

ANALISA PENGARUH TEMPERATUR UDARA MASUK TERHADAP TEKANAN DAN TEMPERATUR GAS BUANG PADA PLTD PULO PANJANG BANTEN

Sandi Setiawan

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta

Abstrak -- Motor diesel adalah motor bakar torak yang proses penyalaannya bukan menggunakan loncatan bunga api melainkan ketika torak hampir mencapai titik mati atas (TMA) bahan bakar disemprotkan ke dalam ruang bakar melalui nosel sehingga terjadilah pembakaran pada ruang bakar dan udara dalam silinder sudah mencapai temperatur tinggi. Tekanan yang dihasilkan melalui proses pembakaran adalah tergantung dari temperatur udara yang dimasukkan ke dalam silinder, semakin tinggi temperature maka relatif semakin berkurang jumlah molekul udara yang dikandungnya sebaliknya semakin rendah temperature relatif kandungan molekul udara lebih banyak. Dengan adanya perubahan temperatur pada udara masuk akan mempengaruhi pada tekanan dan temperatur gas buangnya. Kondisi ini diteliti secara analisis pada mesin diesel merk SDEC/ Licens Caterpillar dengan putaran 1500 rpm dan kapasitas 248 kw. Dari hasil perhitungan terlihat bahwa bahwa efisiensi pemakaian bahan bakar yaitu 32,9 l/jam pada 31,1 (°C) dan minimum 23,5 l/jam pada 27,4 (°C). Dengan turunnya temperatur udara sekitar dari 31,1°C sampai 27,4°C menyebabkan menurunnya juga SFC yang dihasilkan dari perhitungan 0,7 menurun hingga menjadi 0,62. Kg/kw.jam sedangkan T_{out} maksimal didapat 300,21°C pada T_{in} 27,4 °C dan minimum 299,42 °C pada T_{in} 31,1 °C. Dengan besarnya tekanan dan T_{out} dari hasil pembakaran sehingga untuk selanjutnya hasil analisa ini dapat dijadikan bahan untuk pemanfaatan proses pembakaran untuk dijadikan konversi energi lainnya.

Kunci: Mesin diesel, temperatur udara masuk, temperature udara keluar, putaran mesin, SFC

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Mesin Diesel merupakan motor pembakaran dalam (Internal Combustion Engine), dimana bahan bakarnya disemprotkan kedalam silinder pada waktu torak hampir mencapai Titik Mati Atas (TMA). Oleh karena udara didalam silinder bertemperatur tinggi yang mencapai titik nyala bahan bakar, maka bahan bakar akan terbakar dengan sendirinya. Tekanan yang dihasilkan melalui proses pembakaran adalah juga tergantung dari temperatur udara yang dimasukkan ke dalam silinder, semakin tinggi temperature maka relatif semakin berkurang jumlah molekul udara yang dikandungnya sebaliknya semakin rendah temperature relatif kandungan molekul udara lebih banyak. Kedua kondisi ini sangat berpengaruh terhadap hasil dari suatu proses pembakaran.

Langkah kompresi diawali dengan langkah hisap dimana udara segar dihisap masuk ke dalam silinder sampai berakhirnya langkah tersebut dimana torak berada di Titik Mati Bawah (TMB). Setelah berakhirnya langkah hisap dilanjutkan dengan langkah kompresi dimana torak bergerak ke atas menuju ke Titik Mati Atas (TMA). Pada saat torak hampir mencapai TMA, bahan bakar disemprotkan ke dalam silinder untuk bercampur dengan udara bertekanan tinggi akibat adanya kompresi dari torak. Campuran udara dan bahan bakar yang bertekanan tinggi ini juga akan

memiliki suhu yang tinggi pula, sehingga memudahkan proses penyalaan untuk pembakaran. Hasil dari pembakaran campuran udara dan bahan bakar ini berupa tenaga mekanis. Temperatur ideal yang masuk kedalam ruang bakar adalah sebesar 26 -27°C. Dalam pengoperasian motor diesel, temperatur udara ideal yang masuk kedalam ruang bakar sangat dipengaruhi oleh temperatur lingkungan atau ruang sehingga turut mempengaruhi hasil dari proses terjadinya pembakaran. Untuk menghasilkan unjuk kerja yang optimal dari motor diesel dengan temperatur udara yang ideal, maka sangat dibutuhkan temperatur udara lingkungan atau ruang yang ideal pula.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang terjadi pada mesin diesel tersebut maka dengan menganalisa besarnya pengaruh temperatur udara terhadap tekanan dan temperature keluar pada mesin diesel yang terdapat pada PLTD pulopanjang.

1.3 Batasan Masalah

Batasan permasalahan penulis pada penulisan Tugas Akhir ini adalah:

- a. Pengaruh perubahan temperatur udara masuk terhadap tekanan yang dihasilkan.
- b. Pengaruh perubahan temperatur udara masuk terhadap temperatur udara keluar dari gas buang hasil pembakaran

1.4 Tujuan

Untuk menganalisa pengaruh temperatur udara masuk terhadap besarnya tekanan dan temperatur keluar dari gas buang hasil pembakaran mesin diesel yang selanjutnya dapat dimanfaatkan untuk konversi energi.

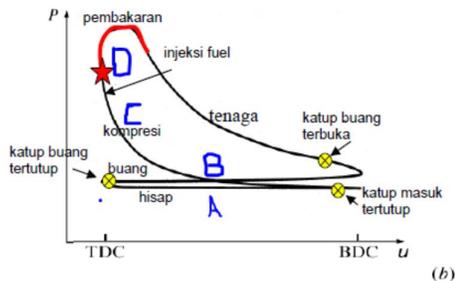
2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Motor diesel adalah motor bakar torak yang proses penyalannya bukan menggunakan loncatan bunga api melainkan ketika torak hampir mencapai titik mati atas (TMA) bahan bakar disemprotkan ke dalam ruang bakar melalui nosel sehingga terjadilah pembakaran pada ruang bakar dan udara dalam silinder sudah mencapai temperatur tinggi. Syarat ini dapat terpenuhi apabila perbandingan kompresi yang digunakan cukup tinggi, yaitu berkisar 16-25. (Arismunandar. W, 1988)

2.2 Dasar Perhitungan Thermodinamika

Siklus aktual pada mesin dengan pembakaran didalam (*internal combustion engine*) dihitung dengan maksud untuk menentukan parameter dasar thermodinamika suatu siklus kerja yang ditunjukkan dengan tekanan yang konstan dan konsumsi bahan bakar spesifik. Untuk siklus aktual dari motor diesel sendiri ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 2.1 Diagram P-V siklus aktual

2.3 Turbo Charger

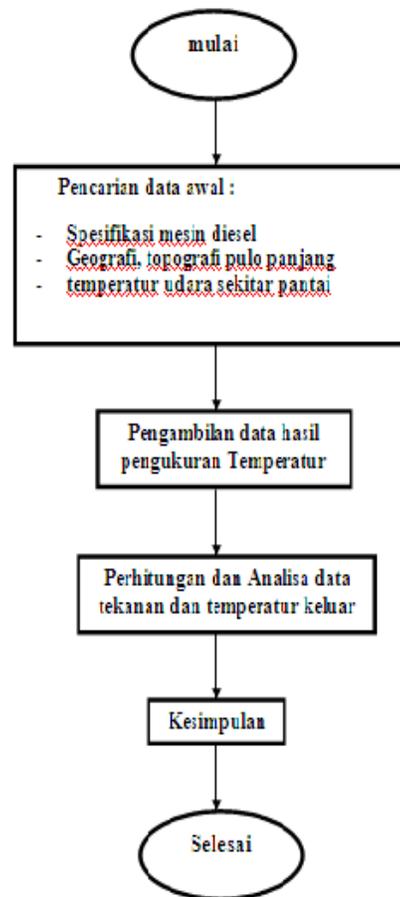
Turbocharger adalah sebuah alat peningkat kinerja mesin pembakaran yang mendapat daya dari turbin, sumber tenaga turbin berasal dari gas buang kendaraan. Untuk meningkatkan keluaran tenaga mesin dengan meningkatkan massa oksigen yang akan memasuki mesin. Kunci keuntungan dari *turbocharger* adalah mereka menawarkan sebuah peningkatan yang cukup banyak dalam tenaga mesin hanya dengan sedikit menambah berat.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mempelajari teori-teori yang berkaitan dengan tugas akhir serta mendukung tujuan untuk mendapatkan pengaruh perbedaan suhu dan temperatur udara terhadap kinerja mesin diesel yaitu yang mempengaruhi dari jumlah pemakaian bahan bakar serta tenaga mesin yang dihasilkan. Sumber literatur diperoleh dari beberapa buku-buku, jurnal penelitian, internet, serta fasilitas perpustakaan universitas mencubuana.

3.2. Diagram Alir Perencanaan



3.3 Waktu Dan Tempat Penelitian

Pulau Panjang adalah sebuah pulau kecil yang terletak di Teluk Banten. Secara administratif, Pulau ini termasuk dalam wilayah Kabupaten Serang Banten. Pemerintahan dalam pulau ini berbentuk Desa dengan nama desa adalah PULO PANJANG yang di kepalai oleh seorang Kepala Desa dengan melakukan pemilihan Kepala desa setiap lima tahun sekali oleh Panitia penyelenggara Pemungutan Suara Pemilihan

Kepala Desa (PILKADES) berdasarkan keputusan Badan Permusyawaratan Desa BPD Pulo Panjang, BPD beranggotakan 7 Orang.

3.4 Pengumpulan Data

Pengumpulan dan pengambilan data dilakukan dalam beberapa variabel yaitu pengukuran temperature pada beberapa waktu, putaran mesin dan pemakaian bahan bakar serta dilakukan dalam beberapa kali pengukuran untuk mendapatkan perbandingan data yang akurat dan optimal dari mesin diesel yang diteliti sehingga data yang di hasilkan dapat dianalisa dengan benar.

3.5 Objek Penelitian

Objek yang akan dilakukan pengambilan data adalah mesin diesel yang terdapat pada PLTD Pulo Panjang – Banten. dengan spesifikasi sebagai berikut :

1. MESIN DIESEL

- Merek : SDEC/ Licens Caterpillar
- Type: SC 11C35OD
- No: C308003543
- Putaran: 1500 Rpm
- Kapasitas/Daya : 248 KW

2. GENERATOR OPERASI

- Merk: REXFORD
- Type: RF 274K14
- No: 00601296
- Kapasitas/Daya : 250 KVA
- Tegangan/Arus: 400/231 Volt / 386 A

3.6 Peralatan yang digunakan

- Thermometer: 5 buah
- Tachometer digital : 1 buah
- Gelas pengukuran : 1 buah
- Stopwatch : 1 buah

3.7 Langkah-langkah eksperimen

1. Persiapan mesin diesel dan peralatan.
2. Melakukan pengujian secara bertahap terhadap temperatur ruang yang berbeda waktu.

Selama mesin diberikan beban dan tegangan dicatat serta temperatur diukur menggunakan termometer, beberapa kegiatan tersebut dilakukan dalam beberapa kali untuk mendapatkan hasil data yang akurat dan optimal.

Dari data hasil pengujian yang diperoleh, maka dapat dilakukan perhitungan dan analisa data sebagai berikut:

- Termodinamika siklus kerja mesin
- Tekanan dan temperatur Keluar dari gas buang
- Fluktuasi daya dan pemakaian bahan bakar terhadap perubahan temperatur ruang.
- Korelasi daya (Ne) dan Putaran (n) untuk beban dalam watt.
- Perhitungan efisiensi pemasukan udara untuk pembakaran.
- Perhitungan Temperatur keluar melalui gas buang.
- Pengaruh perbedaan temperatur udara terhadap SFC (specific fuel Consumption)

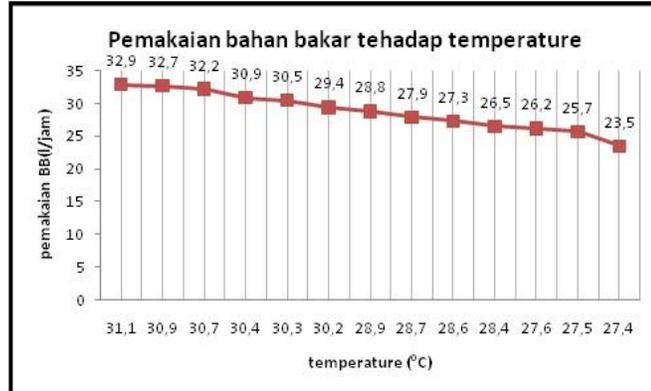
4. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Data Hasil Pengukuran

