

KARYA ILMIAH TERAPAN

**OPTIMALISASI PENGABUTAN *INJECTOR* GUNA
MENUNJANG OPERASIONAL MESIN INDUK
DI KM. FAJAR BAHARI III**



Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan
Program Studi Diploma III Pelayaran
(Diklat Pelaut Tingkat III Pembentukan)

FARHAN AGUS
NIT.123305201011
AHLI TEKNIKA TINGKAT III

PROGRAM STUDI DIPLOMA III PELAYARAN TEKNOLOGI NAUTIKA
POLITEKNIK PELAYARAN SUMATERA BARAT
TAHUN 2023

	POLITEKNIK PELAYARAN SUMATERA BARAT	No. Dokumen	: FR-PRODI- TN-25
		Tgl. Ditetapkan	: / /2023
		Tgl. Revisi	: -
		Tgl. Diberlakukan	: / /2023
		PERNYATAAN KEASLIAN	

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : FARHAN AGUS

NIT : 123305201011

Program Studi : Teknologi Nautika

Menyatakan bahwa Karya Ilmiah Terapan yang saya tulis dengan Judul :

“OPTIMALISASI PENGABUTAN *INJECTOR* GUNA MENUNJANG
OPERASIONAL MESIN INDUK DI KM. FAJAR BAHARI III“

merupakan karya asli seluruh ide yang ada dalam Karya Ilmiah Terapan tersebut, kecuali tema dan yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide saya sendiri.

Jika pernyataan di atas terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik pelayaran Sumatera Barat.

Padang Pariaman, 30 Januari 2024


 E9322AKX628667664

FARHAN AGUS

	POLITEKNIK PELAYARAN SUMATERA BARAT	No. Dokumen	: FR-PRODI- TN-25	
		Tgl. Ditetapkan	: / /2023	
		Tgl. Revisi	: -	
		Tgl. Diberlakukan	: / /2023	
		PENGESAHAN KARYA ILMIAH TERAPAN		

JUDUL

OPTIMALISASI PENGABUTAN *INJEKTOR* GUNA MENUNJANG OPERASIONAL
MESIN INDUK DI KM. FAJAR BAHARI III

Disusun Oleh:

FARHAN AGUS

NIT.123305201011

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI NAUTIKA

Telah dipertahankan di depan penguji Karya Ilmiah Terapan

Politeknik Pelayaran Sumatera Barat

Pada tanggal,

Menyetujui:

Penguji I

(IWAN KURNIAWAN, M.Pd, M.Mar.E.)

NIP. 19710215 199709 1 001

Penguji II

(MELDA YANTI, S.Pd., M.Si)

NIP. 19920430 202321 2039

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknologi Nautika

(MARKUS ASTA PATMA NUGRAHA, Si.T, M.T.)

NIP.19841209 200912 1 003

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya ucapkan kepada Allah SWT yang mana telah memberikan rahmat dan karunia-nya pada saya sehingga saya dapat menyelesaikan karya ilmiah ini dengan judul “Optimalisasi Pengabutan *Injector* Guna Menunjang Operasional Mesin Induk Di KM. Fajar Bahari III”. Dengan ini dapat memberikan informasi tentang pengabutan *injector* guna menunjang operasional mesin induk yang tidak berjalan dengan baik.

Harapan saya dapat memberikan informasi ini kepada semua orang tentang pengabutan *injector* guna menunjang operasional mesin induk di kapal KM. Fajar Bahari III. Saya menyadari karya ilmiah ini belum sempurna, karena ini berikan kritik dan saran hingga saya dapat membangun karya ilmiah yang lebih baik lagi.

Akhir kata saya ucapkan terima kasih kepada semua pihak, artikel dan buku pedoman yang telah membantu sehingga karya ilmiah ini dapat terselesaikan, antara lain kepada:

1. Bapak Dr. H. Irwan, S.H., M.Mar.E. selaku Direktur Politeknik Pelayaran Sumatera Barat.
2. Bapak Markus Asta Patma Nugraha, S.Si.T., M.T. selaku Ketua Prodi Teknologi Nautika Politeknik Pelayaran Sumatera Barat.
3. Bapak Sarifuddin, M.Pd., M.Mar.E. selaku Dosen Pembimbing Materi Karya Ilmiah Terapan atas arahan dan bimbingannya.
4. Bapak Naf'an Arifian, S.Psi., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Metodologi Penelitian yang telah meluangkan waktunya.

5. Bapak dan Ibu Dosen Politeknik Pelayaran Sumatera Barat yang telah memberikan ilmu kepada taruna selama menempuh pendidikan di Politeknik Pelayaran Sumatera Barat.
6. Perusahaan Fajar Bahari Nusantara yang telah memberikan saya kesempatan untuk melakukan penelitian dan praktek laut serta membantu penulisan Karya Ilmiah ini.
7. Kedua orang tua saya tercinta yakni Bapak Agustiar Zaini dan Ibu Sumarni Syahril yang telah meluangkan waktunya.
8. Seluruh Taruna-Taruni Politeknik Pelayaran Sumatera Barat yang telah membantu dalam memberikan semangat dalam penyelesaian Karya Ilmiah Terapan ini, khususnya angkatan V.
9. Seluruh *crew* kapal KM. Fajar Bahari III yang telah membimbing penulis saat melaksanakan praktek laut.

Demikian, semoga karya ilmiah terapan ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat meningkatkan keselamatan pelayaran.

Padang Pariaman, 31 Januari 2024

FARHAN AGUS

NIT. 123305201011

ABSTRAK

Agus, Farhan, 2023. “Optimalisasi pengabutan *Injector* Guna Menunjang Operasional Mesin Induk Di KM. Fajar Bahari III”. Karya Ilmiah Terapan. Program Studi Teknologi Nautika, Program Diploma III, Politeknik Pelayaran Sumatera Barat. Pembimbing I: Sarifuddin, M.Pd., M.Mar.E. Pembimbing II: Naf'an Arifian, S.Psi., M.Sc.

Injector adalah alat untuk menyemprotkan bahan bakar ke dalam ruang bakar dengan cara mengubah partikelnya menjadi kabut. Agar pengabutan bahan bakar dapat mengabut dengan baik, maka harus selalu diadakan perawatan pada *injector* sehingga pengabutan *injector* pada mesin induk menjadi optimal.

Penelitian ini menggunakan metode pendekatan deskriptif kualitatif. Metode pengumpulan data menggunakan metode observasi, metode wawancara dan metode dokumentasi.

Hasil penelitian yang diperoleh oleh peneliti terhadap *injector* pada mesin induk yaitu pengabutan *injector* tidak bekerja optimal dikarenakan terjadinya kerusakan pada komponen *injector* seperti *spring* dan *nozzle needle*, tersumbatnya lobang-lobang pengabutan dikarenakan kualitas bahan bakar yang kotor dan *running hours injector* yang sudah mencapai limit sehingga menyebabkan kurang optimalnya pengabutan *injector* pada mesin induk.

