

**MODIFIKASI SISTEM INDUKSI UDARA
DENGAN MENAMBAHKAN INTERCOOLER MITSUBISHI PAJERO
TERHADAP ENGINE DIESEL 4D56/ MITSUBISHI L300**

TUGAS AKHIR

*Diajukan kepada Tim Penguji Tugas Akhir Jurusan Teknik Otomotif
sebagai salah satu persyaratan Guna memperoleh Gelar Ahli Madya*



Oleh :

**MUHAMMAD HAFIZUL
2010 / 53743**

**PROGRAM STUDI TEKNIK OTOMOTIF
JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2014**

HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

Dengan ini Menyetujui Tugas Akhir Dengan Judul :

Modifikasi Sistem Induksi Udara
Dengan Menambahkan Inter-cooler Mitsubishi Pajero Terhadap Engine Diesel
4D56/ Mitsubishi L500
Oleh :

Nama : Muhammad Hafizul

Nim/EP : 53743/2010

Program studi : Teknik Otomotif

Jurusan : Teknik Otomotif

Fakultas : Teknik

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Program Studi Teknik
Otomotif Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Negeri Padang

Padang, 06 Desember 2013

Diketahui Oleh :
Ketua Prodi Teknik Otomotif

Drs. Andriani, M.Pd.
NIP. 19850723-199203-1-002

Disetujui Oleh :
Penyambung

Drs. Faisal Ismet, M.Pd.
NIP. 19491215-197602-1-002

**BALAMAN PENGESAHAN
LULUS UJIAN TUGAS AKHIR**

Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan Di Depan Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Teknik Otomotif Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang

Judul : Modifikasi Sistem Induksi Udara Dengan Menambahkan
Intercooler Mitsubishi Pajero Terhadap Engine Diesel
4D56/ Mitsubishi L300
Nama : Muhammad Hafidz
Nim/ BP : 53743 / 2010
Jurusan : Teknik Otomotif
Fakultas : Teknik

Padang, 09 Januari 2014

Tim Penguji

Nama

Tanda Tangan

1. Ketua : Drs. Faisal Ismat, M.Pd
2. Sekretaris : Drs. Murnias, M.Pd
3. Anggota : Wagino, S.Pd

Ketua Prodi
Teknik Otomotif

Pembimbing Tugas Akhir

Drs. Andriani, M.Pd
NIP 19650725 199253 1 003

Drs. Faisal Ismat, M.Pd
NIP 19491215 197602 1 002

HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillahirabbilmiin

Syukur kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat dan karuniaNya.

Sholawat dan salam kepada nabi besar Muhammad SAW

Ku persembahkan buat keluargaku tercinta.

ABAH (Mhd. Khari) dan AMAK (Murniati), adek perempuan ku satu-satunya (Noruik), yang selalu mendo'akan ku di rumah, takkan pernah terbalas dan terukur rasa terima kasihku kepada Amak dan Abah memberi memberi do'a, Semangat dan didikan yang begitu berguna untukku. Mungkin karena itu semua kebahagiaan itu takkan pernah aku capai. Di awal tulisan ini terimalah karya dan gelar ini yang kupersembahkan untuk keluargaku sebagai ungkapan terima kasih ku kepadamu.

thanks to Ibu Irma Yulia Basri, S.Pd, M.Eng selaku Penasehat Akademik,, yang telah banyak memberi nasehat dan bimbingan selama ini. Dan kepada Bapak Drs. Faisal Ismet, M.Pd yang telah membimbing dalam penulisan dan pembuatan tugas akhir ini, Terima kasih juga kepada Bapak Drs. Martias, M.Pd, dan Bapak Wagino, S.Pd yang telah banyak memberi ajaran pentingnya diruang siding buat kedepannya bagi saya , dan seluruh staf pengajar, teknisi labor dan administrasi Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Spesial Thanks to

BARAU - BARAU Oto 2010 (GAEK, BABE, YOGI, CLABUB, WILLY, MIGA, UJANG, DIKA"Arm",
GAMBUANG) Mokasi Kang'Kawan sado ee.. telah berbagi pengalaman bahagia & duka nya.

CAFÉ FT – UNP (BG YOS, MAMI, KK ETA, KK ESA, ENEKKU PAHLAWAN KU, AMID DLL). Telah
membantu dalam banyak hal baik masalah kuliah, teknologi dan isi paruiik. wkwkwkw

INDAH KOYOI CALON BINI IDAMAN OCU

salut atas perjuangan cinta mu dan ketabahan mu

RANGER BERPONI (MENTARI, FUJI ILAHI, AYAS UNYU", EGA) thank's bantuan nya selama ini

SELIR-SELIR BARAU-BARAU (MENYOT K.L, FANIE B.M.O, ERIN ANO) kalian tetap di hati ocu

KONTRAKAN OCU (EKO KLEWANG DAN MASNI BINI PAUT) copek-copek lah salosai lee cuuu

kalian semua keluarga Pepatah mengatakan, "Hanya sahabat sejati yang berani bilang
wajahmu kotor."

Dan Tetap di Semboyan kita

KITA YANG SEDIKIT BERMODAL UANG DAN SELALU BERBAGI BANYAK TAWA

DIMANAPUN ITU BERADA. "**Barau-barau-Oto.2010**"

Terima kasih atas dukungan dan bantuannya selama ini. Kenang-kenangan waktu kuliah
dan di Kantin FT KU tak kan pernah luput dari ingatan ku.

Padang, 09 Januari 2014

Muhamamd Hafizul (ocu)

Lembar Motto

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (sesuatu urusan). Kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan yang lain). Dan hanya kepada Allah kamu berharap. (Q.S Al-Insyiraah ayat 5-8).

ALAM TAKAMBANG JADI GURU

Banyak kegagalan dalam hidup ini dikarenakan orang-orang tidak menyadari betapa dekatnya mereka dengan keberhasilan saat mereka menyerah.

(Tomas Alva Edison)

Gagal bukan berarti kita kalah, Sukses bukan berarti kita harus berbangga hati. Berusahalah menjadi yang terbaik. Karna didalam hidup kita boleh kehilangan segalanya tapi jangan pernah kehilangan harapan dan cita-cita kita.

Kejujuran adalah salah satu nilai untuk *kesuksesan*.

Dan

Jangan lupa untuk *Sholat* dan *Berdo'a* kepada *ALLAH SWT*

Orang-orang yang sukses telah belajar membuat diri mereka melakukan hal yang harus dikerjakan ketika hal itu memang harus dikerjakan, entah mereka menyukainya atau tidak.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK

JURISAN TEKNIK OTOMOTIF
Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25171
Telp. (0751) 7050822 F. (0751) 7055044, 445118 Fax. 7055844
E-mail : info@unp.ac.id



Certified Management System
DIN EN ISO 9001:2008
Cert.No. 01.100.089042

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Hafizul

Nim /BP : 53743 / 2010

Program Studi : Teknik Otomotif

Jurusan : Teknik Otomotif

Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan, bahwa Tugas Akhir saya dengan judul **Modifikasi Sistem Induksi Udara Dengan Menambahkan Intercooler Mitsubishi Pajero Terhadap Engine Diesel 4D56/ Mitsubishi L300**, adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain.

Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademik maupun hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi maupun di masyarakat dan Negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Saya yang menyatakan



Muhammad Hafizul
53743 / 2010

ABSTRAK

Muhammad Hafizul, 2014. “Modifikasi Sistem Induksi Udara Dengan Menambahkan Intercooler Mitsubishi Pajero Terhadap Engine Diesel 4D56/ Mitsubishi L300”. Proyek Akhir. Jurusan D3 Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Sistem Induksi udara pada Intercooler adalah suatu sistem perangkat mekanik yang digunakan untuk mendinginkan cairan atau gas, antara tahapan proses pemanasan multi-tahap, biasanya penukar panas yang menghilangkan limbah panas dalam kompresor gas, sehingga untuk mengaplikasikan dilaksanakan kegiatan praktik Proyek Akhir dengan tujuan untuk mengetahui prinsip kerja sistem Turbo Intercooler pada Engine Diesel 4D56, mengetahui kerusakan-kerusakan yang terjadi pada engine diesel yang menggunakan Turbo Intercooler, dan perawatannya Permasalahan yang dibahas dalam penulisan laporan proyek akhir ini adalah Bagaimana cara Memodifikasisistem Intercooler Pada Engine Diesel 4D56/L300 dan Apa saja kerusakan-kerusakan yang sering terjadi pada system intercooler

Hasil modifikasi dan pemeriksaan kerusakan bahwa Intercooler meningkatkan efisiensi sistem induksi udara dengan mengurangi udara panas induksi diciptakan oleh turbocharger dan mempromosikan pembakaran lebih menyeluruh, sehingga performance dan torsi bertambah dan lebih tangguh dari Engine yang tidak memakai TurboIntercooler dan Intercooler tidak bekerja maksimal akibat Tersubatnya sirip – sirip intercooler dan Perubahan parameter kompresor centrifugal terhadap intercooler karna kerusakan yang di sebabkan oleh ben daasing di air intake system

Kata kunci: Modifikasi Sistem Induksi Udara, komponen, cara kerja, dan *troubleshooting*.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Syukur Alhamdulillah, penulis ucapkan kepada Allah SWT, yang mana atas berkah dan karunia-Nya penulis akhirnya dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “**Modifikasi Sistem Induksi Udara Dengan Menambahkan Intercooler Mitsubishi Pajero Terhadap Engine Diesel 4D56/ Mitsubishi L300**“. Shalawat beserta salam kita do’akan semoga selalu tercurah kepada arwah junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW.

Rasa cinta dan bangga penulis haturkan buat kedua orang tua dan keluarga tercinta. Semoga segala cinta dan dukungan yang tulus dari mereka mendapat balasan yang setimpal dari Allah SWT. Amiin. Laporan ini merupakan salah satu syarat untuk dapat menyelesaikan jenjang program (DIII) pada Jurusan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.

Selesainya laporan ini berkat dorongan dan bantuan dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Drs. Martias, M.Pd. Ketua Jurusan Teknik Otomotif FT UNP.
2. Bapak Andrizal, M.Pd. Ketua Prodi Studi Teknik Otomotif Universitas Negeri Padang
3. Ibu Irma Yulia Basri, S.Pd.M. Eng. Sekretaris Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik UNP sekaligus Penasehat Akademik.

4. Bapak Drs. Faisal Ismet, M.Pd. Selaku pembimbing dalam penyelesaian Tugas Akhir.
5. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
6. Teknisi Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
7. Teman-teman, adik-adik dan kakak-kakak yang telah menjadi sumber inspirasi dan motivasi bagi penulis.

Semoga dorongan, bimbingan, dan bantuan yang diberikan pada penulis agar mendapat balasan dan pahala yang setimpal disisi Allah SWT. Dalam hal ini penulis berusaha semaksimal mungkin untuk menyelesaikan laporan ini, dan bila terdapat kekeliruan dan kekurangan pada laporan ini, penulis akan senang sekali menerima kritik dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan laporan ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Padang, Januari 2014

Penulis

Muhammad Hafizul

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR	
HALAMAN PENGESAHAN PROYEK AKHIR	
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	vi
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	3
C. Pembatasan Masalah.....	4
D. Perumusan Masalah.....	4
E. Tujuan Tugas Akhir.....	4
F. Manfaat Tugas Akhir.....	5
BAB II LANDASAN TEORI	
A. Sistem-sistem pada Motor Diesel.....	6
1. Sistem aliran bahan bakar (flow of fuel system).....	6
2. Sistem pelumasan (lubrication system).....	7
3. Sistem udara masuk dan buang.....	8
4. Sistem pendinginan.....	9
5. Sistem pengaturan.....	9

B.	Pengertian Sistem Intercooler Pada Engine Diesel.....	10
1.	Konsep Dasar Intercooler.....	10
2.	Teori Dasar Intercooler Pada Turbocharger.....	12
3.	Konstruksi pada sistem Intercooler.....	14
C.	Prinsip Kerja Intercooler dan Pembagian Sistem pada Intercooler.....	15
1.	Prinsip Kerja Intercooler.....	15
2.	Macam – macam Pembagian Intercooler.....	16
a)	Intercooler berpendingin udara (air to air intercooler)..	17
b)	Intercooler berpendingin air (air to liquid intercooler).	18
 BAB III TAHAP PEMASANGAN INTERCOOLER PADA ENGINE DIESEL D4BX		
A.	Proses Perancangan.....	19
B.	Alat-alat yang Digunakan.....	19
C.	Persiapan Engine Diesel.....	22
D.	Langkah pemasangan intercooler pada Engine Diesel.....	23
 BAB IV PEMBAHASAN		
A.	Kerusakan pada Intercooler.....	33
1.	Intercooler tidak bekerja maksimal.....	33
2.	Akibat Tersubatnya sirip–sirip intercooler.....	33
3.	Perubahan parameter kompresor centrifugal terhadap Intercooler.....	34
a)	Pressure discharge (Tekanan Buang).....	34

