

**PENGHEMATAN BAHAN BAKAR DENGAN  
PENGUNAAN MAGNET**



OLEH :

**ABDUL RAHMAN UMATERNATE – NID : 8106001 G**

**EKO JOKO SULISTIYO, Amd – NID : 8206636 Z**

**MATHEIS MAILUHU – NID : 6488038 G**

**RIDHO MUNTAHA, ST – NID : 8106556 Z**

**YULIANTO DWI PRABOWO, ST – OJT : SM/EP/00245**



**PT PLN (PERSERO)**

**WILAYAH MALUKU DAN MALUKU UTARA**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**SISTEM MONITORING BEBAN TRAFODISTRIBUSI  
BERBASIS MICROCONTROLLER AT89C52 DENGAN LAYANAN SMS**

**KARYA INOVASI**

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Lomba Karya Inovasi X Thn 2007  
di Lingkungan PT PLN (Persero)**



**Disusun Oleh :**

**DAVID RAMADIAN  
ARIEF DARMAWAN  
SAMUDJI**

Menyetujui ;

**MANAJER BIDANG SDM DAN ADMINISTRASI**  
PT PLN (Persero) Wilayah Maluku & Maluku Utara

**Ir. SAIFUL JUSUF, MM**

## DAFTAR ISI

<b>I. PENDAHULUAN</b>	
LATAR BELAKANG .....	1
TUJUAN .....	1
METODOLOGI .....	1
<b>II. LANDASAN TEORI</b>	
PEMBAKARAN MESIN DIESEL .....	2
BAHAN BAKAR HSD .....	2
MAGNET .....	3
IONISASI MAGNET .....	4
PREMET XL .....	4
<b>III. PEMBAHASAN</b>	
TAHAP EKSPERIMEN .....	6
DESAIN PERALATAN .....	6
PENGAMBILAN DATA .....	7
ANALISIS DATA .....	8
<b>IV. MANFAAT DAN ANALISIS RESIKO .....</b>	<b>10</b>
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
KESIMPULAN .....	11
SARAN .....	11
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>12</b>
<b>LAMPIRAN</b>	
<b>BIODATA SINGKAT</b>	

L A M P I R A N

## BIODATA SINGKAT

- Nama : ABDUL RAHMAN UMATERNATE  
Tempat,Tgl Lahir : Ambon, 13 Maret 1981  
N I D : 8106001 - G  
Unit Kerja : PT.PLN (Persero) Wilayah Maluku & Maluku Utara  
Pusat Listrik Poka - Ambon  
Jabatan : Terampil Utama Pemeliharaan Mesin  
Peringkat : 22
  
- Nama : EKO JOKO SULISTIYO  
Tempat,Tgl Lahir : Tegal, 23 Oktober 1982  
N I D : 8206636 - Z  
Unit Kerja : PT.PLN (Persero) Wilayah Maluku & Maluku Utara  
Jabatan : Terampil Utama Administrasi Pembangkitan  
Peringkat : 20
  
- Nama : MATHEIS MAILUHU  
Tempat,Tgl Lahir : Namlea, 2 April 1964  
N I D : 6488038 - G  
Unit Kerja : PT.PLN (Persero) Wilayah Maluku & Maluku Utara  
Pusat Listrik Hative Kecil - Ambon  
Jabatan : Supervisor Pemeliharaan  
Peringkat : 18
  
- Nama : RIDHO MUNTAHA  
Tempat,Tgl Lahir : Surabaya, 21 Mei 1981  
N I D : 8106556 - Z  
Unit Kerja : PT.PLN (Persero) Wilayah Maluku & Maluku Utara  
Pusat Listrik Poka - Ambon  
Jabatan : Terampil Utama Operasi Pembangkitan  
Peringkat : 18
  
- Nama : YULIANTO DWI PRABOWO  
Tempat,Tgl Lahir : Tegal, 22 Juli 1981  
N I D : -  
Unit Kerja : PT.PLN (Persero) Wilayah Maluku & Maluku Utara  
Pusat Listrik Hative Kecil - Ambon  
Jabatan : Siswa OJT Bidang Teknik  
Peringkat : -