Kata Kunci: Optimalisasi, pengabutan, *injector*, mesin induk, perawatan dan kualitatif

ABSTRACT

Agus, Farhan, 2023. "Optimizing Injector Fogging to Support Main Engine Operations at KM. Fajar Bahari III". Applied Scientific Work. Teknologi Nautika Study Program, Diploma III Program, Marchine Polytechnic West Sumatera. Supervisor I: Sarifuddin, M.Pd., M.Mar.E. Supervisor II: Naf'an Arifian, S.Psi., M.Sc.

An injector is a tool for spraying fuel into the combustion chamber by turning the particles into mist. In order for the fuel to be fogged properly, maintenance must always be carried out on the injectors so that the injector fogging on the main engine is optimal.

This research uses a qualitative descriptive approach method. Data collection methods use observation methods, interview methods and documentation methods.

The results of the research obtained by the researcher on the injector on the main engine were that the injector did not work optimally due to damage to the injector components such as the spring and nozzle needle, clogged injector nozzles were caused by dirty fuel quality and injector running hours had reached the limit, causing less than optimal fogging of the injector in the main engine.

Keywords: Optimization, fogging, injector, main engine, maintenance and qualitative

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Batasan Masalah.....	4
1.3 Rumusan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Review Penelitian Sebelumnya.....	7
2.2 Landasan Teori.....	9
2.3 Kerangka Penelitian.....	29
BAB 3 METODELOGI PENELITIAN.....	31

3.1 Jenis Penelitian.....	31
3.2 Lokasi Penelitian.....	32
3.3 Sumber Data Penelitian.....	32
3.4 Teknik Pengumpulan Data.....	33
3.5 Instrumen Penelitian.....	36
3.6 Pemilihan Informan.....	37
3.7 Teknik Analisis Data.....	34
BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	40
4.1 Gambar Umum Lokasi Dan Objek Penelitian.....	40
4.2 Hasil Penelitian.....	42
4.3 Pembahasan.....	52
BAB 5 PENUTUP.....	65
5.1 Kesimpulan.....	65
5.2 Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Informan Kunci.....	38
Tabel 4.1 Spesifikasi Mesin Induk.....	41
Tabel 4.2 Data <i>Injector</i> Pada <i>Manual Book</i>	43
Tabel 4.3 Tanggal pengambilan data rata-rata M/E S dan <i>injector</i> No. 5	43
Tabel 4.4 Wawancara.....	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Memeriksa Pengabutan <i>Injector</i>	11
Gambar 2.2 Sistem Bahan Bakar.....	13
Gambar 2.3 Komponen <i>Injector</i>	15
Gambar 2.4 Turbin Uap.....	17
Gambar 2.5 <i>Diesel Engine</i>	18
Gambar 2.6 Siklus Motor 4 Langkah.....	22
Gambar 2.7 Siklus Motor 2 Langkah.....	25
Gambar 4.1 KM. FAJAR BAHARI III.....	40
Gambar 4.2 Mesin Induk KM. FAJAR BAHARI III.....	41
Gambar 4.3 Cup Cylinder Head M/E No. 5 Dan <i>Injector</i> M/E S No. 5.....	43
Gambar 4.4 Hasil <i>Test Injector</i>	47
Gambar 4.5 <i>Running Hours</i> M/E S.....	48
Gambar 4.6 <i>Log Book</i>	51
Gambar 4.7 <i>Spring</i> dan <i>Nozzle</i>	55
Gambar 4.8 <i>Test Injector</i>	60
Gambar 4.9 Filter Bahan Bakar.....	62

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I. Draft wawancara.....	71
Lampiran II. Wawancara <i>Chief Engineer</i>	72
Lampiran III. Wawancara <i>First Engineer</i>	76
Lampiran IV. Lembar Observasi Pelaksanaan Praktek Laut.....	80
Lampiran V. Lembar Aspek Observasi Pelaksanaan Praktek Laut.....	81
Lampiran VI. <i>Crew List</i>	82
Lampiran VII. <i>Injector</i>	83
Lampiran VIII. <i>Engine Log Book</i>	84
Lampiran IX. <i>Ship Particular</i>	89
Lampiran X. Sertifikat Manajemen Keselamatan.....	90
Lampiran XI. Sertifikat Klasifikasi Mesin.....	91
Lampiran XI. Piping Diagram Sistem Bahan Bakar.....	92
Lampiran XI. Piping Diagram Siklus Kerja <i>Injector</i>	93
Lampiran XI. PMS Pada <i>Injector</i>	94

DAFTAR SINGKATAN

KM	: Kapal Motor.....	7
PMS	: <i>Planned Maintenance System</i>	8
RPM	: <i>Rotation Per Minute</i>	9
TMA	: Titik Mati Atas.....	22
TMB	: Titik Mati Bawah.....	22
KKM	: Kepala Kamar Mesin.....	34
MPa	: Megapascal.....	41
mm	: Milimeter.....	41
m/s	: Meter Per Sekon.....	41
Kw	: <i>Kilowatt</i>	41
°C	: Derajat <i>Celcius</i>	41
kg/cm^2	: Kilogram Per Sentimeter Persegi.....	43
cSt	: <i>Centistokes</i>	43
1/E	: <i>First Engineer</i>	45

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transportasi adalah alat yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Transportasi sangat penting bagi dunia perdagangan maupun sebagai alat perpindahan satu tempat ke tempat lainnya. Salah satu sarana transportasi yang sangat penting bagi perdagangan dan sebagai alat perpindahan dari satu tempat ke tempat lainnya yang menyangkut lingkup *domestic* maupun internasional adalah kapal laut. Sarana ini sangat efisien dan biaya yang dikeluarkan sangat ekonomis. Maka dari itu dalam hal ini dibutuhkan kapal yang sangat baik agar dalam perdagangan dan pelayanan transportasi laut berjalan lancar. Jadi kita harus memperhatikan peralatan yang ada di kapal salah satunya adalah mesin induk.

Mesin induk adalah mesin utama bagi kapal agar bisa berjalan dan di dalam mesin induk ada alat yang amat penting yaitu *injector*. *Injector* merupakan salah satu komponen utama dalam sistem bahan bakar diesel. *Injector* berfungsi untuk menyemprotkan bahan bakar ke dalam ruang bakar. *Injector* terdiri atas *nozzle body* dan *needle*. *Injector* menyemprotkan bahan bakar dari pompa injeksi ke dalam silinder dengan tekanan tertentu untuk mengabutkan bahan bakar secara merata. Tekanan *injector* dapat disetel dengan mengganti *adjusting shim* atau dengan menambah atau mengurangi putaran pada *adjusting screw*. Secara umum fungsi *injector* adalah

menyemprotkan bahan bakar ke dalam silinder sesuai dengan kebutuhan, mengabutkan bahan bakar, mendistribusikan bahan bakar untuk mendapatkan pembakaran yang sempurna.

