

**ANALISIS PENGGUNAAN ENGINE CONDITIONER
TERHADAP UNJUK KERJA MOTOR BENซิน EMPAT
LANGKAH KAPASITAS 1500cc**

SKRIPSI

OLEH :

IMANUEL SINURAYA

168130003



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2020

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 21/12/21

Access From (repository.uma.ac.id)21/12/21

**ANALISIS PENGGUNAAN ENGINE CONDITIONER
TERHADAP UNJUK KERJA MOTOR BENSIN EMPAT
LANGKAH KAPASITAS 1500cc**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Program Studi Teknik Mesin Fakultas
Teknik Mesin Universitas Medan Area

OLEH :

IMANUEL SINURAYA

168130003



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2020**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 21/12/21

Access From (repository.uma.ac.id)21/12/21

**ANALISIS PENGGUNAAN ENGINE CONDITIONER
TERHADAP UNJUK KERJA MOTOR BENGIN EMPAT
LANGKAH KAPASITAS 1500cc**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana di Program Studi Teknik
Mesin Fakultas Teknik Mesin Universitas Medan Area



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2020**

HALAMAN PENGESAHAN BUKU SKRIPSI

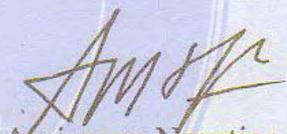
Judul Skripsi : Analisis Penggunaan Engine Conditioner Terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin Empat Langkah Kapasitas 1500 cc
Nama : Imanuel Sinuraya
NPM : 168130003
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II


(Ir. Husin Ibrahim, MT)


(Ir. H. Amirsyam Nasution, MT)

NIP/NIDN : 0018106107

NIP/NIDN : 0114048001

Dekan

Ka. Prodi Teknik Mesin




Dr. Ir. Dina Maizana, M.T.

NIP/NIDN: 0112096601




(Muhammad Idris ST.MT)

NIP/NIDN : 0106058104

Tanggal Lulus : 12 Oktober 2020

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 12 Oktober 2020



(Imanuel Sinuraya)
(168130003)

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Medan Area, Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Imanuel Sinuraya
NIM : 168130003
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : TEKNIK MESIN
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi

Demi pengembangan Ilmu Pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Non eksklusif (Non-exclusive Royalty-FreeRight) atas karya ilmiah saya yang berjudul : Analisis Penggunaan *Engine Conditioner* Terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin Empat Langkah Kapasitas 1500cc. Dengan Bebas Royalti Non eksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih mediakan/formatkan, mengelola dalam bentuk perangkat data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

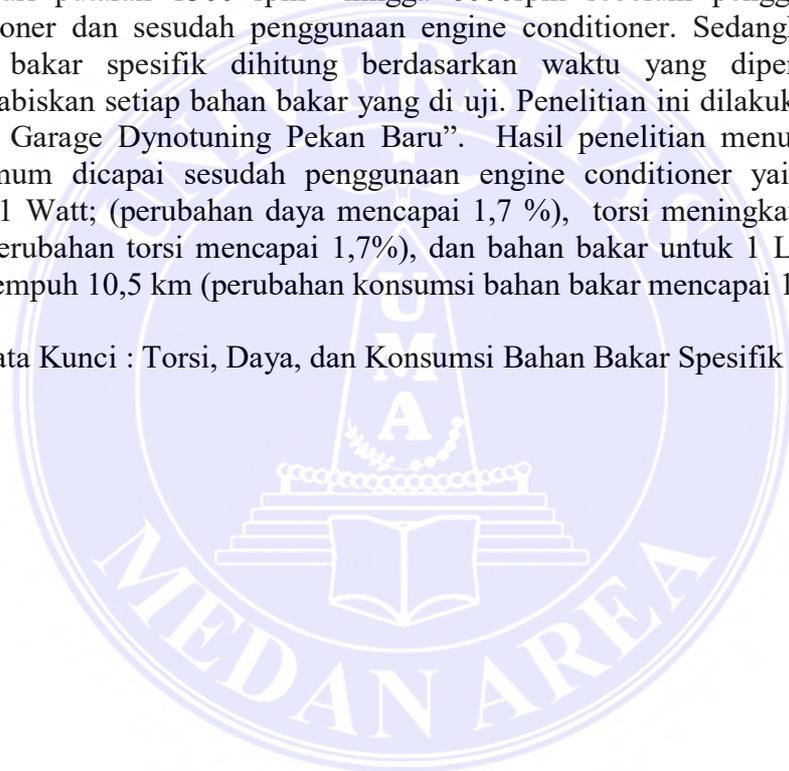
Medan, 12 Oktober 2020
Yang menyatakan

(Imanuel Sinuraya)

ABSTRAK

Kendaraan umum saat ini bisa menggunakan beberapa pilihan jenis bahan bakar antara lain Premium dan Pertamax. Masing-masing jenis bahan bakar tersebut memiliki angka oktan yang berbeda. Unjuk kerja motor banyak dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya jenis bahan bakar, penyalaan busi dan konsumsi udara. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan engine conditioner terhadap unjuk kerja motor bensin empat langkah kapasitas 1500 cc. Pada pengujian ini penulis menguji daya, torsi, dan konsumsi bahan bakar spesifik. Motor yang diuji oleh penulis adalah motor bensin dengan kapasitas 1500 cc dengan menggunakan alat dynotest yang terhubung dengan komputer. Selanjutnya komputer akan membaca dan mencatat grafik daya dan torsi dari putaran 1500 rpm hingga 6000rpm sebelum penggunaan engine conditioner dan sesudah penggunaan engine conditioner. Sedangkan konsumsi bahan bakar spesifik dihitung berdasarkan waktu yang diperlukan dalam menghabiskan setiap bahan bakar yang di uji. Penelitian ini dilakukan di bengkel “Steve Garage Dynotuning Pekanbaru”. Hasil penelitian menunjukkan daya maksimum dicapai sesudah penggunaan engine conditioner yaitu $123 \text{ hp} = 91721,1 \text{ Watt}$; (perubahan daya mencapai 1,7 %), torsi meningkat menjadi 146 Nm (perubahan torsi mencapai 1,7%), dan bahan bakar untuk 1 Liter mendapat jarak tempuh 10,5 km (perubahan konsumsi bahan bakar mencapai 1,71%).

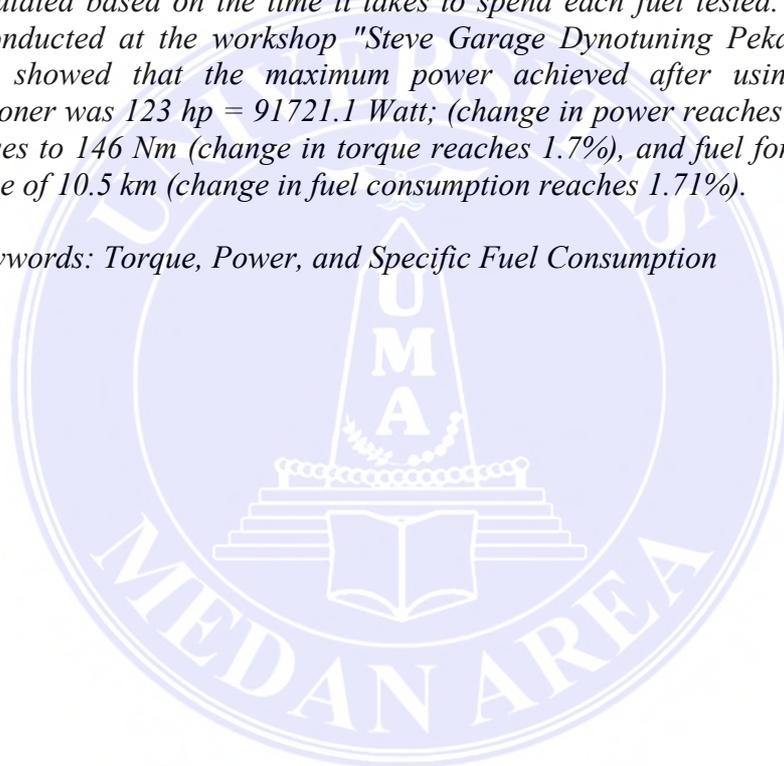
Kata Kunci : Torsi, Daya, dan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik



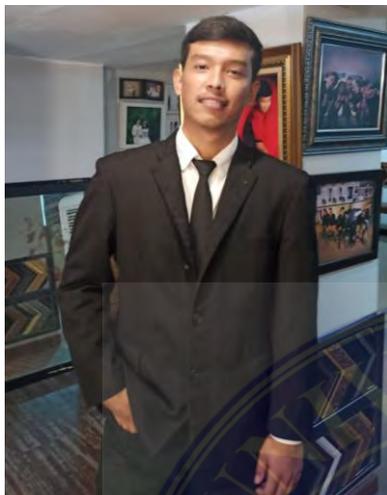
ABSTRACT

Today's public vehicles can use several choices of fuel types, including Premium and Pertamina. Each type of fuel has a different octane number. Motorcycle performance is influenced by several factors, including the type of fuel, spark plug ignition and air consumption. The purpose of this study was to determine the effect of using an engine conditioner on the performance of a four stroke gasoline motorbike with a capacity of 1500 cc. In this test, the authors tested the specific power, torque and fuel consumption. The motor tested by the author is a gasoline motor with a capacity of 1500 cc using a dynotest tool connected to a computer. Furthermore, the computer will read and record power and torque graphs from 1500 rpm to 6000rpm before using the engine conditioner and after using the engine conditioner. Meanwhile, the specific fuel consumption is calculated based on the time it takes to spend each fuel tested. This research was conducted at the workshop "Steve Garage Dynotuning Pekanbaru". The results showed that the maximum power achieved after using the engine conditioner was 123 hp = 91721.1 Watt; (change in power reaches 1.7%), torque increases to 146 Nm (change in torque reaches 1.7%), and fuel for 1 liter gets a distance of 10.5 km (change in fuel consumption reaches 1.71%).

Keywords: Torque, Power, and Specific Fuel Consumption



RIWAYAT HIDUP PENULIS



Penulis bernama Imanuel sinuraya Lahir di Medan, tanggal 1 April 1995. Penulis merupakan anak kedua dari 2 bersaudara, pasangan dari Ulalupa Sinuraya dan Pasti br sembiring. Penulis menyelesaikan pendidikan di SD Negeri 064023 Kemenangan Tani Medan, dan Tamat pada tahun 2007. Pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan di Smp Swasta ASSISI Medan dan Tamat pada Tahun 2010. Pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan di SMK Negeri 4 Medan. Jurusan Teknik Kendaraan Ringan dan Tamat pada tahun 2013. Pada tahun 2016 penulis terdaftar menjadi mahasiswa Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area dan selesai pada tahun 2020.

KATA PENGANTAR

Salam sejahtera bagi pembaca yang budiman,

Puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena dengan rahmat dan hidayah Nya maka penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Yang mana sudah menjadi kewajiban yang harus dipenuhi oleh setiap mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Adapun judul tugas akhir ini ialah : **“Analisis Penggunaan *Engine Conditioner* Terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin Empat Langkah Kapasitas 1500cc”**

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis sudah berusaha semaksimal mungkin untuk melakukan penyusunan dengan sebaik-baiknya. Namun penulis menyadari bahwa keterbatasan pengetahuan dan pengalaman masih banyak kekurangan yang terdapat di dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan petunjuk dan saran dari semua pihak yang bersifat membangun untuk menyempurnakan skripsi ini.

