

# ANALISIS SISTEM PROTEKSI BEBAN LEBIH PADA GENERATOR CAT.SR.4. 1000 KVA PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK POWER PLANT B KAJI STATION PT.MEDCO E&P RIMAU MUSI BANYU ASIN

SURYA DARMA

*Dosen Tetap Yayasan Pada Program Studi Teknik Elektro  
Fakultas Teknik Universitas Palembang  
e-mail : Suryadarma.stmt @ gmail.com*

## ABSTRAK

*Sering terjadinya gangguan atau pemadaman aliran listrik dari sumber daya listrik utama pada suatu industri mengakibatkan terganggunya proses industri dalam suatu pabrik. Untuk itu agar lancarnya proses produksi sangat diperlukan adanya penyediaan daya listrik emergensi pada suatu pabrik untuk mengantisipasi apabila sumber daya listrik utama mengalami gangguan atau terputus.*

*Penyediaan daya listrik di POWER PLANT B KAJI STATION PT.MEDCO E&P RIMAU MUSI BANYU ASIN .menggunakan generator diesel (Genset).Generator Diesel adalah sebuah mesin yang merubah energi mekanik menjadi energi listrik dimana diesel digunakan sebagai penggerak utama generator. Dalam menyalurkan energi listrik terdapat banyak gangguan yang dapat terjadi seperti terjadinya beban lebih (overload). Terjadinya beban lebih karena jumlah daya beban yang dilayan oleh generator lebih besar dari kapasitas generator itu sendiri. Relay yang digunakan untuk mengatasi gangguan beban lebih yaitu OCR (over current relay). Relay arus lebih adalah sebuah jenis relay proteksi yang bekerja berdasarkan prinsip besarnya arus input yang masuk ke dalam peralatan sensing relay. Apabila besaran arus yang masuk melebihi harga arus yang telah disetting sebagai standar kerja relay tersebut, maka relay arus ini akan bekerja dan memberikan perintah pada circuit breaker (CB) untuk memutuskan sistem.*

**Kata kunci : Generator Diesel,Overload, Over Current Relay (OCR).**

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Energi merupakan suatu bagian yang sangat penting dan sangat dibutuhkan dalam menunjang kehidupan masyarakat sekarang ini. PT.MEDCO E&P MUBA adalah salah satu perusahaan yang memproduksi minyak Bumi dan Gas yang merupakan bahan bakar penting dalam dunia industri maupun rumah tangga. Oleh karena itu perlu diperhatikan kelancaran proses produksi dari perusahaan penghasil Minyak dan Gas tersebut.

Dalam pelaksanaan produksinya sekarang ini ,suplai listrik utama POWER PLANT B KAJI STATION PT.MEDCO E&P RIMAU MUBA Jika suatu waktu terjadi gangguan atau pemadaman, maka proses produksi akan ikut terhenti,sehingga menyebabkan kerugian yang besar bagi perusahaan. Oleh karena itu, agar proses produksi tersebut dapat terus berjalan,perusahaan menyediakan pembangkit listrik yang handal yaitu pembangkit listrik tenaga *diesel* (Genset).

Proteksi pembangkit listrik tenaga *diesel* sangat penting dalam proses penyaluran daya kesemua peralatan produksi.Dengan sistem proteksi yang baik, maka peralatan yang diproteksi akan semakin baik kinerjanya dalam berlangsungnya proses produksi.

## 1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian yang dilakukan di POWER PLANT B KAJI STATION PT.MEDCO E&P RIMAU MUBA ini bertujuan untuk menganalisa sistem proteksi *Generator CAT.SR.4* terhadap gangguan beban lebih yang sering terjadi.

## 1.3. Perumusan Masalah

Dalam melayani kebutuhan daya listrik perusahaan memperoleh listrik dari suplai pembangkit listrik POWER PLANT B KAJI STATION PT.MEDCO E&P RIMAU MUBA, apabila terjadi gangguan atau pemadaman penyaluran tenaga listrik dari pembangkit maka pembangkit tenaga listrik Tenaga diesel generator yang dimiliki perusahaan akan beroperasi, sehingga proses produksi akan terus berjalan

## 1.4. Pembatasan Masalah

Dalam penelitian yang dilakukan sistem proteksi pembangkit listrik Tenaga Diesel ini meliputi :

- Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD)
- Sistem Proteksi pada *Generator CAT.SR.4*.
- Perhitungan proteksi generator terhadap beban lebih.