Menurut Ashari, A., Wahab, A., & Junaedi, E. M. (2016), *injector* menerima bahan bakar bertekanan tinggi dari pompa injeksi dan menyemprotkannya ke dalam ruang pembakaran. Saat tekanan bahan bakar yang dipompakan oleh injeksi menjadi lebih besar daripada beban pegas tekan pada *injector*, maka tenaganya mendorong jarum atau *nozzle* ke atas. Hal ini menyebabkan pegas tekan menjadi mampat dan bahan bakar dapat disemprotkan ke ruang pembakaran. Tekanan injeksi dapat disetel dengan cara membedakan ketebalan *shim* penyetel, yang secara efektif mengubah beban pada pegas tekan dan bila tekanan pada *oil pool* naik, ini akan menekan permukaan *nozzle needle*. Bila tekanan ini melebihi tegangan pegas, maka *nozzle needle* terdorong ke atas dan menyebabkan *nozzle* menyemprotkan bahan bakar.

Menurut Karyanto, E. (2000), penghamburan dari bahan bakar ke dalam udara yang bersuhu tinggi, menyebabkan bahan bakar menguap dan membentuk gas dan selanjutnya bahan bakar berubah menjadi gas akan terbakar. Pembakaran bahan bakar akan menimbulkan panas yang sangat tinggi, dan panas yang tinggi akan memiliki tenaga tekanan yang sangat besar.

Injector ini memiliki peranan yang sangat penting dalam mendukung proses pembakaran pada motor diesel. Jika hal ini mengalami kerusakan atau

injector tidak bekerja dengan baik maka akan menimbulkan dampak terhadap suhu gas buang pada mesin, oleh karena itu *injector* harus dijaga agar tetap bekerja sebagaimana mestinya.

Agar *injector* dapat bekerja dengan maksimal, diperlukan perawatan yang intensif sesuai dengan *running hours* pada *manual book* dalam hal pengecekan pada setiap komponennya, apakah masih bekerja dengan baik atau bahkan telah terjadi penurunan dan mengalami kerusakan. Pengecekan tersebut antara lain membersihkan *nozzle* dari kotoran menggunakan pembersih kotoran dan karat, pengetesan *injector* sesuai dengan tekanan pada *manual book*, membersihkanudukan *injector* dari kotoran. Perawatan ini sangat diperlukan agar kerja *injector* dapat terkontrol dengan baik dan dapat menghindari kerusakan yang mungkin terjadi.

Ketika *injector* pada mesin diesel induk tidak dapat berfungsi secara optimal pasti akan mengakibatkan adanya masalah yang menyebabkan pembakaran bahan bakar terganggu sehingga menjadi tidak maksimal. Pengetahuan tentang cara merawat dan memperbaiki *injector* pada mesin diesel induk penting untuk dipelajari. Studi yang relevan dengan *injector* pada mesin diesel induk terdapat dalam penelitian yang dilakukan oleh Pudiang, G. A. (2022). Masalah yang ditemukan dalam studi tersebut adalah tidak adanya prosedur PMS (*Planned maintenance system*) yang jelas di atas kapal, tercampurnya bahan bakar dan pelumas, terdapatnya kotoran-kotoran kecil sehingga menutupi lubang *nozzle* dan berpengaruh pada tenaga mesin di MT. LPG ONE. Dampak yang ditimbulkan dari kurangnya perawatan pada

injector adalah *O-ring* patah sehingga merusak saluran oli, *Spring* (pegas) kendor atau tekanan melemah dan lubang pengabut tersumbat. Sehingga mengakibatkan kurangnya tenaga pada mesin induk, pengabutan kurang maksimal dan buruknya pembakaran pada mesin induk.

Meninjau tentang keterangan di atas maka dipandang penting untuk melakukan penelitian ini dengan mengambil judul karya ilmiah terapan “Optimalisasi Pengabutan *Injector* guna Menunjang Operasional Mesin Induk di KM. Fajar Bahari III”.

1.2 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah, terfokus, dan menghindari pembahasan menjadi terlalu luas, maka penulis perlu membatasinya, penulis melakukan penelitian selama satu tahun di atas KM. Fajar Bahari III tentang analisa kerja pengabutan *injector* pada mesin induk yang tidak optimal.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dikemukakan di atas, maka terlebih dahulu penulis menentukan pokok-pokok permasalahan untuk selanjutnya penulis rumuskan menjadi rumusan masalah guna memudahkan dalam ruang lingkup pembahasan pada bab-bab berikutnya. Adapun permasalahan yang akan penulis bahas adalah sebagai berikut:

1. Apa faktor yang menyebabkan pengabutan *injector* pada mesin induk kurang optimal ?
2. Apa dampak yang ditimbulkan oleh pengabutan *injector* yang kurang optimal ?

3. Apa upaya yang dilakukan agar pengabutan *injector* bekerja secara optimal ?

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui faktor apa saja yang mempengaruhi pengabutan *injector* sehingga tidak bekerja secara optimal.
2. Untuk mengetahui dampak apa yang di sebabkan di dalam maupun di luar kapal.
3. Untuk mengetahui cara penanganan terhadap pengabutan *injector* yang tidak bekerja secara maksimal.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh setelah melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1.5.1 Manfaat Teoritis

- a. Sebagai tambahan wawasan dan pengetahuan bagi penulis untuk kedepannya yang bisa digunakan atau diaplikasikan dalam dunia kerja.
- b. Sebagai sumbangan pemikiran dalam hal dampak permasalahan kerja *injector* pada mesin diesel generator terhadap proses pembakaran di kapal.

1.5.2 Manfaat Praktis

- a. Bagi crew di atas kapal. Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai bahan informasi, evaluasi dan masukan tentang

kerja *injector* pada mesin induk terhadap proses pembakaran di kapal.

- b. Bagi taruna. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dan masukan untuk meningkatkan pemahaman mengenai kerja *injector* pada mesin induk terhadap proses pembakaran di kapal.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 REVIEW PENELITIAN SEBELUMNYA

Bagian berikut ini menjelaskan beberapa penelitian sebelumnya terkait Optimalisasi Pengabutan *Injector* Guna Menunjang Operasional Mesin Penggerak Utama Di KM. Fajar Bahari III.

Penelitian yang dilakukan oleh Herlina, Y., Dika P.G., & Waspodo, F. (2019), tentang mengamati Turunnya Kinerja Injektor Motor Induk Di Kapal KM. Zaisan Star II PT. Zaisan Citra Mandiri. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini bahwa kurang sempurnanya proses pembakaran di dalam silinder mesin penggerak utama yang disebabkan oleh tidak mengganti *nozzle injector* bahan bakar yang sudah melewati jam kerjanya dan kurang terencanaanya perawatan pada *injector* bahan bakar mesin penggerak utama. Jadwal pelayaran yang sangat padat mengakibatkan jam kerja dari *injector* bahan bakar menjadi cepat. Awak kapal pun sulit mencari waktu luang untuk melakukan perawatan pada *injector* bahan bakar sesuai buku manual karena kondisi dari KM. Zaisan Star II yang sering mengalami masalah pada pesawat pada *injector* bahan bakar. Hal ini mengakibatkan cadangan *injector* bahan bakar yang siap digunakan menjadi lebih sedikit.