Selama perkuliahan sampai dengan seterusnya skripsi ini penulis telah banyak menerima bantuan moral maupun material yang tidak dapat dinilai harganya. Untuk itu melalui tulisan ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih yang setulusnya kepada :

1. Ulalupa Sinuraya & Pasti br Sembiring orang tua penulis yang telah mendoakan dan mendukung dalam semua persiapan mulai dari awal perkuliahan sampai dengan tahap penyelesaian skripsi ini.
2. Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc. Rektor Universitas Medan Area.

vii

3. Alm. Dr. Grace Yuswita Harahap, S.T., M.T. Dekan Fakultas Teknik
4. Susilawati, S.Kom., M.Kom. Wakil Dekan I Fakultas Teknik
5. Dosen pembimbing I Ir. Husin Ibrahim, M.T.
6. Dosen pembimbing II Ir. H. Amirsyam Nasution, M.T.
7. Indra Hermawan, S.T., M.T. Wakil Dekan III Fakultas Teknik
8. Muhammad Indris, S.T., M.T. Kaprodi Teknik Mesin
9. Rio Arinedo Sembiring, S.T., M.Eng.
10. Betarina Theresia Peranginangin, S.Si.
11. Florentina br Sinuraya
12. Kevin Rivaldo Hutahaean & Heri Bertus Suandi Ginting

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih sebanyak-banyaknya dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat, terutama bagi penulis dan semua pembaca.

Medan, 12 Oktober 2020

Immanuel Sinuraya
168130003

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN BUKU SKRIPSI.....	i
HALAMAN PERNYATAAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	iii
ABSTRAK.....	iv
RIWAYAT HIDUP PENULIS.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR SIMBOL.....	xiii
LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	5
C. Tujuan Penelitian.....	5
D. Manfaat Penelitian.....	6
E. Batasan Masalah.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. Defenisi Motor Bakar Bensin.....	7
B. Cara Kerja Mesin 4 Langkah.....	8
C. Rasio Kompresi.....	9
D. <i>Air Fuel</i>	11
E. Tekanan Kompresi.....	11
F. Bahan Bakar Premium dan Pertamina.....	12
G. ECCS (<i>Electronic Concentrated Engine Control System</i>).....	14
H. <i>Engine Conditioner</i>	21
I. <i>Knocking</i>	21
J. Proses Pembakaran.....	22
K. Perhitungan Performa Motor.....	27
BAB III METODE PENELITIAN.....	29
A. Tempat dan Waktu.....	29
B. Bahan, Peralatan dan Metode.....	29
C. Metode Penelitian.....	34
D. Jadwal Penelitian.....	36
BAB IV HASIL PENELITIAN.....	40
A. Hasil Pengujian Tekanan Kompresi.....	40
B. Timing Pengapian Mesin.....	45
C. Daya dan Torsi Mesin.....	53
D. Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar.....	57
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	59
A. Kesimpulan.....	59
B. Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA.....	61
LAMPIRAN.....	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.2 Mesin 4 Langkah.....	8
Gambar 2.3 <i>Compression Ratio</i>	10
Gambar 2.5 Tekanan Kompresi.....	12
Gambar 2.7.3.1 <i>Mass Air Flow</i>	17
Gambar 2.7.3.2 <i>Trottle Position Sensor</i>	18
Gambar 2.7.3.3 <i>Engine Colant Temperatur Sensor</i>	18
Gambar 2.7.3.4 <i>Oxygen Sensor</i>	19
Gambar 2.7.3.5 <i>Fuel Injektor</i>	20
Gambar 2.7.3.6 <i>Knock Sensor</i>	20
Gambar 2.8 <i>Engine Conditioner</i>	21
Gambar 2.10 Grafik Proses Pembakaran Motor Bensin	23
Gambar 2.10 Grafik Detonasi Pada Motor Bensin	25
Gambar 3.2.1.1 Mesin Grand Livina.....	29
Gambar 3.2.1.2 <i>Engine Conditioner</i>	29
Gambar 3.2.2.1 <i>Consult 3 Plus</i>	31
Gambar 3.2.2.2 <i>Compression Tester</i>	31
Gambar 3.2.2.3 <i>Engine Conditioner</i>	32
Gambar 3.2.2.5 <i>Dynometer</i>	33
Gambar 3.2.2.6 <i>Roller Dynometer</i>	33
Gambar 4.1.1 Pengujian Tekanan Kompresi Sebelum Penggunaan <i>Engine Conditioner</i>	41
Gambar 4.1.2 Permukaan Kepala Piston Sebelum Penggunaan <i>Engine Conditioner</i>	41
Gambar 4.1.2 Pengujian Tekanan Kompresi Sesudah Penggunaan <i>Engine Conditioner</i>	43
Gambar 4.1.3 Permukaan Kepala Piston Sesudah Penggunaan <i>Engine Conditioner</i>	44
Gambar 4.2.1.1 Timing Pengapian Sebelum Penggunaan <i>Engine Conditioner</i> -2 BTDC Rpm 700.....	46
Gambar 4.2.1.2 Timing Pengapian Sebelum Penggunaan <i>Engine Conditioner</i> 35 BTDC Rpm 1500.....	47
Gambar 4.2.1.3 Timing Pengapian Sebelum Penggunaan <i>Engine Conditioner</i> 32 BTDC Rpm 2000.....	47
Gambar Pengapian Sebelum Penggunaan <i>Engine Conditioner</i> 34 BTDC Rpm 2500.....	48
Gambar 4.2.1.5 Timing Pengapian Sebelum Penambahan <i>Engine Conditioner</i> 33 BTDC Rpm 3000.....	48
Gambar 4.2.1.2 Timing Pengapian Sesudah Penggunaan <i>Engine Conditioner</i> 6 BTDC Rpm 700.....	50
Gambar 4.2.1.3 Timing Pengapian Sesudah Penggunaan <i>Engine Conditioner</i> 40 BTDC Rpm 1500.....	51
Gambar 4.2.1.4 Timing Pengapian Sesudah Penggunaan <i>Engine Conditioner</i> 37 BTDC Rpm 2000.....	51

Gambar 4.2.1.5 Timing Pengapian Sesudah Penggunaan <i>Engine Conditioner</i> 38 BTDC Rpm 2500.....	52
Gambar 4.2.1.6 Timing Pengapian Sesudah Penggunaan <i>Engine Conditioner</i> 39 BTDC Rpm 3000.....	52
Grafik 4.3.3 Perbandingan Daya Sebelum dan Sesudah Penambahan <i>Engine Conditioner</i> 500 ml.....	55
Grafik 4.3.4 Perbandingan Torsi Sebelum dan Sesudah Penambahan <i>Engine Conditioner</i> 500 ml.....	56
Grafik 4.3.1 Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar Sesudah dan Sebelum Penambahan <i>Engine Conditioner</i>	58



DAFTAR TABEL

Tabel 2.6.1 Batasan Sifat Bahan Bakar Bensin Jenis 88 Menurut Ditjen Migas...	13
Tabel 2.6.2 Batasan Sifat Bahan Bakar Bensin Jenis 91 Menurut Ditjen Migas...	14
Table 3.2.1 Spesifikasi Mesin Nissan Grand Livina.....	30
Tabel 3.3.1 Data Hasil Pengujian Kompresi Standard.....	35
Tabel 3.3.1 Data Hasil Pengujian Kompresi Bahan Bakar Pertamina.....	35
Tabel 3.3.1 Table Hasil Pengujian Ign Timing.....	36
Tabel 4.1.1 Hasil Pengujian Tekanan Kompresi Sebelum Dilakukan Penggunaan <i>Engine Conditioner</i>	40
Tabel 4.1.2 Hasil Pengujian Kompresi Sesudah Dilakukan Penambahan <i>Engine Conditioner</i>	43
Tabel 4.2.1.1 Hasil Pengujian <i>Ign timing</i> Sebelum Penggunaan <i>Engine Conditioner</i>	46
Table 4.2.1.2 Hasil Pengujian <i>Ign timing</i> Sesudah Penggunaan <i>Engine Conditioner</i>	50
Table 4.3.1 Hasil Pengujian Daya dan Torsi Sebelum Penggunaan <i>Engine Conditioner</i>	53
Table 4.3.2 Hasil Pengujian Daya dan Torsi Sesudah Penggunaan <i>Engine Conditioner</i>	54
Tabel 4.3.3 Perbandingan Daya Sebelum dan Sesudah Penggunaan <i>Engine Conditioner</i>	54
Tabel 4.3.1 Konsumsi Bahan Bakar Sesudah dan Setelah Penggunaan <i>Engine Conditioner</i> Terhadap Kepala Piston.....	57

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Arti
ω	Kecepatan Sudut Putar (rad/s)
\dot{G}_f	Jumlah Bahan Bakar yang Digunakan (Kg/Jam)
b	Jarak Benda ke Pusat Rotasi (m)
C	Celcius
D	Diameter (cm)
F	Gaya (N)
Ne	Daya Poros (KW)
T	Torsi (Nm)

Singkatan	Arti
cc	Centimeter Cubik
Ditjen Migas	Direktorat Jendral Minyak dan Gas
PK	Perbandingan Kompresi
RON	<i>Research Octane Number</i>
Rpm	<i>Revolution Per Minute</i>
SFC	<i>Spesific Fuel Consumption (kg/jam.KW)</i>
TMA/TDC	Titik Mati Atas/ <i>Top Dead Center</i>
TMB	Titik Mati Bawah
Vc	Volume Kompresi (ruang bakar) (cm ³)
Vs	Volume Silinder (cm ³)

LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Keterangan Selesai Riset.....	63
Lampiran 2 Hasil Dynotest Daya.....	64
Lampiran 3 Hasil Dynotest Torsi.....	65



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Industri otomotif sangat berkembang pesat di Indonesia, hal ini dapat dilihat dari banyaknya penjualan mobil baru oleh dealer-dealer dan semakin tinggi pencemaran udara akibat emisi gas buang. Hal ini karna mobil tidak dipandang sekedar gaya hidup tapi juga sudah menjadi kebutuhan keluarga di Indonesia. Sehingga banyak varian model kendaraan yang dapat dipilih sesuai kebutuhan.

Motor bakar adalah salah satu mesin pembakaran dalam atau sering disebut dengan istilah *internal combustion engine*. *Internal combustion engine* adalah mesin yang mengubah energi thermal menjadi energi mekanik, energi ini diperoleh dari proses pembakaran. Banting klep Merupakan bahan bakar yang menyala sebelum busi memercikkan bunga api hal ini mengakibatkan piston seperti dipukul keras oleh ledakan ruang bakar tersebut kejadian ini dinamakan *detonasi /knocking*.

Pada motor bakar unjuk kerja mesin sangat dipengaruhi oleh fenomena pembakaran didalam mesin itu sendiri. Semakin baik proses pembakaran pada ruang bakar semakin tinggi prestasi mesin yang dihasilkan. Saat mesin mengalami pembakaran tidak sempurna maka prestasi mesin yang dihasilkan akan semakin menurun. Modifikasi mesin untuk mengoptimalkan penggunaan bahan bakar mempunyai cakupan yang sangat luas, mulai dari konstruksi mekanik mesin, sistem bahan bakar sampai ke control elektronik. Salah satu modifikasi yang dilakukan adalah mengubah perbandingan kompresi lebih tinggi dari

perbandingan kompresi sebelumnya. Salah satu masalah utama dalam memodifikasi perbandingan kompresi adalah terjadinya *knocking* atau detonasi karena terjadi pembakaran.