## 1.5. Metodologi Penelitian

Penelitian dilakukan dengan studi literatur, observasi lapangan, pengumpulan data data yang ada di perusahaan, wawancara langsung dengan karyawan yang berkaitan dengan objek penelitian dan menganalisa langsung pada Generator CAT.SR 4 yang dioperasikan.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

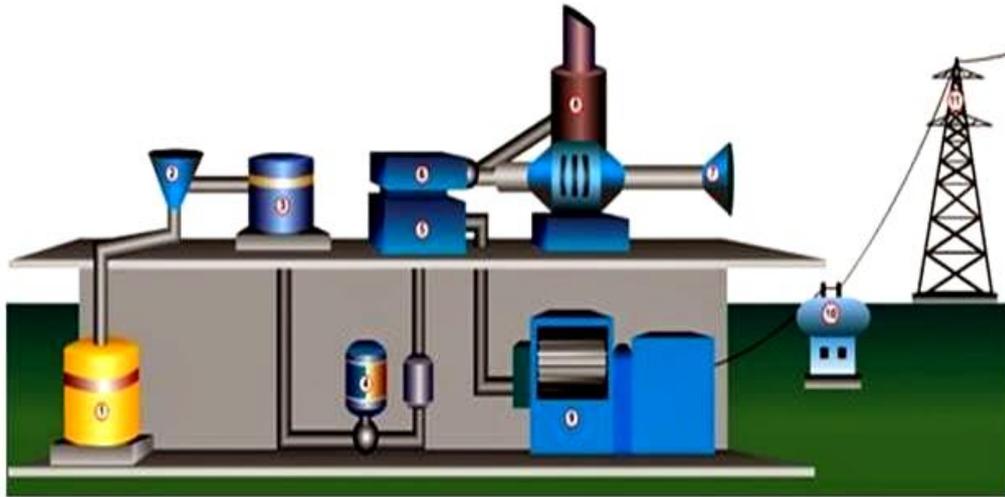
### 2.1. Pusat Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD)

Terminologi pembangkit listrik berbahan bakar minyak pada umumnya diidentikkan dengan Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD). Prinsip kerja PLTD adalah dengan menggunakan mesin diesel yang berbahan bakar High Speed Diesel Oil (HSDO). Mesin diesel bekerja berdasarkan siklus diesel. Mulanya udara dikompresi ke dalam piston, yang kemudian diinjeksi dengan bahan bakar kedalam tempat yang sama. Kemudian pada tekanan tertentu campuran bahan bakar dan udara akan terbakar dengan sendirinya.

Keuntungan utama penggunaan pembangkit listrik berbahan bakar minyak atau yang sering disebut dengan PLTD ini adalah dapat beroperasi sepanjang waktu selama masih tersediannya bahan bakar. Mengingat waktu start-nya yang cepat namun ongkos bahan bakarnya tergolong mahal dan bergantung dengan perubahan harga minyak dunia yang cenderung meningkat dari tahun ke tahun, PLTD disarankan hanya dipakai untuk melayani konsumen pada saat beban puncak (*Zuhal, "Ketenagalistrikan Indonesia"*)

### 2.2. Komponen PLTD

Pusat Listrik Tenaga Diesel (PLTD) ialah Pembangkit listrik yang menggunakan mesin diesel sebagai penggerak mula (prime over). Prime over merupakan peralatan yang mempunyai fungsi menghasilkan energi mekanis yang diperlukan untuk memutar rotor generator. Mesin diesel sangat populer untuk pembangkit tenaga listrik yang kecil, dan juga dapat digunakan pada pembangkit dengan kapasitas menengah, atau Mesin Pembangkit ini juga dapat digunakan sebagai suplai tenaga untuk peralatan bantu.



