PTII)$$

(4.1)

Vektor karakteristik tersebut akan menghasilkan koefisien  $b_{ij}$  yang merupakan

koefisien persamaan pada dua komponen utama di atas. Kemudian vektor karakteristik dikalikan dengan akar nilai karakteristiknya sehingga didapatkan persamaan model faktor :

$$KNT = 0,04385 F_1 + 0,52837 F_2 \quad (0,281094)$$

$$NT = 0,77521 F_1 + 0,12141 F_2 \quad (0,615694)$$

$$TP = 0,79808 F_1 - 0,20578 F_2 \quad (0,679277)$$

$$TK = 0,74069 F_1 + 0,37233 F_2 \quad (0,687245)$$

$$PPII = 0,80811 F_1 - 0,03509 F_2 \quad (0,654275)$$

$$PTII = -0,23626 F_1 + 0,84860 F_2 \quad (0,775944)$$

(4.2)

Rotasi varimax dilakukan dengan normalisasi Kaiser. Sehingga didapatkan model baru :

$$KNT = 0,08490 F_1 + 0,52334 F_2$$

$$NT = 0,78232 F_1 + 0,06062 F_2$$

$$TP = 0,77961 F_1 - 0,26736 F_2$$

$$TK = 0,76745 F_1 + 0,31346 F_2$$

$$PPII = 0,80292 F_1 - 0,09797 F_2$$

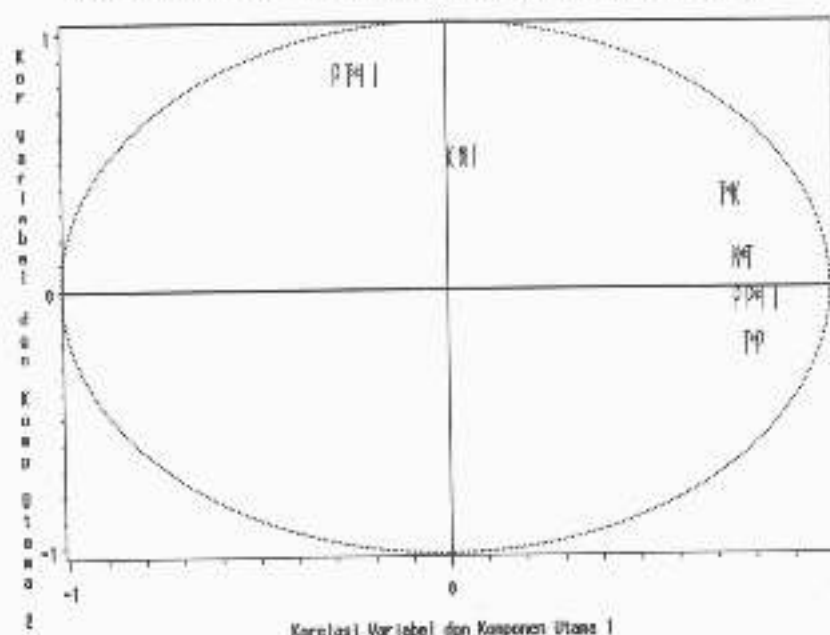
$$PTII = -0,16939 F_1 + 0,86444 F_2$$

(4.3)

**Tabel 4.1 Nilai Karakteristik Dan Vektor Karakteristik Matriks Korelasi**

Nilai Karakteristik	Proporsi	Proporsi Kumulatif	Vektor Karakteristik					
			$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$
1 2,49729	0,416215	0,41621	0,027748	0,483087	0,837222	-0,125414	0,179053	-0,130872
2 1,19624	0,199374	0,61559	0,490553	0,111010	0,147068	0,538539	-0,658784	0,037213
3 0,98757	0,164595	0,78018	0,505025	-0,188143	0,014583	0,443745	0,713576	0,056314
4 0,73729	0,122862	0,90307	0,468706	0,340420	-0,366934	-0,328791	0,020600	-0,650055
5 0,34282	0,057136	0,96020	0,511372	-0,032080	0,025264	-0,581875	-0,059158	0,628293
6 0,23879	0,039798	1,00000	-0,149503	0,775881	-0,376748	0,227960	0,144323	0,401154

