

ANALISIS TIDAK NORMALNYA DIESEL ENGINE PEMBANGKIT LISTRIK (GENERATOR) SEHINGGA MENGAKIBATKAN BLACK OUT DI MT.ELEANOR 1

Jaika upa paseru¹⁾ Abu bakar²⁾ Syarisal³⁾

Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
Jalan Tentara Pelajar No. 173 Makassar, Kode pos. 90172
Telp. (0411) 3616975; Fax (0411) 3628732
E-mail: pipmks@pipmakassar.com

ABSTRAK

Jaika Upa Paseru, 2018, Analisis Tidak Normalnya Diesel Engine Pembangkit Listrik (Generator) Sehingga Mengakibatkan Black Out di MT.Eleanor 1, (Dibimbing oleh Abu bakar dan Syarisal). Black out adalah suatu keadaan dimana listrik mengalami suatu gangguan atau masalah yang terjadi akibat kelebihan, ketidak mampuan suatu tegangan listrik dan arus yang mengalir terlalu tinggi atau besar. Black Out itu terdiri atas 2 (dua) yaitu kelebihan tegangan dan kekurangan tegangan, apabila terjadi black out maka tidak ada satupun peralatan listrik yang dapat berfungsi dengan baik. Adapun tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui faktor-faktor penyebab terjadinya Black out generator pada diesel engine. Penelitian ini dilaksanakan di atas kapal MT.Eleanor 1, salah satu kapal yang dimiliki oleh PT.BAHARI NUSANTARA Selama 12 Bulan dari bulan Desember 2015 sampai Desember 2016. Sumber data yang digunakan adalah data primer yang diperoleh dari hasil pengamatan dengan cara observasi langsung di lokasi penelitian serta data diperoleh dari literatur dan dokumen-dokumen kepustakaan yang berkaitan dengan judul skripsi. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa pemakaian beban yang berlebihan dapat mengakibatkan terjadinya Black Out generator pada Diesel Engine. Adapun faktor-faktor yang menyebabkan beban berlebihan yaitu antara lain: Akibat beban yang bekerja terus-menerus, beban terputus-putus, tegangan lebih, serta pemakaian listrik yang kurang efisien.

Kata kunci : *Tegangan, Beban, Listrik*

1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Mesin diesel diciptakan oleh Rudolf Christian Karl Diesel. Rudolf lebih dikenal dengan sebutan Rudolf Diesel, yang lahir pada tanggal 18 maret 1858 di paris. Mesin diesel juga digunakan sebagai mesin penggerak utama diatas kapal. Keberadaan motor diesel diatas kapal amat penting, dimana motor diesel dalam operasinya ditujukan untuk kelancaran operasional pelayaran.

Setiap kapal harus memiliki sumber tenaga listrik yang sanggup menyediakan energi yang cukup untuk peralatan listrik yang dibutuhkan dalam setiap kondisi. Peralatan-peralatan seperti pompa, compressor, instalasi penerangan dan lain-lain membutuhkan suplai sumber listrik agar mampu bekerja sesuai dengan fungsinya masing-masing. Kebutuhan listrik tentu sebanding dengan biaya yang dikeluarkan untuk bahan bakar generator. Semakin tinggi kebutuhan listrik yang diharus disediakan maka biaya yang dikeluarkan untuk bahan bakar generator juga semakin besar.

Kebutuhan akan listrik di atas kapal akan sangat terasa sekali pada saat malam hari kapal berlayar dan ketika kapal *manouver/sandar* di pelabuhan. Pemakaian akan naik beberapa kali lipat, sehingga di perlukan sebuah generator yang handal dan efisien untuk menagani kebutuhan listrik tersebut.

Regulasi juga menetapkan bahwa letak ruang ESEP (*Emergency Source of Electrical Power*) harus berada di atas geladak menerus teratas dan harus mudah dicapai dari geladak terbuka dan tidak boleh ditempatkan di depan sekat tubrukan karena sumber listrik darurat harus terlindung dari kebocoran ataupun keadaan darurat lainnya saat kapal berada dalam kondisi black out. Hal ini menyebabkan waktu yang dihabiskan ABK untuk mengaktifkan sumber listrik darurat akan sangat lama apabila sistem pengaktifkan dilakukan secara manual karena letak ruang ESEP (*Emergency Source of Electrical Power*) yang berada jauh

dari kamar mesin.

Menurut sumber referensi yang penulis baca pada tanggal 02 oktober 2010 terjadi *black out* pada sebuah kapal yang ditempatkan dekat dengan *platform* pengeboran yang disebabkan oleh pencemaran air dari bahan bakar dan terjadi tak lama setelah beralih dari suatu tanki ke tangki yang lain. Dan juga Pada tanggal 10 juni 2016 jam 10.00 pada saat berada di daerah Situbondo dan kapal sedang STS (*Ship to Ship*) di kapal MT.PERTAMINA GAS1 penulis mengalami *black out* akibat tingginya pemakaian beban.

Berdasarkan alasan tersebut diatas maka penulis memilih judul

“Analisis Tidak Normalnya Diesel Engine Pembangkit Listrik (Generator) Sehingga Mengakibatkan Black Out Di MT. Eleanor 1”

Berdasarkan pada latar belakang kejadian dan rumusan masalah di atas yaitu: Berdasarkan dari uraian latar belakang diatas, penulis merumuskan masalah yaitu faktor –faktor yang menyebabkan terjadinya black out pada generator yaitu :

1. Banyaknya pemakaian beban sehingga mengakibatkan *black out*.
2. Proses pembakaran yang kurang sempurna sehingga mengakibatkan *black out*

2.TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Generator

Menurut data dari <http://industri3601.Wordpress.com>. Generator adalah suatu alat/sistem yang dapat mengubah tenaga mekanis menjadi tenaga listrik. Generator arus bolak balik sering disebut juga generator sinkron. Prinsip kerja generator berdasarkan Hukum Faraday induksi *elektro magnetic* yaitu bila suatu konduktor di gerakkan dalam medan magnet, maka akan membangkitkan gaya gerak listrik. Kontruksi generator sinkron terdiri dari Stator dan Rotor. Stator adalah bagian yang diam sedangkan rotor adalah bagian yang

bergerak. Generator dibutuhkan untuk operasi kapal seperti menjalankan motor-motor listrik untuk mesin kemudi, pompa, kompresor udara, penerangan, pemanas, dll.

B. Prinsip Kerja Generator

Torak yang bergerak translasi (bolak-balik) didalam silinder dihubungkan dengan pena engkol dari poros engkol yang berputar pada bantalannya, dengan perantaraan batang penggerak atau batang penghubung. Torak yang begerak dari TMB bergerak ke TMA, udara bilas masuk dan menekan gas sisa pembakaran keluar cylinder beberapa saat sebelum TMA katup buang tertutup dan udara terkompresi. Setelah udara terkompresi kurang lebih dari 10 drajat sebelum TMA injector menyemprotkan bahan bakar berupa kabut (sistem pengabutan) sehingga terjadi pembakaran.

C. Stabilitas Sistem Tenaga

Menurut Buku Tugas Akhir (2008) Analisis kontingen Sistem Kelistrikan Sulawesi Selatan Dan Barat. Kestabilan sistem tenaga listrik didefinisikan sebagai kemampuan dari sistem untuk menjaga kondisi operasi yang seimbang dan kemampuan sistem tersebut untuk kembali kekondisi operasi normal ketika terjadi gangguan. Sedangkan ketidakstabilan sistem dapat terjadi dalam berbagai bentuk, tergantung dari konfigurasi sistem dan model operasinya. Sistem akan masuk pada kondisi ketidak stabilan tegangan ketika terjadi gangguan, peningkatan beban atau pada saat terjadi perubahan kondisi sistem yang disebabkan oleh drop tegangan yang tidak terkontrol.

Penyebab utama ketidakstabilan tenaga adalah ketidak mampuan sistem tenaga untuk memenuhi permintaan daya reaktif. Masalah kestabilan yang biasa terjadi adalah masalah beban lebih, berkurangnya pasokan daya reaktif yang pada akhirnya akan menempatkan sistem pada kondisi *voltage collapse* dan akan terjadi kemungkinan terburuk yaitu terjadinya *black out*. Kestabilan tegangan biasanya saat terjadi gangguan besar (termasuk kenaikan

beban/transfer daya yang sangat besar). Tegangan akan mengalami osilasi, dan terjadi ketidakstabilan siste control.

D. Pengertian Black Out

Menurut data yang diperoleh dari <http://www.blackoutelectric.com> *Black out* (tidak nampak sama sekali) adalah suatu keadaan dimana listrik mengalami suatu gangguan atau masalah yang terjadi akibat kelebihan, ketidak mampuan suatu tegangan listrik dan arus yang mengalir terlalu tinggi atau besar. *Black out* itu terdiri atas 2 (dua) yaitu kelebihan tegangan dan kekurangan tegangan, apabila terjadi *black out* maka tidak ada satupun peralatan listrik yang dapat berfungsi dengan baik.

Dimana apabila terjadi kelebihan tegangan maka akan mengalami suatu gangguan, yang di sebabkan karena ketidak sanggupan dari suatu penampang kawat yang memiliki batas tahanan (OHM). Dimana masalah ini biasanya disebut dengan *Black Out*.

E. Mesin Diesel

Menurut data yang di peroleh dari <http://www.mesindiesel.com>. Mesin diesel adalah *motor bakar pembakaran dalam*, yang menggunakan panas kompresi untuk menciptakan penyalakan membakar bahan bakar yang telah diinjeksikan kedalam ruang bakar. Mesin ini tidak menggunakan busi seperti bensin atau mesin gas. Prinsip kerja mesin diesel adalah merubah energy kimia menjadi energi mekanis. Energi kimia didapatkan melalui proses reaksi kimia (pembakaran) dari bahan bakar (solar) dan oksidiser (udara) didalam silindaer (ruang silindaer).

3. METODE PENELITIAN

A. Tempat Penelitian

Adapun tempat dilaksanakannya penelitian oleh penulis yakni di MT.ELEANOR 1 salah satu kapal *Gas carrier* yang memiliki kompresor

cargo yang digunakan untuk bongkar gas.

MT.ELEANOR 1 merupakan salah satu kapal yang dimiliki oleh PT.BAHARI NUSANTARA Kapal tersebut memiliki dua unit mesin generator sebagai mesin pembangkit tenaga listrik dan satu unit lagi mesin untuk keadaan darurat atau *emergency* yang digerakkan oleh mesin diesel dalam rangka menunjang kelancaran kegiatan operasional di atas kapal yang membutuhkan penyuplai tenaga listrik.

B. Spesifikasi kapal

Berikut ini merupakan data-data spesifikasi kapal (ship particular) Yang penulis peroleh selama melakukan penelitian di MT.ELEANOR 1

SHIP PARTICULAR MT.ELEANOR 1

NAME OF VESSEL	:	MT.ELEANOR 1
TYPE OF VESSEL	:	GAS CARRIER
DATE OF LAUNCHING	:	27 JULY 1990
DATE DELIVERED	:	17 TH DECEMBER 1990
GROSS TONNAGE	:	3,415.00 TONS
NET TONNAGE	:	1,025.00 TONS
DEADWEIGHT	:	4,316.32 TONS
FULL LOAD DISPLACEMENT	:	6,425.64 TONS
L.O.A	:	99,60 METERS
L.B.P	:	92,04 METERS
BREADTH	:	15,80 METERS
DEPTH	:	7,30 METERS
MAXIMUM DRAFT	:	5,75 METERS
AIR DRAFT	:	33,92 METERS

SERVICE SPEED	: 12,50 KNOTS
MAIN ENGINE	: AKASAKA DIESEL
	3,300 PS x 195 RPM / TOTAL
	POWER 2425 KW
I.F.O CAPACITY	: 445.70 M3
D.O CAPACITY	: 79.53 M3
CARGO TANK CAPACITY	: 3,206.583M3 (NO.1)
	TK:1603.223M3/ NO.2TK :
1603.359 M3	
CARGO TANK TYPE	: INDEPENDENT
	CYLINDRICAL TYPE
CARGO TANK MATERIAL	: CARBON MANGANESE
CARGO PUMP CAPACITY	: DEEP WEEL PUMPS, 2 x 300
	M3 / HR (LPG)
CARGO LINE " LIQUID & VAPOUR L	: LIQUID 8"-VAPOUR 5.TYPE
	ANSI / ASA 300 PSI
CARGO COMPRESSOR	: VERTICAL SINGLE BORE
	DOUBLE ACTION TYPE, 2 x
	476 M3/HR
MANIFOLD DISTANCE FROM BOW	: 46,80 METERS
MANIFOLD DISTANCE FROM STERN	: 52,80 METERS
HEIGHT ABOVE DECK	: 0,80 METERS
LOADED	: 3,40 METERS
BALLAST	: 4,70 METERS
DISTANCE FROM SHIP'S SIDE	: 2,30METERS

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Analisis

Terjadinya *Black out* generator pada diesel engine berdasarkan hasil pengamatan penulis selama mengadakan Praktek Laut (PRALA) dapat diakibatkan oleh tegangan keluaran dari mesin diesel proses

pembakaran yang kurang sempurna oleh karena akibat kerja *nozzle* yang kurang baik.

Adapun data-data yang penulis dapatkan dari beberapa penyebab masalah yang timbul pada saat generator sesudah diberi beban sebelum terjadinya *black out* pada tanggal 19 juni 2016 pada saat berlabuh di makassar jam 16.00 pada saat pengambilan berdasarkan data yang di peroleh dari atas kapal MT.elanor 1 yaitu sebagai berikut :

Tabel 4.1 perhitungan beban daya listrik kapal MT.ELEANOR 1

Peralatan	Jumlah	Power (kw)	Berlayar	Meninggalkan pelabuhan
			Power (kw)	Power (kw)
1. Lighting and stop kontak				
a. Main Deck	1	6.015	3.603	3.603
b. Poop Deck	1	11.57	6.942	6.942
c. Deck A	1	4.64	2.754	2.764
d. Deck B	1	5.72	3.432	3.432
e. Engine Room	1	2.76	1.932	1.932

2. Nautical and safty				
a. Radio Equipment	1	0.15	0.075	0.075
b. Gyro Compass	1	0.12	0.054	0.054
c. Echo Sounder	1	0.05	0.025	0.04
d. Radar	1	0.7	0.09	0.09
e Gps	1	0.01	0.008	0.008

Sumber : MT.ELEANOR 1

Tabel 4.1a perhitungan beban daya listrik kapal MT.ELEANOR 1

Peralatan	Jumlah	Power (kw)	Sandar	Bongkar muat
			Power (kw)	Power (kw)
1. Lighting and stop kontak				
a. Main Deck	1	5.9	3.54	3.54
b. Poop Deck	1	12.1	3.26	6.942
c. Deck A	1	4.64	2.784	2.764
d. Deck B	1	5.72	3.432	3.432

e. Engine Room	1	2.76	1.932	1.932
2. Nautical and safty				
a. Radio Equipment	1	0.15		
b. Gyro Compass	1	0.12		
c. Echo Sounder	1	0.05		
d. Radar	1	0.7		
e Gps	1	0.01		

