

PENGARUH PENDINGINAN UDARA MASUK SEBELUM INTAKE MANIFOLD TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR DAN KETEBALAN ASAP GAS BUANG PADA MOTOR DIESEL MITSUBISHI L-300

Syahrul Amri¹, Martias², Irma Yulia Basri³
Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang
Email: syahrul_amri34@yahoo.co.id

ABSTRAK

Penelitian ini dilatar belakangi oleh pencemaran udara dan meningkatnya jumlah konsumsi bahan bakar yang disebabkan oleh peningkatan jumlah kendaraan bermotor, pada penelitian ini akan memberikan perlakuan pada udara masuk sebelum intake manifold dengan cara menurunkan temperatur udara yang menuju intake manifold dari 30°C menjadi 20°C. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pendinginan udara masuk sebelum intake manifold terhadap konsumsi bahan bakar dan ketebalan asap gas buang pada motor diesel Mitsubishi L-300. Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen, yang dilakukan pada tanggal 27 Desember 2013 dengan menggunakan Mitsubishi L-300. Untuk pengujian konsumsi bahan bakar dan ketebalan asap dilakukan pada putaran 800 rpm, 2000 rpm, 300 rpm, dengan temperatur 20°C dan 30°C. pengambilan data dilakukan 2 kali pada setiap putaran. Hasil penelitian diperoleh bahwa pendinginan udara masuk sebelum intake manifold dapat menghemat konsumsi bahan bakar 15,38 % dan menurunkan tingkat ketebalan asap 58,09 %. Hasil tersebut dihitung menggunakan t tes, untuk perhitungan konsumsi bahan bakar t_{hitung} lebih besar t_{tabel} . (7,6690 > 2,920), sedangkan ketebalan asap gas buang (8,9743 > 2,920) menunjukkan perbedaan yang signifikan, karena t_{hitung} lebih besar dari t_{tabel} .

Kata kunci: Pendinginan, bahan bakar, gas buang

A. Pendahuluan

Perkembangan teknologi, khususnya otomotif pada saat ini sangat pesat. Hal tersebut bisa sama-sama kita ketahui di lingkungan sekitar kita banyak transportasi yang digunakan masyarakat untuk bepergian dan lain sebagainya tersebut adalah hasil dari teknologi otomotif. Teknologi otomotif tersebut mempunyai beberapa dampak positif dalam kehidupan manusia. Selain bisa memberikan dampak positif, pengembangan teknologi ini juga bisa memberikan dampak negatif yang cukup serius, diantaranya kemacetan lalu lintas yang dapat menyebabkan tingkat keamanan berkurang, pencemaran udara dan semakin meningkatnya jumlah konsumsi bahan bakar.

Tabel Peningkatan Jumlah Kendaraan

Tahun	Mobil Penumpang	Bis	Truk	Sepeda Motor	Jumlah
2000	3.038.913	666.280	1.707.134	13.563.017	18.975.344
2001	3.189.319	680.550	1.777.293	15.275.073	20.922.235
2002	3.403.433	714.222	1.865.398	17.002.130	22.985.183
2003	3.792.510	798.079	2.047.022	19.976.376	26.613.987
2004	4.231.901	933.251	2.315.781	23.061.021	30.541.954
2005	5.076.230	1.110.255	2.875.116	28.531.831	37.623.432
2006	6.035.291	1.350.047	3.398.956	32.528.758	43.313.052
2007	6.877.229	1.736.087	4.234.236	41.955.128	54.802.680
2008	7.489.852	2.059.187	4.452.343	47.683.681	61.685.063
2009	7.910.407	2.160.973	4.452.343	52.767.093	67.336.644
2010	8.891.041	2.250.109	4.687.789	61.078.188	76.907.127
2011	9.548.866	2.254.406	4.958.738	68.839.341	85.601.351
2012	10.548.866	2.273.821	5.286.061	76.381.183	94.373.324

www.bps.go.id

Meningkatnya jumlah kendaraan menyebabkan meningkat pula konsumsi bahan bakar minyak yang berasal dari fosil. Peningkatan konsumsi ini tidak diiringi dengan penambahan atau pembaruan sumber daya alam yang dibutuhkan, karena memang bahan bakar minyak dari fosil tidak dapat diperbarui, dalam artian sumber energi tersebut suatu saat akan habis dan dapat dilihat pada tabel di bawah ini tentang perbandingan pemakaian atau konsumsi bahan bakar beberapa jenis mobil.