Sedangkan menurut penelitian yang dilakukan oleh Halimah, D.N. (2020), tentang Optimalisasi Perawatan Injektor Guna Menunjang Performa Diesel Generator di MT. Serang Jaya. Faktor yang menyebabkan kurang

optimalnya perawatan *injector* diesel generator di MT. Serang Jaya adalah tidak adanya prosedur PMS (*Planned maintenance system*) yang jelas di atas kapal, dan kualitas bahan bakar yang kurang bagus seperti adanya kotoran dan kandungan air pada bahan bakar dan *nozzle*, *spring* yang sudah rusak. Dampak yang ditimbulkan dari kurang optimalnya perawatan pada *injector* diesel generator mengalami kerusakan, pengabutan menjadi tidak sempurna dan tenaga pada mesin diesel generator tidak maksimal. Upaya untuk menanggulangi kurang optimalnya perawatan *injector* diesel generator di MT. Serang Jaya adalah dengan cara melakukan perawatan sesuai dengan PMS (*Planned maintenance system*) yang terdapat pada *manual book*, *nozzle*, *spring* yang sudah rusak dan meningkatkan tanggung jawab masinis terhadap mesin diesel generator.

Perbedaan penelitian di atas dengan penelitian yang saya lakukan di KM. Fajar Bahari III yaitu, penelitian saya mengenai tentang Optimalisasi Pengabutan *Injector* Guna Menunjang Operasional Mesin Penggerak Utama Di KM. Fajar Bahari III. Penelitian ini akan meneliti mengenai faktor yang menyebabkan pengabutan *injector* menjadi kurang optimal, dampak yang akan ditimbulkan dari masalah yang terjadi, dan upaya apa yang akan dilakukan agar pengabutan *injector* menjadi optimal kembali. Perbedaan metode penelitian penulis dengan penelitian yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya yaitu penulis akan menggunakan metode kualitatif dengan teknik pengambilan data secara observasi disertai dengan pengukuran kuantitatif dan mengumpulkan data-data lain yang berkaitan dengan kinerja *injector*, seperti

melakukan *injector test*, mengumpulkan data *running hours injector*, mengumpulkan data RPM (*rotation per minute*) dari mesin induk, dan mengumpulkan data *exhaust gas* pada silinder head yang bermasalah atau tidak sesuai dengan *manual book*. Data tersebut nantinya akan dijadikan sebagai sumber data penelitian saya. Sehingga ini membedakan dengan data penelitian di atas yang tidak melakukan pengambilan data kinerja *injector* dan mesin induk.

2.2 LANDASAN TEORI

2.2.1 Optimalisasi

Menurut Departemen Pendidikan Nasional (2012), bahwa optimalisasi berasal dari kata optimal artinya terbaik atau tertinggi. Optimalisasi menurut istilah adalah usaha memaksimalkan kegiatan sehingga mewujudkan keuntungan yang diinginkan atau dikehendaki.

Dengan demikian, maka kesimpulan dari optimalisasi adalah sebagai upaya, proses, cara, dan perbuatan untuk menggunakan sumber-sumber yang dimiliki dalam rangka mencapai kondisi yang terbaik, paling menguntungkan dan paling diinginkan dalam batas-batas tertentu dan kriteria tertentu.

Optimalnya *injector* dalam hal ini dapat kita lihat dari berbagai faktor utama yang mempengaruhinya. Seperti tekanan *injector* yang harus sesuai dengan *manual book* dalam hal ini tekanan *injector* pada *manual book* kapal saya berada pada tekanan 300 kg/cm^2 , hasil pengabutan *injector* yang harus mengabutkan bahan bakar dengan

distribusi yang merata ke seluruh silinder mesin dan pastikan tidak adanya tetesan bahan bakar ketika *injector* mengabutkan bahan bakar, selalu memperhatikan *running hours* dari *injector* apabila telah melewati batas kerja maka disarankan untuk mengganti *injector* dengan *spare part* yang baru karena jika tidak dilakukan penggantian maka hal ini dapat berdampak pada kinerja dari *injector*, dan juga rutin melakukan pemeliharaan dan perawatan pada *injector*.

2.2.2 *System Pengabut Injector*

2.2.2.1 Pengertian

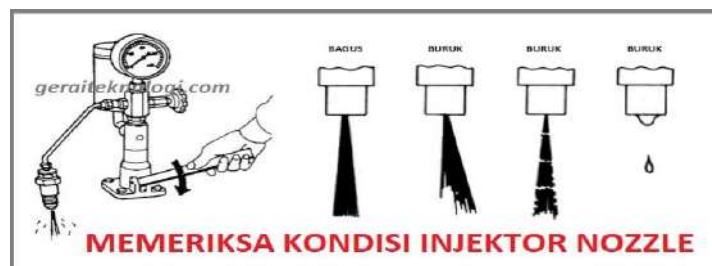
Nugroho, A.P., Darjono, & Wahyuni, O. (2018), pengabutan yaitu *System* dimana cairan yang ditekan sehingga mempunyai daya pemampatan untuk menekan dan menghasilkan butiran-butiran kecil yang berbentuk kabut sehingga memudahkan untuk mendapatkan titik nyala apinya. Untuk mendapatkan hasil kerja yang maksimal pada permesinan di atas kapal, diperlukan sistem pembakaran yang baik untuk memperoleh kekuatan mesin yang maksimal.

2.2.2.2 Memeriksa pengabutan *injector*/cara menyetel *injector*

Bentuk dari semprotan *injector nozzle* akan mempengaruhi dari proses pengabutan yang terjadi dalam ruang bakar. Sehingga untuk pemeriksaan bentuk semprotan ini sebaiknya dilakukan setelah kita memastikan bahwa tekanan dan

kebocoran dari *injector nozzle* dalam keadaan baik. Berikut langkah dalam memeriksa bentuk semprotan *injector nozzle* :

- a. Siapkan alat berupa pompa *injector tester* yang telah terisi solar pada tangki pompa.
- b. Pasang *injector nozzle* pada pipa dari alat pompa *injector tester*, dan sementara biarkan baut pengikatnya kendur guna membuang angin yang terperangkap dalam pipa.
- c. Tekan tuas pompa *injector tester* untuk membuang semua udara dalam pipa (*bleeding*).
- d. Kencangkan baut pengikat antara pipa dengan *injector*.
- e. Tekan tuas pompa *injector tester* untuk memulai pemeriksaan pengabutan pada *injector nozzle*.
- f. Perhatikan bentuk semprotan dan pengabutan yang dihasilkan *injector nozzle* selama pemompaan.



Gambar 2.1 Memeriksa Pengabutan *Injector*
Sumber: www.geraiteknologi.com

Apabila hasil pemeriksaan bentuk semprotan dan pengabutan *injector nozzle* terdapat pada kondisi adanya tetesan bahan bakar maka hal ini dapat dikatakan bahwasanya pengabutan *injector* tersebut dalam keadaan buruk, maka perlu

dilakukannya pembersihan dan penyetelan hingga didapatkannya bentuk semprotan dan pengabutan yang merata dan tidak adanya tetesan bahan bakar atau macetnya pengabutan bahan bakar pada *injector*. Jika sudah dilakukannya pembersihan dan penyetelan *nozzle* hasilnya tetap buruk maka perlu dilakukannya penggantian *nozzle* dengan yang baru.

