

# Identifikasi Mutu Minyak Lumas Roda Gigi Dengan Tekanan Ekstrem Pada Mesin Four Ball

Oleh :

Drs. T.S. Pakan

## SARI

*Minyak lumas roda gigi yang tidak memenuhi mutu yang disyaratkan dalam penggunaan akan mengakibatkan kerusakan pada mesin.*

*Dalam identifikasi ini dicoba meneliti kemampuan uji minyak lumas roda gigi pada mesin Four Ball dengan tekanan ekstrim.*

*Dari hasil identifikasi dapat diketahui kualitas lumas tersebut.*

## ABSTRACT

*Bad quality gear oil will cause the engine's breakdown.*

*A laboratory identification test was conducted to determine the quality of gear oil on a Four Ball engine at very high pressure.*

*The quality of the lubricant can be determined from the identification test results.*

## I. PENDAHULUAN

Sejak tahun 1983 berdasarkan Kepres No. 66 Tahun 1983 minyak lumas impor tidak diperbolehkan lagi, dan pengelolaan minyak lumas dalam negeri diserahkan pada Pertamina. Namun pada kenyataannya beberapa merek minyak lumas impor masih ada di pasaran yang patut diteliti keasliannya. Demikian minyak lumas roda gigi yang diteliti pada penelitian ini, adalah pelumas yang diambil dari pasaran antara lain kios kios pelumas di pinggir jalan Jakarta yang patut dicurigai keasliannya.

Salah satu sumber minyak lumas yang tidak memenuhi sifat yang disyaratkan adalah minyak lumas bebas yang diolah kembali oleh sementara perusahaan secara diam-diam.

Identifikasi pelumas yang dilakukan pada

mesin Four Ball adalah untuk *screening* minyak lumas tersebut sebelum pengujian *performance*.

Data penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kualitas dari minyak lumas roda gigi yang diproduksi menurut spesifikasi US servis MIL-L-2105 dan MIL-L-2105B atau API Service GL4 dan GL5 pada pengujian *performance* dari mesin F.Z.G.

## II. ADITIF TEKANAN EKSTRIM (T.E.)

Minyak lumas roda gigi adalah minyak yang khusus dibuat untuk tahan terhadap kecepatan, tekanan dan temperatur tinggi untuk otomatis dan industri-industri berat.

Pada zaman dahulu minyak lumas umumnya dibuat dari lemak binatang dan tumbuh-tumbuhan yang sangat baik dan efektif pada pelumasan

batas. Pada pelumasan batas tersebut terjadi lapisan yang efektif pada permukaan logam yang dilumasi, oleh hasil reaksi dengan permukaan tersebut. Peranan asam lemak besar sekali, dalam hal ini yang keaktifannya dipengaruhi oleh temperatur.

Asam lemak mempunyai titik lebur antara  $150^{\circ}\text{C}$  sampai dengan  $305^{\circ}\text{C}$  namun sebagai pelumas roda gigi yang mempunyai tekanan dan kecepatan luncur tinggi, temperatur yang ditimbulkan melampaui titik lebur asam lemak.

Pada kondisi tekanan dan kecepatan luncur yang tinggi dari pelumasan roda gigi asam lemak tidak dapat efektif lagi, maka diproduksi minyak lumas baru yang diperoleh dari minyak bumi (minyak mineral) ditambah dengan bahan kimia aktif yang disebut aditif. Bahan kimia yang banyak digunakan sebagai aditif tekanan ekstrim (T.E.) adalah ikatan-ikatan organik khlorine seperti khlorine-ester yang menyandang sulphur seperti "fat sulfur" dan "oil sulfur", sedang yang menyandang fosfor seperti "tricesyl fosfat"

Aditif ini bereaksi dengan permukaan logam membentuk ikatan logam khlorida, logam sulfida maupun logam fosfor yang merupakan selaput batas. Selaput batas ini membentuk lapisan film pada permukaan logam yang mempunyai koefisien gesekan yang kecil sekali yaitu antara 0,2 dan 0,5 sehingga tidak menghambat lancarnya kecepatan luncur roda gigi, serta bereaksi dengan permukaan logam yang menghindari sentuhan logam pada gigi-gigi roda gigi.