Tabel 4.1 data hasil pengukuran saat dilakukan pengambilan data dengan n = 1500 rpm

No	jam	pemakaian BB (l/jam)	temperatur (°C)	Ir (Ampere)	Is (Ampere)	It (Ampere)	v (volt)	P total (Kw)
1	18:00	32,9	31,1	180	180	180	380	205,2
2	19:00	32,7	30,9	172	172	172	380	196,08
3	20:00	32,2	30,7	170	170	179	380	197,22
4	21:00	30,9	30,4	170	180	180	380	201,4
5	22:00	30,5	30,3	155	160	170	380	184,3
6	23:00	29,4	30,2	155	160	160	380	180,5
7	0:00	28,8	28,9	150	155	155	380	174,8
8	1:00	27,9	28,7	140	150	150	380	167,2
9	2:00	27,3	28,6	150	140	140	380	163,4
10	3:00	26,5	28,4	140	140	140	380	159,6
11	4:00	26,2	27,6	130	150	140	380	159,6
12	5:00	25,7	27,5	140	120	150	380	155,8
13	6:00	23,5	27,4	140	140	120	380	152

Dari data diatas dapat dibuat grafik 4.1 pengaruh perubahan temperatur terhadap pemakaian bahan bakar yang digunakan.



Pada grafik diatas dapat diketahui bahwa pada putaran mesin 1500 rpm pemakaian bahan bakar terus meningkat dari temperatur 27,4 °C sampai temperatur 31,1°C.

4.2 Pengaruh Perubahan Temperature Terhadap Tekanan kompresi (Pc) dan Tekanan Maksimum(Pz)

Untuk mendapatkan nilai tekanan kompresi perlu diketahui Pa = 0,9 kg/cm² sehingga Pc = Pa . εⁿ¹, (kg/cm²)

$$= 0,9 \cdot 17^{1,34}$$

$$= 40,09 \text{ kg/cm}^2$$

$$T_c = T_a \cdot \epsilon^{n-1}, \text{ } ^\circ\text{K}$$

$$= 304,1 \cdot 17^{1,34}$$

$$= 796,8 \text{ } ^\circ\text{K}$$

Sehingga dapat dihitung untuk tekanan maksimumnya

$$P_c = \lambda \cdot P_a$$

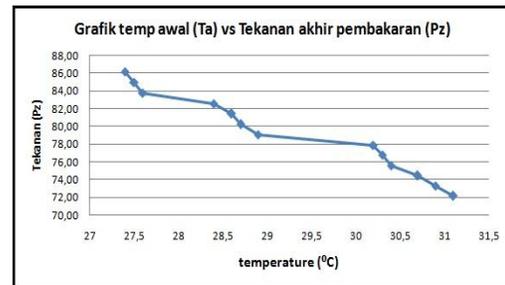
$$= 1,8 \cdot 40,09 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 72,16 \text{ kg/cm}^2$$

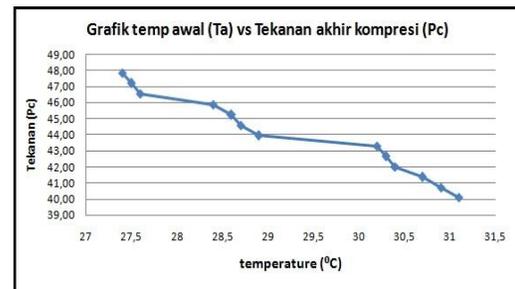
Sehingga dari perhitungan diatas dapat dibuatkan grafik dan tabel 4.3 sebagai berikut.

No	Temp	Tc	Pc	Pz
1	31,1	796,8	40,09	72,16
2	30,9	796,3	40,72	73,30
3	30,7	795,8	41,36	74,45
4	30,4	795,0	42,00	75,60
5	30,3	794,7	42,64	76,75
6	30,2	794,5	43,28	77,91
7	28,9	791,1	43,93	79,07
8	28,7	790,5	44,58	80,24
9	28,6	790,3	45,23	81,41

10	28,4	789,8	45,88	82,58
11	27,6	787,7	46,53	83,76
12	27,5	787,4	47,19	84,95
13	27,4	787,1	47,85	86,13



Gambar 4.2 Grafik perbandingan temperatur awal (Ta) dengan Tekanan akhir pembakaran



Gambar 4.3 Grafik perbandingan temperatur awal (Ta) dengan Tekanan akhir kompresi

Dari data hasil perhitungan didapatkan bahwa perubahan temperatur udara mempengaruhi tekanan kompresi dan tekanan maksimal, maka semakin rendah temperatur udara sekitar maka semakin kecil tekanan kompresi dan tekanan maksimumnya.

4.3 Perubahan Temperatur udara terhadap SFC (Specific fuel consumption)

Untuk mendapatkan nilai SFC, terlebih dahulu melakukan perhitungan Konsumsi Bahan Bakar (Fc) dan Daya efektif (Ne) sebagai berikut

- $FC = V_{bb} \cdot \rho_{bb} \cdot (T_{bb}/3600)$ (kg/s)
= 25,87 kg/jam
- $Ne = \frac{P_e \cdot \eta \cdot r^2 \cdot a \cdot n \cdot z}{60 \cdot 100 \cdot 75}$
= $\frac{48,86 \text{ kg/cm}^2 \cdot 3,14 \cdot (8,5)^2 \cdot (1500/60) \cdot 1}{75 \cdot 100}$
= 36,94 kw

Jadi untuk nilai SFC (Specific fuel consumption) yaitu

$$SFC = \frac{FC}{Ne} \text{ (kg/kW jam)}$$

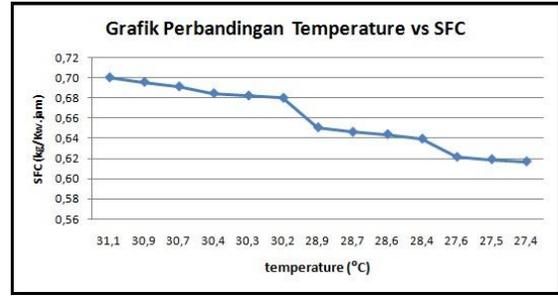
$$= \frac{25,87 \text{ kg/jam}}{36,94}$$

$$= 0,70 \text{ kg/kW jam}$$

Tabel 4.4 pengaruh perubahan temperatur terhadap SFC

No	jam	pemakaian BB	temperatur (°C)	SFC
1	18:00	31,1	31,1	0,70
2	19:00	30,9	30,9	0,70
3	20:00	30,7	30,7	0,69
4	21:00	30,4	30,4	0,68
5	22:00	30,3	30,3	0,68
6	23:00	30,2	30,2	0,68
7	0:00	28,9	28,9	0,65
8	1:00	28,7	28,7	0,65
9	2:00	28,6	28,6	0,64
10	3:00	28,4	28,4	0,64
11	4:00	27,6	27,6	0,62
12	5:00	27,5	27,5	0,62
13	6:00	27,4	27,4	0,62

Dengan hasil perhitungan didapat nilai Konsumsi Bahan Bakar (FC) dan Daya efektif (Ne) sehingga nilai SFC dapat diketahui, nilai SFC maksimal 0,7 pada temperatur 31,1 (°C) dan minimal 0,62 pada temperatur 27,4(°C).

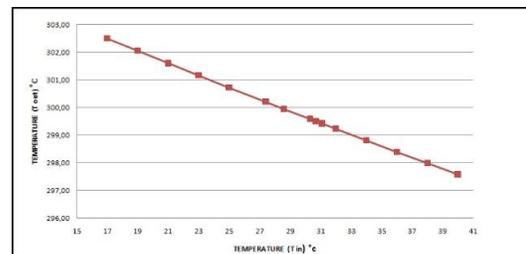


Gambar 4.4 Pengaruh perubahan temperatur terhadap SFC

4.4 Pengaruh Temperatur Masuk (T in) terhadap Temperatur Keluar (T out)

Sebelum mendapatkan nilai dari temperatur gas buang / T out maka dengan beberapa parameter perhitungan terdapat pada lampiran yang diketahui sebagai berikut

No	T in (°C)	Tout (°C)
1	40	297,58
2	38	297,99
3	36	298,40
4	34	298,81
5	32	299,23
6	31,1	299,42
7	30,7	299,51
8	30,3	299,59
9	28,6	299,95
10	27,4	300,21
11	25	300,73
12	23	301,16
13	21	301,61
14	19	302,05
15	17	302,50



Gambar 4.5 pengaruh temperature (Tin) terhadap Temperature Keluar (T out)

Dengan besarnya pengaruh temperatur udara yang masuk kedalam mesin diesel terhadap temperatur udara yang keluar maksimal 300,21 (°C) pada T in 27,4 (°C) dan minimal 299,42 (°C) pada T in 31,1 (°C) dari gas buang dalam mesin diesel ini, maka dengan melihat hal tersebut kita

akan mencoba memperbesar dan memperkecil temperatur udara masuk kedalam mesin diesel ini.

Dengan temperatur dinaikan dan diturunkan maka pada tabel terlihat adanya perubahan yang signifikan terhadap temperatur keluar dan SFC pada mesin diesel, dengan T out maksimal 302,5(°C) pada T in 17 (°C) dan T out minimum 297,58 (°C) pada T in 40 (°C).

Dari tabel diatas diketahui bahwa semakin besar temperatur masuk maka semakin kecil temperatur keluar dari gas buang mesin diesel yang dihasilkan dari hasil pembakaran pada mesin diesel.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

- a. Perbedaan temperatur ruangan terhadap pemakaian bahan bakar pada putaran 1500 rpm. Dari hasil pengukuran, terlihat bahwa pengaruh temperatur ruangan sangat berpengaruh terhadap efisiensi pemakaian bahan bakar yaitu 32,9 l/jam pada 31,1 (°C) dan minimum 23,5 l/jam pada 27,4 (°C).
- b. Pengaruh perubahan temperatur terhadap Efisiensi pemasukan (*Charge Efficiency*) sangat kecil maks 31,71 % dan min 31,45 %.
- c. pengaruh perubahan temperatur udara sekitar terhadap tekanan kompresi dan tekanan maksimum untuk putaran 1500 rpm, terlihat bahwa Pc dan Pz rata-rata menurun konsisten dari temperatur 27,4 °C sampai temperatur 31,1 °C.
- d. Dengan turunnya temperatur udara sekitar dari 31,1 sampai 27,4 menyebabkan menurunnya juga SFC yang dihasilkan dari perhitungan 0,7 menurun hingga menjadi 0,62. Kg/kw.jam.
- e. Pada penelitian ini pengaruh dari Temperatur masuk / T in terhadap Temperatur gas buang / T out sangat besar, T out maksimal didapat

300,21°C pada T in 27,4 °C dan minimum 299,42 °C pada T in 31,1 °C.

5.2 SARAN

- a. Untuk tekanan yang dihasilkan dari hasil pembakaran pada gas buang dapat dimanfaatkan untuk memutar kipas kecil yang selanjutnya untuk memutar generator sehingga menghasilkan listrik untuk kebutuhan ruangan mesin diesel.
- b. Untuk panas pada T out yang sangat besar bisa dimanfaatkan untuk heat exchanger yang digunakan sebagai pemanas

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Hetaria, Marlon, 2012, Analisa Pengaruh Kapasitas Udara Untuk Campuran Bahan Bakar Terhadap Prestasi Mesin Diesel, Politeknik Katolik Saint Paul, Sorong.
- Heywood, J.B., 1988, " Internal Combustion Engine Sundamentals, McGraw Hill, Inc., New York.
- [2]. Petrovesky. N, *Marine Internal Combustion Engie*, Translated from the Russian By Horace, E. Isakson Mir Publisher Moscow
- Sutoyo, 2011, Mesin-mesin Pembakaran Dalam, Universitas muhhamadiyah, Magelang.
- [3]. Widagdo, Eko, 2013, Optimisasi Pola Pembebanan Daya Mesin Pembangkit Listrik Diesel SWD 16 TM 410, Politeknik Negeri Pontianak Wiranto Arismunandar, Motor Diesel Putaran Tinggi, Edisi IV, Penerbit ITB, Bandung, 1983
- [4]. Wiranto Arismunandar, Penggerak Mula Motor Bakar Torak, Edisi III, Penerbit ITB, Bandung, 1980