2.2.3 Prinsip Kerja *Injector*

2.2.3.1 Pengertian *injector*

Menurut Karyanto, E. (1996), *injector* adalah suatu alat untuk menyemprotkan bahan bakar minyak menjadi kabut halus atau gas yang akan mempermudah gas tersebut terbakar dalam silinder mesin. Semakin halus pengabutan bahan bakar minyak tersebut sampai semakin sempurna pembakaran yang di hasilkan sehingga nilai kalor sebagai sumber tenaga mesin juga maksimal.

Injector menurut saya adalah alat untuk menyemprotkan bahan bakar ke dalam ruang bakar dengan cara mengubah partikelnya menjadi kabut. Lubang kecil pada komponen *injector* motor itulah yang bertugas mengubah bahan bakar menjadi kabut.

2.2.3.2 Fungsi *injector*

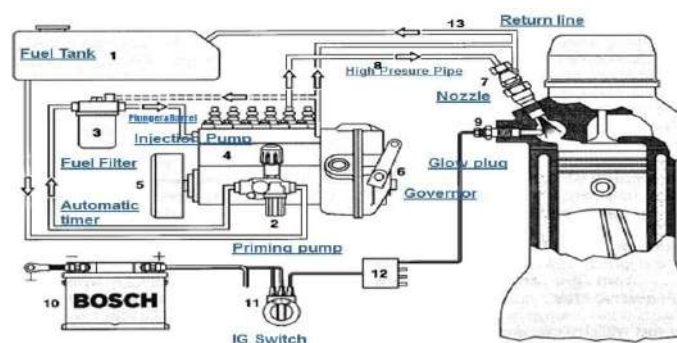
Menurut Daryanto & Setyabudi, I. (2012:26), alat mesin diesel yang berfungsi untuk menyuplai bahan bakar disebut

injector. Fungsi dari *injector* tersebut adalah menyemprotkan bahan bakar hingga menjadi kabut ke dalam ruang pembakaran sehingga timbul ledakan di dalam ruang pembakaran.

Menurut saya fungsi *injector* adalah menyemprotkan bahan bakar hingga menjadi kabut ke dalam ruang bakar. Secara lebih lanjut fungsi *injector* adalah

- a. Dengan cepat meningkatkan tekanan bahan bakar hingga mencapai tekanan tinggi tanpa menimbulkan kebocoran.
- b. Penyerahan bahan bakar dapat dilaksanakan pada saat yang tepat dan dapat dilaksanakan pada jangka waktu yang diinginkan.
- c. Menekan bahan bakar dengan jumlah tepat ke pengabut, jumlah tersebut harus juga dapat diatur secara kontinu dari nol hingga maksimal.

2.2.3.3 Prinsip kerja *injector*



Gambar 2.2 Sistem bahan bakar

Sumber : www.navalist.com

Dengan memanfaatkan tonjolan pada *camshaft* pompa yang menekan plunger secara tiba-tiba. Sementara penekanan

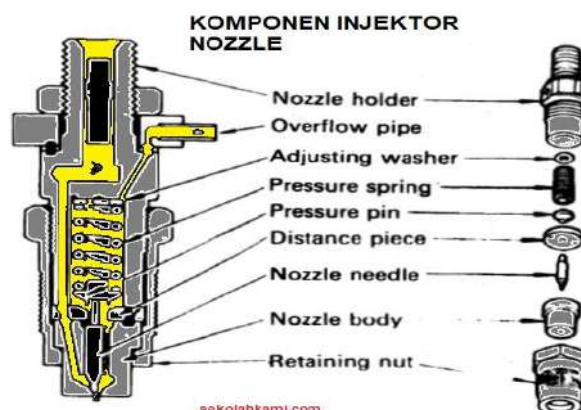
camshaft diatur oleh sebuah *timing chain* yang terhubung dengan poros engkol mesin. Beberapa langkah kerja *injector* :

- a. Langkah awal, bahan bakar mengalir dari tanki masuk ke input *feed injection pump*.
- b. Saat memasuki pompa, bahan bakar akan diarahkan ke komponen *plunger barrel*. *Plunger barrel* merupakan ruang tempat bahan bakar akan disalurkan ke sistem injeksi.
- c. Ketika mesin dihidupkan, otomatis *camshaft* pompa berputar. Sehingga *camshaft* menekan *plunger* ke arah atas.
- d. Sementara itu di bagian atas *plunger* terdapat *plunger barrel* yang terisi dengan bahan bakar. Sehingga gerakan *plunger* akan menekan bahan bakar ke arah atas.
- e. Di bagian atas *plunger* terdapat *delivery pipe* yang bisa terbuka saat ada tekanan dari arah pompa namun akan tetap tertutup saat ada tekanan pada selang *injector*.
- f. Sehingga bahan bakar tertekan masuk ke saluran selang *injector* dengan tekanan tinggi.
- g. Hal itu akan mendorong bahan bakar yang sebelumnya sudah memenuhi saluran pipa *injector*, akibatnya pada ujung *nozzle* akan terbuka.
- h. Hal itu menyebabkan bahan bakar keluar dengan metode mengabut.

- i. Ketika RPM dinaikan, maka *rack adjuster* akan memperbesar volume *plunger barrel*. Sehingga suplai bahan bakar ketika *plunger* menekan akan lebih banyak.
- j. Akhirnya RPM mesin bisa meningkat.

2.2.3.4 Komponen *injector*

Injector di dalam mekanismenya dibantu oleh beberapa komponen penunjang agar memaksimalkan kinerja dari *injector* di dalam mengabutkan bahan bakar. Menurut Herlina, Y., Dika P.G., & Waspodo, F. (2019), komponen *injector nozzle* adalah sebagai berikut:



Gambar 2.3 Komponen *Injector*
Sumber : www.sekolahkami.com

- a. *Nozzle Holder*. Berfungsi sebagai rumah dan sebagai saluran yang menghubungkan antara *injector* dengan pipa tekanan tinggi.
- b. *Overflow Pipe*. Berfungsi untuk mengembalikan sisa bahan bakar yang berlebihan ketika proses injeksi telah berlangsung.

- c. *Adjusting Washer*. Berfungsi sebagai penyetel tekanan penginjeksian. Namun tidak semua tipe *injector* memiliki *adjusting washer*.
- d. *Pressure Spring*. Berfungsi sebagai mengembalikan tekanan penginjeksian ketika proses penginjeksian sudah selesai.
- e. *Pressure Pin*. Berfungsi untuk meneruskan tekanan dari bahan bakar dan mendorong *pressure spring* sehingga *nozzle needle* dapat terbuka untuk menyalurkan bahan bakar ketika proses penginjeksian selesai.
- f. *Distance Piece*. Berfungsi sebagai saluran untuk menyalurkan bahan bakar bertekanan ke *nozzle body*.
- g. *Nozzle Needle*. Berfungsi sebagai mengatur pola pengabutan.
- h. *Nozzle Body*. Berfungsi sebagai saluran untuk menyalurkan bahan bakar atau bunang pengabutan. *Nozzle body* berperan sebagai rumah *nozzle needle*.
- i. *Retaining Nut*. Berfungsi sebagai rumah berbagai komponen *injector nozzle* pada bagian bawah dan juga akan melindungi berbagai komponen *injector* dari berbagai kerusakan.