Konsep untuk mengubah perbandingan kompresi adalah memperkecil ruang bakar dan dapat dilakukan 2 cara, yaitu dengan mengganti piston yang memiliki dimensi khusus atau dengan mengurangi ketebalan kepala silinder (*cylinderhead*). Cara yang kedua, yaitu mengurangi ketebalan kepala silinder merupakan cara yang memungkinkan untuk dilakukan karena tidak tergantung kepada ketersediaan piston berdimensi khusus (*special part*) yang ketersediaannya dipasaran tidak seperti *part* standard.

Pengurangan ketebalan kepala silinder dapat dilakukan di tukang bubut dengan tuntutan toleransi kerataan di tingkat halus (*fine*) pada bidang datar yang menjadi bagian yang akan digabungkan dengan blok mesin (*engine block*). Dengan pengurangan ketebalan kepala silinder maka volume ruang bakar akan menjadi lebih kecil sehingga perbandingan kompresi menjadi lebih tinggi.

Pembakaran yang terlalu cepat sebelum waktunya yang diakibatkan oleh tingginya temperatur ruang bakar akibat perbandingan kompresi yang tinggi. Perbandingan kompresi yang terlalu tinggi akan menyebabkan tekanan kompresi dan temperatur ruang bakar akan menjadi terlalu tinggi sehingga dapat menimbulkan masalah di sistem mekaniknya.

Temperatur ruang bakar yang menjadi lebih tinggi dapat diatasi dengan menggunakan bahan bakar dengan nilai oktan yang lebih tinggi, atau memperbanyak bahan bakar yang masuk ke ruang bakar untuk mendinginkan ruang bakar, dimana tidak semua bahan bakar akan terbakar dan menghasilkan

tenaga atau dengan kata lain, sebagian bahan bakar yang masuk ke ruang bakar hanya untuk mendinginkan ruang bakar saja sehingga penggunaan bahan bakar menjadi tidak efisien.

Temperatur ruang bakar dapat juga didinginkan dengan cara mencampurkan uap air melalui proses *atomisasi* disalurkan masuk dari sebuah mesin (*intake*) dengan demikian diharapkan uap air yang masuk bersama dengan udara akan menurunkan temperatur ruang bakar sehingga proses terbakarnya campuran udara dan bahan bakar yang menyebabkan terjadinya gejala mesin (*knocking*) dapat diatasi.

Penyemprotan uap air ke ruang bakar membutuhkan alat yang dapat mengatomisasi air dalam takaran yang tepat, sehingga kadar air itu sendiri tidak mengganggu proses pembakaran didalam ruang bakar. Apabila jumlah air terlalu banyak, maka proses pembakaran di ruang bakar sendiri akan terganggu, dan apabila jumlah air terlalu sedikit maka proses ini tidak akan memberikan efek yang positif. [1]

Sumber polutan terbesar yaitu dari sektor transportasi, adapun gas yang berbahaya diantaranya *CO (Karbon Monoksida)* dan *HC (Hidrokarbon)*. Polutan yang terjadi dapat diakibatkan karena proses pembakaran yang tidak sempurna, salah satu cara untuk mengatasinya yaitu dengan menyempurnakan proses pembakaran, dalam hal ini Pulsar menggunakan teknologi *DTS-i*, yaitu teknologi dengan dua busi yang membuat proses pembakaran lebih singkat. Tujuan dari penggunaan dua busi dalam satu silinder (*DTS-i*) yaitu: mencegah terjadinya *detonasi*, kegagalan pengapian, meningkatkan *horse power*, menghemat pemakaian bahan bakar, dan meningkatkan kualitas emisi gas buang. [2]

Turbo Cyclone adalah alat tambahan yang digunakan pada *internal combustion engine* yang berfungsi untuk membuat aliran udara yang akan masuk ke dalam karburator dan silinder ruang bakar menjadi berputar (*swirling*). *Turbo Cyclone* ini mirip *swirl fan* yang sudu-sudunya tidak berputar (*fixed Vane*) dan ditempatkan pada saluran udara masuk dan atau pada *intake manifold*. Berputarnya aliran udara akan memperbaiki tingkat efisiensi pencampuran bahan bakar dengan udara (*fuel/air mixing*), meningkatkan intensitas pembakaran dan menstabilkan nyala api pembakaran dengan memanfaatkan zona yang masih dipengaruhi perputaran (*internal recirculation zone*) serta dapat memperbaiki kecepatan propagasi api sehingga pembakaran yang sempurna dapat dicapai. [3]

Berdasarkan perhitungan dan pengukuran yang dilakukan oleh *Korea National Industry Research Institute* (1988), ketika perangkat ini dipasang pada saluran udara, tingkat *CO* dapat diturunkan 17%-20% pada saat kecepatan mesin *idle*, daya mesin meningkat 8%-11% penghematan bahan bakar 4%-6% dan kadar *NOx* berkurang hingga 8% serta *knocking* mesin berkurang hingga 5% tergantung pada desain sudunya. Pemasangan *Turbo Cyclone* menyebabkan adanya perubahan karakteristik aliran udara. Antara lain yaitu timbulnya *pressure drop* dan *turbulensi*. Tujuan dari tulisan ini adalah untuk mencari variasi *Turbo Cyclone* pada saluran udara yang paling optimal. Sedangkan variasi yang dilakukan adalah variasi kemiringan sudut *Turbo Cyclone*. [3]

Pengawasan *detonasi* yang paling cepat dan tanpa merubah konstruksi mesin adalah dengan mengendalikan waktu pengapian yang tepat, yaitu sesuai dengan putaran dan beban mesin. Sistem pengapian yang tidak baik akan mengakibatkan pembakaran tidak sempurna dan menimbulkan panas serta getaran

yang berlebihan, yang akhirnya akan mengurangi efisiensi dan keawetan mesin. Sedangkan sistem pengapian yang baik ditandai dengan kualitas pengapian yang baik dan waktu/saat pengapian yang tepat. Kualitas pengapian ditentukan oleh penyetelan. [4]

Engine Conditioner ialah cairan untuk membersihkan ruang bakar cairan ini dapat membersihkan sisa-sisa pembakaran yang tidak sempurna yang menjadi tumpukan kerak diatas permukaan kepala piston tanpa harus membongkar mesin.

Kelebihan dari *engine conditioner* ini ialah waktu yang digunakan sangat singkat dan efisien karena penggunaannya hanya dengan menyemprotkan *engine conditioner* keruang bakar melalu lubang *spark plug* dan didiamkan selama kurang lebih 30 menit untuk merontokan kotoran yang berada di permukaan kepala piston.

B. Rumusan Masalah

Adanya masalah yang terjadi pada suatu mesin perlunya dilakukan penyelesaian agar kinerja mesin kembali tetap optimal pada kondisi semula (*standard*). Adapun perumusan masalah dalam tugas ini:

1. Pengaruh penggunaan *engine conditioner* terhadap rasio kompresi motor bensin.
2. Pengaruh penggunaan *engine conditioner* terhadap timing pengapian.
3. Pengaruh penggunaan *engine conditioner* terhadap unjuk kerja motor bensin.

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan *engine conditioner* terhadap rasio kompresi mesin

2. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan *engine conditioner* terhadap timing pengapian
3. Menghitung unjuk kerja motor bakar dari hasil penggunaan *engine conditioner*.

D. Manfaat Penelitian

Dalam penelitian ini di hasilkan manfaat yang mengatasi masalah dalam kendaraan yaitu, mengurangi *detonasi* atau banting klep pada kendaraan dan mengembalikan tekanan rasio kompresi menjadi *standard* serta menghasilkan performa mesin mobil menjadi lebih baik.

Memberikan informasi kepada masyarakat tentang penggunaan jenis bahan bakar yang sesuai dengan perbandingan rasio kompresi terhadap unjuk kerja dan konsumsi bahan bakar motor 4 langkah.

E. Batasan Masalah

Batasan masalah diperlukan untuk menghindari pembahasan/pengkajian yang tidak terarah dan agar dalam pemecahan permasalahan dapat dengan mudah dilaksanakan, adapun batasan masalah yaitu:

1. Mobil yang digunakan berkapasitas 1500 cc
2. Perbandingan rasio kompresi mesin sebelum dan sesudah penggunaan *engine conditioner* terhadap unjuk kerja motor bensin
3. Parameter yang diteliti yaitu daya, torsi, dan konsumsi bahan bakar spesifik.
4. Varian perbandingan rasio kompresin yaitu *standard* 11:1 pertamax 14:1

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

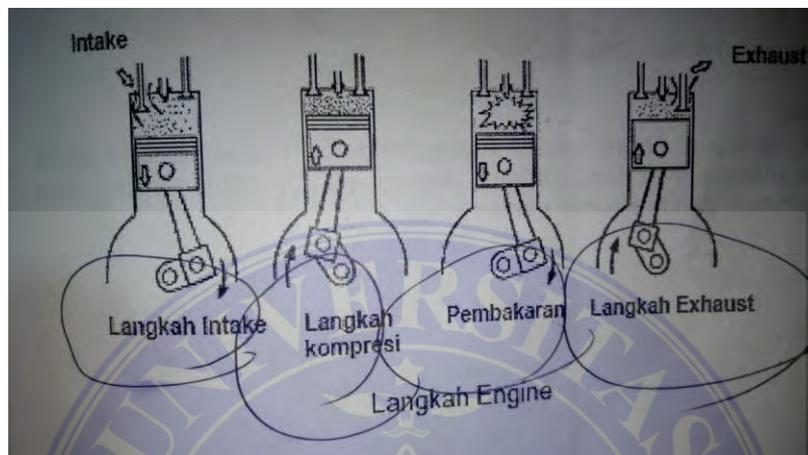
A. Defenisi Motor Bakar Bensin

Mesin bensin atau mesin Otto diciptakan oleh Nikolaus August Otto yang berkebangsaan Jerman pada tahun 1876. Mesin bensin adalah sebuah tipe mesin pembakaran dalam menggunakan nyala busi untuk proses pembakaran, dirancang untuk menggunakan bahan bakar bensin atau sejenisnya. Mesin bensin berbeda dengan mesin diesel dalam metode pencampuran bahan bakar dengan udara, dan mesin bensin selalu menggunakan penyalaan busi untuk proses pembakaran. Pada mesin diesel, hanya udara yang dikompresikan dalam ruang bakar dengan sendirinya udara tersebut terpanaskan, bahan bakar disuntik ke dalam ruang bakar dan akhir langkah kompres untuk bercampur dengan udara yang sangat panas, pada saat kombinasi antara jumlah udara, jumlah bahan bakar dan temperatur dalam kondisi tepat maka campuran udara dan bahan bakar tersebut akan terbakar dengan sendirinya.

