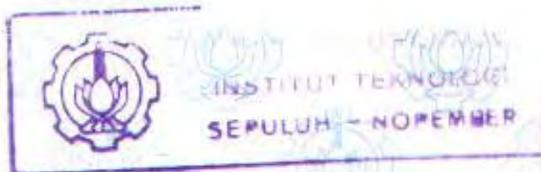


21748



TUGAS AKHIR

KS 1701

**ANALISA GETARAN MOTOR PENGGERAK DIESEL
DENGAN BAHAN BAKAR *JELANTAH METHYL ESTER***



RSSP
623.872.56
And
a - 1
2003

Disusun Oleh :

FUAD ANDRIANTO

NRP : 4297 100 042

PEKPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	19-8-2003
Terima Dari	F1
No. Agenda Prp.	219009

**JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

SURABAYA

2003

**ANALISA GETARAN MOTOR PENGGERAK DIESEL
DENGAN BAHAN BAKAR *JELANTAH METHYL ESTER***

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Persyaratan

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Pada

Jurusan Teknik Sistem Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

Surabaya, 14 Agustus 2003

Mengetahui / Menyetujui

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. H. Alim Widodo, M.Sc

NIP. 131 474 402

Ir. M. Orianto, M.Sc

NIP. 130 786 955





FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN - ITS
JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN

KAMPUS ITS KEPUTIH SUKOLILO SURABAYA 60111
TELP. 5994745, 5994251-55 PES 1102 FAX 5994754

SURAT KEPUTUSAN Pengerjaan Tugas Akhir KS 1701

Sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan - ITS, maka perlu diterbitkan Surat Keputusan Tugas Akhir yang memberikan tugas kepada mahasiswa tersebut dibawah untuk mengerjakan Tugas sesuai judul dan lingkup bahasan yang telah ditentukan.

Nama Mahasiswa : Fuad Andrianto
NRP : 4297 100 033
Dosen Pembimbing : 1. Ir. Alim Widodo, M.Sc
2. Ir. Mohamad Orianto, M.Sc
Tanggal Diberikan Tugas : 13 September 2002
Tanggal Diselesaikan Tugas : 22 Juli 2003
Judul Tugas Akhir :

**ANALISA GETARAN MOTOR PENGGERAK DIESEL DENGAN BAHAN
BAKAR JELANTAH METHYL ESTER**

Surabaya, 20 September 2002
Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
FT. Kelautan ITS



DR. Ir. Agoes A. Masroeri, M.Eng
NIP. 131 407 591

Surabaya, 20 September 2002

Yang menerima tugas :

Mahasiswa

Dosen Pembimbing II

Dosen Pembimbing I



Fuad Andrianto
4297100033

Ir. M. Orianto, M.Sc
NIP. 130 786 955

Ir. H. Alim Widodo, M.Sc
NIP. 131 474 402

"Dialah yang menjadikan matahari bersinar dan bulan bercahaya dan ditetapkanNya manzilah-manzilah (tempat-tempat) bagi perjalanannya, supaya kamu mengetahui bilangan tahun dan perhitungannya. Allah tidak menciptakan yang demikian itu melainkan dengan hak. Dia menjelaskan tanda-tanda (kebesaran-Nya) kepada orang-orang yang mengetahui."

(QS Yunus :5)

ABSTRAK

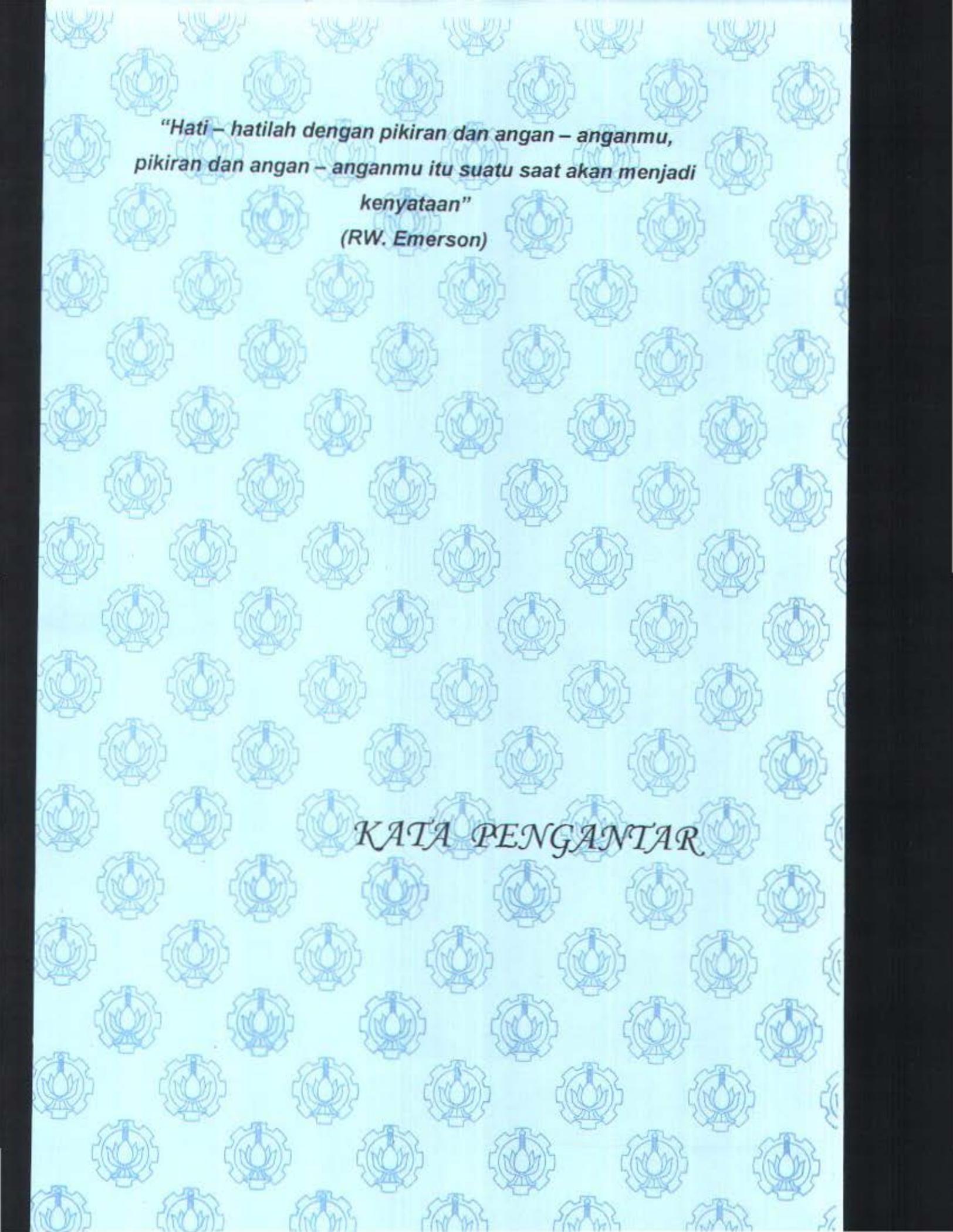
ABSTRAK

Diesel digunakan sebagai peralatan pendukung utama dalam bidang transportasi, baik di darat maupun di air. Walaupun memiliki beberapa keunggulan, dengan meningkatnya penggunaan motor diesel maka konsumsi terhadap bahan bakar diesel (solar) semakin meningkat pula. Untuk menunjang penghematan penggunaan minyak bumi maka mulai sekarang sudah seharusnya dimulai pemikiran untuk mencari bahan bakar alternatif sebagai pengganti bahan bakar minyak bumi. Minyak goreng bekas (jelantah) bisa dijadikan salah satu bahan bakar alternatif melalui proses esterifikasi dengan penambahan methanol dan katalis yang kita sebut sebagai bahan bakar Jelantah Methyl Ester (biodiesel).

Penggunaan Jelantah Methyl Ester ini sebagai bahan bakar alternatif, dampaknya perlu kita teliti jika bahan bakar tersebut digunakan pada motor diesel. Getaran merupakan salah satu faktor terpenting dalam proses penelitian ini, karena getaran bisa menyebabkan unjuk kerja mesin berkurang, bahkan bisa menimbulkan kerusakan pada motor diesel maupun benda-benda disekitarnya, apabila frekuensi getaran eksitasi tersebut berhimpit dengan frekuensi natural (ambang) benda-benda disekitarnya.

Penelitian ini membandingkan nilai amplitudo getaran dan frekuensi getaran motor diesel antara penggunaan bahan bakar solar dengan campuran JME 10%, JME 20% dan JME 30 %. Untuk menganalisanya dibuat tabel dan grafik pembandingan, trend dan korelasi bahan bakar terhadap getaran dianalisa secara statistika.

kata kunci : Motor Diesel, Jelantah Methyl Ester (JME), Solar, Gaya Eksitasi, Amplitudo Eksitasi, Frekuensi Eksitasi, Energy Disipasi, Regresi, Korelasi



*"Hati – hatilah dengan pikiran dan angan – anganmu,
pikiran dan angan – anganmu itu suatu saat akan menjadi*

kenyataan"
(RW. Emerson)

KATA PENGANTAR

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmaanirrahim,

Puji syukur Alhamdulillah kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang selalu melimpahkan rahmat iman, hidayah dan kekuatan, sehingga Penulis bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan sebaik-baiknya. Tugas Akhir ini merupakan mata kuliah yang wajib ditempuh sebagai syarat untuk kelulusan pada tahap sarjana.

Tidak sedikit kendala yang harus dihadapi penulis dalam upaya menyelesaikan tugas akhir ini, namun akhirnya semua bisa diatasi dengan segala keterbatasan yang ada pada diri penulis. Dan tanpa mengurangi rasa bangga atas selesainya tugas akhir ini, penulis minta maaf kepada semua pihak yang berkepentingan bila masih banyak ditemui kekurangan didalam tugas akhir ini.

Selanjutnya penulis ingin mengucapkan terima kasih setulusnya kepada kedua orang tua (Alm. Chumaidi dan Ny. Siti Walimah) beserta semua saudara-saudaraku tercinta atas dukungannya selama ini. Ucapan terima kasih dan penghargaan setulus-tulusnya juga penulis berikan kepada :

1. Ir. H. Alim Widodo, M.Sc, selaku pembimbing utama dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
2. Ir. M. Orianto, M.Sc, selaku pembimbing pendamping dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
3. Dr. Ir. A.A Masroeri, M.Eng, selaku Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK – ITS.

4. Ir. Hari Prastowo M.Sc, selaku koordinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK – ITS.
5. Bapak Agus dan Mas Nur selaku teknisi di Laboratorium Mesin Kapal FTK – ITS yang turut membantu pelaksanaan pengambilan data.
6. Segenap tenaga edukatif maupun administratif di jajaran Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK – ITS.
7. Rekan – rekan mahasiswa Teknik Sistem Perkapalan FTK – ITS di segala angkatan, khususnya untuk angkatan '97.
8. Rekan – rekan penghuni kost di Gebang Lor 12 Surabaya dan seluruh teman main baik yang di tim "*futsal GL 12*" maupun yang nggak doyan bal – balan.
9. Semua pihak yang turut membantu lancarnya penyusunan Tugas Akhir ini.

Surabaya, 14 Agustus 2003

Penulis

ttd

Fuad Andrianto

*"Bahan ramuan yang pertama dalam percakapan ialah
kebenaran, berikutnya akal sehat, ketiga humor yang baik
dan keempat ketajaman otak"*

(Sir William temple)

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Perumusan Masalah	I-3
1.3 Batasan Masalah	I-4
1.4 Tujuan Penulisan	I-4
1.5 Manfaat Tugas Akhir	I-5
1.6 Sistematika Penulisan Tugas Akhir	I-5
BAB II DASAR TEORI	II-1
2.1 Bahan Bakar Motor Penggerak Diesel	II-1
2.1.1 Sifat Bahan Bakar	II-1
2.1.2 Biodiesel	II-3
2.1.3 Proses Esterifikasi	II-4
2.2 Diesel Sebagai Motor Penggerak	II-5
2.2.1 Proses Pembakaran Pada Motor Penggerak Diesel	II-6
2.2.2 Kerja Mekanis Gas Pembakaran	II-9

2.3 Sistem Getaran Motor Diesel	II-10
2.3.1 Sistem Mekanis	II-10
2.3.2 Derajat Kebebasan	II-11
2.3.3 Sifat Dasar Getaran	II-11
2.3.4 Karakteristik Getaran	II-12
2.3.5 Frekuensi Natural Sistem	II-13
2.3.6 Getaran Harmonik Paksa	II-14
2.3.7 Getaran Harmonik Paksa Sistem Tak Berperedam	II-16
2.3.8 Energi Yang Didisipasi Karena Redaman Struktural	II-17
2.4 Regresi Dan Korelasi	II-18
2.4.1 Regresi Linier	II-18
2.4.2 Korelasi	II-18
BAB III METODOLOGI	III-1
3.1 Percobaan di Laboratorium	III-1
3.1.1 Esterifikasi	III-3
3.1.2 Pra Eksperimen dan Eksperimen	III-6
3.2 Analisa Statistik Getaran Motor Diesel	III-13
3.2.1 Analisis Regresi (Pendugaan)	III-14
3.2.2 Korelasi	III-15
BAB IV ANALISA GETARAN MOTOR DIESEL	IV-1
4.1 Data Hasil Eksperimen	IV-1
4.2 Persyaratan Amplitudo Vs Frekuensi Getaran	IV-7
4.3 Tabel Perhitungan	IV-8
4.4 Regression Analysis	IV-14

4.4.1 Penotasian Nilai Regresi	IV-14
4.4.2 Hasil Pengolahan Data Statistik dan Pembahasan	IV-15
BAB V DISKUSI	V-1
BAB VI PENUTUP	VI-1
6.1 Kesimpulan	VI-1
6.2 Saran	VI-3
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

"Sediakanlah telinga anda untuk mendengarkan semua orang, tetapi berikanlah suara anda kepada sedikit orang

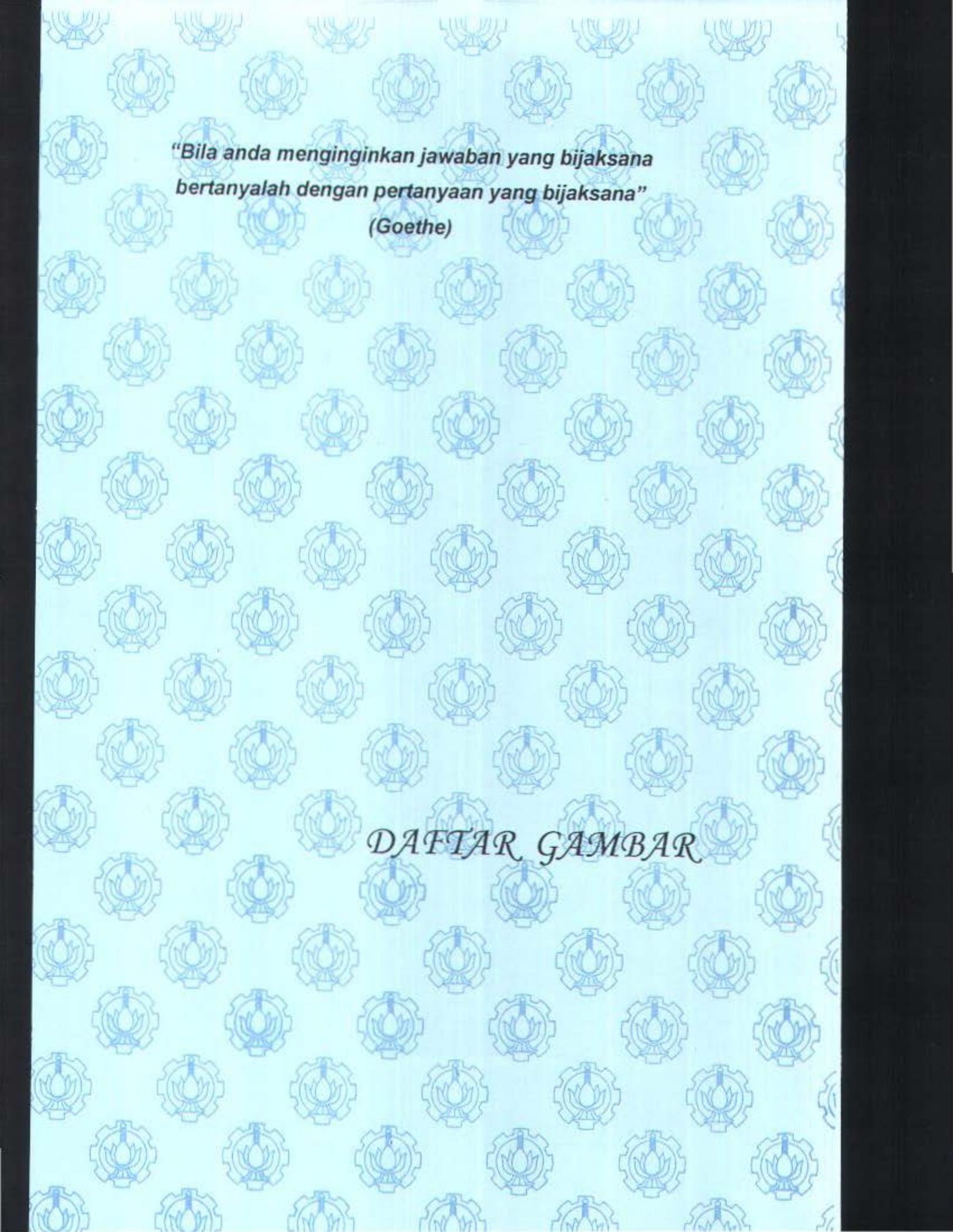
saja"

(Shakespeare)

DAFTAR TABEL

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
3.1	Karakteristik Bahan Bakar Minyak Pertamina	III-10
4.1	Tabel Tingkat Getaran di Body Mesin Bahan Bakar Solar 100 %	IV-9
4.2	Titik Uji Getaran di Body Mesin	IV-15
4.3	Titik Uji Getaran di Cylinder Head	IV-20
4.4	Titik Uji Getaran di Pondasi Mesin Kanan	IV-25
4.5	Titik Uji Getaran di Pondasi Mesin Kiri	IV-30
4.6	Titik Uji Getaran di Chasing Coupling Flens	IV-35



*"Bila anda menginginkan jawaban yang bijaksana
bertanyalah dengan pertanyaan yang bijaksana"*

(Goethe)

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR GAMBAR

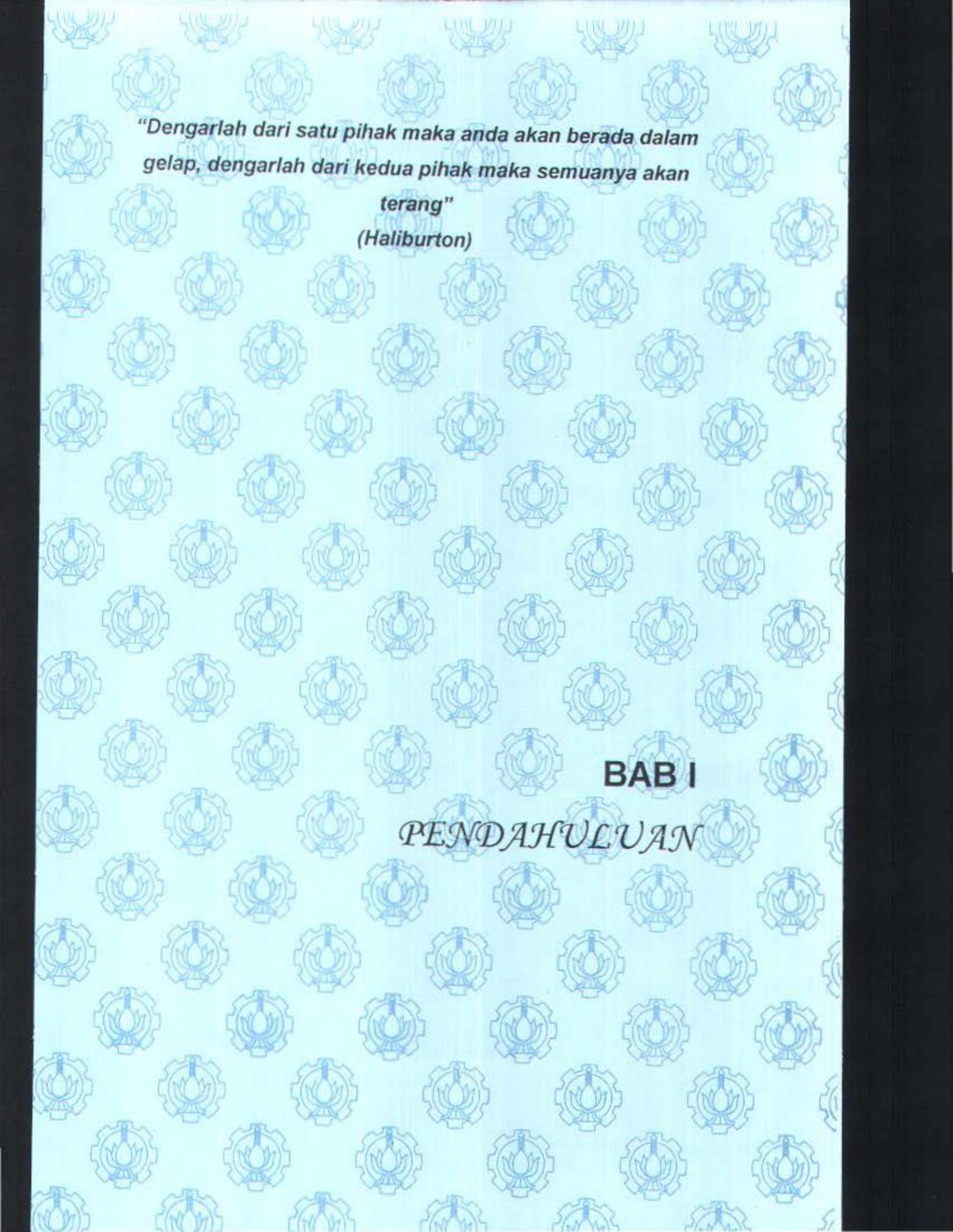
Nomor	Judul Gambar	Halaman
2.1	Reaksi Esterifikasi	II-4
2.2	Hasil-hasil Esterifikasi	II-5
2.3	Sudut Engkol Vs Tekanan	II-6
2.4	Proses Pembakaran	II-8
2.5	Diagram Tekanan Vs Volume	II-9
2.6	Sistem Dengan Satu Derajat Kebebasan	II-11
2.7	Massa Pada Sebuah Pegas	II-12
2.8	Perpindahan Benda Berdasar Waktu	II-13
2.9	Gaya Pengganggu yang diteruskan Lewat Pegas dan Peredam	II-16
3.1	Flowchart Pengerjaan Tugas Akhir	III-1
3.2	Flowchart Pembuatan Jelantah Methyl Ester	III-2
3.3	Flowchart Eksperimen Di Engine Test Bed	III-6
3.4	Peralatan Uji Tampak Depan	III-7
3.5	Peralatan Uji Tampak Samping	III-8
3.6	Proses Transfer Data Dari FFT Analyser Ke PC	III-12
3.7	Flowchart Analisa Data Hasil Eksperimen	III-13
4.1	Grafik Tampilan Layar Pada FFT Analyser DSO PL 20	IV-2
4.2 a)	Motor Diesel Dan Profil Pondasinya	IV-4
4.2 b)	Skema Motor Diesel Dan Sistem Pegas Massa, Redaman Diabaikan Karena Sangat Kecil	IV-4