**REPRESENTASI VARIABEL DATA SEKTOR INDUSTRI**



**Gambar 4.1 Representasi Variabel / Kriteria Sektor Industri Unggulan Dalam Sistem Koordinat**

Selanjutnya, faktor F dapat dihitung dengan menggunakan :

$$F^* = (G'G)^{-1}G'X \quad (4.4)$$

dimana :

$F^*$  =  $(F_1^*, F_2^*, \dots, F_m^*)$ , m banyaknya faktor,

$X'$  =  $(X_1, X_2, \dots, X_p)$ , p banyaknya variabel,

G = matriks koefisien persamaan hasil rotasi varimax ukuran p x m.

Dengan program SAS selanjutnya dapat dihitung Matriks G dari persamaan (4.4) di atas. Sehingga didapatkan bentuk persamaan :

$$F_1^* = 0,051932(KNT) + 0,3173881(NT) + 0,3051989(TP) + 0,3199542(TK) + 0,3203251(PPII) - 0,039025 (PTII)$$

$$F_2^* = 0,4389762(KNT) + 0,0769924(NT) - 0,196405(TP) + 0,287183(TK) - 0,054464(PPII) + 0,7146063(PTII) \quad (4.5)$$

Hasil perhitungan Skor faktor persamaan (4.5) untuk 24 sektor industri diberikan pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Skor Faktor Sektor Industri

No	Sektor	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>
1	<b>27</b>	0,328552	-0,94174
2	<b>28</b>	0,038917	-0,26962
3	29	-1,17188	-1,94196
4	<b>30</b>	0,541449	-0,48554
5	<b>31</b>	-0,21019	0,124603
6	<b>32</b>	0,56092	-0,30072
7	<b>33</b>	0,308151	-0,37883
8	<b>34</b>	0,80606	0,506049
9	<b>35</b>	0,926465	-0,09702
10	<b>36</b>	2,091821	-0,11919
11	<b>37</b>	0,119798	-0,63063
12	<b>38</b>	0,970061	0,646918
13	39	-1,7641	-0,13515
14	<b>40</b>	1,110974	1,423501
15	<b>41</b>	-1,0594	3,520916
16	<b>42</b>	1,288487	-0,33838
17	<b>43</b>	-1,27553	-0,07251
18	<b>44</b>	-1,99908	-0,16242
19	<b>45</b>	-0,53352	1,091312
20	<b>46</b>	-0,60678	-0,63657
21	<b>47</b>	-0,71186	-0,25485
22	<b>48</b>	0,04047	0,148238
23	<b>49</b>	0,086589	-0,04422
24	<b>50</b>	0,111594	-0,64209

Keterangan : - Sektor yang dicetak tebal adalah sektor-sektor Unggulan berdasarkan faktor 1 dan sektor yang digaris bawah adalah sektor-sektor unggulan berdasarkan faktor 2.

Dari skor faktor yang direpresentasikan oleh gambar 4.2, dapat diperhatikan bahwa untuk faktor daya saing dan struktur industri ( $F_1$ ), yaitu faktor yang menekankan pada pentingnya kriteria/variabel Nilai Tambah (NT), Tingkat Pertumbuhan Output Sektoral (TP), Total Keterkaitan Antar Sektor (TK) dan Pengaruh Pengganda Pendapatan Tipe II ( $PP_{II}$ ), memperlihatkan ada 15 sektor industri yang memiliki nilai skor faktor di atas nilai skor faktor rata-rata atau di atas nol (0). Skor faktor dari nilai terbesar secara terurut, yaitu : sektor 36 (industri tekstil, pakaian dan kulit) dengan nilai sebesar 2,091821 ; sektor 42 (industri barang karet dan plastik) dengan nilai sebesar 1,288487 ; sektor 40 (industri kimia) dengan nilai sebesar 1,110974 ; sektor 38 (industri kertas, barang dari kertas dan karton) dengan nilai sebesar 0,970061 ; sektor 35 (industri pemintalan) dengan nilai sebesar 0,926465 ; sektor 34 (industri rokok)