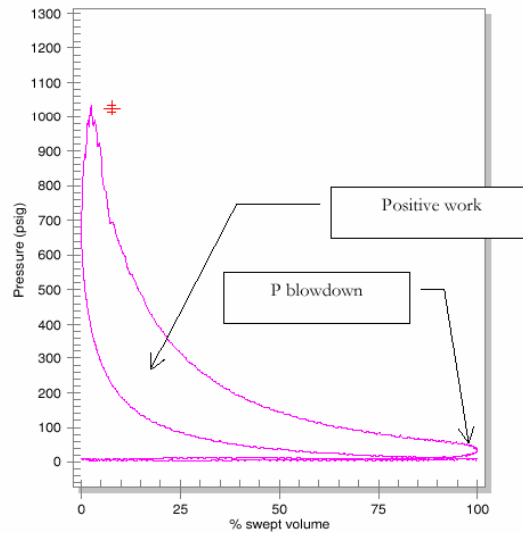


## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Pembakaran Mesin Diesel

Dalam proses pembakaran, bahan bakar minyak yang diinjeksikan ke dalam silinder berbentuk butiran (cairan) halus. Karena udara dalam silinder telah mengalami kompresi sehingga temperatur dan tekanannya meningkat, maka butiran bahan bakar tersebut akan menguap. Penguapan ini akan mengakibatkan butiran bahan bakar dan udara bergerak acak dan saling bertumbukan, sehingga mengalami gesekan/persinggungan yang menimbulkan panas. Proses tersebut berlangsung sampai mencapai temperatur nyala dari bahan bakar yang pada akhirnya menyebabkan ledakan untuk menghasilkan kerja.



Gambar 2.1 Diagram P – V siklus pembakaran mesin diesel

Pada gambar di atas menunjukkan siklus kerja dari mesin diesel secara aktual. Siklus ini digambarkan dalam 2 variabel yaitu volume (V) dan tekanan (P) sehingga dikenal dengan nama diagram P – V. Diagram ini dapat menunjukkan besarnya daya yang dihasilkan oleh mesin, yaitu luasan bagian yang menghasilkan kerja positif (*positive work*). Semakin besar luasannya semakin besar pula daya yang dihasilkan. Dari grafik ini juga dapat mengetahui ketidaksempurnaan dari proses pembakaran tersebut, misalnya berapa kira-kira tekanan saat terjadi *blowdown*.

## 2.2 Bahan Bakar HSD (*High Solar Diesel*)

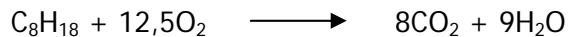
Bahan bakar HSD atau solar adalah bahan bakar cair hasil persenyawaan hidrokarbon yang tergolong minyak hasil distilasi dan bersifat ringan dengan rumus komposisi ikatan  $C_8H_{18}$ .

Data teknis dari solar adalah sebagai berikut :

- Berat jenis : 0,880 kg/lt
- C : 85,9 %
- H : 12,5 %
- O : 0,8 %
- N : 0,8 %
- S : 1,2 %

Nilai kalor yang terkandung dalam bahan bakar berkisar antara 9600 kcal/kg berat sampai dengan 11.000 kcal/kg berat.

Proses pembakaran hidrokarbon solar menurut reaksi kimia adalah sebagai berikut :



## 2.3 Magnet

Coulomb menemukan adanya medan gaya magnet yang dihasilkan diantara dua kutub berbeda. Kemudian teori berkembang lebih ke arah molekuler dimana pada tahun 1822 Webber dan dikembangkan oleh Ewing mengemukakan teori bahwa "*molekul suatu zat benda, telah mengandung potensi magnet dengan masing-masing kutub N (utara) dan S (selatan)*". Pada keadaan tidak termagnetisasi, molekul kecil magnet berada dalam bentuk tidak beraturan. Dan jika dipengaruhi medan magnet pada partikelnya, maka molekul tersebut mempunyai gaya magnet untuk bergerak dan menyesuaikan kutub magnet dengan induksi magnet yang diberikan.