Lapisan film lumas yang mempunyai pelumasan efektif mempunyai titik lebur yang cukup tinggi antara lain besi khlorida dengan  $649^{\circ}\text{C}$  ( $1200^{\circ}\text{F}$ ) dan besi sulfida  $1177^{\circ}\text{C}$  ( $2150^{\circ}\text{F}$ ). Aditif Tekanan Ekstrim besar sekali peranannya pada minyak lumas roda gigi yang mempunyai sifat-sifat fisika dan kimia serta unjuk kerja dengan identifikasi yang khusus.

### III. IDENTIFIKASI MINYAK RODA GIGI PADA MESIN FOUR BALL

Minyak lumas roda gigi dengan aditif tekanan ekstrim mempunyai sifat-sifat khusus yang menyangkut sifat-sifat fisika dan kimia maupun sifat-sifat dalam unjuk kerja. Dengan referensi (standar) sifat-sifat fisika dan kimia minyak

lumas, dapat dipakai untuk mengidentifikasi minyak tersebut dengan membandingkan hasil analisis sifat fisika dan kimianya yang diperoleh dari laboratorium. Pengujian minyak lumas roda gigi pada mesin Four Ball dengan tekanan ekstrim adalah *screening test* minyak tersebut sebelum dilanjutkan ke pengujian *performance* pada mesin F.Z.G.

Identifikasi yang diperoleh dari pengujian ini diharapkan akan memberikan hasil yang cukup teliti untuk dapat meneruskan pengujian minyak tersebut pada mesin F.Z.G. dengan membandingkannya dengan identifikasi yang didapat dari sifat-sifat fisika dan kimia.

### IV. PENGUJIAN

Pengujian dilakukan pada minyak lumas roda gigi dengan fisika kimia dan mesin Four Ball.

#### A. Pengujian Fisika dan Kimia.

Pengujian fisika dan kimia terhadap minyak lumas roda gigi menurut metoda ASTM untuk meneliti kualitas sifat-sifat fisika dan kimia yang dipunyai minyak lumas tersebut.

Pengujian itu meliputi: Viskositas, kinematik, Indeks viskositas, Titik nyala, TAN, TBN, Kadar air, Rembesan bahan bakar dan Foaming Tendency.

#### B. Pengujian Pada Mesin Four Ball.

##### 1. Ringkasan Metoda dan Tata Cara pengujian

Berdasarkan metoda ASTM D 2596 dan ASTM D 2783-71 pengujian dilakukan dengan mesin Four Ball. Mesin Four Ball ini digerakkan dengan motor listrik  $1\frac{1}{2}$  HP, tegangan 220 V, RPM = 450-1500. Bola pengujian terdiri dari empat bola di mana bola ke empat berputar yang diputar oleh mesin penggerak, sedangkan tiga bola lainnya berada dalam mangkok berisi minyak lumas uji yang ditekan dari bawah dengan pembebanan dan menyentuh bola keempat di atas. Beban ditambah tiap tahap pengujian, hingga pada suatu saat didapatkan beban terendah di mana terjadi pengelasan (*welding*) di antara keempat bola uji. Dengan beban terendah yang diperoleh, dapat ditentukan kualitas minyak lumas uji.



PEDAGANG BESAR FARMASI/ALAT-ALAT KESEHATAN

## PT. SAKA MAS PERMAI

JALAN HAYAM WURUK 111 WW TELP. 636219 - 636348  
JAKARTA BARAT - INDONESIA

IZIN PBF No. 616/76

IZIN PBAK No. 3113/79

IN INDONESIA SHELL COMPANIES IN INDONESIA SHELL COMPANIES IN INDONESIA SHELL COMPANIES IN INDONESIA SHELL COMPANIES



## Shell Companies in Indonesia

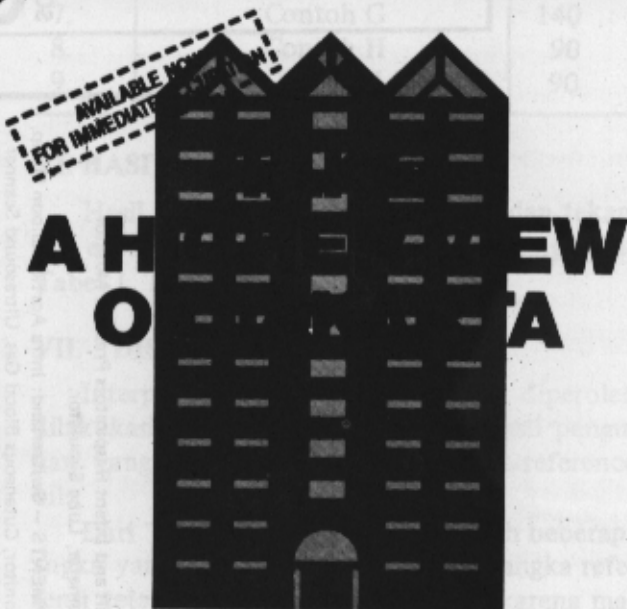
Supply of Products  
Transfer of Technology  
Investment for the Future