Pada mesin bensin, pada umumnya udara dan bahan bakar dicampur sebelum masuk ruang bakar, sebagian kecil mesin bensin mengaplikasikan injeksi bahan bakar langsung ke silinder ruang bakar termasuk mesin 2 tak untuk mendapatkan emisi gas buang yang ramah lingkungan. Pencampuran udara dan bahan bakar dilakukan oleh karburator dan injeksi, keduanya mengalami perkembangan dari sistem manual sampai dengan penambahan sensor – sensor elektronik atau EFI. [5]

B. Cara Kerja Mesin 4 Langkah

Menjaga kinerja engine terus menerus diperlukan pertunjukan langkah langkah rumit dalam proses pembakaran berulang- ulang. Berikut langkah- langkah kerja mesin 4 langkah :



Gambar 2.2 mesin 4 langkah

Sumber : Nissan N-Step 1

1. Langkah Hisap

Intake Valve akan terbuka saat piston bergerak ke bawah dan campuran bahan bakar akan terhisap ke silinder (ruang pembakaran). [6]

2. Langkah Kompresi

Saat piston mulai bergerak ke atas, *Intake Valve* menutup ruang bakar dan campuran bahan bakar dikompresikan. Campuran bahan bakar dan udara dikompresikan antara 1-7 sampai 1-10 dari volume semula, dan temperatur serta tekanan akan naik. [6]

3. Langkah Pembakaran

Tepat sebelum langkah kompresi selesai, busi dinyalakan untuk membakar campuran bahan bakar dan udara. Tempertur dan tekanan dari campuran gas

dalam silinder naik dengan cepat, menyebabkan gas berekspansi dan menekan piston ke bawah sehingga *Crankshaf* berputar. [6]

4. Langkah Buang

Sesaat sebelum piston menyelesaikan langkah ke bawah, *Exhaust Valve* terbuka dan gas hasil pembakaran keluar akibat tekanan didalam gas tersebut. Langkah kembali piston ke atas akan menekan gas yang masih tertinggal. Ketika piston hampir menyelesaikan langkah ke atas langkah *intake* selanjutnya dimulai. [6]

5. Timing Pembakaran

Titik paling atas dalam silinder yang dapat dijangkau piston tersebut *top dead center* dan titik terendahnya *bottom dead center*. Jarak gerak piston antara *top dead center* dan *bottom dead center* disebut dengan langkah. Ruang volume dihasilkan diatas Piston dan *top dead center* disebut ruang pembakaran. Timing pemasukan bahan bakar dibuat agar bahan bakar dihisap sebelum *top dead center*. Nilai standart dinyatakan dengan 10 derajat *bottom dead center* (sebelum *top dead center*). [6]

C. Rasio Kompresi

Rasio kompresi antara volume diatas piston saat piston di *bottom dead center* dengan volume diatas piston saat piston berada di *top dead center*. Volume diatas piston berada di *top dead center* disebut dengan volume ruang bakar. Sehingga, volume diatas piston saat piston di *bottom dead center* sama dengan piston displacement ditambah dengan volume ruang bakar. [6]

Bagian – bagian yang menentukan besarnya tekanan kompresi adalah :

1. Kerapatan penutupan katup –katup

2. Ketepatan pembukaan dan penutup katup – katup
3. Kerapatan ring piston
4. Kerapatan kepala silinder
5. Kerapatan pemasangan busi
6. Volume ruang bakar
7. Banyaknya gas yang dikompresikan

Jika rasio kompresi adalah P, piston *displacement* adalah V (cc) dan volume ruang bakar adalah v' (cc) sehingga persamaan untuk rasio kompresi adalah :

$$\text{Compression ratio} = \frac{\text{Volume of combustion chamber (V1)} + \text{Volume of cylinder (V2)}}{\text{Volume of combustion chamber (V1)}}$$

Gambar: 2.3 *Compression ratio*

Sumber : Nissan N - step 2 engine

Angka perbandingan kompresi yang tinggi mengakibatkan tekanan awal pembakaran menjadi lebih tinggi. Dengan tekanan awal pembakaran yang tinggi berarti tekanan maksimum yang dihasilkan oleh pembakaran akan menjadi lebih tinggi sehingga tenaga yang dihasilkan menjadi lebih besar. Apabila gaya yang mendorong lebih besar maka akan lebih besar pula momen yang dihasilkan, sehingga semakin besar tekanan hasil pembakaran di dalam silinder maka akan semakin besar momen yang dihasilkan pada poros engkol.

Semakin tinggi nilai perbandingan kompresi semakin tinggi pula nilai tekanan kompresi. Pengaruh tekanan kompresi terhadap mesin adalah semakin besar tekanan kompresi semakin besar pula tenaga yang dihasilkan oleh mesin.

Motor dengan perbandingan kompresi yang tinggi mempunyai kelemahan yakni dengan tingginya tekanan pada akhir kompresi atau tekanan awal pembakaran berarti suhu dalam ruang kompresi juga akan naik.

Apabila hal ini terjadi maka bisa terjadi detonasi (bila tekanan kompresi yang tinggi tidak diikuti dengan pemakaian bahan bakar yang beroktan tinggi). [7]

D. Air Fuel

Nilai campuran udara dan bahan bakar yang diperlukan untuk pembakaran disebut dengan *air-fuel ratio* (perbandingan campuran) dan dinyatakan dengan persentase berat.

$$\text{Air fuel ratio} = \frac{\text{volume udara (g)}}{\text{bahan bakar (g)}}$$

Untuk menyelesaikan pembakaran 1 gram (0.04oz.) bensin, secara teoritis diperlukan 14,7 gram (0.518 oz) udara. *Air fuel ratio* pada keadaan itu disebut dengan *air fuel ratio* ideal. [6]

E. Tekanan Kompresi

Tekanan kompresi adalah tekanan efektif rata-rata yang terjadi di ruang-bakar. Tekanan kompresi yang akan terlalu tinggi akan mengakibatkan terjadinya pembakaran terlalu awal, sedangkan tekanan kompresi yang tidak mencukupi mengakibatkan pembakaran tidak sempurna. [8]



Gambar: 2.5 tes tekanan kompresi

Sumber: Bengkel Nissan Datsun

F. Bahan Bakar Premium dan Pertamax

1. Premium

Premium merupakan bahan bakar jenis bensin produk Pertamina yang berwarna kuning dan bernilai oktan 88. Bensin premium biasanya digunakan pada mesin motor dengan perbandingan kompresi 7:1 sampai dengan 9:1, namun tidak baik jika digunakan pada kendaraan bensin dengan kompresi tinggi karena dapat menyebabkan banting klep. *Detonasi* disebabkan oleh angka oktan yang rendah dan jika dipakai terus menerus dapat menyebabkan kerusakan pada komponen kendaraan. Menurut peraturan Direktorat Jendral Minyak dan Gas (Ditjen Migas) No.3674.K/24/DJM/2006, tanggal 17 Maret 2006 tentang spesifikasi bahan bakar minyak jenis bensin 88 adalah sebagai berikut: [9]

Tabel 2.6.1 Batasan Sifat Bahan Bakar Bensin Jenis 88 Menurut Ditjen Migas.

<i>Karakteristik</i>	<i>Batasan</i>		
	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Satuan</i>
RON	88	-	RON
Nilai kalor	43031	-	kJ/kg
Destilasi			
10% vol.penguapan	-	74	°C
50% vol.penguapan	88	125	°C
90% vol.penguapan	130	180	°C
Titik didih akhir	-	215	°C
Berat jenis pada suhu			kg/m
15° C	715	780	3

2. Pertamax

Pertamax merupakan bahan bakar jenis bensin produk Pertamina yang berwarna biru tua dan bernilai oktan 91. Bensin pertamax dianjurkan untuk kendaraan bahan bakar bensin yang mempunyai perbandingan kompresi 10:1 sampai dengan 13:1. Menurut peraturan Direktorat Jendral Minyak dan Gas (Ditjen Migas) No.3674.K/24/DJM/2006, tanggal 17 Maret 2006 tentang spesifikasi bahan bakar minyak jenis bensin 91 adalah sebagai berikut : [10]

Tabel 2.6.2 Batasan Sifat Bahan Bakar Pertamax Jenis 91 Menurut Ditjen Migas.

<i>Karakteristik</i>	<i>Batasan</i>		
	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Satuan</i>
RON	91	-	RON
Nilai kalor	43848	-	kJ/kg
Destilasi			
10% vol.penguapan	-	70	°C
50% vol.penguapan	77	110	°C
90% vol.penguapan	130	180	°C
Titik didih akhir	-	215	°C
Berat jenis pada suhu 15° C	715	770	kg/m ³

G. ECCS (*Electronic Concentrated Engine Control System*)

ECCS *engine* adalah sebuah kemajuan pesat dalam tujuan untuk mengurangi emisi gas buang. Pengontrol ECCS *engine* adalah dengan melakukan pengontrolan awal pada *control module* yang disesuaikan dengan nilai kontrol yang paling tepat dalam kondisi pengemudi sebelumnya. Hal tersebut mendeteksi keadaan mesin dengan sensor–sensor dan memilih nilai yang paling tepat diantara pemrograman awal data pada memori *control module* dengan input sinyal dari sensor-sensor. Sensor tersebut juga mengirimkan *output signal* ke *aktuator* dan kontrol- kontrolnya. [6]

1. Tujuan Pengembangan

a. Menambah performa mesin

- b. Mengurangi konsumsi bahan bakar
- c. Mengurangi polusi udara
- d. Menambah kemudahan dalam proses starting pada cuaca dingin
- e. Meskipun keterangan dari komponen bervariasi dari satu model ke model yang lain, pada dasarnya ECCS mengawasi dan mengontrol 3 system primer untuk menjaga Performa mesin maksimal yaitu :*Fuel flow system* (sistem aliran bahan bakar), *Air flow system* (sistem aliran udara), *Electronic flow ignition system* (sytem aliran elektronik pengapian)
- f. Penyetelan yang tepat dibuat menjaga hubungan dengan spesifik antara tiga system tersebut. Memahami hubungan tersebut akan membawa anda lebih mudah dalam merinci keseluruhan operasi mesin sampai ke bagian - bagian yang lebih kecil. Selain itu, anda dapat mengambil sasaran secara sistematis dan akan menghapus sasaran yang merupakan komponen penyebab kerusakan. ECCS menggunakan tiga tipe dasar dari komponen – komponen seperti :
 - 1) *Sensor* fungsinya kecepatan memantau kondisi arus, selanjutnya mengirim input sinyal ke *control module* (ECM).
 - 2) *Controller* berfungsi proses input singnal akan tersimpan sebagai data mengirim signal control ke actuator
 - 3) *Actuator* fungsinya menunjukkan fariasi fungsi engine di dasarkan pada signal control yang diterima dari control module. [6]

2. Kontrol ECCS

ECCS adalah perangkat yang memiliki kemampuan dalam mengontrol berbagai fungsi. Juga mampu mengatasi masalah yang lebih sulit di kontrol yang lebih cerdas. Fungsi yang dapat di kontrol ECCS :

a. Kontrol injeksi bahan bakar

Didasarkan pada kuantitas udara masuk (massa udara), *system contro linjeksi* bahan bakar tersebut menentukan kuantitas injeksi bahan bakar sesuai dengan kondisi mesin.

b. Kontrol timing pengapian

Pembacaan data melalui memori ECM dan penentu timing pengapian optimal didasarkan pada rpm mesin dan kualitas udara masuk. Pembacaan data timing pengapian dapat dibaca melalui alat consult 3.mengontrol timing pengapian melalui sensor dan mengirim sinyal ke ECM kemudian ECM memberi respon koreksi terhadap *actuator*.

c. Kontrol pompa bahan bakar

Kontrol sumber tegangan ke pompa bahan bakar berdasarkan rpm mesin dari kondisi mesin. Dengan demikian akan mereduksi bunyi pompa dan pemakaian tenaganya.