dengan nilai sebesar 0,80606 ; sektor 32 (industri makanan lainnya) dengan nilai sebesar 0,56092 ; sektor 30 (industri tepung, segala jenis) dengan nilai sebesar 0,541449 ; sektor 27 (industri pengolahan dan pengawetan makanan) dengan nilai sebesar 0,328552 ; sektor 33 (industri minuman) dengan nilai sebesar 0,308151 ; sektor 37 (industri bambu, kayu dan rotan) dengan nilai sebesar 0,119798 ; sektor 50 (industri barang lain yang belum digolongkan dimanapun) dengan nilai sebesar 0,111594 ; sektor 49 (industri alat pengangkutan dan perbaikannya) dengan nilai sebesar 0,086589 ; sektor 48 (industri mesin, alat-alat dan perlengkapan listrik) dengan nilai sebesar 0,04047 dan sektor 28 (industri minyak dan lemak) dengan nilai sebesar 0,0328552.

Sedangkan untuk faktor potensi pencapaian nilai tambah dan daya serap tenaga kerja industri ( $F_2$ ), yaitu faktor yang

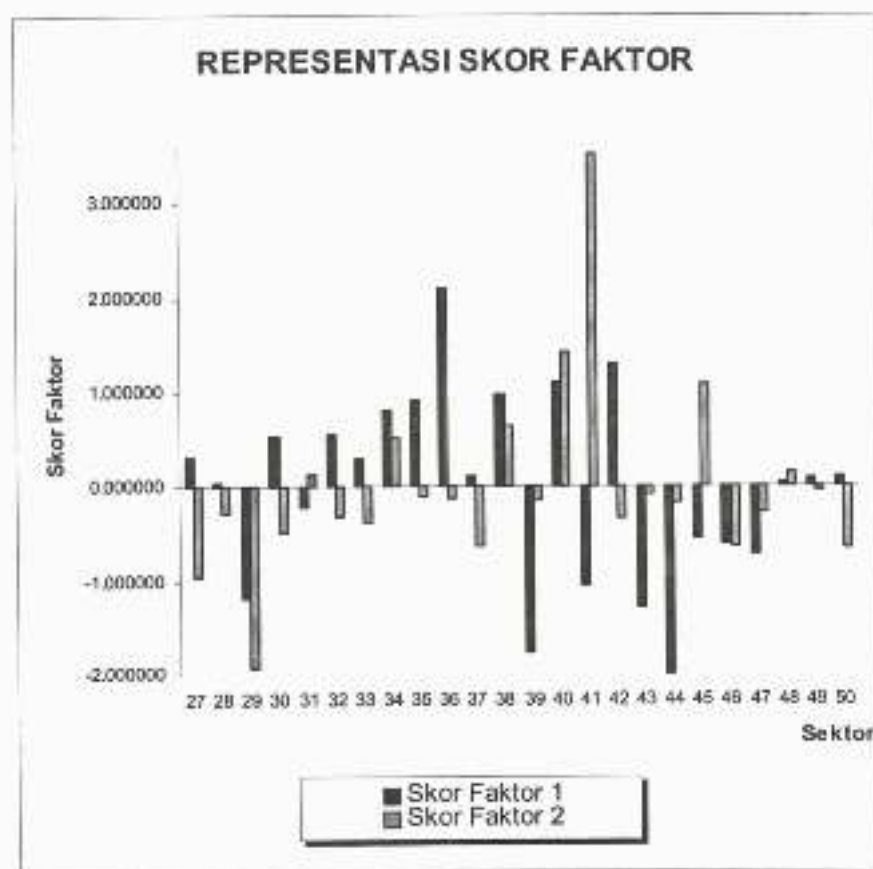
menekankan pada pentingnya kriteria/variabel besarnya nilai Koefisien Nilai Tambah (KNT) dan Pengaruh Pengganda Tenaga Kerja Tipe II ( $PT_{II}$ ), memperlihatkan ada 7 sektor industri yang memiliki nilai skor faktor di atas nilai skor faktor rata-rata atau di atas nol (0). Skor faktor dari nilai yang terbesar secara terurut, yaitu : sektor 41 (industri pengilangan minyak bumi) dengan nilai sebesar 3,520916 ; sektor 40 (industri kimia) dengan nilai sebesar 1,423501 ; sektor 45 (industri dasar besi dan baja) dengan nilai sebesar 1,091312 ; sektor 38 (industri kertas, barang dari kertas dan karton) dengan nilai sebesar 0,646916 ; sektor 34 (industri rokok) dengan nilai sebesar 0,506049 ; sektor 48 (industri mesin, alat-alat dan perlengkapan listrik) dengan nilai sebesar 0,146238 dan sektor 31 (industri gula) dengan nilai sebesar 0,124603.