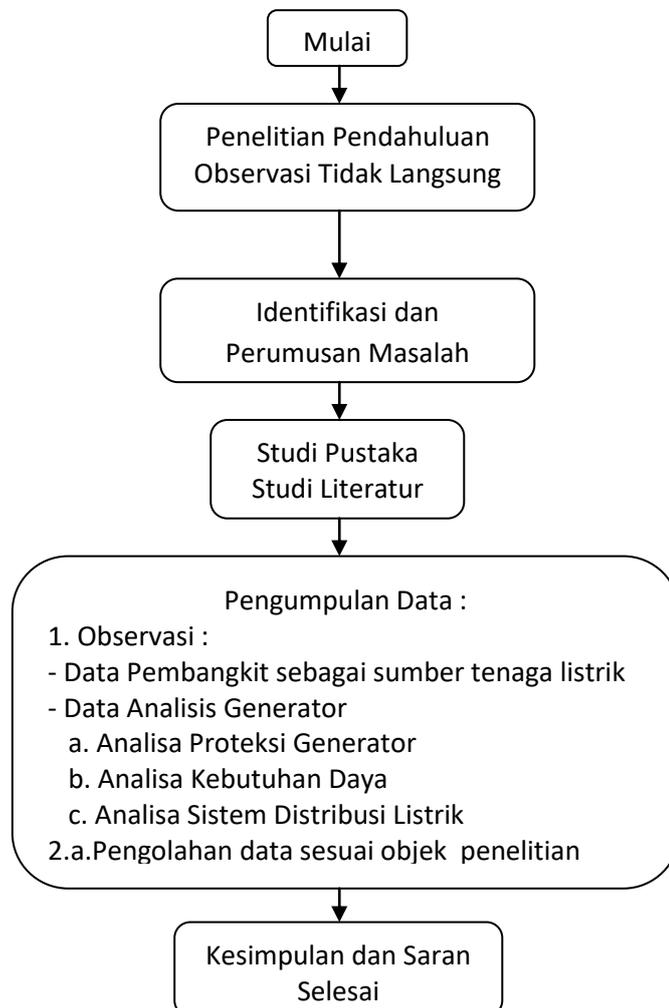
***Gambar Komponen PLTD***

Dari gambar di atas dapat kita lihat bagian-bagian dari sistem Pusat Listrik Tenaga Diesel, yaitu :

1. Tangki penyimpanan bahan bakar.
2. Penyaring bahan bakar.
3. Tangki penyimpanan bahan bakar sementara (bahan bakar yang disaring).
4. Pengabut.
5. Mesin diesel.
6. Turbo charger.
7. Penyaring gas pembuangan.
8. Tempat pembuangan gas (bahan bakar yang disaring).
9. Generator.
10. Trafo.
11. Saluran transmisi.

Pada mesin diesel, jenis penyalannya dengan kompresi dimana tenaga panas yang digunakan untuk menyalakan bahan bakar diperoleh dari kompresi udara sebelum bahan bakar disemprotkan ke dalam silinder melalui sebuah injector. Perbedaan utama antara mesin diesel dengan turbin uap adalah pada mesin diesel energi kimia dari pembakaran dilepaskan dalam silinder, sedangkan dalam turbin uap energi yang dihasilkan selama pembakaran dipindahkan untuk menghasilkan energi mekanik ke turbin.

### 3. METODOLOGI PENELITIAN



*Diagram Alir Metodologi Penelitian*

### 4. Pembahasan

#### a. Analisa Generator Terhadap Beban Lebih

- Proteksi terhadap beban lebih adalah untuk menghindari terjadinya beban lebih yang disuplai oleh generator. Untuk menghindari terjadinya beban lebih, yang pertama dilakukan adalah menghitung kapasitas genset dengan jumlah total daya beban yang akan disuplai. (*Petro China Module, "Protection Function", Schneider Electric, 2008*)

#### b. Kapasitas Diesel Engine Generator CAT.SR.4

Dalam instalasi pembangkit dengan *diesel engine* generator biasanya sudah diketahui data kapasitas genset dari pabrik pembuat. Berikut adalah data kapasitas *diesel engine* generator CAT. SR. 4.