2.2.4 Prinsip Kerja Mesin Induk

2.2.4.1 Pengertian Mesin Induk

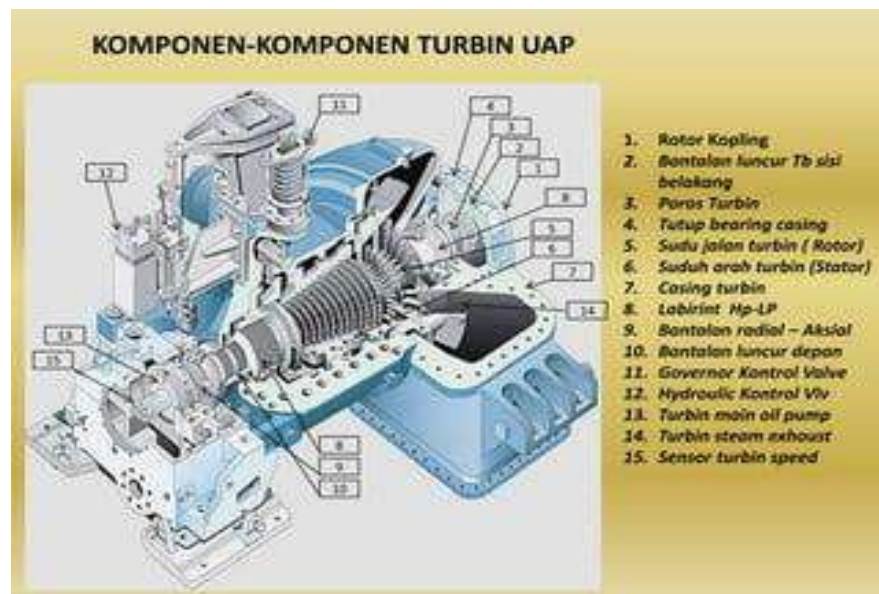
Menurut Bosch, R. (1978), mesin Induk adalah mesin yang digunakan untuk menggerakkan kapal dengan pembakaran dalam (*internal combustion engine*) sebagai sumber tenaga.

Tenaga tersebut berasal dari pembakaran bahan bakar dan udara di dalam ruang bakar dengan menyemprotkan bahan bakar ke dalam udara yang telah bertekanan dan bertemperatur tinggi sebagai akibat dari proses kompresi maka daripada itu dihasilkan usaha atau tenaga dari mesin induk.

2.2.4.2 Jenis-Jenis Mesin Induk

a. *External combustion engine*

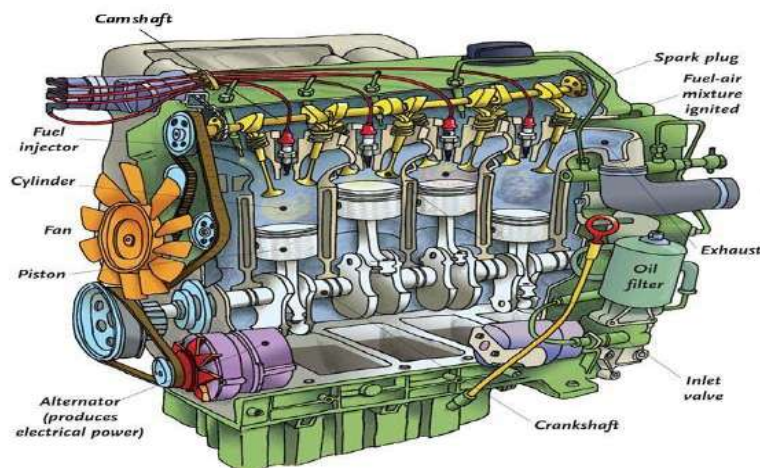
Menurut Jagadesha (2007), *external combustion engines* adalah mesin yang pembakarannya terletak di bagian luar, sebagai contoh dari mesin tipe ini adalah mesin uap dan turbin uap. Dalam mesin uap dan turbin uap, panas dari pembakaran bahan bakar akan menghasilkan uap yang bertekanan tinggi, di mana uap tersebut akan menggerakkan turbin atau mesin.



Gambar 2.4 Turbin uap
Sumber: www.slideshare.net

Motor pembakaran luar (*external combustion engines*) adalah suatu jenis motor bakar yang proses pembakaran terjadi di luar dari konstruksi atau mekanisme mesin. Pembakaran ini dilakukan untuk menghasilkan perubahan energi panas yang kemudian energi panas tersebut disalurkan melalui media penghubung dari ruang pembakaran ke konstruksi mesin. Contoh dari mesin jenis ini adalah mesin uap/turbin uap dan mesin nuklir/turbin nuklir.

b. *Internal combustion engines (diesel engine)*



Gambar 2.5 *Diesel engine*

Sumber: www.q-files.com

Motor pembakaran dalam (*internal combustion engines*) adalah suatu mesin motor bakar yang proses pembakarannya dalam menghasilkan perubahan energi panas pembakarannya dalam menghasilkan perubahan energi panas terjadi di dalam konstruksi mesin itu sendiri. Hal ini yang membedakan pembakaran dalam ini dengan pembakaran luar yaitu tidak

diperlukannya saluran penghubung tertentu karena proses pembakaran keseluruhan terjadi di dalam komponen mesin, lebih tepatnya terjadi pada ruang bakar. Mesin pembakaran dalam ini dapat kita temui pada motor bensin, motor diesel maupun mesin jet.

Menurut Salazar, F. (1998), mesin pembakaran dalam ini dibedakan menjadi dua jenis yaitu mesin yang penyalanya menggunakan percikan bunga api (*spark ignition engines*), mesin ini juga bisa disebut dengan motor busi dan mesin yang penyalanya menggunakan kompresi (*compression ignition engines*). Perbedaan utama dari kedua tipe mesin ini terletak pada campuran antara udara-bahan bakar untuk menghasilkan daya dan tingkat efisiensi tertentu.

Jadi pada saat saya melakukan praktek laut (prala) selama 1 tahun 1 hari di kapal KM. Fajar Bahari III disana kapalnya menggunakan mesin induk berjenis motor pembakaran dalam (*internal combustion engine*) atau mesin diesel dengan jenis penyalannya menggunakan kompresi (*compression ignition engines*).