4.3	Profil Pondasi Model Z Dari Motor Uji Di Lab. Mesin Kapal FTK – ITS	IV-5
4.4	Grafik Richart Yang Memperlihatkan Batasan Amplitudo Getaran Vertical	IV-7
4.5	Grafik Perbandingan Amplitudo Getaran Dengan Bahan Bakar Variatif Di Pondasi Mesin Kanan Pada Putaran 1250 Tanpa Preheating	IV-10
4.6	Grafik Perbandingan Amplitudo Getaran Dengan Bahan Bakar Variatif Di Pondasi Mesin Kanan Pada Putaran 1300 Tanpa Preheating	IV-10
4.7	Grafik Perbandingan Amplitudo Getaran Dengan Bahan Bakar Variatif Di Pondasi Mesin Kanan Pada Putaran 1350 Tanpa Preheating	IV-11
4.8	Grafik Perbandingan Amplitudo Getaran Dengan Bahan Bakar Variatif Di Pondasi Mesin Kanan Pada Putaran 1250 Preheating 40°C	IV-12
4.9	Grafik Perbandingan Amplitudo Getaran Dengan Bahan Bakar Variatif Di Pondasi Mesin Kanan Pada Putaran 1250 Preheating 50°C	IV-12
4.10	Grafik Perbandingan Amplitudo Getaran Dengan Bahan Bakar Variatif Di Pondasi Mesin Kanan Pada Putaran 1250 Preheating 60°C	IV-13
4.11	Kurva Regresi yang Menunjukkan Besarnya Gradien Kemiringan Tingkat Getaran Dengan Variasi Bahan Bakar	

	pada Titik Uji di Body Mesin	IV-17
4.12	Kurva Regresi yang Menunjukkan Besarnya Gradien Kemiringan Tingkat Getaran Dengan Pemanasan Awal Bahan Bakar pada Titik Uji di Body Mesin	IV-19
4.13	Kurva Regresi yang Menunjukkan Besarnya Gradien Kemiringan Tingkat Getaran Dengan Variasi Bahan Bakar pada Titik Uji di Cylinder Head	IV-22
4.14	Kurva Regresi yang Menunjukkan Besarnya Gradien Kemiringan Tingkat Getaran Dengan Pemanasan Awal Bahan Bakar pada Titik Uji di Cylinder Head	IV-24
4.15	Kurva Regresi yang Menunjukkan Besarnya Gradien Kemiringan Tingkat Getaran Dengan Variasi Bahan Bakar pada Titik Uji di Pondasi Kanan	IV-27
4.16	Kurva Regresi yang Menunjukkan Besarnya Gradien Kemiringan Tingkat Getaran Dengan Pemanasan Awal Bahan Bakar pada Titik Uji di Pondasi Kanan	IV-29
4.17	Kurva Regresi yang Menunjukkan Besarnya Gradien Kemiringan Tingkat Getaran Dengan Variasi Bahan Bakar pada Titik Uji di Pondasi Kiri	IV-32
4.18	Kurva Regresi yang Menunjukkan Besarnya Gradien Kemiringan Tingkat Getaran Dengan Pemanasan Awal Bahan Bakar pada Titik Uji di Pondasi Kiri	IV-34
4.19	Kurva Regresi yang Menunjukkan Besarnya Gradien Kemiringan Tingkat Getaran Dengan Variasi Bahan Bakar	



	pada Titik Uji di Chasing Coupling Flens	IV-37
4.20	Kurva Regresi yang Menunjukkan Besarnya Gradien Kemiringan Tingkat Getaran Dengan Pemanasan Awal Bahan Bakar pada Titik Uji di Chasing Coupling Flens	IV-39



"Dengarlah dari satu pihak maka anda akan berada dalam gelap, dengarlah dari kedua pihak maka semuanya akan

terang"
(Haliburton)

BAB I

PENDAHULUAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada saat ini penggunaan motor diesel dari tahun ke tahun semakin meningkat, karena efisiensinya yang tinggi serta memiliki ketahanan (*durability*), kepercayaan (*reability*) yang lebih baik bila dibandingkan dengan beberapa penggerak mula yang lain, sehingga permintaan konsumen terhadap bahan bakar motor diesel juga meningkat. Sebagai bahan bakar jenis yang tidak dapat diperbaharui, cadangan persediaan bahan bakar fosil sangat terbatas, dan lambat laun akan habis. Untuk itulah, mulai sekarang sudah seharusnya dimulai pemikiran untuk mencari bahan bakar alternatif sebagai pengganti bahan bakar minyak bumi. Pasca tahun 2000 merupakan tahu-tahun keramat bagi Indonesia maupun dunia karena sumber-sumber minyak bumi sudah semakin mengering. Indonesia bahkan diperkirakan tidak lagi berstatus "*net exporter*" minyak pada tahun 2010, apabila sumber cadangan minyak baru tidak berhasil diketemukan (*jurnal Lemigas no.2 th.1998*).

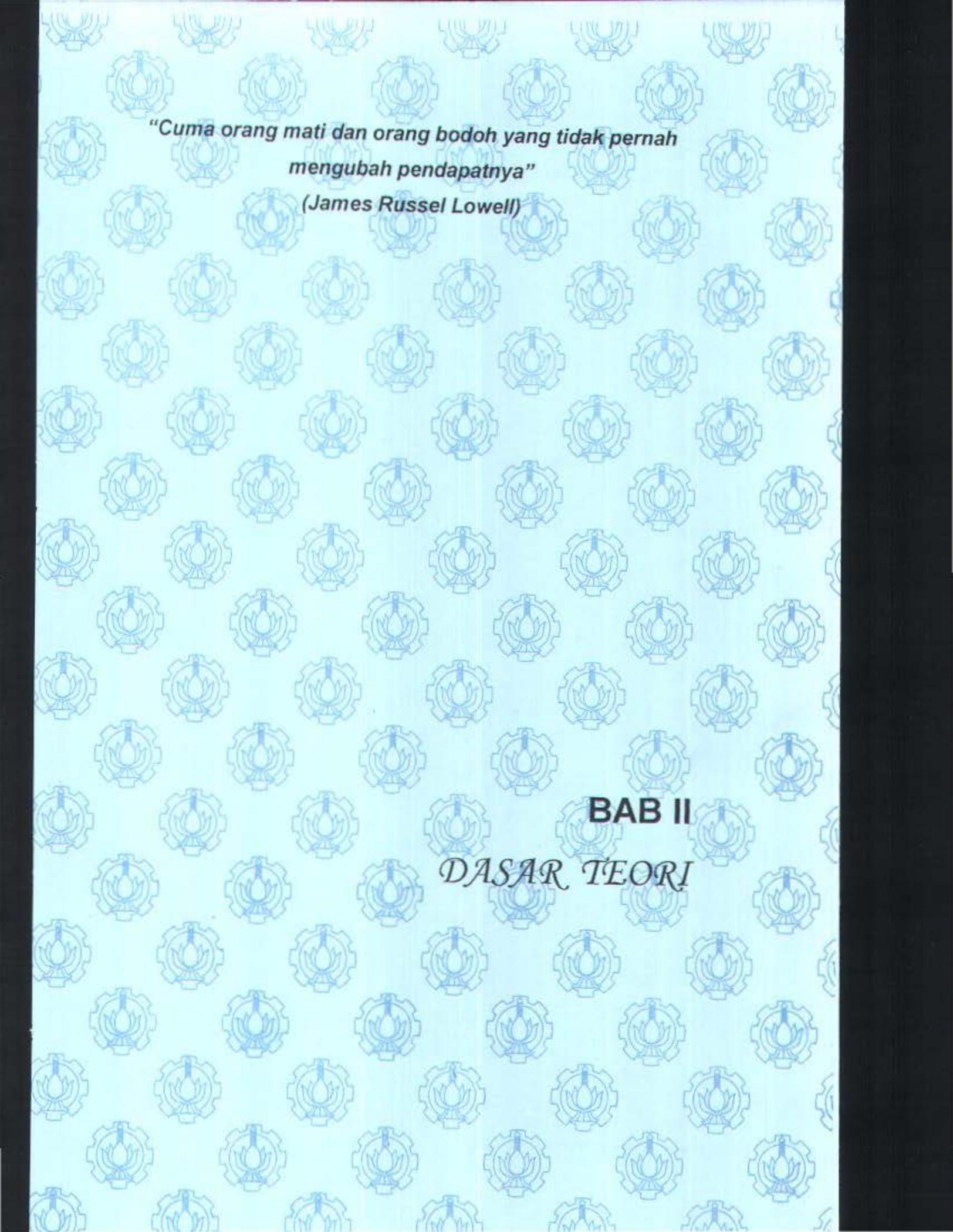
Salah satu bahan bakar yang dapat dijadikan alternatif adalah jelantah methyl ester. Jelantah methyl ester adalah jenis bahan bakar yang dihasilkan dari pemrosesan tertentu dari bahan yang berasal dari makhluk hidup. Dengan demikian bahan bakar ini boleh dikatakan tak pernah habis. Istilah jelantah methyl ester ditujukan kepada jenis bahan bakar renewable yang dihasilkan melalui proses esterifikasi, (*Mike Pelly, 2000*); yaitu proses esterifikasi dari minyak jelantah dengan metanol yang akan menghasilkan metil ester.

Ditinjau secara ekonomis, bahan bakar ini masih lebih mahal dibandingkan dengan bahan bakar konvensional. Namun apabila dilakukan produksi jelantah methyl ester dalam skala massal, maka tidak diragukan lagi bahwa jelantah methyl ester merupakan jenis bahan bakar yang lebih ramah lingkungan, dapat diperbaharui dan secara ekonomis dapat dipertimbangkan kemungkinannya pada masa mendatang. *(Taufan & Benny)*

Penelitian untuk penulisan tugas akhir ini akan mengedepankan permasalahan-permasalahan tersebut yang dirangkum menjadi satu judul penelitian sehingga dapat memberikan pengetahuan kepada masyarakat tentang kelayakan dan pengaruh penggunaan bahan bakar jelantah methyl ester terhadap tingkat getaran motor diesel. Analisa tersebut perlu dilakukan dikarenakan getaran menimbulkan bunyi, merusak bagian mesin dan memindahkan gaya yang tidak diinginkan dan menggerakkan benda yang didekatnya.

Semua sistem yang mempunyai massa dan elastisitas dapat mengalami getaran bebas atau getaran yang terjadi tanpa rangsangan dari luar. Selain itu ketidakseimbangan pada mesin-mesin yang berputar gaya-gaya yang dihasilkan mesin torak (*reciprocating machines*) maupun gerak mesin itu sendiri, merupakan sumber-sumber eksitasi harmonik. Jadi kebanyakan mesin dan struktur rekayasa (*engineering*) mengalami getaran sampai dengan derajat tertentu. Pada umumnya, getaran merupakan bentuk energi sisa dan pada berbagai kasus tidak diinginkan oleh mesin karena dapat mengganggu operasinya atau mengganggu keamanan struktur mesin itu bila terjadi amplitudo getaran yang bebas.

Pilihan motor diesel sebagai objek penelitian didasarkan pada keyakinan bahwa jenis motor ini masih memiliki daya saing yang lebih baik jika dibandingkan



**"Cuma orang mati dan orang bodoh yang tidak pernah
mengubah pendapatnya"**

(James Russel Lowell)

BAB II

DASAR TEORI

BAB II

DASAR TEORI

Teori penunjang yang akan dipaparkan dalam tugas akhir ini antara lain bahan bakar biodiesel, motor penggerak diesel, sistem getaran, dan regresi.

2.1 Bahan Bakar Motor Penggerak Diesel

2.1.1 Sifat Bahan Bakar

Motor diesel berkecepatan rendah dapat beroperasi dengan hampir setiap bahan bakar cair. Motor diesel modern, memerlukan bahan bakar yang lebih khusus. Sifat bahan bakar yang mempengaruhi prestasi dan keandalan mesin antara lain :

Penguapan (Volality)

Penguapan dari bahan bakar diesel diukur dengan 90 persen suhu penyulingan. Makin rendah suhu ini maka makin tinggi tingkat penguapannya.

Residu Karbon

Residu karbon adalah karbon yang tertinggal setelah penguapan dan pembakaran habis suatu bahan bakar. Ini menunjukkan kecenderungan bahan bakar untuk membentuk endapan karbon pada bagian mesin.

Viskositas

Viskositas fluida diukur dari tahanannya untuk mengalir atau gesekan dalamnya. Viskositas suatu minyak dinyatakan oleh jumlah detik yang diperlukan oleh minyak pada volume tertentu untuk mengalir pada lubang berdiameter kecil tertentu. Makin rendah jumlah detik yang diperlukan berarti makin rendah viskositasnya.

Titik Nyala

Titik nyala merupakan suhu paling rendah yang harus dicapai dalam pemanasan minyak untuk menimbulkan uap yang dapat terbakar dalam jumlah yang cukup untuk menyala atau terbakar sesaat ketika disinggung dengan suatu nyala api. Minyak bahan bakar yang mempunyai titik nyala rendah berbahaya dalam penyimpanan dan penanganannya. Titik nyala minimum untuk bahan bakar diesel adalah 150^o F.

Titik Tuang

Titik tuang adalah suhu minyak mulai membeku atau berhenti mengalir. Titik tuang penting untuk menstart mesin dalam keadaan dingin. Titik tuang maksimum untuk bahan bakar diesel adalah 65^o F.

Mutu Penyalaan

Menyatakan kemampuan bahan bakar untuk menyala ketika diinjeksikan kedalam silinder mesin. Suatu bahan bakar dengan mutu penyalaan yang baik akan siap menyala, dengan sedikit keterlambatan penyalaan suatu bahan bakar dengan mutu penyalaan jelek akan menyala dengan sangat terlambat. Bahan bakar dengan mutu penyalaan baik akan memberikan mutu operasi mesin yang lebih halus, kurang bising, dan lain sebagainya.

Bilangan Setana

Bilangan setana bahan bakar adalah persen volume dari setana dalam campuran *setana* dan *alfa-methyl-naftalen* yang mempunyai mutu penyalaan sama dengan bahan bakar yang diuji. Setana mempunyai mutu penyalaan sangat baik dan alfa-methyl naftalen mempunyai mutu penyalaan sangat buruk. Skalanya berkisar antara 0 sampai 100.

2.1.2 Biodiesel

Biodiesel merupakan nama yang diberikan untuk bahan bakar yang terdiri dari *mono-alkyl ester* yang dapat terbakar dengan bersih. Biodiesel juga dapat ditulis sebagai B100. B100 menunjukkan bahwa biodiesel tersebut murni 100 % terdiri atas *mono-alkyl ester*.

Campuran biodiesel (*biodiesel blend*) merupakan campuran biodiesel dengan bahan bakar fosil lainnya. Campuran ini ditulis sebagai **Bxx**, dimana **xx** menyatakan persen komposisi biodiesel dalam total campuran tersebut. Biodiesel sebagai bahan bakar alternatif, mulai diteliti sebagai akibat makin sadarnya manusia akan pencemaran yang ditimbulkan bahan bakar konvensional serta persediaan minyak bumi yang terus menipis. Sebagai bahan bakar yang dapat diperbaharui, biodiesel mempunyai keuntungan antara lain karena mudah digunakan karena hanya memerlukan sedikit atau bahkan tidak memerlukan sama sekali modifikasi dari diesel engine yang telah ada (National Biodiesel Board, 1998), dapat diurai oleh alam secara alamiah, dan dapat diproduksi secara domestik hasil pertanian.

Dibandingkan dengan minyak solar, biodiesel dapat menghasilkan jumlah power, dan torsi yang sama dengan diesel oil dalam jumlah yang sama. Hal ini dikarenakan umumnya biodiesel mempunyai angka setana yang lebih tinggi dari diesel oil.

Sebagai produk alam biodiesel diolah dengan bahan baku yang diperoleh dari berbagai hasil pertanian dan peternakan. Untuk menghasilkan *methyl ester* dari minyak dan lemak ada tiga tahap yang dilakukan yaitu:

1. Katalisasi minyak dengan methanol dalam rangka transesterisasi.
2. Katalisasi asam minyak dengan methanol dalam rangka esterifikasi.

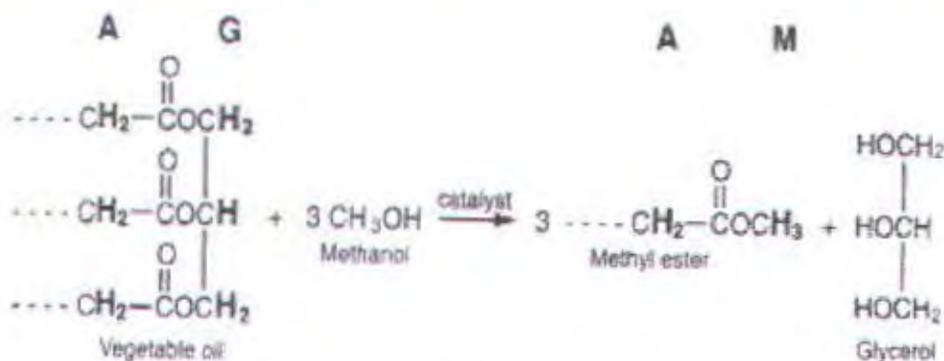
3. Mengubah minyak dari asam lemak menjadi *metil ester*.

Sedangkan istilah jelantah methyl ester merupakan nama untuk biodiesel yang didapat dari pengubahan minyak jelantah (*Waste Vegetable Oil*) ke dalam bentuk ester melalui proses esterifikasi. Proses pengubahan minyak jelantah ke dalam bentuk ester tersebut dapat diadopsi dari metode pembuatan yang dilakukan *Mike Pelly* dan *Aleks Kac*.

2.1.3 Proses Esterifikasi

Alat untuk memproduksi biodiesel disebut dengan transesterifikasi. Ada dua jenis transesterifikasi yaitu sistem *batch* dan *continues* (Graboski, and McCormick, 1998). Dalam skala laboratorium tipe *batch* lebih cocok karena produksinya tidak terlalu besar (Allen, and Watts, 1996). Sedangkan untuk kapasitas yang lebih besar tipe *continues* lebih baik.

Pada dasarnya proses pembuatan biodiesel adalah merubah minyak nabati kedalam bentuk ester. Untuk memperoleh ester, minyak nabati direaksikan dengan alkohol (*methanol* atau *ethanol*). Untuk mempercepat reaksi maka digunakan KOH atau Sodium Hidroksida sebagai katalisator. Dalam kesetimbangan stokiometri, reaksi ini dapat ditulis sebagai berikut :

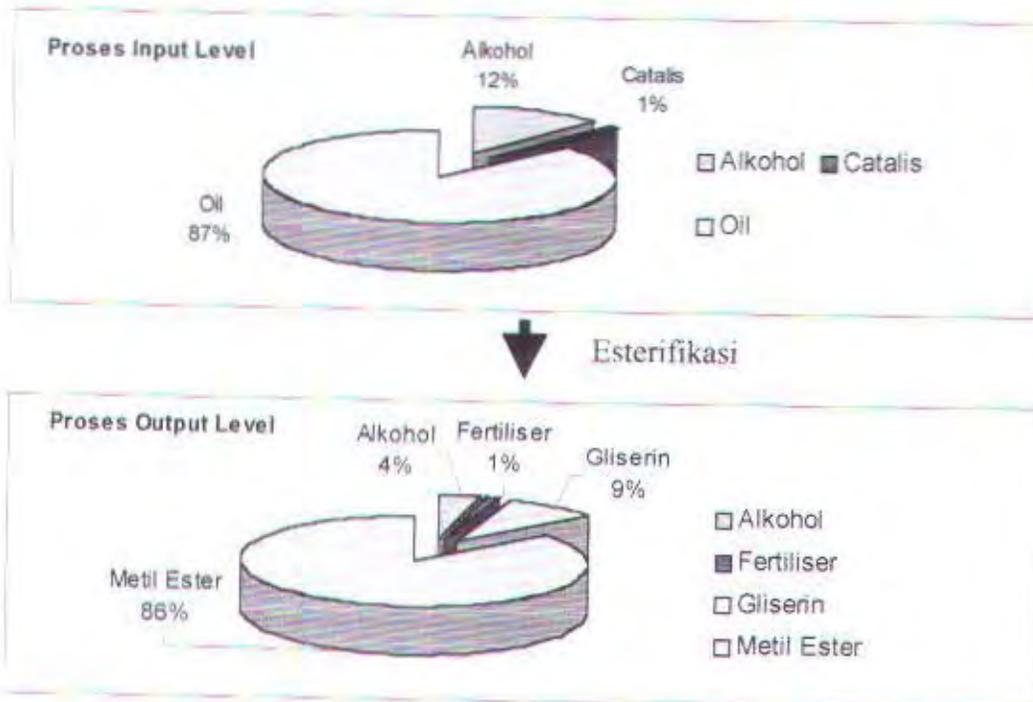


SCHEME 1

Gambar

2.1. Reaksi esterifikasi

Pada Gambar 2.2. dapat dilihat bahwa pada proses esterifikasi tersebut tidak ada bahan yang tersisa.



Gambar 2.2 Hasil-hasil esterifikasi

2.2 Diesel sebagai Motor Penggerak

Salah satu jenis penggerak mula yang banyak dipakai adalah *mesin kalor*, yaitu mesin yang menggunakan energi thermal untuk melakukan energi mekanik, atau yang mengubah energi thermal menjadi energi mekanik. Ditinjau dari cara memperoleh energi thermal ini mesin kalor dibagi menjadi dua golongan, yaitu mesin *pembakaran luar* dan mesin *pembakaran dalam*. (Aris Munandar, 1983).