Adapun diantara sektor-sektor industri yang memiliki nilai skor faktor di atas rata-rata (0) baik terhadap faktor kesatu maupun terhadap faktor kedua. Nilai skor faktornya secara terurut dari yang terbesar adalah sektor 40 (Industri kimia), sektor 38 (Industri kertas, barang dari kertas dan karton), sektor 34

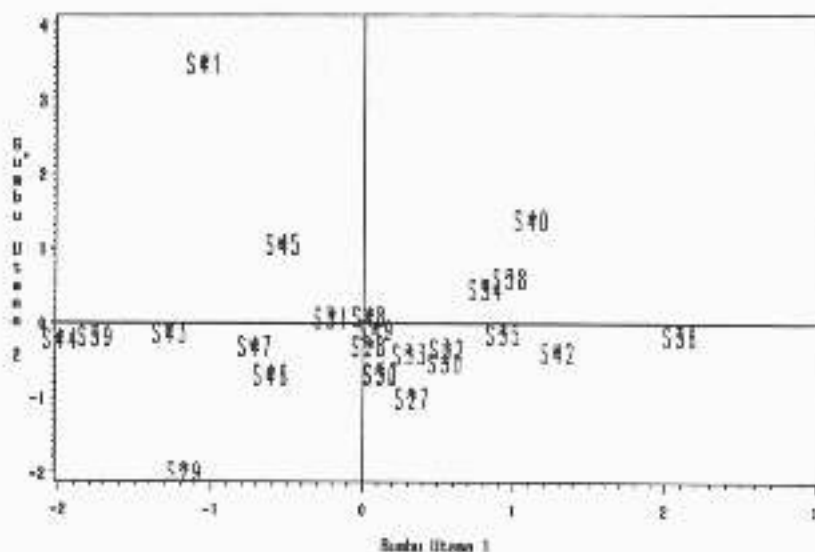
(Industri rokok) dan sektor 48 (Industri mesin, alat-alat dan perlengkapan listrik). Pada tabel 4.2 sektor-sektor tersebut merupakan sektor-sektor yang nomor kode sektornya dicetak tebal sekaligus digaris bawahahi. Keempat sektor industri itulah yang merupakan sektor-sektor industri unggulan terpilih yang sesungguhnya.

Sebagai ilustrasi, pada gambar 4.3 berikut ini kedua komponen utama, hasil rotasi varimax ( $F_1^*$  dan  $F_2^*$ ), digambarkan pada diagram (ruang dua dimensi), dengan sumbu datar (sumbu utama 1) sebagai  $F_1^*$  dan  $F_2^*$  menyatakan sumbu tegaknya (sumbu utama 2) dan kualitas representatif di  $R_2$  sebesar 61,56 %.