d. Kontrol kecepatan idle

Penerimaan signal dari berbagai sensor, dan penyetelan mesin ke kecepatan *idle* yang optimal menyesuaikan kondisi mesin

e. Kontrol *regulator* tekanan

Kenaikan tekanan bahan bakar untuk sementara waktu saat starting mesin dengan tempertur mesin pendingin tinggi. [6]

3. Komponen – Kompoen ECCS

Chamshaft position sensor terdiri dari permanen magnit dan *hall ic* yang di tempatkan pada bagian ujung poros *camshaft*. Saat poros *camshaft* berputar menghasilkan tegangan listrik bolak-balik. Frekuensi tegangan inilah yang dikirim

ke ECM untuk menentukan posisi dari *camshaft*. Selain digunakan untuk mendeteksi posisi *camshaft* tegangan signal *output* yang dikirim ECM digunakan mengontrol timing injeksi bahan bakar, *kontrol fuel-cut*, *timing ignition*, kuantitas dasar injeksi bahan bakar, koreksi variasi memperkaya bahan bakar. [11]

a. *Mass Air Flow (Air Flow Meter)*

Mass air flow merupakan komponen kunci untuk *control* dasar injeksi bahan bakar yang mengukur kepadatan dan ukuran aliran udara masuk, kemudian mengirim tegangan signal tersebut ke ECM. Signal tersebut berubah-ubah didasarkan pada jumlah pancaran panas dari lapisan/film/*hot wire* yang berada dalam aliran udara masuk. [6]



Gambar 2.7.3.1 *Mass Air Flow*

Sumber : Nissan Datsun

b. *Throttle Position Sensor (Thottle Sensor)*

Trottle position sensor mendeteksi pembukaan katup *throttle* dan mengukurnya dan digunakan sebagai input untuk penambahan injeksi bahan bakar saat akselerasi. *Trottle position sensor* dihubungkan langsung dengan sumbu *throttle valve*, sehingga jika *throttle valve* bergerak maka *throttle position sensor* akan mendeteksi perubahan pembukaan *throttle valve*. Selanjutnya akan dengan

menggunakan tahanan geser perubahan tahanan ini di kirim ke ECM berupa tegangan signal sebagai input untuk koreksi rasio udara dan bensin. [6]



Gambar 2.7.3.2 *Throttle Position Sensor*

Sumber: Nissan Datsun

c. *Engine Coolant Temperatur Sensor (Water Temperature Sensor)*

Mendeteksi temperatur air pendingin dan menyensornya untuk mengimbangi kuantitas injeksi bahan bakar dengan menemukan kondisi *temperatur* air pendinginnya. Juga megirim sinyal input yang digunakan untuk megatur kecepatan *idle* yang berhubungan dengan temperatur air pendingin. [6]



Gambar .2.7.3.3 *Engine Coolant Temratur Sensor*

Sumber : Nissan N - step 1

d. Oxygen Sensor (Exhaust Gas Sensor)

Oxygen sensor mendeteksi kepadatan oksigen dalam gas buang untuk mengatur perbandingan bahan bakar dengan udara. *Oxygen sensor* terdiri dari element yang terbuat dari *zirconium dioksid* (semacam keramik) yang di sisi luar dan dalamnya dilapisi *platinum* tipis. Sifat *element* ini adalah pada temperatur rendah tahanan listriknnya tinggi, sehingga arus yang mengalir akan kecil. Pada *temperatur* tinggi *ion oksigen* melalui *element* karena perbedaan konsentrasi *oksigen* di udara luar dan di gas buang. Hal ini menyebabkan perbedaan potensial listriik yang diperkuat oleh *platinum*. [6]



Gambar 2.7.3.4 Oxygen Sensor

Sumber : Nissan Datsun

e. Fuel Injektor

Injektor bahan bakar dipasang pada masing-masing silinder. *Injektor* bahan bakar tersebut kecil namun menggunakan katub *solenoid* yang teliti. Ketika ECM mengirim sinyal penginjeksiaan ke *injector*, koil didalam *injektor* menarik katub jarum ke belakang dan bahan bakar akan terlepas ke lubang *intake* melalui *nozzle*. Bahan bakar yang terinjeksikan dikontrol sesuai lamanya durasi pulsa/ tegangan yang terkirim ke *injektor* oleh ECM. [6]



Gambar 2.7.3.5 Fuel Injektor

Sumber : Nissan Datsun

f. Knock Sensor

Berfungsi untuk mendeteksi ketukan pada dinding silinder. *Knock* sensor terbuat dari *piezoelectric* element. Ketika terjadi ketukan dalam silinder, maka *piezoelectric* element akan merubah ketukan tersebut menjadi *vibrational pressure* dan kemudian dirubah menjadi tegangan signal yang akan di kirim ke ECM. Sebagai input data dan nantinya akan dilakukan penundaan timing pengapian. [6]



Gambar 2.7.3.6 Knock Sensor

Sumber : NISSAN N - step 1 engine

H. Engine Conditioner

Engine Conditioner ialah cairan untuk membersihkan ruang bakar cairan ini dapat membersihkan sisa-sisa pembakaran yang tidak sempurna yang menjadi tumpukan kerak diatas permukaan kepala piston tanpa harus membongkar mesin.

Kelebihan dari *engine conditioner* ini ialah waktu yang digunakan sangat singkat dan efisien karena penggunaannya hanya dengan menyemprotkan *engine conditioner* keruang bakar melalu lubang *spark plug* dan didiamkan selama kurang lebih 30 menit untuk merontokan kotoran yang berada di permukaan kepala piston.



Gambar 2.8 *engine conditioner*
Sumber : Bengkel Nissan Datsun

I. Knocking

Gasoline engine yang membuat beban terlalu berat, saat akselerasi tiba-tiba atau mengemudi ditanjakan yang curam, *engine* sering terdengar suara ketukan seperti orang yang memukul dinding *cylinder* dengan palu. Fenomena ini disebut dengan *knocking*. *Knocking* berarti bahwa sebelum penyalaan selesai menyebar setelah busi menyala, campuran bahan bakar yang tertinggal diruang bakar terkompresikan dan menyala secara spontan terbakar dengan cepat dibawah tekanan dan temperature tinggi. Akibatnya gelombang tekanan memukul dinding

cylinder atau piston *head* dan menghasilkan suara pukulan logam. Jika *knocking* terjadi dengan cepat, tekanan dan temperature naik dengan cepat maka dapat menimbulkan bahaya pada piston *head*, *gasket*, *valve*. [6]

J. Proses Pembakaran

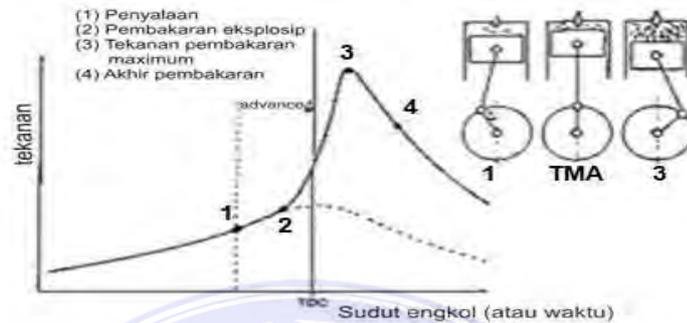
Dalam proses pembakaran setiap macam bahan bakar selalu membutuhkan sejumlah udara tertentu agar bahan bakar tadi dapat terbakar sempurna. Ini dapat ditelusuri dari persamaan reaksi kimia pada pembakaran iso oktan (C₈H₁₈).
$$C_8H_{18} + 12,5 O_2 + 12,5 (3,76)N_2 \rightarrow 8 CO_2 + 9H_2O + 47 N_2$$
. Pembakaran diawali dengan loncatan bunga api dari busi pada akhir langkah kompresi. Loncatan bunga api terjadi sebelum torak mencapai titik mati atas (TMA) sewaktu langkah kompresi. Saat loncatan bunga api biasanya dinyatakan dalam derajat sudut engkol sebelum torak mencapai titik mati atas (TMA). [9]

Proses pembakaran yang baik adalah proses pembakaran dimana campuran bahan bakar dan udara yang dikompresikan habis terbakar seluruhnya. Ada dua kemungkinan yang terjadi pada pembakaran motor bensin yaitu :

1. Pembakaran normal

Pembakaran normal terjadi apabila bahan bakar dapat terbakar seluruhnya pada saat dan keadaan yang dikehendaki. Mekanisme pembakaran normal dalam motor bensin dimulai pada saat terjadinya loncatan bunga api pada busi beberapa derajat sebelum TMA, kemudian api membakar gas bakar yang berada di sekitarnya sehingga semua partikelnya terbakar habis. Dengan timbulnya energi panas, maka tekanan dan temperatur naik secara mendadak, sehingga piston terdorong bergerak menuju TMB. Proses pembakaran dalam sebuah mesin terjadi

beberapa tingkatan yang digambarkan dalam sebuah grafik dengan hubungan antara tekanan dan perjalanan engkol. Berikut adalah gambar dari grafik tingkatan pembakaran :



Gambar:2.10 Grafik proses pembakaran motor bensin

Sumber: (Teknik-Otomotif.com)

Proses atau tingkatan pembakaran dalam sebuah mesin terbagi menjadi empat tingkat atau periode yang terpisah. Periode-periode tersebut adalah :

a. Keterlambatan Pembakaran (Delay Period)

Periode keterlambatan pembakaran dimulai dari titik (1-2) yaitu mulai memerciknya busi. Keterlambatan pembakaran disebabkan perlunya waktu untuk memulainya reaksi antara bahan bakar dengan oksigen.

b. Penyebaran Api

Periode penyebaran api ditunjukkan pada titik (2-3) adalah saat dimana pembakaran dimulai dan penyebaran apinya dilanjutkan keseluruhan bagian silinder. Pada fase ini tekanan dalam silinder akan naik dengan drastis. Naiknya tekanan di dalam silinder dikarenakan selain langkah kompresi juga akibat dari pembakaran.

c. Puncak pembakaran (pembakaran akhir)

Puncak pembakaran akhir pada proses pembakaran dimulai pada titik (3-4) tekanan pembakaran puncak terjadi pada titik fase ini. Tekanan pembakaran terjadi beberapa saat setelah torak melewati TMA, kira-kira lima sampai sepuluh derajat setelah TMA. Hal ini dibuat demikian agar tenaga yang dihasilkan oleh motor akibat pembakaran ini maksimum untuk mendorong torak. [7]

2. Pembakaran Tidak Normal

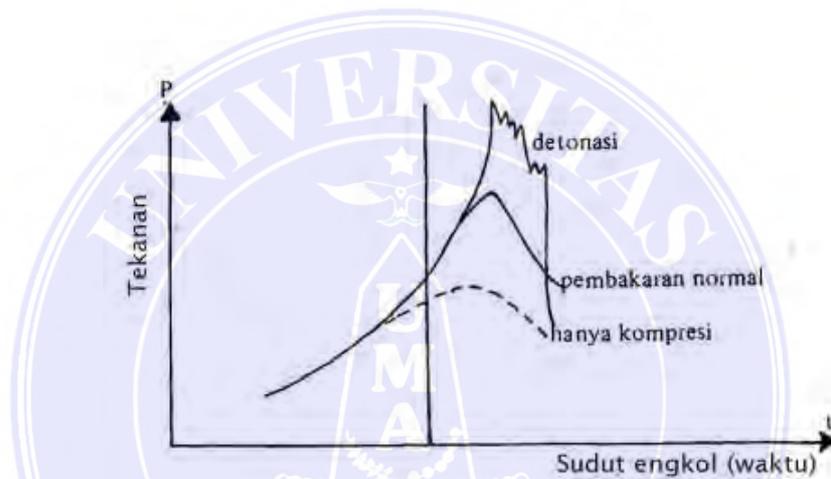
Pembakaran tidak normal adalah pembakaran yang terjadi didalam silinder dimana nyala api tidak menyebar dengan teratur dan merata sehingga menimbulkan masalah atau bahkan kerusakan pada bagian-bagian dari motor yang dapat terjadi akibat dari pembakaran yang tidak sempurna ini. Ada tiga macam pembakaran tidak normal yaitu detonasi, *preignition*, dan *dieseling*.

Detonasi terjadi karena adanya nyala api yang kedua selain nyala api dari busi. *Preignition* terjadi karena campuran bahan bakar dengan udara terbakar sebelum nyala api dari busi. Sedangkan *dieseling* terjadi karena campuran bahan bakar dengan udara terbakar bukan karena loncatan api dari busi, namun *dieseling* terjadi pada saat mesin telah dimatikan. Detonasi pada motor bensin akan berakibat buruk pada motor itu sendiri. Berikut beberapa kerugian akibat terjadinya detonasi :

- a. Merusak bagian-bagian mesin (torak, ring torak, silinder, busi) kerusakan ini akibat dari kejutan-kejutan dari detonasi.
- b. Mesin mengalami over heat, terjadi pembakaran yang tidak terkontrol akan menyebabkan panas yang berlebih.

- c. Kehilangan sebagian daya, tekanan maksimum tidak bisa ditepatkan pada titik yang paling menguntungkan untuk memutar poros engkol.
- d. Bahan bakar boros, terjadi pembakaran yang tidak sempurna sehingga dengan konsumsi bahan bakar yang banyak hanya menghasilkan daya yang sedikit.

Gambar 2.10 adalah grafik pembakaran saat terjadi detonasi, tampak pada grafik atau diagram tersebut tekanan meningkat secara tiba-tiba dan kondisi inilah yang menyebabkan terjadinya pukulan pada dinding silinder dan kepala torak.



Gambar: 2.10 Grafik detonasi pada motor bensin

Sumber: (Teknik-Otomotif.com)

Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya *detonasi*:

- a. Perbandingan kompresi terlalu tinggi, sehingga suhu dan tekanan dari campuran bahan bakar dengan udara cukup tinggi untuk dapat menyala dengan sendirinya.
- b. Angka oktan bahan bakar rendah, angka oktan bahan bakar yang rendah maka bahan bakar semakin mudah terbakar sebelum nyala api dari busi.

- c. Waktu pengapian terlalu awal, berakibat gerakan torak menuju TMA langkah kompresi berbenturan dengan laju pembakaran yang berasal dari bunga api busi.
- d. Banyak endapan karbon di dinding silinder, saat temperatur di dalam silinder meningkat, karbon tersebut dapat membara yang mengakibatkan bahan bakar terbakar terlebih dahulu.
- e. Temperatur udara masuk tinggi, dengan temperatur udara yang masuk tinggi maka memudahkan bahan bakar mudah terbakar.

Akibat secara keseluruhan dari timbulnya *detonasi* yang berlangsung terus menerus dan dalam waktu yang cukup lama, akan dapat merusak komponen motor dalam waktu yang singkat. Berikut beberapa cara yang dapat dipakai untuk mengurangi terjadinya *detonasi*:

Menurunkan besarnya perbandingan kompresi, dengan menurunkan perbandingan kompresi berarti menurun pula tekanan pembakaran sehingga bahan bakar tidak mudah terbakar sendiri.

- a. Menggunakan bahan bakar dengan nilai oktan tinggi, angka oktan tinggi menandakan bahwa bahan bakar tersebut tahan terhadap *detonasi*.
- b. Mengatur campuran bahan bakar dan udara yang tepat, campuran bahan bakar dan udara yang tepat maka kelambatan pembakaran menjadi lebih lama dan mengurangi temperatur kompresi.
- c. Meningkatkan *intensitas turbulensi*, dengan *intensitas turbulensi* yang tinggi maka kecepatan rambatan nyala api akan meningkat sehingga mengurangi terjadinya *detonasi*.

- d. Memperlambat saat pengapian, dengan memperlambat saat pengapian maka sebelum tekanan kompresi memuncak berarti temperatur kompresi juga belum maksimal sehingga terbakarnya bahan bakar dapat terkontrol oleh nyala api busi.
- e. Memperpendek jarak laju api dari busi sampai dinding silinder, semakin jauh jarak yang harus ditempuh oleh nyala api busi maka kemungkinan motor berdetonasi semakin besar. [7]

K. Perhitungan Performa Motor

Parameter yang digunakan dalam perhitungan unjuk kerja motor antara lain : torsi, daya, dan konsumsi bahan bakar spesifik (SFC).

1. Torsi

Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja. Besaran torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya. Satuan torsi biasanya dinyatakan dalam N.m (Newton meter). Adapun perumusannya adalah sebagai berikut:

$$T = F \times b$$

Dengan

$$T = \text{torsi (N.m)}$$

$$F = \text{gaya (N)}$$

$$b = \text{jarak benda ke pusat rotasi (m)}$$

2. Daya

Daya adalah besarnya kerja motor persatuan waktu. Satuan daya yaitu watt. 1 HP = 0,746 Kw. Torsi pada motor dapat diukur dengan menggunakan alat

dynamometer, sehingga untuk menghitung daya poros dapat diketahui dengan menggunakan rumus :

$$N_e = T \times \omega$$

Dengan

N_e = daya poros Nm/s (Watt)

T = torsi (N.m)

ω = kecepatan sudut putar (rad/s)

3. Konsumsi bahan bakar spesifik

Konsumsi bahan bakar spesifik atau *Specific Fuel Consumption* (SFC) adalah jumlah bahan bakar per waktunya untuk menghasilkan daya sebesar 1 Hp. Jadi SFC adalah ukuran ekonomi pemakaian bahan bakar.

$$SFC = \dot{G}_f / N_e$$

Dengan

SFC = *Specific Fuel Consumption* (kg/jam.Kw)

\dot{G}_f = jumlah bahan bakar yang digunakan (Kg/Jam)

N_e = daya poros (KW). [7]

4. Volume Silinder

Hasil penelitian volume silinder yang didapat dari pengukuran dan langkah – langkah dalam melaksanakan penelitian adalah sebagai berikut :

$$V_s = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot L$$

Ket: D = Diameter silinder, L = Langkah torak, V_s = Volume silinder

$$V_m = I \cdot V_s$$

Ket: V_m = Volume motor keseluruhan, I = jumlah silinder, V_s = Volume silinder

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu

Untuk mendukung penulisan tugas ahir ini, sebelumnya terlebih dahulu melakukan penelitian dan pengujian. Sebagai salah satu syarat akademik yang harus dipenuhi oleh penulis sebelum menulis tugas ahir. Penulis melaksanakan pengujian dan penelitian.01 Desember 2019 di showroom Nissan Datsun Jendral Gatot Subroto Medan Petisah Tengah. Dilanjutkan pada tanggal 1 Maret 2020 sampai 1 Juli 2020 di Nisaan Datsun Tengku Amir Hanzah, Nissan Datsun SM. Yamin Pekan Baru dan Steve Garage Dynotuning Pekan Baru.

B. Bahan, Peralatan dan Metode

1. Bahan

Bahan yang digunakan untuk melakukan penelitian ini adalah satu unit mobil Nissan Grand Livina tahun 2012 dan *engine conditioner* 240 ml.



Gambar: 3.2.1.1 Mobil Grand Livina dan Engine Conditioner 240 ml

Sumber: Benkel Nissan Datsun

Data Spesifikasi Mobil yang Diperoleh dari Showroom Nissan Datsun

Medan yang Berada di Jalan Jendral Gatot Subroto.

Table 3.2.1 spesifikasi Mesin Nissan Grand Livina

No	Keterangan	Limit
1.	Seri mesin	HR15DE
2.	Tipe Mesin	4 – Cyl, 16 valve, CVTC
3.	Isi silinder	1498 cc
4.	Rasio Kompresi	11 : 1
5.	Diameter Langkah x Panjang Langkah	78.0 mm x 78.4 mm
6.	Daya Maksimum	109 ps/5000 rpm
7.	Torsi Maksimum	14.6 Nm/4000 rpm
8.	Sistem Bahan Bakar	ECCS (electronic concentrated control sytem)
9.	Kapasitas Tangki	52,4
10.	Steering	Rack and Pinion EPS (electronic power steering)

2. Peralatan

Dalam penelitian ini peralatan yang digunakan untuk melakukan penelitian pengaruh penggunaan *Engine Conditioner* terhadap unjuk kerja motor bensin.

a. *Consult 3 Plus*

Consult 3 Plus adalah laptop yang digunakan untuk melihat ketika terjadi ketidak abnormalan sensor – sensor penting dimesin. *Consult* juga dapat melihat data – data dan fungsi dari sensor serta actuator.



Gambar: 3.2.2.1 *Consult 3 Plus*

Sumber: Bengkel Nissan Datsun

b. *Compression Tester*

Compresion tester digunakan untuk mengukur seberapa besar tekanan kompresi pada setiap silinder.



Gambar: 3.2.2.2 *Compression Tester*

Sumber: Bengkel Nissan Datsun

c. *VI (Vehicle Interface)*

VI adalah alat penghubung antara mobil dan consult 3 plus, alat ini terhubung melalui bluetooth dari mobil ke consult.



Gambar:3.2.2.3 *Vehicle Interface*

Sumber: Bengkel Nissan Datsun

d. Alat, Kunci – Kunci Pendukung

Adapun beberapa alat dan kunci pendukung tersebut seperti :

- 1) Kunci shock set
- 2) Kunci busi
- 3) Serta kunci – kunci yang mendukung untuk melakukan pembukaan komponen komponen dalam penambahan engine conditioner.

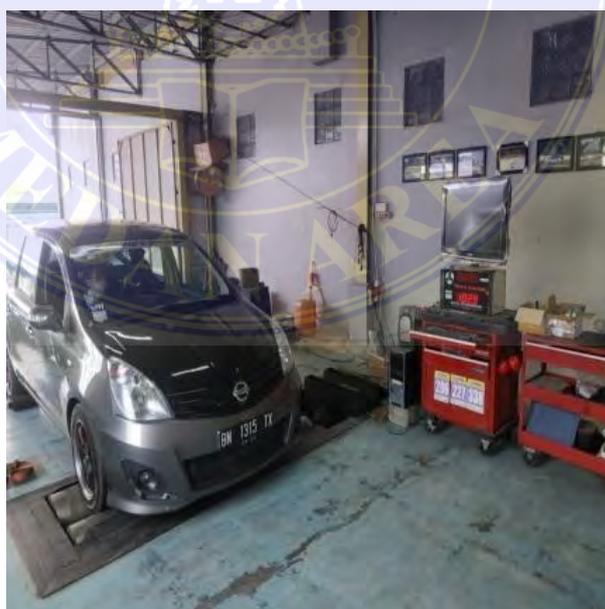
e. Alat, *Dynometer*

Dalam melakukan penelitian ini pengujian dilakukan dengan alat dynometer untuk mengukur daya,torsi dan konsumsi bahan.



Gambar: 3.2.2.5 *dynometer*

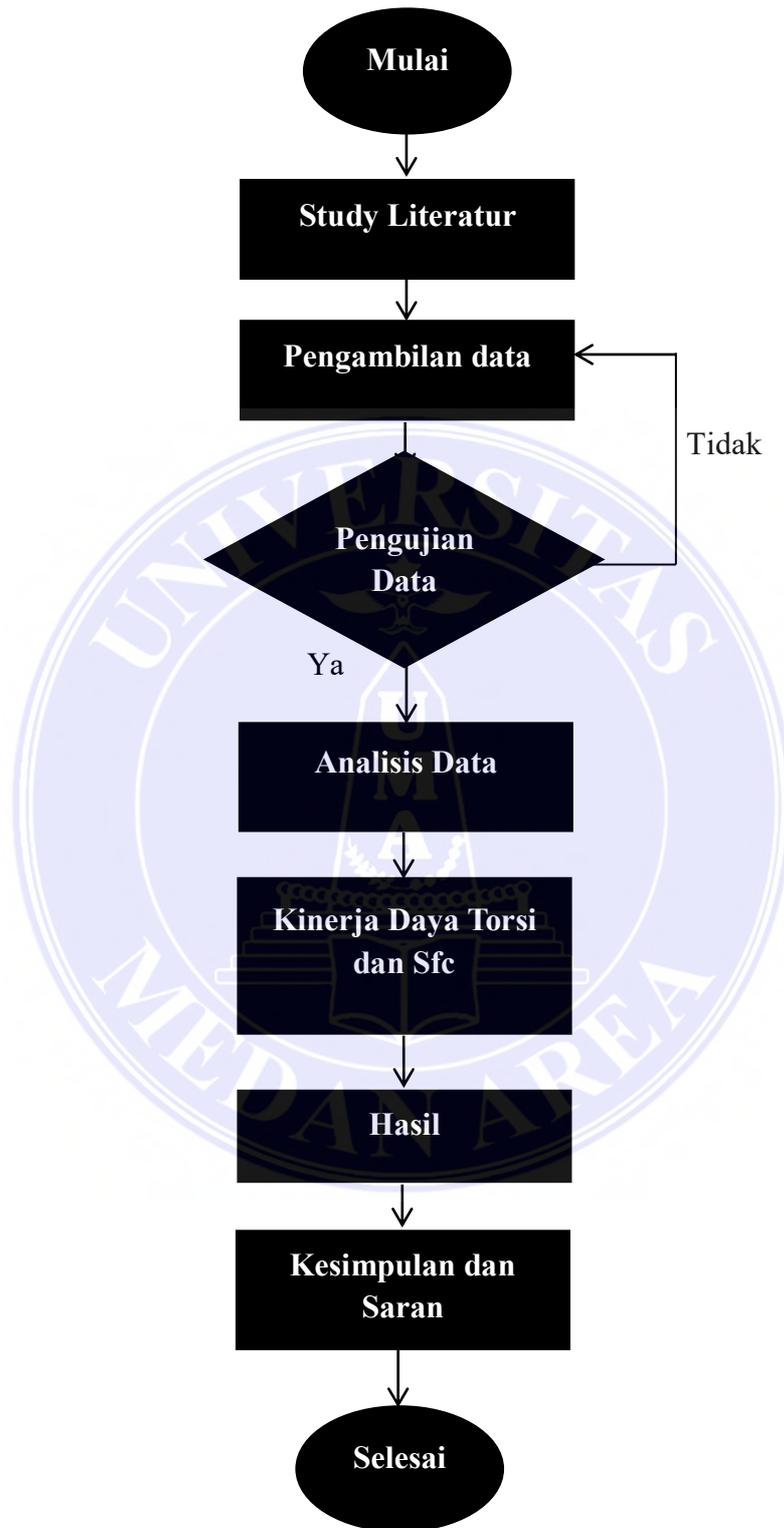
Sumber: Bengkel Steve Garage Dynotuning



Gambar: 3.2.2.6 *roller dynamometer*

Sumber: Bengkel Steve Garage Dynotuning

C. Metode Penelitian



1. Form Data Rancangan

Sebelum melaksanakan penelitian terlebih dahulu melakukan rancangan kegiatan yang dilakukan peneliti. Adapun rancangan tersebut adalah :

- a. Mempersiapkan segala hal yang mendukung dan melaksanakan penelitian.
- b. Menggunakan data-data yang dibutuhkan untuk melakukan penelitian
- c. Menyiapkan table rancangan sebagai berikut :

Tabel 3.3.1 Data Hasil Pengujian Kompresi Standard

No silinder	Tekanan kompresi Sebelum penambahan <i>engine conditioner</i> (kg/cm ²)	Tekanan kompresi sesudah penambahan <i>engine conditioner</i> (kg/cm ²)
1
2
3
4

Tabel 3.3.2 Data Hasil Pengujian Kompresi Bahan Bakar

No silinder	Tekanan kompresi Sebelum penggunaan <i>engine conditioner</i> (kg/cm ²)	Tekanan kompresi sesudah penggunaan <i>engine conditioner</i> (kg/cm ²)
1
2
3
4

Tabel 3.3.3 Table Data Hasil Pengujian *Ign Timing*

Putaran mesin (Rpm)	IGN <i>Timing</i> Sebelum penggunaan <i>engine conditioner</i>	IGN <i>Timing</i> sesudah penggunaan <i>engine</i> <i>conditioner</i>
700 rpm
1500 rpm
2000 rpm
2500 rpm
3000 rpm

D. Jadwal Penelitian

Jadwal	Desember				Februari				agust				Oktober		
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III
Persiapan Alat															
Pengambilan Judul															
Seminar Proposal															
Pengambilan Data															
Analisis Data															
Seminar															
Sidang															

1. Pelaksanaan penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian dapat dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. *engine conditioner*
- b. Mesin dihidupkan sampai suhu kerja 80-90 C
- c. Membuka *intake manifold*
- d. Membuka *ignition coil* nomor 1 sampai nomor 4
- e. Membuka busi nomor 1 sampai nomor 4
- f. Memasang alat *compression tester* ke lubang busi
- g. Melakukan start mesin sampai 10 detik
- h. Membaca hasil pengukuran *compression tester*
- i. Mencatat hasil pengukuran *compression tester silinder* 1 sampai silinder 4 sebelum dilakukan penambahan *engine conditioner*
- j. Melakukan penambahan *engine conditioner* kedalam lubang silinder 1 sampai silinder 4
- k. Menunggu 1 jam agar *engine conditioner* membersihkan kerak karbon yang menumpuk diatas piston dan *silinder head*
- l. Setelah 1 jam kemudian melakukan start mesin selama 10 detik agar *engine conditioner* bercampur kerak karbon terbuang ke luar dan ke *exhaust*
- m. Mengulang langkah kedua sampai kerak karbon sisa pembakaran bersih dari atas piston dan *silinder head*
- n. Merakit kembali komponen – komponen mesin

- o. Menghidupkan mesin sampai 4000 rpm agar sisa kerak karbon terbangun melalui knalpot
- p. Membuka kembali komponen *intake manifold* untuk dilakukan test kompresi sesudah penambahan penggunaan *engine conditioner*
- q. Memasang *compression tester* ke lubang silinder 1 sampai silinder 4
- r. Start mesin sampai 10 detik kemudian membaca hasil pengukuran *compression tester*
- s. Mencatat hasil pengukuran *Compression tester* di tabel

Pengukuran *Ign Timing* sebelum penambahan *Engine Conditioner*

- a. Panaskan mesin sampai suhu kerja mesin
- b. Pasang alat *consalt 3 plus* ke mobil
- c. Masuk ke menu *consalt 3 plus* kemudian masuk ke menu data monitor *engine*
- d. Membaca pengukuran *ign timing* rpm idle rpm 700 kurang lebih
- e. Mencatat hasil pengukuran *ign timing* rpm 700 sebelum penambahan *engine conditioner*
- f. Naikan putaran mesin rpm 1500 dan membaca pengukuran *ign timing*
- g. Mencatat hasil pengukuran *ign timing* rpm 2000 sebelum penambahan *engine conditioner*
- h. Naikan putaran mesin rpm 2000 dan membaca pengukuran *ign timing*
- i. Mencatat hasil pengukuran *ign timing* rpm 2000 sebelum penambahan *engine conditioner*
- j. Naikan putaran mesin rpm 2500 dan membaca pengukuran *ign timing*
- k. Mencatat hasil pengukuran *ign timing* rpm 2500 sebelum penambahan *engine conditioner*

- l. Naikan putaran mesin rpm 3000 dan membaca hasil pengukuran *ign timing*
- m. Mencatat hasil pengukuran *ign timing* rpm 3000 sebelum penambahan *engine conditioner*
- n. Mengisi pengukuran *ign timing* di tabel.

Variabel percobaan penambahan *engine conditioner*

- a. Setelah penggunaan *engine conditioner* dilakukan, selanjutnya melakukan test kompresi tiap *silinder piston*.
- b. Memasang kembali komponen-komponen mesin.
- c. Menghidupkan mesin sampai suhu kerja.
- d. Memasang alat *consalt 3 plus* untuk melakukan pengukuran *ign timing* setelah dilakukan penggunaan *engine conditioner*.
- e. Menekan gas sampai rpm yang ingin dilakukan pengukuran *ign timing*.
- f. Memperhatikan monitor *consal 3 plus* dari hasil data-data yang ditunjukkan oleh *consult 3 plus*. [5]

BAB V

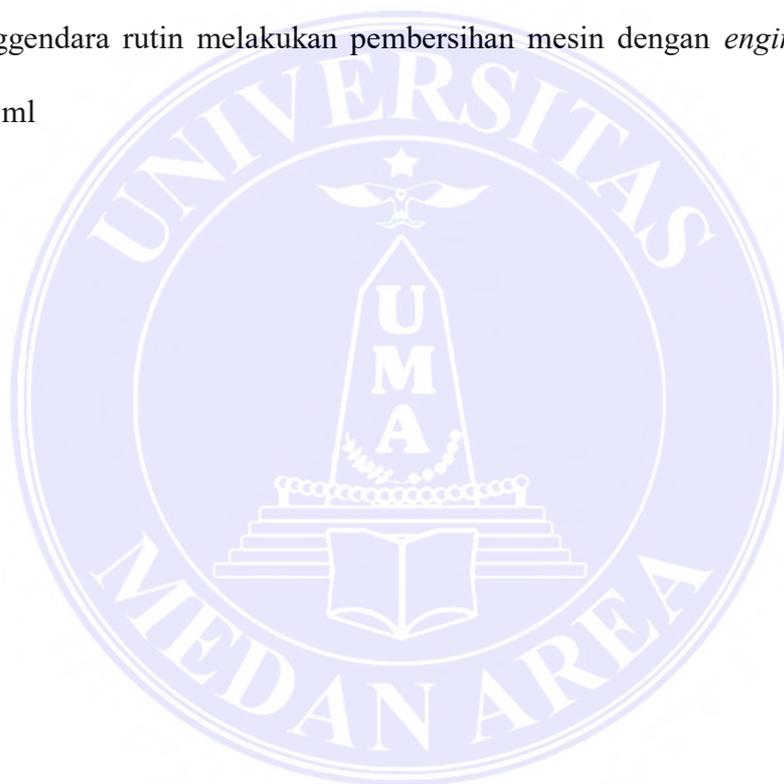
KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Sebelum penggunaan *engine conditioner* tekanan kompresi adalah rata-rata 14.480024 kg/cm², sedangkan sesudah penggunaan *engine conditioner* rasio kompresi rata-rata 11.650301 kg/cm². Telah memenuhi standard kendaraan.
2. Sebelum penggunaan *engine conditioner*, *timing* pengapian menjadi tidak normal, sedangkan sesudah penggunaan *engine conditioner*, *timing* pengapian menjadi normal. Telah memenuhi standard kendaraan.
3. Setelah penggunaan *engine conditioner* daya pada motor bakar bensin meningkat sebesar 4,83%.
4. Setelah penggunaan *engine conditioner* torsi pada motor bakar bensin meningkat sebesar 6,16%.
5. Setelah penggunaan *engine conditioner* konsumsi bahan bakar pada motor bensin menurun sebanyak 6,82%.