b) flow discharge (Aliran Buang).....	34
4. Kerusakan yang disebabkan oleh benda asing di air intake System.....	35
5. Pengaruh Terhadap Tenaga Engine.....	36
B. Komponen-komponen tambahan dalam pemasangan intercooler pada Engine Diesel.....	37
1. Turbocharger.....	37
2. Wastegate Valvedan Actuator.....	39
C. Keuntungan dan Kerugian Menggunakan Turbo Intercooler pada Engine Diesel.....	40
1. Kelebihan.....	40
2. Kekurangan.....	40
BAB V PENUTUP	
A. Kesimpulan.....	42
B. Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Sirkuit aliran Bahan Bakar	6
2. Intercooler dan Model kerjanya pada mobil Diesel	11
3. Aliran gas Turbocharger dan Intercooler	14
4. Intecooler dipasang setelah Turbocharger	14
5. Intercooler dipasang sebelum turbocharger	15
6. Elemen dalam intercooler berpendingin udara	17
7. Kontruksi dalam Intercooler berpendingin air	18
8. Engine Diesel 4D56/L300.....	20
9. Pompa Injeksi Distrbutor Pajero Sport Mitshubisi	20
10. Turbo Charger Pajero sport Mitshubisi.....	21
11. Intercooler Pajero sport Mitshubisi.....	21
12. Persiapan Engine Diesel sebelum Modifikasi.....	22
13. Intercooler Pajero sport Mitshubisi.....	23
14. Lubang filth in dan filth out Intercooler.....	24
15. Sirip-sirip Intercooler yang penyot	25
16. Saat perbaikan sirip-sirip yang penyot menggunakan paku.....	25

17. Pembuatanudukan Intercooler di Engine stand.....	26
18. Pemasangan Intercooler Antara Radiator dan fan.....	27
19. Pemasangan Intercooler pada dudukan.....	27
20. Sebelum di modifikasi pada saluran Housing turbo	28
21. Sesudah di modifikasi pada saluran Housing turbo ke Intercooler.....	29
22. Saat mengikat slang pada filth in Intercooler dengan klem	29
23. Saat mengikat slang pada filth out Intercooler dengan Klem	30
24. Pemasangan klem dari slang saluran filth in dan filth out Intercooler ke Turbocharger	30
25. Pemasngan filth out Intercooler pada Intek manifold turbocharger	31
26. Engine Diesel 4D56/L300 Mitshubisi yang telah di modifikasi Pemasana- ngan Turbo Intercooler (TI)	32
27. Prinsip Kerja Turbocharger.....	38
28. Wastegate Valve dan Actuator.....	39

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Perkembangan ilmu dan teknologi pada era sekarang sangatlah pesat dari peningkatan kemampuan, keterampilan dan profesionalisme sumber daya manusia. Berbagai usaha peningkatan telah dilakukan pada semua bidang termasuk dalam bidang otomotif. Perkembangan teknologi pada bidang otomotif berperan cukup besar terhadap kemajuan bidang-bidang lainnya. Untuk itu perlu adanya tenaga-tenaga ahli dalam bidang ini, apalagi menghadapi serbuan negara-negara produsen otomotif dengan pemasaran produk mereka memasuki era pasar bebas.

Pada masa era globalisasi ini kenyamanan dan Peformance pada mobil sangatlah diperlukan, industri berlomba-lomba menciptakan inovasi baru untuk menambah kenyamanan mobil dan mampu menghasilkan tenaga yang spontan lebih mampu mengangkat beban yang lebih banyak. Yang mereka produksi salah satunya dengan pengaturan kosumsi udara dan bahan bakar, mamfaatkan gas buang, dan kebersihan di dalam gas buang lebih redah kadar CO2 nya. Pemasangan teknologi Turbo Intercooler pada mobil-mobil diesel sangatlah jarang akibat harga dari komponen-komponen yang sangat mahal yang sering kali menjadi sebuah ketakutan pada para pecinta otomotif, juga di karenakan ketakutan blok diesel bisa jebol, akibat kurangnya pemahaman pada motor diesel dan konsep kerja dari system TurboIntercooler, padahal hal

tersebut menjadi problem yang sangat sepele terlebih lagi untuk insan pendidikan otomotif yang berkaitan dengan bidang motor diesel yang secara langsung berhubungan dengan Performa mobil. Perlu mengetahui secara mendetail sistem kerja intercooler pada mobil sehingga dapat memberikan pengetahuan cara perawatan dan pembenaran apabila terjadi kerusakan. Sesuai dengan tujuan pendidikan kejuruan, bahwa pendidikan kejuruan yang diarahkan untuk mempelajari bidang khusus, agar para lulusan memiliki keahlian tertentu seperti bisnis, pabrikan, kerumah tangaan, otomotif, telekomunikasi, listrik, bangunan, dan sebagainya (Snedden, 1917: p 8) Salah satu lembaga yang mengembang tugas dalam pengadaan sumber daya manusia di bidang otomotif adalah Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Disini mahasiswa dididik dan dilatih untuk dapat menguasai teknologi otomotif yang terus berkembang. Mahasiswa diberi kesempatan yang seluas-luasnya untuk belajar, baik dalam lingkungan kampus maupun di dunia industri agar mahasiswa dapat menguasai teknologi otomotif dengan seluas-luasnya Walaupun berbagi usaha telah dilakukan oleh lembaga untuk kemajuan pendidikan, namun masih saja ditemui kesulitan dalam menguasai teknologi otomotif khususnya teknologi Motor Diseal, hal ini disebabkan kurangnya sarana dan prasarana yang memadai untuk belajar. Biasanya penguasaan materi pelajaran akan lebih mudah jika mahasiswa melihat dan melakukan kegiatan tersebut secara langsung pada objek yang sesungguhnya.

Disini penulis sebagai salah seorang mahasiswa yang turut berpartisipasi dalam proses pendidikan otomotif di Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang berusaha mengembangkan ilmu yang didapat pada bangku perkuliahan, dengan coba Memodifikasi Sistem Induksi Udara Dengan Menambahkan *Intercooler Mitshubishi Pajero Terhadap Engine Diesel 4D56/ Mitshubishi L300* Apalagi di Jurusan Teknik Otomotif sistem Motor Diesel yang dirakit dan dimodifikasi di Mesin *L300* merupakan sarana penunjang kemajuan pendidikan yang belum ada.

Dengan dasar demikian penulis merasa tertarik untuk mempelajari sistem Motor Diesel mobil dan menyajikannya dalam bentuk Tugas Akhir yang diberi judul “Memodifikasi Sistem Induksi Udara Dengan Menambahkan *Intercooler Mitshubishi Pajero Terhadap Engine Diesel 4D56/ Mitshubishi L300*”.

B. Identifikasi Masalah

Dari latar belakang masalah di atas, maka masalah dapat diidentifikasi sebagai berikut :

1. Masih kurangnya Pengatahuan tentang Motor Diesel.
2. Minimnya pengetahuan dan pemahaman pada system Intercooler
3. Kurangnya pemahaman tentang manfaat dari Intercooler pada motor Diesel
4. Masih kurangnya penggunaan TurboIntercooler pada mobil-mobil Diesel keluaran terbaru sekaraang
5. Masih kurangnya tempat servis dan perbaikan pada TurboIntercooler

C. Pembatasan Masalah

Untuk mencapai tujuan dan sasaran yang ingin dicapai serta mengingat keterbatasan yang dimiliki penulis, maka ruang lingkup dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah Modifikasi Sistem Induksi Udara dengan menambahkan *Intercooler Mitshubsi Pajero Sport Terhadap Engine Diesel 4D56/L300*.

D. Perumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah di atas dan untuk lebih terarahnya dalam penulisan ini, maka penulis memberikan rumusan masalah yaitu :

1. Bagaimana cara Memodifikasisistem Intercooler Pada Engine Diesel 4D56/L300
2. Apa saja kerusakan-kerusakan yang sering terjadi pada system intercooler

E. Tujuan Tugas Akhir

Tujuan yang ingin dicapai dari tugas akhir adalah :

1. Memodifikasi Sistem Induksi Udara dengan menambahkan *Intercooler Mitshubishi Pajero* terhadap *Engine Diesel 4D56/ Mitshubishi L300*
2. Mencari kerusakan-kerusakan yang sering terjadi pada system intercooler
3. Menambah Pengatahuan lebih dalam lagi terutama pada Motor Diesel.
4. Untuk mengetahui manfaat memodifikasi system Intercooler pada Motor Diesel

F. Manfaat Tugas Akhir

Adapun manfaat dalam penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi D3 di Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
2. Agar dapat menambah pengetahuan dan pemahaman tentang motor diesel yang telah menggunakan turbo dan intercooler.
3. Sebagai tambahan informasi terbaru dalam bidang teknologi motor diesel.
4. Untuk melengkapi media penunjang praktikum di workshop Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang khususnya pada Mata Kuliah Motor Diesel.

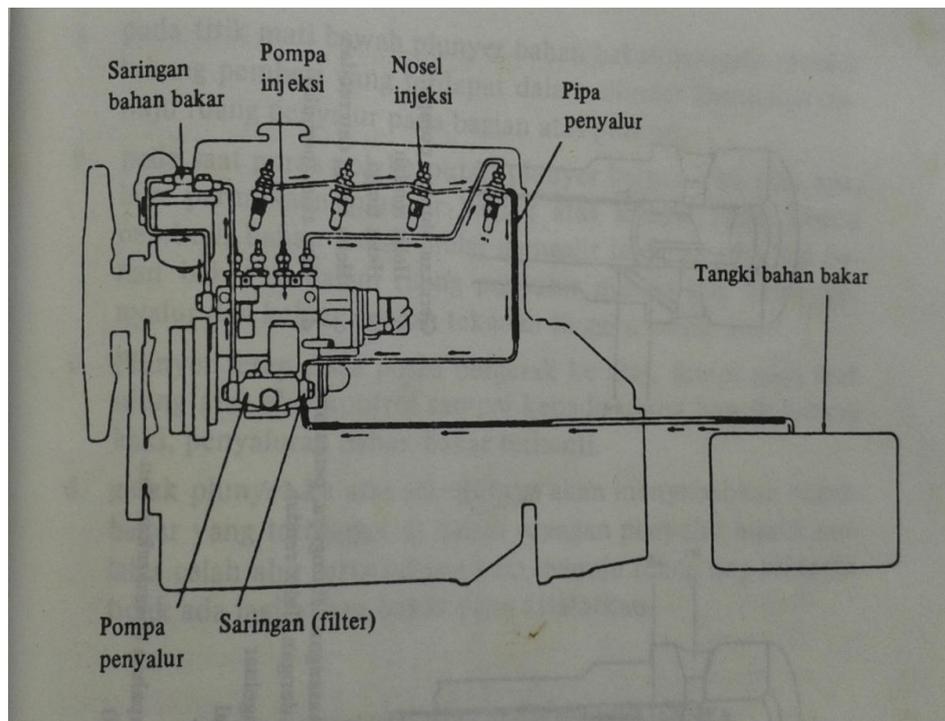
BAB II

LANDASAN TEORI

A. Sistem-sistem pada Motor Diesel

Mesin diesel terdiri dari banyak komponen atau sistem, secara garis besar dapat kita bagi menjadi empat system. antara lain : sistem aliran bahan bakar (*flow of fuel system*), sistem pelumasan (*lubricating system*), sistem udara masuk dan buang, dan sistem pendinginan.

1. Sistem aliran bahan bakar (*flow of fuel system*)



Gambar 1. Sirkuit Aliran Bahan Bakar
(Drs. Daryanto. Dasar-Dasar Teknik Mobil. Hal. 6)

Bahan bakar yang digunakan harus memenuhi syarat terjadinya pembakaran di ruang bakar. Bahan bakar harus mempunyai titik nyala (*autoignition*) sedikit lebih rendah dari temperature yang dihasilkan dari

langkah kompresi. Hal ini dimaksudkan supaya bahan bakar dapat teroksidasi dengan baik, sehingga menghasilkan tenaga ekspansi yang besar. Sistem aliran bahan bakar ini dimulai dari *storage tank* penampung bahan bakar, kemudian dipompa tentunya sebelum masuk pompa harus difilter terlebih dahulu. Setelah itu bahan bakar akan masuk ke *injection pump* (pompa injeksi), untuk ditekan dengan besaran tekanan tertentu sehingga masuk ke injektor (*injector*). Injektor berfungsi sebagai *atomizer* (pengkabut) bahan bakar, yaitu mengubah bahan bakar menjadi butiran-butiran sangat kecil sehingga secara visual akan terlihat seperti kabut. Sehingga memudahkan bahan bakar meledak. Apa yang terjadi bila bahan bakar tidak mengkabut diruang bakar? Jika mesin diesel ini terdiri lebih dari satu silinder maka akan menyebabkan gas buang menjadi sangat panas, dikarenakan sebagian atau seluruh bahan bakar terbakar setelah masuk ke dalam ekshaus manifold (*exhaust manifold*).

2. Sistem pelumasan (*lubricating system*)

Minyak pelumas atau oli merupakan komponen dalam sistem ini. Oli merupakan komponen utama yang sangat vital digunakan pada sistem yang bergerak. Fungsi utamanya adalah mengurangi gesekan yang terjadi pada komponen yang bergesekan dan juga mengurangi panas yang terjadi pada saat gesekan itu sendiri (Drs. Daryanto. Dasar-Dasar Teknik Mobil. Hal 42). Pada mesin diesel pelumasan diperlukan pada posisi bearing terutama main bearing dan *crank pin bearing or big end bearing*, pada gerakan *rocker arm* juga memerlukan pelumasan. Untuk

memastikan komponen-komponen yang bergesekan terlumasi maka diperlukan pompa untuk mengalirkan oli ke seluruh permukaan yang bergesekan. Biasanya jenis pompa yang digunakan adalah pompa roda gigi (*gear pump*). Karena jenis ini merupakan pompa yang mempunyai hasil tekanan kerja yang tinggi serta aliran yang stabil. Tekanan yang dihasilkan dapat mencapai 3 bar lebih, tekanan yang cukup dipergunakan untuk membuat lapisan film oli terutama pada main bearing mesin diesel dengan ukuran sangat besar.