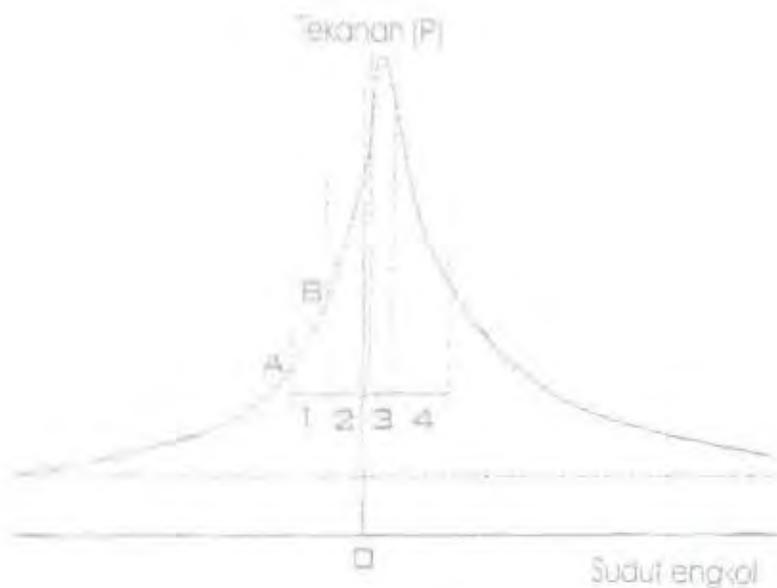
Motor diesel maupun bensin mempergunakan beberapa silinder yang didalamnya terdapat torak yang bergerak translasi (bolak-balik). Didalam silinder

itulah terjadi pembakaran antara bahan bakar dengan oksigen dari udara. Gas pembakaran yang dihasilkan oleh proses tersebut mampu menggerakkan torak yang oleh batang penghubung (connecting rood) dihubungkan dengan poros engkol.

Kelebihan motor diesel antara lain adalah effisiensinya yang tinggi, sehingga masyarakat lebih banyak memilih mesin ini sebagai penggerak dalam dunia industri.(RWL Mathur,1980).

2.2.1 Proses Pembakaran Pada Motor Penggerak Diesel

Udara dimampatkan pada langkah kompresi kemudian bahan bakar diinjeksikan pada beberapa derajat sebelum Titik Mati Atas (TMA). Proses pembakaran ini tidak terjadi sekaligus tetapi memerlukan waktu dan terjadi dalam beberapa fase. Demikian juga penyemprotan bahan bakar tidak dapat sekaligus tetapi memerlukan waktu dan lama penyemprotan berlangsung antara 30-40 derajat sudut engkol. (Aris Munandar,1983)



Gambar 2.3. Gambar Sudut engkol vs Tekanan

Keterangan Gambar :

Titik 0 = Titik Mati Atas	Fase 1 = Periode persiapan penyalaan
Titik A = Saat mulai penyemprotan bahan bakar	Fase 2 = Periode pembakaran cepat
Titik B = Saat mulai penyalaan	Fase 3 = Periode pembakaran terkendali
	Fase 4 = Periode pembakaran

Jika kita memandang tekanan sebagai fungsi dari sudut engkol, maka proses penyalaan sendiri dan pembakaran dari bahan bakar dapat dibagi dalam empat fase.

Periode persiapan penyalaan

Titik A adalah saat mulai penyemprotan dan titik B saat mulai penyalaan. Selama periode ini berlangsung proses fisika dan kimia. Pada periode persiapan penyalaan dapat dibedakan menjadi dua periode, yaitu:

a. Physical delay

Physical delay merupakan proses penyampuran bahan bakar dengan udara bertekanan yang berada dalam silinder. Periode ini adalah saat bahan bakar diinjeksikan ke dalam ruang bakar hingga pertama kali menyala.

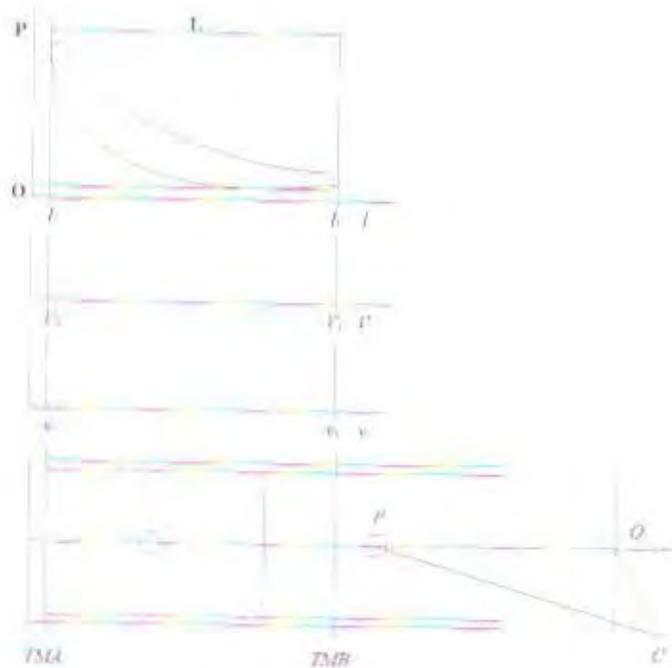
b. Chemical delay

Selama periode ini terjadi reaksi kimia antara bahan bakar dengan udara sebelum terjadi pembakaran hingga terjadinya pembakaran lokal. Bahan bakar yang diinjeksikan kedalam silinder berbentuk kabut dengan dibantu oleh suhu panas akibat proses kompresi dalam silinder mengakibatkan ion-ion bahan bakar akan bercampur dengan ion-ion gas. Setelah memulai tahap ini akibat suhu yang tinggi maka bahan bakar dengan sendirinya akan terbakar dan dimulailah tahap rapid combustion. (John B, Heywood, 1988).

2.2.2 Kerja Mekanis Gas Pembakaran

Dengan mempergunakan alat pengukur tekanan yang teliti, tekanan gas didalam silinder, p (kg/cm^2), sebuah mesin dapat diukur dengan baik. Jika l menunjukkan kedudukan torak, maka hubungan antara p dan l dilukiskan seperti terlihat pada gambar 2.5.

Jika D adalah diameter silinder, maka luas penampang silinder, $A = \pi D^2 / 4$, dan volume langkah toraknya adalah $V_1 = AL = (\pi D^2 / 4)(l_1 - l_2)$. Diagram $p-v$ atau $p-l'$ seperti terlihat pada gambar 2.5 dinamai diagram indikator.



Gambar 2.5 Diagram tekanan versus volume

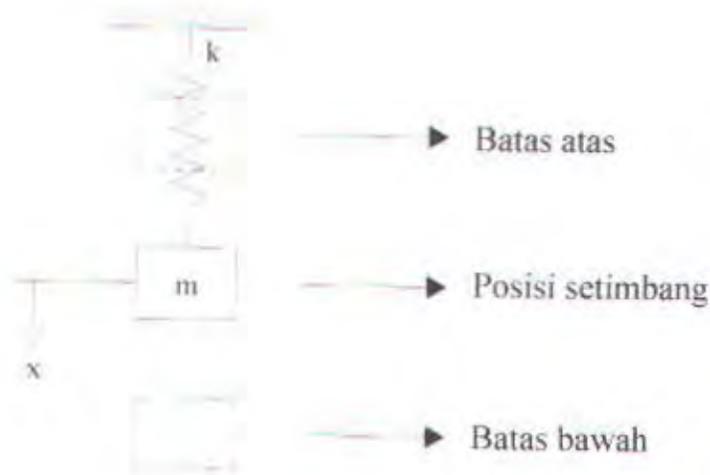
Kerja yang dihasilkan oleh diesel empat langkah dapat dirumuskan sebagai berikut :

(Aris Munandar, 1983)

$$N = \frac{p_{rata-rata} \frac{\pi}{4} D^2 l \frac{n}{60}}{75 \times 10^2} \text{ (HP)}$$

dimana :

elastis pegas sebagai penyimpan energi potensial pegas. Gambar berikut ini memperlihatkan dasar dari getaran mekanis.



Gambar 2.7 Massa pada sebuah pegas

Dengan asumsi tidak ada pergerakan ke arah horizontal dan m ditarik ke arah vertical x sehingga m berada pada posisi tertentu dari posisi netral (setimbangnya), maka akan terjadi gerakan osilasi dalam arah vertical. Gerakan tersebut berulang sendiri dalam suatu interval waktu tertentu yang sama, dan disebut sebagai suatu gerakan periodic. Bila elemen elastis bersifat linier, maka kurva perpindahan massa terhadap waktu akan berbentuk sinusoidal.

2.3.4 Karakteristik Getaran

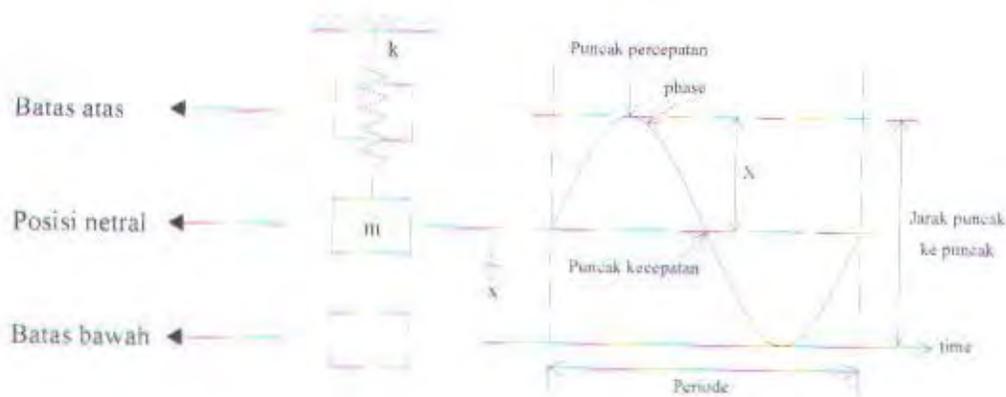
Penyebab timbulnya suatu getaran, tanpa memberikan suatu tipe getaran tersebut, pasti disebabkan oleh gaya yang berubah dalam arahnya atau besarnya. Dan dari sini dapat ditentukan karakteristik getaran dengan melihat bagaimana cara gaya tersebut ditimbulkan. Karena itulah mengapa tiap penyebab getaran mempunyai karakteristik tersendiri. Beberapa karakteristik penting dari getaran adalah :

- Frekuensi (frequency)
- Perpindahan (displacement)

- Kecepatan (velocity)
- Fase (phase)
- Percepatan (acceleration)
- Spike energy

Menunjuk benda yang digantungkan pada suatu pegas kita dapat mempelajari secara detail karakteristik-karakteristik getaran dengan menggambarkan perpindahan benda berdasarkan waktu, seperti pada gambar berikut ini dimana :

- m = massa
- x = jarak perpindahan
- k = elastisitas pegas
- X = amplitudo



Gambar 2.8 Perpindahan benda berdasar waktu

2.3.5 Frekuensi Natural Sistem

Bila frekuensi dari gaya eksitasi getaran sama dengan frekuensi natural struktur maka terjadi resonansi yang mengakibatkan amplitudo getaran yang besar. Hubungan antara frekuensi natural dengan analisis getaran pada permesinan menyangkut tiga hal yaitu :

- Resonansi pada struktur karena frekuensi gaya eksitasi getaran yang tergantung pada putaran mesin mengakibatkan perubahan tingkat amplitudo getaran.
- Perilaku dinamik putaran poros-poros berubah drastis pada putaran kritisnya.
- Rentang frekuensi ukur sensor kecepatan dan sensor percepatan getaran dibatasi oleh frekuensi resonansinya.

Frekuensi natural suatu sistem getaran tergantung pada kekakuan dan massanya. Hubungan tersebut diperlihatkan dalam rumus berikut :

$$\omega_n = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (2.1)$$

frekuensi natural tersebut diatas merupakan frekuensi natural osilasi tanpa redaman, karena $\omega_n = f_n \cdot 2\pi$, maka :

$$f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (2.2)$$

dimana :

k = kekakuan sistem getar (N/m)

m = massa sistem getar (kg)

Besaran-besaran ini dapat dinyatakan dalam bentuk penyimpangan static Δ dengan mengamati persamaan $k\Delta = mg$. Jadi persamaan tersebut dapat dinyatakan dalam penyimpangan static (Δ) sebagai

$$f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{\Delta}} \quad (2.3)$$

2.3.6 Getaran Harmonik Paksa

Suatu sistem dengan suatu derajat kebebasan yang dirangsang oleh gaya harmonik $F_o \sin \omega_t$ dinyatakan dengan persamaan :

$$M\ddot{x} + c\dot{x} + kx = F_o \sin \omega_t \quad (2.4)$$

Solusi khusus persamaan diatas adalah osilasi keadaan steady state dengan frekuensi ω yang sama dengan frekuensi eksitasi. Solusi khusus dapat diasumsikan berbentuk

$$x = X \sin(\omega t - \phi) \quad (2.5)$$

dimana X adalah amplitudo osilasi dan ϕ adalah beda fasa simpangan terhadap eksitasi. Jika persamaan 2.4 disubstitusikan kedalam persamaan 2.5, maka didapat persamaan sebagai berikut :

$$X = \frac{F_0}{\sqrt{(k - m\omega^2)^2 + (c\omega)^2}} \quad (2.6)$$

dan

$$\phi = \tan^{-1} \frac{c\omega}{k - m\omega^2} \quad (2.7)$$

dengan membagi pembilang dan penyebut persamaan (2.6) dan (2.7) dengan k , diperoleh :

$$X = \frac{\frac{F_0}{k}}{\sqrt{\left(1 - \frac{m\omega^2}{k}\right)^2 + \left(\frac{c\omega^2}{k}\right)^2}} \quad (2.8)$$

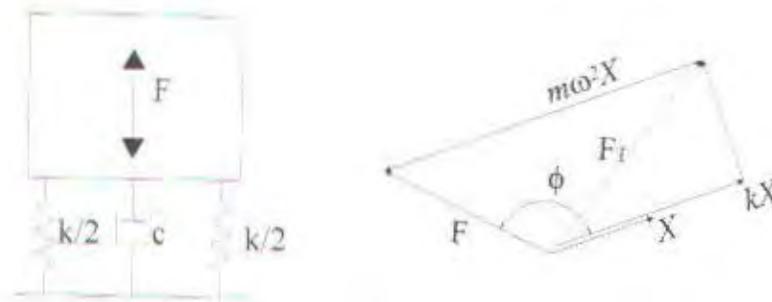
dan

$$\tan \phi = \frac{\frac{c\omega}{k}}{1 - \frac{m\omega^2}{k}} \quad (2.9)$$

Gaya-gaya penggetar yang ditimbulkan oleh mesin-mesin seringkali tak dapat dihindari, namun pengaruhnya pada system dinamik dapat banyak dikurangi oleh pegas yang dirancang dengan tepat, yang dikenal sebagai isolator.

Pada gambar 2.9 berikut, $F_0 \sin \omega t$ adalah gaya perangsang yang bekerja pada system satu derajat kebebasan. Gaya yang diteruskan lewat pegas dan peredam adalah :

$$F_T = \sqrt{(kX)^2 + (c\omega X)^2} = kX \sqrt{1 + \left(\frac{c\omega}{k}\right)^2} \quad (2.10)$$



Gambar 2.9 Gaya pengganggu yang diteruskan lewat pegas dan peredam

2.3.7 Getaran Harmonik Paksa Sistem Tak Berperedam

Untuk sebuah sistem dimana faktor redaman diabaikan ($c = 0$), maka persamaan 2.4 diatas dapat ditulis kembali sebagai berikut, dimana $F(t)$ merupakan fungsi sinus atau cosinus dari frekuensi tunggal.

$$\begin{aligned} F(t) &= F_0 \sin \omega t \\ m\ddot{x}(t) + kx(t) &= F_0 \sin \omega t \end{aligned} \quad (2.11)$$

dimana F_0 merepresentasikan sebagai gaya eksitasi dan ω merupakan frekuensi eksitasi. Solusi dari persamaan diatas dapat diselesaikan dengan persamaan 2.5 seperti berikut ini :

$$\begin{aligned} x &= X \sin \omega t \\ -mX\omega^2 \sin \omega t + kX \sin \omega t &= F_0 \sin \omega t \\ F_0 &= kX - m\omega^2 X \end{aligned} \quad (2.12)$$

sehingga dengan persamaan tersebut, amplitudo getaran eksitasi harmonik dari sistem tak berperedam adalah :

$$X = \frac{F_0}{k - m\omega^2}$$

atau

$$X = \frac{F_0}{m(\omega_n^2 - \omega^2)} \quad (2.13)$$

sehingga frekuensi eksitasi didapat sebagai berikut :

$$\omega = \sqrt{\omega_n^2 - \frac{F_0}{mX}} \quad (2.14)$$

2.3.8 Energi Yang Didisipasi Karena Redaman Struktural

Bila bahan ditegangkan secara siklik, maka energi didisipasi secara internal di dalam bahan itu sendiri. Percobaan oleh beberapa pengamat (A.L. Kimball, B.J. Lazan), menunjukkan bahwa untuk kebanyakan logam struktural, seperti baja atau aluminium, energi yang didisipasi per siklus, untuk selang frekuensi yang lebar, tidak tergantung pada frekuensi, dan sebanding dengan kuadrat amplitudo getaran. Redaman internal yang memenuhi klasifikasi ini disebut redaman padat (solid damping) atau *redaman struktural*. Dengan energi yang didisipasi per siklus yang sebanding dengan kuadrat amplitudo getaran, koefisien rugi adalah suatu konstanta dan bentuk kurva histeresis tidak berubah dengan amplitudo dan tak tergantung pada laju regangan.

Energi yang didisipasi oleh redaman struktural dapat ditulis sebagai :

$$W_d = \alpha X^2 \quad (2.15)$$

dimana : X = amplitudo getaran eksitasi

α = gaya eksitasi tiap simpangan

$$= \frac{F_u}{X \sin \alpha}$$

2.4 Regresi dan Korelasi

Analisa regresi biasanya dilakukan dalam mengambil kesimpulan pada penelitian dengan cara melihat koefisien korelasinya. Analisa korelasi bertujuan untuk mengukur kekuatan hubungan linear antara dua variabel. Korelasi tidak menunjukkan hubungan fungsional. Analisa regresi, selain mengukur kekuatan hubungan antara dua variabel atau lebih, juga menunjukkan arah hubungan antara variabel dependen (terikat) dan variabel independen (bebas).

2.4.1 Regresi Linier

Seringkali atas dasar data sampel, kita ingin menaksir (mengestimasi atau menduga) nilai dari suatu variabel Y yang bersesuaian dengan nilai tertentu dari variabel X . Hal ini diperoleh dengan menaksir nilai Y dari kurva kuadrat minimum yang sesuai dengan data sampel. Kurva yang diperoleh disebut kurva regresi Y terhadap X , karena Y ditaksir (diperkirakan) dari X . Jika kita ingin menaksir atau menduga nilai X dari nilai tertentu Y maka kita akan menggunakan kurva regresi X terhadap Y , sehingga X merupakan variabel terikat (dependent) dan Y adalah variabel bebas (independent).

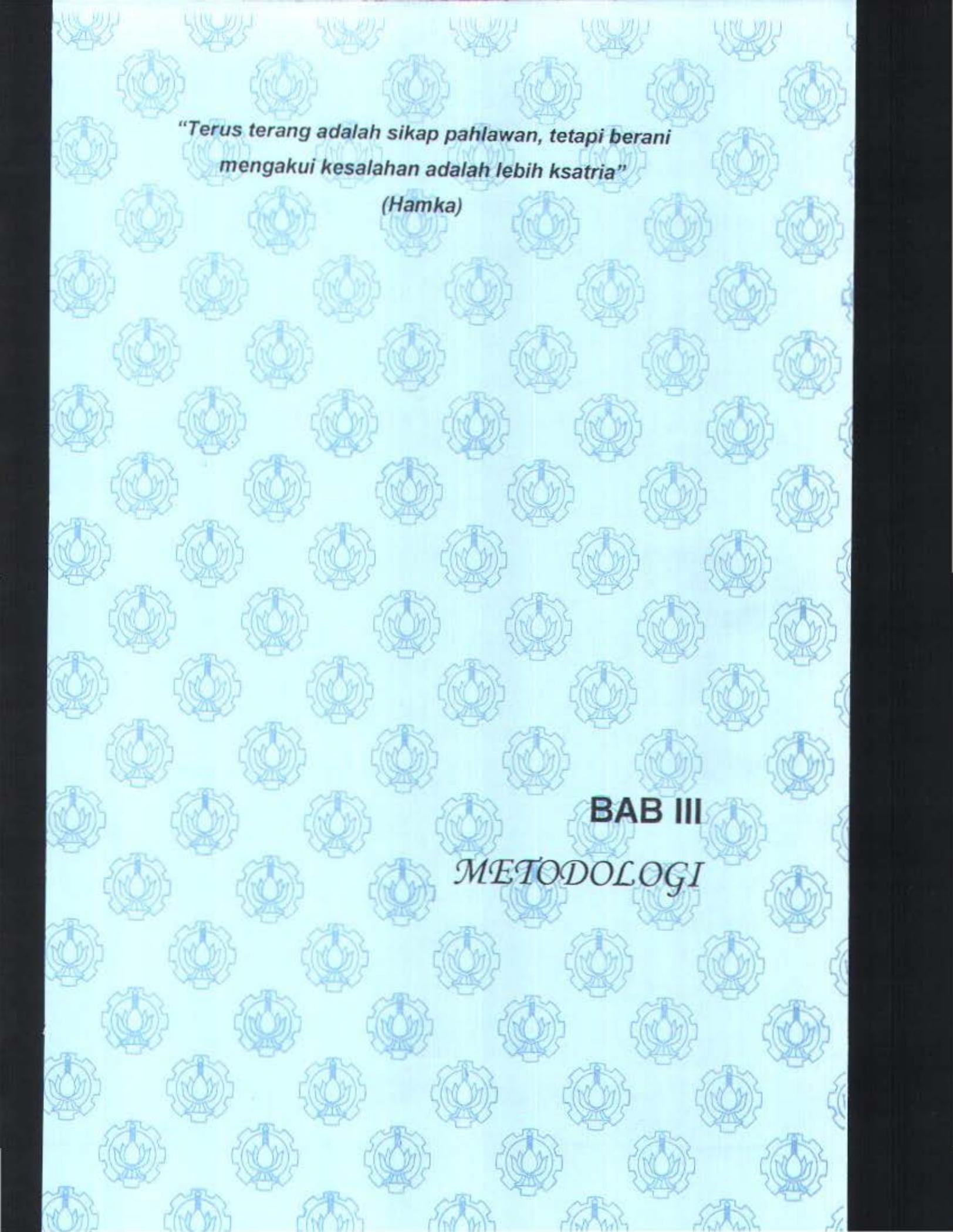
2.4.2 Korelasi

Korelasi didefinisikan sebagai tingkat hubungan antara variabel-variabel yang mencoba menentukan sejauh mana tingkat persamaan linier ataupun tak linier menjelaskan hubungan antara variabel-variabel. Apabila yang dipersoalkan adalah dua variabel, maka hal ini disebut *korelasi sederhana* (simple correlation) dan *regresi sederhana* (simple regression). Apabila yang dipersoalkan meliputi lebih dari

dua variabel maka hal ini disebut *korelasi berganda* (multiple correlation) dan *regresi berganda* (multiple regression).

Apabila X dan Y menyatakan dua variabel yang sedang dalam pengamatan maka *diagram pencar* (scatter diagram) menggambarkan titik-titik lokasi (X, Y) menurut sistem koordinat persegi panjang. Apabila semua titik dalam diagram pencar nampak berbentuk sebuah garis maka korelasi ini disebut *korelasi linier*. Dalam hal-hal yang demikian suatu persamaan linier sesuai untuk tujuan regresi atau pendugaan.

Apabila Y cenderung meningkat dan X meningkat, maka korelasi ini disebut *positif* atau *korelasi langsung*. Apabila Y cenderung menurun sedang X meningkat, maka korelasi ini disebut *negatif* atau *korelasi terbalik* (inverse correlation). Apabila semua titik nampaknya berbentuk kurva, maka korelasi ini disebut *tak linear* dan suatu persamaan tak linear sesuai untuk regresi atau pendugaan. Korelasi tak linear kadang-kadang adalah positif dan kadang-kadang adalah negatif. Apabila nampaknya tidak ada hubungan antara variabel-variabel, maka dikatakan bahwa *tidak terdapat korelasi* antara kedua variabel tersebut.



*"Terus terang adalah sikap pahlawan, tetapi berani
mengakui kesalahan adalah lebih ksatria"*

(Hamka)

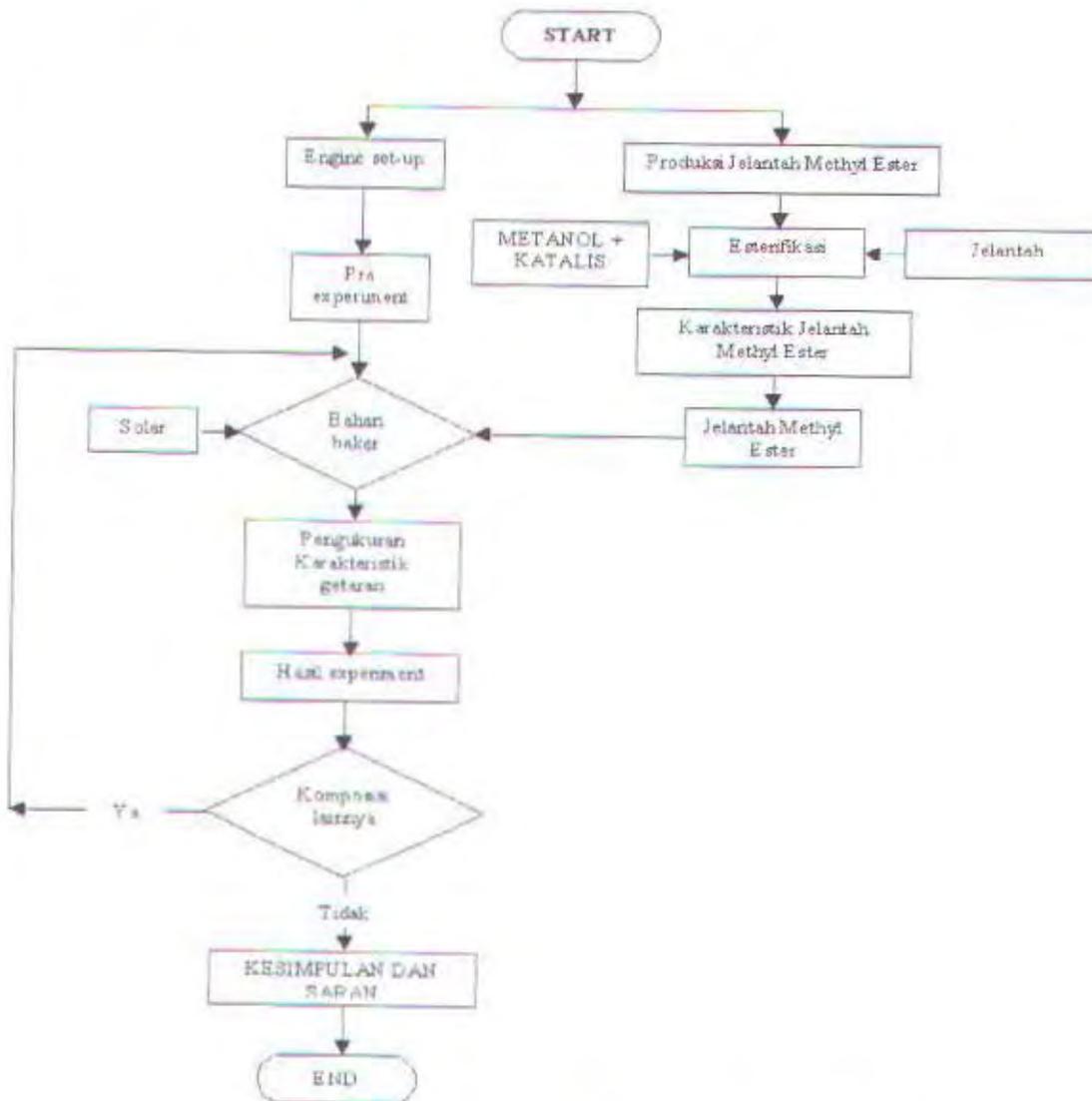
BAB III
METODOLOGI

BAB III

METODOLOGI

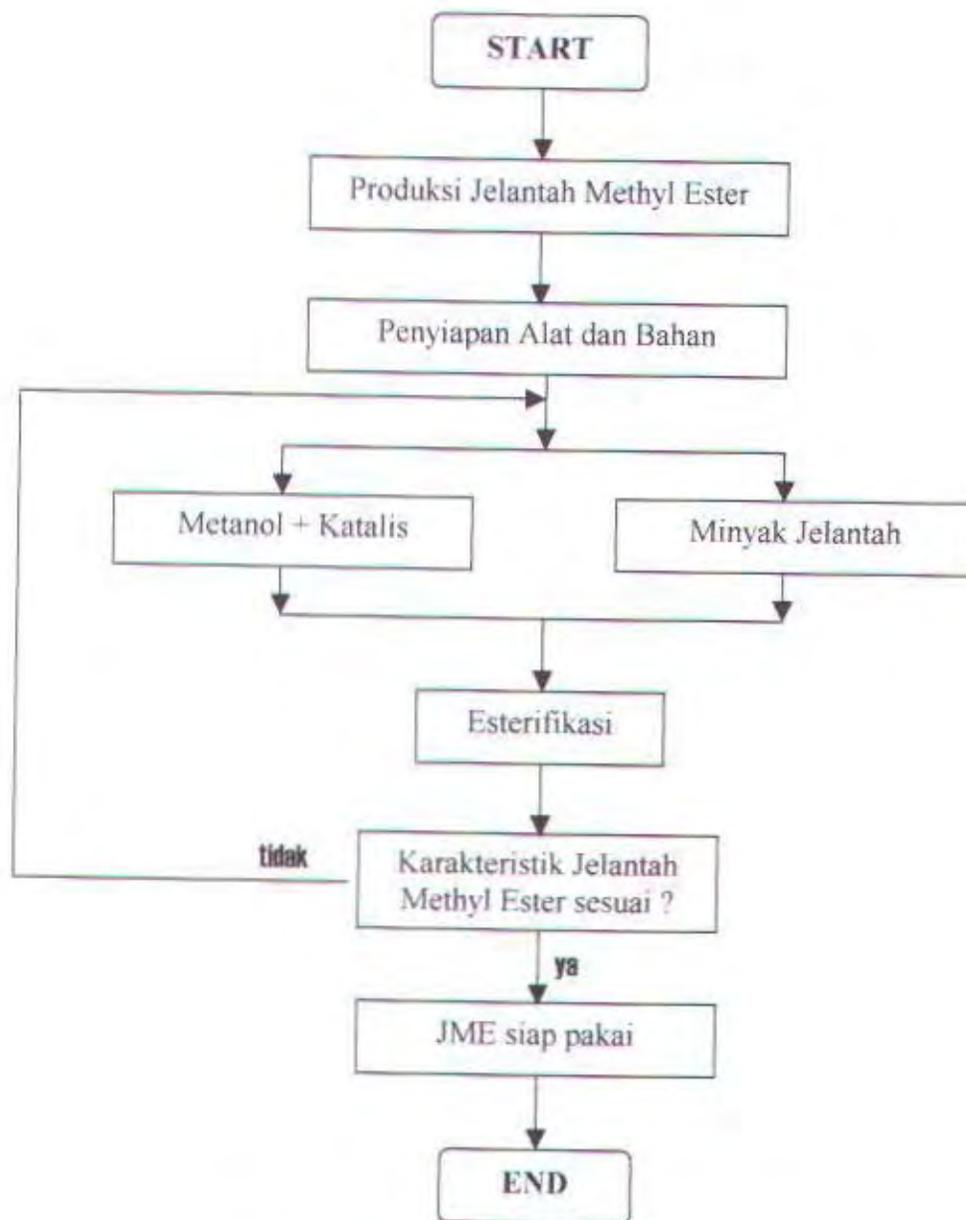
3.1 Percobaan di Laboratorium

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen (percobaan). Metodologi pengerjaan Tugas akhir secara lengkap dapat dilihat dalam diagram alir sebagai berikut :



Gambar 3.1 Flowchart Pengerjaan Tugas Akhir

Penelitian ini dimulai dengan pembuatan Jelantah Methyl Ester melalui proses esterifikasi. Hasil esterifikasi ini dilakukan pengujian karakteristiknya. Untuk mengetahui nilai karakteristik getaran akibat penggunaan Jelantah Methyl Ester dilakukan pengujian pada mesin diesel 1 (satu) silinder.



Gambar 3.2 Flowchart Pembuatan Jelantah Methyl Ester

3.1.1 Esterifikasi

Proses esterifikasi yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada penelitian yang ada sebelumnya. Alat yang digunakan dalam penelitian inipun mengacu pada penelitian yang sudah ada. Adanya keterbatasan dana, maka kami mencoba melakukan proses esterifikasi dengan menggunakan peralatan dapur. Walaupun menggunakan peralatan yang relatif sederhana tetapi pada prinsipnya penggunaan alat ini sama dengan yang digunakan penelitian sebelumnya. Sebagai catatan alat yang digunakan tidak boleh ikut bereaksi dalam proses esterifikasi, maka dipilihlah alat yang terbuat dari stainlesssteel. Adapun alat yang perlu dipersiapkan dalam percobaan ini adalah :

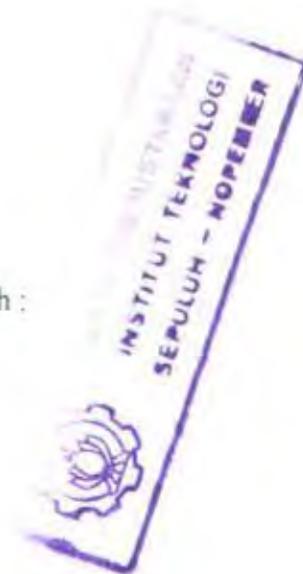
- | | |
|------------------|------------------|
| 1. Kompor | 7. Stopwatch |
| 2. Panci | 8. Alat Pengaduk |
| 3. Thermometer | 9. Pipet |
| 4. Alat Saring | 10. Masker |
| 5. Gelas Ukur | 11. Gelas Reaksi |
| 6. Sarung Tangan | |

Bahan-bahan yang perlu dipersiapkan dalam proses esterifikasi ini adalah :

- | | |
|--------------|--------------------|
| 1. Methanol | 2. KOH |
| 3. H_2SO_4 | 4. Asam Cuka |
| 5. Deswater | 6. Minyak Jelantah |

Produksi Jelantah Methyl Ester

Proses esterifikasi jelantah methyl ester secara prinsip mengacu pada proses esterifikasi yang dilakukan oleh *Mike Pelly* dan *Aleks Kac (2000)*. Pada peneitian ini langkah-langkah dalam pembuatan jelantah methyl ester adalah sebagai berikut :



- a. Penyaringan minyak jelantah untuk memisahkan kotoran dari sisa makanan atau partikel padat lainnya akibat proses penggorengan. Tahap ini dilakukan pada suhu 35°C . setelah didapatkan jelantah yang bersih dari partikel padat, minyak jelantah dipanaskan sampai suhu 100°C . pemanasan ini dilakukan dengan maksud untuk menghilangkan kandungan air didalamnya.
- b. Minyak jelantah yang sudah bersih dari kotoran dan air dapat diesterifikasi setelah dingin. Tahap esterifikasi dimulai dengan menambahkan methoxide. Methoxide diperoleh dengan melakukan pencampuran KOH dengan methanol. Dalam esterifikasi untuk minyak jelantah umumnya diperlukan 25% methanol dari volume minyak sedangkan KOH yang dibutuhkan adalah sekitar 6 gram untuk setiap 100 ml methanol. Pada step pertama ini methoxide yang direaksikan dalam minyak hanya 75%-nya saja. Agar didapatkan campuran yang lebih sempurna methoxide yang dicampurkan kedalam minyak jelantah diaduk selama 60 menit, proses ini dilakukan pada suhu $48 - 55^{\circ}\text{C}$. setelah selesai maka didinginkan selama 6-12 jam. Pada waktu ini, akan terjadi pemisahan gliserol karena perbedaan gaya beratnya. Gliserol yang berada dibawah dikeluarkan sebelum reaksi dihentikan.
- c. Untuk tahap penyempurnaan reaksi dan memastikan bahwa gliserol yang terdapat dalam minyak habis maka dilakukan tahap kedua. Tahap ini dilakukan dengan menambahkan sisa methoxide kedalam minyak dimana tahap ini sama dengan tahap pertama.
- d. Minyak yang dihasilkan dari tahap esterifikasi biasanya memiliki sifat basa. Untuk menurunkan pH dapat dilakukan pencucian dengan *distilled water*. Selama pencucian ini biasanya terbentuk emulsi. Untuk mengurangi ataupun

menghilangkan emulsi digunakan 2% sodium sulfat. Pengaduk hanya diputar pada putaran rendah untuk mencegah pembentukan emulsi. Untuk menggantikan sodium sulfat kita bisa juga menggunakan asam cuka. Gunakan cuka yang cukup kuat, untuk cuka 25% kita bisa mencampurkan 7 mL dalam komposisi dest water. Kadang-kadang dalam penambahan asam ini tidak kita peroleh pH normal, dianjurkan untuk mencoba sebagian kecil dari jelantah methyl ester yang telah dipisahkan dari gliserolnya. Tanda-tanda yang paling muda diamati adalah apabila terjadi emulsi pada jelantah methyl ester berarti kekurangan asam sehingga kita perlu menambahkan asam. Sebaliknya apabila dest water jernih sekali itu menandakan itu kebanyakan asam yang dilarutkan. Untuk meyakinkan kita bisa menggunakan kertas lakmus untuk mengukur pH-nya.

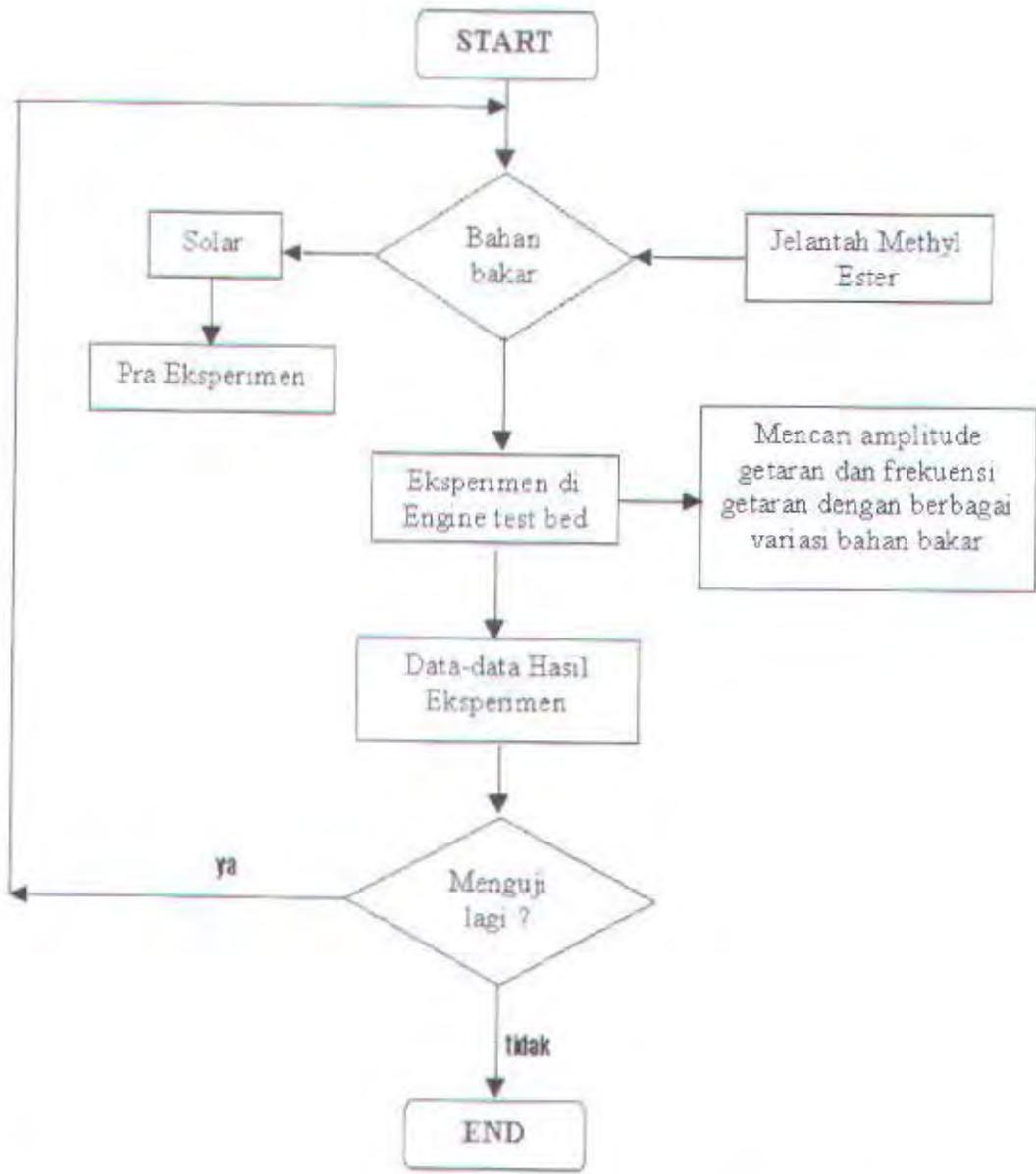
- e. Lapisan ester kemudian dikeringkan sampai kurang lebih 130°C untuk memisahkan kandungan air didalamnya. Yang perlu diperhatikan dalam pemanasan ini adalah minyak yang dipanaskan jangan sampai bersifat cukup basa. Kandungan air yang besar dalam minyak pada waktu pemanasan akan terjadi ledakan dan proses pemanasan ini akan gagal.

Uji Karakteristik Jelantah Methyl Ester

Jelantah methyl ester yang dihasilkan melalui proses esterifikasi dengan unit esterifikasi yang telah disiapkan kemudian diuji karakteristiknya. Karakteristik yang diuji dalam penelitian ini hanya sebatas pada viskositas dan tingkat keasaman. Pengujian ini mutlak perlu dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan proses esterifikasi, dan juga untuk keperluan analisa data yang dihasilkan dari percobaan motor penggerak diesel.

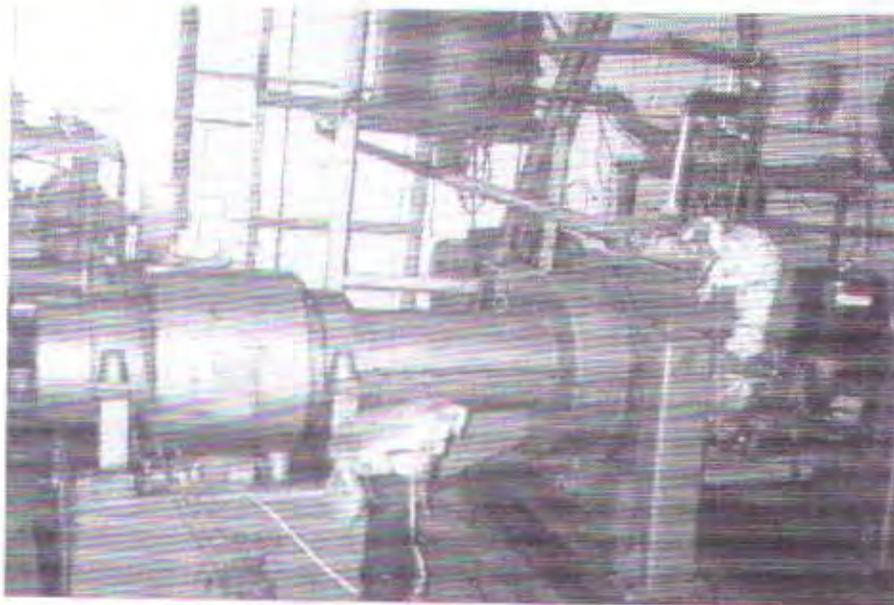
3.1.2 Pra Eksperimen dan Eksperimen

Metode pengujian getaran pada motor penggerak diesel didahului dengan pra eksperimen kemudian dilanjutkan dengan eksperimen. Pada tahap ini secara umum dapat dipahami pada digram alir berikut ini.

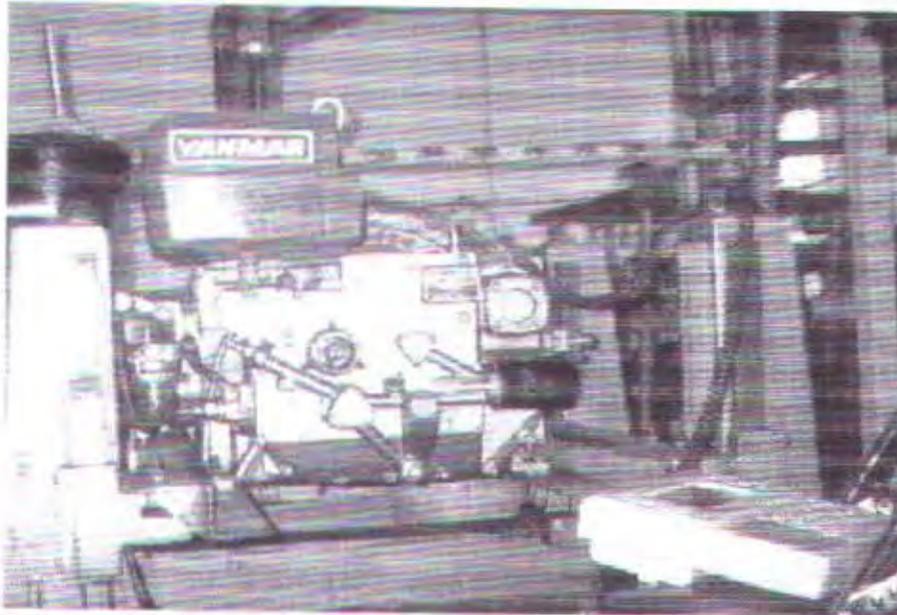


Gambar 3.3 Flowchart Eksperimen di Engine Test Bed

Pra eksperimen dilakukan untuk mengetahui nilai karakteristik motor penggerak diesel itu sendiri akibat menggunakan solar. Dengan demikian, dapat dianggap bahwa nilai karakteristis getaran pada tahap ini merupakan nilai karakteristik getaran standart yang dihasilkan oleh mesin. Untuk keperluan ini maka perlu dipersiapkan sebuah motor diesel empat langkah dengan silinder tunggal, yang juga disebut motor eksperimen. Sebagai pembebanannya maka digunakan water brake yang dikopel langsung dengan motor diesel tersebut. Hal tersebut dimaksudkan untuk mengetahui besarnya brake power dari engine. Pengujian dilakukan di Laboratorium Mesin Kapal, Teknik Sistem Perkapalan, ITS. Gambar peralatan pengujian dapat dilihat sebagaimana berikut ini :



Gambar 3.4 Peralatan Uji tampak depan



Gambar 3.5 Peralatan Uji tampak samping

Spesifikasi Teknis Motor Diesel

- Merk : YANMAR
- Type : TF 300 H - Di
- Jenis : Horizontal - 4 langkah berpendingin air
- Jumlah Silinder : 1
- Isi Langkah : 1472 cc
- Diameter bore x langkah : 125 mm x 120 mm
- Ukuran Mesin
 - P x L x T : 954,5 mm x 486,5 mm x 795,5 mm
 - Berat Kosong : 260 kg
 - Berat Kotor : 363 kg
- Daya Maksimum : 30 HP pada 2400 rpm
- Daya Kontinu : 26 HP pada 2200 rpm
- Perbandingan Kompresi : 15,5 banding 1

- Saat pengabutan : 21^o sebelum TMA

Mekanisme pendingin standart digantikan tangki pendingin yang lebih besar dengan menggunakan gaya gravitasi untuk sirkulasinya. Dan untuk inlet maupun outlet air pendingin dipasang thermometer, demikian juga pada saluran gas buang. Tangki bahan bakar standart juga dilepas dan digantikan dengan gelas ukur bahan bakar.

Water brake dynamometer merupakan alat yang digunakan untuk memberikan gaya pengereman, terdiri dari rotor bersudu dan dikopel dengan putaran poros motor, serta motor yang mempunyai dua buah lengan, yaitu lengan pertama sebagai alat keseimbangan dan lengan kedua mempunyai tempat untuk meletakkan beban. Adapun spesifikasi dynamometer yang digunakan adalah :

- Merk : Hoffman
- Type : AF4 16
- Torsi Maksimum : 6207 Nm
- Daya Maksimum : 900 KW
- Putaran Maksimum : 5000 rpm
- Panjang Lengan : 0,359 m

Peralatan lainnya yang mendukung adalah tabung ukur dengan kapasitas 250 ml, stop watch dan fast fourier transform analyzer. Fast Fourier Transform Analyser atau FFT Analyser merupakan salah satu alat yang selama ini sering digunakan dalam pengukuran getaran. Alat ini menganalisa sinyal getaran yang diterima kemudian diubah dalam bentuk grafik fungsi transformasi fourier. Spesifikasi peralatan ini adalah sebagai berikut :

- Merk : DI (Diagnostic Instruments)

- Jenis : PL 20
- Battery : NiCd rechargeable (internal)
- Time between charges : 5-6 jam (continuous running), auto shutdown facility
- Memory back-up : By Lithium cell up to 10 years
- Memory size : 256 kilo bytes
- Interface : RS232
- Ukuran : 256(P) x 250(L) x 82(T) mm
- Temperatur Kerja : 0 - 50 derajat celcius

Bahan bakar yang digunakan pada pra eksperimen ini adalah bahan bakar solar yang diproduksi oleh Pertamina yang mendominasi pasar di Indonesia.

Karakteristik bahan bakar tersebut dapat dilihat dari table berikut ini :

Tabel 3.1 Karakteristik Bahan Bakar Minyak Pertamina

Test		Min	Max
Strong Acid Number	mg KOH/g	-	Nil
Flash Point PM cc	°C	150	-
Pour Point	°C	-	65
Sediment	%wt	-	0,01
Spesific Gravity	60/60°C	0,820	0,870
Sulpur Content	%wt	-	0,5
Viscosity Kin./100°F	cS	1,6	5,8
Water Content	% vol	-	0,05
Cetane Number		45	-
Ash Content	%wt	-	0,01

Diharapkan data dari percobaan ini dapat dijadikan sebagai data pembanding dengan data yang dihasilkan pada eksperimen dengan memakai bahan bakar jelantah methyl ester.

Prosedur Pengujian

Setelah Engine terhubung dengan baik pada dynamometer, dilaksanakan pencatatan kondisi sekitar. Setelah itu dilanjutkan dengan pengujian sebagai berikut :

1. Memeriksa instalasi engine test bed antara lain tangki bahan baker, minyak pelumas, system bahan baker, system pendingin, pompa air, baut pengikat dan lain-lain.
2. Menghidupkan semua system pendingin dengan menyalakan pompa.
3. Menstrat engine
4. Memanaskan engine untuk mencapai kondisi operasional dari engine selama 15 menit.
5. Menaikkan putaran engine sesuai dengan nilai yang direncanakan
6. Pembebanan dilakukan dengan mengatur bukaan katup air secara perlahan - lahan sesuai dengan nilai yang direncanakan.
7. Pada setiap pembebanan mesin yang diinginkan tercapai dilakukan pencatatan data performa dari engine, yaitu :
 - Beban (N)
 - Waktu yang dibutuhkan setiap konsumsi 50 cc bahan bakar
 - Temperatur gas buang ($^{\circ}\text{C}$)
 - Temperatur air pendingin masuk dan keluar ($^{\circ}\text{C}$)
 - Putaran Mesin (rpm)

Pelaksanaan Pengujian Motor Diesel

Dalam pengujian ini melibatkan dua orang teknisi Laboratorium Mesin Kapal, Teknik Sistem Perkapalan ITS dan Norma Mukti seorang mahasiswa yang sedang melakukan penelitian ditempat yang sama. Pengujian dilakukan dalam tiga kali putaran (1250 rpm, 1300 rpm, 1350 rpm) dan lima kali pembebanan (20 N, 25 N, 30 N, 35 N, dan 40 N). Variasi bahan bakar yang dilakukan antara lain 100% solar, 90% solar - 10% jelantah (JME 10), 80% solar - 20% jelantah (JME 20), dan 70% solar - 30% jelantah (JME 30). Untuk posisi pengukuran getaran diambil lima tempat antara lain bodi mesin bagian atas, di cylinder head, pondasi mesin kanan, pondasi mesin kiri, dan di chasing coupling antara poros beban dan fly wheel motor.

Pelaksanaan transfer data dari FFT Analyser ke Personal Computer (PC) melalui interface RS232 dilakukan dengan bantuan software DECL yang dikeluarkan oleh Diagnostic Instrument. Dari RS232 ke PC menggunakan port serial. Pengolahan data menggunakan software Microsoft Excel dan SPSS for Windows.



Gambar 3.6 Proses transfer data dari FFT Analyser ke PC

BAB IV

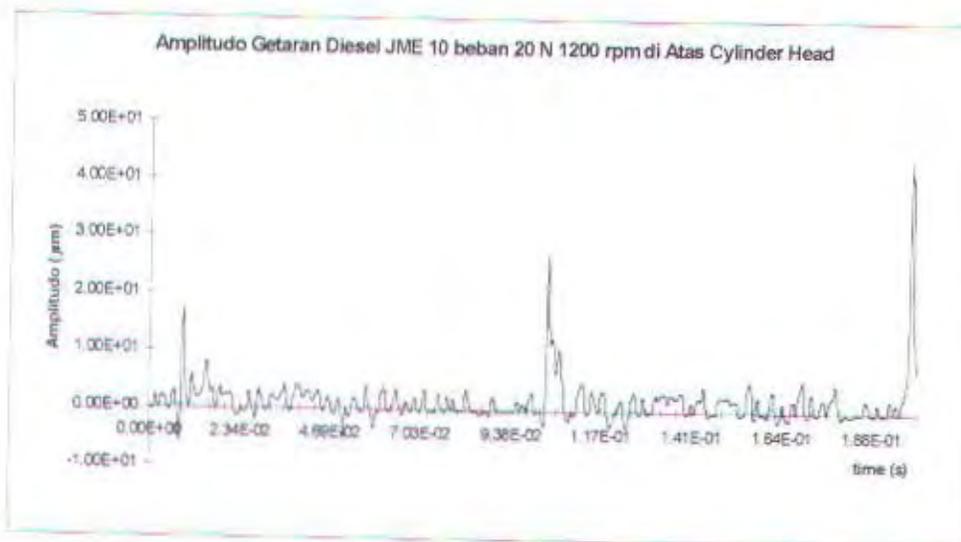
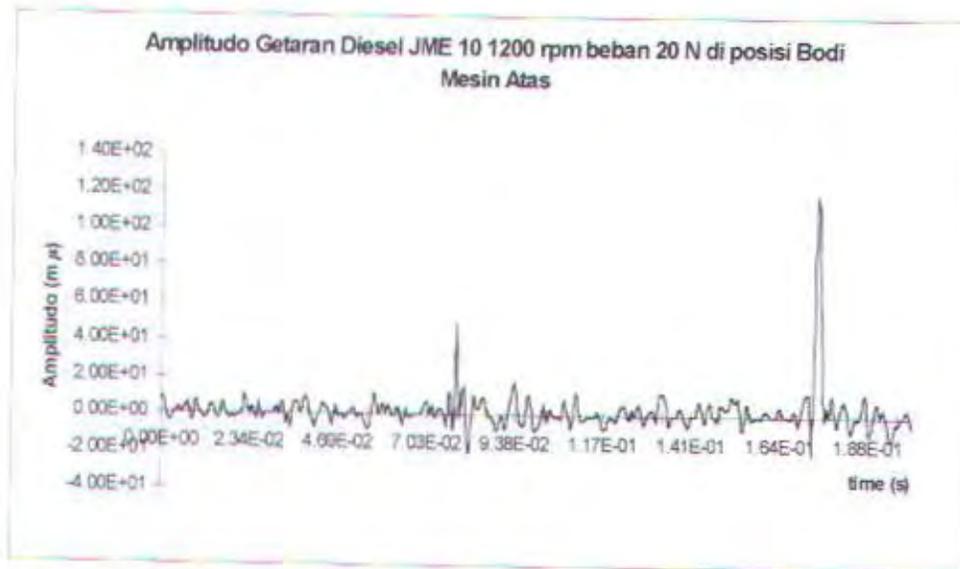
ANALISA GETARAN MOTOR DIESEL

Pemanfaatan minyak goreng bekas (jelantah) sebagai campuran bahan bakar motor diesel berpengaruh terhadap tingkat getaran yang terjadi. Minyak goreng bekas (dari Kentucky Fried Chicken) ini sebelumnya diproses dengan methanol dan katalis untuk memperoleh Jelantah Methyl Ester. Pembuatan Jelantah Methyl Ester ini memerlukan kejelian dalam proses pencampuran dan menentukan bahan katalis karena bahan dasar yang digunakan memiliki sifat yang tidak homogen seperti minyak goreng murni ataupun minyak jarak.

Jelantah Methyl Ester yang telah diproduksi kemudian dicampurkan dengan minyak solar sebagai bahan bakar dasar diesel dengan komposisi tertentu seperti yang telah diuraikan sebelumnya untuk memperoleh hasil - hasil sebagai berikut :

4.1 Data Hasil Eksperimen

Data - data yang dapat direkam oleh FFT Analyser/DSO PL 20 adalah amplitudo getaran dari sebuah titik yang di diagnosa oleh transducer accelerometer pada peralatan tersebut dengan perantara sebuah magnet. Sinyal getaran yang di terima kemudian ditampilkan dalam layar sebagai grafik dengan sumbu vertikal (y) adalah tingkat amplitudo getaran dengan satuan mikrometer dan sumbu horizontal (x) merepresentasikan periode getarannya dengan satuan detik. Dari grafik tersebut kemudian dicari amplitudo rata-rata yang terjadi. Sebelumnya grafik tersebut ditransfer ke PC untuk memperoleh nilai - nilai amplitudonya. Tampilan grafik tersebut antara lain sebagai berikut :



Gambar 4.1 Grafik tampilan layar pada FFT ANALYSER DSO PL 20

Dari grafik tersebut kemudian amplitudo getaran eksitasi rata-rata dapat diketahui.

Untuk memperoleh frekuensi eksitasi getaran menggunakan persamaan - persamaan sebagai berikut :

Dari Persamaan (2.14) diperoleh :

$$\omega = \sqrt{\omega_n^2 - \frac{F_o}{mX}}$$

F_o merupakan gaya eksitasi gas yang berasal dari proses pembakaran pada silinder (ruang bakar) motor diesel. Menurut Petrosky gaya eksitasi gas tersebut dirumuskan sebagai berikut :

$$F_o = P_{gas} \times A$$

dimana :

P_{gas} = tekanan rata - rata yang diterima oleh piston di dalam silinder = P_c

A = Luas Permukaan Piston

$$= \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3,14}{4} 12,5^2 \text{ cm}^2$$

$$= 122,72 \text{ cm}^2 = 0,012272 \text{ m}^2$$

Untuk mendapatkan tekanan efektif rata-rata, maka yang harus dilakukan adalah menghitung daya efektif engine. Berdasarkan *buku petunjuk Praktikum Mesin Kapal, Laboratorium Mesin Kapal FTK-ITS*, diberikan persamaan :

$$N_e = M_p \times \omega \times 10^{-3}$$

dimana :

N_e = Daya efektif engine (KW)

ω = kecepatan sudut = $2\pi n$

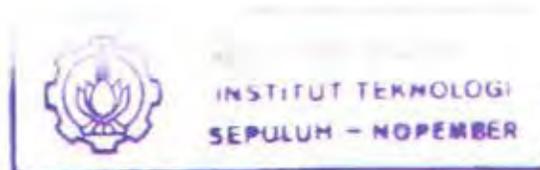
n = putaran engine (rpm)

M_p = momen puntir = $P_R \times l$

P_R = Gaya rem (beban pengereman)

l = panjang lengan = 0,359 m (Hoffman)

Tekanan Effektif rata-rata diperoleh dengan persamaan sebagai berikut :



$$p_s = \frac{N_e x_i}{V_i x n} \times 10^3 \text{ N/m}^2$$

dimana :

i = 2 (untuk mesin 4 langkah)

V_i = Volume langkah = 1472 cc = $1472 \times 10^{-6} \text{ m}^3$

Tekanan efektif rata-rata yang dimaksudkan disini adalah tekanan gas didalam silinder (P_{gas}).

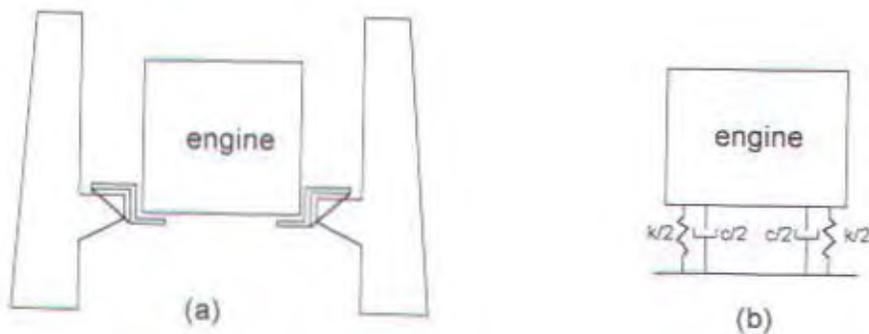
Frekuensi natural osilasi getaran tak berperedam dapat diperoleh dengan persamaan

$$\omega_n = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

dimana :

k = kekakuan pegas

m = berat mesin



Gambar 4.2 (a) motor diesel dan profil pondasinya (b) skema motor diesel dan sistem pegas-massa, redaman diabaikan karena sangat kecil.

Untuk menghitung kekakuan pegas dari sistem pondasi terikat diberikan persamaan berikut ini :

$$k = \frac{192EI}{l^3}$$

dimana :

E = Modulus Elastisitas bahan

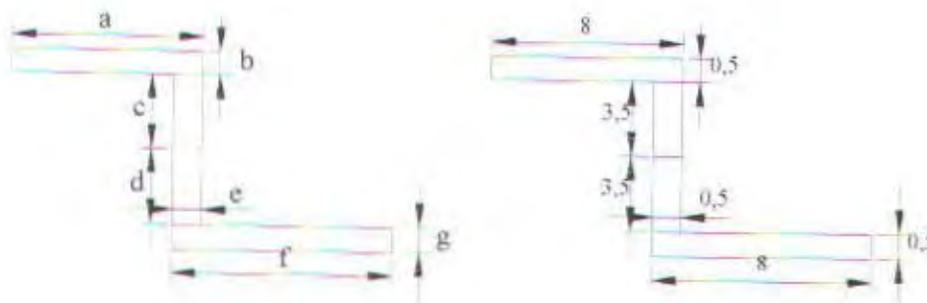
= $2 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ (untuk pondasi dari baja)

l = panjang pondasi

= 101 cm

I = Momen Inersia luas penampang

Untuk mengetahui nilai momen inersia tersebut, terlebih dahulu harus diketahui jenis profil pondasinya. Profil pondasi yang digunakan berbentuk Z, maka perhitungan momen inersianya dilakukan sebagai berikut :



Gambar 4.3 Profil pondasi model Z dari Motor Uji di Lab. Mesin Kapal FTK-ITS

$$I = \frac{ab^3}{12} + ab\left(c + \frac{d}{2}\right)^2 + \frac{e(e+d)^3}{12} + \frac{fg^3}{12} + fg\left(d + \frac{g}{2}\right)^2 \text{ cm}^4$$

$$I = \frac{8 \times 0,5^3}{12} + \left(8 \times 0,5 \left(3,5 + \frac{3,5}{2}\right)^2\right) + \frac{0,5 \times (3,5 + 3,5)^3}{12} + \frac{8 \times 0,5^3}{12} + \left(8 \times 0,5 \left(3,5 + \frac{0,5}{2}\right)^2\right)$$

$$= 180,956 \text{ cm}^4$$

dengan demikian nilai kekakuan pegas adalah

$$k = \frac{192EI}{l^3} = \frac{192 \times 2 \times 10^6 \times 180,956}{101^3} = 67295,90673$$

k total adalah sama dengan $2 \times 67295,90673$ atau sama dengan $134591,8135$ kg/cm atau $131899977,23$ N/m.

Massa motor diesel adalah 363 kg, sehingga frekuensi natural sistem diperoleh :

$$\omega_n = \sqrt{\frac{131899977,23}{363}} = 602,794 \text{ Hz}$$

Kembali pada persamaan (2.14) maka frekuensi eksitasi dapat diperoleh sebagai berikut :

$$\omega = \sqrt{\omega_n^2 - \frac{F_o}{mX}} = \sqrt{363360,8188 - \frac{F_o}{363X}}$$

X merupakan amplitudo getaran eksitasi yang diperoleh dari hasil pengukuran.

Untuk memperoleh besarnya energi yang didisipasi oleh material engine dan material pondasi akibat terjadinya getaran eksitasi tersebut, maka digunakan persamaan (2.15) sebagaimana berikut ini :

$$W_d = \alpha X^2 \quad \text{Nm}$$

dimana : X = amplitudo getaran eksitasi

α = gaya eksitasi tiap simpangan

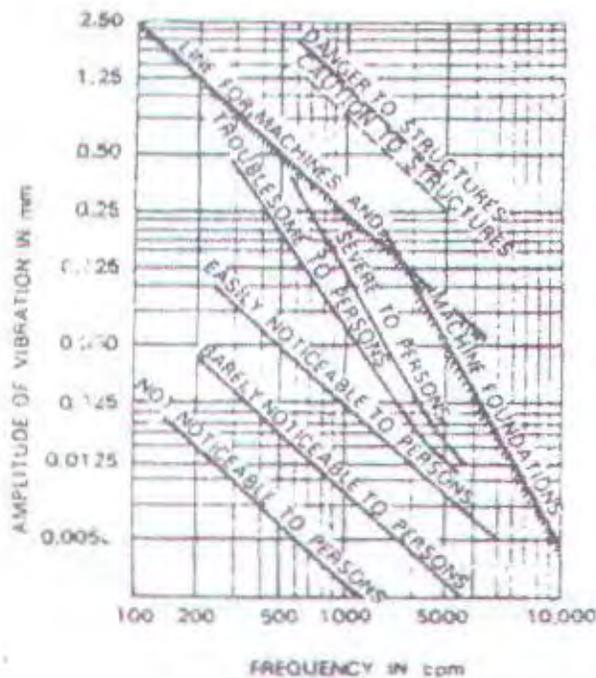
$$= \frac{F_o}{X \sin \omega t}$$

sehingga persamaan diatas dapat disederhanakan sebagai berikut :

$$W_d = \frac{F_o X}{\sin \omega t} \quad \text{Nm}$$

4.2 Persyaratan Amplitudo Vs Frekuensi Getaran

Besarnya amplitudo yang diijinkan untuk pondasi biasanya ditentukan oleh pabrik pembuat mesin. Amplitudo yang diijinkan pada suatu pondasi mesin ditentukan berdasarkan kepentingan relatif dari mesin dan sifat sensitif dari struktur untuk menerima getaran. Jika data dari pabrik pembuat mesin tidak menyatakan besarnya amplitudo yang diijinkan, maka kita dapat menggunakan grafik yang dibuat oleh Richart.



Gambar 4.4 Grafik Richart yang memperlihatkan batasan amplitudo getaran vertical (Machine Foundations, P. Srinivasulu, fig 1.4)

dalam gambar grafik richart diatas diperlihatkan batas tingkat aman bagi mesin bedasarkan amplitudo eksitasi dan frekuensi eksitasi. Garis-garis tersebut merupakan batas maksimum 'envelope' dibawahnya.

4.3 Tabel Perhitungan

Untuk mempersingkat perhitungan momen puntir, daya efektif mesin, tekanan efektif rata-rata, gaya eksitasi getaran, frekuensi eksitasi getaran, dan energy losses akibat terjadinya getaran maka ditabelkan menjadi satu. Dibawah ini adalah contoh perhitungan yang ditabelkan untuk getaran motor penggerak pada posisi titik getaran di body atas mesin, putaran mesin 1250 rpm, beban 40 N, dan bahan bakar solar 100 %.

↳ Momen Puntir (M_p)

$$M_p = P_R \times l = 40 \times 0,359 = 14,36 \text{ Nm}$$

↳ Daya Efektif

$$N_e = M_p \times \omega \times 10^{-3} = 14,36 \times (2 \times 3,14 \times 1250 / 60) \times 10^{-3} = 1,87876667 \text{ Kw}$$

↳ Tekanan Efektif rata-rata

$$p_e = \frac{N_e \times l}{V_c \times n} \times 10^3 = \frac{1,87876667 \times 2}{1472 \times 10^{-6} \times 1250} \times 10^3 = 2042,1377 \text{ N/m}^2$$

↳ Gaya Eksitasi getaran

$$F_o = p_{\text{avr}} \times A = 2042,1377 \times 0,012272 = 25,06111362 \text{ N}$$

↳ Frekuensi Eksitasi getaran

$$\omega = \sqrt{\omega_n^2 - \frac{F_o}{mX}} = \sqrt{363360,8188 - \frac{25,06111362}{363X}} = \sqrt{363360,8188 - \frac{25,06111362}{363 \times 3,32455362}} = 585,315691 \text{ Hz}$$

↳ Energy getaran yang didisipasi

$$W_d = \frac{F_o X}{\sin \omega t} = \frac{25,06111362 \times 3,32455362}{\sin(585,315691 \times 7,81 \times 10^{-4})} = 1,88767 \times 10^4 \text{ Joule}$$

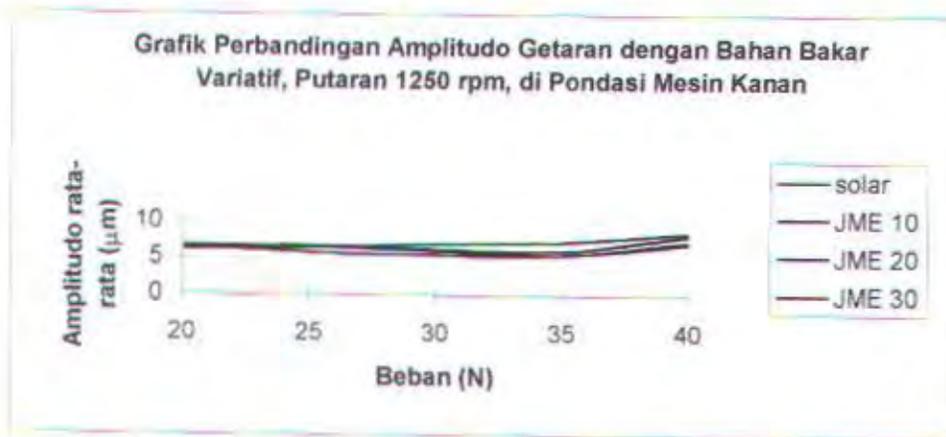
dengan melihat grafik yang diberikan oleh Richart, besarnya amplitudo dan frekuensi diatas dalam wilayah envelope *not noticeable to person*, artinya tidak kelihatan pengaruhnya pada manusia karena terjadinya getaran pada motor diesel tersebut. Dari perhitungan tersebut kemudian ditabelkan sebagaimana berikut.

Tabel 4.1 Tabel Tingkat Getaran di Body Mesin Bahan Bakar Solar 100%

Solar 100 %, tanpa preheating									
titik getaran	putaran RPM	gaya ren N	Mom. puntir Nm	Daya efektif Kw	Tek. Eff Nm ²	amp. Eksitasi µm	Gaya Eksitasi N	frek. Eksitasi Hz	Energi getaran Nm
Body Atas Mesin	1250	20	7.18	0.93938333	1021.0688	5.133675781	12.530556681	597.190674	0.000143053
	1250	25	8.975	1.17422917	1276.3361	4.243858203	15.66319601	584.300723	0.000149468
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	3.488560938	18.79583522	590.354354	0.000147381
	1250	35	12.565	1.64392083	1786.8705	3.38456674	21.92847442	587.803084	0.000187491
	1250	40	14.36	1.87876687	2042.1377	3.32455362	25.06111362	585.315691	0.000188767
	1300	20	7.18	0.97695867	1021.0688	4.81235656	12.530556681	598.814657	0.000134177
	1300	25	8.975	1.22119833	1276.3361	4.67165465	15.66319601	595.083534	0.000163257
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	5.17465456	18.79583522	594.436301	0.000217221
	1300	35	12.565	1.70967767	1786.8705	4.629132812	21.92847442	591.870822	0.000227619
	1300	40	14.36	1.95391733	2042.1377	4.684401172	25.06111362	590.442869	0.000263632
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	5.782126562	12.530556681	597.821707	0.000160965
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	5.152675781	15.66319601	595.807574	0.000179864
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	4.886613672	18.79583522	593.939976	0.000205288
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	4.412032105	21.92847442	591.328113	0.000217128
	1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	4.764550123	25.06111362	590.652777	0.000268258

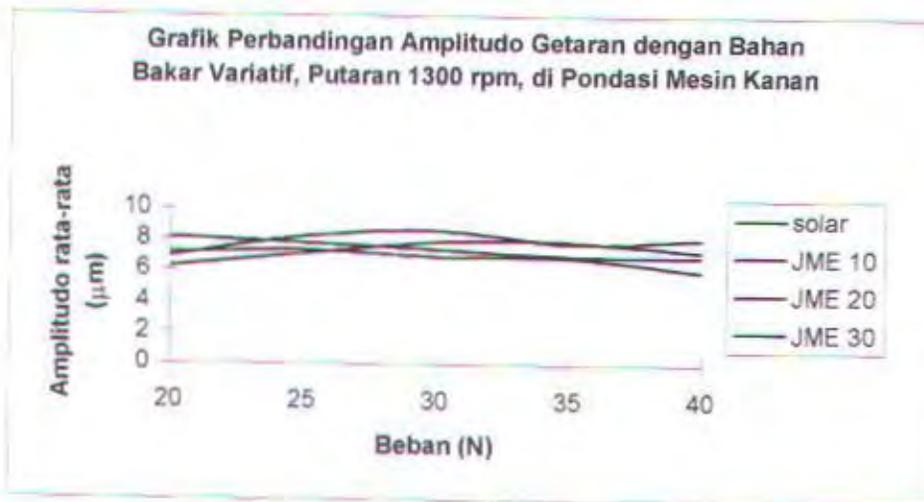
tabel perhitungan selengkapnya dapat dilihat dalam lampiran.

Hasil dari berbagai perhitungan tersebut, masing-masing dapat dibuat grafik terhadap variasi beban maupun variasi putaran. Dengan grafik tersebut dapat secara mudah dilihat perbandingan nilai amplitudo getaran berbagai variasi bahan bakar yang telah diuji baik pada kondisi temperatur standart maupun pada kondisi bahan bakar diberi pemanasan awal. Tampilan grafiknya antara lain sebagai berikut :



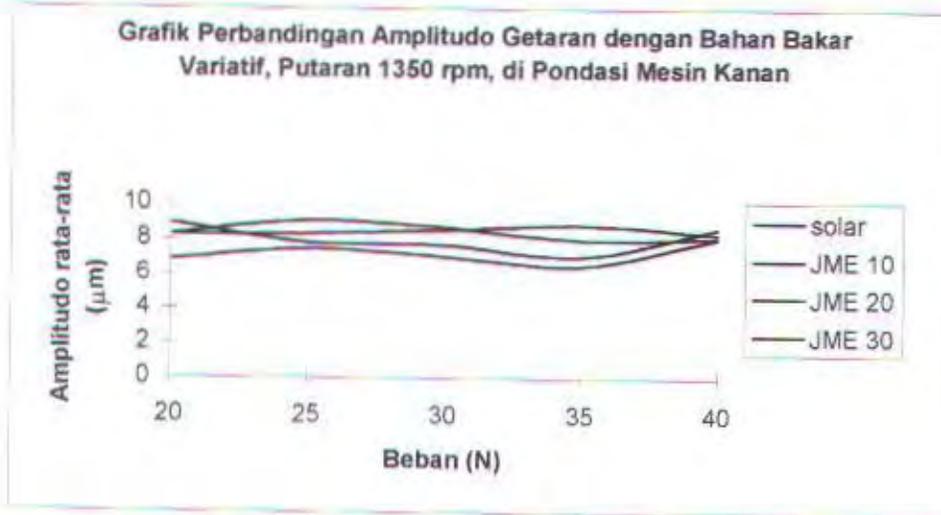
Gambar 4.5 Grafik perbandingan amplitudo getaran dengan bahan bakar variatif di pondasi mesin kanan pada putaran 1250 rpm tanpa preheating

dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa pada putaran 1250 rpm, untuk bahan bakar dengan campuran jelantah methyl ester sebanyak 10 % mempunyai nilai amplitudo getaran paling kecil sedangkan untuk bahan bakar dengan campuran jelantah methyl ester 20 % mempunyai nilai amplitudo getaran paling tinggi.



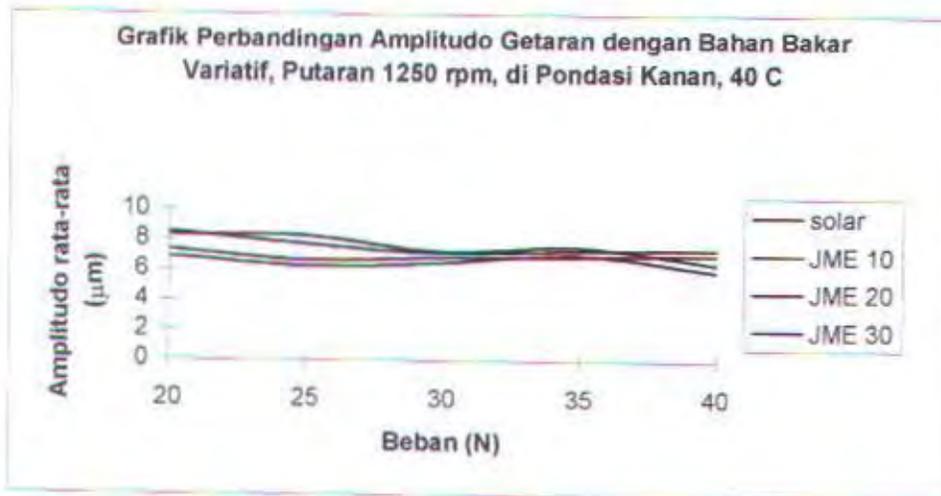
Gambar 4.6 Grafik perbandingan amplitudo getaran dengan bahan bakar variatif di pondasi mesin kanan pada putaran 1300 rpm tanpa preheating

dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa pada putaran 1300 rpm, untuk bahan bakar dengan campuran jelantah methyl ester sebanyak 10 % mempunyai nilai amplitudo getaran paling kecil sedangkan untuk bahan bakar dengan campuran jelantah methyl ester 30 % mempunyai nilai amplitudo getaran paling tinggi.



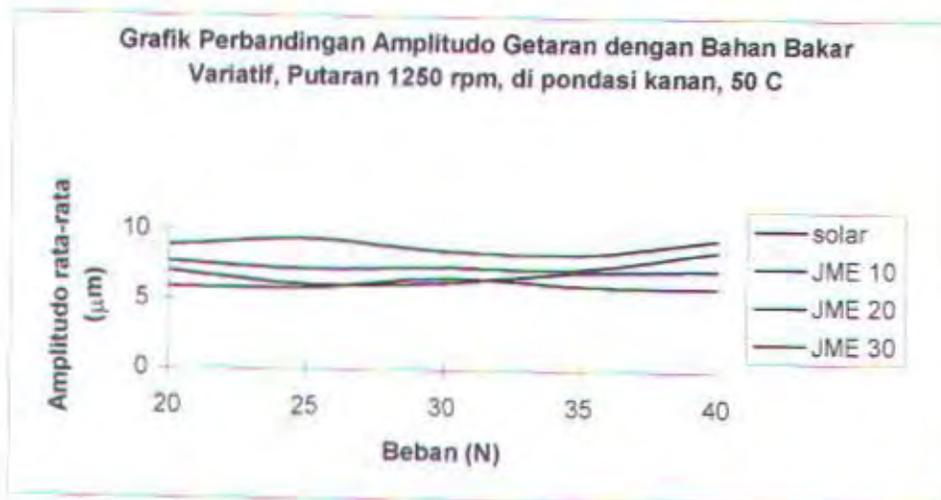
Gambar 4.7 Grafik perbandingan amplitudo getaran dengan bahan bakar variatif di pondasi mesin kanan pada putaran 1350 rpm tanpa preheating

dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa pada putaran 1350 rpm, untuk bahan bakar dengan campuran jelantah methyl ester sebanyak 10 % mempunyai nilai amplitudo getaran paling kecil sedangkan untuk bahan bakar dengan campuran jelantah methyl ester 30 % mempunyai nilai amplitudo getaran paling tinggi.



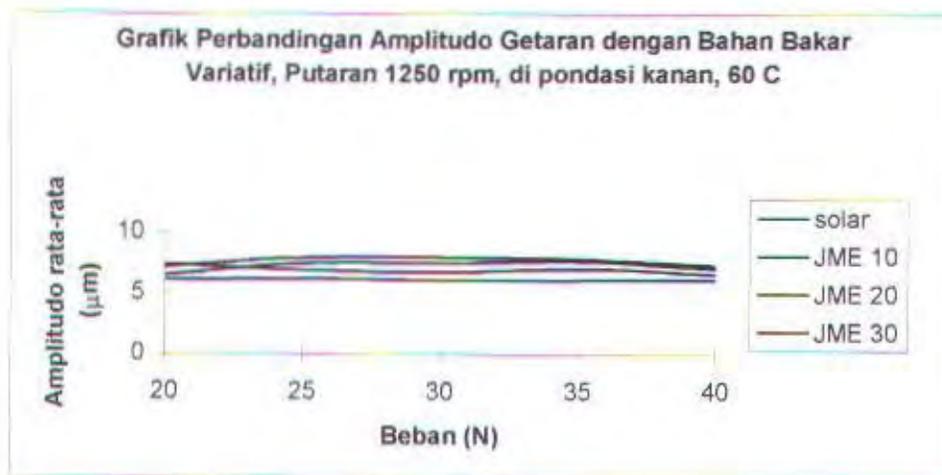
Gambar 4.8 Grafik perbandingan amplitudo getaran dengan bahan bakar variatif di pondasi mesin kanan pada putaran 1250 rpm preheating 40°C

dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa pada putaran 1250 rpm dan pemanasan awal 40 °C, untuk bahan bakar dengan campuran jelantah methyl ester sebanyak 10 % mempunyai nilai amplitudo getaran paling kecil sedangkan untuk bahan bakar dengan campuran 30 % mempunyai nilai amplitudo getaran paling tinggi.



Gambar 4.9 Grafik perbandingan amplitudo getaran dengan bahan bakar variatif di pondasi mesin kanan pada putaran 1250 rpm preheating 50°C

dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa pada putaran 1250 rpm dan pemanasan awal 50 °C, untuk bahan bakar dengan campuran jelantah methyl ester sebanyak 0 % mempunyai nilai amplitudo getaran paling kecil sedangkan untuk bahan bakar dengan campuran jelantah methyl ester 20 % mempunyai nilai amplitudo getaran paling tinggi.



Gambar 4.10 Grafik perbandingan amplitudo getaran dengan bahan bakar variatif di pondasi mesin kanan pada putaran 1250 rpm preheating 60°C

dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa pada putaran 1250 rpm dan pemanasan awal 60 °C, untuk bahan bakar dengan campuran jelantah methyl ester sebanyak 10 % mempunyai nilai amplitudo getaran paling kecil sedangkan untuk bahan bakar dengan campuran 30 % mempunyai nilai amplitudo getaran paling tinggi.

4.4 Regression Analysis

4.4.1 Penotasian Nilai Regresi

Dari percobaan yang telah dilakukan, dapat dilihat bahwa ada beberapa hal yang nantinya akan dapat kita analisa yaitu hubungan antara penambahan prosentase Jelantah Methyl Ester pada bahan bakar solar terhadap tingkat getaran, dan hubungan antara pemanasan awal bahan bakar terhadap tingkat getaran.

Analisa regresi ini digunakan untuk mengetahui hubungan antara variasi bahan bakar dan pemanasan awal bahan bakar secara bersama-sama terhadap tingkat getaran antara lain amplitudo getaran, frekuensi getaran, dan hilangnya energi akibat getaran. Untuk melihat hubungan tersebut, maka dapat ditentukan bahwa variasi bahan bakar dan pemanasan awal bahan bakar merupakan variabel bebas (*independent*) dan tingkat getaran sebagai variabel terikat (*dependent*).

Penggunaan analisa statistika selalu menggunakan angka-angka atau notasi, maka variasi bahan bakar juga kita sepakati menggunakan notasi sebagai berikut :

- ☞ Bahan bakar solar 100 % + JME 0 % ⇒ faktor pembobotan 0
- ☞ Bahan bakar solar 90 % + JME 10 % ⇒ faktor pembobotan 0,1
- ☞ Bahan bakar solar 80 % + JME 20 % ⇒ faktor pembobotan 0,2
- ☞ Bahan bakar solar 70 % + JME 30 % ⇒ faktor pembobotan 0,3
- ☞ Bahan bakar preheating 60°C ⇒ faktor pembobotan 4
- ☞ Bahan bakar preheating 50°C ⇒ faktor pembobotan 3
- ☞ Bahan bakar preheating 40°C ⇒ faktor pembobotan 2
- ☞ Bahan bakar tanpa preheating ⇒ faktor pembobotan 1

Untuk amplitudo getaran, frekuensi getaran, dan energy losses sudah dalam bentuk numerik sehingga tidak perlu dilambangkan (dinotasikan).

4.4.2 Hasil Pengolahan Data Statistik dan Pembahasan

Data ukur yang dianalisa secara regresi linier ini adalah nilai-nilai korelasi baik itu yang bersifat *pearson correlations* maupun yang bersifat *partial correlations*. Data dan pembahasan selengkapnya sebagai berikut :

Tabel 4.2 Titik Uji Getaran di Body Mesin

Variabel Independent	Pearson Correlations			Partial Correlation		
	Amplitudo	Frekuensi	E. Losses	Amplitudo	Frekuensi	E. Losses
Variasi B. Bakar	0,229	0,121	0,150	0,235	0,121	0,151
Preheating B. Bakar	-0,227	-0,057	-0,114	-0,233	-0,057	-0,115

Pada tabel 4.2 tersebut terlihat bahwa *pearson correlations* terhadap amplitudo getaran pada variasi bahan bakar sebesar 0,229 dan pada preheating bahan bakar sebesar -0,227. Artinya bahwa variabel tersebut secara personal dipercaya mempunyai keterkaitan positif hanya sebesar 22,9% dan -22,7% terhadap amplitudo getaran. Sehingga bisa dikatakan bahwa bertambahnya konsentrasi JME pada bahan bakar solar tidak banyak berpengaruh pada peningkatan amplitudo getaran, dan pemanasan awal bahan bakar tidak banyak berpengaruh pada penurunan amplitudo getaran. Begitu juga dengan frekuensi getaran dan energy losses getaran tidak banyak dipengaruhi oleh konsentrasi bahan bakar sampai pada 30% JME dan sampai pada pemanasan awal 60°C.

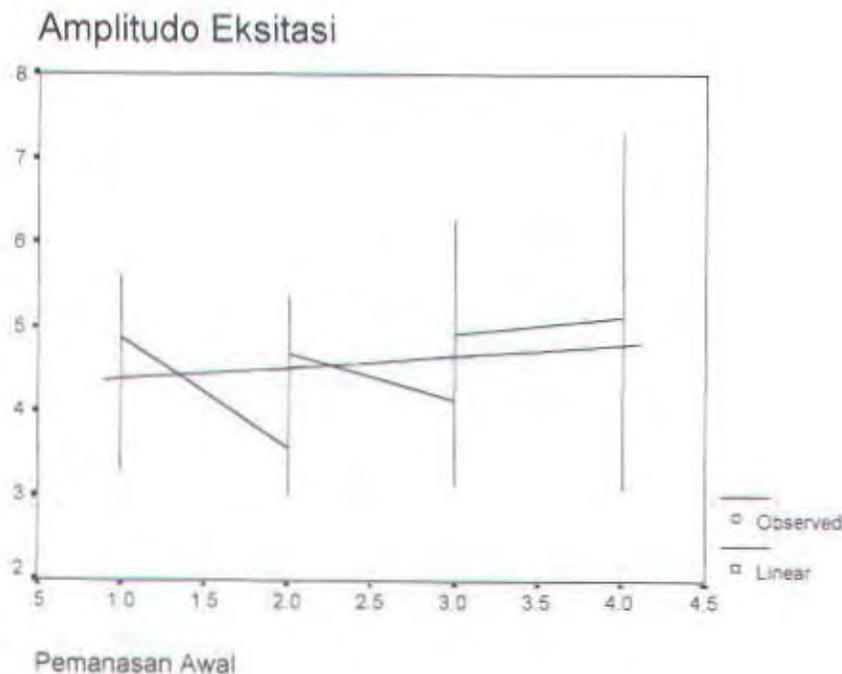
Nilai *partial correlations* amplitudo getaran terhadap peningkatan konsentrasi JME yang juga dipengaruhi peningkatan temperatur awal bahan bakar sebesar 0,235 dan terhadap peningkatan temperatur awal bahan bakar yang dipengaruhi oleh peningkatan konsentrasi JME sebesar -0,233. Hal ini membuktikan bahwa peningkatan konsentrasi JME pada bahan bakar standart dan peningkatan temperatur

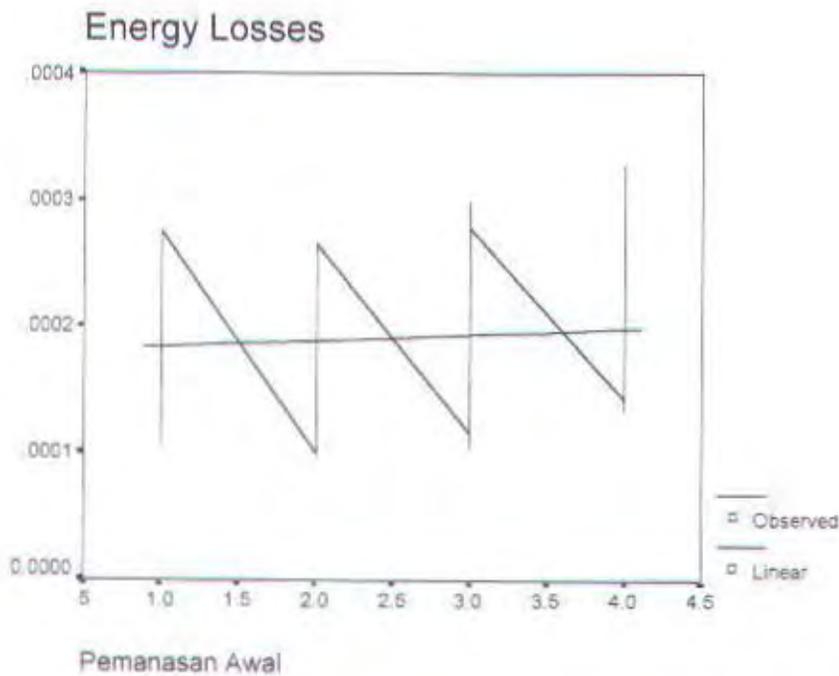
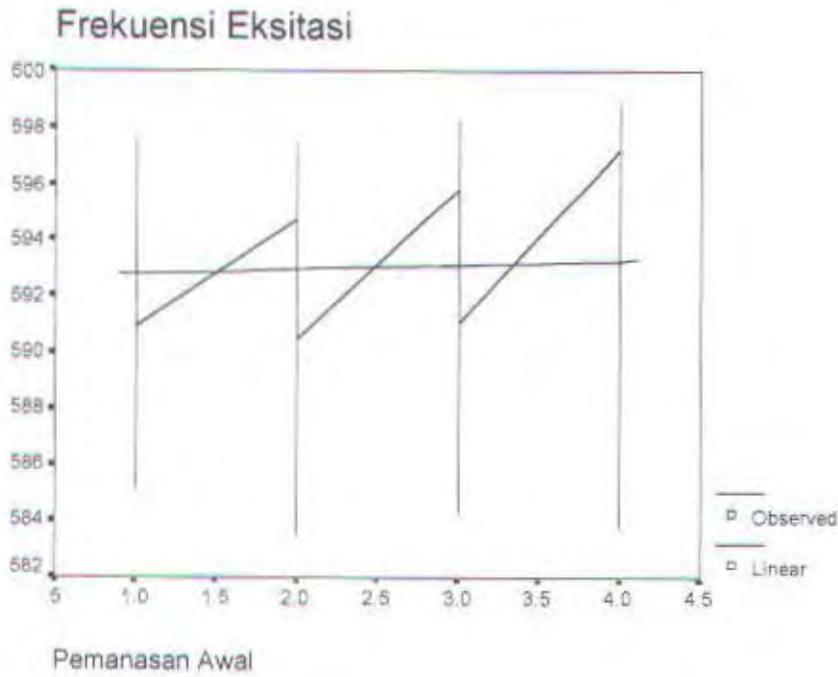
dari kurva tersebut dapat dilihat bahwa besarnya gradien (kemiringan) dari amplitudo getaran, frekuensi eksitasi, dan energy losses terhadap variasi bahan bakar berturut-turut adalah 0.4379, 3.3114, dan 0.000062. Nilai positif tersebut menunjukkan bahwa besarnya tingkat getaran dari mesin meningkat terhadap penambahan campuran bahan bakar solar dengan jelantah methyl ester.

MODEL: MOD_2.

Independent: PREHEAT

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1
AMP	LIN	.052	238	12.94	.000	4.2309	.1428
FREK	LIN	.003	238	.77	.381	592.647	.1557
ENERGY	LIN	.013	238	3.13	.078	.0002	4.7E-06





Gambar 4.12 Kurva regresi yang menunjukkan besarnya gradien kemiringan tingkat getaran dengan pemanasan awal bahan bakar pada titik uji di body mesin

dari kurva tersebut dapat dilihat bahwa besarnya gradien (kemiringan) dari amplitudo getaran, frekuensi eksitasi, dan energy losses terhadap pemanasan awal bahan bakar berturut-turut adalah 0.1428, 0.1557, dan 0.0000047. Nilai positif tersebut menunjukkan bahwa besarnya tingkat getaran dari mesin meningkat terhadap penurunan pemanasan awal bahan bakarnya.

Tabel 4.3 Titik Uji Getaran di Cylinder Head

Variabel Independent	Pearson Correlations			Partial Correlation		
	Amplitudo	Frekuensi	E. Losses	Amplitudo	Frekuensi	E. Losses
Variasi B. Bakar	-0,157	-0,025	-0,127	-0,167	-0,025	-0,132
Preheating B. Bakar	0,338	0,206	0,267	0,343	0,206	0,269

Pada tabel 4.3 tersebut terlihat bahwa *pearson correlations* terhadap amplitudo getaran pada variasi bahan bakar sebesar -0,157 dan pada preheating bahan bakar sebesar 0,338. Artinya bahwa variabel tersebut secara personal dipercaya mempunyai keterkaitan positif hanya sebesar -15,7% dan 33,8% terhadap amplitudo getaran. Sehingga bisa dikatakan bahwa bertambahnya konsentrasi JME pada bahan bakar solar tidak banyak berpengaruh pada penurunan amplitudo getaran, dan pemanasan awal bahan bakar tidak banyak berpengaruh pada peningkatan amplitudo getaran. Begitu juga dengan frekuensi getaran dan energy losses getaran tidak banyak dipengaruhi oleh konsentrasi bahan bakar sampai pada 30% JME dan sampai pada pemanasan awal 60°C.

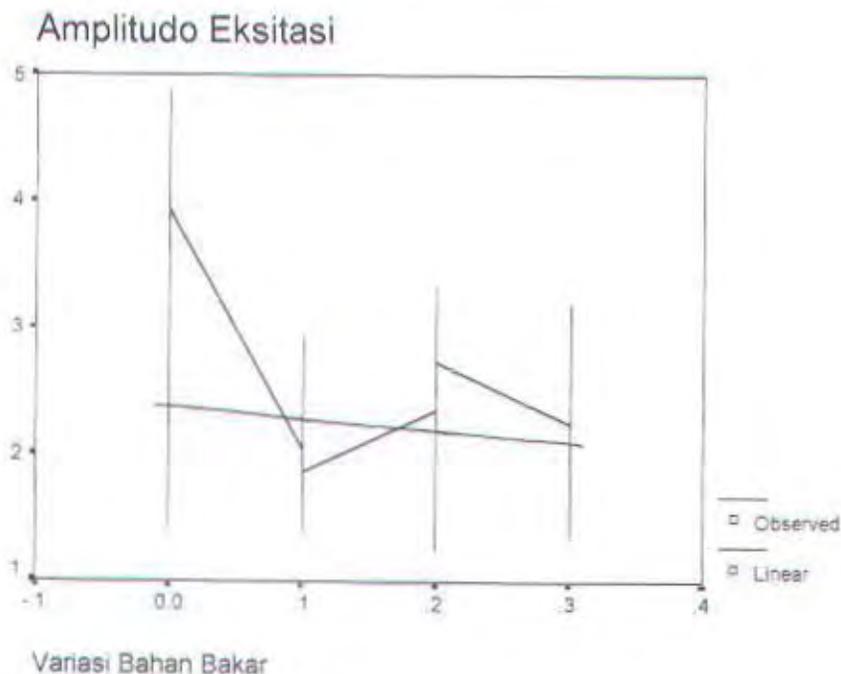
Nilai *partial correlations* amplitudo getaran terhadap peningkatan konsentrasi JME yang juga dipengaruhi peningkatan temperatur awal bahan bakar sebesar -0,167 dan terhadap peningkatan temperatur awal bahan bakar yang dipengaruhi oleh peningkatan konsentrasi JME sebesar 0,343. Hal ini membuktikan bahwa

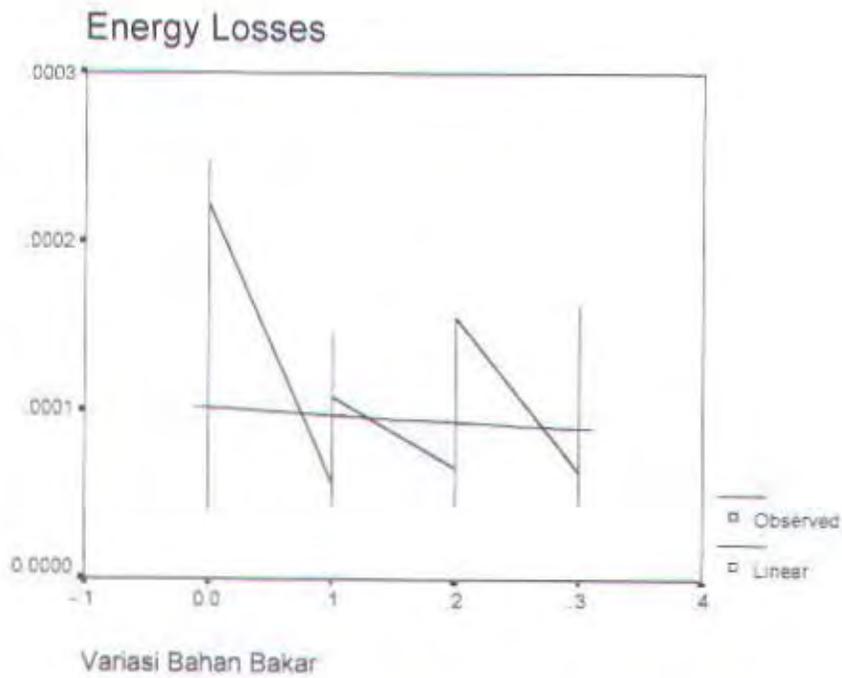
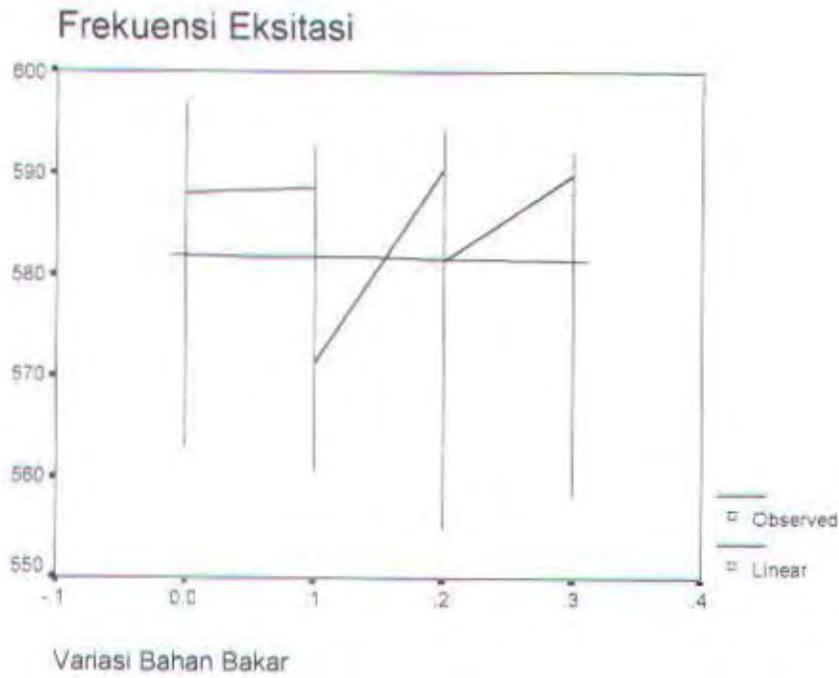
peningkatan konsentrasi JME pada bahan bakar standart dan peningkatan temperatur awal bahan bakar secara bersama-sama tidak banyak berpengaruh terhadap amplitudo getaran. Hal tersebut tersebut berlaku sama pada frekuensi getaran dan energy losses getaran karena nilainya relatif sama dan sangat kecil. Kurva regresi dapat dilihat sebagaimana berikut ini :

MODEL: MOD_3.

Independent: H.BAKAR

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1
AMPLIT	LIN	.025	238	6.02	.015	2.3796	-.9398
FREK	LIN	.001	238	.15	.701	581.977	-1.7239
LOSSES	LIN	.016	238	3.90	.049	.0001	-4.E-05





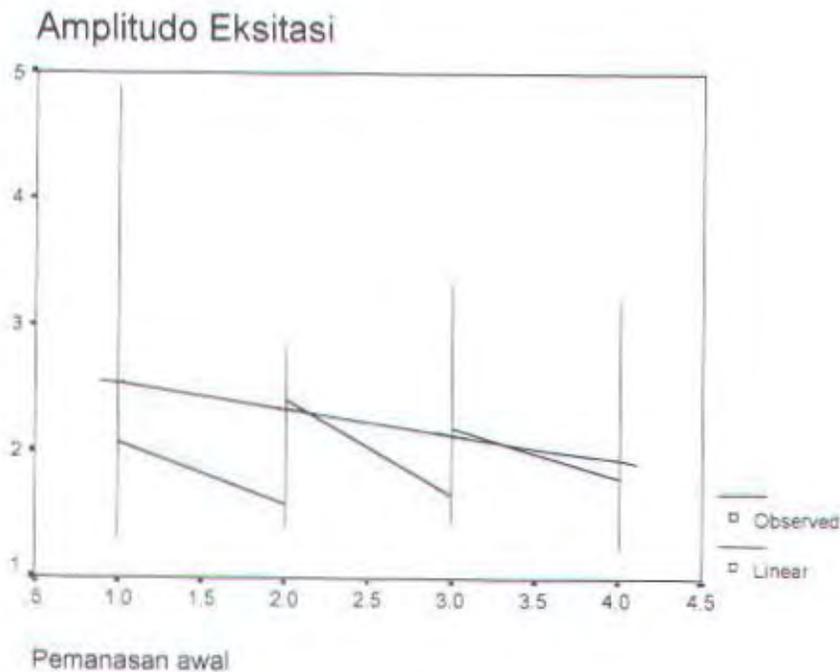
Gambar 4.13 Kurva regresi yang menunjukkan besarnya gradien kemiringan tingkat getaran dengan variasi bahan bakar pada titik uji di cylinder head

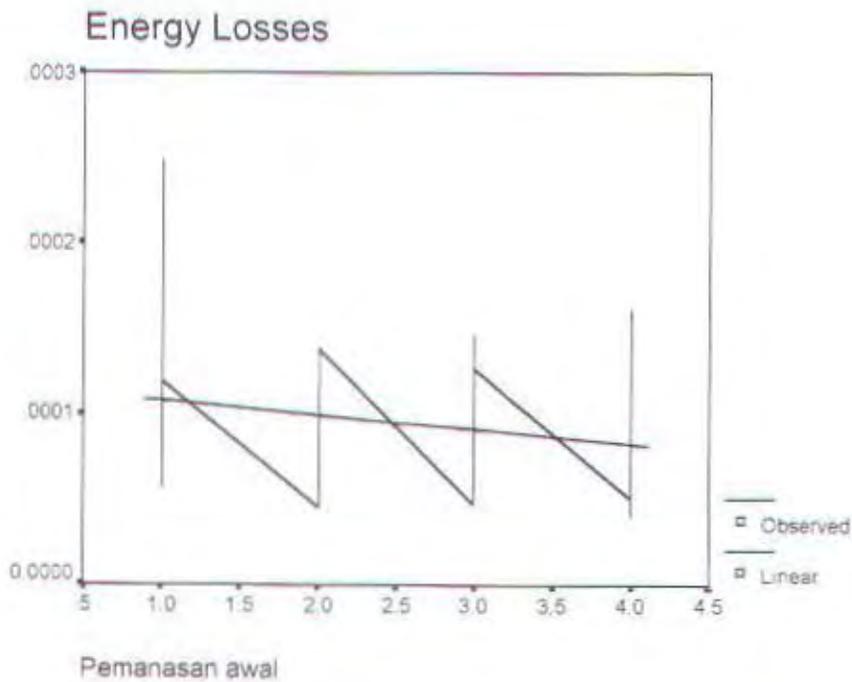
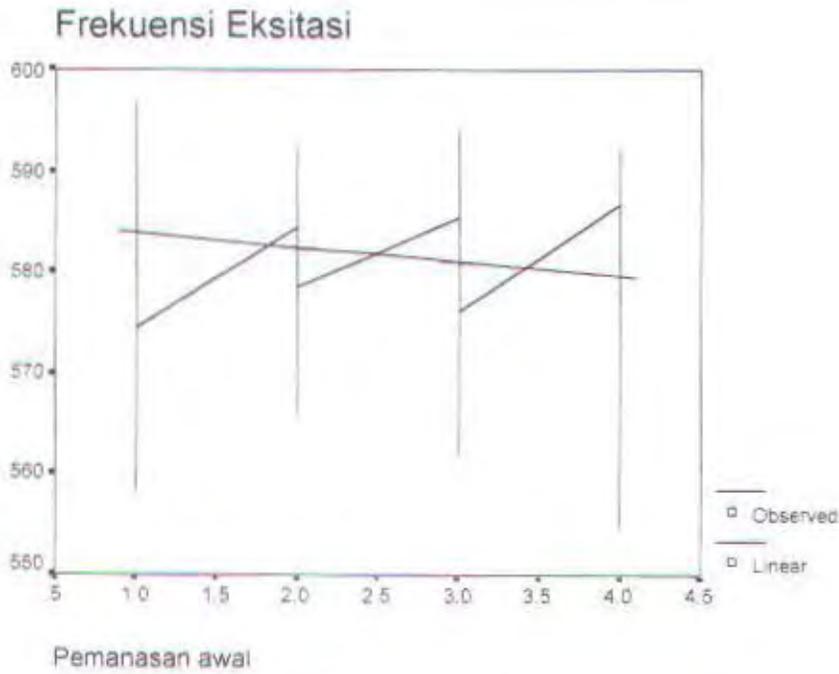
dari kurva tersebut dapat dilihat bahwa besarnya gradien (kemiringan) dari amplitudo getaran, frekuensi eksitasi, dan energy losses terhadap variasi bahan bakar berturut-turut adalah -0.94 , -1.724 , dan -0.00004 . Nilai negatif tersebut menunjukkan bahwa besarnya tingkat getaran dari mesin menurun terhadap penambahan campuran bahan bakar solar dengan jelantah methyl ester.

MODEL: MOD_8.