Gambar 2.2 Molekul termagnetisasi

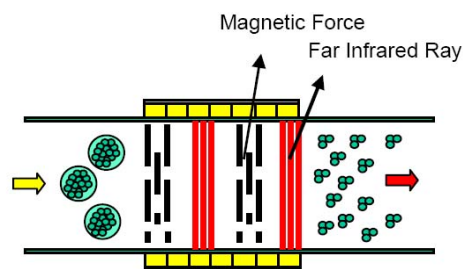
Sulit menjelaskan tentang fenomena pengaruh magnetisasi pada sejumlah material berdasarkan kuat tidaknya dipengaruhi oleh medan magnet, seperti besi, baja, nikel (*ferromagnetic*) dan oksigen, aluminium (*paramagnetic*). Akan tetapi dengan teori Atom dapat membantu menggambarkan fenomena tersebut. Disebutkan bahwa keseimbangan antara positif dan negatif elektron yang berputar mengelilingi inti atom mempengaruhi kuat atau tidaknya



suatu zat dapat dipengaruhi medan magnet. Seperti unsur-unsur yang terkandung dalam bahan bakar hidrokarbon mempunyai juga kecenderungan sifat antara positif ( $H^+$ ) dan negatif ( $C^-$ ) dimana jumlahnya tidak sama, sehingga dengan jumlah positif dan negatif yang tidak sama maka zat tersebut dapat dipengaruhi medan magnet.

## 2.4 Ionisasi Magnet

Penggunaan magnet ditujukan untuk menimbulkan ionisasi pada bahan bakar. Proses ionisasi diperlukan agar bahan bakar lebih mudah mengikat oksigen selama proses pembakaran dan mengurangi produk *unburned hydrocarbon* hasil proses pembakaran bahan bakar. Hal ini disebabkan ukuran struktur molekul bahan bakar akan berubah menjadi ikatan yang lebih kecil akibat magnetisasi (gambar 2.3). Ukuran molekul yang lebih kecil ini secara langsung akan berakibat pada semakin mudahnya proses pembakaran dalam ruang bakar. Dengan kata lain proses magnetisasi pada bahan bakar akan membuat pembakaran lebih sempurna.



Gambar 2.3 Proses Ionisasi Gaya Magnet

## 2.5 PREMETS XL

PREMET XL adalah produk elektronik yang membantu analisis mengenai kondisi mesin dengan mengukur tekanan ruang bakar. Alat ini berfungsi sebagai indikator ada atau tidaknya gangguan pada mesin yang dioperasikan dengan mengacu pada kondisi normal.



*Gambar 2.4 PREMETS XL*

Keluaran data hasil PREMETS XL akan dapat membantu mempermudah analisis mesin, diantaranya sebagai berikut :

1. Keseimbangan beban kerja mesin
2. Kebocoran kompresi
3. Gangguan suplai udara
4. Kesempurnaan pembakaran
5. Kondisi *injection timing*
6. Kondisi bahan bakar
7. Daya yang dihasilkan

Dalam penulisan ini, PREMETS XL digunakan sebagai indikator pembandingan sebelum dan sesudah adanya penambahan magnet pada saluran bahan bakar terhadap *performance* mesin, khususnya daya.

## BAB III PEMBAHASAN

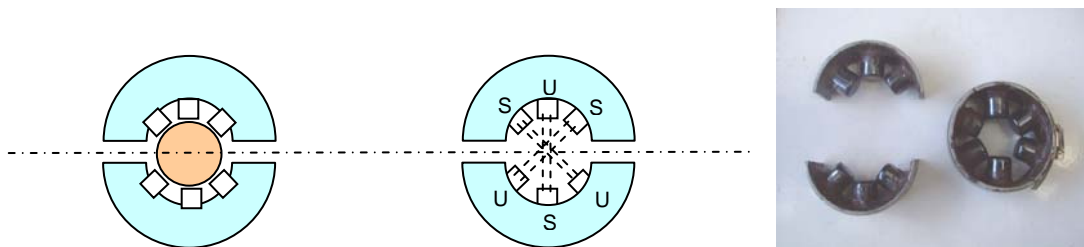
### 3.1 Tahap Eksperimen

Pelaksanaan eksperimen dilakukan pada Pusat Listrik Hative Kecil pada mesin SWD 6 TM 410 RR unit II dengan bahan bakar HSD. Spesifikasi mesin adalah sebagai berikut :