3. Sistem udara masuk dan buang

Sistem udara masuk dan buang terdiri dari filter udara masuk (*air intake filter*), *turbocharger*, *intercooler*, saluran udara masuk *air intake manifold*, katup isap dan katup buang (*intake valve and exhaust valve*), *exhaust manifold*, dan silincer atau knalpot. Fungsi dari filter udara masuk adalah menghalangi kotoran berupa debu dan partikel padat lainnya masuk ke sistem udara masuk dan buang. Untuk mesin-mesin kecil biasanya menggunakan cartridge sebagai filternya, sedangkan untuk mesin-mesin yang sangat besar biasanya dilengkapi dengan oil trap. *Turbocharger* adalah suatu komponen tambahan yang digunakan pada mesin-mesin diesel sedang hingga besar. Komponen ini sangat membantu meningkatkan performa dari mesin diesel. Terdiri dari dua sisi yaitu sisi *blower* (sisi isap) dan sisi turbin (sisi buang). Prinsip kerja dari *turbocharger* adalah pemanfaatan gas buang hasil pembakaran yang masih mempunyai sisa energi digunakan untuk tenaga pada sisi blower

melalui turbin. Udara yang dihasilkan oleh *blower* mempunyai tekan yang tinggi sehingga sangat meningkatkan daya yang dihasilkan oleh mesin diesel itu sendiri. *Intercooler* berfungsi sebagai pemampat udara yang ditekan oleh *blower* sehingga lebih besar densitinya melalui proses pendinginan. Selain itu juga berfungsi untuk menurunkan temperatur udara masuk ruang bakar, sehingga temperatur hasil kompresi tidak sangat jauh lebih tinggi daripada temperatur titik nyala bahan bakar.

4. Sistem pendinginan

Sistem yang digunakan oleh mesin diesel adalah sistem tertutup (*close loop*). Air merupakan media pendingin dari sistem ini. Tujuan dari sistem ini adalah mengurangi panas berlebih yang dihasilkan oleh kerja mesin diesel. Sehingga material komponen mesin diesel tidak terjadi *overheating*, penyebab komponen atau spare part tertentu menjadi rusak. Contoh komponen yang memerlukan pendinginan yaitu silinder liner dan silinder head. Silinder liner merupakan komponen tempat terjadi gesekan antara silinder liner dengan piston. Gerakan translasi piston menyebabkan panas ditambah dengan panas hasil pembakaran menyebabkan silinder liner menjadi sangat panas. Untuk melindungi panas yang berlebih dilakukan pendinginan silinder liner pada sisi luar dari ruang bakar dengan cara mengalirkan air secara kontinyu. Silinder head memerlukan pendingin karena pada bagian bawahnya adalah ruang bakar dan juga tempat pertama keluarnya gas buang sebelum ke *exhaust manifold*. Dalam silinder head juga terdapat banyak komponen yang

bergerak seperti gerakan *rocker arm* juga menambah panas yang terjadi sehingga sangat memerlukan pendinginan. Starting system Ada banyak cara yang digunakan sebagai penggerak awal mesin diesel. Mesin diesel memerlukan penggerak awal untuk membantu langkah kompres sehingga dapat memicu timbulnya tenaga awal dari mesin diesel. Cara yang paling banyak adalah dengan menggunakan motor dc sebagai penggerak awalnya. Tetapi untuk mesin diesel yang lebih besar dapat menggunakan motor bakar yang lebih kecil atau juga dapat menggunakan udara yang bertekanan atau *air starting or pneumatic starting*.

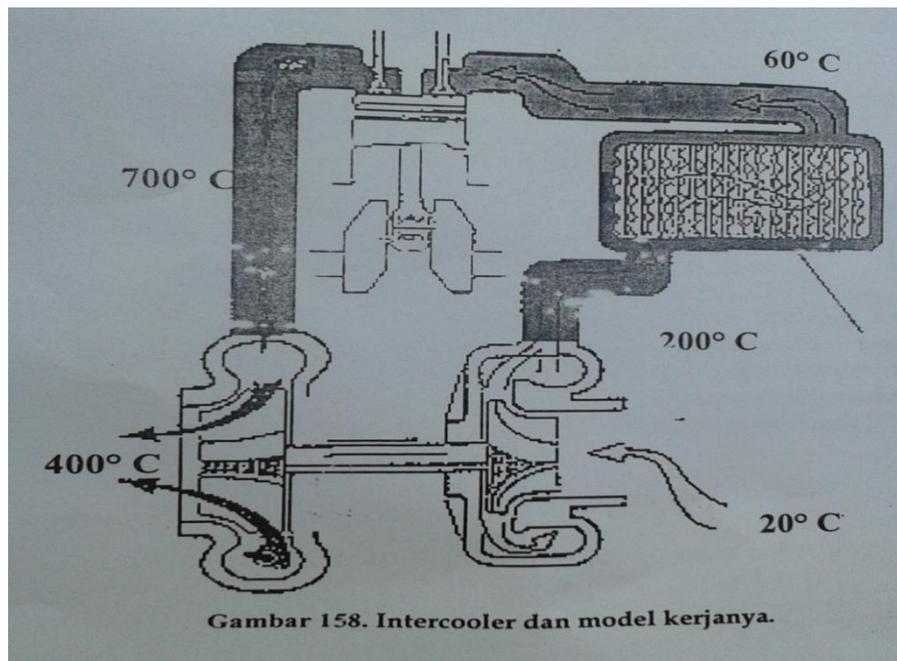
B. Pengertian Sistem Intercooler Pada Engine Diesel

1. Konsep Dasar Intercooler

Intercooler adalah Komponen pada system pemasokan udara system yang didinginkan untuk mendinginkan udara sebelum dialirkan keruang bakar. Tujuannya adalah pendingin pada intercooler untuk mendapatkan kerapatan molekul-molekul udara, sehingga masuk keruang bakar jumlah dan kualitasnya lebih baik. Dari sinilah muncul pemikiran untuk membuat kerapatan udara yang masuk kedalam silinder bertambah supaya kandungan oksigennya kaya. Maka dari itu pada motor bakar yang dilengkapi *supercharger* atau *turbocharger* harus disertai dengan penambahan intercooler (Hasan Maksun, Dkk. Teknologi Motor Bakar, 2013. Hal 158).