S. Widjojo Centre Jakarta  
Tel. 587061

IN INDONESIA SHELL COMPANIES IN INDONESIA SHELL COMPANIES IN INDONESIA SHELL COMPANIES IN INDONESIA SHELL COMPANIES

## P.T. UTABA INDO

THE FIRST IN INDOONESIAN PROPERTY



## WISMA CALINDRA

Quality Apartments - For lease

Please contact:

**P.T. UTABA INDO**

3rd Fl. S. Widjojo Centre  
Jl. Jend. Sudirman Kav. 71  
Jakarta

Ph: 584450, 584481

**P.T. WISMA CALINDRA**

G/F Wisma Calindra  
Jl. Let. Jend. S. Parman Kav. 78  
Jakarta

Ph: 5602171-4

## 2. Cara Penilaian

Penentuan daya tahan minyak lumas terhadap beban dengan menentukan :

1. Seizure Load
2. Weld Point
3. Load Wear Index.

### a. Seizure Load

*Seizure Load* ditentukan dengan suatu beban terpasang di mana secara mendadak lapisan lumas di antara bola-bola menghilang, dan terdengar suara gesekan bola-bola tersebut. Tidak adanya lapisan film ini ditandai dengan bertambah besarnya diameter goresan secara tiba-tiba dan penyimpangan mendadak dari pena penunjuk pada alat pengukur gesekan tambahan.

### b. Weld Point

*Weld Point* (titik pengelasan) ialah beban terendah dalam kilogram, di mana bola-bola uji melekat antara satu dengan yang lain, suatu hal yang menunjukkan tingkat tekanan ekstrim dari minyak lumas telah tercapai.

### c. Load Wear Index

*Load Wear Index* adalah sebuah *index* kemampuan suatu minyak lumas untuk mencegah keausan pada beban-beban yang diberikan dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Load Wear Index, kg} = \left( A + \frac{B}{2} \right) / 10$$

dengan ketentuan :

A. = Total A = jumlah *corrected load* pada pembebanan 315 kg dan yang berada di bawahnya + beban terko-reksi dari garis kompensasi

B = Rata-rata B = *corrected load* rata-rata pada beban 315 kg ke atas.

### - Beban Terkoreksi (Corrected Load)

Beban terkoreksi dihitung untuk setiap beban terpasang di antara beban tertinggi yang tidak menimbulkan goresan/pelekatan (*the last non seizure load*) dan titik pengelasan (*weld point*) dengan menggunakan persamaan berikut :

"Corrected Load",  $\text{kg} = L Dh/X$   
dengan ketentuan :

L = Beban terpasang dalam kg, yaitu jumlah berat yang ada dikalikan dengan pem-banding lengan pengungkit (*lever arm*

*ratio*)

Dh = Diameter goresan Hertz dalam mm

X = Diameter goresan rata-rata dalam mm.

## V. MINYAK LUMAS YANG DIUJI.

Minyak lumas yang diuji adalah pelumas roda gigi yang asalnya dari pasaran yang terdiri dari merek-merek terkenal.

Minyak lumas tersebut diambil di kios-kios pelumas pinggir jalan Jakarta pada daerah: Kebayoran Lama, Palmerah, Cileduk, Kebayoran Baru, Menteng dan Tebet.

### Daftar Contoh

No.	Minyak lumas roda gigi	SAE
1.	Contoh A	140
2.	Contoh B	140
3.	Contoh C	140
4.	Contoh D	90
5.	Contoh E	80/90
6.	Contoh F	140
7.	Contoh G	140
8.	Contoh H	90
9.	Contoh I	90

## VI. HASIL PENGUJIAN

Hasil pengujian fisika dan kimia dan tekanan ekstrim dapat dilihat masing-masing pada Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3 dan Tabel 4.