Merk	:	SWD
Type	:	6 TM 410 RR
Nomor Seri	:	3319
Kapasitas Daya	:	2296 kW
Putaran	:	500 rpm
Diameter Silinder	:	410 mm
Langkah Silinder	:	470 mm
Tahun Pembuatan	:	1976
Cycle	:	4 Tak
Jumlah Silinder	:	6
Sistem Pendingin	:	Closed (Sea Cooling System)
Pompa Injeksi	:	Bryce

### 3.2 Desain Peralatan

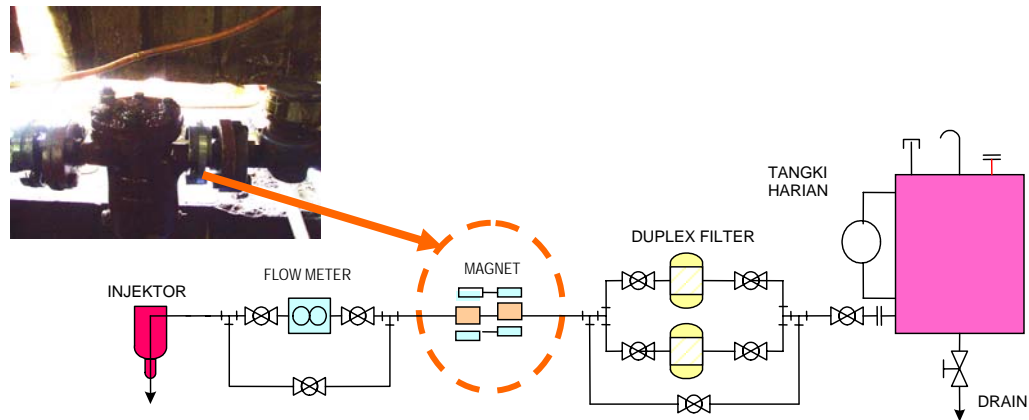
Medan magnet yang dihasilkan oleh magnet permanen yang telah disusun dalam pipa sebagaimana terlihat pada gambar berikut :



*Gambar 3.1 Susunan Magnet*

Pipa bahan bakar akan diselubungi oleh dua buah pipa yang telah dimodifikasi dengan magnet permanen sejumlah 6 buah. Magnet disusun dengan kutub yang berbeda (U & S), untuk yang

saling berhadapan. Dengan demikian, garis gaya medan magnet (-----) yang ditunjukkan gambar 3.1 akan memotong arah aliran bahan bakar dalam pipa.



Gambar 3.2 Susunan Magnet dalam Sistem Bahan Bakar

### 3.3 Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan menggunakan *sampling* waktu yang sama (1 jam) pada dua kondisi yaitu sebelum pemasangan dan setelah pemasangan magnet. Pengambilan data dilakukan pada tanggal 18 Juni 2007, untuk operasi mesin pada pukul 15.00 – 17.00 WIT. Untuk kondisi sebelum pemasangan magnet diambil pada pukul 15.00-16.00 WIT sedangkan untuk kondisi setelah pemasangan magnet diambil pukul 16.00-17.00 WIT. Beban mesin adalah sebesar 1.800 kW dan alat ukur yang digunakan adalah sebagai berikut:



- ✓ Flowmeter :
  - Merk : TOKICO
  - Type : FGBB835BDL – OOX
  - No. Seri : CA13021
  - Kapasitas : 25 – 3000 lt/jam



- ✓ KWh-meter digital :
  - Merk : ACTARIS
  - Type : SL761B070
  - No. Seri : 35011080
  - Tegangan : 3 x 57,7/100 V – 3 x 240/415 V
  - Arus : 5 (10) A