Tabel Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar dari Jenis Mobil

Nama Mobil	Jumlah Konsumsi Bahan Bakar Liter/ Km
Mitsubishi Kuda Diesel	1:9 Sampai 1:12
Kia Travello Diesel	1:9 Sampai 1:12
Kia Pregio Diesel	1:9 Sampai 1:12
Isuzu Panther	1:12 Sampai 1:16
Toyota Inova Diesel	1:9 Sampai 1:12
Mitsubishi L-300	1:12 Sampai 1:16

www.mobilku.org

Sehubungan dengan peningkatan jumlah kendaraan bermotor dan Bahan Bakar Minyak, hal ini akan menyebabkan peningkatan emisi gas buang yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor dikarenakan pada

kendaraan bermotor terjadi proses pembakaran yang nantinya hasil sisa pembakaran tersebut akan dikeluarkan oleh kendaraan bermotor berupa gas buang. Menurut Wardan (1989:252) mengemukakan bahwa “Mekanisme pembakaran sangat dipengaruhi oleh keadaan dari keseluruhan proses pembakaran dimana atom-atom dari komponen yang dapat bereaksi dengan oksigen dan membentuk produk yang berupa gas”.

Zat-zat yang terkandung dalam emisi gas buang motor diesel sebagian besar merupakan gas yang berbahaya bagi kesehatan manusia apabila masuk ke dalam tubuh melebihi batas normal yang ditetapkan. Zat-zat tersebut bisa kita lihat pada tabel di bawah ini, sehingga perlu adanya tindakan nyata untuk mencegah pencemaran udara yang semakin memburuk.

Tabel Kandungan Emisi Gas Buang Motor Diesel

Gas	Cairan	Padat
N ₂	H ₂ O	Jelaga
CO ₂	H ₂ SO ₄	Metal
CO	HC	Non organik
H ₂	O ₂	Sulfat
NO/NO ₂	Polyaromatik	HC padat
SO ₂ /SO ₃		NO/NO ₂
HC		
O ₂		
O ₂ -N		

Ramly (2000:165)

Selain perkembangan pertumbuhan jumlah kendaraan, teknologi otomotif juga mengembangkan teknologi-teknologi baru khususnya motor diesel, yang pada intinya untuk meningkatkan power pada kendaraan dengan menambah jumlah udara masuk pada intake manifold, diantaranya adalah turbocharger, supercharger dan intercooler. Perbedaan antara turbocharger dan supercharger ialah blower. Pemasukan udara pada ruang bakarnya menggunakan blower. Intercooler merupakan perangkat turbo yang terhubung langsung dengan saluran gas buang yang merupakan sumber panas, maka suhu udara yang terhisap dalam intake manifold juga ikut meningkat dan suhu udara yang panas membuat molekul oksigen renggang dan menipis. Karena hal tersebut, maka dipasangkan perangkat intercooler. Pada mesin turbo modern biasanya yang dilengkapi dengan intercooler yang dipasang antara turbo dan intake

manifold untuk menurunkan kembali suhu udara yang panas agar kandungan oksigen menjadi rapat.

Arismunandar menyatakan (1983:32) “Banyaknya udara yang masuk ke ruang bakar sangat mempengaruhi performa mesin diesel. Jumlah volume udara yang masuk ke dalam silinder pada saat langkah hisap secara teoritis sama dengan volume langkah torak dari titik mati atas sampai titik mati bawah”. Kenyataannya, terdapat beberapa penyimpangan yang menyebabkan volume udara yang masuk ke dalam silinder lebih kecil dari volume langkah torak. Penyimpangan itu antara lain disebabkan oleh beberapa faktor seperti tekanan udara, temperatur udara, panjang saluran dan bentuk saluran.

Jika sebuah mesin dapat menghisap udara pada kondisi isapnya sebanyak volume langkah toraknya untuk setiap langkah isap, maka hal itu merupakan sesuatu yang ideal, namun, hal tersebut tidak terjadi pada keadaan yang sebenarnya. Perbandingan antara jumlah udara yang terisap yang sebenarnya terhadap jumlah udara yang terisap dalam keadaan ideal disebut dengan efisiensi volumetrik. Besarnya efisiensi volumetrik tergantung pada kondisi isap yang ditetapkan.

Kesempurnaan proses pembakaran sangat berpengaruh terhadap tenaga mesin yang dihasilkan dan konsumsi bahan bakar. Untuk memperoleh pembakaran yang sempurna, berbagai upaya dapat dilakukan seperti meningkatkan tekanan kompresi, penyetelan tekanan injeksi serta penyetelan saat penginjeksian yang tepat.

Salah satu faktor yang mempengaruhi optimalisasi kinerja pada motor diesel ialah pembakaran yang kurang sempurna pada ruang bakar. Kinerja motor bakar dapat dioptimalkan, dilakukan dengan memodifikasi dengan cara meningkatkan suhu dan tekanan udara ke ruang bakar. Perubahan suhu udara masuk ruang bakar akan berpengaruh terhadap kerapatan udara, sehingga akan mempengaruhi jumlah udara yang masuk ke ruang bakar. Penambahan tekanan pada udara masuk ke ruang bakar akan membantu campuran mencapai kondisi pembakaran yang lebih cepat, sehingga keterlambatan pembakaran,

terutama pada kondisi kecepatan putaran yang tinggi dapat dihindari.

Berdasarkan beberapa usaha untuk meningkatkan kinerja motor diesel ialah melalui sistem pemasukan udara. Dalam sistem pemasukan udara ada yang disebut dengan natural aspirated yaitu sistem pemasukan udara secara alami. Pada natural aspirated tidak ada pola khusus pada pengaturan udara yang akan dimasukkan ke dalam ruang bakar sehingga sangat memungkinkan pada saat berjalan pada daerah yang tinggi, daya engine akan berkurang.

Sistem pemasukan udara ke dalam ruang bakar hanya terjadi secara alami karena adanya beda tekanan antara diluar sistem dengan di dalam sistem pemasukan udara. Tekanan udara pada dataran tinggi lebih dari 100 meter dari permukaan laut akan mengalami penurunan 1 atm sehingga pada ketinggian tersebut, kendaraan membutuhkan udara lebih banyak untuk menghasilkan pembakaran yang sempurna demi menghasilkan tenaga mesin yang baik dan stabil.

Uraian yang telah dikemukakan di atas tentang upaya-upaya meningkatkan kinerja mesin yang salah satunya adalah penggunaan intercooler, yang mana fungsi dari intercooler ini adalah untuk mendinginkan udara sebelum dialirkan ke dalam ruang bakar dan bertujuan untuk mendapatkan kerapatan molekul-molekul udara. Tujuan adanya pendinginan pada intercooler adalah untuk mendapatkan kerapatan molekul-molekul, sehingga saat dimasukkan ke dalam ruang bakar jumlah dan kualitasnya lebih baik.

Adanya performasi motor bakar yang meningkat dan proses pembakaran bahan bakar dapat terjadi dengan sempurna sehingga akan mengurangi terjadinya polusi udara. Oleh sebab itu penulis tertarik untuk meneliti tentang pendinginan udara sebelum masuk ke dalam silinder, lebih tepatnya pendinginan sebelum masuk ke intake manifold, karena temperatur pada intake manifold merupakan temperatur awal atau hanya udara yang masuk melalui intake manifoldlah yang nantinya akan

bercampur dengan bahan bakar di dalam ruang bakar. Dalam penelitian yang akan dilakukan nanti ialah menurunkan temperatur udara sebelum masuk pada intake manifold guna mengetahui seberapa besar pengaruh temperatur udara sebelum masuk pada intake manifold terhadap konsumsi bahan bakar dan ketebalan asap gas buang pada motor diesel.

Alasan menghitung konsumsi bahan bakar dan tingkat ketebalan asap, karena dengan pendinginan udara masuk untuk mencari pembakaran yang sempurna, sehingga dengan sempurnanya proses pembakaran, maka jumlah pemakaian bahan bakar juga berpengaruh, begitu juga dengan menghitung tingkat ketebalan asap yang dihasilkan oleh gas buang, karena berdasarkan peraturan menteri lingkungan hidup tingkat ketebalan asap maksimal untuk kendaraan motor diesel adalah 25%, sedangkan fakta yang di lapangan untuk tingkat ketebalan asap kendaraan motor diesel mencapai 50% (www.107fm.pasuruankab.go.id). Dalam penelitian ini menggunakan kendaraan Mitsubishi L-300 sebagai subjek penelitian karena mempertimbangkan faktor bahwa Mitsubishi L-300 merupakan kendaraan LCV (light commercial vehicle) dengan penjualan tertinggi di kelasnya dengan memimpin pangsa pasar 61,2% (<http://www.tempo.co>). sehingga dapat disimpulkan bahwa Mitsubishi L-300 merupakan salah satu penyumbang polusi udara terbesar di Indonesia.

1. Konsumsi bahan bakar

Konsumsi bahan bakar erat kaitannya dengan dengan efisiensi kendaraan, tingkat konsumsi sebuah mesin terhadap bahan bakar sering menjadi salah satu pertimbangan dalam memilih kendaraan. Usaha-usaha yang di lakukan para ahli otomotif saat ini adalah mendapatkan jenis kendaraan atau mesin dengan konsumsi bahan bakar yang rendah namun menghasilkan tenaga yang optimal. salah satu cara mengukur pemakaian bahan bakar adalah dengan menghitung banyaknya bahan bakar yang digunakan dalam operasi sebuah engine dalam satuan waktu

tertentu. rumus yang digunakan untuk mengukur konsumsi bahan bakar sebagai berikut. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi pemakaian bahan bakar pada kendaraan bermotor diantaranya:

a. Temperatur

Marsudi (2010:57) menyebutkan “Kebutuhan campuran udara dan bahan bakar di dalam motor tergantung pada temperatur, beban dan kecepatan”. Temperatur rendah menyebabkan molekul udara semakin rapat sehingga proses pembakaran semakin sempurna. Temperatur yang terlalu tinggi menyebabkan pembakaran menjadi tidak sempurna. Karena pada saat akhir langka kompresi campuran bahan bakar dan udara terbakar sendiri akibat titik nyala bahan bakar sudah tercapai.

b. Putaran

Marsudi (2010:57) menyebutkan “Untuk putaran stasioner, beban berat, percepatan tinggi, membutuhkan campuran kaya sedang untuk putaran engine normal dan beban ringan maka dibutuhkan campuran miskin”. Wiliard (2004: 65) mengatakan hal yang sama “Konsumsi bahan bakar meningkat dengan kecepatan tinggi karena kerugian gesekan yang lebih besar . Pada kecepatan engine rendah, semakin lama waktu per siklus memungkinkan kehilangan panas lebih dan konsumsi bahan bakar naik”.

Putaran engine biasanya dinyatakan dalam satuan rpm (rotasi per menit). Toyota (1972:8-33) mengemukakan pada umumnya bila putaran engine bertambah maka jumlah bahan bakar yang di pakai cenderung bertambah. Hubungan antara pemakaian bahan bakar dan putaran engine ini dapat di lihat pada Gambar.

c. Saringan Udara

Saringan udara bertujuan untuk membersihkan udara yang masuk kedalam ruang bakar. Saringan udara yang kotor akan menghambat aliran udara

ke injector sehingga konsumsi bahan bakar menjadi besar. Daryanto (2011:36) menyebutkan “Melalaikan pembersihan elemen penyaring udara secara priodik akan menghambat aliran udara. Akibat dari kekurangan udara adalah pemakaian bahan bakar bertambah, tidak menggunakan saringan udara juga dapat merusak silinder, injector cepat kotor, dan pembakaran tidak sempurna selain dapat menyumbat aliran bahan bakar.

d. Beban

Engine membutuhkan campuran kaya pada saat kendaraan membawa beban penuh karena engine membutuhkan tenaga yang besar. Marsudi (2010:57) menyebutkan “Untuk putaran stasioner, beban berat, percepatan tinggi, membutuhkan campuran kaya sedang untuk putaran engine normal dan beban ringan maka dibutuhkan campuran miskin”. Semakin banyak beban yang diangkat, maka bahan bakar yang dibutuhkan semakin meningkat. Beban tersebut berasal dari beban kendaraan itu sendiri, penumpang, tekanan angin, model ban, kondisi jalan, dan muatan kendaraan. Pemakaian bahan bakar pada sebuah engine selayaknya mendapat pengontrolan secara berkala dari pemilik kendaraan. Salah satu cara untuk mengukur pemakaian bahan bakar adalah dengan menghitung banyaknya bahan bakar yang digunakan dalam operasi sebuah engine dalam satuan waktu tertentu.

e. Bahan Bakar

Wakhinuddin (2009:17) menyatakan “Bahan bakar solar mempunyai berat jenis 0,8 sampai dengan 0,85 dengan suhu didih antara 2500 sampai dengan 3000C, titik nyala 650 sampai dengan 700C, mempunyai viskositas 1,5 sampai dengan 3,5 dan nilai pembakarannya 9983 kal/kg”. Dalam Toyota Step 2(1972:2-5) dijelaskan bahwa solar biasa digunakan sebagai

bahan bakar untuk motor diesel, selain itu dapat juga menggunakan minyak kacang, minyak tanah atau biodiesel. Solar merupakan hasil penyulingan minyak bumi atau crude oil yang dipanaskan pada suhu 3500C yang kemudian berubah menjadi cairan yang dialirkan ke tabung penyuling. pada tabung penyulingan ini keluar beberapa produk olahan minyak bumi seperti gas, bensin, minyak tanah, solar, residu dan heavy oil. untuk solar sendiri dihasilkan pada temperatur 200-3400C. Solar mempunyai beberapa sifat utama, antara lain:

- 1) Tidak berwarna atau berwarna kuning muda dan berbau.
- 2) Tidak menguap pada temperatur normal.
- 3) Titik nyala atau temperatur minimum terbakar adalah 400-1000C.
- 4) Berat jenis 0,82-0,86.
- 5) Tenaga panas yang dihasilkan adalah 10500 kal/kg.
- 6) Dibandingkan dengan bensin, kadar sulfurnya lebih banyak.

f. Perbandingan Pencampuran Udara dan Bahan Bakar

Motor bakar memerlukan campuran bahan bakar dan udara untuk melakukan pembakaran. Sukoco (2008:18) "Perbandingan campuran bahan bakar udara pada motor diesel 40:1". Perbandingan campuran udara ideal ini tidak selamanya bisa didapat pada setiap siklus. Terkadang campuran ini menjadi kaya dimana persentasi udara berkurang pada saat mesin menerima beban penuh dan campuran ini menjadi kurus bila persentasi udara bertambah.

2. Ketebalan asap gas buang

Tekad (2009:64) menjelaskan bahwa "Komponen-komponen gas buang yang membahayakan yang dihasilkan motor diesel antara

lain adalah asap hitam, hidrokarbon yang tidak terbakar (UHC), karbon monoksida (CO), dan oksida nitrogen (NO dan NO₂) serta partikulat yang mengandung timbal. NO dan NO₂ biasa dinyatakan dengan NO_x. Namun jika dibandingkan dengan motor bensin, gas buang motor diesel mengandung CO dan HC yang lebih sedikit, demikian juga kadar NO₂ yang dihasilkan sangat sedikit jika dibandingkan dengan NO. Jadi komponen utama gas buang mesin diesel yang membahayakan adalah NO dan asap hitam". Selain komponen-komponen diatas, beberapa hal yang juga merupakan bahaya atau gangguan meskipun bersifat sementara antara lain asap putih yang terdiri atas kabut bahan bakar atau minyak pelumas yang terbentuk pada waktu start dingin, asap biru yang terjadi karena adanya bahan bakar yang tidak terbakar dengan sempurna terutama pada periode pemanasan mesin atau pada beban rendah, serta bau yang kurang sedap. Disamping itu, pemakaian bahan bakar yang mengandung sulfur yang tinggi akan menyebabkan kandungan SO₂ di dalam gas buang.

Sukoco menyatakan (2009:160-162) "Gas buang kendaraan bermotor sebagai hasil pembakaran bahan bakar pada umumnya terdiri dari gas yang tidak beracun N₂ (Nitrogen), CO₂ (Karbon dioksida) dan H₂O (uap air) sebagian kecil merupakan gas beracun seperti NO_x, HC, dan CO. yang sekarang sangat populer dalam gas buang adalah gas beracun yang di keluarkan oleh suatu kendaraan".

Srikandi (1992:95) dan Tekad (2009:65) mengemukakan bahwa secara umum ada beberapa gas kandungan emisi motor diesel, yaitu:

a. Karbonmonoksida (CO)

Gas CO adalah suatu polutan yang tidak berwarna, tidak berbau dan tidak mempunyai rasa yang berwujud gas pada suhu diatas -1950C serta memiliki berat sebesar 96,5% dari berat air dan tidak larut di dalam air. terjadi karena

pembakaran bahan bakar kurang sempurna. Karbon sebagai zat padat lebih sulit dibakar dibandingkan hidrogen dan sulphur. Dibutuhkan jumlah oksigen yang berlebih untuk dapat membakar karbon menjadi karbondioksida ($2C + O_2 \rightarrow CO_2$).

Gas CO pada konsentrasi tinggi dapat mengakibatkan kematian pada manusia, tetapi pada konsentrasi yang relatif rendah (100 ppm atau kurang) juga dapat mengganggu kesehatan. Gas CO cenderung lebih mudah terikat dengan hemoglobin (Hb) darah dibanding oksigen, padahal secara normal hemoglobin membawa mengikat oksigen untuk didistribusikan ke seluruh tubuh. Akibatnya jika gas CO masuk ke dalam tubuh terlalu banyak, maka tubuh akan kekurangan oksigen.

b. Nitrogen oksida (NO_x)

Gas NO terjadi karena adanya reaksi antara N₂ dan O₂ pada temperatur tinggi. Persamaan reaksinya adalah sebagai berikut : ($N_2 + O_2 \rightarrow 2NO$) menjadi ($2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$). NO merupakan gas yang berbahaya karena mengganggu saraf pusat. Disamping itu, dengan adanya O₂, NO akan bereaksi membentuk NO₂, Gas NO₂ mengeluarkan bau yang merangsang dan menyebabkan edema paru-paru dan bronchitis. Selanjutnya, udara yang mengandung NO akan menyebabkan terbentuknya kabut asap fotokimia (Photochemical Smog) yang merupakan masalah polusi udara yang serius terutama di kota-kota besar.

c. Sulfur oksida (SO₂)

Salah satu emisi berbahaya yang timbul akibat pembakaran bahan bakar yang mengandung sulfur adalah gas SO₂. Sulfurdioksida (SO₂) merupakan gas yang tidak dapat terbakar, tidak berwarna dan dapat berada dalam udara maupun terlarut dalam tetesan-tetesan air. Sulfurdioksida (SO₂) dapat

teroksidasi didalam udara dan membentuk sulfurtrioksida (SO₃) yang bila bertemu dengan uap air akan membentuk asam sulfur (H₂SO₄). Hal inilah yang menjadi cikal bakal terbentuknya hujan asam.

d. Partikulat

Gas buang mesin diesel sebagian besar berupa partikulat dan berada pada dua fase yang berbeda, namun saling menyatu, yaitu fase padat, terdiri dari residua tau kotoran, abu, bahan aditif, bahan korosif, keausan metal, fase cair, terdiri dari minyak pelumas tak terbakar. Gas buang yang berbentuk cair akan meresap ke dalam fase padat, gas ini disebut partikel. Partikel-partikel tersebut berukuran mulai dari 100 mikron hingga kurang dari 0,01 micron. Partikulat yang berukuran kurang dari 10 mikron memberikan dampak terhadap visibilitas udara karena partikulat tersebut akan memudahkan cahaya. Berdasarkan ukurannya, partikel dikelompokkan menjadi tiga, yaitu:

- 1) 0,01-10 mm disebut partikel smog/kabut/asap.
- 2) 10-50 mm disebut dust/debu.
- 3) 50-100 mm disebut ash/abu.

Permasalahan polusi yang disebabkan oleh motor diesel salah satunya adalah asap hitam yang terkandung pada gas buang. Tekad (2009:64) Menjelaskan bahwa "Asap hitam pada gas buang motor diesel timbul akibat tidak sempurnanya pembakaran yang terjadi di dalam ruang bakar. butiran bahan bakar yang diinjeksikan terlalu besar, sehingga mengakibatkan dekompresi yang memicu timbulnya karbon padat. Asap hitam membahayakan tidak hanya karena mengeruhkan udara sehingga mengganggu pandangan, tetapi juga karena ada kemungkinan mengandung karsinogen".

Besarnya emisi motor diesel dalam bentuk opasitas (ketebalan asap) tergantung pada banyaknya bahan bakar yang di semprotkan atau di kabutkan ke dalam silinder, karena pada motor diesel yang di kompresikan adalah udara murni. Dengan kata lain semakin kaya campuran maka semakin besar konsentrasi Nox, CO dan asap. Sementara itu, semakin kurus campuran konsentrasi Nox, CO dan asap juga semakin kecil. Faktor-faktor yang mempengaruhi ketebalan asap gas buang pada motor diesel antara lain bentuk penyemprotan nosel injeksi tidak sempurna, Volume penyemprotan tidak sesuai dan tekanan kompresi rendah sehingga pencampuran udara dan bahan bakar tidak sempurna dan bahan bakar tidak seluruhnya terbakar sehingga menyebabkan asap hitam. Berdasarkan keputusan menteri Negara lingkungan hidup nomor: KEP - 35/MENLH/10/1993 tentang ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor pada pasal 2 butir d yang berbunyi “kendaraan bermotor selain sepeda motor dua langkah dengan bahan bakar solar diesel dengan bilangan setana 3 45 di tentukan maksimal ekivalen 50% bosch pada diameter 102mm atau 25 % opacity untuk ketebalan asap”.

Kepekatan asap disebut opasitas, dan perlunya dilakukan pengujian dimaksudkan untuk mengukur kepekatan asap yang dihasilkan oleh pembakaran dalam mesin. Suhartanta & Zainal (2008:28) menjelaskan bahwa “Kepekatan asap adalah kemampuan asap untuk meredam cahaya, apabila cahaya tidak bisa menembus asap maka kepekatan asap tersebut dinyatakan 100%, apabila cahaya bisa melewati asap tanpa ada pengurangan intensitas cahaya maka kepekatan asap tersebut dinyatakan 0%”.

3. Pendinginan udara masuk

Suhu atau temperatur udara adalah derajat panas dari aktivitas molekul dalam atmosfer. Alat untuk

mengukur suhu atau temperatur udara atau derajat panas disebut Thermometer. Biasanya pengukuran suhu atau temperatur udara dinyatakan dalam skala Celcius (C), Reamur (R), dan Fahrenheit (F). Udara timbul karena adanya radiasi panas matahari yang diterima bumi (*kemdiknas.go.id*). Berdasarkan pengertian dari temperatur di atas, maka pendinginan udara masuk yang dimaksud disini adalah menurunkan suhu udara sebelum masuk intake manifold yang nantinya menuju ke ruang bakar.

Salah satu faktor yang mempengaruhi perubahan temperatur pada saluran masuk ialah lingkungan, karena lingkungan memiliki temperatur yang berbeda, misalnya lingkungan yang berada di dataran tinggi dan dataran rendah maka temperaturnya pasti berbeda. Oleh sebab itu, setiap kendaraan yang berada di dataran tinggi dan dataran rendah, besar temperaturnya sudah pasti berbeda atau disebut pemasukan udara murni.

Pada saat sekarang ini, salah satu teknologi otomotif yang sedang berkembang salah satunya adalah *intercooler*. Alat ini merupakan alat yang sederhana pada sebuah kendaraan dan berfungsi mendinginkan udara sebelum dialirkan ke ruang bakar, tujuannya adalah untuk mendapatkan kerapatan molekul-molekul udara, sehingga pada saat dimasukkan ke dalam ruang bakar jumlah dan kualitasnya lebih baik.

Menurut Lit dalam Ardi, (2008:5) “Pendinginan udara dapat memperbesar daya motor 30-80% dan kerja mesin diesel lebih efisien”. Prinsip kerjanya menurut Bernand dalam Ardi (2008:14) “Udara panas yang mengalir masuk ke pipa-pipa *intercooler* sebelum masuk ke dalam silinder, kemudian udara didinginkan oleh *intercooler* dengan cara mengalirkan udara melalui kisi-kisi *intercooler*”. Dari prinsip kerja di atas jalannya udara panas yang mengalir hingga sampai ke kisi-kisi *intercooler*, maka dengan demikian udara yang masuk kedalam

silinder tetap dingin karena telah didinginkan oleh kisi-kisi *intercooler* tetapi tekanannya tetap konstan.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ardi tentang penggunaan *intercooler* atau sistem yang mendinginkan udara sebelum masuk ke ruang bakar dan mendapatkan kesimpulan bahwa performa mesin meningkat setelah adanya tambahan penggunaan *intercooler* dan dayanya meningkat 66,1% pada putaran 2500 Rpm, maka dari hasil penelitian yang telah dilakukan oleh ardi ketika performa mesin meningkat tentunya proses pembakarannya juga lebih optimal, sehingga temperatur atau suhu udara yang masuk menuju intake manifold sebelum masuk ke ruang bakar sangat mempengaruhi proses pembakaran dan kerja motor diesel.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui adanya perbedaan antara dua perlakuan berbeda pada satu objek yang sama, oleh sebab itu penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Sugiyono (2012:72) “Metode penelitian eksperimen dapat diartikan sebagai metode penelitian yang di gunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan”

Pada desain penelitian ini tergolong penelitian eksperimen *pretest-posttest control group design* dengan satu macam perlakuan. Didalam model ini sebelum dimulai perlakuan kedua kelompok diberi tes awal atau *pretest* untuk mengukur kondisi awal (O_1). Selanjutnya pada kelompok eksperimen diberi perlakuan (X) dan pada kelompok pembanding tidak diberi. Sesudah selesai perlakuan kedua kelompok diberi tes lagi sebagai post test (O_2). Arikunto (2002:78)

1. Objek penelitian

Menurut suharsimi (2006:101) menjelaskan bahwa “Objek penelitian adalah sasaran atau objek yang dijadikan pokok pembicaraan dalam penelitian”. Objek penelitian dalam penelitian ini adalah mobil

Mitsubishi L-300. Data yang akan diambil yaitu konsumsi bahan bakar dan ketebalan asap gas buang dengan memberi perlakuan udara masuk sebelum intake manifold.

Tabel Spesifikasi Mitsubishi L-300

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Tipe mesin	Diesel engine
2	Susunan silinder	4 in-line longitudinal
3	Sistem bahan bakar	Distributor type injection pump
4	Jumlah silinder	4 silinder
5	Isi silinder	2477 cc(151,2 cu.in)
6	Daya mesin	74 PS/4200 rpm
7	Torsi maksimum	15/2500Kgm/rpm
8	Kapasitas tangki bahan bakar	47 liter
9	Kapasitas minyak pelumas	4,7 liter
10	Jenis minyak pelumas	SAE 40
11	Sistem pendinginan	Radiator
12	Kapasitas tangki pendingin	8,0 liter
13	Cara menghidupkan	Starter

Sumber: www.mitsubishisurabaya.com

2. Jenis dan sumber data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer pada penelitian ini adalah data yang diperoleh dari hasil pengujian berupa satuan cc pada konsumsi bahan bakar dan satuan % pada pengukuran ketebalan asap gas buang. Data sekunder pada penelitian ini adalah data yang mempunyai hubungan dengan topik penelitian berupa jurnal penelitian, karya tulis dan media cetak yang dapat memperkuat penelitian.

Sumber data pada penelitian ini diperoleh dari mobil Mitsubishi L-300 yang dilakukan pengujian yang dilakukan di bengkel TOYOTA Auto 2000 bypass padang pada tanggal 27 Desember 2013.

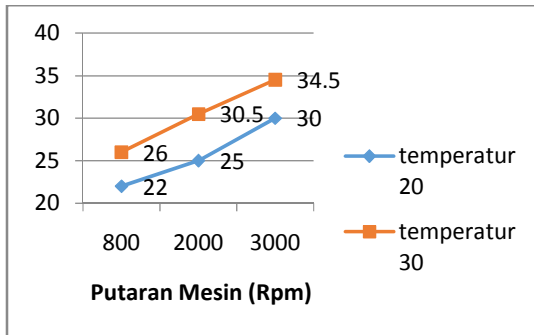
C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

1. Konsumsi bahan bakar

Tabel Hasil Penelitian Konsumsi Bahan Bakar

Putaran Mesin (rpm)	Konsumsi Bahan Bakar (cc)					
	Temperatur 20°C			Temperatur 30°C		
	P1	P2	Rata-rata	P1	P2	Rata-rata
800	23	21	22	25	27	26
2000	24	26	25	29	32	30,5
3000	29	31	30	35	34	34,5
Jumlah	76	78	77	99	93	91
Rata-rata	25,33	26	25,66	29,66	31	0,94

Hasil penelitian tersebut dibuat dalam bentuk grafik



Angka yang ditampilkan pada persentase konsumsi bahan bakar merupakan rata-rata yang diambil dari dua kali pengujian pada masing-masing putaran mesin. Grafik yang berwarna coklat menunjukkan tingkat konsumsi bahan bakar pada temperatur sebelum diberi perlakuan (30°C) pada putaran 800 rpm, 2000 rpm dan 3000 rpm. Konsumsi bahan bakar terendah pada putaran 800 rpm, yaitu 26 cc dan konsumsi bahan bakar tertinggi pada putaran 3000 rpm yaitu 34,5 cc.

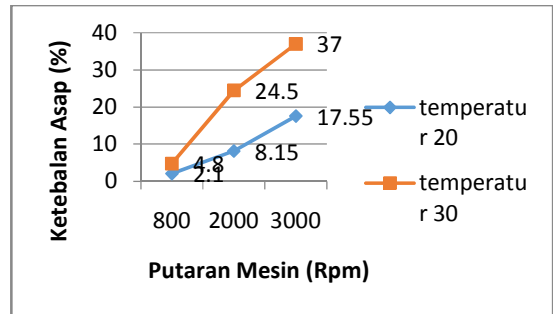
Tabel Hasil konsumsi bahan bakar menggunakan uji t

30 VS 20								
Varibel	X	Y	NX	NY	SX	SY	ttest	Signifikansi 5% (t _{table} =2,920)
Konsumsi Bahan Bakar	25,67	30,33	3	3	0,942809	0,471409	-7,669022	Signifikan

2. Ketebalan asap

Tabel tingkat ketebalan asap

Putaran Mesin (rpm)	Tingkat Ketebalan Asap (%)					
	Temperatur 20°C			Temperatur 30°C		
	P1	P2	Rata-rata	P1	P2	Rata-rata
800	2.1	2.1	2.1	5.0	4.6	4.8
2000	13.5	2.8	8.15	27	22	24.5
3000	21.6	13.5	11.5	39	35	37
Jumlah	32,7	18,4	21,75	71	61,6	66,3
Rata-rata	12,4	6,13	7,25	23,66	20,53	22,1



Angka yang ditampilkan pada persentase tingkat ketebalan asap gas buang motor diesel Mitsubishi L-300 merupakan rata-rata yang diambil dari dua kali pengujian pada masing-masing putaran mesin. Grafik yang berwarna coklat menunjukkan tingkat ketebalan asap pada temperatur 30°C pada putaran 800 Rpm, 2000 rpm dan 3000 Rpm. Tingkat ketebalan asap terendah pada putaran 800 rpm, yaitu 4,8 % dan tingkat ketebalan asap tertinggi pada putaran 3000 rpm yaitu 37 %.

Tabel Hasil Ketebalan Asap Menggunakan Uji t

30 VS 20								
Varibel	X	Y	NX	NY	SX	SY	ttest	Signifikansi 5% (t _{table} =2,920)
Ketebalan Asap	22,1	9,27	3	3	1,107801	2,215601	8,974389	Signifikan

D. Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan dan analisis data dari penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Pendinginan udara masuk sebelum Intake Manifold dapat mengurangi konsumsi bahan bakar sebesar 15,38% dibandingkan udara tanpa perlakuan.
2. Pendinginan udara masuk sebelum Intake Manifold dapat mengurangi ketebalan asap sebesar 58,09% dibandingkan udara tanpa perlakuan.
3. Hasil penghitungan data menggunakan uji t menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan pada pendinginan udara masuk sebelum intake manifold terhadap konsumsi bahan bakar dan ketebalan asap gas buang pada motor diesel Mitsubishi L-300. Hasil t hitung lebih besar dari t tabel yaitu (2,920).

DAFTAR PUSTAKA

- Ardi Kusmawadi. (2008). *Kajian Studi Penggunaan Turbocarjer Dengan Interkuler Terhadap Performasi Motor Bakar Diesel 130 Ps Penggerak Kendaraan Truk*. Jurnal . USU
- Arismunandar, Wiranto. (1975). *Motor Diesel Putaran Tinggi*, Bandung: Pradya Paramita
- Badan Pusat Statistik. (2012). *Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis tahun 1987-2011*. <http://www.bps.go.id>. (Diakses tanggal 20 Februari 2013.)
- BPPOM. Tanpa tahun. *Keracunan karbonmonoksida*. <http://ik.pom.go.id>. (Diakses tanggal 20 Februari 2013).
- Daryanto. (1997). *Teknik Otomotif*. Jakarta: PT Bina Aksara.
- Kementerian lingkungan hidup. (1993). *Ambang Batas Emisi Kendaraan Bermotor*. (Diakses 20 Mei 2013)
- Ramly Usman. (2000). *Pengaruh Alat Asap Filter Terhadap Kadar Kepekatan Asap Kendaraan Bermesin Diesel*. Jurnal Teknologi lingkungan (Vol.1 No.2) Hlm. 165-170.
- Sukoco & Zainal Arifin. (2008). *Teknologi Motor Diesel*. Bandung: Alfabeta
- Sugiyono (2009), *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif Dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- Suharsimi Arikunto (2010). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik Edisi Revisi 2010*. Yogyakarta: Rineka Cipta.
- Tekad Sitepu. (2009). *Kajian Eksperimental Pengaruh Bahan Aditif Octane Booster Terhadap Emisi Gas Buang Pada Mesin Diesel*. jurnal dinamis (Vol.1 No.5). Hlm.64-72.
- Toyota. (1972). *Materi Pelajaran Engine Group Step 2*. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.
- Wakhinuddin S. (2009). *Motor Diesel*. Padang: UNP Press
- Wiliard W. Pulkrabek. Tanpa Tahun (Second Edition). *Internal Combustion Engine Fundamental*. Singapore