**Tabel.D.1 Kapasitas Diesel Engine Generator CAT.SR.4.**

No.	Nama/Besaran	Keterangan	
1	Genset Type	CAT.SR.4.	-
2	S/N Genset	65863	-
3	Generator Type	STAMFORD HC. 1 634J1	-
4	S/N Generator	X 14 F2423701	-
5	Kapasitas	1.000	kVA
6	Tegangan	220/380	Volt
7	Arus	1.519	Ampere
8	Frekuensi	50	HZ
9	Power Factor	0.8	-

*Sumber Name Plate Genset CAT.SR.4*

**c. Perhitungan Jumlah Daya Beban Pada PT.Medco E&P Power Plant B Kaji Station Rimau Musi Banyu Asin.**

Dalam penelitian ini terdapat beberapa bagian atau kelompok yang menggunakan daya listrik diantaranya:

- 1) Kilang Produksi Minyak dan LPG (*LPG Fractionation Plant*)
- 2) Utilitas Perkantoran Pabrik
- 3) *Spare Feeder*
  - Untuk lebih jelas rincian-rinciannya sehingga dihasilkan jumlah daya total (beban puncak) yang dapat dilihat pada tabel-tabel berikut. (*Pandjaitan Bonar, "Praktik-Praktik Sistem Tenaga Listrik", Penerbit Andi, 2012*)

**Tabel.D.2. Peralatan Proses Pengolahan NGL**

No.	POMPA	KODE	DAYA (KW)
NGL Surge Drum - Column Propane			
1	NGL Surge Drum Pump	PM-4001	30
2	De Propanenizer Condenser	EM-4102-11	18,5
3	De Propanenizer Condenser	EM-4102-12	18,5
4	De Propanenizer Condenser	EM-4102-21	18,5
5	De Propanenizer Condenser	EM-4102-22	18,5
De Propanizer Accumulator - LPG Storage			
6	De Propanizer Storage Pump	PM-4101	15
Column Butanizer - De Butanizer Accumulator			
7	De Butanenizer Condenser	EM-4202-11	15
8	De Butanenizer Condenser	EM-4202-12	15
9	De Butanenizer Condenser	EM-4202-21	15
10	De Butanenizer Condenser	EM-4202-22	15
De Butanizer Accumulator - LPG Storage			
11	De Butanizer Reflux Pump	PM-4201	7,5
12	De Butanizer Storage Pump	PM-4202	15
LPG Product Re-Run			

13	LPG Product Re-Run Pump	PM 4502	11
Loading Product			
14	LPG Loading Pump to Ship	PM-4501	90
15	LPG Dome Gas	PM-4504	30
16	Condensate Loading Pump	PM-4503	132
Hot Oil System			
17	Hot Oil Make Up Pump	PM-5701	18,5
18	Hot Oil Circulation Pump	PM 5702	48
19	Combustion Air Blower	KM 5701	30
Instrument Air Compressor			
20	Compressor Motor	KM-5501 A	37
21	Cooler Pan Motor	KMC-5501 A	4
Opened Drain System			
22	Api Separator Pump	PM-6701	3,73
23	Water Sump Pump	PM-6702	1,1
Closed Drain System			
24	Close Drain Drum Pump	PM-6601	3,7
25	Water Sump Pump	PM-6602	1,3
Flaring			
26	Flare KO Drum Pump	PM-6401	5,5
Fire Hidrant			
27	Fire Water Jockey Pump Motor	PM-6002	18,5
28	Row Water (Well) Pump	PM-5801 A	7,5
29	Row Water (Well) Pump	PM-5801 B	7,5
TOTAL			650,83

*Sumber data dari hasil penelitian objek dilapangan*

Jumlah daya pada kilang produksi (LPG fractionation plant) = **650,83 kW**

**d. Beban pada Utilitas Perkantoran Kilang**

**Tabel D.3. Peralatan Listrik pada Perkantoran Kilang**

No.	NAMA PERALATAN	KODE	DAYA (KW)
1	MCC Room	LP-5401	44
2	Control Room	LP-5402	26,4
3	Batere Charger Feeder A	BC-7101 A	2,5
4	Batere Charger Feeder B	BC-7101 B	2,5
5	Main Office	LP-5403	46
6	Work Shop	LP-5404	26,4
7	VAC UPS Feeder A	UPS-7101 A	48
8	VAC UPS Feeder B	UPS-7101 B	48
9	VAC UPS Feeder C (By Pass)	UPS-7101 C	48
10	Welding Outlet A	WO-5402	37,1

11	Welding Outlet B	WO-5401	33,6
TOTAL			362,5

Jumlah daya listrik yang digunakan pada utilitas perkantoran pabrik adalah sebesar = **362,5 kW**

**e. Pengolahan Data untuk Beban dan Arus Lebih**

Dari tabel data yang ada, dapat diketahui jumlah keseluruhan daya beban yang terpasang pada PT.Medco E&P Power Plant B Kaji Station Muba adalah sebesar :

$$\begin{aligned} \text{Total Daya Listrik} &= \text{Beban A} + \text{Beban B} \\ \text{Total Daya Listrik} &= 650,83 \text{ kW} + 362,5 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\text{Total Daya Listrik} = \mathbf{1013,33 \text{ kW} \approx 1.013.330 \text{ Watt}}$$

Dari perhitungan daya yang terpasang didapat total daya keseluruhan sebesar 1013,33 kw  $\approx$  1.013.330 watt. Sehingga daya keseluruhan yang dibutuhkan pada PT.Medco E & P Power Plant B Kaji Station Muba dihitung dengan menggunakan persamaan (3.4) :

Diketahui :  $P_{total} = 1.013.330 \text{ watt}$   
 $\cos \varphi = 0,8$

Maka :

$$\begin{aligned} S_{beban} &= \frac{P_{total}}{\cos \varphi} \\ S_{beban} &= \frac{1.013.330 \text{ watt}}{0,8} \\ S_{beban} &= 1.266.662,5 \text{ VA} \end{aligned}$$

Sedangkan untuk arus nominal beban dapat dihitung sebesar :

$$\begin{aligned} I_{beban} &= \frac{S}{380 \times \sqrt{3}} \\ I_{beban} &= \frac{1.266.662,5}{380 \times \sqrt{3}} = \frac{1.266.662,5}{658,1793} = 1924,5 \text{ Ampere} \end{aligned}$$

Dan untuk arus nominal pada generator adalah :

$$I_{gen} = \frac{1.000.000}{380 \times \sqrt{3}} = \frac{1.000.000}{658,1793} = 1.519 \text{ Ampere}$$

Dari data yang ada, jika semua bebandalam kondisi disuplai oleh generator maka generator akan mengalami gangguan beban lebih dan arus lebih sehingga sistem proteksi pada *over current relay (OCR)* akan bekerja.

**f. Kinerja Over Current Relay (OCR) SFT 2841**

Karena terjadi gangguan beban lebih dan arus lebih, maka *OCR* akan bekerjamemerintahkan PMT untuk *trip*. Dari besar bebanlebih dan arus lebih yang telah diperoleh, makadapat diketahui waktu kerja *OCR* dalammelindungi generator dari gangguan yangterjadi.(Hazairin Samaulah., "Dasar-Dasar Sistem Proteksi Tenaga Listrik", Cetakan kedua, Penerbit Universitas Sriwijaya, 2000)

**a. Arus Setting OCR SFT 2841**

Perhitungan arus setting *OCR* adalah sebagaiberikut :

$$I_{set \text{ OCR}} = 0.83 \times I_n$$

$I_n$  adalah arus nominal dari suatu peralatan listrikdalam hal ini generator, maka :

$$I_{set\ OCR} = 0.83 \times 1519 = 1260.77 \text{ Ampere}$$

**b. Waktu Kerja OCR SFT 2841**

Waktu kerja *OCR* berbanding terbalik terhadap besarnya gangguan beban lebih yang dapat dihitung sebagai berikut :

$$t = td \times \frac{k}{\left(\frac{I_f}{I_{set}}\right)^\alpha - 1}$$

$$t = 1 \times \frac{0.14}{\left(\frac{1924,5}{1260,77}\right)^{0,02} - 1}$$

$$t = 1 \times \frac{0.14}{(1,52645)^{0,02} - 1}$$

$$t = 1 \times \frac{0.14}{1,008495 - 1}$$

$$t = \frac{0.14}{0,008495}$$

$$t = 16,5 \text{ detik}$$

Dengan suplai beban sebesar 1.013.330 Watt dan arus 1924,5 Ampere maka generator akan mengalami beban lebih yang menyebabkan *over current relay (OCR)* akan bekerja dalam waktu 16.5 detik memerintahkan PMT membuka (*open*) untuk mengaman sistem dan melindungi peralatan. (*Elektrical Network Protection Schneider*)

Dari hasil perhitungan yaitu jumlah keseluruhan daya beban yang terpasang pada Power Plant B Kaji Station PT. Medco E&P Rimau Musi Banyu Asin adalah sebesar **1266,66 KVA**, sedangkan kapasitas genset yang terpasang adalah **1000 KVA**. Ini berarti ada kelebihan beban yang akan disuplai oleh generator sebesar **226,66 KVA**. Untuk itu dalam kondisi emergensi ada beberapa peralatan yang memang tidak dipersikan atau statusnya *stand by* diantaranya yaitu :

**Tabel D.4 Peralatan Listrik pada Status Stand by saat Kondisi Emergensi**

No.	NAMA PERALATAN	KODE	DAYA	
			KVA	KW ( <i>Cos φ</i> =0,8)
1	LPG Product Re-Run Pump	PM 4502	13,75	11
2	Hot Oil Make Up Pump	PM-5701	23,13	18,5
3	Api Separator Pump	PM-6701	4,66	3,73
4	Water Sump Pump	PM-6702	1,38	1,1
5	Close Drain Drum Pump	PM-6601	4,63	3,7
6	Water Sump Pump	PM-6602	1,63	1,3
7	Flare KO Drum Pump	PM-6401	6,88	5,5

8	Main Office	LP-5403	30	24
9	Work Shop	LP-5404	33	26,4
10	VAC UPS Feeder B	UPS-7101 B	60	48
11	VAC UPS Feeder C (By Pass)	UPS-7101 C	60	48
12	Welding Outlet A dan B	WO-5401-2	88,38	70,7
TOTAL			327,44	261,93

*Sumber Data dari hasil di opjek Penelitian Dilapangan*

## 5. PENUTUP

### Kesimpulan

Dari hasil perhitungan proteksi generator terhadap beban dan arus lebih maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Jumlah keseluruhan daya beban yang terpasang pada Power Plant B.Kaji Station PT.Medco E&P Rimau Muba adalah sebesar 1266,66 KVA, sedangkan kapasitas genset yang terpasang adalah 1000 KVA. Ini berarti ada kelebihan beban yang akan disuplai oleh generator sebesar 226,66 KVA . Untuk itu dalam kondisi emergensi ada beberapa peralatan yang memang tidak diopersikan atau statusnya *stand by* diantaranya LPG product re-run pump, hot oil make up pump, api separator pump, water sump pump, flare KO drum pump, sebagian main office, work shop, VAC UPS feeder B, VAC UPS feeder C (by pass), welding outlet A dan B yang semua jumlah dayanya sebesar 327, 44 KVA.
2. Jika dalam kondisi emergensi semua beban dihidupkan, generator akan mengalami gangguan beban lebih (*overload*) yang menyebabkan dalam waktu 16,5 detik *over current relay (OCR)* bekerja memerintahkan PMT *trip*.

### Saran

Dari hasil uraian diatas maka penulis dapat memberikan saran sebagai berikut.

- Sebaiknya kapasitas generator dipasang lebih dari 1 MVA atau lebih dari total daya yang terpasang, sehingga walaupun dalam kondisi emergensi semua peralatan dengan status *stand by* sewaktu-waktu bisa dioperasikan.
- Penyediaan daya listrik sangat bermanfaat bagi Power Plant B Kaji Station PT.Medco E&P Rimau Muba guna untuk menjamin kontinuitas proses produksi. Sehingga perlu ditingkatkan lagi pemeliharaan & perawatan pada *diesel engine generator*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Electrical Network Protection, “*Sepam Series 80 Configuration*”, Schneider Electric, 2013
- Hazairin Samaulah., “*Dasar-Dasar Sistem Proteksi Tenaga Listrik*”, Cetakan kedua, Penerbit Universitas Sriwijaya, 2000
- Petro China Module, “*Protection Function*”, Schneider Electric, 2008
- Pandjaitan Bonar, “*Praktik-Praktik Sistem Tenaga Listrik*”, Penerbit Andi, 2012
- Zuhal, “*Ketenagalistrikan Indonesia*”, PT. Ganeca Prima, Jakarta, April 1995