### 3.4 Analisis Data

Dari hasil pengukuran lapangan, diperoleh data sebagai berikut :

KONDISI	FLOWMETER ( <i>faktor kali = 10</i> )		KWH METER ( <i>faktor kali = 25.000</i> )	
	STAND AWAL	STAND AKHIR	STAND AWAL	STAND AKHIR
TANPA MAGNET	404.428,00	404.483,00	586,17	586,25
DENGAN MAGNET	404.483,00	404.535,00	586,25	586,33

*Tabel 3.1 Data Hasil Pengukuran*

Dari data lapangan di atas maka perhitungan :

❖ Tanpa magnet (Jam I)

$$\begin{aligned}\text{Konsumsi bahan bakar} &= (404.483 - 404.428) \times 10 \text{ lt} \\ &= 550 \text{ lt}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{kWh Produksi} &= (586,25 - 586,17) \times 25.000 \text{ kWh} \\ &= 2000 \text{ kWh}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{SFC} &= \text{Konsumsi bahan bakar} / \text{kWh Produksi} \\ &= 550 \text{ lt} / 2000 \text{ kWh} \\ &= 0,275 \text{ lt/kWh}\end{aligned}$$

❖ Dengan magnet (Jam II)

$$\begin{aligned}\text{Konsumsi bahan bakar} &= (404.535 - 404.483) \times 10 \text{ lt} \\ &= 520 \text{ lt}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{kWh Produksi} &= (586,33 - 586,25) \times 25.000 \text{ kWh} \\ &= 2000 \text{ kWh}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{SFC} &= \text{Konsumsi bahan bakar} / \text{kWh Produksi} \\ &= 520 \text{ lt} / 2000 \text{ kWh} \\ &= 0,260 \text{ lt/kWh}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Efisiensi} &= \frac{(0,275 - 0,26)}{0,275} \times 100\% \\ &= 5,45 \%\end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan data yang diambil dalam 1 jam untuk tiap kondisi (dengan dan tanpa magnet) terlihat konsumsi bahan bakar berkurang 30 lt / jam dengan produksi kWh yang sama 0,08 kWh. Sedang SFC dengan penggunaan magnet berkurang menjadi 0,26 lt/kWh dari 0,275

It/kWh pada kondisi tanpa magnet. Jadi dengan penggunaan magnet pada saluran bahan bakar dapat menurunkan konsumsi bahan bakar sebesar 5,45 %.

Sedang data yang diperoleh dari PREMETS XL adalah :

❖ Tanpa magnet

CYL	pTDC [bar]	pmax mean [bar]	apmax [deg]	pexp [bar]	pscav [bar]	rpm [1/min]	MIP [bar]	Pind [kW]	Texh [°C]
1	75.4	100.0	16.3	58.2	1.00	503	16.5	429	
2	78.8	95.0	14.3	55.9	1.00	503	15.0	391	
3	80.0	98.0	12.8	56.8	1.00	504	15.5	403	
4	73.3	94.0	17.3	55.3	1.00	504	15.7	410	
5	71.5	93.0	18.3	59.0	1.00	503	17.4	454	
6	74.3	92.0	17.3	57.2	1.00	504	16.4	428	
Mean	75.5	95.3	16.0	57.1	1.00	503.5	16.1	419	
Psum								2515	Load

❖ Dengan magnet

CYL	pTDC [bar]	pmax mean [bar]	apmax [deg]	pexp [bar]	pscav [bar]	rpm [1/min]	MIP [bar]	Pind [kW]	Texh [°C]
1	76.2	99.0	15.5	57.3	1.00	503	16.2	422	
2	80.0	95.0	12.3	52.8	1.00	503	13.5	352	
3	79.6	97.0	13.3	56.3	1.00	504	15.6	407	
4	73.3	94.0	14.3	54.4	1.00	503	14.8	387	
5	69.7	92.0	16.3	59.3	1.00	504	17.4	454	
6	71.1	92.0	18.3	59.9	1.00	505	17.4	454	
Mean	75.0	94.8	15.0	56.7	1.00	503.7	15.8	413	
Psum								2476	Load