B. Saran

1. Agar memperoleh performa mesin yang baik serta kemampuan yang optimal diharapkan kepada pemilik kendaraan melakukan penggunaan *engine conditioner* 240 ml setiap terjadinya mesin *knocking*.
2. Dalam melakukan perbaikan dan pembongkaran agar tidak memperbaiki kendaraan di sembarangan tempat
3. Diharapkan setiap pengguna kendaraan sebelum terjadi mesin *knocking* , pengemudi rutin melakukan pembersihan mesin dengan *engine conditioner* 240 ml



DAFTAR PUSTAKA

1. Ahmad Kholil , Andreas Edi Widyartono, and Darwin Rio Budi Syaka, "Pengaruh Injeksi Air Untuk Mengurangi Gejala Knocking Pada Mesin Toyota 4K Berkompresi Tinggi," *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur UNJ*, pp. 83-87, April 2014.
2. Muhammad Jamil Bakar, "Perbandingan Emisi Gas Buang CO dan HC Antara sepeda Motor Satu Busi Dengan Sepeda Motor Dua Busi (Jupiter MX 135 cc dan Pulsar 135cc)," *Jurnal Teknik Otomotif Universitas Negeri Padang*, pp. 1-9, 2014.
3. Nely Ana Mufarida, "Analisis Prestasi Kerja Motor 4 Tak Dengan Menggunakan Turbo Cyclone," *Jurnal Kajian Ilmiah dan Teknologi Teknik Mesin*, vol. 1, no. 1, pp. 1-7, Agustus 2016.
4. Agus Sujono , "Deteksi Detonasi Motor Bakar Otto/Bensin Dengan Pengamatan Pola Getaran dan Penentuan Derajat/Waktu Pengapian Menggunakan Sistem Kontrol Fuzi (Fuzzy Control) dan Metode Artificial Neurall Network/Ann ," *Jurusan Teknik Mesin - Fakultas Teknik UNS*, vol. 8, no. 2, pp. 202-208, Maret 2010.
5. Enzo W.B. Siahaan, T. Hasballah , and Isindo Miduk Purba, "Pengaruh Penambahan Engine Conditioner Terhadap Knocking Motor Bensin 4 Langkah Berkapasitas 1500cc Dengan Teknologi ECCS," *Regional Development Industry & Health Science, Technology and Art Of Life*, vol. 2, no. 1, pp. 109-116, 2019.
6. Nissan Motor Indonesia, "N-Step 1 Tahap 1," Nissan Motor CO., LTD, Nissan College, Jakarta, 2010.
7. Irwan Setyo Prabowo, "Perbedaan Unjuk Kerja Motor 4 Langkah Dengan Variasi Perbandingan Kompresi Yang Menggunakan Bahan Bakar Premium dan Pertamina," *Jurnal Teknik Mesin - Universitas Negeri Semarang*, pp. 25-30, Mei 2015.
8. Drs. Boentarto , *Cara Pemeriksaan, Penyetelan dan Perawatan Motor Bensin*. Yogyakarta, Indonesia: Andi Offset Yogyakarta, 2005.
9. Imam Murdianto , "Perbedaan Performa (Daya,Torsi,Konsumsi Bahan Bakar) Menggunakan Injektor Standart dan Ijektor Racing Dengan Bahan Bakar Pertamina dan Pertamina Plus Pasa Sepeda Motor V-Xion," *Jurnal Fakultas Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang*, pp. 1-41, Agustus 2016.
10. Harsanto , *Motor Bakar*, keenam Dicitak Oleh Percetakan Sapdodadi ed. Jakarta, Indonesia: Djambatan, 1981.
11. G. Haryono and Budi A.S , *Uraian Praktis Mengenai Motor Bakar*, kedua ed., Deo Ruswondho, Ed. Semarang, Indonesia: CV. Aneka Ilmu, 1989.
12. Drs.Daryanto , *Motor Bakar Untuk Mobil*. Jakarta, Indonesia: PT. Bina Aksara, 1985.

13. Direktorat Jendral Minyak dan Gas, "Spesifikasi Bahan Bakar Jenis Pertamina Oktan 91," Ditjen Migas, Jakarta, 2006.
14. Direktorat Jendral Minyak dan Gas, "Spesifikasi Bahan Bakar Jenis Premium Oktan 88," Ditjen Migas, Jakarta, 2006.
15. Nissan Motor Indonesia, "N-Step 2 Engine," Nissan Motor CO., LTD, Nissan College, Tokyo, Japan, 2010.
16. Nissan Motor Indonesia, "N-Step 3 Engine," Nissan Motor CO., LTD, Nissan College, Jakarta, 2014.
17. BPM. Arend and H. Berenschot, *Motor Bensin*, 4th ed., Umar Sukrisno, Ed. Jakarta: PT. Gelora Aksara Pratama, 2018.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Keterangan Selesai Riset

 **PT. WAHANA TRANS LESTARI MEDAN** **NISSAN**

IND - MORIL, NISSAN AMIR HAMZAH
Jl. F. Amir Hamzah No. 15-A, Medan 20117
Telp. (061) 80030222 (Hunting) Fax. (061) 80033777

SURAT KETERANGAN
No : 001/SKet/WTLM-AHH/VII/2020

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Brian Pebrinta Tarigan
Nik : 93622
Jabatan : HRD-GA

Dengan ini menerangkan bahwa :

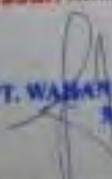
Nama : Imanuel Sinuraya
NPM : 168130003
Fakultas : Teknik Mesin Universitas Medan Area
Jurusan : Konversi Energi

Telah mengadakan penelitian di NISSAN AMIR HAMZAH MEDAN dan NISSAN KM YAMIN PEKAN BARU dan melaksanakan pengujian ke STEVE GARAGE DYNDTUNING PEKAN BARU terhitung pada tanggal 1 Maret 2020 – 1 Juli 2020 sebagai bahan penulisan Skripsi dengan Judul: "ANALISA PENAMBAHAN ENGINE CONDITIONER TERHADAP UNJUK KERJA MOTOR BAKAR BENSIN".

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagai mestinya.

Medan, 11 Juli 2020

PT. Wahana Trans Lestari Medan
Nissan Amir Hamzah


PT. WAHANA TRANS LESTARI MEDAN

Brian Pebrinta Tarigan
HRD-GA

UNIVERSITAS MEDAN AREA

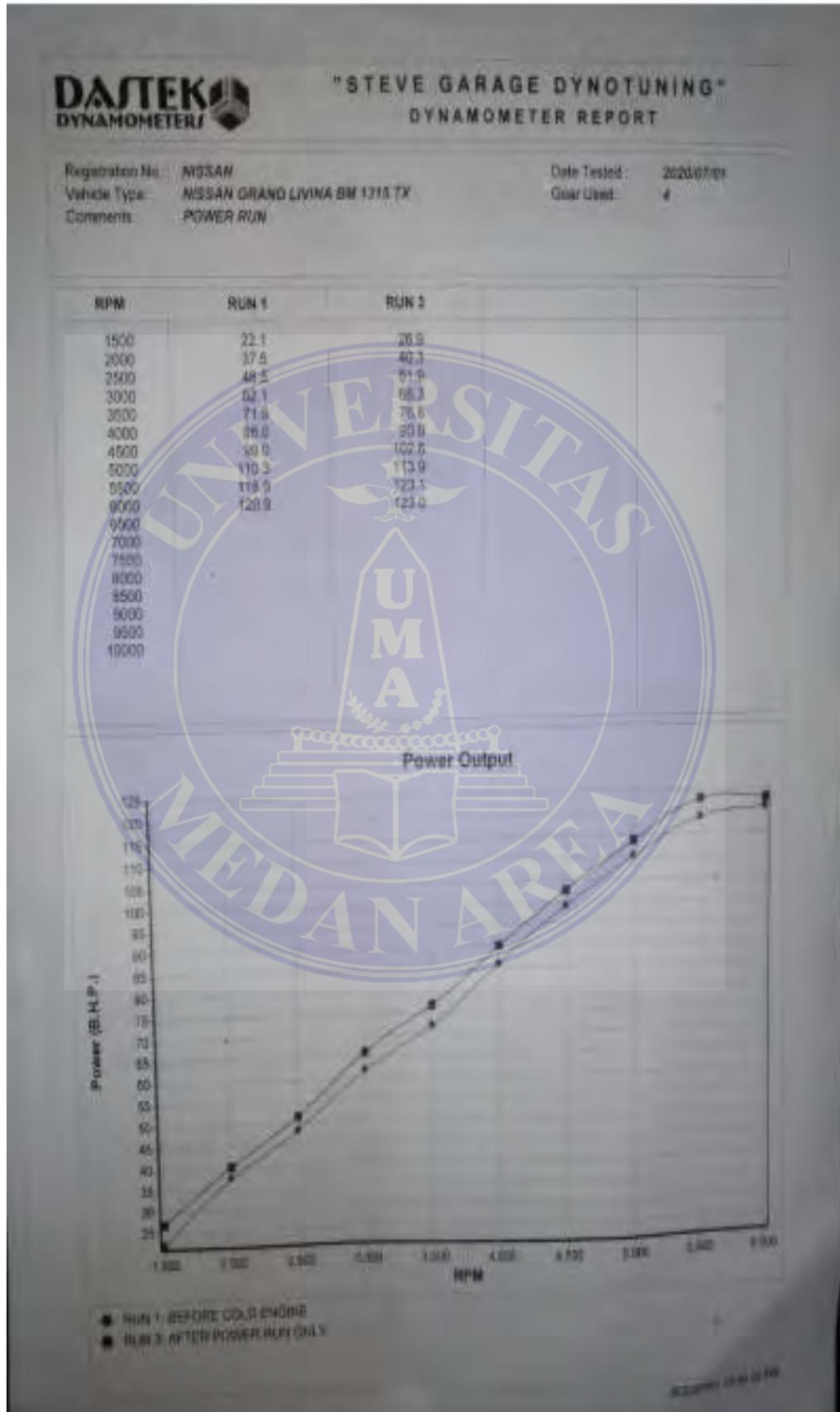
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 21/12/21

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)21/12/21

Lampiran 2. Hasil Dynotest Daya



Lampiran 3. Hasil Dynotest Torsi