Dari grafik tersebut terlihat dengan jelas bahwa sektor-sektor industri unggulan terpilih, yaitu sektor 40 (industri kimia) ; sektor 38 (industri kertas, barang dari kertas dan karton) ; sektor 34 (industri rokok) dan sektor 48 (industri mesin, alat-alat dan perlengkapan listrik) seluruhnya terletak pada kuadran pertama ( I )



Gambar 4.2 REPRESENTASI SKOR FAKTOR/INDIVIDU SEKTOR INDUSTRI



Gambar 4.3 Representasi Individu Sektor Industri Menurut Skor Faktor Dalam Sistem Koordinat

### 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengumpulan dan pengolahan data dan analisis dengan mengacu pada tujuan penelitian yang telah ditetapkan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Model Input-Output yang dikembangkan untuk menentukan total output optimal setiap sektor industri yang akan memberikan total nilai tambah seluruh sektor industri yang maksimal pada tahun 2005, membentuk persamaan optimasi dalam bentuk persamaan program linier dengan formulasi matematis sebagai berikut:

Fungsi Obyektif :  
Maksimasi  $Z = v X$

Dengan Kendala :  
 $(I - A) X = F$

Dengan Syarat Nilai-nilai :  
 $X \geq 0$

dimana :  
 $v$  = matriks koefisien nilai tambah bruto  
 $I$  = matriks identitas  
 $A$  = matriks koefisien teknologi / koefisien input

$X$  = matriks total output (optimal)

$F$  = vektor kolom proyeksi permintaan akhir

2. Sektor-sektor industri unggulan terpilih, yaitu sektor 40 (industri kimia) ; sektor 38 (industri kertas, barang dari kertas dan karton) ; sektor 34 (industri rokok) dan sektor 48 (industri mesin, alat-alat dan perlengkapan listrik) seluruhnya terletak pada kuadran pertama ( I )

### 6. Daftar Pustaka

1. Arief, Sritua (1993), "Metodologi Penelitian Ekonomi", UI-Press, Jakarta.
2. Basri, Faisal (1997), "Perekonomian Indonesia Menjelang Abad XXI : Distorsi, Peluang dan Kendala", Erlangga, Jakarta.
3. Dumairy (1997), "Perekonomian Indonesia", Erlangga, Jakarta.
4. Gaspersz, Vincent (1990), "Analisis Kuantitatif Untuk Perencanaan", Tarsito, Bandung.
5. Gujarati, Damodar (1995), "Ekonometrika Dasar", Erlangga, Jakarta.
6. Hasibuan, N. (1994), "Ekonomi Industri : Persaingan, Monopoli dan Regulasi", LP3ES, Jakarta.



7. Manly, Bryan F.J. (1986), "Multivariate Statistical Methods : A Primer " , Chapman and Hall, New York, USA.
8. Miller, Ronald.E, Blair, Peter.D (1985), "Input-Output Analysis : Foundations and Extensions", Prentice-Hall, New Jersey, USA.
9. Nazara, Suahasil (1997), "Analisis Input-Output", UI-Press, Jakarta.
10. Siregar, Masdjidin (1993), "Income and Employment Impacts of Indonesia Agricultural Sectors", Journal of Economics Finance in Indonesia, Volume XLI No.4 - 1993, LPEM-UI, Jakarta.
11. Siregar, Masdjidin (1998), "Economic Impacts of Sugar Mill Sector in Indonesia's Economy", Journal of Economics Finance in Indonesia, Volume XLVI No.24 - 1998, LPEM-UI, Jakarta.
12. Swasono, Sri-Edi (1988), "Tabel Input-Output dan Analisis", UI-Press, Jakarta.
13. Tambunan, Tulus ((1998), "Krisis Ekonomi dan Masa Depan Reformasi", Lembaga Penerbit FE-UI, Jakarta.
14. Widodo, Purwono (1986), "Penerapan Model Input-Output Linear Terbuka Untuk Menganalisa Struktur Keterkaitan Antar Jenis Industri Dalam Mengoptimalkan Kapasitas Produksi Sektor Industri", Tugas Akhir, Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Bandung.
15. Widodo, Suseno Triyanto (1997), "Ekonomi Indonesia Fakta dan Tantangan Dalam Era Liberalisasi", Kanisius, Yogyakarta.
16. Wie, Thee Kian (1996), "Industrialisasi Di Indonesia Beberapa Kajian", LP3ES, Jakarta.

#### Dokumen / Sumber Data

1. Biro Pusat Statistik, Proyeksi Penduduk Indonesia Per Kabupaten/Kotamadya 1990-2000, Jakarta, 1993.
2. Biro Pusat Stastika, Kerangka dan Analisis Tabel Input- Output, Vicky Citra Buana, Jakarta, 1995.
3. Biro Pusat Stastika, Tabel Input-Output Indonesia 1975, 1980, 1985, 1990, 1995.
4. Repelita VI, Buku III Bab 20, Sekretariat Negara RI, Jakarta, 1994.
5. Repelita VI (Tahun 1994/1995 - 1998/1999) Sektor Industri, Departemen Perindustrian RI, 1995.

Tabel Klasifikasi 66 Sektor untuk Sektor Industri  
 Pada Tabel Input-Output Indonesia 1995

Kode Sektor	Nama Sektor
27	<i>Industri pengolahan dan pengawetan makanan</i>
28	<i>Industri minyak dan lemak</i>
29	<i>Industri penggilingan padi</i>
30	<i>Industri tepung, segala jenis</i>
31	<i>Industri gula</i>
32	<i>Industri makanan lainnya</i>
33	<i>Industri minuman</i>
34	<i>Industri rokok</i>
35	<i>Industri pemintalan</i>
36	<i>Industri tekstil, pakaian dan kulit</i>
37	<i>Industri bambu, kayu dan rotan</i>
38	<i>Industri kertas, barang dari kertas dan karton</i>
39	<i>Industri pupuk dan pestisida</i>
40	<i>Industri kimia</i>
41	<i>Pengilangan minyak bumi</i>
42	<i>Industri barang karet dan plastik</i>
43	<i>Industri barang-barang dari mineral bukan logam</i>
44	<i>Industri semen</i>
45	<i>Industri dasar besi dan baja</i>
46	<i>Industri logam dasar bukan besi</i>
47	<i>Industri barang dari logam</i>
48	<i>Industri mesin, alat-alat dan perlengkapan listrik</i>
49	<i>Industri alat pengangkutan dan perbaikannya</i>
50	<i>Industri barang lain yang belum digolongkan dimanapun</i>

## SETIAP ORANG BISA MENJADI WIRAUSAHA

Oleh :  
Jahny Sast

Kewirausahaan dalam batas tertentu adalah untuk semua orang. Mengapa?

Pertama, setiap orang memiliki cita-cita atau sekurang-kurangnya harapan untuk meningkatkan kualitas hidupnya sebagai manusia. Ini adalah intuisi yang mendorong manusia normal untuk bekerja dan berusaha. "Intuisi" ini berkaitan dengan salah satu potensi kemanusiaan, yakni daya imajinasi kreatif.

Manusia satu-satunya makhluk ciptaan Tuhan yang dianugerahi daya imajinasi kreatif, ia dapat menggunakannya untuk berpikir. Pikiran itu dapat diarahkan ke masa lalu, masa kini, dan masa depan. Dengan berpikir, ia dapat mencari jawab atas sejumlah pertanyaan seperti: Darimana aku berasal? Dimana aku saat ini?, kemana aku akan pergi? Dan apa yang akan aku wariskan kepada dunia ini?

Menelusuri sejarah pribadi di masa lalu dapat memberikan gambaran mengenai kekuatan dan kelemahan seseorang. Di dalamnya terdapat sejumlah pengalaman hidup: hambatan dan kesulitan yang pernah kita hadapi, bagaimana kita mengatasinya, kegagalan dan keberhasilan, kesenangan dan kepedihan, dsb.. Namun, karena semuanya sudah berlalu, maka tidak banyak lagi yang dapat dilakukan untuk mengubah semua itu. Kita harus menerimanya dan memberinya makna yang tepat serta meletakkannya dalam suatu perspektif masa kini dan masa depan (Harefa: *Sukses Tanpa Gelar*, Gramedia Pustaka Utama, 1998).

Masa kini, menceritakan situasi nyata di mana kita berada, apa yang telah dan apa yang belum kita miliki, apa yang kita telah dan apa yang belum kita nikmati, apa yang menjadi tugas dan tanggung jawab kita dan apa yang menjadi hak asasi kita sebagai manusia, dan lain sebagainya. Dengan menyadari keberadaan kita saat ini, kita dapat bersyukur atau mengeluh, kita dapat berpuas diri atau menentukan sasaran berikutnya, dan seterusnya.

Masa depan memberikan harapan, sekurangnya demikianlah bagi mereka yang beriman. Bila kita memiliki masa lalu yang tidak menyenangkan, dan masih berada pada situasi dan kondisi yang belum sesuai dengan cita-cita atau impian kita. Wajar jika kita mengharapkan masa depan yang lebih baik, lebih cerah, lebih menyenangkan. Sebab selama masih ada hari esok, segala kemungkinan masih tetap terbuka lebar (terlepas dari pesimisme atau optimisme mengenai hal itu).

Jelas bahwa masa lalu, masa kini, dan masa depan bertalian langsung dengan daya imajinasi kita. Di dalam masa-masa itulah segala hambatan (*obstacle*), kesulitan (*hardship*), dan kesenangan atau suka cita (*very rewarding life*) bercampur baur jadi satu. Jika Poppy King mengatakan bahwa ketiga hal itulah yang dihadapi oleh seorang wirausaha dalam bidang apapun, maka bukankah itu berarti bahwa kewirausahaan adalah untuk semua orang? Siapakah manusia di muka bumi ini yang tidak pernah menghadapi hambatan dan kesulitan untuk mencapai cita-cita dan impiannya?

Kedua, kewirausahaan itu pada dasarnya untuk semua orang, karena hal itu dapat dipelajari. Drucker, pernah menulis dalam *Innovation and Entrepreneurship* bahwa, "Setiap orang yang memiliki keberanian untuk mengambil keputusan dapat belajar menjadi wirausaha dan berperilaku seperti wirausaha, sebab kewirausahaan lebih merupakan perilaku daripada gejala kepribadian yang dasarnya terletak pada konsep dan teori, bukan pada intuisi". Perilaku, konsep, dan teori merupakan hal-hal yang dapat dipelajari oleh siapapun juga. Sepanjang kita bersedia membuka hati dan pikiran untuk belajar, maka kesempatan untuk menjadi wirausaha tetap terbuka. Sepanjang kita sadar bahwa belajar pada hakekatnya merupakan suatu proses berkelanjutan, tidak selalu berarti dimulai dan berakhir di sekolah atau universitas tertentu, tetapi dapat dilakukan seumur hidup, di mana saja dan kapan saja, maka belajar berwirausaha dapat dilakukan oleh siapa saja, meski tak harus berarti menjadi wirausaha "besar".

Ketiga, fakta sejarah menunjukkan bahwa wirausaha yang paling berhasil sekalipun pada dasarnya adalah manusia biasa. Sabeer Bathia, seorang *digital entrepreneur* yang meluncurkan [hotmail.com](mailto:hotmail.com) tanggal 4 Juli 1996, baru menyadari hal ini setelah ia berguru kepada orang-orang seperti Steve Jobs, penemu komputer pribadi (Apple). Kesadaran itu membuatnya cukup percaya diri ketika menetapkan harga penemuannya senilai 400 juta dollar AS kepada Bill Gates, pemilik Microsoft, yang juga manusia biasa.

Keempat, setelah mempelajari kiat-kiat sukses puluhan wirausaha kecil, menengah dan besar, dalam konteks lokal-nasional-regional sampai

internasional-global-dunia, maka sampai pada kesimpulan bahwa kiat-kiat sukses mereka sangatlah sederhana. Dalam buku *Berwirausaha Dari Nol* karangan Harefa disampaikan bahwa mereka: digerakkan oleh ide dan impian, lebih mengandalkan kreativitas, menunjukkan keberanian, percaya pada hoki, tapi lebih percaya pada usaha nyata, melihat masalah sebagai peluang, memilih usaha sesuai hobi dan minat, mulai dengan modal seadanya, senang mencoba hal baru, selalu bangkit dari kegagalan, dan tak mengandalkan gelar akademis.

Anugerah Pekerti, mendefinisikan kewirausahaan sebagai *tanggapan terhadap peluang usaha yang terungkap dalam seperangkat tindakan serta membuahkan hasil berupa organisasi usaha yang melembaga, produktif, dan inovatif*. Saya juga sependapat dengan Howard H. Stevenson, mantan Presiden Harvard Business School yang memahami kewirausahaan sebagai *suatu pola perilaku manajerial yang terpadu dalam upaya pemanfaatan peluang-peluang yang tersedia tanpa mengabaikan sumberdaya yang dimilikinya*. Saya mendukung pendapat Drucker bahwa pemanfaatan peluang merupakan definisi yang tepat untuk kewirausahaan dan bahwa seorang wirausaha harus mengalokasikan sumberdaya dari bidang-bidang yang memberi hasil rendah atau menurun ke bidang-bidang yang memberi hasil tinggi atau meningkat.

Semua orang berpotensi menjadi wirausaha. Namun apakah ia wirausaha yang berhasil, setengah berhasil, atau gagal, itu soal lain. Sama seperti orang-orang yang berpotensi menjadi presiden tidak semuanya menjadi presiden sungguhan, sementara yang tidak disangka-sangka menjadi presiden

berhasil menjadi presiden. Artinya, antara lain, tak ada konsep atau teori yang bersifat mutlak, juga tentang kewirausahaan.

## PETUNJUK BAGI PENULIS

1. Naskah belum pernah diterbitkan dalam media cetak lain, diketik dengan spasi satu pada kertas HVS (A4) menggunakan pengolah kata Microsoft Word (MS-Word), maksimal 15 halaman.
2. Artikel yang dimuat dalam Jurnal Teknik ini meliputi tulisan hasil penelitian, gagasan konseptual, kajian dan aplikasi teori, tinjauan konseptual, dan resensi buku dalam bidang sains dan teknologi.
3. Artikel (hasil penelitian) memuat :
  - Judul
  - Nama Penulis (tanpa gelar akademik)
  - Abstrak (bahasa Indonesia/bahasa Inggris)
  - Kata-kata kunci
  - Pendahuluan (memuat latarbelakang masalah dan sedikit tinjauan Pustaka, serta masalah/tujuan penelitian)
  - Metode Penelitian
  - Hasil Penelitian
  - Pembahasan
  - Kesimpulan dan Saran
  - Daftar Pustaka
  - Biodata Penulis
4. Artikel (konseptual/setara hasil penelitian) memuat:
  - Judul
  - Nama Penulis (tanpa gelar akademik)
  - Abstrak (bahasa Indonesia/bahasa Inggris)
  - Kata-kata kunci
  - Pendahuluan
  - Subjudul (sesuai dengan kebutuhan)
  - Penutup (kesimpulan dan saran)
  - Daftar Pustaka
  - Biodata Penulis
5. Artikel 2 (dua) eksemplar dan disket atau CD dikirim paling lambat 1 (satu) bulan sebelum bulan penerbitan kepada:

**Redaksi Jurnal Teknik**  
**Jl. Gatot Subroto PO BOX 807**  
**Bandung**  
**Tlp : (022)7312741**  
**E-mail : moro@koran .com**

6. Kepastian pemuatan atau penolakan naskah akan diberitahukan secara tertulis. Penulis yang artikelnya dimuat akan mendapat imbalan Rp. 50.000,- dan 1 (satu) buah Jurnal Teknik sebagai bukti. Artikel yang tidak dimuat tidak akan dikembalikan, kecuali atas permintaan penulis.