Daya murni yang dihasilkan pada ruang bakar (Pind) dengan menggunakan magnet mengalami penurunan dari 2.515 kW menjadi 2.476 kW. Hal ini disebabkan bahan bakar yang diinjeksikan telah terionisasi sehingga dapat dengan mudah terbakar dan mengurangi resiko terjadinya pembakaran susulan. Karena pembakaran susulan dapat menaikkan temperatur dan tekanan pembakaran, sehingga menyebabkan Pind tinggi. Dengan demikian, selisih antara daya murni mesin dengan daya keluaran generator dapat berkurang, dan dapat dikatakan *losses* yang terjadi antara mesin dan generator menurun sehingga beban crankshaft mesin juga berkurang.

**BAB IV**  
**MANFAAT DAN ANALISA RESIKO**

Manfaat penggunaan magnet pada salura bahan bakar dapat menurunkan konsumsi bahan bakar sekitar 5,45 % dari pemakaian normal sehingga biaya operasional untuk pembelian bahan bakar dapat diturunkan. Pengkajian lebih lanjut adalah sebagai berikut :

Besarnya biaya yang diperlukan : Rp. 1.000.000,00

Besar penghematan bahan bakar :

- Penghematan HSD = 30 lt/jam
- Penghematan biaya HSD = 30 lt/jam x Rp. 6.000/lt  
(Rp 6000/lt) = Rp 180.000/jam

Sedang besar penghematan biaya produksi jika dengan menggunakan asumsi yang diambil dari laporan perusahaan Pusat Listrik Hative Kecil bulan Mei :

- kWh Produksi = 936.500 kWh
- Penurunan SFC = 0,015 lt/kWh
- Penghematan HSD = 0,015 lt/kWh x 936.500 kWh  
= 14.047,5 lt
- Penghematan biaya HSD = 14.047,5 lt x Rp 6.000/lt  
= Rp 84.285.000,-
- Biaya HSD sebenarnya = 249.236 lt x Rp 6.000/lt  
= Rp 1.495.416.000,-
- Biaya HSD setelah dihemat = Rp (1.495.416.000 – 84.285.000)  
= Rp 1.411.131.000,-

No.	Material	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah
1	Magnet Permanen	12	Buah	70.000,00	<b>840.000,00</b>
2	Pipa Besi Ø 3 1/5 Inch	1	Meter	80.000,00	<b>80.000,00</b>
3	Lem Besi	1	Kaleng	60.000,00	<b>60.000,00</b>
4	Plastic Steel	1	Buah	10.000,00	<b>10.000,00</b>
5	Klem Besi Ø 3 1/5 Inch	2	Buah	5.000,00	<b>10.000,00</b>
Jumlah Total					<b>1.000.000,00</b>

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil eksperimen yang telah dilakukan menggunakan magnet pada saluran bahan bakar di Pusat Listrik Hative Kecil pada unit pembangkit diesel SWD 6 TM 410RR, menunjukkan performa yang positif. Penggunaan magnet ini pun menunjukkan penurunan konsumsi bahan bakar sebesar 5,45 % dengan nilai biaya bahan bakar sebesar Rp 180.000/jam selama mesin itu beroperasi.

#### **5.2 Saran**

Berdasar hasil eksperimen yang telah dilakukan, maka perlu perencanaan lebih lanjut untuk digunakan di unit pembangkit tenaga diesel (PLTD) yang tersebar di seluruh Indonesia.



## DAFTAR PUSTAKA

1. Ir. Djiteng Marsudi, *Pembangkitan Energi Listrik*, Penerbit Erlangga, 2005
2. Siemens Aktiengesellschaft, *Electrical Engineering Handbook*, 1969.
3. B. L. Theraja & A. K. Theraja, *A Text Book of Electrical Technology*, Publication Division of Nirja Construction & Development Co. Ltd, 1989.