## VII. DISKUSI

Interpretasi hasil pengujian yang diperoleh dilakukan dengan membandingkan hasil pengujian yang diperoleh dengan sifat-sifat *reference oil*.

Dari Tabel 1 dan Tabel 2 diperoleh beberapa angka yang tidak tepat sama dengan angka referensi tetapi masih memenuhi syarat karena masih berada dalam daerah yang diperbolehkan.

Ditinjau dari analisis fisika kimia, maka semua contoh yang diuji masih memenuhi spesifikasi US ARMY Servis MIL-L-2105 dan MIL-L-2105B atau API servis GL 4 dan GL 5.

Dari Tabel 3 dan Tabel 4 diperoleh bahwa ;

1. Seizure load antara 160 kg dan 250 kg, adalah beban yang berat untuk mempertahankan lapisan film di antara bola-bola uji.

Beban-beban tersebut lebih baik dibandingkan dengan beban seizure load reference oil yang memenuhi syarat pada Tabel 5.

2. Weld Point antara 315 kg dan 500 kg adalah beban pada saat terjadi pengelasan.

Beban-beban tersebut lebih berat dibandingkan dengan beban Weld Point reference oil yang memenuhi syarat, pada Tabel 5.

3. Load Wear Index antara 60,25 dan 157,34 adalah angka dari perhitungan. Angka-angka tersebut lebih baik dibandingkan dengan angka-angka Load Wear Index reference oil yang memenuhi syarat pada Tabel 5.

## VIII. KESIMPULAN

Hasil pengujian yang diperoleh dapat disim-

pulkan sebagai berikut :

\* Hasil analisis fisika dan kimia minyak lumas roda gigi dan Tabel 1 dan Tabel 2 memenuhi syarat spesifikasi US ARMY MIL-L-2105 dan MIL-L-2105B atau API Servis GL 3 dan GL 5.

\* Screening test pada mesin Four Ball, memberikan hasil lebih baik dari reference oil yang memenuhi syarat.

\* Dari data yang diperoleh ternyata bahwa semua contoh minyak lumas roda gigi yang diuji memenuhi syarat, walaupun baru melalui "Screening Test".

Hal itu menandakan bahwa minyak tersebut adalah sisa-sisa impor yang masih ada di pasaran atau produksi Pertamina yang diecer di kios-kios pinggir jalan Jakarta.

Tabel 1.

Identifikasi pelumas roda gigi dengan fisika/kimia

Data Uji Laboratorium	A		B		C		D		E	
	Referensi	Hasil Uji	Referensi	Hasil Uji	Referensi	Hasil Uji	Referensi	Hasil Uji	Referensi	Hasil Uji
1. Viskositas Kinematik pada 100°F cSt.	-	474,0	-	484,5	-	437,0	-	362,3	-	694,4
2. Viskositas Kinematik pada 210°F cSt.	28,30	29,28	2738-2954	29,85	Typ 27,94	28,37	24 - 41	25,71	-	33,6
3. Indeks Viskositas	-	97	Min. 90	96	Min 92	98	Typ 125	101	Min. 89	84
4. Titik Nyala CDC <sup>9p</sup>	Typ 205	420	Min 190	460	Typ 166	430	Typ 202	435	Min. 200	420
5. Total Acid Number mg KOH/g	Typ 1,5	1,67	-	0,50	Typ Nil	2,07	Typ 2,5	1,62	-	1,18
6. Strong Acid Number mg KOH/g	-	Nil	-	Nil	Typ Nil	Nil	Typ Nil	Nil	-	Nil
7. Total Base Number mg KOH/g	Typ 1,2	2,12	-	1,17	-	1,19	Typ 1,81	1,81	-	2,61
8. Kadar Air % vol	-	Trace	Trace	Trace	Typ. Nil	Trace	Typ Nil	0,05	-	0,05
9. Rambesaran bahan bakar % vol	-	0,2	Trace	Nil	Typ. Nil	0,2	Typ Nil	Nil	-	0,2
10. Foaming Tendency										
25°C	Typ 50	Nil	Max 300	5	Nil	Nil	-	Nil	Typ. 0	30
25°C	Typ 50	Nil	Max 10	50	Nil	Nil	-	Nil	Typ. 10	130
25°C	Typ 50	Nil	Max 300	10	Nil	Nil	-	Nil	Typ'0	100

Tabel 2.