Intercooler biasanya diaplikasikan pada mesin-mesin yang mampu mengeluarkan daya yang besar seperti motor diesel. Disini

dijelaskan bahwa sisa-sisa bahan bakar akan menggerakkan turbin wheel pada turbocharger dengan suhu yang berkisar kurang lebih 700°C . udara yang dipompakan impeller wheel terjadi karena tekanan imperller wheel yang panas. Udara yang bersuhu dingin tersebut membutuhkan pendinginan agar menghasilkan kerapatan molekul udara, sehingga saat udara masuk keruang bakar berpandangan antara campuran bahan bakar dan udara terpenuhi demi menghasilkan daya hasil pembakaran tetap stabil di semua kondisi putaran mesin (Hasan Maksum, Dkk. Teknologi Motor Bakar, 2013. Hal 159)



Gambar2. *Intercooler* dan model kinerja pada motor diesel (Hasan Maksum, Dkk. Teknologi Motor Bakar. Hal 158)

2. Teori Dasar Intercooler Pada Turbocharger.

Intercooler merupakan suatu perlengkapan suatu alat yang berfungsi untuk melepas kalor. *Intercooler* biasanya dipakai untuk mendinginkan udara keluaran dari supercharger atau turbocharger. Temperatur udara keluaran turbocharger diatas 120°C , tergantung dari tekanan (boost) yang di hasilkan maka dari itu temperatur udara yang sangat tinggi sudah pasti memiliki kerapatan yang sangat rendah sehingga pembakaran yang terjadi di dalam silinder kekurangan oksigen sehingga menyebabkan kemampuan untuk kerja motor menurun (Oto, Universitas negeri surabaya, 2007, p. 11)

Sebuah motor 4 langkah dikatakan turbocharger apa bila tekanan isapnya lebih tinggi dari pada tekanan atmosfer sekitarnya. Hal ini diperoleh dengan jalan memaksa udara atmosfer masuk ke dalam silinder selama langkah isap, dengan pompa udara yang disebut turbocharger. Turbocharger memanfaatkan energi yang terkandung dalam gas buang untuk menggerakkan kompresor sehingga lebih efektif.

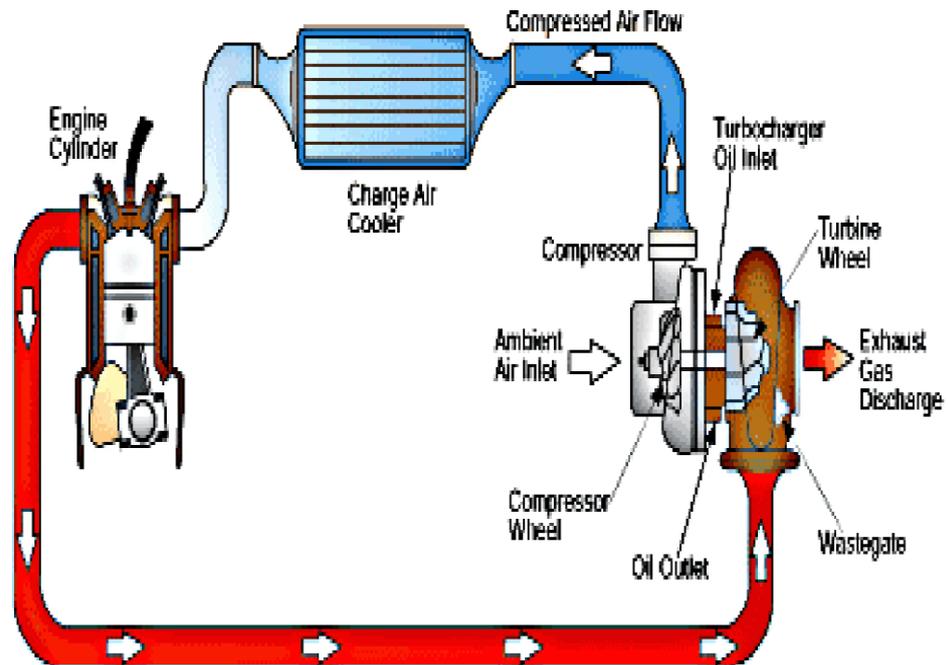
Tekanan efektif rata-rata (mep) mesin diesel menggunakan turbo charger mencapai sekitar 7,4 – 14,4 psi dengan penambahan daya sekitar 35% - 50 % di bandingkan mesin diesel tanpa *turbocharger*. Persyaratan utama *turbocharger* terletak pada ketahanan dinding silinder dalam menerima gaya tekan yang meningkat dalam silinder. Dan perbandingan berat dan daya yang dulunya 10 : 1 sekarang dapat mencapai 6 : 1. Untuk mencapai daya output optimum maka efisiensi volumetris dan laju

pembilasan gas bekas harus ditingkatkan. Untuk mencapai keadaan ini maka kompresi rasio harus dikurangi sedikit dan perubahan katup overlap (A. Graham Bell, *Modern Engine Tuning*, 1998:158).

Secara keseluruhan, semua turbocharger memiliki tiga sistem dasar yaitu turbin, kompressor dan assembling bantalan. Perbedaan-perbedaan yang ada adalah pada variasi peningkatan tekanan dan debit udara yang dimasukkan dalam ruang silinder. Rumah turbin, desain roda turbin dan konstruksi yang berbentuk volute atau pun nozzle sangat menentukan kecepatan aliran gas yang akan menggerakkan poros kompressor. Ketika mesin mulai digerakkan maka gas buang akan memasuki rumah turbin yang berbentuk volute dengan variasi ruang yang semakin kecil dengan kecepatan yang sangat tinggi.

Kecepatan gas yang sangat tinggi ini akan digunakan untuk memutar turbin, yang kemudian keluar melalui pipa buang ke atmosfer. Akibat perputaran turbin maka kompressor juga akan ikut berputar dan menyebabkan terjadinya tekanan vakum pada sisi hisap kompressor.

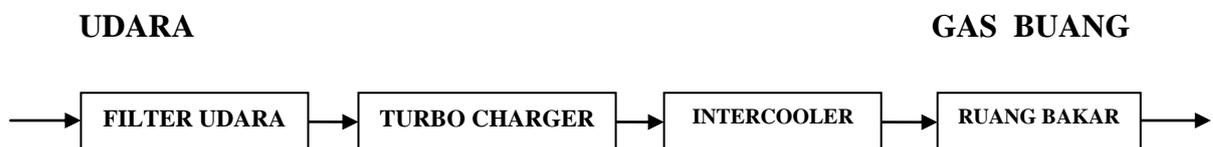
Akibatnya tekanan atmosfer akan memaksa udara kedalam saluran hisap kompressor pada kecepatan relative tinggi. Udara ini kemudian memasuki diffuser dan mengalami penekanan lagi pada rumah kompressor dan dikeluarkan melalui sisi tekan ke Intercooler untuk didinginkan guna untuk lebih memampatkan suplay udara sehingga udara yang masuk keselindir lebih tinggi kadar oksigennya (Oto. Universitas negeri surabaya, 2007, p. 4-5).



Gambar 3. Aliran gas Turbocharger dan Intercooler
(Oto, Universitas negeri surabaya, 2007, p. 5)

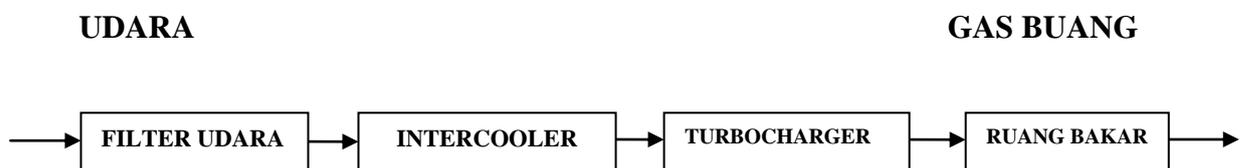
3. Kontruksi pada system Intercooler

Penempatan *intercooler* biasanya berada didepan radiator dimana diupayakan penampang *intercooler* memperoleh hembusan udara dari luar sebanyak-banyaknya dengan tujuan supaya memperoleh pendinginan yang lebih maksimal. Intercooler umumnya dipasang setelah turbocharger seperti skema dibawah ini:



Gambar 4. Intecooler Dipasang Setelah Turbocharger
(Edward, *Advaced Engine Technology*, 2007, p. 14)

Dan tidak sedikit dari para mekanik memasang *intercooler* sebelum *turbocharger*. Menurut mereka jika tekanan (*boost*) yang di hasilkan *turbocharger* diatas 0,5 bar pemasangan *intercooler* sebaiknya di pasang setelah *turbocharger*, akan tetapi jika tekanan yang di hasilkan kurang dari 0,5 bar sebaiknya di pasang sebelum *turbocharger*. *Intercooler* yang di pasang sebelum *turbocharger* di tunjukkan dengan Skema di bawah ini :



Gambar 4. *Intecooler* Dipasang Setelah *Turbocharger*
(Edward, *Advaced Engine Technology*, 2007, p. 14)

C. Prinsip Kerja Intercooler dan Pembagian Sistem-sistem Intercooler

1. Prinsip Kerja Intercooler

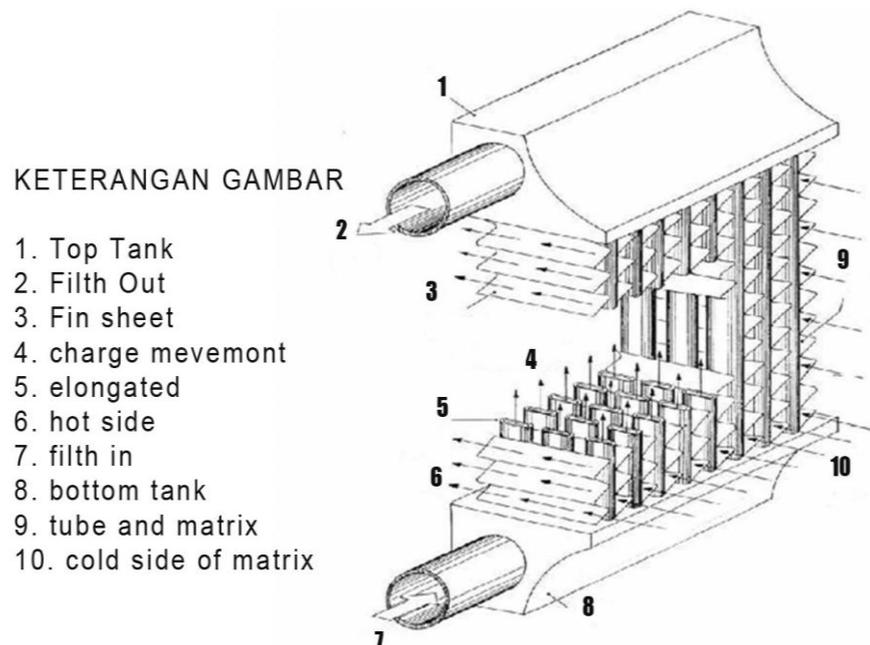
Prinsip Kerja *Intercooler* adalah mendinginkan udara masuk yang mengalir dari *turbocharger* bagian *compressor* menuju mesin. Sesuai dengan sifat fluidanya, semakin rendah temperature udara maka massa udara nya akan lebih besar pada volume udara yang sama (R. Fieldianto, 2010, p. 3). Dengan semakin banyak nya massa udara, maka pembakaran bahan bakar di ruang bakar pada beban yang tinggi dapat lebih sempurna (semakin tinggi beban, semakin banyak massa udara yang diperlukan). Pada saat didorong masuk oleh turbo, tekanan udara akan meningkat, demikian pula dengan suhunya. Untuk mesin, pemanasan udara masuk ini berdampak buruk.

Pertama, menaikkan temperature ruang bakar. *Kedua*, panas akan membuat udara memuai sehingga kerapatan udara berkurang. Disinilah *intercooler* dibutuhkan sebagai penyeimbang. **Intercooler ialah** pelepas panas, semacam radiator namun bukan untuk mendinginkan *engine coolant*, melainkan mendinginkan udara masuk yang melaluinya. Dengan menurunnya suhu yang masuk kemesin ini ada dua manfaat yang di peroleh: temperature ruang bakar yang rendah dan kerapatan udara yang meningkat, jadi volume udara dapat masuk lebih banyak kedalam silinder. (T. S. Swasono, 2014, *chap. 2*).

2. **Macam – macam Pembagian Intercooler**

Ditinjau dari pendinginan nya *intercooler* dibagi 2 macam yaitu *intercooler* Berpendingin udara (*air to air intercooler*) dan *intercooler* berpendingin air (*air to liquid intercooler*). Seperti di halaman belakang.

a) **Intercooler berpendingin udara (*air to air intercooler*)**



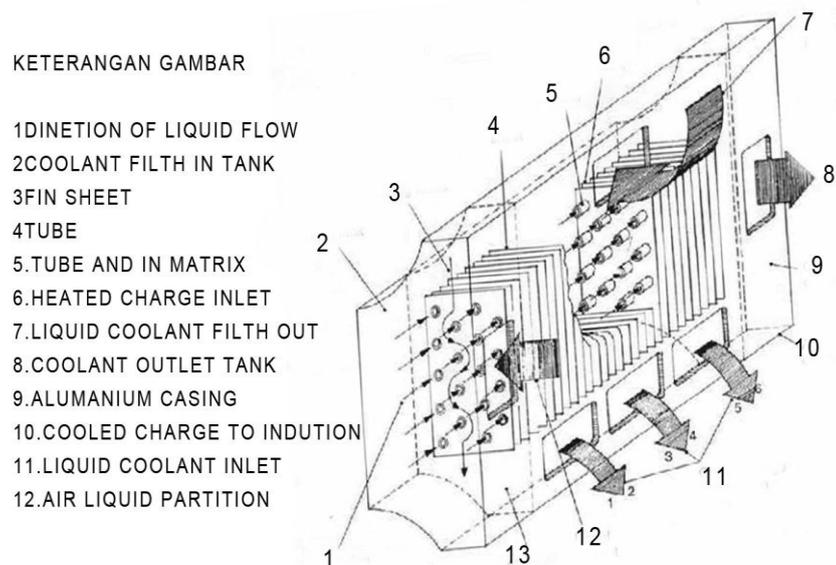
Gambar 6. Elemen dalam *Intercooler* berpendingin udara
(Oto, Universitas negeri surabaya, 2007, p. 12)

Pendinginan *intercooler* umumnya menggunakan udara bebas yang mengalir melalui fin-fin intercooler akibat mobil berjalan. Ada juga yang berpendingin udara yang dihasilkan oleh kipas pendingin yang di hembuskan ke permukaan intercooler sehingga angin tersebut melewati fin-fin intercooler. Ada juga yang pendinginannya dengan media udara dan cairan (semprotair), adajuga yang cairan saja. Penurunan temperature keluaran intercooler dengan pendinginan udara sekitar 15%-25%, dengan media udara dan semprotan air sekitar 20%-35%.

Dan yang paling extreme yang sering dilakukan pada mobil-mobil balap (*Drag race*) pendinginan *intercooler* dengan

menyemprotkan air dingin pada permukaan intercooler sehingga temperature keluaran nya di harapkan sekitar 24-27°C (dari temperature awal 120°C).

b) Intercooler berpendingin air (air to liquid intercooler)



Gambar 7.Kontruksi dalam *Intercooler* berpendingin air (Oto, Universitas negeri surabaya, 2007, p. 13)

Intercooler dengan media pendinginan cairan (*air to liquid intercooler*), cairan yang digunakan yaitu cairan pendingin yang biasa dipakai untuk cairan pendingin radiator mobil (*coolant*). Karena cairan pendingin mempunyai titik didih lebih tinggi dari pada titik didih air (diatas 100°C) sehingga lebih baik untuk meredam panas. Prinsip kerja nya sederhana, cairan pendingin di sirkulasikan oleh pompa sehingga cairan pendingin bersirkulasi melalui pipa-pipa pendingin yang sisi luar nya merupakan udara yang didinginkan.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Pada tugas akhir ini penulis Memodifikasi Sistem Induksi Udara Dengan Menambahkan Intercooler Mitshubisi Pajero Terhadap Engine Diesel 4D56/ Mitshubisi L300 berhasil memodifikasinya, dengan langkah-langkah :

1. Memakai Intercooler Pajero Sport Mitshubishi jenis *air to air intercooler* (Intercooler berpendingin udara) yang memanfaatkan udara bebas.
2. Lakukan pembuatanudukan Intercooler yang tepat, yang mana tidak mengganggu kinerja Engine dan system-sistem yang lain,
3. Lalu pasang slang pada filth in Intercooler kelubang housing Kompresor Turbo Charger
4. Lakukan pemasngan filth out Intercooler pada *Intek manifold turbocharger*
5. Setelah semua komponen terpasang, lakukan penghidupan Engine. Rasakan keuntungan menggunakan *Turbo Intercooler*.

Dari hasil pembahasan Kerusakan-kerusakan yang sering terjadi pada system intercooler adalah sebagai berikut :

1. Intercooler tidak bekerja maksimal
2. Akibat Tersubatnya sirip – sirip intercooler
3. Perubahan parameter kompresor centrifugal terhadap intercooler
4. Kerusakan yang di sebabkan oleh ben daasing di air intake system

5. Pengaruh Terhadap Tenaga Engine

Manfaat memodifikasi system Intercooler pada Motor Diesel adalah sebagai berikut :

1. Intercooler meningkatkan efisiensi sistem induksi udara dengan mengurangi udara panas induksi diciptakan oleh turbocharger dan mempromosikan pembakaran lebih menyeluruh, sehingga performance dan torsi bertambah dan lebih tangguh dari Engine yang tidak memakai TurboIntercooler
2. Sebuah intercooler yang efisien menghilangkan panas dari udara dalam sistem induksi , mencegah panas siklik build- up melalui turbocharger, sehingga output daya yang lebih tinggi yang harus dicapai tanpa kerusakan.

B. Saran

Berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan penulis di atas, ada beberapa saran yang perlu disampaikan, yaitu :

1. Turbo Intercooler Pajero sport Mitshubishi yang dipasang pada *engine stand* 4D56/L300 Mitshubishi merupakan alat pembelajaran Terbaru yang telah Penulis upgrade, maka gunakan lah dengan semaksimal mungkin. Agar mahasiswa bisa terbantu dalam mempelajari Motor Diesel yang Berkembang dan menjadi tren terbaru pada Motor Diesel.
2. Dalam pemakaian alat sekira nya kita bisa untuk saling menjaga dan merawatnya dengan baik. Dan bisa bekerja sesuai dengan prosedur kerja.
3. Hendaknya mahasiswa yang akan membuat tugas akhir, untuk bisa menghadirkan teknologi baru dibidang otomotif di kampus kita, agar kampus kita lebih maju dan berkembang sesuai perkembangan teknologi.

DAFTAR PUSTAKA

- A, Oto. 2007. *Turbocharger (Makalah) Tidak Diterbitkan*. Surabaya : FT UNS
- Daryanto. 2014. *Dasar-Dasar Teknik Mobil*. Jakarta : Balai Pustaka
- Edward. 2007. *Advaced Engine Technology*, (<http://edward.engineotechnology.com/>) Halaman Webside. Diakses pada tanggal 29 september 2009.
- Fakultas Teknik UNP. 2010. *Buku Pedoman Akademik*. Padang : FT UNP.
- Fieldianto, Rhino. 2010. *Beda Tekanan Sebagai Parameter Kondisi Intercooler*. Persero : PT PLN
- Graham Bell. 1998. *Modern Engine Tuning*. Haynes : Publishing.
- Jeter, Mark. 2012. *Turbo Intercooler Installation*, (<http://www.townsendimports.com/>) Print Version website. SAAB : Network.
- Maksum, Hasan dkk. 2013. *Teknologi Motor Bakar*. Padang : FT UNP.
- Mitsubishi Motor. 2013. *New Pajero Sport The Legend*, (<http://www.ktb.co.id/pajerosprot>) Halaman Website. Diakses oleh PT Krama Yudha : Berlian Motor
- Sukoco dan Arifin. 2018. *Teknologi Motor Diesel*. Bandung : Alfabeta
- Swasono, Taqwa S. _____. *Juru Pendingin Mesin*, Print Version website. Technofile : Garden Speed.
- Wido, Muhammad. 2013. *Sejarah Motor Diesel*. (<http://sahriloto.wordpress.com/2012/01/turbocharger.html>) Halaman Website. Diakses Pada at 10:27:00 PM 29 Maret 2013.
- Wikipedia. 2010. *Sistem Intercooler*, (<http://id.wikipedia.org/wiki/Intercooler>) Halaman Website. Diakses pada Tanggal 20 januari 2010.