2.2.4.3 Prinsip kerja mesin diesel

Beroperasinya mesin induk jenis *internal combustion engine* dengan jenis penyalannya menggunakan kompresi tidak lepas dari peranan penting *injector* selaku komponen yang

berfungsi sebagai alat yang menyemprotkan bahan bakar ke dalam silinder. Ketika terjadinya proses penyemprotan bahan bakar, piston akan memampatkan atau mengkompresi campuran bahan bakar di dalam silinder sehingga terjadinya proses pembakaran. Setelah terjadinya proses pembakaran di dalam silinder maka akan menyebabkan bergerakanya *crankshaft* pada mesin induk, bergerakanya *crankshaft* pada mesin induk maka akan menggerakan *flywheel* karena berada dalam satu poros begitu juga dengan *flywheel* yang juga terhubung dengan *propeller*, ketika *flywheel* bergerak maka *propeller* juga akan bergerak sehingga proses ini dapat menyebabkan kapal mengalami pergerakan.

Optimalnya kinerja *injector* terhadap performa mesin induk dapat kita lihat dari berbagai faktor seperti, rata- rata RPM dari mesin induk yang harus mendekati 600 *rotation per minute* dan rata-rata *exhaust gas* dari mesin induk harus kurang dari <450 °C. Sesuai dengan data yang ada di *manual book* kapal.

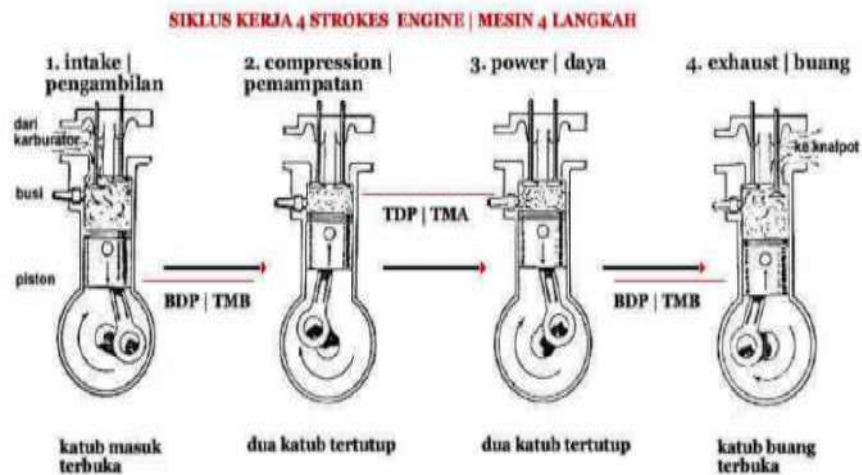
Ketika *injector* tidak bekerja secara optimal maka dampak yang akan terjadi terhadap performa mesin induk yaitu, tenaga dari mesin induk bisa mengalami penurunan sehingga RPM *flywheels* dari mesin induk akan berkurang dari seharusnya yaitu rata- rata RPM dari mesin induk harus mendekati 600 *rotation per minute*, sehingga dikarenakan hal ini propeller kapal pun

juga akan mengalami penurunan kecepatan. Dampak lain ketika *injector* tidak bekerja secara optimal yaitu apabila rata-rata *exhaust gas* dari mesin induk lebih dari $>450\text{ }^{\circ}\text{C}$, maka gas buang dari mesin induk akan mengalami penebalan asap sehingga gas buang yang dikeluarkan akan menjadi hitam, sehingga dapat mencemari udara di sekitarnya

Ketika *injector* bekerja secara optimal maka dampak yang akan terjadi terhadap performa mesin induk yaitu, tenaga dari mesin induk akan sesuai dengan RPM *manual book* yaitu rata-rata RPM dari mesin induk yang mendekati *600 rotation per minute* sehingga performa mesin induk dapat beroperasi dengan optimal. Dampak lainnya yaitu apabila rata-rata *exhaust gas* dari mesin induk kurang dari $<450\text{ }^{\circ}\text{C}$, maka gas buang dari mesin induk tidak akan terjadi penebalan asap pada gas buang, sehingga hal ini tidak akan mencemari udara di sekitar nya.

2.2.4.3.1 Siklus motor 4 langkah

Motor empat langkah merupakan motor yang satu siklus kerjanya diperlukan empat langkah gerakan piston atau dua putaran engkol sehingga menghasilkan satu usaha, empat langkah piston tersebut akan dijelaskan secara lebih rinci sebagai berikut : a) Langkah hisap, b) Langkah kompresi, c) Langkah usaha, d) Langkah buang.



Gambar 2.6 Siklus motor 4 langkah
Sumber : www.fastnlow.net

a. Langkah Hisap

Langkah hisap adalah suatu proses dimana gas (campuran udara dan bahan bakar dengan kadar tertentu) dimasukkan ke dalam sebuah ruang tertutup, pada mesin ruangan ini disebut sebagai ruang bakar. Piston bergerak dari TMA (titik mati atas) menuju TMB (titik mati bawah). Posisi katup hisap terbuka dan katup buang tertutup. Akibat gerakan piston volume di dalam silinder membesar sehingga tekanan turun. Turunnya tekanan di dalam silinder menyebabkan adanya perbedaan tekanan di luar silinder dengan di dalam silinder sehingga, udara bersih dari katub hisap dapat terhisap masuk ke dalam silinder dengan proses yang begitu cepat.

b. Langkah Kompresi

Piston bergerak dari TMB menuju TMA. Posisi katup hisap dan katup buang tertutup. Gerakan piston menyebabkan volume di dalam silinder mengecil dan memampatkan atau mengkompresi campuran bahan bakar di dalam silinder sehingga tekanan dan temperatur naik.

c. Langkah Usaha

Langkah usaha bisa diartikan sebagai main stroke, karena pada langkah ini terjadi pembakaran. Sebelumnya pada akhir langkah kompresi, posisi piston sudah ada di atas dengan gas di dalam ruang bakar sudah dalam kondisi *full pressure* dan *high pressure*. Dalam kondisi tersebut, sedikit pemicu (seperti percikan listrik) saja sudah dapat mampu membakar gas, sehingga saat langkah usaha berlangsung, gas bertekanan tinggi terbakar dan menimbulkan daya ledak yang cukup besar.

d. Langkah Buang

Piston bergerak dari TMB menuju TMA. Posisi katup hisap tertutup dan katup buang terbuka. Gerakan piston menyebabkan piston mendorong gas buang ke luar melalui katup buang.

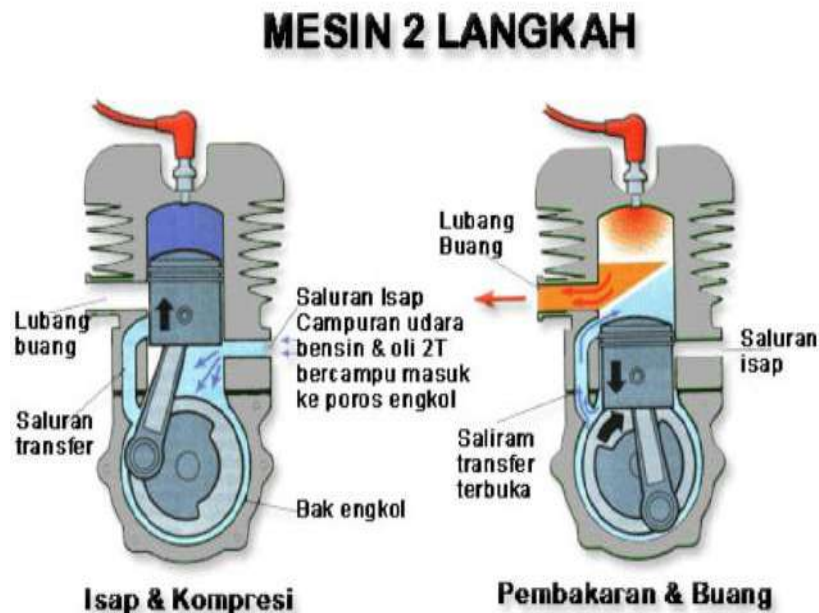
Setelah langkah buang maka mesin melakukan langkah hisap, kompresi, usaha dan buang, demikian seterusnya sehingga selama ada proses pembakaran maka motor berputar terus.