Identifikasi pelumas roda gigi dengan fisika/kimia

Data Uji Laboratorium	F		G		H		I	
	Referensi	Hasil Uji	Referensi	Hasil Uji	Referensi	Hasil Uji	Referensi	Hasil Uji
1. Viskositas pada 100°C sSt	30,6-33,1	33,0	30,6-33,1	30,65	16,3-18,6	16,3-18	15,6-16,3	16,30
2. Titik Nyala °C	Min. 190	247,5	Min 200	222,5	Min 180	180	Min 180	217,5
3. Indeks Viskositas	Typ 97	97	Min 98	98	97	98	Min 99	101
4. Total Acid Number, mg KOH/g	-	0,56	-	1,42	-	-	-	1,47
5. Strong Acid Number, mg KOH/g	-	Nil	-	Nil	-	-	-	Nil
6. Total Base Number, mg KOH/g	-	0,77	-	0,29	-	-	-	0,49
7. Rambesaran bahan bakar, % vol	-	Nil	-	Trace	-	-	-	Trace
8. Kadar air, % vol.	-	Nil	-	Nil	-	-	-	Nil
9. Foaming Tendency,								
25°C, ml	Max 300	Nil	Max 300	5	Max 300	-	Max 300	20
95°C, ml	Max 50	Nil	Max 50	5	Max 50	-	Max 50	40
25°C, ml	Max 300	5	Max 300	5	Max 300	-	Max 300	10

Tabel 3.

Hasil uji performance minyak lumas roda gigi pada mesin four ball

Data Uji Laboratorium	A (kg)	B (kg)	C (kg)	D (kg)	E (kg)
Seizure Load	200	200	250	250	200
Weld Point	500	400	400	400	400
Load Wear Index	126,19	119,2	153,55	157,34	124,26

Tabel 4

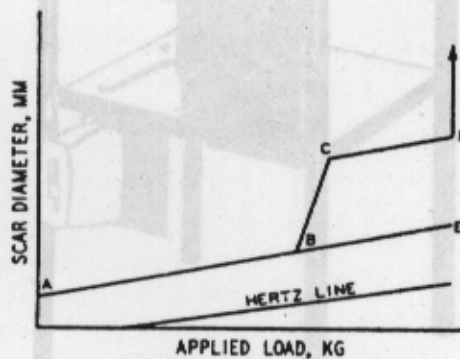
Hasil uji performance minyak lumas roda gigi pada mesin four ball

Data Uji Laboratorium	F (kg)	G (kg)	H (kg)	I (kg)
Seizure Load	160		160	160
Weld Point	315		315	400
Load Wear Index	79,52		60,25	69,79

Tabel 5.

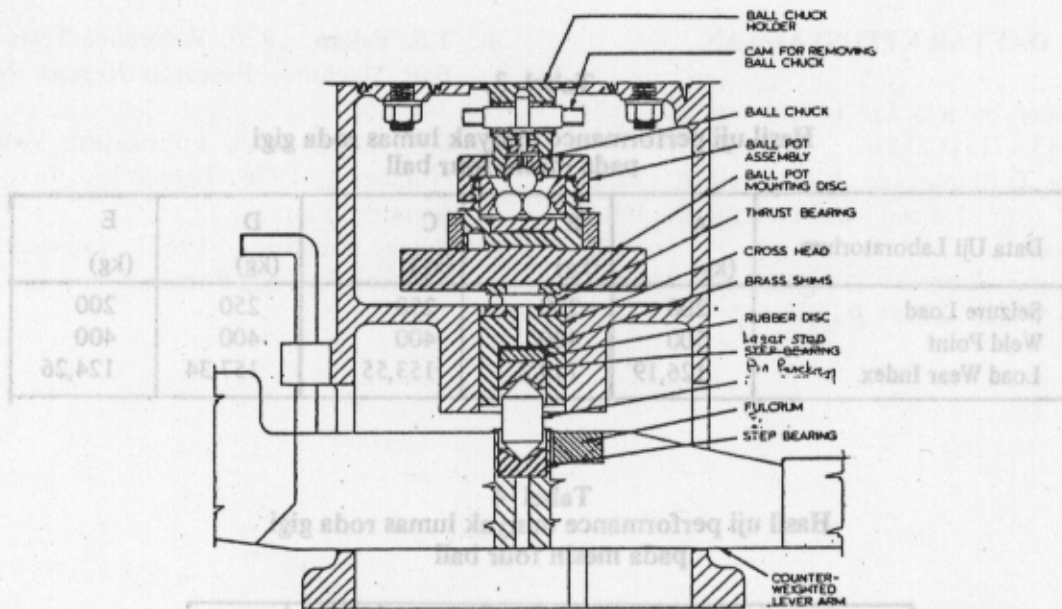
Standard reference oils (IFP Report No. 61/11315)

Data Uji Laboratorium	A (kg)	B (kg)	C (kg)
Seizure Load	80	100	100
Weld Point	160	400	500
Load Wear Index	26,4	52,8	84,15

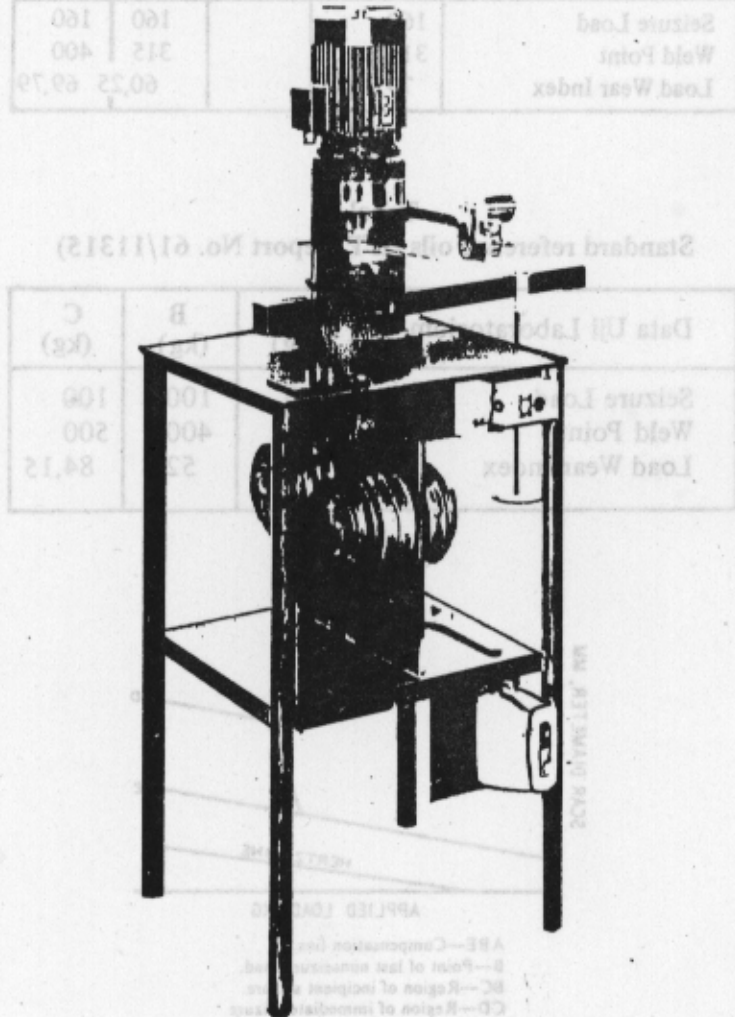


ABE—Compensation line.  
 B—Point of last nonseizure load.  
 BC—Region of incipient seizure.  
 CD—Region of immediate seizure.  
 D—Weld point.

FIG. 1 Schematic Plot of Scar Diameter Versus Applied Load.



Gambar 2. Parsial Mesin Penguji EP Fon-Ball.



Gambar 3. Four Ball Machine

## DAFTAR KEPUSTAKAAN

1. American Society for Testing and Materials, D. 2783-71, D 2596.
2. Notice D'Emploi de L'Appareil A Quatre Billes four L'Essai des Lubrifiants Haute Pression.
3. F. Roux, *Rapport D'Etalonnage, Machine A "4 Billes"* No. 41 *Rapport* No. 61/11315.
4. T.S. Pakan, 1976, Reference Tests on Four Ball Machine, *Research Report* No. LR-248/76.
5. S.W. Rein, 1978, Lubrication Volume 64 Number 1-1978, Texaco Inc. Texaco Petroleum Product.
6. Peter Freeman, 1962, Lubrication and Friction Sir Issac Pitman & Son Ltd. London 1962.