Sumber : MT.ELEANOR 1

Tabel 4.1b perhitungan beban daya listrik kapal MT.ELEANOR 1

Peralatan	Jumlah	Power (kw)	Berlayar	Meninggalkan pelabuhan
			Power (kw)	Power (kw)
1. Engine service				
a. Fresh water cooling pump	1	18.00	9.110	3.54
b. Salt water cooling pump	1	22.00	11.00	11.00
c. Air compresor	1	2.30	2.784	0.40

2. General service				
a. Fresh water pump	1	9.30	4.65	4.65
b. Sea water pump	1	9.30	4.75	4.75
c. Bilge pump	1	3.70	1.45	
d. Sewage pump	1	1.50	0.75	0.75
e. Ballast pump	1	22.00	11.00	11.00
f. Fire pump	1	22.00	1.10	

Sumber : MT.ELEANOR 1

Tabel 4.1c perhitungan beban daya listrik kapal MT.ELEANOR 1

Peralatan	Jumlah	Power (kw)	Sandar	Bongkar muat
			Power (kw)	Power (kw)
1. Engine service				
a. Fresh water cooling pump	1	18.00		
b. Salt water cooling pump	1	22.00		
c. Air compresor	1	2.30		
2. General service				

a. Fresh water pump	1	9.30	4.65	4.65
b. Sea water pump	1	9.30	4.75	4.75
c. Bilge pump	1	3.70	1.45	
d. Sewage pump	1	1.50	0.75	0.75
e. Ballast pump	1	22.00	11.00	11.00
f. Fire pump	1	22.00	1.10	14.30

Sumber :MT.ELEANOR 1

Dari pengambilan data ini dapat langsung di ketahui bahwa terjadi ketidak normalan pada diesel engine generator akibat tingginya pemakaian beban sehingga mengakibatnya permesinan yang menggunakan listrik tidak dapat berfungsi dengan baik dan selang waktu beberapa jam terjadilah *black out*. Dalam suatu operasi sistem tenaga listrik, terdapat banyak sekali kondisi yang mempengaruhi kinerja dari komponen-komponen yang ada didalamnya. Kondisi tersebut dapat berupa kondisi normal (berbeban, tanpa beban) dan juga kondisi tak normal (gangguan). Salah satu komponen sistem tenaga listrik yang kinerjanya berpengaruh jika sedang dalam kondisi gangguan adalah generator. Beberapa faktor yang menyebabkan proses ketidak normalan pada diesel generator yaitu:

1. Gangguan Listrik (Electrical Fault)

Jenis gangguan ini adalah gangguan yang timbul dan terjadi pada bagian-bagian listrik dari generator. Gangguan-gangguan tersebut antara lain :

1. Faktor ketidaksamaan (Diversity Factor)

Peralatan listrik diatas kapal memiliki karakteristik pembebanan yang spesifik dimana peralatan tersebut beroperasi tidak pada waktu penggunaan yang teratur dan secara bersamaan. Yang dimaksud dimaksud disini ialah peralatan tersebut jarang beroperasi

secara kontinyu pada periode tertentu secara bersamaan. Oleh karena itu adalah penting untuk memperhatikan faktor ketidaksamaan ini dalam perencanaan kapasitas generator.

Terdapat dua jenis pembebanan dalam pengoperasian peralatan listrik dikapal yaitu :

a. Beban yang bekerja terus-menerus (continues load) yaitu peralatan yang beroperasi secara kontinu pada kondisi pelayaran normal seperti lampu-lampu navigasi dan lain sebagainya.

b. Beban terputus-putus (intemiten load) yaitu peralatan yang beroperasi secara terputus-putus (periodic) pada kondisi pelayaran normal dengan periode waktu yang tidak tetap seperti pompa transfer bahan bakar, pompa air tawar, dan lain sebagainya.

2. Faktor beban (Load Factor) peralatan

Salah satu faktor yang penting dalam perencanaan kapasitas generator untuk mensuplay seluruh kebutuhan daya listrik di atas kapal adalah faktor beban. Factor beban didefinisikan sebagai perbandingan antara waktu bekerjanya peralatan pada suatu kondisi dengan total waktu aktifitas suatu kondisi

Tabel 4.1d perhitungan beban daya listrik kapal MT.ELEANOR 1

Equipment	Power	Sail (berlayar)
	Kw	Kw
• Electrical Part 1. Lighting and stop kontak	34,337	20,814

• Machinery Part		
1. Engine service	55,055	25,145
2. General service	40,8	19,8
• Hull Part		
1. Central AC system	5	3,5
2. Windlass	40	
3. Steering gear		
4. Capstan	103,5	72,45
	35	

Sumber : MT.ELEANOR 1

3. Hubung singkat 3 (Tiga) fasa

Terjadinya arus lebih pada stator yang dimaksud adalah arus lebih yang timbul akibat terjadinya hubungan singkat tiga fasa (three phase fault). Gangguan ini akan menimbulkan loncatan bunga api dengan suhu tinggi yang akan melelehkan belitan dengan resiko terjadinya kebakaran jika isolasi tidak terbuat dari bahan yang anti api (non flammable).

4. Tegangan lebih (Over Voltage)

Tegangan yang berlebihan melampaui batas maksimum yang diijinkan dapat berakibat tembusnya (Breakdown) desain isolasi yang akhirnya akan menimbulkan hubungan singkat antara belitan. Tegangan lebih dapat dimungkinkan oleh mesin putaran lebih (Overspeed) atau kerusakan pada pengatur tegangan otomatis (AVR).

5. Adanya gangguan di sistem akibat perubahan beban mendadak, switching, hubung singkat dan peristiwa yang cukup besar akan menimbulkan ketidakstabilan sistem. Apabila peristiwa ini cukup

lama dan melampaui batas-batas ketidak stabilan generator, generator akan kehilangan kondisi pararel. Keadaan ini akan menghasilkan arus puncak yang tinggi dan penyimpangan frekuensi operasi keluar dan yang seharusnya sehingga akan menyebabkan terjadinya stress pada belitan generator.

B. Pembahasan

1. Gangguan Listrik (*Electrical Fault*)

Gangguan listrik yang terjadinya sangat cepat tentunya tidak dapat diamati oleh mata manusia. Oleh sebab itu diperlukan peralatan khusus untuk mengamati gangguan tersebut. Selain itu titik pengecekannya juga tidak sembarang tetapi pada lokasi-lokasi tertentu yang dianggap sumber dari gangguan listrik tersebut. **peralataan yang digunakan untuk mendeteksi gangguan lisrik adalah :**

a) Osiloskop, relative mahal namun mempunyai respon yang sangat cepat dalam mendeteksi fluktuasi tegangan atau tegangan transien, bahkan noise pada jalur listrik dengan frekuensi tinggi. Kelemahannya adalah jika terjadi gangguan dibanyak tempat maka diperlukan beberapa teknisi untuk mengamati layar osiloskop.

b) Power line monitor, ini merupakan peralatan paling ideal karena murah, mempunyai respon yang cukup cepat dan dapat menyebabkan alarm jika terjadi gangguan sesuai dengan apa yang telah diprogramkan pada *power line monitor*. Pada *power line monitor* yang cukup canggih dapat mendeteksi perubahan frekuensi maupun tegangan transien yang mempunyai frekuensi sangat tinggi.

Kedua peralatan tersebut diatas mempunyai keuntungan dan kerugian masing-masing tetapi yang paling baik performanya

adalah *power line monitor*

1. Faktor ketidaksamaan (*Diversity Factor*)

Peralatan yang biasa digunakan sebagai solusi permasalahan tegangan naik/turun akibat faktor ketidaksamaan beban adalah *isolation transformer*. Transformator ini merupakan transformator yang mengisolasi antara supplai jalur listrik dengan peralatan listrik.

a. Beban yang bekerja terus-menerus (*continues load*)

Untuk peralatan yang sudah tidak digunakan harus dimatikan karena dapat menambah beban generator

b. Beban terputus-putus (*Intermiten load*)

Mengoptimalkan pemakaian peralatan listrik seperti pompa transfer bahan bakar, pompa air tawar, dan lain sebagainya.

2. Faktor beban (*Load faktor*)

Penggunaan peralatan listrik secara baik sehingga generator dapat mensuplai seluruh kebutuhan listrik di atas kapal lebih efisien

5. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Pengecekan dan perawatan pada panel listrik yang ada diatas kapal agar tidak terjadi arus pendek yang dapat menyebabkan *blackout*
2. Melakukan perawatan pada komponen mesin generator secara berkala untuk mencegah gangguan yang mungkin dapat mengakibatkan terjadinya pengoperasian kapal menjadi tidak lancar seperti pada saat bongkar muat, dan OHN.
3. Kurangnya kesadaran akan tanggung jawab perawatan terhadap komponen-komponen generator dan pengecekan panel listrik diatas kapal.

B. Saran

1. Untuk melakukan pengecekan dan perawatan pada panel listrik ditentukan oleh sumber daya manusia yang berpengalaman dan terampil serta memiliki manajemen kerja yang akurat.
2. Perawatan di atas kapal adalah sesuatu yang sangat penting, sehingga terhindar dari gangguan yang dapat mengakibatkan terjadinya pengoperasian kapal menjadi tidak lancar seperti pada saat bongkar muat, dan OHN.
3. Hendaknya melakukan familysasi sebelum mengangkat seorang masinis diatas kapal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Arismunandar, Wiranto dan Koichi Tsuda, 2008, ***Motor Diesel Putaran Tinggi***, Cetakan Kesebelas. Penerbit Pradnya Paramita, Jakarta.
- [2]. BPLPD Barombong 1982. ***Permesinan Kapal (Marine Engine) I***, Japan JICA.
- [3]. BPLPD Barombong 1982. ***Permesinan Kapal (Marine Engine) III***, Japan JICA.
- [4]. Maleev V.L me. DR. AM 1991, ***Operasi dan Pemeliharaan Mesin Diesel***, PT. Erlangga, Jakarta.
- [5]. Nur, Rusdi dan Suyuti, A.Muhammad, 1999, ***Analisis Pengaruh Tekanan Injektor Terhadap Kinerja Mesin Diesel***, Tugas Akhir UNHAS, Ujung Pandang.

- [6]. PIP Makassar 2006, ***Mesin Penggerak Utama***, Jakarta Departemen Perhubungan.
- [7]. Ridwan Muhammad 2010, ***Generator Arus Bolak-Balik (online)***, (<http://Teknik Dasar Generator>, diakses 15 April 2010).
- [8]. Ridwan Muhammad 2010, ***Mesin Diesel (online)***, (<http://Prinsip Kerja Mesin Diesel>, Diakses 15 April 2010).
- [9]. Suryatmo F. 1986, ***Teknik Listrik Arus Searah***, Jakarta PT. Bina Aksara.
- [10], Sumanto Drs. 1995, ***Mesin Arus Searah***, Jakarta PT. Andi Off set.
- [11]. Sukoco, M.Pd., dan Arifin Zainal, M.T. 2008, ***Teknologi Motor Diesel***, Bandung PT. Alfabeta.
- [12]. Suryatmo F. 1984, ***Teknik Listrik Motor dan Generator Arus Bolak Balik***, Bandung PT. Alumni.
- [13]. Van Maanen P.1983, ***Motor Diesel Kapal***, Jilid I, Jakarta. Erlangga