Pada mesin induk di KM. Fajar Bahari III tempat saya melakukan penelitian disana mesin induk nya menggunakan prinsip kerja mesin induk 4 tak, yaitu motor yang satu siklus kerjanya diperlukan empat langkah gerakan piston atau dua putaran engkol sehingga menghasilkan satu usaha, empat langkah piston.

2.2.4.3.2 Siklus motor 2 langkah

Mesin diesel dua tak menggunakan dua langkah atau *two-stroke* dalam menempuh satu kali siklus kerja. Sementara tiap langkah, itu membutuhkan setengah putaran engkol. Jadi bisa dikatakan prinsip kerja motor diesel dua langkah adalah mesin yang mengubah energi panas (kimia) menjadi energi gerak dengan satu kali putaran engkol. Energi panas, dihasilkan dari pembakaran antara solar dan oksigen yang dikompresi. Hasil dari pembakaran tersebut akan menimbulkan daya ekspansi yang mendorong piston

untuk bergerak. Cara kerja mesin diesel dua tak adalah sebagai berikut:



Gambar 2.7 Siklus motor 2 langkah
Sumber : www.fastnlow.net

a. Langkah Hisap dan Kompresi

Langkah hisap adalah proses pemasukan udara ke dalam silinder mesin, sementara langkah kompresi adalah proses pemampatan udara ke bentuk yang lebih padat sehingga suhu udara meningkat. Pada mesin empat tak, kedua proses ini terletak dalam langkah yang berbeda. Namun pada sistem dua tak, kedua langkah ini terjadi dalam satu langkah secara bergantian.

Dimulai dari piston yang ada di TMB (titik mati bawah), saat piston ada di TMB udara akan masuk melalui lubang udara yang ada di sekitar dinding silinder. Udara ini dapat terdorong masuk karena pada saluran *intake* terdapat blower atau turbo yang mendorong udara ke arah mesin. Lalu piston akan bergerak naik, pergerakan ini akan membuat lubang udara tertutup oleh dinding piston. Akibatnya, ketika piston baru bergerak seperempat ke TMA kompresi udara akan dimulai. Ketika piston mencapai TMA, udara sudah berhasil dipampatkan sehingga suhunya naik dan siap untuk dilakukan pembakaran.

b. Langkah usaha dan buang

Langkah usaha adalah proses terjadinya pembakaran, sementara langkah buang adalah proses pembuangan gas sisa pembakaran. Langkah usaha akan terjadi ketika piston mencapai TMA di akhir langkah kompresi, saat ini *injector* akan mengabutkan sejumlah solar ke dalam udara bertekanan tinggi tersebut. Hasilnya solar akan terbakar dengan sendirinya.

Hasil dari pembakaran itu akan menimbulkan daya ekspansi yang mendorong piston bergerak ke TMB. Sebelum piston mencapai TMB, katup buang akan terbuka. Dalam posisi ini, lubang udara juga akan terbuka karena posisi piston ada di bawah. Sehingga udara yang dihisap oleh blower akan mendorong gas sisa pembakaran untuk keluar melewati katup buang. Katup buang akan tertutup saat piston akan kembali naik ke TMA. Proses ini akan terus berlanjut hingga suplai solar dihentikan.

2.2.4.4 Komponen mesin diesel

a. *Intake manifold*

Intake manifold merupakan komponen yang berfungsi untuk menyalurkan campuran udara dan bahan bakar dari alat pencampur bahan bakar dan udara ke dalam ruang bakar pada tiap-tiap silinder.

b. *Governor*

Governor berfungsi untuk mengontrol putaran mesin dengan cara mengendalikan jumlah bahan bakar yang diberikan sehingga putarannya dapat dipertahankan tetap stabil tanpa tergantung kondisi pembebanan.

c. *Fuel injection pump*

Pompa injeksi bahan bakar berfungsi untuk mensuplai bahan bakar ke ruang bakar melalui *nozzle* dengan tekanan tinggi.

d. *Coolant tank*

Cairan pendingin atau *Coolant tank* adalah suatu zat, biasanya cair atau gas, yang digunakan untuk mengurangi atau mengatur suhu suatu sistem.

e. *Air cooler*

Pada dasarnya terdiri dari sekelompok pipa didalam selubung logam. Pada *cooler* ini, fluida sistem hidrolik, biasanya dipompa melewati selubung hidrolik sistem dan melewati pipa yang didalamnya dialiri air pendingin. *Cooler* disebut juga *shell-and-tube type heater exchanger*.

f. *Sea water pump*

Sea water pump adalah pompa yang digunakan untuk mentransfer atau mengalirkan air laut pada transportasi laut dan mesin yang beroperasi di atas laut.

g. *Fuel filter*

Penyaring bahan bakar dan merupakan komponen yang memiliki beberapa elemen pelindung penyaringan.

h. *Fuel priming pump*

Priming pump disebut juga dengan nama *fuel supply pump* atau *feed pump* yang mana komponen tersebut menjadi

penyusun sistem bahan bakar diesel yang menggunakan mesin diesel. Terdapat alasan mengapa komponen tersebut disebut *priming* yakni karena fungsinya sebagai penyedia bahan bakar kemudian diteruskan ke bagian *injection pump* (pompa injeksi).

i. *Fuel feed pump*

Feed pump dalam sistem bahan bakar diesel berfungsi untuk menghisap bahan bakar dari tangki dan menekan bahan bakar ke pompa injeksi yang melalui filter solar untuk disaring terlebih dahulu. *Feed pump* ini terpasang pada pompa injeksi, digerakkan oleh *camshaft* (poros nok).

j. *Injector*

Injector adalah perangkat penting yang memiliki fungsi utama menyemprotkan bahan bakar minyak menjadi kabut halus atau gas ke ruang pembakaran dalam mesin.

2.3 KERANGKA PENELITIAN

Kerangka penelitian adalah bagian dari suatu alur pemikiran seseorang terhadap apa yang sedang dipahaminya untuk dijadikan sebagai acuan dalam memecahkan suatu permasalahan yang sedang diteliti secara logis dan sistematis. Untuk keperluan penelitian, di bawah ini digambarkan kerangka penelitian tentang optimalisasi kerja *injector* pada mesin diesel generator terhadap proses pembakaran di kapal FAJAR BAHARI III yang peneliti susun sebagai berikut:

