



VOLUME 2 NOMOR 2 NOVEMBER 2003

JURNAL TEKNIK



MEDIA PENGEMBANGAN ILMU DAN APLIKASI TEKNIK

Urip Subagio

Pengaruh Oversize Silinder Motor Honda 70 Terhadap Performansi Mesin

Leni Juwita

Karakterisasi Material Menggunakan XRF, XRD, dan SEM-EDX

Ir. Hasudungan Silalahi, MT

Analisis Peningkatan Tinggi Hisap (Head Suction) Pompa

Didi, Febrianto, Tasroni

Analisis Pengaruh Katalis Pada Reaksi Esterifikasi Minyak Sawit Mentah

Sumargo, Syamsul Basri, Anis Rosyidah

Pengaruh Pengaku Konsentris (Concentric Bracing) dan Eksentris (Eccentric Bracing) pada Struktur Baja dengan Daktilitas Penuh Terhadap Gempa

Jahny Sast

Pemimpin yang Wirausahawan

Oviyan Patra, Ir., MSc.

Teori Persaingan Keunggulan Comparatif

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



- | | |
|---|------------|
| <p>Urip Subagio
 Pengaruh Oversize Silinder Motor Honda 70
 Terhadap Performansi Mesin</p> | <p>169</p> |
| <p>Leni Juwita
 Karakterisasi Material Menggunakan XRF, XRD, dan SEM-EDX</p> | <p>177</p> |
| <p>Ir. Hasudungan Silalahi, MT
 Analisis Peningkatan Tinggi Hisap (Head Suction) Pompa</p> | <p>193</p> |
| <p>Didi, Febrianto, Tasroni
 Analisis Pengaruh Katalis Pada Reaksi Esterifikasi
 Minyak Sawit Mentah</p> | <p>200</p> |
| <p>Sumargo, Syamsul Basri, Anis Rosyidah
 Pengaruh Pengaku Konsentris (Concentric Bracing) dan
 Eksentris (Eccentric Bracing) pada Struktur Baja dengan
 Daktilitas Penuh Terhadap Gempa</p> | <p>206</p> |
| <p>Jahny Sast
 Pemimpin yang Wirausahawan</p> | <p>216</p> |
| <p>Oviyan Patra, Ir., MSc.
 Teori Persaingan Keunggulan Comparatif</p> | <p>217</p> |



ISSN 1412 8810
Volume 2 NO. 2 November 2003

JURNAL TEKNIK

Media Pengembangan Ilmu Dan Aplikasi Teknologi

Pengantar Redaksi

Pengantar Redaksi

Pembaca yang budiman,

Jurnal Teknik kali ini memuat 5 karya tulis hasil penelitian. Tulisan pertama mewakili **Jurusan Mesin** dengan judul "Pengaruh Oversize Silinder Motor Honda 70 terhadap Performansi Mesin" dan "Analisis Peningkatan Tinggi Hisap (Head Suction) Pompa". **Jurusan Teknologi Metalurgi** menampilkan tulisan "Karakterisasi Material menggunakan XRF, XRD dan SEM-EDX". **Jurusan Teknik Kimia** menampilkan "Analisis pengaruh Katalis pada Reaksi Esterifikasi Minyak Sawit Mentah", **Jurusan Teknik Sipil** menampilkan "Pengaruh Pengaku Konsentris (Concentric Bracing) dan Eksentris (Eccentric Bracing) pada Struktur Baja dengan Daktilitas Penuh Terhadap Gempa" dan **Jurusan Teknik Industri** menampilkan "Teori Persaingan Keunggulan Comporatif"

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

Penanggung Jawab :

Ir. Wasito (Dekan FT-UNJANI)

Pemimpin Umum :

Ir. Jahny Sast, MSc (PD-I)

Pemimpin Usaha :

Ir. Ronni Ibnu Sabil, MT (PD-II)

Pemimpin Redaksi :

Ir. Febrianto (PD-III)

Editor / Redaktur Pelaksana :

Ir. Moro Sujatmiko (Ketua)

Pawawoi, ST (Sekretaris)

Ir. Ni Ketut HD, MM

Ir. Antono Damayanto, MMBat

War'an, ST

Tata Usaha

Suwardi

Alamat Redaksi :

Jl. Gatot Subroto PO BOX 807

Telp. (022) 7312741

Fax. (022) 730 9433

Bandung

E-mail : moro@koran.com

**Diterbitkan oleh Fakultas Teknik
Universitas Jenderal Achmad Yani**

November 2003

PENGARUH OVERSIZE SILINDER MOTOR HONDA 70 TERHADAP PERFORMANSI MESIN

Oleh : Urip Subagjo

ABSTRAK

Dengan perkembangan ilmu dan teknologi dalam bidang otomotif khususnya sepeda motor roda dua, banyak masyarakat pengguna melakukan suatu inovasi dan kreasi untuk menemukan sesuatu yang baru guna menunjang kebutuhan pribadi dan kebutuhan lingkungan. Akhir-akhir ini perkembangan performansi sepeda motor sangat pesat, dilain pihak sebagian masyarakat yang kurang mampu hanya dapat melihat sepeda motor baru dengan daya dan torsi yang besar tanpa dapat memiliki dan merasakannya.

Salah satu hal yang menarik dikaji untuk meningkatkan performansi mesin sepeda motor dengan cara memperbesar volume silinder (oversize) agar performansi yang sudah menurun dapat ditingkatkan kembali, sehingga dapat mendekati performansi mesin sepeda motor produksi baru dengan tipe yang sama. Dengan sedikit memperbesar volume silinder akan meningkatkan volume langkah yang menghasilkan daya motor yang lebih besar pada putaran yang sama serta menaikkan kompresi dan tekanan kompresi motor tersebut, walaupun konsumsi bahan bakar akan sedikit lebih boros.

1. PENDAHULUAN.

Motor bakar adalah motor yang sumber tenaganya diperoleh dari hasil pembakaran gas atau campuran bahan bakar dengan udara menggunakan perbandingan tertentu dalam ruang bakar sehingga timbul panas, dimana panas tersebut mengakibatkan gas yang telah terbakar mengembang (ekspansi).

Karena pembakaran dan pengembangan gas ini terjadi di ruang bakar yang sempit dan tertutup rapat (tidak bocor) dimana bagian atas dan samping dari ruang bakar adalah statis (tidak bergerak) sedang kan yang dinamis hanya piston, sehingga dengan sendirinya piston akan terdorong ke bawah membawa tenaga yang sangat besar yang berfungsi untuk menggerakkan motor.

1.1 Penggolongan Motor Bakar Berdasarkan Sistem

- a. *External Combustion Engines* yaitu motor yang proses pembakarannya terjadi diluar mesin, karena energi thermal dari hasil pembakaran dipindahkan ke fluida kerja mesin melalui beberapa dinding pemisah, contoh : Mesin uap atau Ketel uap.
- b. *Internal Combustion Engines* yaitu motor yang proses pembakarannya diperoleh dari dalam motor bakar itu sendiri sehingga gas pembakaran terjadi sekaligus berfungsi sebagai fluida kerja, contoh : pada motor bakar torak, sistem turbin gas dan propulsi pancar gas.

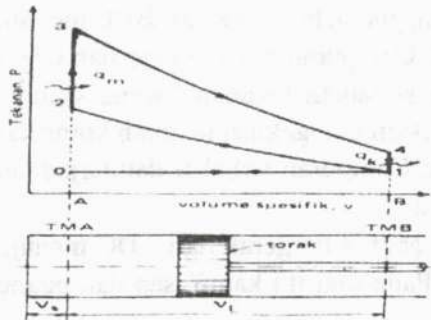
1.2 Motor Otto (Bensin)

Pada motor Otto daya mesin dihasilkan dengan memanfaatkan proses pembakaran campuran bahan bakar dengan udara di dalam ruang bakar. Pencampuran tersebut diperoleh dengan perantara karburator dimana di dalam karborator bahan bakar dan udara bercampur dengan perbandingan tertentu agar terjadi pembakaran yang sempurna diruang bakar.

Sistem pembakaran Otto memerlukan penyalaan awal dari luar dengan perantara busi. Busi memberikan kalor dalam bentuk loncatan api listrik yang terjadi pada elektroda busi dan membakar campuran bahan bakar, baik untuk motor dua langkah maupun motor empat langkah.

1.3 Siklus udara volume konstan (Siklus-Otto).

Siklus Otto merupakan prinsip dasar dari kerja motor bensin, yang merupakan siklus udara dimana pemasukan kalor berlangsung pada volume konstan.



Keterangan :

- P = Tekanan fluida kerja (N/m^2)
- v = Volume spesifik (m^3/kg)
- q_m = Jumlah kalor masuk ($kcal/kg$)
- q_k = Jumlah kalor keluar ($kcal/kg$)
- V_1 = Volume langkah torak (m^3).
- V_s = Volume sisa (m^3 atau cm^3).
- TMA = Titik Mati Atas.
- TMB = Titik Mati Bawah.

Gambar 1 : Diagram P v dari siklus Otto.

1.4 Ciri Motor Empat Langkah

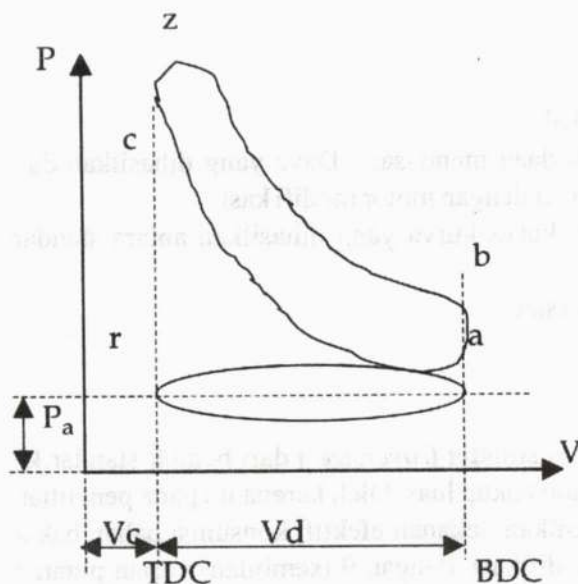
Motor bensin (Otto) dengan sistem empat langkah mempunyai ciri-ciri sebagai berikut :

- a. Untuk mendapatkan sekali kerja, piston bergerak 4 (empat) kali 2 (dua) kali ke atas dan 2 (dua) kali ke bawah sedangkan knock as berputar dua kali putaran.
 - b. Hanya mempunyai satu macam kompresi yaitu kompresi silinder
 - c. Mempunyai tiga buah ring yaitu : 2 buah ring kompresi dan sebuah ring oli.
 - d. Setiap silinder mempunyai dua macam klep yaitu klep masuk dan klep keluar.
 - e. Bahan bakarnya bensin
- Gas pembuangan *exhaust pipe* (knalpot) tidak menimbulkan asap.

1.5 Prinsip Kerja Motor 4 (Empat) Langkah.

Pada motor empat langkah diperlukan empat kali langkah torak yaitu, dua kali putaran poros engkol untuk menghasilkan satu siklus kerja.

Untuk memperjelas kita lihat diagram P - v di bawah ini :



Keterangan :

- P_a = Tekanan atm,
- TDC = Top Dead Center (Titik mati atas),
- BDC = Bottom Dead Center (Titik mati bawah),
- V_d = Volume langkah (cc),
- V_c = Volume sisa (cc).

Gambar 2: Diagram P-v
Motor bensin 4 langkah

Keterangan Langkah Gambar 2 :

1. Proses r - a adalah langkah isap, $(0-180)^\circ$ poros engkol, piston bergerak dari TDC menuju BDC, Katup isap terbuka katup buang tertutup.
2. Proses a - c langkah kompresi, $(180-360)^\circ$ poros engkol, piston bergerak dari BDC menuju TDC, katup isap dan buang dalam keadaan tertutup. Campuran bahan bakar dan udara dalam silinder dikompresikan. Pada saat itu terjadi kenaikan tekanan karena volume diperkecil dengan luas penampang yang tetap. Saat piston mengakhiri langkah kompresi diberikan loncatan bunga api dari busi di ruang bakar. Campuran terbakar dan terjadilah peningkatan tekanan yang sangat tinggi mencapai titik z.
3. Proses z - b adalah langkah kerja $(360-540)^\circ$ poros engkol bergerak dari TDC menuju BDC, akibat tekanan diruangan yang sangat tinggi. Pada saat itu katup isap dan buang dalam keadaan tertutup.
4. Proses b - r adalah langkah buang sisa pembakaran $(540-720)^\circ$ poros engkol, piston bergerak dari TDC menuju BDC, katup isap dalam keadaan tertutup dan katup buang dalam keadaan terbuka. Gas hasil pembuangan didorong keluar oleh piston, melalui saluran gas buang sampai titik r.

2. PERUMUSAN MASALAH

Masalah yang akan di bahas adalah memodifikasi silinder yaitu dengan jalan memperbesar diameter silinder (*oversize*) menjadi 50 mm dari kapasitas mesin yang ada sampai batas maksimal yang telah ditentukan oleh Pabrik (100 mm) , guna memperbesar tenaga dan menambah kecepatan kendaraan. Penulis membuat beberapa perumusan masalah terhadap penelitian yang dilakukan antara lain :

- a. Bagaimana pengaruh performansi mesin modifikasi terhadap mesin standar.
- b. Bagaimana mendapatkan perubahan silinder yang optimal sehingga dapat mempengaruhi kenaikan tenaga mesin modifikasi dibandingkan dengan mesin standar.

3. TUJUAN PENELITIAN.

Dengan penelitian ini diharapkan beberapa hal :

- a. Penelitian dapat mengidentifikasi perbedaan mendasar ; Daya yang dihasilkan dan konsumsi bahan bakar antara motor standar dengan motor modifikasi.
- b. Penelitian ini dapat melihat perbedaan kurva-kurva yang dihasilkan antara standar dengan modifikasi.
- c. Menganalisa kinerja mesin terhadap *oversize*.

4. BATASAN MASALAH

Adapun batasan masalah tentang perubahan silinder (*oversize*) dari bentuk standar ke bentuk modifikasi mencakup berbagai aspek yang cukup luas. Oleh karena itu pada penelitian ini penulis memfokuskan pada daya yang dihasilkan, tekanan efektif, konsumsi bahan bakar dan efisiensi thermal antara standar dengan modifikasi, dengan 9 (sembilan) varian putaran dari 800 rpm sampai dengan 1600 rpm, (kenaikan putaran masing - masing varian 100 rpm).

5. METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan menggunakan metode deskriptif melalui pengujian di laboratorium.

- Pengujian motor standar tekanan udara 73 cm Hg (97,31 kPa.)
- Pengujian motor modifikasi tekanan udara 74 cm Hg (98,64 kPa.)
- Bukaan Katup standar dan modifikasi adalah 100 %.
- Volume langkah torak 72 cm³
- Diameter silinder 47 mm.
- Perbandingan kompresi standar (8,8 : 1) dan modifikasi (8,9 : 1).Perbandingan Eddy
- Current Dynamometer dengan Engine (*Crank Shaft*) adalah (1:4), sehingga untuk mendapatkan putaran poros engine sebenarnya adalah $n_{ukur} \times 4 = n_{sebenarnya}$

No	Putaran (rpm)	Kecepatan (km/h)	Kecepatan (m/s)	Kecepatan (m/s)	Kecepatan (m/s)	Kecepatan (m/s)
01	800	120	33	33	33	33
02	800	120	33	33	33	33
03	800	120	33	33	33	33
04	800	120	33	33	33	33
05	800	120	33	33	33	33
06	800	120	33	33	33	33
07	800	120	33	33	33	33
08	800	120	33	33	33	33
09	800	120	33	33	33	33

No	Putaran (rpm)	Kecepatan (km/h)	Kecepatan (m/s)	Kecepatan (m/s)	Kecepatan (m/s)	Kecepatan (m/s)
10	800	120	33	33	33	33
11	800	120	33	33	33	33
12	800	120	33	33	33	33
13	800	120	33	33	33	33
14	800	120	33	33	33	33
15	800	120	33	33	33	33
16	800	120	33	33	33	33
17	800	120	33	33	33	33
18	800	120	33	33	33	33
19	800	120	33	33	33	33

6. DATA HASIL PENGAMATAN DAN PERHITUNGAN

1. Data Pengamatan rata-rata Motor Standar

No.	Putaran (rpm)	B. Bakar /50 ml (detik)	Torsi (Nm)	Temperatur Oli (°C)	Temperatur Busi (°C)	Temperatur Udara (°C)	Durasi (menit)
01.	800	210	13,81	61,0	147,0	25,5	3
02.	900	198	13,94	63,0	152,5	25,5	3
03.	1000	151	13,73	67,0	156,0	25,5	3
04.	1100	134	13,75	71,5	160,5	25,5	3
05.	1200	139	13,46	75,5	164,0	25,5	3
06.	1300	110	12,49	81,0	169,5	26,5	3
07.	1400	103	12,08	86,0	171,0	26,5	3
08.	1500	97	10,17	91,0	174,0	26,5	3
09.	1600	87	07,01	98,0	179,5	26,5	3

2. Data Pengamatan rata-rata Motor Modifikasi

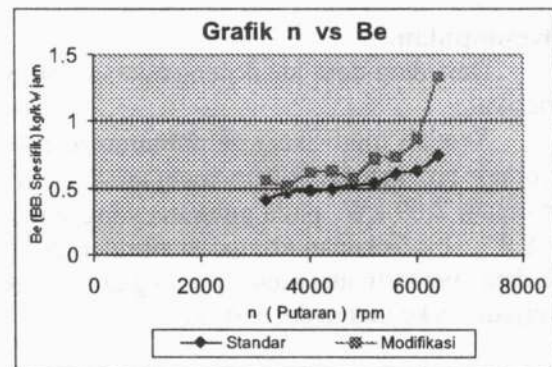
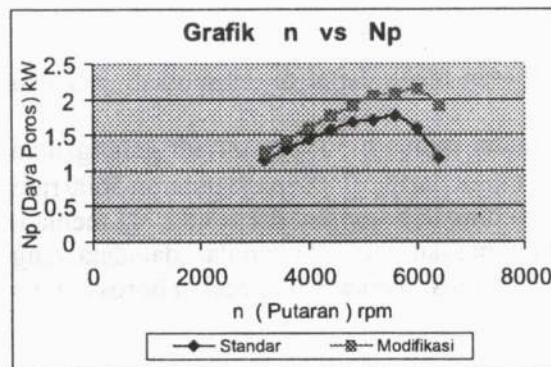
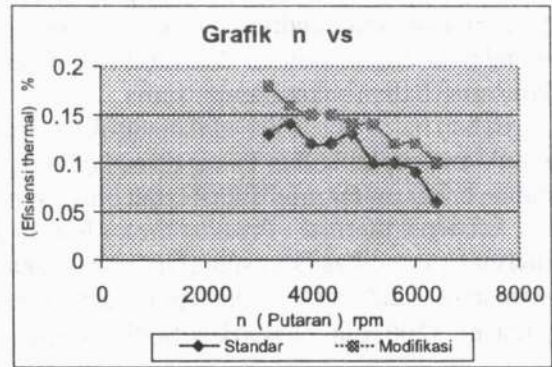
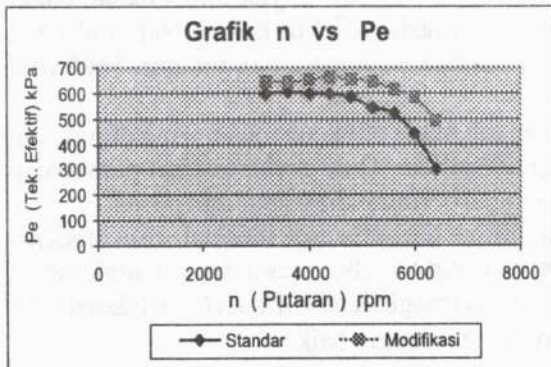
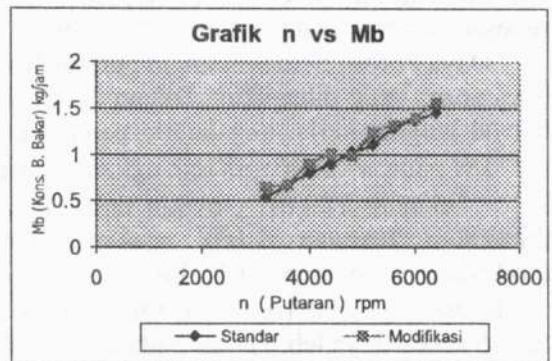
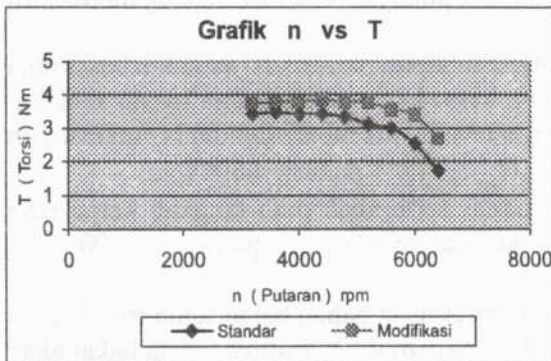
No.	Putaran (rpm)	B. Bakar /50 ml (detik)	Torsi (Nm)	Temperatur Oli (°C)	Temperatur Busi (°C)	Temperatur Udara (°C)	Durasi (menit)
01.	800	251	15,09	47,5	151,0	23,0	3
02.	900	204	15,14	59,0	163,0	23,0	3
03.	1000	172	15,20	69,0	172,0	23,5	3
04.	1100	153	14,44	81,0	178,0	24,0	3
05.	1200	131	15,30	92,0	178,0	24,0	3
06.	1300	123	15,13	100,5	182,0	24,0	3
07.	1400	106	14,23	109,5	180,0	24,0	3
08.	1500	100	13,64	118,0	182,5	24,0	3
09.	1600	94	11,43	126,0	188,5	24,5	3

C. Data Perhitungan hasil Pengamatan

No.	Putaran N (rpm)	Torsi (T) (Nm)		Daya Poros N_p (kW)		Tek. Efektif P_e (kPa)		Kons. B Bakar M_b (kg/jam)		BB. Spesifik B_e (kg/kW jam)		Efisiensi Thermal η_{th}	
		Std.	Mdf.	Std.	Mdf.	Std.	Mdf.	Std.	Mdf.	Std.	Mdf.	Std.	Mdf.
01.	3200	3,45	3,77	1,16	1,26	601,6	646,1	0,53	0,65	0,42	0,56	0,13	0,18
02.	3600	3,48	3,79	1,31	1,43	606,9	649,4	0,66	0,68	0,47	0,52	0,14	0,16
03.	4000	3,43	3,80	1,44	1,59	598,3	651,1	0,79	0,90	0,49	0,62	0,12	0,15
04.	4400	3,43	3,86	1,58	1,78	598,1	661,2	0,89	1,01	0,50	0,64	0,12	0,15
05.	4800	3,36	3,80	1,69	1,91	586,1	651,1	1,02	0,98	0,53	0,58	0,13	0,14
06.	5200	3,12	3,78	1,70	2,06	544,2	647,6	1,10	1,23	0,54	0,73	0,10	0,14
07.	5600	3,02	3,56	1,77	2,09	526,8	609,8	1,28	1,32	0,61	0,74	0,10	0,12
08.	6000	2,54	3,41	1,60	2,14	443,0	584,2	1,36	1,40	0,63	0,88	0,09	0,12
09.	6400	1,75	2,86	1,17	1,92	305,2	490,1	1,44	1,56	0,75	1,34	0,06	0,10

Keterangan : (Std. = Standar dan Mdf. = Modifikasi)

7. GRAFIK HASIL PERHITUNGAN ;



8. PEMBAHASAN

Torsi ; Terlihat bahwa semakin tinggi putaran besar torsi yang dihasilkan akan bertambah. Torsi maksimum motor standar di peroleh 3,48 Nm pada putaran 3600 rpm sedang modifikasi sebesar 3,86 Nm pada putaran 4400 rpm.

Daya Poros ; Semakin tinggi putaran baik standar maupun modifikasi semakin besar pula daya poros yang dihasilkan. Dalam hal ini semakin besar kecepatan putaran mesin semakin banyak langkah kerja yang dialami pada waktu yang sama. Untuk motor standar N_p maksimum 1,77 kW pada $n= 5600$ rpm sedangkan modifikasi (N_p) 2,14 kW pada $n= 6000$ rpm.

Tekanan Efektif ; makin tinggi putaran makin bertambah pula langkah kerja yang dihasilkan. Tekanan efektif maksimum motor standar 606,9 kPa. pada $n= 3600$ rpm, modifikasi (P_e) didapat 661,2 kPa. pada $n= 4400$ rpm.

Konsumsi bahan bakar ; Untuk motor standar penggunaan bahan bakar lebih irit . Hal ini terjadi selain daya lebih besar pada saat putaran lebih tinggi maka konsumsi bahan bakar akan naik pula . Hal ini terjadi karena pada saat sisa pembakaran masih terdapat gas yang tersisa dalam ruang bakar. Bila di ruang pembakaran gas yang tertinggal banyak maka bahan bakar yang masuk akan sedikit. Sedangkan motor modifikasi terlihat lebih boros. Hal hal yang mendekati antara standar dan modifikasi pada saat putaran 3600 rpm dan putaran 5600 rpm konsumsi bahan bakar hampir sama.

Bahan bakar spesifik ; adalah untuk mengukur sejauh mana efisiensi mesin yang digunakan untuk mensuplai bahan bakar terhadap kerja yang dihasilkan. Dari grafik terlihat pemakaian bahan bakar motor modifikasi lebih boros seiring dengan bertambahnya putaran poros.

Efisiensi thermal ; Prestasi motor bensin dapat dilihat dari efisiensi thermal. Bila efisiensi thermal yang dihasilkan semakin besar maka kinerja mesin tersebut makin baik. Untuk motor standar (η_{th}) didapat 0,14 pada putaran motor 3600 rpm sedangkan modifikasi (η_{th}) didapat 0,18 pada $n= 3200$ rpm . Maka dari analisa grafik tersebut motor makin baik.

9. PENUTUP

Kesimpulan.

Dari data-data hasil pengamatan dan pembahasan maka dapat di -simpulkan sebagai berikut :

Setelah modifikasi pembesaran diameter silinder menjadi 50 mm terjadi peningkatan volume langkah dari 72 cm^3 menjadi $73,3 \text{ cm}^3$, daya motor dari 1,77 kW pada putaran 5600 rpm menjadi 2,09 kW pada putaran yang sama, perbandingan kompresi dari (8,8 : 1) menjadi (8,9 : 1), Tekanan kompresi silinder dari 650 kPa manjadi 800 kPa dan dari datadata yang didapat performansi mesin meningkat akan tetapi konsumsi bahan bakar makin boros karena terjadinya kenaikan daya motor.

Saran.

Setelah modifikasi (oversize) seyogyanya motor tersebut di gunakan dengan perlakuan sama dengan motor baru yaitu kecepatan maksimum sekitar 50 km / jam, guna menghaluskan permukaan torak dan dinding silinder karena setelah proses oversize , torak dan dinding silinder masih relatif kasar.

DAFTAR PUSTAKA

1. Addison, " Applications of Thermodynamics", Second Edition, Wesley Publishing Compay, Inc.,1982.
2. Arismunandar, Wiranto. " Penggerak Mula Motor bakar torak", edisi keempat, ITB - Bandung, 1988.
3. BPM. Arends, H. Berenschot, " Motor Bensin " , 1980
4. Engine Step 2, PT. Toyota Astra Motor.
5. Kiyaku, Yaswaki "Teknik Praktis Merawat Sepeda Motor" Pustaka Setia, 1984.

Urip Subagjo, Ir.MM. adalah Dosen Tetap Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik UNJANI.

KARAKTERISASI MATERIAL MENGGUNAKAN XRF, XRD DAN SEM-EDX

Leni Juwita

Pendahuluan

Teknik pemeriksaan material yang digunakan pada penelitian ini adalah X Ray Fluorescence (XRF), X Ray Diffraction (XRD) dan Scanning Electron Microscopy (SEM) yang dipadukan dengan Energy Dispersive X Ray Analyzer (EDX) pada sampel yang tidak diketahui jenis serta komposisi material tersebut. Perlu disadari bahwa tidak ada satu pun teknik laboratorium yang mampu mengamati seluruh data yang diperlukan. Satu teknik pengamatan akan melengkapi teknik lainnya.

Bidang metalografi mengandalkan teknik pengamatan dengan mikroskop optik. Identifikasi fasa telah dihimpun dalam berbagai literatur, dengan prinsip perbedaan reaksi permukaan logam terhadap zat etsa berikut cara penyinarannya di mikroskop metalurgi (bright field/ dark field/ polarisasi dst). Dengan SEM pengamatan metalografi dapat ditambah dengan tampilan dari EDX. Dari sini diperoleh indikasi adanya unsur-unsur kimia yang ada pada spesimen. Keunggulan analisis kimia pada SEM-EDX adalah kemampuannya untuk mengamati daerah yang sangat sempit.

Tentu saja analisis unsur kimia terhadap sampel akan lebih teliti bila dilakukan dengan teknik XRF. Dengan XRF kita dapat menganalisa unsur-unsur apa saja yang membangun material yang kita amati, walaupun untuk unsur ringan tidak dapat diamati. Kelemahan dari metode XRF adalah tidak dapat mengetahui senyawa apa yang dibentuk oleh unsur-unsur yang terkandung dalam material yang akan kita teliti. Dan kita tidak dapat menentukan struktur dari atom yang membentuk material itu.

Penentuan sel satuan dari spesimen tentu saja tidak dapat dilakukan dengan SEM. Untuk itu perlu dilakukan pemeriksaan XRD pada bulk sampel, dengan adanya pola difraksi maka dapat dideteksi struktur kristal, parameter kisi, dan posisi atom.

X-Ray Fluorescence

Metode XRF secara luas digunakan untuk menentukan komposisi unsur suatu material. Karena metode ini cepat dan tidak merusak sampel, metode ini dipilih untuk aplikasi di lapangan dan industri untuk kontrol material. Tergantung pada penggunaannya, XRF dapat dihasilkan tidak

hanya oleh sinar X tetapi juga sumber eksitasi primer yang lain seperti partikel alfa, proton atau sumber elektron dengan energi yang tinggi.

Apabila terjadi eksitasi sinar X primer yang berasal dari tabung X ray atau sumber radioaktif mengenai sampel, sinar X dapat diabsorpsi atau dihamburkan oleh material. Proses dimana sinar X diabsorpsi oleh atom dengan mentransfer energinya pada elektron yang terdapat pada kulit yang lebih dalam disebut efek fotolistrik. Selama proses ini, bila sinar X primer memiliki cukup energi, elektron pindah dari kulit yang di dalam menimbulkan kekosongan. Kekosongan ini menghasilkan keadaan atom yang tidak stabil. Apabila atom kembali pada keadaan stabil, elektron dari kulit luar pindah ke kulit yang lebih dalam dan proses ini menghasilkan energi sinar X yang tertentu dan berbeda antara dua energi ikatan pada kulit tersebut. Emisi sinar X dihasilkan dari proses yang disebut X Ray Fluorescence (XRF). Proses deteksi dan analisa emisi sinar X disebut analisa XRF. Pada umumnya kulit K dan L terlibat pada deteksi XRF. Jenis spektrum X ray dari sampel yang diradiasi akan menggambarkan puncak-puncak pada intensitas yang berbeda.

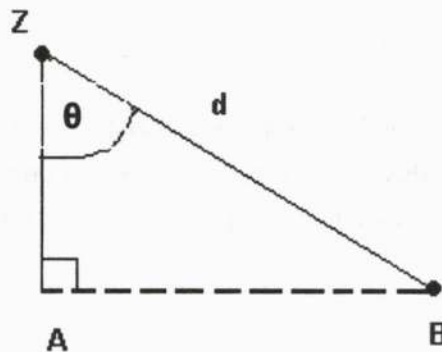
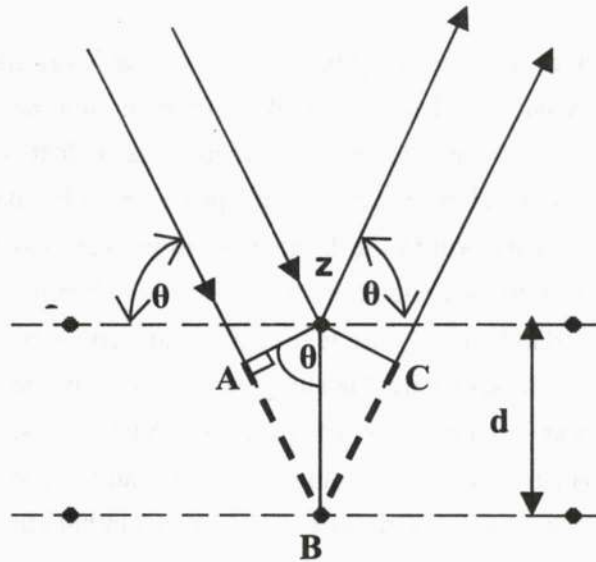
X-Ray Diffraction

Sinar X ditemukan pertama kali oleh Wilhelm Conrad Rontgen pada tahun 1895, di Universitas Wurtzburg, Jerman. Karena asalnya tidak diketahui waktu itu maka disebut sinar-X. Untuk penemuan ini Rontgen mendapat hadiah nobel pada tahun 1901, yang merupakan hadiah nobel pertama di bidang fisika.

Sejak ditemukannya, sinar X telah umum digunakan untuk tujuan pemeriksaan tidak merusak pada material maupun manusia. Disamping itu, sinar X dapat juga digunakan untuk menghasilkan pola difraksi tertentu yang dapat digunakan dalam analisis kualitatif dan kuantitatif material.

Pada waktu suatu material dikenai sinar X, maka intensitas sinar yang ditransmisikan lebih rendah dari intensitas sinar datang. Hal ini disebabkan adanya penyerapan oleh material dan juga penghamburan oleh atom-atom dalam material tersebut.

Berkas sinar X yang dihamburkan tersebut ada yang saling menghilangkan karena fasanya berbeda dan ada juga yang saling menguatkan karena fasanya sama. Berkas sinar X yang saling menguatkan itulah yang disebut sebagai berkas difraksi. **Hukum Bragg** merupakan perumusan matematika tentang persyaratan yang harus dipenuhi agar berkas sinar X yang dihamburkan tersebut merupakan berkas difraksi.



Gambar 1. Skema difraksi sinar X oleh atom-atom dalam kristal.

Tinjau sinar datang yang menumbuk pada titik pada bidang pertama dan dihamburkan oleh atom z. Sinar datang yang kedua menumbuk bidang berikutnya dan dihamburkan oleh atom B, sinar ini harus menempuh jarak $AB + BC$, bila dua sinar tersebut paralel dan satu fasa (saling menguatkan). Jarak tempuh ini adalah merupakan kelipatan (n) panjang gelombang (λ), sehingga persamaan menjadi : $n \lambda = AB + BC$

Dari gambar terlihat : $AB = d \sin \theta$, karena $AB = BC$ persamaan menjadi :

$$n \lambda = 2 AB$$

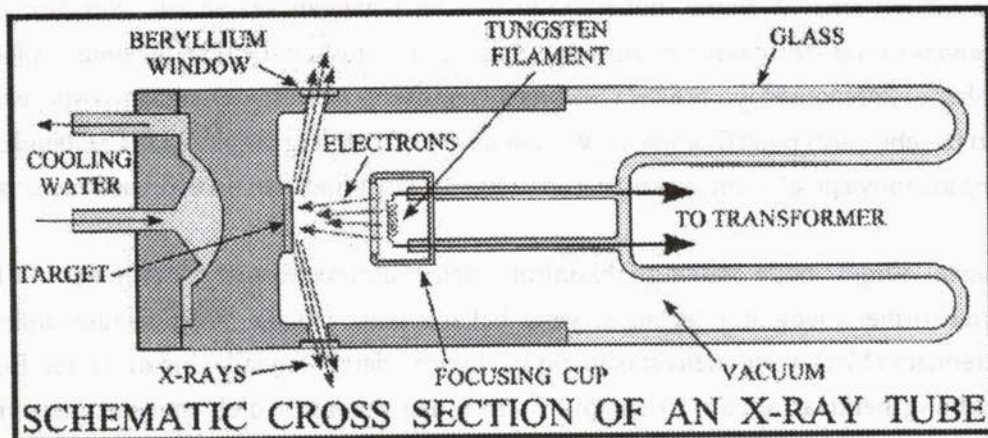
Substitusi persamaan menjadi :

$$n \lambda = 2 d \sin \theta$$

Sinar X dihasilkan dari tumbukan antara elektron kecepatan tinggi dengan logam target. Dari prinsip dasar ini, maka alat untuk menghasilkan sinar X harus terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu :

- a. Sumber elektron (katoda)
- b. Tegangan tinggi untuk mempercepat elektron
- c. Logam target (anoda)

Ketiga komponen tersebut merupakan komponen utama suatu tabung sinar X. Skema tabung sinar X dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Skema tabung Sinar X

Tabung sinar X terdiri dari tabung gelas yang telah divakumkan. Elektron berasal dari filamen yang dipanaskan, biasanya dibuat dari kawat wolfram dengan tegangan sekitar 4 sampai 12 volt dan arus sekitar 1,5 sampai 5 A. Elektron-elektron pada permukaan filamen dipercepat oleh karena adanya perbedaan tegangan yang tinggi antara filamen dan logam target, dengan demikian elektron dapat "ditarik" oleh logam target. Karena itu sebelum menaikkan tegangan maka arus tabung harus dinaikkan terlebih dahulu untuk menghindarkan terjadinya cold emission yang dapat merusak filamen. Filamen diselubungi dengan kotak logam yang bertegangan sama

dengan tegangan filamen, sehingga elektron akan difokuskan ke bagian kecil dari logam target, disebut titik fokus (focal spot). Dari titik fokus ini, sinar X akan diemisikan melalui jendela pada rumah tabung. Jendela ini bersifat transparan dan biasanya dibuat dari lembaran tipis beryllium. Beryllium dipilih karena mempunyai konduktivitas panas dan listrik yang cukup baik, sehingga dapat ditempatkan dekat logam target tanpa ada resiko pemanasan berlebihan dan charging akibat tumbukan dengan sinar X. Energi kinetik elektron yang menumbuk logam target adalah :

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2 = eV$$

Dimana m adalah massa elektron ($9,11 \times 10^{-31}$ kg) v adalah kecepatan elektron sebelum tumbukan, e adalah muatan elektron ($1,60 \times 10^{-19}$ coulomb) dan V adalah beda tegangan antara katoda dan anoda.

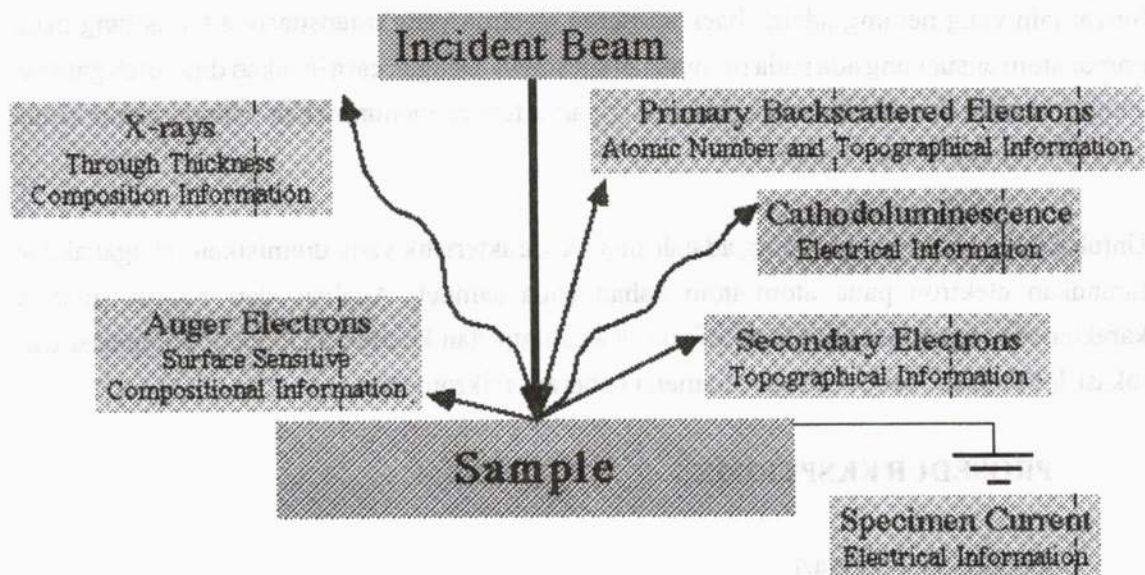
Efisiensi tumbukan untuk menghasilkan sinar X sangat rendah, yaitu hanya sekitar 1 % dari energi yang digunakan untuk menghasilkan sinar X, sisanya diubah menjadi panas. Karena alasan tersebut maka setiap tabung sinar X harus dilengkapi dengan sistem pendingin yang baik. Walaupun elektron mengalir ke satu arah (dari filamen ke logam target), tidak berarti bahwa tabung sinar X harus dioperasikan dengan tegangan searah (dc voltage). Dengan menggunakan transformator, tabung sinar X dapat dioperasikan dengan tegangan bolak-balik (ac voltage) karena adanya proses rektifikasi (rectifying process). Dengan sistem rektifikasi sendiri tersebut, arus pada filamen hanya mengalir ketika tegangannya negatif, sedangkan pada saat tegangannya positif hanya pemanasan filamen yang terjadi dan tidak dihasilkan sinar X.

Tegangan tinggi pada tabung dikontrol oleh autotransformer. Voltmeter (V) pada autotransformer mengukur tegangan yang bekerja pada tabung. Arus tabung diukur oleh amperemeter (MA), yang menyatakan aliran elektron dari filamen ke logam target. Besarnya arus tabung berkisar antara 10 sampai 25 mA dan dikontrol oleh rheostat pada filamen. Rheostat tersebut mengontrol output tegangan transformator filamen, tegangan ini menentukan arus filamen, dengan demikian juga menentukan temperatur filamen dan jumlah elektron yang dikeluarkan setiap detik. Tabung sinar X dapat menjadi tidak berfungsi karena keausan filamen atau pemakaian melampaui daya yang diijinkan. Ukuran diameter kawat filamen akan berkurang dengan waktu, karena efek penguapan dari wolfram. Dengan semakin seringnya dipakai, maka diameter akan semakin mengecil sampai akhirnya dapat terbakar. Umur filamen pada kondisi kerja maksimum adalah 2000 jam. Pemakaian di bawah kondisi kerja maksimum dapat memperpanjang umur filamen.

Semua tabung sinar X mempunyai daya maksimum yang tidak boleh dilewati agar tidak merusak tabung. Batas ini dikontrol oleh jumlah panas yang dapat dihantarkan oleh logam target dan biasanya dinyatakan oleh pabrik pembuat tabung sebagai arus maksimum (mA) untuk tegangan tabung tertentu (kV). Ukuran dan bentuk titik focus (focal spot) harus dibuat sekecil mungkin sehingga energi elektron terpusat pada bagian kecil permukaan target. Dengan demikian intensitas sinar X yang dihasilkan akan tinggi. Luas permukaan logam target yang terlalu kecil menguntungkan ditinjau dari ukuran titik fokus yang dihasilkan, tetapi proses pendinginan akan berjalan lambat. Karena itu, dalam perancangan tabung sinar X, logam target tidak dibuat tegak lurus terhadap berkas elektron yang datang, melainkan dengan kemiringan tertentu. Dengan cara ini, maka luas permukaan logam target yang menghantar panas dapat dibuat lebih besar dan titik fokusnya juga berukuran kecil.

Scanning Electron Microscopy (SEM) & Energy Dispersive X Ray Analyzer (EDX)

Karena kepraktisan dan kehebatan kemampuannya teknik SEM telah dipakai secara luas. Kepraktisan dalam pengoperasiannya berpangkal terutama pada kemudahan dalam penyiapan spesimen yang jauh lebih sederhana daripada yang digunakan pada teknik TEM. Kemampuan / keunggulan SEM terutama disebabkan oleh beragamnya sinyal yang dihasilkan oleh interaksi antara berkas elektron dengan spesimen (**Gambar 4**). Deteksi dan pengolahan terhadap sinyal yang beragam itu menghasilkan berbagai tampilan data.



Gambar 4. Sinyal hasil interaksi berkas elektron dengan spesimen

Ditinjau dari jalannya berkas media, SEM dapat dianalogikan dengan mikroskop optik metalurgi, sedangkan TEM analog dengan mikroskop optik biologi. SEM dan mikroskop optik metalurgi menggunakan prinsip refleksi, dalam arti permukaan spesimen memantulkan berkas media. TEM dan mikroskop optik biologi/kedokteran memakai prinsip transmisi, artinya berkas media menembus spesimen yang tipis.

Teknik SEM pada hakekatnya merupakan pemeriksaan dan analisis permukaan. Data atau tampilan yang diperoleh adalah data dari permukaan atau dari lapisan yang tebalnya sekitar 20 um dari permukaan. Gambar permukaan yang diperoleh merupakan gambar topografi dengan

segala tonjolan dan lekukan permukaan. Gambar topografi diperoleh dari penangkapan pengolahan elektron sekunder yang dipancarkan oleh spesimen. Kata kunci dari prinsip kerja SEM adalah scanning yang berarti bahwa berkas elektron "menyapu" permukaan spesimen, titik demi titik dengan sapuan membentuk garis demi garis, mirip seperti gerakan mata yang membaca. Sinyal elektron sekunder yang dihasilkannya adalah dari titik pada permukaan, yang selanjutnya ditangkap oleh SE detector dan kemudian diolah dan ditampilkan pada layar CRT (TV). Scanning coil yang mengarahkan berkas elektron bekerja secara sinkron dengan pengarah berkas elektron pada tabung layar TV, sehingga didapatkan gambar permukaan spesimen pada layar TV.

Sinyal lain yang penting adalah back scattered electron yang intensitasnya tergantung pada nomor atom unsur yang ada pada permukaan spesimen. Dengan cara ini akan diperoleh gambar yang menyatakan perbedaan unsur kimia : warna terang menunjukkan adanya unsur kimia yang lebih tinggi nomor atomnya.

Untuk EDX, radiasi yang penting adalah sinar X karakteristik yang diemisikan sebagai akibat tumbukan elektron pada atom-atom bahan pada sampel. Analisis dari radiasi sinar X karakteristik dapat menghasilkan informasi kualitatif dan kuantitatif tentang komposisi dari lokasi-lokasi pada sampel dengan diameter beberapa mikrometer.

PROSEDUR EKSPERIMEN

Sample dan Preparasi

X-Ray Fluorescence

Sebelum melakukan pengujian XRF, terlebih dahulu material di press dengan mesin press, jumlah sampel yang dipress 1 buah.

X-Ray Diffraction

Sampel berupa serbuk ditempelkan pada tempat pengujiannya yang kemudian siap diuji coba sebagai sampel uji pada mesin XRD. Spesimen serbuk lebih menguntungkan karena berbagai arah difraksi dapat diwakili oleh partikel-partikel yang halus tersebut. Ukuran partikel harus lebih kecil dari 10 micron agar intensitas relatif sinar difraksi dapat dideteksi dengan teliti. Kalau ukuran partikelnya besar,

maka akan timbul efek penyerapan linear seperti halnya permukaan yang kasar pada spesimen pelat.

Spesimen serbuk dapat dipasang pada pemegangnya dengan memadatkannya terlebih dahulu atau dicampur dengan pengikat kemudian dipasang kedalam pemegang spesimen.

Scanning Electron Microscopy

Pada SEM tidak diperlukan penyiapan sampel secara khusus. Spesimen untuk SEM dapat berupa material yang cukup tebal asalkan dapat diletakkan diatas tatakan sampel, tidak usah ditipiskan seperti halnya untuk TEM.

Untuk pemeriksaan patahan (fraktografi) permukaan diusahakan tetap seperti apa adanya, namun bersih dari kotoran misalnya debu dan minyak.

Untuk pemeriksaan metalografi yang merupakan kelanjutan dari mikroskopi optik, permukaan spesimen harus terlebih dahulu dietsa seperti halnya pada metalografi optik, bahkan akan lebih baik bila proses etsanya lebih dalam.

Permukaan spesimen harus bersifat konduktif. Oleh karena itu permukaan spesimen yang bukan konduktor perlu lebih dahulu diberi lapisan tipis emas. Proses pelapisan ini dilakukan dengan vacuum evaporator. Adanya material yang tidak konduktif, misalnya serat kertas atau kotoran di permukaan spesimen akan menyebabkan terjadinya efek charging yang kelihatan berwarna sangat terang pada gambar SEM. Oleh karena itu permukaan spesimen harus bersih dari kotoran dan tidak terkontaminasi oleh keringat.

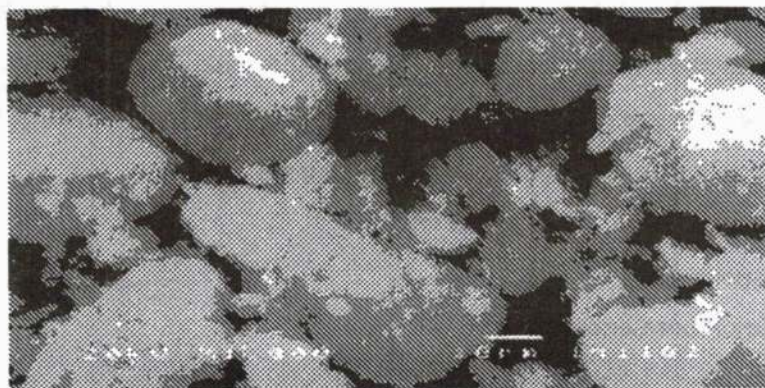
Hasil Eksperimen

X-Ray Fluorescence

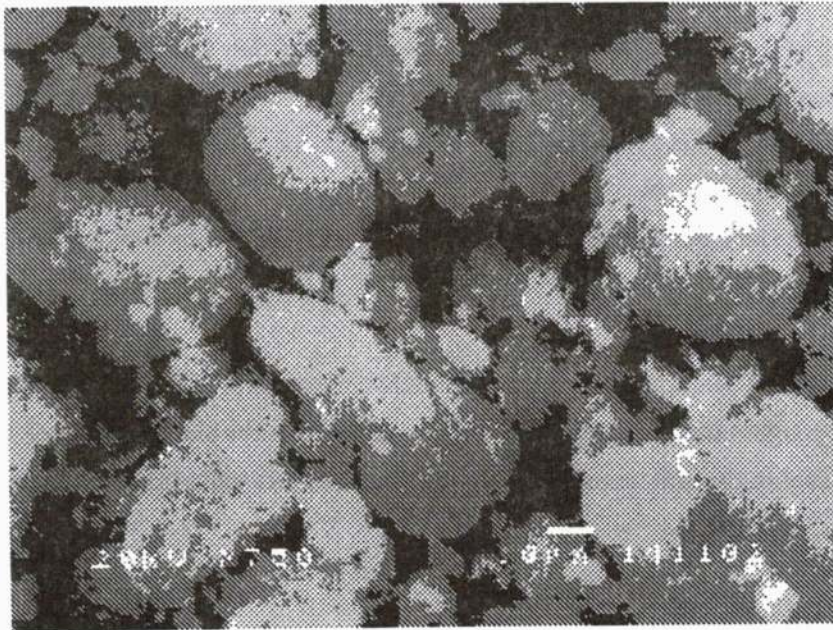
Num	Atom/ Chem.formula	Wt (%)	At/mole (%)	K-ratio	Integral Int.	Standars dev.
1	12 Mg	87,9467	95,1445	0,4509726	52103	0,5031
2	25 Mn	0,0759	0,0364	0,0005777	1395	0,0295
3	30 Zn	11,9773	4,8191	0,1223560	341297	0,0244

Angle [$^{\circ}2\theta$]	d-value α_1 [?]	d-value α_2 [?]	Peak width [$^{\circ}2\theta$]	Peak int. [counts]	Back int. [counts]	Rel.int. [%]	Signif.
50,285	2,1053	2,1099	0,100	1600	317	100,0	1,40
42,370	2,4752	2,4806	0,140	1584	320	99,0	10,26
37,075	2,8135	2,8196	0,120	1024	324	64,0	5,28
73,870	1,4885	1,4918	0,280	666	286	41,6	5,43
40,195	2,6031	2,6088	0,080	552	317	34,5	1,51
66,830	1,6243	1,6278	0,120	534	282	33,4	3,77
40,265	2,5988	2,6044	0,080	506	317	31,6	1,01
74,575	1,4765	1,4797	0,120	454	286	28,4	3,36
55,860	1,9097	1,9138	0,140	339	292	21,2	3,11
74,760	1,4734	1,4766	0,100	228	286	14,3	0,88
43,215	2,4290	2,4343	0,200	144	320	9,0	1,09
78,985	1,4065	1,4095	0,120	74	272	4,6	1,11
44,555	2,3595	2,3647	0,640	61	324	3,8	0,81
21,425	4,8121	4,8226	0,800	55	462	3,4	1,71
38,255	2,7298	2,7357	0,240	37	317	2,3	0,78
69,450	1,5703	1,5737	0,640	35	282	2,2	1,16
59,855	1,7929	1,7968	0,960	17	289	1,1	0,86

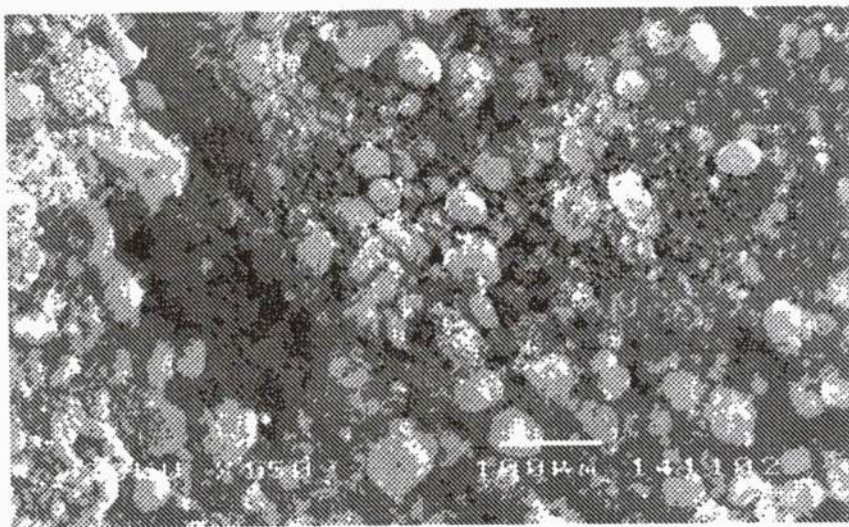
Scanning Electron Microscopy



Gambar 5. Scanning Electron Microscopy dengan pembesaran 1000 X



Gambar 6. Scanning Electron Microscopy dengan pembesaran 750 X



Gambar 7. Scanning Electron Microscopy dengan pembesaran 500 X

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Analisa Data XRF

Pada studi penelitian ini, setiap kelompok diberikan sampel berupa serbuk yang tidak diketahui jenis dan komposisi materialnya. Pengukuran dilakukan dengan cara meletakkan serbuk sampel pada sebuah alat sejenis holder yang diletakkan pada alat XRF.

Dari hasil pengukuran dengan XRF diperoleh data kualitatif dan kuantitatif material. Hasil pengukuran menunjukkan jenis materialnya adalah Mg (NA = 12) dengan komposisi 87,9467 Wt. % atau 95,1445 At. % dan Zn (NA = 30) dengan komposisi 11,9773 Wt. % atau 4,8191 At. % dan sisanya Mn (NA = 25) dengan komposisi 0,0759 Wt. % atau 0,0364 At. % yang kemungkinan adalah impuritas.

Unsur lain yaitu atom ringan tidak dapat terdeteksi menggunakan XRF, misalnya unsur Oksigen. Hasil pengamatan dengan XRF belum dapat memberikan informasi mengenai struktur material, sehingga kita membutuhkan informasi lainnya yaitu melakukan pengukuran dengan XRD dan SEM-EDX.

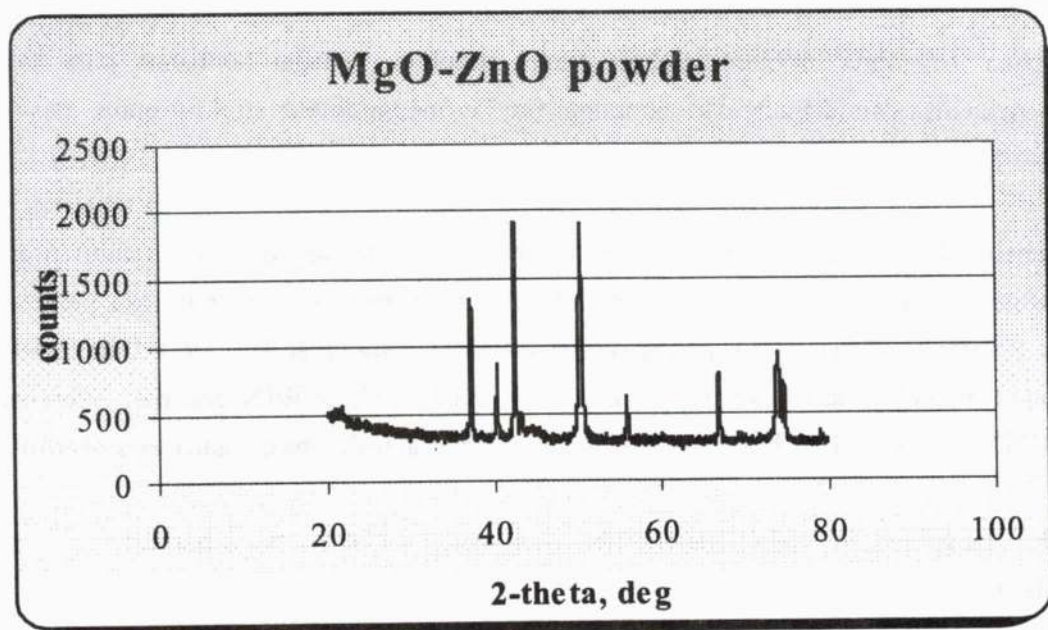
Analisa Data XRD

Pengolahan Data hasil XRD



Hasil Pengukuran XRD hasil konversi dengan software BELA

BELA adalah program utiliti untuk konversi file dan gambar grafik yang berkaitan dengan analisis Rietveld.



Gambar 8. Grafik Hasil Pengukuran XRD hasil konversi dengan software BELA

4.2.2 Perbandingan hasil pengukuran XRD dengan PCPDF Win-ICDD

ICDD and PCPDF adalah software yang dihasilkan oleh JCPDS - International Centre for Diffraction Data. Informasi yang terkandung disini adalah subjek untuk modifikasi dan revisi hasil pengukuran difraksi sinar X.

Dari data yang diperoleh dari hasil fitting dengan APD yaitu puncak dengan intensitas paling besar dan dibandingkan dengan PCPDFWin maka hasil yang paling mendekati adalah fasa sebagai berikut :

d-value terukur (Å) / Rel.Int. (%)	d-value ZnO (Å) PCPDF-Win (PDF No. 79-22050)	d-value MgO (Å) PCPDF-Win (PDF No. 77-2179)
2,1053 / (100,0)	1,9112	2,1057
2,4752 / (99,0)	2,4760	2,4314
2,8135 / (64,0)	2,8146	-
1,4885 / (41,6)	1,4773	1,4889
2,6031 / (34,5)	2,6035	-

Refining dan Analisa data dengan GSAS

GSAS adalah satu set program untuk memproses dan menganalisa single kristal dan data powder diffraction yang diperoleh dari X ray atau neutron. Program ini mampu menganalisa

semua jenis data problem struktur secara simultan. Sebagai tambahan juga dapat menganalisa data difraksi dari campuran fasa, refine parameter struktur untuk masing-masing fasa.

Sebelum bekerja dengan GSAS diperlukan beberapa data yang diperlukan untuk proses refinement seperti perkiraan fasa yang ada, perkiraan struktur kristal dari fasa, perkiraan parameter kisi dari fasa kisi dari fasa kristal dan data parameter dari XRD. Data tersebut dapat diperoleh dari hasil pengukuran XRF, XRD, PCPDFWIN dan dari referensi : JCPDS, Pearson's Handbook of Crystallography data atau dicoba dengan trial and error.

Data yang diperoleh pada advanced laboratory work ini adalah sebagai berikut :

MgO

Lattice parameters:

a,b,c= 4.211 4.211 4.211

alpha,beta,gamma= 90.000 90.000 90.000

The space group for this phase is :F m -3 m

Space group F m -3 m

The lattice is centric F-centered cubic Laue symmetry m3m

Multiplicity of a general site is 192

The symmetry of the point 0,0,0 contains 1bar

Lattice symmetry is cubic

Space group symmetry is cubic

ZnO

Lattice parameters:

a,b,c= 3.250 3.250 5.207

alpha,beta,gamma= 90.000 90.000 120.000

The space group for this phase is :P 63 m c

The lattice is acentric primitive hexagonal Laue symmetry 6/mmm

Multiplicity of a general site is 12

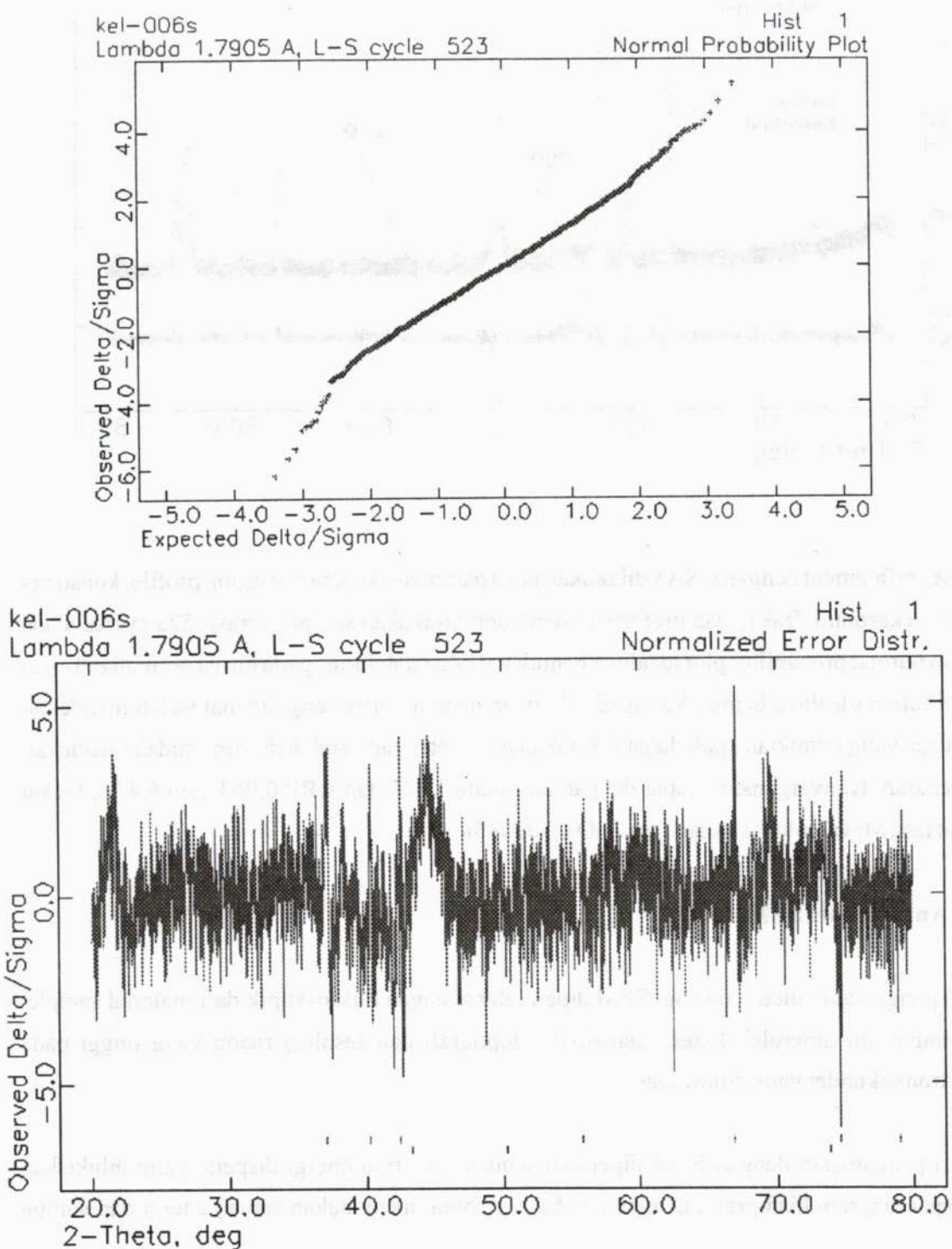
The location of the origin is arbitrary in z

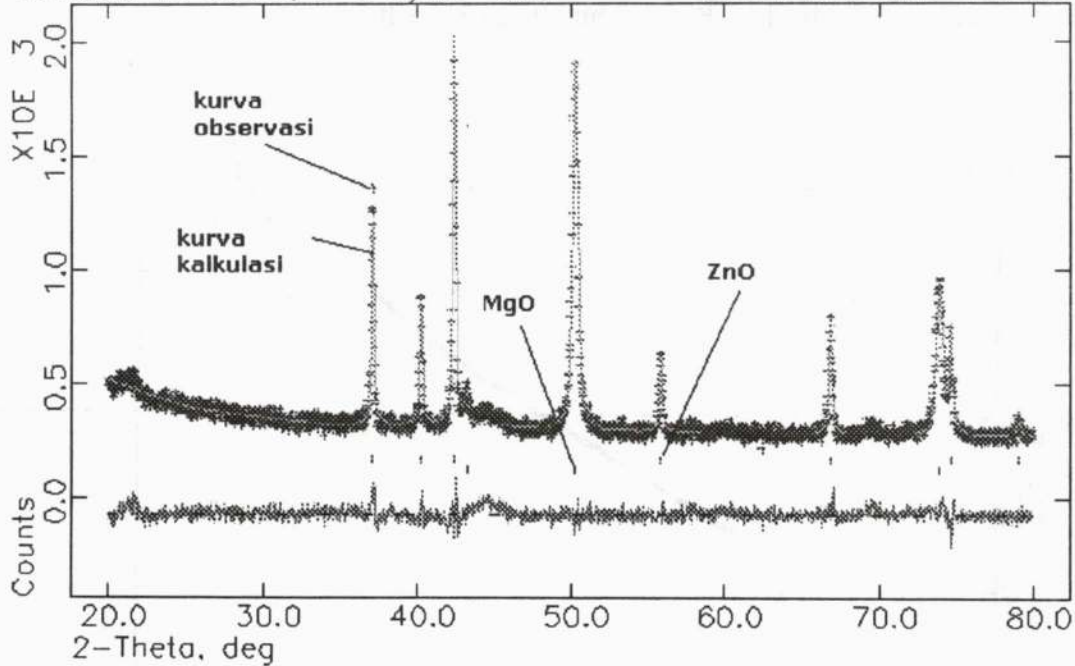
Lattice is hexagonal/trigonal

Space group symmetry is hexagonal/trigonal

Dari Refinement menggunakan program GSAS diperoleh hasil sebagai berikut :

Kurva Normal Probability Hasil Refinement setelah 523 x Iterasi





Proses refinement dengan GSAS dilakukan pada parameter kisi, posisi atom, profile, konstanta alat, background, fraksi, dan preferred orientation dilakukan sampai iterasi 523 cycles. Pada kurva normal probability plot idealnya bentuk kurva adalah lurus, pada kurva normalized error distribution idealnya bentuk kurva adalah datar, namun kurva yang didapat sudah mendekati keadaan yang demikian, jadi dapat dikatakan parameter yang sudah direfine sudah mendekati kebenaran. Konvergensi tercapai dengan chisquare 1,627 dan wRP 0,064 atau 6,4 %, Fraksi berat fasa MgO 0,69892 % dan fasa ZnO 0,30108 %

4.3 Analisa Data SEM-EDX

Dari pengamatan menggunakan SEM diperoleh bayangan mikroskopik dari material sample. Bayangan ini diperoleh karena sensitivitas topografi dan resolusi ruang yang tinggi pada electron sekunder yang dihasilkan.

Hasil pengamatan dengan EDX diperoleh sebuah spectrum energi dispersi yang dilukiskan sebagai diagram histogram, dengan sumbu horizontal menyatakan satuan energi dan sumbu

vertikal adalah jumlah intensitas. Dari gambar spectrum yang paling jelas terlihat peak-peaknya adalah sinar X karakteristik dari Mg dan Zn dan data % berat sbb:

	% Wt. O	% Wt Mg	% Wt Zn	% Wt Cu
Titik 1	48,50	51,07	0,43	
Titik 2	46,78	44,91	7,76	0,55
Spec.Map	44,81	46,10	8,47	0,63

Dari data yang ada terlihat pada titik 2 dan spec.map ada kadungan Cu tetapi pada titik 1 tidak ada, kemungkinan terdapat unsur Cu yang tidak tersebar merata pada sample.

Reference :

Cullity B.D., Elements of X-Ray Diffraction, Addison Wesley Publishing Company, Inc., Second Edition, 1978

Suryanarayana C., Norton, X-Ray Diffraction, A Practical Approach,

Goldstein, Practical Scanning Electron Microscopy, Electron and Ion Microprobe Analysis, Plenum Press 1975

ANALISIS PENINGKATAN TINGGI HISAP (*HEAD SUCTION*) POMPA

Oleh : Ir Hasudungan Silalahi, MT
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik UNJANI

Abstrak

Kurva unjuk kerja pompa umumnya hanya menggambarkan kemampuan pompa dalam menaikkan cairan beserta laju aliran volumenya dari sisi tekan (*discharge*) saja. Padahal dalam kenyataannya sehari-hari terutama untuk keperluan rumah tangga ada informasi lain yang sering kali justru lebih dibutuhkan, yaitu unjuk kerja pompa dari sisi hisap (*suction*) yang menyatakan kemampuan pompa dalam menghisap air dari kedalaman tanah sebagai upaya memenuhi kebutuhan air sehari-hari, hal ini tidak digambarkan dalam kurva unjuk kerja pompa pada umumnya. Informasi ini penting bagi masyarakat, agar dapat memilih pompa sesuai dengan kebutuhannya. Dalam tulisan ini akan dijelaskan unjuk kerja sisi hisap pompa serta faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi tinggi hisap pompa, yaitu : gesekan pada pipa hisap, pengaruh temperatur kerja, kerugian pada sisi masuk, serta penggunaan Jet Booster pada pompa

Usually pump performance are presented in head and volumetric flow curve of discharge section. Yet in daily need particullary for home necesarry there is other information is more needed. Which is the performance from suction sestion ,that tell the capability to suck fluid from the depth, in fact the pump performance are not provided with this information, yet are more important so that people can clearly choose the pump with aproriate capability term to they need. In this paper wil be explained performance of suction section, and several faktor that influenced that is : friction, the contribution of work temperature, losses of inlet section and also the using of Jet Booster

Kata-kata kunci:

Head suction, head discharge, kavitasi, NPSH (Nett Positive Suction Head), Jet Booster.

Pendahuluan

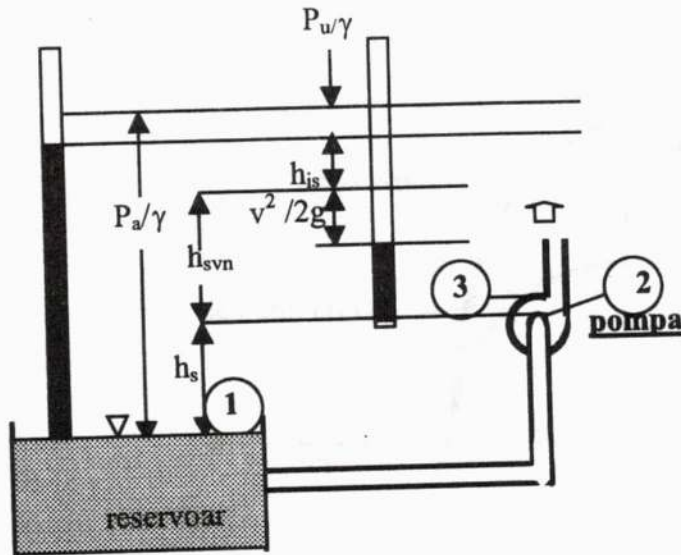
Fungsi pompa ada dua yaitu :

1. Memindahkan fluida kesuatu tempat dalam arah vertikal maupun horisontal, dengan jalan menaikkan tekanannya, hal ini dilakukan oleh sisi tekan pompa
2. Menarik atau menghisap suatu fluida dari tempat yang rendah, hal ini dilakukan oleh sisi hisap pompa dengan jalan menurunkan tekanan pada sisi hisap pompa sehingga fluida akan tertarik menuju sisi hisap pompa.

Umumnya yang dicantumkan dalam lembar unjuk kerja pompa adalah kemampuan sisi tekannya (*discharge*)nya saja, sedang kemampuan sisi hisap (*suction*) tidak ditampilkan , padahal ada kalanya justru kemampuan sisi hisap inilah yang lebih diperlukan dalam penggunaannya bagi konsumen, terutama untuk keperluan rumah tangga dalam memenuhi kebutuhan air sehari-hari.

Banyak masyarakat yang menggunakan air tanah untuk keperluan sehari-hari, baik sebagai sumber utama akibat jaringan pipa air ledeng belum menjangkau daerah tersebut ataupun sebagai cadangan. Sementara posisi atau letak air didalam tanah cukup bervariasi, tergantung daerahnya, sehingga untuk mengambilnya diperlukan pompa dengan kemampuan hisap yang bervariasi pula tergantung kepada kondisi daerahnya.

Dengan tidak dicantulkannya unjuk kerja sisi hisap, konsumen tidak dapat mengetahui apakah pompa yang dibelinya, ini seringkali menimbulkan kekecewaan manakala unjuk kerja pompa tidak sesuai dengan yang diharapkan akibat informasi yang tersedia tidak memadai. Penjelasan unjuk kerja pompa dari sisi isap ini merupakan informasi penting untuk diketahui masyarakat, agar dapat menggunakan pompa secara optimal, sesuai kebutuhan



Gambar 1. Instalasi pompa dan garis head sisi hisap

2. Proses Penghisapan Pada Pompa

Perhatikan gambar 1. Ketika pompa akan menghisap air dari stasiun 1 ke stasiun 2, maka yang dilakukan pompa adalah memindahkan fluida yang berada di stasiun 2. (suction) ke bagian keluaran (discharge) 3 sehingga jumlah fluida distasiun 2 menjadi berkurang, akibatnya terjadi penurunan potensial tekanan distasiun 2. Sehingga akan terjadi perbedaan antara stasiun 1 dan stasiun 2, perbedaan potensial tekanan inilah $p = p_1 - p_2$ yang akan memicu pergerakan fluida dari stasiun 1 ke stasiun 2, sehingga terjadi proses penghisapan.

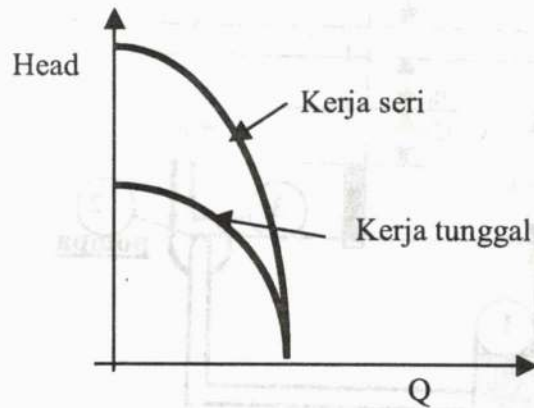
1. Faktor Pembatas

Proses penghisapan ini akan makin besar kemampuannya apabila p_1 dibuat sebesar mungkin dan p_2 sekecil mungkin agar didapat p yang sebesar besarnya. Dipihak lain kita lihat bahwa sumber air (reservoir) yang digunakan umumnya adalah sumber air yang rata-rata mempunyai tekanan satu atmosfer. Sedangkan p_2 dapat dibuat sekecil mungkin namun harus tetap lebih besar dari tekanan uap jenuh zat cair (p_u), sebab bila lebih kecil dari harga tersebut maka zat cair akan menguap, proses penguapan ini disebut kavitasi. Terjadinya kavitasi akan menyebabkan memburuknya unjuk kerja serta merusak pompa, sehingga paling besar p yang dapat diusahakan adalah $p = (1 - p_u)$ atm.

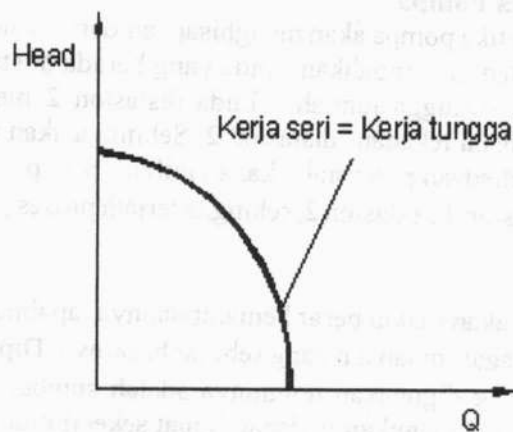
4. Perbandingan Unjuk Kerja Sisi Hisap dan Sisi Tekan

Salah satu penggambaran unjuk kerja pompa adalah berupa kurva karakteristik antara head pompa dengan kapasitas. Bila dibandingkan, maka kurva unjuk kerja pompa antara sisi hisap dan sisi keluaran mempunyai bentuk yang mirip, tetapi dengan ukuran yang berbeda, karena keduanya dipengaruhi oleh faktor-faktor yang berbeda pula.

Misalnya dari sisi keluaran untuk dua buah pompa yang sama bila dipasang seri maka akan menaikkan kemampuan angkatnya (head discharge) dua kali lipat, sedangkan dari sisi hisapnya, bila pada pompa secara individual tekanan masuk pompa sudah mendekati tekanan jenuhnya maka pemasangan seri ini tidak menyebabkan kemampuan angkat sisi hisap (head suction) bertambah melainkan tetap saja sama seperti halnya pompa tunggal. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 2 yang menggambarkan unjuk kerja pompa yang dipasang secara seri dari sisi tekan, serta gambar 3 yang menggambarkan unjuk kerja dari sisi hisapnya.



Gambar 2 Kurva unjuk kerja sisi tekan pompa



Gambar 3 Kurva unjuk kerja sisi hisap pompa

5. Persyaratan Kerja Pompa

Dari gambar .1 terlihat bahwa agar zat cair mulai mengalir dan selama mengalir tidak berubah menjadi uap atau terjadinya kavitasi, maka harus memenuhi persamaan sebagai berikut :

$$-h_s h_{is} - h_{vvn} - > \quad (1)$$

dimana : p_a = tekanan atmosfer; p_o = tekanan jenuh zat cair ; h_s = head hisap

h_{is} = head kerugian pada pipa hisap ; h_{vvn} = head kerugian pada sisi masuk pompa; v = kecepatan zat cair pada sisi hisap ; ρ = berat jenis zat cair; g = gravitasi.

Head kerugian pada sisi hisap sendiri dapat ditentukan dari persamaan :

$$h_{is} = f() \quad (2)$$

dimana : f = faktor kekasaran pipa sisi hisap; D = diameter pipa sisi hisap; L = panjang pipa sisi hisap

Dari persamaan (1) diatas kemudian dibuat definisi mengenai Nett Positive Suction Head (NPSH), yaitu :

Faktor $h_{sv} = - h_s - h_{fr}$ dinamakan NPSH tersedia, ,
sedangkan faktor h_{svn} disebut NPSH yang diperlukan. Dengan demikian agar suatu pompa dapat berfungsi dengan baik sisi hisapnya harus memenuhi persyaratan
:
$$\text{NPSH tersedia} > \text{NPSH diperlukan atau } h_{sv} > h_{svn} \quad (3)$$

sehingga persoalan untuk menaikkan tinggi hisap ini adalah bagaimana menaikkan harga h_{sv} dan menurunkan harga h_{svn} . Harga h_{svn} sepenuhnya tergantung dari kualitas pompanya, jadi tergantung dari pabrik pembuatnya, tidak ada yang dapat dilakukan konsumen untuk mempengaruhi faktor ini. Sedangkan NPSH yang tersedia terlihat tergantung dari beberapa faktor yang masih dapat disesuaikan sampai batas- batas tertentu. Sehingga yang dapat dilakukan oleh konsumen adalah mengkondisikan besarnya NPSH tersedia.

Bagi keperluan rumah tangga maka faktor head hisap h_s ini merupakan faktor yang penting, karena faktor ini menyatakan kemampuan pompa dalam mengsisap air dai kedalaman tanah. Seperti kita ketahui bahwa karena banyaknya penggunaan air tanah terutama oleh industri- industri , maka posisi air tanah ini sudah makin jauh didalam tanah, sehingga diperlukan pompa dengan kemampuan hisap yang lebih kuat lagi. Kadang- kadang untuk daerah tertentu posisi air tanah ini mencapai kedalaman lebih dari 20 meter dibawah tanah.

Diperlukan kiat-kiat untuk meningkatkan harga h_s ini, sehingga pertanyaannya adalah bagaimana meningkatkan kemampuan h_s sampai harga yang diperlukan namun masih memenuhi syarat persamaan (3)

6. Tinjauan dari aspek termodinamika

Dari aspek termodinamika ada dua hal yang perlu dicermati :

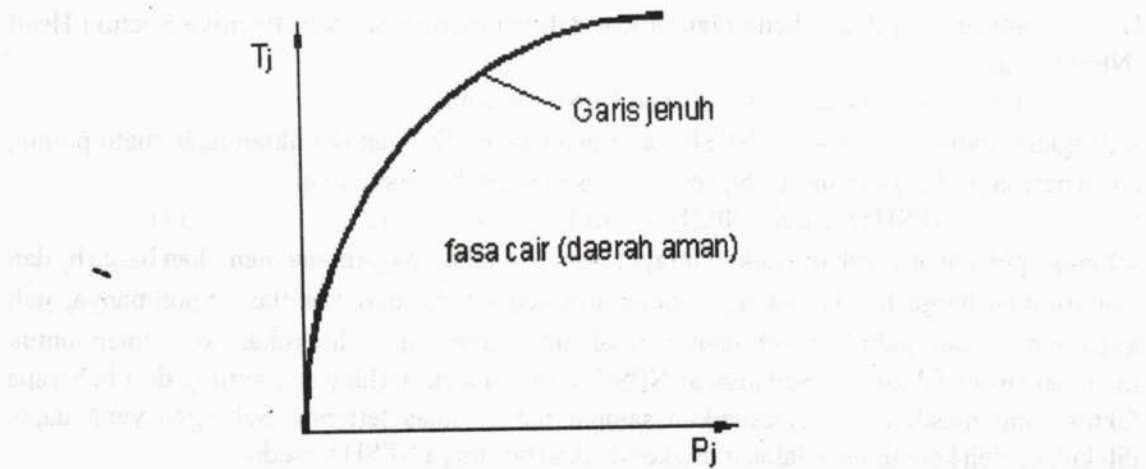
6.1. Kondisi kritis

Zat cair mempunyai temperatur penguapan yang bervariasi, tergantung kepada tekanannya. Misalnya air pada tekanan 1 atmosfer akan mendidih dan menjadi uap jenuh pada temperatur 100 C. Tetapi jika tekanannya rendah maka air akan mendidih pada temperatur yang lebih rendah. Bahkan pada temperatur kamarpun air dapat mendidih bila tekanannya cukup rendah, misalnya se perduapuluh lima atmosfer.

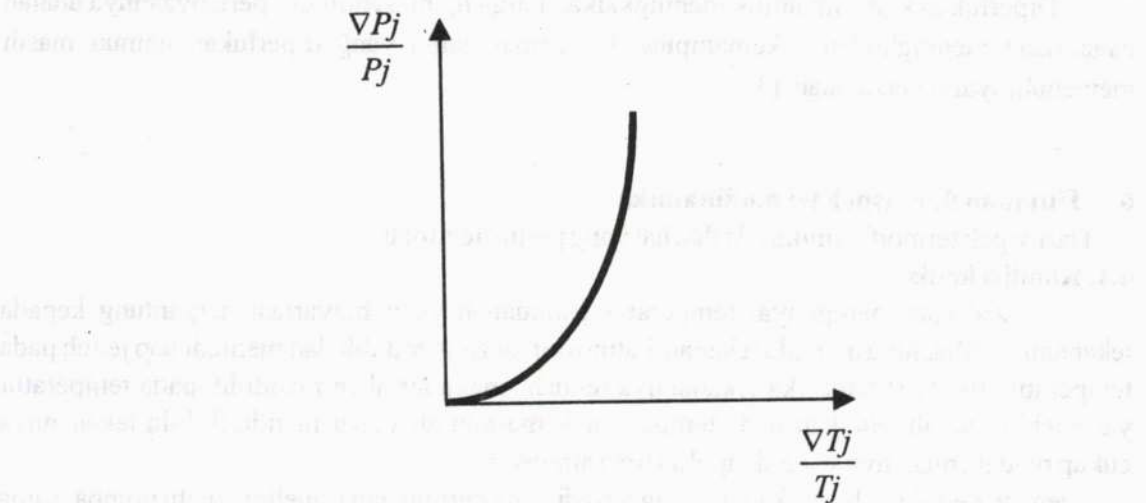
Dengan demikian bila tekanan yang terjadi pada permukaan impeller suatu pompa sama dengan tekanan jenuh air, maka akan mulai terbentuk gelembung air, sebagai tanda dimulainya proses penguapan. Pembentukan uap ini sendiri memerlukan panas yang diambil dari cairan, yang menyebabkan temperatur cairan menjadi turun, dengan turunnya temperatur akan menyebabkan uap yang terbentuk menjadi cair jenuh kembali, bila hal demikian terjadi berulang-ulang, akan menyebabkan kondisi kritis, karena terjadi perubahan fasa bolak- balik dari uap menjadi cair yang dapat memberi beban dinamis pada instalasi akibatnya akan merusak dan menurunkan unjuk kerja pompa dengan cepat

6.2. Kondisi kerja

Dari gambar 4 terlihat hubungan antara tekanan uap dengan temperatur uap jenuh untuk air dan gambar 5. mempeelihatkan hubungan perubahan temperatur dan tekanan untuk beberapa zat cair.



Gambar 4. Hubungan antara temperatur jenuh T_j dengan tekanan jenuh p_j serta daerah kerja yang aman.



Gambar 5. Hubungan antara perbandingan perubahan temperatur dan tekanan.

Dari gambar (4) dan (5) diatas terlihat bahwa :

1. Daerah kerja yang aman adalah daerah dibawah garis jenuh yaitu didaerah fasa cair, dimana belum terbentuk fasa uap sehingga tidak terjadi kavitasi
2. Bila titik kerja berada pada garis jenuh , maka akan terjadi kondisi kritis.
3. Penurunan temperatur kerja akan menjauhkkan kondisi kerja dari daerah dimana terjadi kavitasi , berarti makin aman

7. Faktor faktor yang mempengaruhi tinggi hisap :

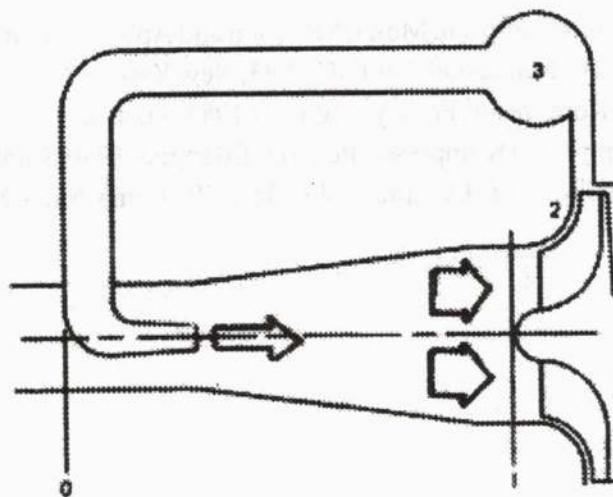
a. *Kualitas pompa*. Pompa yang baik akan mempunyai harga h_{svn} lebih kecil, karena dari persamaan (3) terlihat bahwa h_{svn} yang kecil akan memperbesar h_s .

b. *Ukuran pipa hisap*. Dari definisi NPSH tersedia terlihat bahwa bila harga h_s mengecil akan dapat memperbesar harga h_s . Sedangkan dari persamaan (2) terlihat bahwa untuk memperkecil harga h_s adalah dengan cara memperkecil faktor f, v , dan L , serta memperbesar faktor D .

8. Jet Booster

Salah satu cara untuk menaikkan tinggi hisap adalah dengan menggunakan Jet Booster pada pompa, cara kerjanya yaitu dengan jalan mengembalikan sebagian kecil cairan yang keluar dari sisi keluaran kesisi hisap dengan tujuan untuk menaikkan tekanan pada sisi hisap pompa sehingga tekanan minimum yang terjadi pada impeler juga menjadi bertambah, dengan demikian maka harga tekanan minimum pada impeler akan bertambah..

Gambar 6. Memperlihatkan posisi Jet Booster pada pompa. Sedangkan pompa yang menggunakan Jet Booster dinamakan Jet Pump. Dari gambsr tersebut terlihat fluida yang datang melalui pipa saluran masuk (0) kemudian memasuki sisi hisap pompa (1) mempunyai tekanan statik yang mengecil. Untuk menanggulangi hal ini sebagian kecil fluida yang memasuki pompa distasion (2) dialihkan ke (3) oleh Jet Booster kemudian dialirkan kembali ke (2) hal ini akan menambah tekanan statik pada (2)



Gambar 6. Posisi Jet Bosster pada pompa

Dengan adanya Jet Booster maka harga NPSH tersedia menjadi :

$$h = - h_s h_{sv} + h_{jb}$$

dimana : h_{jb} = head yang timbul akibat penggunaan Jet Booster. Dengan adanya penambahan ini akan meningkatkan harga NPSH tersedia, sehingga akan menambah tinggi hisap pompa.

9. Kesimpulan dan Saran

1. Untuk meningkatkan kemampuan hisap pompa dapat dilakukan dengan cara- cara Sebagai berikut :
 1. a. Pipa hisap harus dibuat dengan panjang sesuai yang dibutuhkan, jangan ada kelebihan panjang yang tidak perlu , untuk memperkecil faktor kekasaran dapat digunakan pipa yang halus serta menggunakan pipa dengan ukuran satu nomor lebih besar, hal ini selain mengurangi friksi juga akan mengurangi kecepatan sehingga akan mengurangi kerugian pada sisi masuk
 1. b. Pemakaian pompa pada temperatur kerja yang rendah akan menjauhkan titik kerja dari daerah terjadinya kavitasi, sehingga hal ini akan memberi peluang bagi meningkatnya tinggi hisap pompa
 1. c. Penggunaan Jet Booster akan menaikkan tekanan minimum pada impeler sehingga dapat meningkatkan kemampuan hisap pompa
1. Sudah saatnya bagi pihak produsen pompa untuk juga mencantumkan kurva unjuk kerja pompa dari sisi hisap, agar konsumen dapat memilih dengan jelas pompa mana yang sesuai dengan kondisi lokasinya.

Daftar Pustaka :

1. O.E. Balje; TurboMachine Aguide to Dsign, Selection an Theory; John Wiley & Son, 1981, New York
2. R.P Lambeck; Hydraulic Pump and Motor. Selection and Aplication for Hidaulic Power Control Systems, Marcel Dekker.INC, 1983, New York
3. Sularso; Pompa dan Kompresor; Pradnya Paramia, 1983, Jakarta
4. D. Fritz; Turbin; Pompa dan Kompresor, Penerbit Erlangga, 1980, Surabaya
5. A.T Sayers, Hydraulic and Compressible flow Turbomachines, McGraw-Hill, 1991, Singapore

ANALISIS PENGARUH KATALIS PADA REAKSI ESTERIFIKASI MINYAK SAWIT MENTAH

Oleh:

Didi, Febrianto, Tasroni

Jurusan Teknik Kimia, Universitas Jenderal Achmad Yani

Jl. Terusan Jenderal Sudirman Po. Box 148 Cimahi, Telp (022) 6642064

Minyak Sawit Mentah (CPO) dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku oleokimia, dimana komponen dasar oleokimia terdiri dari: asam lemak, ester, alkohol, komponen nitrogen dan gliserol. Pemanfaatan oleokimia ini antara lain untuk industri lilin, produksi kosmetika, sabun, bahan pembantu dalam pengolahan karet sebagai platisizer.

Selama ini pemanfaatan CPO hanya sebagai bahan baku minyak goreng dan margarin. Seiring dengan perkembangan zaman dan teknologi, kebutuhan akan minyak kelapa sawit mentah (CPO) semakin besar untuk industri pangan dan non pangan. Pemanfaatan CPO ini belum optimal, oleh sebab itu alangkah baiknya apabila CPO ini diproses kembali untuk meningkatkan nilai jual diantaranya diolah sebagai ester, melalui proses esterifikasi.

Untuk mempercepat proses esterifikasi minyak sawit mentah, salah satu hal yang dilakukan adalah dengan penambahan katalis. Katalis yang digunakan pada penelitian ini adalah katalis homogen [asam (H_2SO_4) dan basa ($NaOH$)], dengan % berat masing masing adalah 0,5%; 2%; dan 3%.

Dari hasil analisa dengan menggunakan metoda asetin perolehan % gliserol yang tertinggi pada proses *batch* dan katalis homogen adalah pada kondisi penambahan katalis asam (H_2SO_4) dengan 3% berat, waktu reaksi 60 menit, temperatur reaksi 63 °C, dan putaran pengaduk 240 rpm yaitu sebesar 91,05 %.

LATAR BELAKANG

Indonesia merupakan produsen minyak sawit mentah (CPO) terbesar kedua di dunia. Selama ini pemanfaatan CPO terbesar hanyalah sebagai bahan baku minyak goreng dan margarin. Seiring dengan perkembangan zaman dan teknologi, terbuka kemungkinan untuk mengolah sawit mentah (CPO) menjadi bahan lain yang memiliki nilai tambah lebih tinggi.

CPO dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku oleokimia. Komponen dasar oleokimia terdiri dari: asam lemak, ester, alkohol, komponen nitrogen dan gliserol. Pemanfaatan oleokimia ini antara lain untuk industri lilin, produksi kosmetika, sabun, sabun metalik, bahan pembantu dalam pengolahan karet sebagai platisizer.

Oleh sebab itu alangkah baiknya apabila CPO ini diproses kembali untuk meningkatkan nilai jual diantaranya diolah sebagai ester, melalui proses esterifikasi. Pada dasarnya, proses esterifikasi merupakan reaksi antara asam lemak dari minyak sawit dengan etanol pada suhu rendah dan tekanan atmosfer dibantu dengan katalis.

Katalis yang digunakan dapat berupa katalis homogen atau heterogen. Kegunaan katalis pada proses ini adalah untuk mempercepat jalannya reaksi. Adapun keunggulan katalis homogen adalah aktifitas tinggi, selektifitas tinggi, tidak mudah teracuni, mudah dioperasikan. Sedangkan keunggulan katalis heterogen adalah: mudah dipisahkan dari campuran reaksi, dan stabil pada temperatur tinggi.

Proses esterifikasi menggunakan alkohol (etanol) bertujuan untuk mengubah minyak lemak atau asam lemak menjadi etil ester. Proses esterifikasi minyak atau lemak dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu suhu, waktu reaksi, kecepatan pengaduk, jenis dan jumlah katalis, dan perbandingan etanol minyak atau asam lemak.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh perbandingan jumlah katalis terhadap umpan, jenis katalis yang berupa asam (H_2SO_4) dan basa ($NaOH$) pada proses esterifikasi. Reaksi esterifikasi berlangsung secara *batch* dengan temperatur reaksi 65°C (Wahyudi dan Wahyudin, LEMIGAS).

TINJAUAN PUSTAKA

Minyak Kelapa Sawit

Kelapa sawit (*Elais guinensis* JACQ) adalah jenis tanaman berkeping satu yang menurut sejarahnya bukan merupakan tanaman asli Indonesia tapi berasal dari Afrika Barat.

Antara tahun 1940 sampai 1970, Nigeria merupakan produsen terbesar minyak sawit dunia, setingkat di atas Indonesia. Malaysia merebut kedudukan Indonesia pada tahun 1966. Kini, Malaysia menduduki peringkat pertama sebagai produsen terbesar minyak sawit dunia.

Minyak kelapa sawit diekstraksi dari bagian serabut yang tebal pada lapisan luar dari pulp bagian buah pohon kelapa sawit, dapat juga dihasilkan dari inti kelapa sawit yang dinamakan minyak inti sawit (*palm kernel oil*) dan sebagai hasil samping ialah bungkil inti kelapa sawit (*palm kernel meal* atau *pellet*). Minyak kelapa sawit yang tidak mengalami pemucatan akan berwarna oranye tua dan berbau.

Minyak kelapa sawit mengandung berbagai asam lemak sebagai komponen utama, kandungan kandungannya adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Komposisi asam lemak dari minyak lemak sawit

Asam Lemak	Persen Berat				
	Palm Oil	Palm Stearin	Palm Kernel Oil	Palm Kernel Olein	Palm Olein
C6	-	-	0,3	0,4	-
C8	-	-	4,4	5,4	-
C10	-	-	3,7	3,9	-
C12	0,2	0,3	48,3	41,5	0,2
C14	1,1	1,3	15,6	11,8	1,0
C16	4,4	5,5	7,8	8,4	39,8
C18	4,5	5,1	2,0	2,4	4,4
C18.1	39,2	29,5	1,5	22,8	42,5
C18.2	10,1	7,4	2,7	3,3	11,2
Lain-lain	0,8	0,7	0,1	0,1	0,9
IV	53,3	35,5	17,8	25,5	58,4
SAP.V	196	199	245	-	198

Di dalam minyak atau lemak, asam lemak asam lemak berantai C panjang berikatan dengan gliserol dalam bentuk gliserida (mono-, di-, atau yang umum adalah trigliserida) gliserida tersebut dapat bereaksi dengan alkohol membentuk ester dan gliserol.

Selain itu gliserida dapat terhidrolisis menjadi gliserol dan asam lemak. Asam lemak bereaksi dengan alkohol membentuk ester dan air.

Metil Ester

Ester merupakan Oleokimia yang penggunaannya di industri sangat banyak diantaranya pada sabun sebagai agen aktif.

Asam asam lemak dari ester ester itu yang terpenting ialah asam palmitat ($C_{15}H_{31}COOH$), asam stearat ($C_{17}H_{35}COOH$), dan asam oleat ($C_{17}H_{33}COOH$). Asam lemak tersebut diproses melalui proses alkoholisis, dan produk yang dihasilkan adalah asam lemak ester dan gliserol.

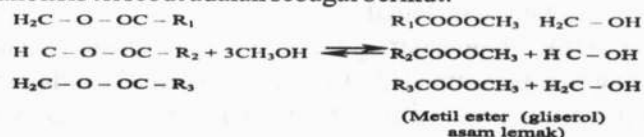
Sifat utama dari ester adalah mudah disabunkan. Reaksinya adalah:

Lemak + basa \rightleftharpoons sabun + gliserol

Penyusunan dasar oleokimia terdiri dari asam lemak, ester, alkohol, komponen nitrogen dan gliserol. Bahan dasar oleokimia terdiri dari C21 C14 dan C16 C18, salah satu sumbernya adalah minyak kelapa sawit.

Pemanfaatan oleokimia dasar pada minyak kelapa sawit diantaranya dimanfaatkan untuk industri lilin, produksi kosmetik, sabun, sabun metalik, bahan pembantu dalam pengolahan karet, dan sebagai plastisizer.

Salah satu bahan oleokimia dasar adalah metil ester yang merupakan turunan dari minyak dan lemak selain asam lemak. Prinsip pembuatan metil ester adalah interesterifikasi dengan mengganti alkohol dari satu ester dengan ester lain dengan dasar hidrolisis. Proses ini dikenal juga dengan nama alkoholisis atau secara spesifik disebut dengan etanolisis karena menggunakan etanol dalam prosesnya. Metil ester asam lemak dapat dibuat dari trigliserida, yaitu triester dari gliserol dengan asam asam lemak, dengan proses etanolisis. Trigliserida trigliserida banyak terdapat di alam karena merupakan komponen utama dari berbagai minyak lemak nabati dan hewan. Persamaan stokiometri reaksi etanolisis tersebut adalah sebagai berikut:



Reaksi etanolisis dikatalis oleh basa seperti NaOH, KOH, $NaOCH_3$, K_2CO_3 , Na_2CO_3 , CaO,

BaO dan SrO. Walaupun demikian Peterson dan Scarrh (1948) juga menggunakan logam Cu, Zn, Sn, Pb dan Fe₂O₃ sebagai katalis. Pembentukan sabun tidak dikehendaki karena akan menyebabkan perolehan metil ester asam lemak menurun. Menurut Basu dan Max (1996) melaporkan bahwa penggunaan campuran garam kalsium asetat dan barium asetat dengan nisbah berat 3 : 1 tidak menyebabkan pembentukan sabun menghasilkan perolehan metil ester asam lemak cukup tinggi. Perolehan metil ester asam lemak ditentukan berdasarkan perbandingan mol total gliserol (gliserol bebas + monogliserida + digliserida) terhadap mol stearin pada umpan. Ester biasanya dibuat berdasarkan reaksi alkohol atau phenol dengan katalis asam atau turunan asam. Dalam esterifikasi sebuah asam, alkohol bertindak sebagai reagen nukleofilik. Untuk itu alkohol mampu menggantikan alkohol lain dari sebuah ester dan peristiwa ini disebut transesterifikasi.



Gliserida bisa mengalami hidrolisis membentuk gliserol dan asam lemak, asam lemak ini bisa direaksikan dengan alkohol membentuk ester dan air.

Proses Trans-esterifikasi

Reaksi ini telah lama ditemukan dan pertama kali dimanfaatkan dalam skala besar pada era 40-an, khususnya untuk mendapatkan produk tambahan. Dari proses alkoholisis yaitu gliserin dalam bentuk yang murni.

Proses transesterifikasi bertujuan untuk mengubah asam-asam lemak dari trigliserida dalam bentuk ester dengan bantuan monovalen alkohol seperti metanol dan etanol. Proses transesterifikasi dapat dilakukan dengan menggunakan katalis atau tanpa katalis. Biasanya dalam pembuatan metil ester digunakan katalis homogen, dimana katalis tersebut larut dalam alkohol dan larutan ini ditambahkan ke dalam minyak atau lemak, biasanya tanpa pelarut tambahan. Katalis yang biasanya digunakan dapat berupa katalis asam (HCl, H₂SO₄) atau katalis basa (alkali) (NaOCH₃, KOH, NaOH).

Proses transesterifikasi dengan katalis alkali, seperti natrium atau kalium hidroksida memberikan keuntungan tambahan yaitu proses dapat dioperasikan pada temperatur rendah.

Proses transesterifikasi dengan menggunakan katalis asam basa menyebabkan reaksi berlangsung *reversible* sampai tercapai keseimbangan ke arah produk (sebelah kanan) dan akan meningkatkan produksi metil ester. Untuk mendorong jalannya reaksi ke kanan perlu digunakan alkohol berlebihan. Proses transesterifikasi menggunakan alkohol (etanol) bertujuan untuk mengubah minyak atau lemak ke dalam metil ester. Proses transesterifikasi minyak atau lemak dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu suhu, waktu reaksi, kecepatan pengaduk, jenis dan konsentrasi katalis, dan perbandingan etanol minyak atau asam lemak.

Semakin besar suhu yang digunakan (65°C) untuk transesterifikasi, semakin singkat waktu yang diperlukan untuk reaksi. Proses transesterifikasi akan berlangsung lebih cepat jika suhu dinaikkan mendekati titik didih etanol. Semakin meningkatnya suhu reaksi maka energi molekul molekul yang bereaksi akan meningkat dan pada akhirnya meningkatkan pergerakan molekul. Pergerakan molekul yang tinggi memungkinkan molekul molekul mencapai kompleks aktivasi.

Kecepatan pengaduk berpengaruh terhadap kecepatan reaksi. Semakin tinggi kecepatan pengaduk akan meningkatkan pergerakan molekul dan menyebabkan terjadinya tumbukan. Pada awal terjadinya reaksi, pengadukan akan menyebabkan terjadinya difusi antara minyak atau lemak sampai dengan terbentuknya metil ester. Dengan semakin banyaknya metil ester yang terbentuk menyebabkan pengaruh pengadukan semakin rendah sampai terbentuknya kesetimbangan.

Pemakaian etanol berlebihan akan mendorong reaksi ke arah pembentukan etil ester. Semakin besar jumlah etanol yang digunakan semakin besar kemungkinan terjadinya tumbukan antar molekul molekul reaktan yang memiliki kecocokan satu sama lainnya. Dalam proses transesterifikasi, reaksi efektif hanya pada komponen komponen trigliserida dan asam lemak bebas.

Pemakaian katalis juga mempengaruhi proses transesterifikasi. Katalis yang umumnya digunakan adalah katalis asam dan basa. Katalis asam yang biasa digunakan adalah asam sulfat, asam klorida, dan asam fosfat, sedangkan katalis basa yang sering digunakan antara lain natrium hidroksida, kalium hidroksida, dan natrium metoksida.

Pemakaian asam dan basa menyebabkan reaksi berjalan *reversible*. Pemakaian katalis ditujukan untuk mempercepat jalannya reaksi. Suatu reaksi akan berjalan apabila energi minimum untuk reaksi berlangsung tercapai. Pemakaian katalis akan menyebabkan reaksi berlangsung lebih cepat dibandingkan dengan reaksi tanpa katalis. Berdasarkan hasil penelitian LEMIGAS

didapatkan bahwa pemakaian suhu 60 °C dan kecepatan pengaduk 1500 rpm selama 30 menit dengan rasio molar metanol minyak 10,65 dan konsentrasi katalis NaOH 1,39% memberikan hasil perolehan metil ester terbaik (99,29%).

Reaksi samping yang terjadi, salah satunya adalah reaksi saponifikasi. Reaksi saponifikasi adalah reaksi pembentukan alkali karboksilat yang terjadi akibat reaksi antara asam lemak / ester dengan basa alkali.

METODOLOGI PENELITIAN

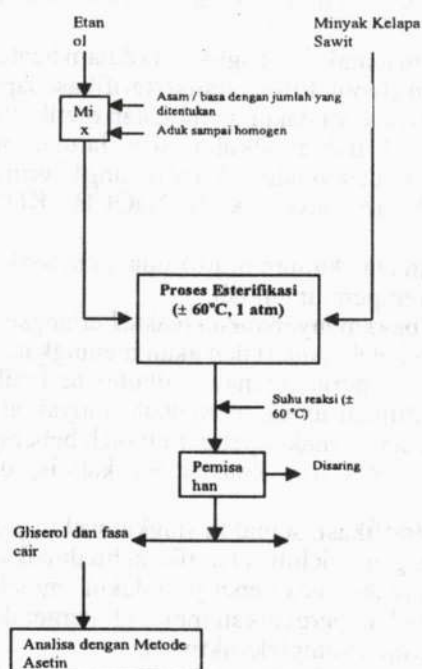


Diagram Alir Penelitian

Dari diagram alir tersebut, dapat diuraikan prosedur penelitian sebagai berikut:

- minyak kelapa sawit dengan komposisi yang telah ditentukan dimasukkan ke labu distilasi
- etanol dengan jumlah yang telah ditentukan dicampur dengan katalis dan dimasukkan ke labu distilasi
- campuran dipanaskan pada suhu 63 °C dan diaduk sampai waktu yang telah ditentukan
- pengambilan sampel dilakukan dengan rentang waktu 10 menit
- setelah itu sampel dimasukkan ke beaker

glass dan didinginkan selama waktu yang telah ditentukan

- campuran di dekantasi dan dipisahkan dari larutan lainnya (fasa cair dan gliserol)
- gliserol dianalisis dengan metode asetin

Variabel Penelitian

Variabel yang ditetapkan

- a. Tekanan. Proses transesterifikasi ini dapat dioperasikan pada tekanan 1 atmosfer.
- b. Temperatur. Menurut literatur, jika temperatur operasi mendekati titik didih etanol (65 °C) maka proses pembentukan metil ester akan semakin baik.
- c. Jumlah reaktan.
- d. Laju putaran pengaduk.

Variabel yang dirubah

- a. Jenis katalis. Katalis yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua jenis yaitu katalis asam (H_2SO_4), dan katalis basa (NaOH).
- b. Jumlah katalis. Banyaknya katalis yang digunakan, diambil dari jumlah yang terkecil hingga yang terbesar supaya diperoleh formula maksimum untuk memperoleh produk ester, yaitu mulai dari 0,5%; 2%; dan 3% berat dari minyak sawit mentah.

Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan terdiri dari:

- CPO (Crude Palm Oil)
- Etanol
- Asam Sulfat (H_2SO_4)
- Natrium Hidroksida (NaOH)
- Reagen metode asetin

Alat yang digunakan dalam penelitian terdiri dari:

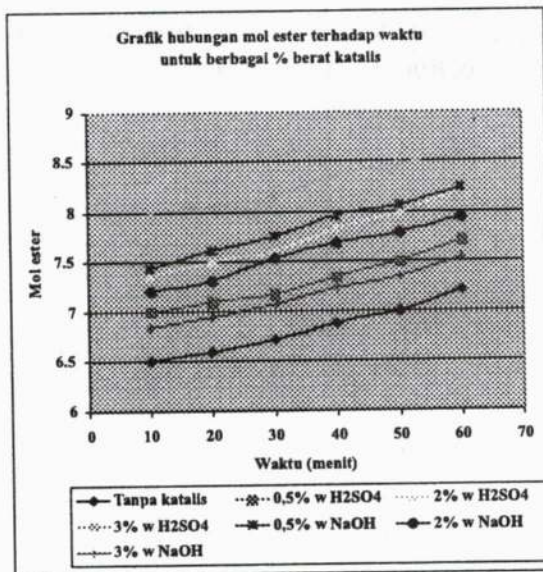
- a. Peralatan untuk pengambilan sampel
 - Labu distilasi
 - Pengadukan motor penggerak
 - Kondensor
 - Pemanas listrik
 - Termometer
 - Corong
 - Gelas ukur
 - Beaker glass

b. Peralatan analisa

- Biuret
- Labu takar
- Alat alat pendukung pengujian

ANALISIS HASIL PERCOBAAN

Hasil percobaan Analisis Pengaruh Katalis Pada Reaksi Esterifikasi Minyak Sawit Mentah, disajikan dalam bentuk kurva yang menggambarkan hubungan antara waktu dan persentasi gliserol, jumlah katalis (dalam % berat), jenis katalis, mol ester dan mol gliserol.



Hasil percobaan memperlihatkan bahwa pada perlakuan menggunakan asam sulfat, persen gliserol yang paling besar dihasilkan dengan penambahan katalis asam (H_2SO_4) paling besar yaitu 3% berat, pada selang waktu 60 menit.

Sedangkan untuk perlakuan dengan menggunakan katalis basa [Natrium Hidroksida (NaOH)] adalah kebalikan dari perlakuan dengan menggunakan katalis asam sulfat yaitu persen gliserol paling tinggi yang dihasilkan pada 0,5% berat pada selang waktu 60 menit.

Perbedaan persentasi gliserol antara perlakuan menggunakan katalis asam dibandingkan dengan perlakuan menggunakan katalis basa, terlihat bahwa perlakuan dengan menggunakan katalis asam memiliki persentasi gliserol lebih besar (91,05%) dibandingkan dengan persen perolehan pada perlakuan dengan menggunakan katalis basa (87,57%).

Perbedaan ini dapat terjadi karena pada perlakuan dengan katalis basa, proses transesterifikasi berjalan tidak sempurna diakibatkan oleh adanya air yang terlibat dalam proses. Air tersebut berasal dari natrium hidroksida yang dilarutkan, CPO dan etanol teknis yang digunakan dalam percobaan. Air ini akan mengganggu proses esterifikasi dengan cara menghidrolisis gliserol yang telah terbentuk selama proses menjadi asam lemak bebas, sehingga persentasi gliserol menjadi kecil.

Sedangkan pada perlakuan dengan menggunakan katalis asam, air yang terlibat hanya sedikit yaitu berasal dari etanol teknis dan CPO saja, sehingga gliserol yang terbentuk selama proses transesterifikasi hanya sebagian kecil terhidrolisis.

Pada reaksi dengan menggunakan katalis basa digunakan basa alkali (NaOH) yang kemungkinan besar ikut bereaksi sehingga menghasilkan reaksi samping (saponifikasi).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kondisi yang baik untuk mendapatkan persen gliserol pada proses *batch* dengan menggunakan katalis homogen [asam (H_2SO_4), basa (NaOH)] adalah:

1. Jumlah katalis $H_2SO_4 = 3\%$ w/w_{minyak}
2. Waktu reaksi = 60 menit
3. Temperatur reaksi = $63^\circ C$
4. Putaran pengaduk = 240 rpm

Saran

Percobaan ini dapat dilakukan kembali dan dikembangkan untuk mencari persentasi maksimum yang lebih baik dengan cara:

1. menggunakan katalis yang berbentuk padat
2. memvariasikan beberapa variabel yang belum divariasikan pada penelitian ini, seperti putaran pengaduk, temperatur reaksi, dan selang waktu pengambilan sampel.
3. mengamati pengaruh air dan kemungkinan terjadinya reaksi saponifikasi oleh katalis basa alkali (NaOH).

DAFTAR PUSTAKA

1. Griffin R.C, "Technical Methods of Analysis", 2ed, Mc. Graw Hill Book Company, Inc, New York, 1955, Page 107 110.
2. Ida Zahrina dan Tatang H.Soerawidjaja, "Konversi Stearin menjadi Bio Diesel Menggunakan Katalis Abu Tandan Sawit", Prosiding Seminar Teknik Kimia Soehadi Rekso Wardojo, 2000.
3. Paquot,C and A. Hautfenne,"Standard Methods for The Analysis of Oil, Fat and Derivates", 7th edition, Black-well Scientific, Oxford, 1987, Page 75 77.
4. Peterson, G.R. dan W.P.Scarrah, "Rapessed Oil Transesterification by Heterogeneous", Journal American Oil Chemist Society, 61 (10), 1984.
5. Tim Penyusun PS, Kelapa Sawit, "Usaha Budi daya, Pemanfaatan Hasil dan Aspek Pemasaran", Penebar Swadaya, hal 1 2; 12 21; 24 30.
6. Titik Mahargiani, "Kinetika Reaksi Etanolisis Minyak Kelapa Sawit ditinjau secara Heterogen", Prosiding Seminar Teknik Kimia Soehadi Rekso Wardojo, 2000

Pengaruh Pengaku Konsentris (*Concentric Bracing*) dan Eksentris (*Eccentric Bracing*) pada Struktur Baja dengan Daktilitas Penuh Terhadap Gempa

Sumargo *)
Syamsul Basri **)
Anis Rosyidah *)

Abstrak

Tujuan dari penulisan ini adalah untuk mengetahui perbedaan perilaku struktur baja berpengaku konsentris dan eksentris apabila diberi percepatan gempa El Centro dan Pasadena. Perilaku yang ditinjau meliputi periode getar, simpangan, *hysteresis loop*, daktilitas struktur dan elemen.

Model struktur adalah portal baja 12 lantai menggunakan pengaku konsentris tipe diagonal (A1) dan *inverted V* (A2), untuk pengaku eksentris tipe diagonal (B1) serta *inverted V* (B2). Alat bantu untuk analisis menggunakan *software SAP 2000* dan *excel*. Adapun metode penyelesaiannya meliputi perencanaan struktur dan analisis perilaku struktur.

Dari perencanaan didapat ukuran profil sama pada ke-empat struktur. Pada hasil analisis diperoleh periode getar alami terbesar pada struktur B1 = 0,423 detik dan terkecil adalah struktur A2 = 0,362 detik. Hasil simpangan terbesar akibat percepatan gempa El Centro maupun Pasadena terjadi pada struktur B2. Akibat gempa El Centro dan Pasadena pada keempat struktur masih bersifat elastis sehingga nilai daktilitas struktur (δ) = 1, begitu pula dengan daktilitas elemen, belum terjadi sendi plastis.

Kata kunci: pengaku konsentris, pengaku eksentris, daktilitas.

Abstract

This study evaluated concentric and eccentric braced-frame subjected to El Centro and Pasadena earthquake. The parameters examined were natural periods, story drift, hysteresis loop, element's and structure's ductility.

The structures are 12-story steel frames with 4 (four) different bracing configurations, such as: diagonal concentric bracing (A1), inverted V concentric bracing (A2), diagonal eccentric bracing (B1) and inverted V eccentric bracing (B2). Structural Analysis Program (SAP 2000) Version 7.42 and Microsoft Excel had been used as analytical aids. The methodology in this study consisted of design stage and analysis of structure behavior.

In order to examine structures behavior, the structures were analyzed using the same section properties. The result showed that B1 frame has the largest natural period of 0,423 second and the lowest natural period is A2 frame of 0,362 second. Steel frame B2 has largest drift due to El Centro and Pasadena earthquake. This seismic load resulted in elastic behavior for all steel frame under consideration so as the structure ductility (δ) = 1. The same result of unit ductility was obtained for all elements since plastic hinge had not been developed.

Keywords: concentric bracing, eccentric bracing, ductility.

**) Staf Pengajar dan Dosen Pembimbing di Politeknik Negeri Bandung

*) Alumni D-IV Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bandung, Staf Pengajar Politeknik Negeri Jakarta

Pendahuluan

Baja merupakan bahan konstruksi yang umum dan sering digunakan. Adapun kelebihan baja yang sangat menonjol dibanding bahan lain adalah kekuatan dan daktilitasnya. Pertimbangan lain menggunakan baja yaitu mudah didapatkan dalam jumlah banyak, ukuran dan spesifikasinya jelas, mempunyai daya tahan (*durability*) yang lama dan karena sifat daktilitas yang dimiliki baja ini sesuai untuk bangunan tahan gempa (Bowles; 1985). Dari beberapa kejadian gempa di Amerika, Jepang, Turki dan Taiwan, gedung-gedung modern berstruktur baja pada umumnya dapat bertahan dan tidak runtuh (Jitno, Hendra; 2000).

Potensi gempa di Indonesia relatif tinggi, sebab posisi wilayah Indonesia merupakan pertemuan tiga lempeng utama dunia yaitu lempeng Australia, lempeng Eurasia dan lempeng Pasifik (Gunadi, R.; 2000). Lempeng-lempeng tersebut bergerak aktif dengan kecepatan dan arah yang tidak sama. Selain itu Indonesia juga mempunyai gunung-gunung berapi jika sedang aktif akan menyebabkan gempa vulkanik. Berdasarkan hal ini setiap bangunan yang akan dibuat, baik yang di atas permukaan tanah maupun di bawah permukaan tanah harus memasukkan resiko gempa dalam perencanaan (Wijayanto; 2000).

Adapun syarat dalam merencanakan bangunan tahan gempa adalah stabil, kuat dan kaku antar sambungannya. Pada dasarnya beban gempa adalah gaya lateral dan bersifat siklik (bolak-balik) sehingga untuk menahannya, struktur harus diberi pengaku. Macam-macam pengaku pada struktur antara lain: dinding geser, *core* (inti), pengaku baja dan lain-lain. Pada struktur baja untuk menahan gaya lateral umumnya menggunakan pengaku (*bracing*). Fungsi dari pengaku (*bracing*) adalah sebagai perkuatan struktur dan kestabilan (Englekirk, Robert; 1994). Ada dua jenis pengaku (*bracing*), yaitu pengaku konsentris (*concentric bracing*) dan pengaku eksentris (*eccentric bracing*).

Analisa Beban Gempa

Dalam menganalisa beban gempa secara dinamik dapat menggunakan analisis respon spektra dan analisis riwayat waktu.

Respon spektra merupakan suatu metode analisis dinamik yang bertujuan menentukan respon struktur berdasarkan rekaman dari respon maksimum sejumlah struktur sejenis dengan waktu getar yang bervariasi terhadap gempa-gempa yang mewakili selama *return period* yang ditinjau (Widodo; 2001).

Analisis riwayat waktu adalah analisis dinamik yang meninjau respon yang terjadi pada struktur dari waktu ke waktu selama terjadi gempa. Analisis riwayat waktu menggunakan catatan *accelogram* gempa tertentu sebagai *input data* dan *output* berupa respon yang terjadi pada struktur, respon tersebut meliputi: simpangan, gaya dalam, kecepatan dan percepatan (Gunadi, Riawan; 2000).

Daktilitas

Nilai daktilitas struktur (μ_s) dapat dihitung berdasarkan rasio antara simpangan maksimum saat semua sendi plastis telah terjadi pada elemen struktur (δ_{maks}) dengan simpangan saat terjadi sendi plastis pertama kali (δ_y) (Minoru; 1986).

$$\mu_s = \frac{\delta_{maks}}{\delta_y}$$

Metodologi

Pendekatan yang digunakan dalam mendesain struktur baja ini berdasarkan AISC-LRFD. Alat bantu untuk olah data menggunakan *software SAP 2000*.

Model struktur adalah portal baja duabelas (12) lantai. Dianalisis secara dua dimensi arah sumbu lemah.

Model pengaku yang digunakan adalah:

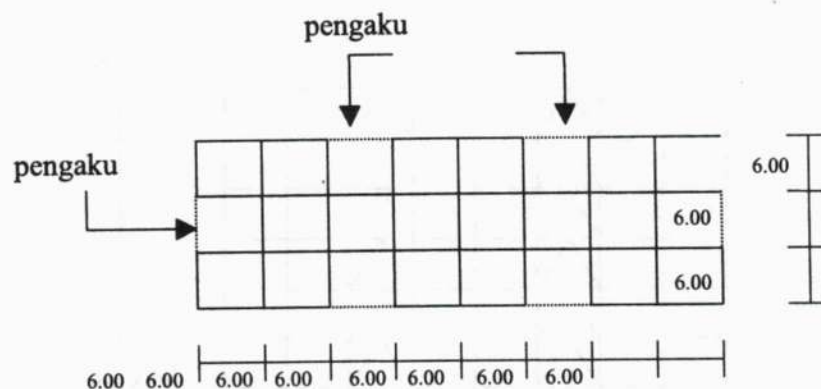
- konsentris: (a) tipe diagonal, diberi notasi A1
(b) tipe V terbalik, diberi notasi A2
- eksentris: (a) tipe diagonal, diberi notasi B1
(b) tipe V terbalik, diberi notasi B2

Bangunan direncanakan sebagai gedung perkantoran, perhitungan pembebanan disesuaikan berdasarkan fungsinya, terdiri dari: (a) beban mati, (b) beban hidup, (c) beban gempa, menggunakan analisis dinamik respon spektra berdasarkan Pedoman Perencanaan Gempa Indonesia, di wilayah gempa 3 (tiga), pada tanah lunak dengan daktilitas penuh.

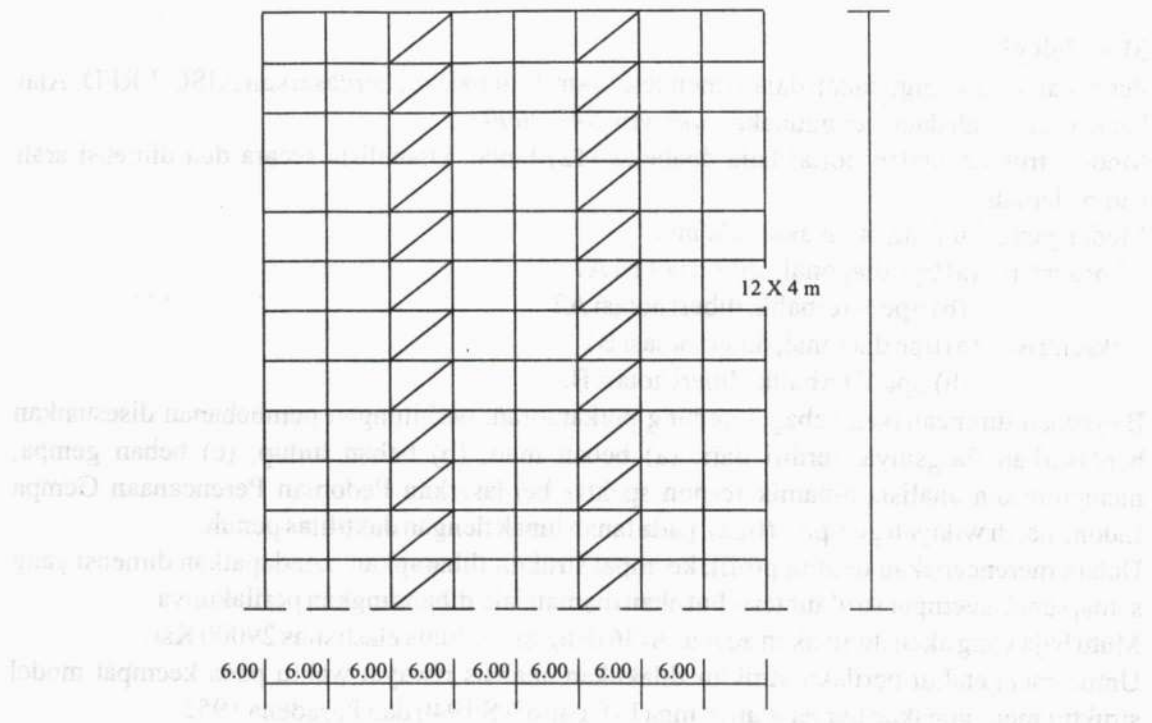
Dalam merencanakan ukuran profil, keempat struktur diharapkan mendapatkan dimensi yang sama, sebab keempat struktur tersebut akan diamati lalu dibandingkan perilakunya.

Mutu baja yang akan digunakan adalah A-36 dengan modulus elastisitas 29000 Ksi.

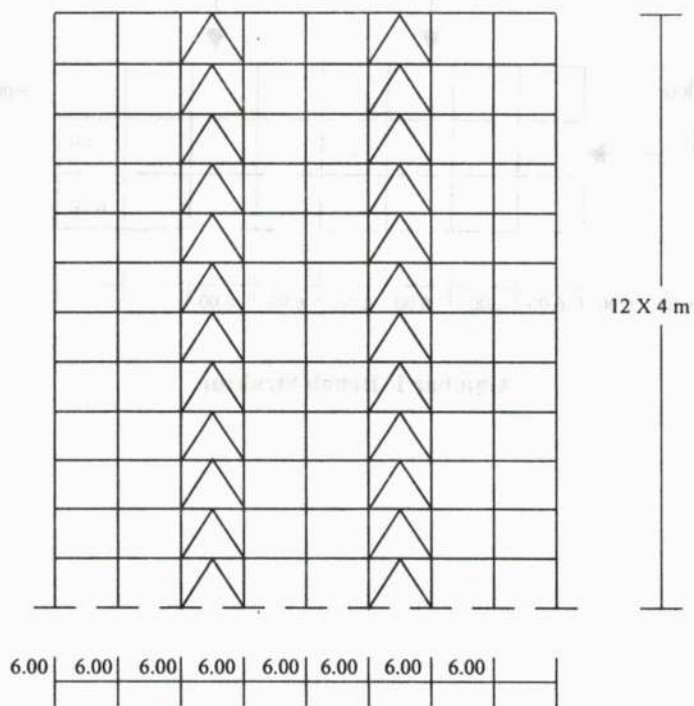
Untuk mengetahui perilaku struktur dilakukan analisis riwayat waktu pada keempat model struktur menggunakan percepatan gempa El Centro NS 1940 dan Pasadena 1952.



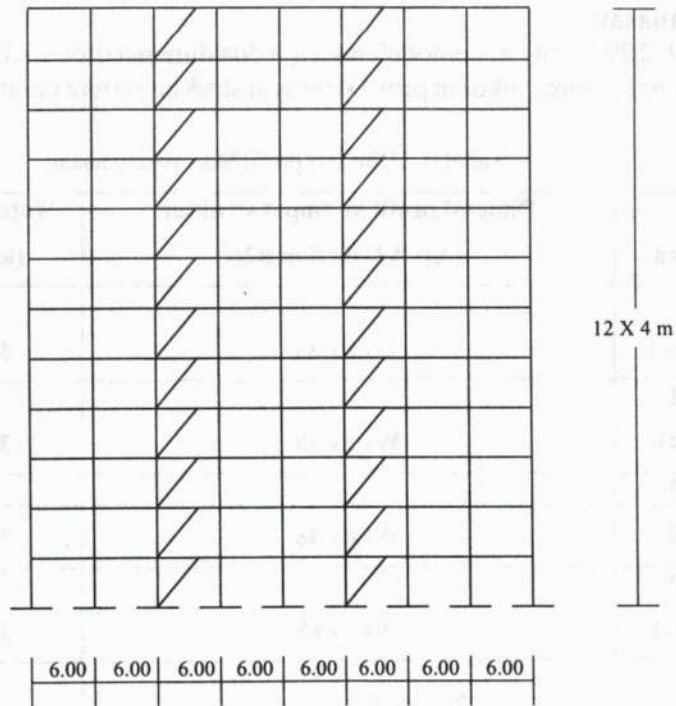
Gambar 1. Denah Struktur



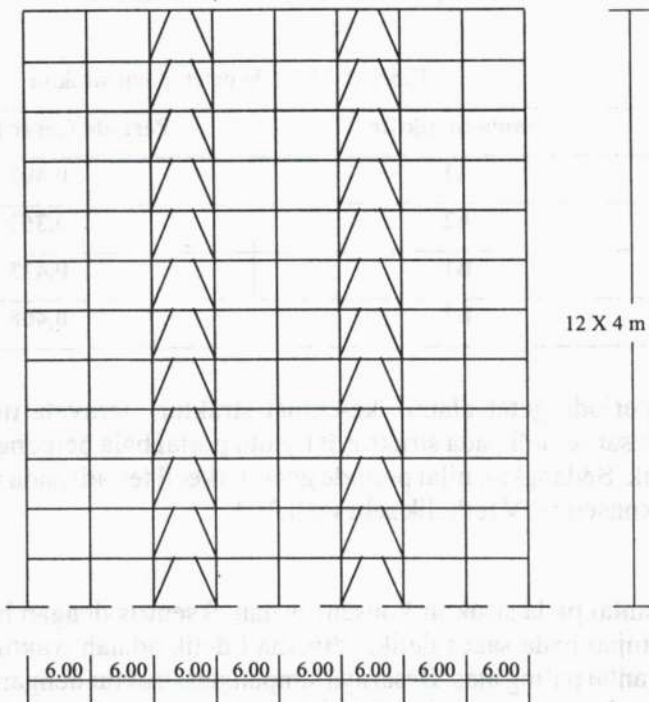
Gambar 2. Struktur A1



Gambar 3. Struktur A2



Gambar 4. Struktur B1



Gambar 5. Struktur B2

Hasil dan Pembahasan

Menggunakan *SAP 2000*, dengan pemodelan secara dua dimensi diperoleh dimensi profil pada ke empat struktur adalah sama, ukuran profil ke empat struktur tertera dalam tabel di bawah.

Tabel 1. Dimensi profil hasil perencanaan

Nama elemen	Dimensi profil ke empat struktur (A1, A2, B1 dan B2)	Mutu baja (ksi)	E (ksi)
BALOK (semua lantai)	W14 x 26	36	29000
KOLOM 1 (lantai 1 – 4)	W14 x 30	36	29000
KOLOM 2 (lantai 5 – 8)	W14 x 48	36	29000
KOLOM 3 (lantai 9 – 12)	W14 x 68	36	29000
BRACING (semua lantai)	2L 5 x 5 x $\frac{5}{16}$ - $\frac{3}{4}$	36	29000

Periode Getar

Periode getar alami maksimum pada tiap struktur disajikan dalam tabel 2.

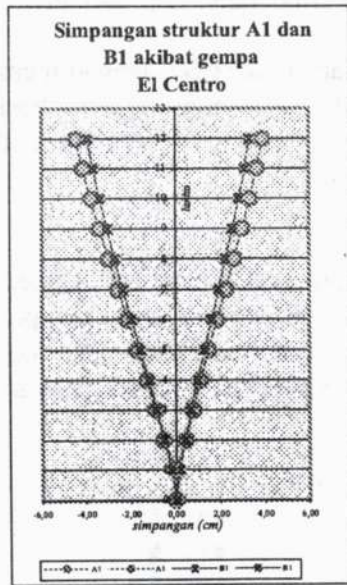
Tabel 2. Periode getar alami struktur

No.	Nama Struktur	Periode Getar (T) detik
1	A1	0,405
2	A2	0,362
3	B1	0,423
4	B2	0,408

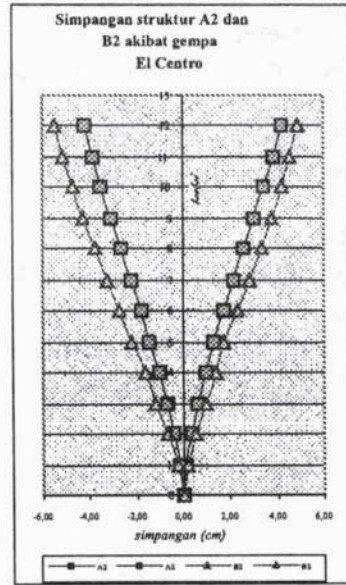
Perbedaan nilai periode getar alami ke-empat struktur ternyata tidak terlalu jauh. Nilai periode getar terbesar terjadi pada struktur B1 yaitu portal baja berpengaku eksentris diagonal sebesar 0,423 detik. Sedangkan nilai periode getar terkecil terjadi pada struktur A2 atau portal baja berpengaku konsentris V terbalik sebesar 0,362.

Simpangan

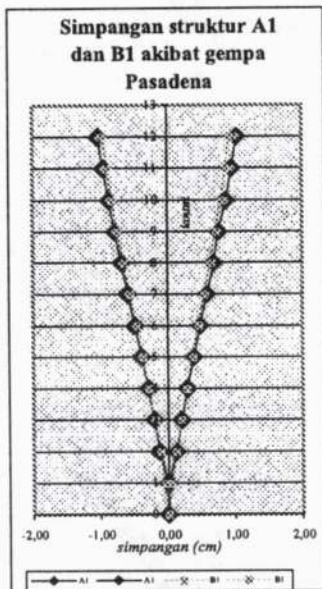
Simpangan tiap lantai pada struktur konsentris dan eksentris dengan beban gempa El Centro dan Pasadena ditinjau pada saat t detik, dimana t detik adalah waktu terjadinya simpangan maksimum pada lantai paling atas. Besarnya simpangan struktur dengan bentuk pengaku sama, beban gempa sama dan yang membedakan adalah konsentris dan eksentris, dapat dilihat pada grafik di bawah.



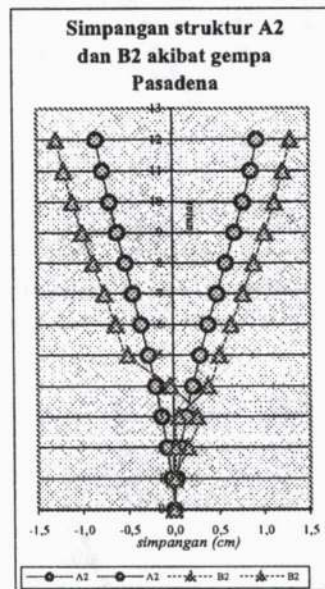
Gambar 6. Simpangan struktur A1 dan B1 akibat gempa El Centro



Gambar 7. Simpangan struktur A2 dan B2 akibat gempa El Centro



Gambar 8. Simpangan struktur A1 dan B1 akibat gempa Pasadena



Gambar 9. Simpangan struktur A2 dan B2 akibat gempa Pasadena

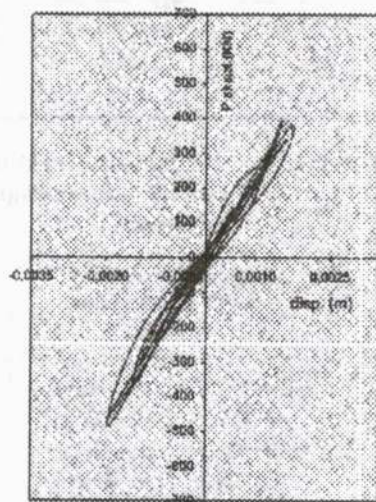
Dari Gambar 6 dan 7 serta Gambar 8 dan 9, perbandingan simpangan struktur A1 dan struktur B1 dengan memberi beban gempa El Centro dan Pasadena, simpangan struktur A1 cenderung lebih besar daripada struktur B1. Hal ini berarti

pada pengaku bentuk diagonal, tipe konsentris justru simpangan tiap lantainya lebih besar daripada tipe eksentris

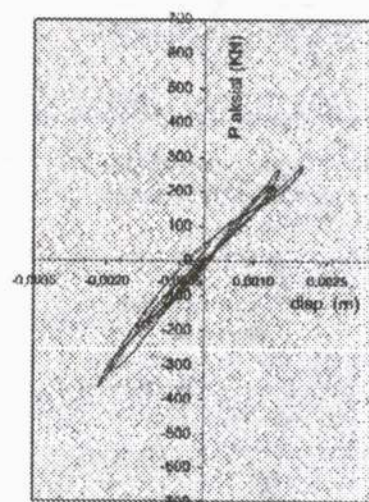
Pada Gambar 8 dan 9, besar simpangan struktur A2 dan struktur B2 dengan memberi beban gempa El Centro dan Pasadena, nilai simpangan struktur B2 cenderung lebih besar daripada struktur A2. Hal ini menunjukkan bahwa pengaku bentuk V terbalik tipe eksentris simpangannya lebih besar daripada tipe konsentris.

Histeresis Loop

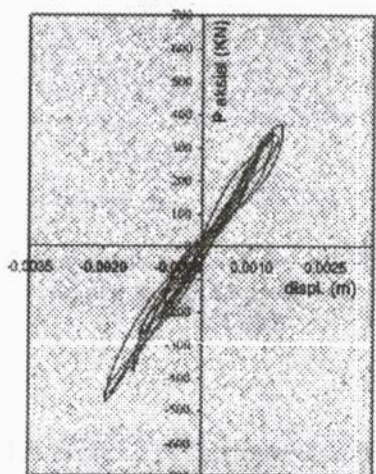
Histeresis loop dapat dibuat apabila elemen yang ditinjau sudah mengalami kelelahan. Namun baik struktur A1, A2, B1 dan B2 saat diberi percepatan gempa El Centro maupun Pasadena belum ada yang mengalami kelelahan sehingga tidak dapat terbentuk histeresis loop. Gambar di bawah adalah histeresis loop dari gempa El Centro yang percepatannya dinaikkan 3 kali.



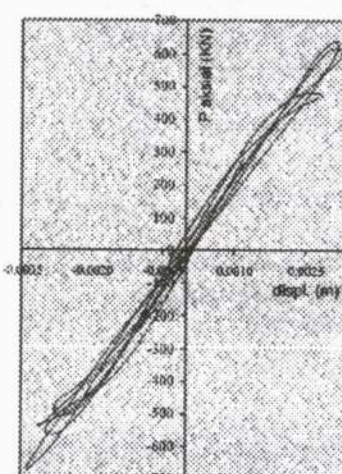
Gambar 10. Histeresis loop struktur A1 pada pengaku lantai 1



Gambar 11. Histeresis loop struktur A2 pada pengaku lantai 1



Gambar 12. Histeresis loop struktur B1 pada pengaku lantai 1



Gambar 13. Histeresis loop struktur B2 pada pengaku lantai

Daktilitas Struktur

Daktilitas struktur dapat dihitung bila struktur sudah mengalami keruntuhan. Ternyata ketika diberi percepatan gempa El Centro dan Pasadena, struktur A1, A2, B1 dan B2 belum ada yang runtuh sehingga daktilitas struktur adalah 1 ($= 1$). Hal ini mungkin saja terjadi, suatu struktur tetap dalam keadaan elastis pada waktu terjadi gempa kuat jika tidak terjadi resonansi akibat dari kadar frekuensi gempa yang berbeda dengan frekuensi alami bangunan yang ditinjau.

Daktilitas Elemen

Hal ini berhubungan dengan penjelasan 4.2.3, apabila elemen struktur belum terjadi kelelahan maka daktilitas elemen masih elastis ($= 1$). Baik struktur A1, A2, B1 dan B2 elemennya saat diberi gempa El Centro dan Pasadena, elemen strukturnya belum ada yang mengalami kelelahan. Hal ini dimungkinkan dalam perencanaan yang menggunakan respon spektra Indonesia zona gempa 3 pada tanah lunak dengan nilai $C = 0,07$ dan $T < 0,5$ sangat aman.

Kesimpulan

Dari analisa pada ke-empat model struktur dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut;

1. Periode getar maksimum dari ke-empat struktur ternyata struktur B1 (portal berpengaku eksentris diagonal) sebesar 0,423 detik dan terendah pada struktur A2 (portal berpengaku konsentris V terbalik) yaitu 0,362 detik.
2. Simpangan yang terjadi pada struktur A1 (portal berpengaku konsentris diagonal) dibandingkan dengan struktur B1 (portal berpengaku eksentris diagonal) saat diberi percepatan gempa El Centro dan Pasadena lebih besar struktur A1, namun perbedaannya tidak terlalu signifikan. Sedangkan struktur pada struktur A2 (portal berpengaku konsentris V terbalik) dibandingkan dengan struktur B2 (portal berpengaku eksentris V terbalik) saat diberi percepatan gempa El Centro dan Pasadena, simpangan yang terjadi pada struktur B2 lebih besar daripada struktur A2.
3. Dalam perencanaan dengan menyamakan semua profil pada ke-empat struktur diperoleh struktur yang kuat, ini terbukti ketika diberi percepatan gempa El Centro maupun Pasadena belum ada satupun elemen struktur yang mengalami kelelahan, hal ini berarti percepatan gempa pada respon spektra Indonesia wilayah gempa 3 untuk tanah lunak lebih kuat daripada percepatan gempa El Centro, sebab salah satu catatan gempa yang digunakan untuk membuat respon spektra Indonesia adalah gempa kuat El Centro.
4. Dengan menaikkan percepatan gempa El Centro sampai 3 kali, diperoleh *hysteresis loop* yang menunjukkan tingkat penyerapan energi terbesar terjadi pada struktur B2. Ada kecenderungan tingkat penyerapan energi struktur berpengaku eksentris lebih besar daripada konsentris.
5. Nilai daktilitas elemen dan struktur masih sebesar 1 sebab kondisi struktur masih elastis saat diberi percepatan gempa El Centro maupun Pasadena.

Daftar Pustaka

- 1987. *Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Rumah dan Gedung*, SKBI. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- AISC Manual of Steel Construction. 1996. *Load and Resistance Factor Design (LRFD)*, Volume I. Chicago: American Institute of Steel Construction.
- Bowles JE. 1985. *Disain Baja Konstruksi*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Englekirk, Robert. 1994. *Steel Structure-Controlling Behavior Through Design*. California: John Wiley & Sons Inc.
- Gunadi, Riawan. 2000. *Rekayasa Gempa untuk Struktur Gedung*. Materi Kuliah. Bandung: Politeknik Negeri Bandung.
- Jitno, Hendra. 2000. *Haruskah Kita Menunggu The Big One?*. Jakarta: www.IndoConstruction.com/Oktober2000.
- Minoru Wakabayashi. 1986. *Design of Earthquake-Resistant Building*. USA: Mcgraw-Hill, inc.
- Widodo. 2001. *Respon Dinamik Struktur Elastik*. Yogyakarta: UII Press.
- Wijayanto S; dkk. 2000. *Gempa Bengkulu 4 Juni 2000*. Jakarta: Majalah IndoConstruction Agustus 2000.

Pemimpin yang Wirausahawan

Oleh : Jahny Sast

Membaca sekilas daftar isi buku menarik bertajuk *An Entrepreneurial Approach to Corporate Management* (1997) dan *Entrepreneurship - A Wealth-Creation and Value-Adding Process* (1995) yang ditulis oleh Raymond W.Y. Kao. Kewirausahaan adalah proses kreatif dan/atau inovatif bagi penciptaan kesejahteraan individu dan nilai tambah bagi masyarakat. Pemeran utamanya disebut wirausaha (*entrepreneur*). Mereka membangun budaya wirausaha dalam sistem bisnis yang dikembangkannya dengan mendemonstrasikan komitmen untuk terus menerus mengejar peluang dan mengembangkan potensi kewirausahaan dalam organisasinya untuk dapat memberikan kesejahteraan yang semakin baik kepada semua pihak yang terlibat dan kepada masyarakat di sekitarnya.

Budaya wirausaha dalam organisasi bisnis, pada sistem lama (struktural) maupun sistem baru (jejaring), harus dipahami secara substantif. Menurut Kao, sebuah organisasi bisnis bukan sekedar mesin uang milik *shareholders*, tetapi sebuah komunitas kaum wirausahawan yang diciptakan untuk mensejahterakan sebanyak mungkin orang, individu maupun masyarakat. Karena itu, hasil akhir dari kepemimpinan korporasi yang bercorak wirausaha tidak hanya diukur dari *return on investment (ROI)*, tetapi juga *return on labour (ROL)*, *return on resources (ROS)*, dan *return on environment (ROE)*.

Konsep yang ditawarkan oleh Professor di Nanyang Business School, Nanyang Technological University di Singapura ini berangkat dari asumsi bahwa Indonesia memerlukan lebih banyak *Entrepreneurial Leader* untuk bisa bersaing di kancah global. Sementara yang banyak kita jumpai di negeri ini adalah jenis Pemimpin Birokratik yang kurang memiliki *sense of business*, lambat mengelola peluang dan bahkan malas mengejar peluang yang muncul di pasar.

Di luar institusi bisnis, *entrepreneurial leader* juga dibutuhkan dalam konteks kepemimpinan daerah kota/kabupaten (otonomi). Kita perlu pemimpin yang memahami benar potensi daerahnya dan mampu menggerakkan konstituennya untuk mengejar peluang demi kepentingan rakyat yang dipimpinnya. Soalnya, untuk dapat mengembangkan budaya wirausaha dalam birokrasi pemerintahan diperlukan usaha yang mungkin jauh lebih sulit ketimbang tantangan yang dihadapi kaum swasta. Mudah-mudahan ada kesadaran dan tekad yang cukup kuat untuk benar-benar mewirausahakan birokrasi, sebelum negeri ini terlanjur hancur berantakan oleh polah pemimpin birokratik yang selalu sibuk berpolitik demi kepentingan kelompoknya sendiri.

Teori Persaingan Keunggulan Komparatif

Oviyan Patra, Ir., MSc.

Tulisan ini bertujuan untuk menjelaskan suatu perkembangan teori persaingan, teori ini dianggap lebih unggul (Shelby D. Hunt & Robert M. Morgan) dibandingkan dengan teori neo-klasik mengenai persaingan. Dalam artikel ini akan ditulis pengembangan dari teori ini dan menguji implikasinya bagi marketing. Secara lebih spesifik akan digambarkan:

1. pengembangan teori resource-based tentang perusahaan (Barney 1991; Conner 1991),
2. teori competitive advantage yang berasal dari ekonomi marketing dan organisasi industri,
3. teori competitive rationality yang berasal dari teori ekonomi Austria, dan
4. teori differential advantage yang berasal dari teori marketing dan ekonomi,

Terdapat sejumlah kritik terhadap teori neo-klasik yang dilancarkan mulai dari sekolah ekonomi Austria hingga hingga beberapa pendapat dari ahli ekonom organisasi industri, kritik ini dipandang sebagai akibat dari ketidakpuasan mereka terhadap teori neo-klasik. Disini akan dijelaskan fondasi-fondasi sebagai rivalitas atas teori persaingan sempurna. Salah satu alasan mengapa teori persaingan sempurna tetap memiliki statusnya yang dominan walau banyak kelemahannya adalah karena tidak adanya rival yang memiliki daya menjelaskan dengan lebih baik.

Pertama, akan diidentifikasi fenomena dasar bahwa teori persaingan yang baik harus memiliki kemampuan menjelaskan, dan kemudian kami akan diuji bagaimana persaingan sempurna dapat menjelaskan fenomena ini. Selanjutnya, akan dibangun dasar-dasar bagi teori persaingan keunggulan comparative serta membahas kemampuan menjelaskan dari teori ini. Akhirnya, akan mengevaluasi suatu orientasi pasar dalam konteks teori persaingan keunggulan komparatif.

Runtuhnya Teori Persaingan Terpusat / Terkomando

Suatu teori dikatakan akan memiliki kontribusi apabila teori tersebut mampu memberikan pemahaman ilmiah dengan cara menjelaskan dan meramalkan suatu fenomena (Hunt, 1991). Walaupun teori persaingan dibutuhkan dalam menjelaskan berbagai fenomena, namun suatu fenomena yang paling penting dalam ekonomi makro yang terjadi dalam abad ini adalah jatuhnya teori ekonomi terencana atau teori ekonomi "terkomando", dimana teori tersebut didasarkan pada premis kerjasama antar perusahaan-perusahaan milik negara dibawah pengarahannya suatu badan pusat perencanaan; dan menang mutlaknya teori ekonomi market-based, yang didasarkan pada premis persaingan antar perusahaan-perusahaan swasta yang memiliki rencana sendiri.

Perekonomian yang didasarkan atas premis persaingan antar perusahaan jauh lebih superior dibandingkan perekonomian yang didasarkan atas premis kerjasama terkomando antar perusahaan, yaitu dalam hal penciptaan keunggulan total, inovasi, dan kualitas barang dan jasa yang dihasilkan. Kenyataan yang ada pada masa sekarang menunjukkan bahwa perekonomian berdasarkan persaingan (market-based) lebih superior dibandingkan

perekonomian berdasarkan komando dalam hal kuantitas, kualitas, dan inovasi barang dan jasa yang dihasilkan.

Teori Persaingan Neo-klasik

Table 1 di bawah ini menggambarkan dasar premis teori neo-klasik tentang teori persaingan sempurna dibandingkan dengan teori persaingan keunggulan comparative.

Table 1
Dasar-dasar Teori Neo-klasik dan Comparative Advantage mengenai Persaingan

	Teori Persaingan Neo-klasik	Teori Persaingan Comparative Advantage
1. Demand	Bersifat homogen	Bersifat heterogen
2. Consumer information	Sempurna dan tanpa biaya	Tidak sempurna, dan dengan biaya
3. Human motivation	Maksimisasi minat-pribadi	Minat-pribadi dibatasi
4. Tujuan perusahaan	Maksimisasi laba	Kinerja keuangan superior
5. Informasi perusahaan	Sempurna dan tanpa biaya	Tidak sempurna, dan dengan biaya
6. Sumber daya	Modal, tenaga kerja, lahan	Keuangan, fisik, legal, manusia, organisasi, informasi, dan relasi
7. Karakteristik sumberdaya	Homogen, perfectly mobile	Heterogen, imperfectly mobile
8. Peran manajemen	Menentukan kuantitas dan menjalankan fungsi produksi	Mengenali, memahami, menciptakan, memilih, mengimplementasikan, dan memodifikasi strategi
9. Peran lingkungan	Sepenuhnya menentukan conduct dan performance	Mempengaruhi conduct dan performance
10. Persaingan	Penyesuaian kuantitas	Comparative advantage

Berdasarkan tabel diatas, persaingan dalam teori neo-klasik mengatakan bahwa perusahaan-perusahaan yang berada dalam suatu industri:

1. dalam jangka pendek akan menyesuaikan kuantitas produk yang dihasilkan sebagai reaksi atas perubahan harga pasar; serta
2. dalam jangka panjang akan menyesuaikan skala produksi, termasuk penyesuaian kapasitas pabrik dan mesin-mesinnya.

Teori neo-klasik menjelaskan jumlah besaran perekonomian dengan memfokuskannya pada tingkat efisiensi dalam persaingan sempurna. Sementara dalam menjelaskan inovasi yang superior dari market-based economies, teori neo-klasik tidak didasarkan dari teori persaingan sempurna, yaitu dengan cara perusahaan akan menyesuaikan output produknya, ukuran pabrik, dan konsumsi dari berbagai sumber daya yang dimiliki. Sedangkan bentuk inovasi lainnya dianggap sebagai variabel eksogen, jadi dalam teori persaingan sempurna menengahkan inovasi terhadap produk suatu industri akan

dianggap suatu "ketidak-sempurnaan" pasar dan akan mengganggu sistem keseimbangan dari bentuk idealnya. Sebagai contoh, studi neo-klasik menganggap inovasi tiap tahun terhadap perubahan model mobil sebagai sesuatu yang tidak memiliki manfaat bagi konsumen dan hanya sebatas biaya "diferensiasi produk" yang harus ditanggung oleh konsumen.

Begitu pula, teori persaingan sempurna tidak mampu menjelaskan mengapa market-based economies memiliki kualitas produk yang lebih baik dibandingkan teori ekonomi terkomando. Hal ini disebabkan karena asumsinya mengenai sifat consumer demand yang homogen dan identik pada fungsi produksi. Asumsi ini berarti bahwa (1) semua konsumen harus menginginkan tingkat kualitas yang sama persis untuk setiap jenis produk; dan (2) kompetensi spesifik perusahaan tidak diperhitungkan. Oleh karena itu persaingan sempurna tidak dapat menjelaskan secara historis mengenai rendahnya kualitas dari produk-produk yang dihasilkan.

Teori persaingan sempurna menjelaskan bahwa terdapat banyak perusahaan kecil dalam tiap industri, dimana tiap-tiap perusahaan memproduksi sebuah produk tunggal yang jumlahnya ditentukan oleh ukuran pabrik yang paling efisien. Tetapi kebanyakan industri dalam perekonomian pasar justru memiliki sedikit perusahaan dengan ukuran yang sangat besar memproduksi banyak jenis produk. Tetapi karena perfect competition tetap dianggap perfect, maka perusahaan-perusahaan berukuran besar tersebut pastilah dianggap tidak efisien dan mencerminkan "kesalahan pasar" yang diakibatkan oleh perilaku kolusi atau adanya usaha "barriers to entry".

Begitu pula, sebuah perusahaan dengan tingkat keuntungan lebih tinggi dari rata-rata industrinya dianggap bukti adanya ketidak-sempurnaan pasar dan adanya "penguasaan pasar". Dengan demikian perfect competition sering dijadikan dasar untuk mencurigai perusahaan-perusahaan besar yang memperoleh keuntungan besar seperti IBM di tahun 1960an, 1970an, dan 1980an, dimana perusahaan ini memperoleh keuntungan besar didasarkan dari kemampuannya dalam membaca ketidak-sempurnaan pasar. Begitu pula sukses keuangan dari Microsoft di tahun 1990an dianggap merupakan ketidak-sempurnaan dan harus dieliminasi dengan sebuah kebijakan publik. Atau secara ekstrim dapat dikatakan bahwa dalam dunia nyata "perfect competition" itu sebenarnya tidak ada, dikarenakan banyaknya asumsi terdapat dalam teori persaingan sempurna.

Teori Persaingan Keunggulan Komparatif

Dalam Tabel 1, di atas diketengahkan pula dasar-dasar premis teori persaingan keunggulan komparatif. Baik isi maupun epistemologi tiap premisnya yang berbeda dari teori persaingan sempurna. Premis-premisnya adalah sebagai berikut:

1. Menolak asumsi neo-klasik tentang kesamaan preferensi mengenai konsumsi manusia dalam tiap jenis produk. Industri demand dipandang bersifat heterogen dan dinamis.
2. Konsumen tidak memiliki informasi yang sempurna menyangkut produk yang sesuai dengan taste dan preferensi mereka, dan untuk memperoleh informasi itu biasanya berdampak terhadap biaya, waktu maupun uang.

3. Sumberdaya bersifat heterogen diantara perusahaan-perusahaan serta tidak dapat dengan mudah berpindah-pindah (imperfectly mobile).

Jika suatu perusahaan memiliki sumberdaya (atau lebih tepatnya, memiliki cara memperoleh sumberdaya secara khusus) yang jarang dimiliki oleh para pesaing lainnya maka perusahaan itu memiliki potensi menghasilkan sebuah comparative advantage. Sebuah comparative advantage dalam sumberdaya akan memungkinkan perusahaan untuk memperoleh penguasaan pasar, dikarenakan perusahaan memiliki superior value dan low cost dibandingkan perusahaan lain. Dengan demikian suatu comparative advantage dalam sumberdaya dapat diartikan menjadi sebuah posisi comparative advantage dalam pasar serta dapat menjadi kinerja keuangan yang superior.

Gambar 1 menunjukkan 9 posisi competitive bagi berbagai macam kombinasi perbandingan sumberdaya, nilai yang dihasilkan perusahaan serta perbandingan biaya sumberdaya untuk menghasilkan nilai tersebut.

Gambar 1: Matrix Posisi Persaingan

Perbandingan Sumberdaya – Nilai yang Dihasilkan

		Rendah	Sebanding	Superior
Perbandingan Biaya memperoleh Sumberdaya	Rendah	1 ?	2 Competitive Advantage	3 Competitive Advantage
	Sebanding	Competitive Disadvantage	Posisi Sebanding	Competitive Advantage
	Tinggi	Competitive Disadvantage	Competitive Disadvantage	?

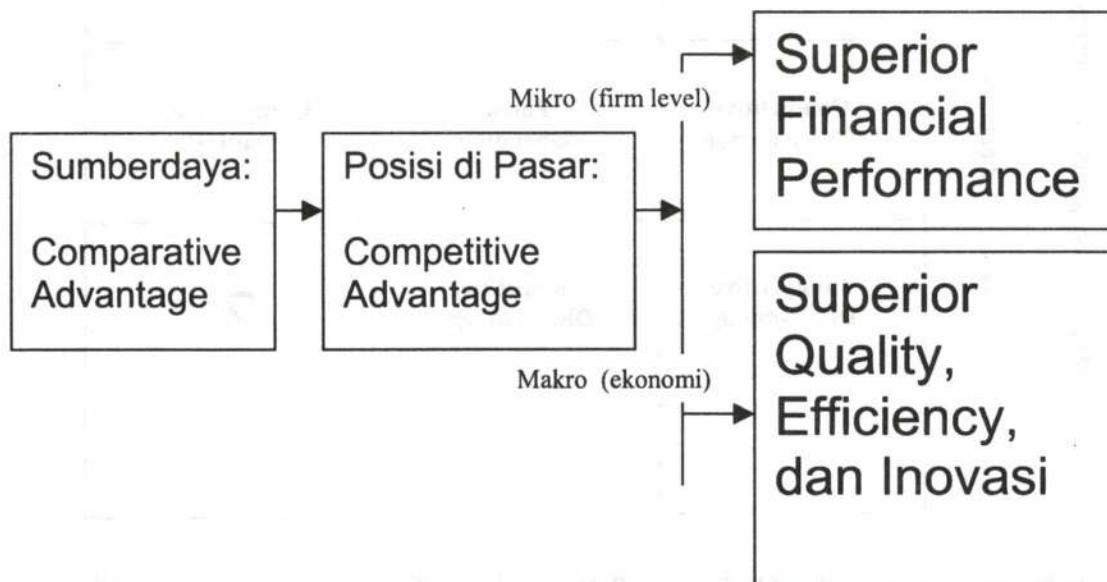
Posisi pasar dari competitive advantage diidentifikasi pada sel 3 yang dihasilkan perusahaan dibanding dengan para pesaingnya, yaitu kemampuannya menghasilkan suatu penawaran dalam segmen pasar dengan (1) memiliki nilai superior dan (2) berproduksi dengan biaya yang lebih rendah.

3. Peran manajemen perusahaan adalah mengenali dan memahami strateginya saat ini, menciptakan strategi baru, memilih strategi yang diinginkan, mengimplementasikan strategi tersebut, serta senantiasa memodifikasi strateginya.
4. Sementara dalam teori neo-klasik, termasuk pandangan teori ekonomi organisasi industri tradisional mengasumsikan bahwa lingkungan perusahaan, khususnya struktur industri, menentukan sepenuhnya praktek (atau strategi) perusahaan dan kinerja (laba)nya, maka dalam teori competitive advantage memandang bahwa faktor lingkungan perusahaan hanya dapat *mempengaruhi* praktek dan kinerja.

Dengan demikian, persaingan merupakan perjuangan terus-menerus antar perusahaan untuk memperoleh comparative advantage dalam sumberdaya yang akan menghasilkan posisi di pasar dan kemudian akan memperoleh superior financial performance. Apabila suatu perusahaan memiliki comparative advantage dalam sumberdaya maka akan diperoleh suatu superior financial performance melalui posisi persaingannya dan kemudian para pesaing akan berusaha menetralkannya melalui akuisisi, imitasi, substitusi, atau inovasi lainnya. Dengan Demikian teori Comparative advantage merupakan suatu teori yang dinamis. Disequilibrium (dan bukan equilibrium) yang menjadi normanya.

Gambar 2 menjelaskan jumlah yang semakin besar dalam market-based economies dengan dasar bahwa imbalan penghargaan akan mengalir dari efisiensi dan efektivitas yang terjadi secara terus menerus.

Gambar 2: Teori Persaingan Comparative Advantage



1. Teori comparative advantage memperluas jenis sumberdaya (dari lahan, tenaga kerja, dan modal) hingga meliputi pula sumberdaya intangible seperti budaya organisasi, pengetahuan, serta kompetensi.

1. Teori ini memandang usaha memperoleh comparative advantage sebagai motivasi yang sangat kuat, tidak hanya untuk pemanfaatan yang efisien dari sumberdaya, tetapi juga untuk menciptakan sumberdaya-sumberdaya baru.
2. Teori comparative advantage secara langsung menjelaskan mengapa market-based economies lebih inovatif dibanding command economies. Dalam command economies tidak ada mekanisme bagi pemberian penghargaan atas inovasi, sedangkan dalam market-based economies penghargaan langsung mengalir kepada perusahaan-perusahaan dan individu yang berhasil mengembangkan inovasi produk dan proses produksi.
3. Dalam menjelaskan kualitas, yang dipandang dalam perfect competition sebagai faktor eksogen atau market imperfection, maka dalam teori persaingan keunggulan komparatif mengungkapkan superior quality sebagai suatu hasil alamiah dari sebuah sistem yang bercirikan usaha untuk memperoleh comparative advantage.

Menjelaskan Keragaman Perusahaan

Teori persaingan keunggulan komparatif menjelaskan keragaman dalam hal size, scope, dan tingkat keuntungan dari perusahaan-perusahaan yang ada dalam masing-masing industrinya:

1. Karena kesempatan yang universal tidak diasumsikan, ukuran dan scope perusahaan yang berbeda-beda dapat dijelaskan dengan dasar bahwa sebagian perusahaan membangun hubungan dengan pemasok dan/atau pelanggan yang mereka percaya tidak akan mengeksploitasi mereka. Sedangkan sebagian perusahaan lainnya melakukan integrasi backward dan forward karena mereka tidak menemukan partner pemasok yang dapat mereka percayai.
2. Sebuah perusahaan dapat memutuskan untuk melaksanakan kegiatan produksi tertentu di dalam perusahaannya, daripada melakukan kontrak kerja dengan pihak luar. Hal ini terjadi karena menyangkut keunggulan cara memperoleh sumberdaya yang menjadi kompetensinya.
3. Tiap perusahaan dalam industri merupakan sebuah entitas yang unik dalam hal ruang dan waktunya sebagai hasil dari sejarah perusahaan tersebut. Hal ini mempengaruhi cara perusahaan dalam memperoleh sumberdaya yang khusus.
4. Karena demand bersifat heterogen, maka dalam melayani segmen pasar yang berbeda akan menyebabkan perusahaan ukuran dan scope yang berbeda, misalnya "niche" marketers.
5. Beberapa sumberdaya tertentu hanya dapat menghasilkan comparative advantage bagi perusahaan-perusahaan tertentu saja, walaupun para pesaingnya berada dalam segmen pasar yang sama. Hal ini karena antar sumberdaya tersebut menghasilkan keunggulan yang disebut distinct competencies.
6. Jika satu atau lebih perusahaan yang melayani beberapa segmen pasar memiliki comparative advantage dalam sumberdaya yang tidak dapat ditiru atau disubstitusi oleh para pesaingnya, maka kondisi ini akan menghasilkan keragaman perusahaan dalam industri yang sama.

Perusahaan-perusahaan yang berada dalam satu industri akan berubah karena adanya perubahan dalam preferensi konsumen dan usaha terus menerus yang

dilakukan perusahaan dalam mendapatkan comparative advantage sumberdaya yang akan menghasilkan competitiv advantage di pasar.

Sebagai kesimpulannya, teori persaingan keunggulan komparatif bersifat jauh lebih baik dibandingkan teori neo-klasik dalam hal menjelaskan mengapa market-based economies bersifat lebih inovatif serta memiliki kualitas barang dan jasa yang lebih tinggi dibandingkan command economies. Teori ini juga menjelaskan dengan lebih baik mengapa market-based economies mengalami keragaman perusahaan yang ada, walaupun berada dalam satu industri yang sama.

Sifat dari Orientasi Pasar

Bagaimana orientasi pasar dikaitkan dengan konsep marketing ? Dengan konsep marketing yang fokus tunggalnya adalah pelanggan, suatu orientasi pasar meliputi fokus ganda, yaitu baik pelanggan maupun pesaing. Orientasi pasar harus dikonsepsikan sebagai pelengkap dari konsep marketing dimana orientasi pasar merupakan:

1. Perolehan informasi yang sistematis tentang pelanggan dan pesaingnya, baik yang sekarang ada maupun yang masih bersifat potensi.
2. Analisis informasi yang sistematis guna mengembangkan pengetahuan tentang pasar.
3. Penggunaan sistematis atas pengetahuan tersebut untuk mengarahkan pengenalan, pemahaman, penciptaan, pemilihan, implementasi, dan modifikasi strategi.

Pelanggan potensial termasuk yang menjaga agar perusahaan tidak salah arah karena semata-mata memfokuskan kebutuhan, keinginan, dan desire yang disuarakan oleh pelanggan yang ada saat ini. Pesaing potensial juga dapat dianggap sebagai penjaga agar perusahaan waspada dengan perubahan teknologi yang dihasilkan dari para pesaing baru.

Apakah orientasi pasar dapat dipandang sebagai suatu sumberdaya? Teori comparative advantage memandang orientasi pasar sebagai suatu hal yang intangible yang dapat menjadi sumberdaya jika hal tersebut dapat memberikan informasi yang membuat perusahaan mampu menghasilkan produk spesifik (misalnya, well-tailored product) kepada segmen pasar dengan taste dan preferensi yang spesifik.

PETUNJUK BAGI PENULIS

1. Naskah belum pernah diterbitkan dalam media cetak lain, diketik dengan spasi rangkap 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 & 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 disketnya 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 I (satu) buah Jurnal Teknik sebagai bukti. Artikel yang tidak dimuat tidak akan dikembalikan, kecuali atas permintaan penulis.