Independent: PREHEAT

Dependent Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1	
AMPLIT	LIN	.114	238	30.75	.000	2.7448	-.2025
FREK	LIN	.042	238	10.53	.001	585.280	-1.4243
LOSSES	LIN	.071	238	18.29	.000	.0001	-8.E-06





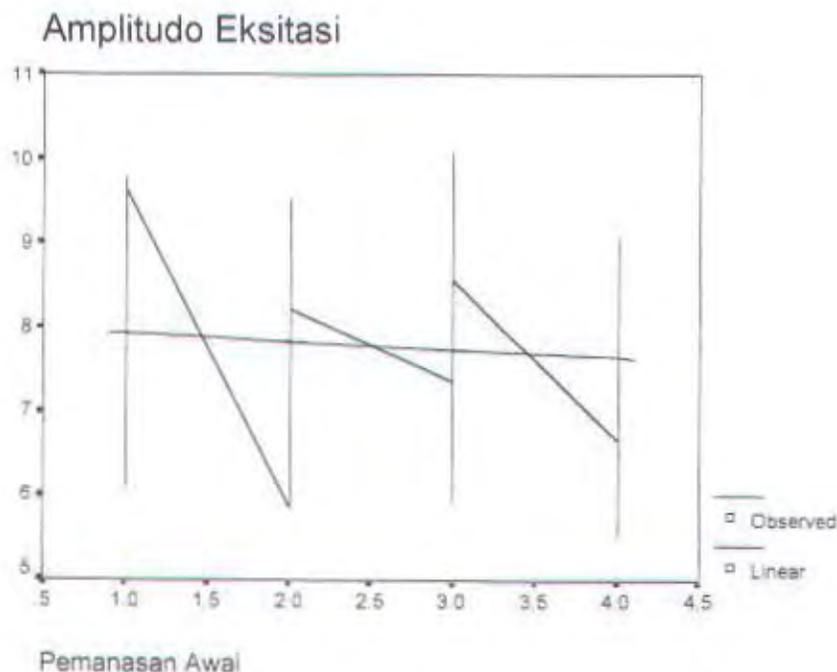
Gambar 4.14 Kurva regresi yang menunjukkan besarnya gradien kemiringan tingkat getaran dengan pemanasan awal bahan bakar pada titik uji di cylinder head

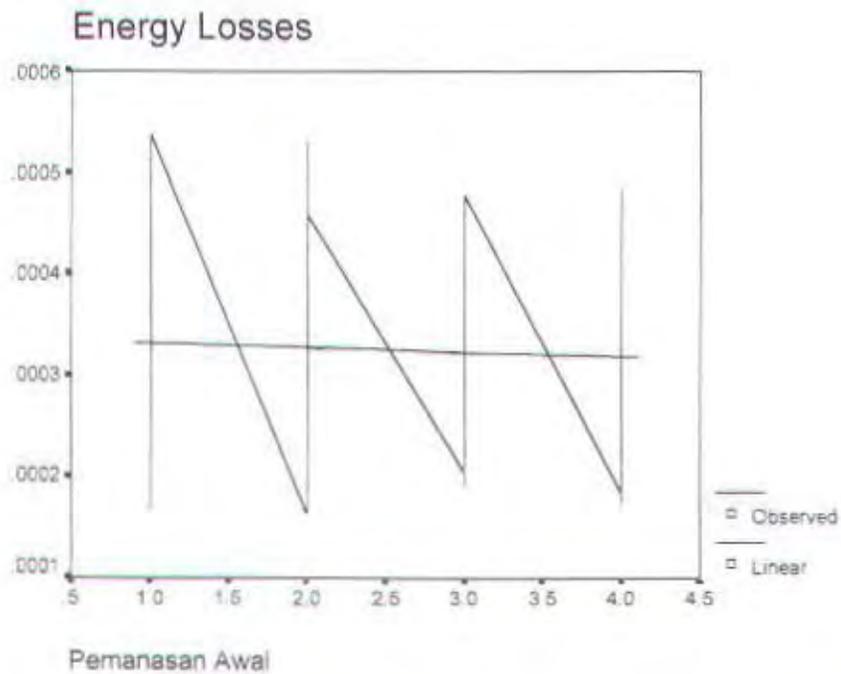
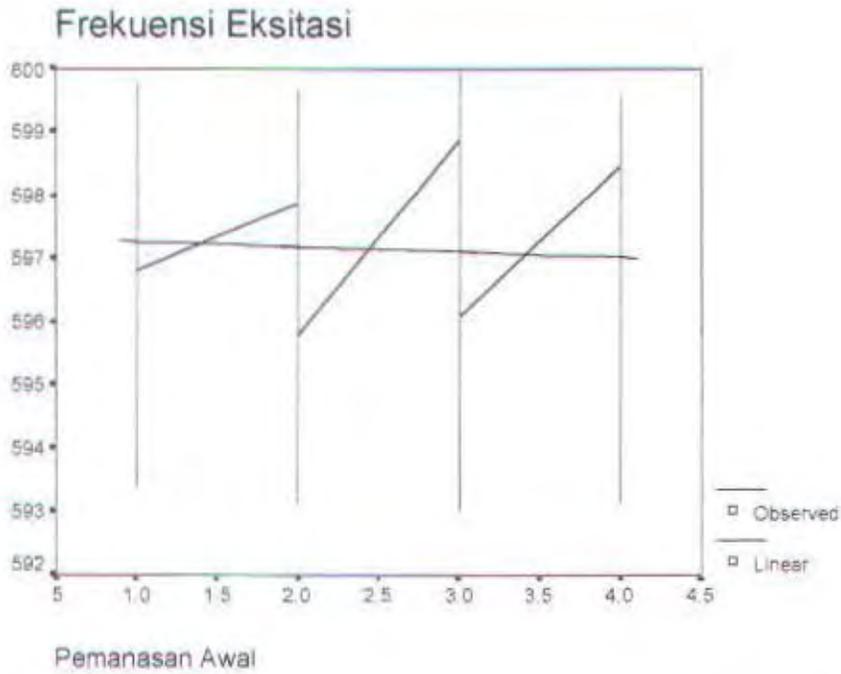
dari kurva tersebut dapat dilihat bahwa besarnya gradien (kemiringan) dari amplitudo getaran, frekuensi eksitasi, dan energy losses terhadap variasi bahan bakar berturut-turut adalah 2,4997, 1,9434, dan 0,0001. Nilai positif tersebut menunjukkan bahwa besarnya tingkat getaran dari mesin meningkat terhadap penambahan campuran bahan bakar solar dengan jelantah methyl ester.

MODEL: MOD_4.

Independent: PREHEAT

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1
AMPL	LIN	.012	238	2.92	.089	8.0320	-.0990
FREK	LIN	.004	238	.87	.353	597.359	-.0843
LOSSES	LIN	.003	238	.71	.401	.0003	-4.E-06





Gambar 4.16 Kurva regresi yang menunjukkan besarnya gradien kemiringan tingkat getaran dengan pemanasan awal bahan bakar pada titik uji di pondasi kanan

dari kurva tersebut dapat dilihat bahwa besarnya gradien (kemiringan) dari amplitudo getaran, frekuensi eksitasi, dan energy losses terhadap pemanasan awal bahan bakar berturut-turut adalah 0,099, -0,0843, dan -0,000004. Nilai negatif tersebut menunjukkan bahwa besarnya tingkat getaran dari mesin menurun terhadap penurunan pemanasan awal bahan bakarnya.

Tabel 4.5 Titik Uji Getaran di Pondasi Mesin Kiri

Variabel Independent	Pearson Correlations			Partial Correlation		
	Amplitudo	Frekuensi	E. Losses	Amplitudo	Frekuensi	E. Losses
Variasi B. Bakar	0,096	0,040	0,048	0,098	0,040	0,052
Preheating B. Bakar	0,084	0,072	0,062	0,082	0,073	0,062

Pada tabel 4.5 tersebut terlihat bahwa *pearson correlations* terhadap amplitudo getaran pada variasi bahan bakar sebesar 0,096 dan pada preheating bahan bakar sebesar 0,084. Artinya bahwa variabel tersebut secara personal dipercaya mempunyai keterkaitan positif hanya sebesar 9,6% dan 8,4% terhadap amplitudo getaran. Sehingga bisa dikatakan bahwa bertambahnya konsentrasi JME pada bahan bakar solar tidak banyak berpengaruh pada peningkatan amplitudo getaran, dan pemanasan awal bahan bakar tidak banyak berpengaruh pada peningkatan amplitudo getaran. Begitu juga dengan frekuensi getaran dan energy losses getaran tidak banyak dipengaruhi oleh konsentrasi bahan bakar sampai pada 30% JME dan sampai pada pemanasan awal 60°C.

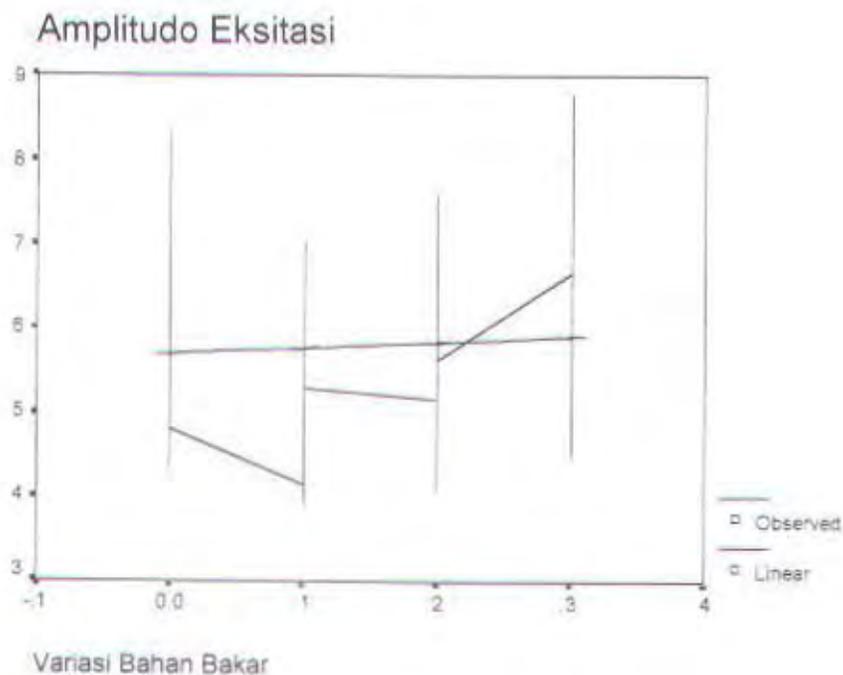
Nilai *partial correlations* amplitudo getaran terhadap peningkatan konsentrasi JME yang juga dipengaruhi peningkatan temperatur awal bahan bakar sebesar 0,098 dan terhadap peningkatan temperatur awal bahan bakar yang dipengaruhi oleh peningkatan konsentrasi JME sebesar 0,082. Hal ini membuktikan bahwa

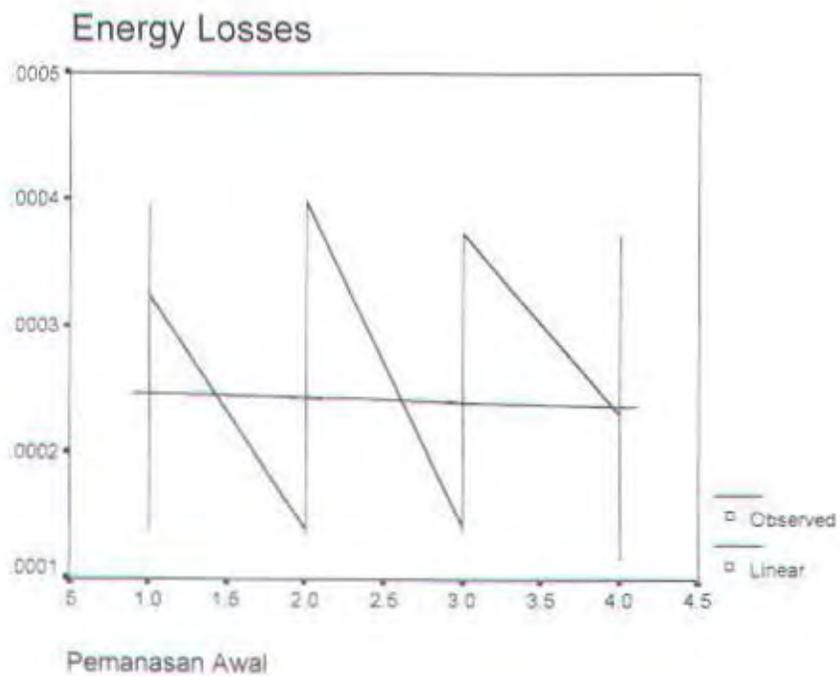
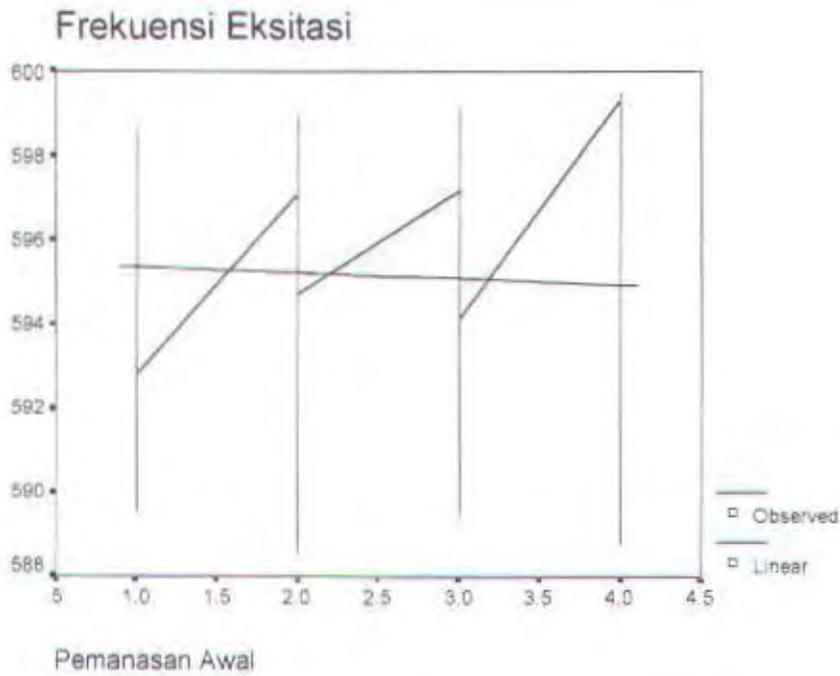
peningkatan konsentrasi JME pada bahan bakar standart dan peningkatan temperatur awal bahan bakar secara bersama-sama tidak banyak berpengaruh terhadap amplitudo getaran. Hal tersebut tersebut berlaku sama pada frekuensi getaran dan energy losses getaran karena nilainya relatif sama dan sangat kecil. Kurva regresi diperlihatkan dalam gambar sebagai berikut :

MODEL: MOD_5.

Independent: B.BAKAR

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1
AMPL	LIN	.009	238	2.20	.140	5.6974	.6837
FREK	LIN	.002	238	.38	.536	595.032	.8122
LOSSES	LIN	.002	238	.54	.463	.0002	2.6E-05





Gambar 4.18 Kurva regresi yang menunjukkan besarnya gradien kemiringan tingkat getaran dengan pemanasan awal bahan bakar pada titik uji di pondasi kiri

dari kurva tersebut dapat dilihat bahwa besarnya gradien (kemiringan) dari amplitudo getaran, frekuensi eksitasi, dan energy losses terhadap pemanasan awal bahan bakar berturut-turut adalah -0.06 , -0.1463 , dan -0.000003 . Nilai negatif tersebut menunjukkan bahwa besarnya tingkat getaran dari mesin menurun terhadap penurunan pemanasan awal bahan bakarnya.

Tabel 4.6 Titik Uji Getaran di Chasing Coupling Flens

Variabel Independent	Pearson Correlations			Partial Correlation		
	Amplitudo	Frekuensi	E. Losses	Amplitudo	Frekuensi	E. Losses
Variasi B. Bakar	0,288	0,174	0,179	0,293	0,175	0,180
Preheating B. Bakar	0,182	0,131	0,117	0,190	0,133	0,119

Pada tabel 4.6 tersebut terlihat bahwa *pearson correlations* terhadap amplitudo getaran pada variasi bahan bakar sebesar 0.288 dan pada preheating bahan bakar sebesar 0.182. Artinya bahwa variabel tersebut secara personal dipercaya mempunyai keterkaitan positif hanya sebesar 28,8% dan 18,2% terhadap amplitudo getaran. Sehingga bisa dikatakan bahwa bertambahnya konsentrasi JME pada bahan bakar solar tidak banyak berpengaruh pada peningkatan amplitudo getaran, dan pemanasan awal bahan bakar tidak banyak berpengaruh pada peningkatan amplitudo getaran. Begitu juga dengan frekuensi getaran dan energy losses getaran tidak banyak dipengaruhi oleh konsentrasi bahan bakar sampai pada 30% JME dan sampai pada pemanasan awal 60°C.

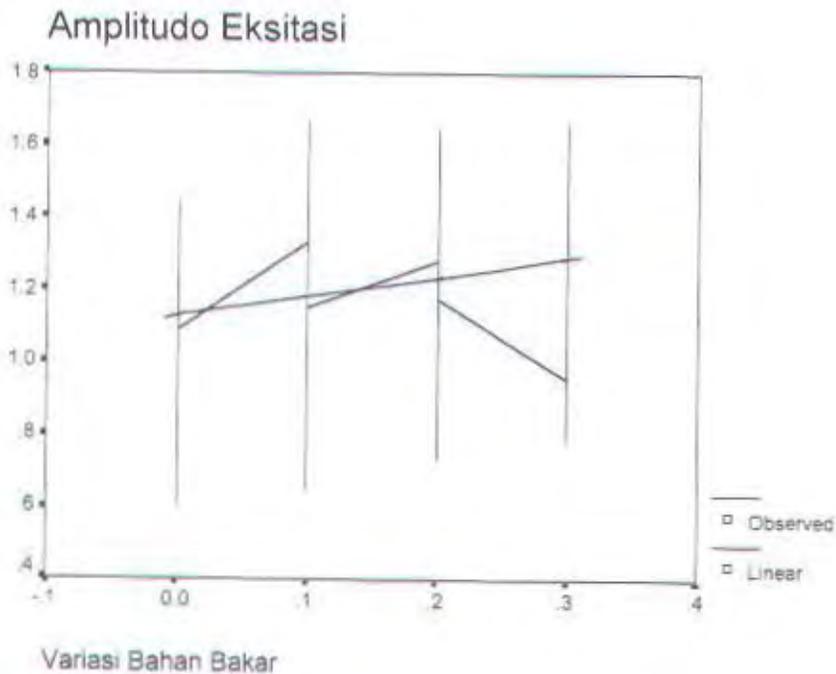
Nilai *partial correlations* amplitudo getaran terhadap peningkatan konsentrasi JME yang juga dipengaruhi peningkatan temperatur awal bahan bakar sebesar 0,293 dan terhadap peningkatan temperatur awal bahan bakar yang dipengaruhi oleh peningkatan konsentrasi JME sebesar 0,190. Hal ini membuktikan bahwa

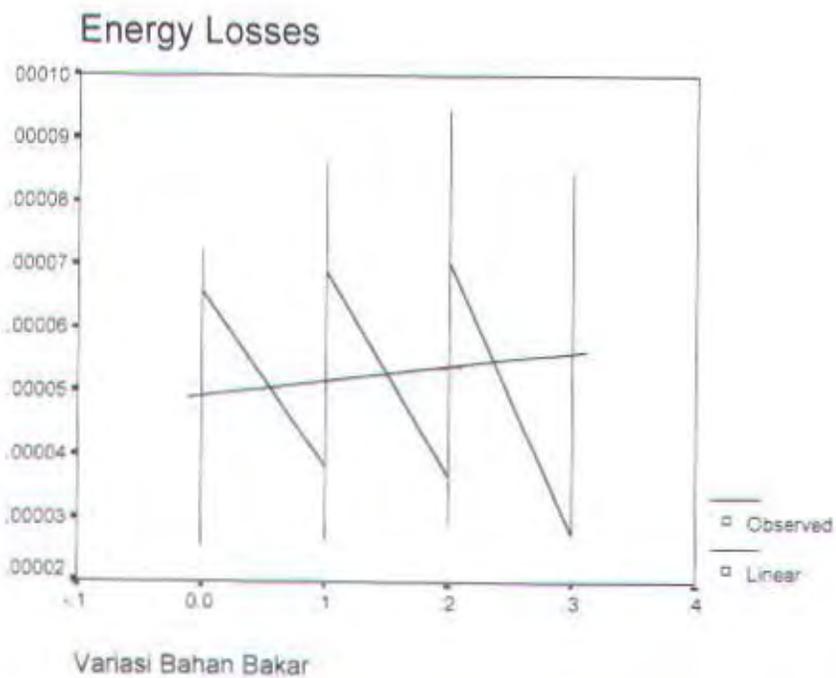
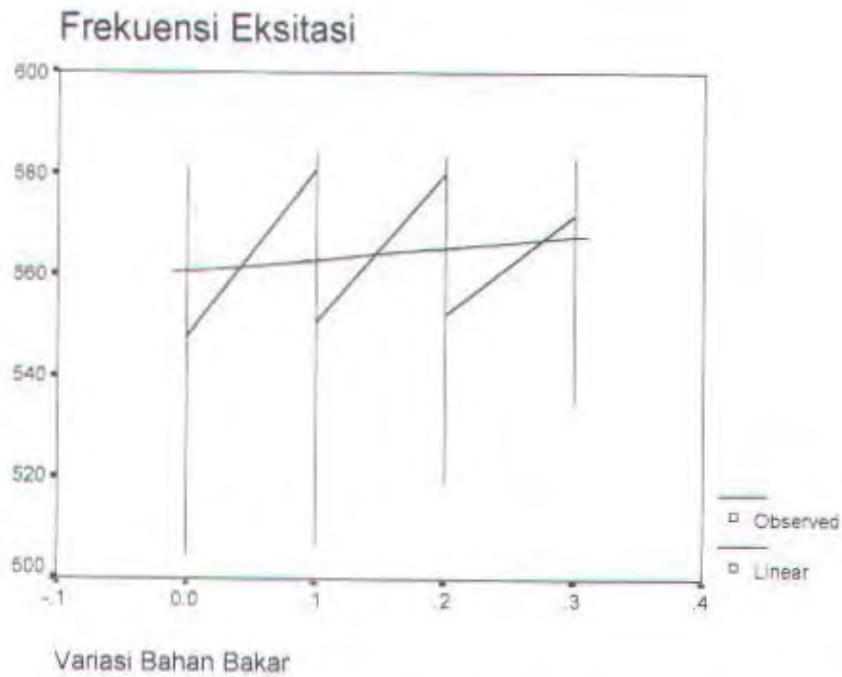
peningkatan konsentrasi JME pada bahan bakar standart dan peningkatan temperatur awal bahan bakar secara bersama-sama tidak banyak berpengaruh terhadap amplitudo getaran. Hal tersebut tersebut berlaku sama pada frekuensi getaran dan energy losses getaran karena nilainya relatif sama dan sangat kecil. Kurva regresi diperlihatkan sebagai berikut :

MODEL: MCD_7.

Independent: B.BAKAR

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1
AMPL	LIN	.083	238	21.47	.000	1.1284	.5350
FREK	LIN	.030	238	7.39	.007	560.737	22.8199
LOSSES	LIN	.032	238	7.88	.005	4.9E-05	2.3E-05





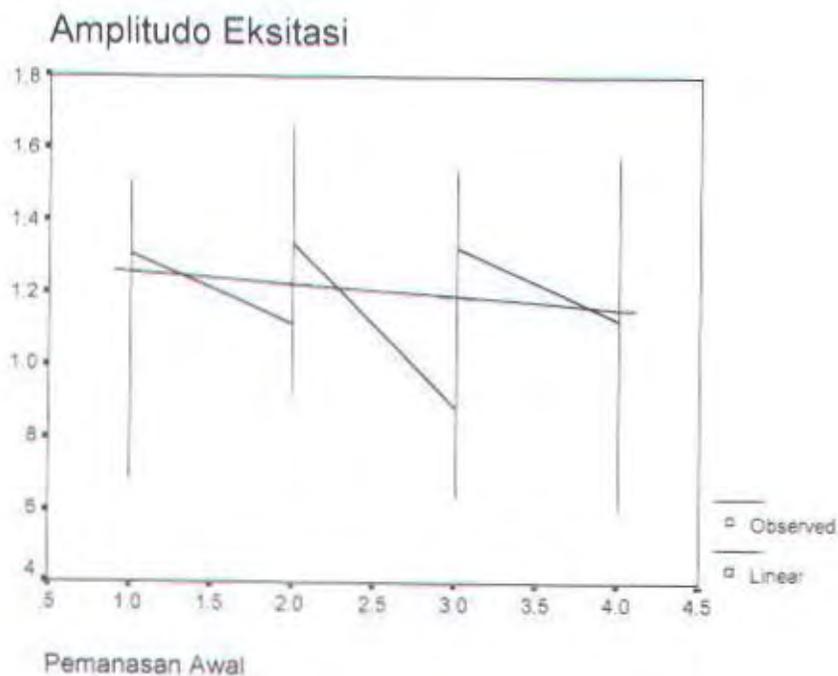
Gambar 4.19 Kurva regresi yang menunjukkan besarnya gradien kemiringan tingkat getaran dengan variasi bahan bakar pada titik uji di coupling flens

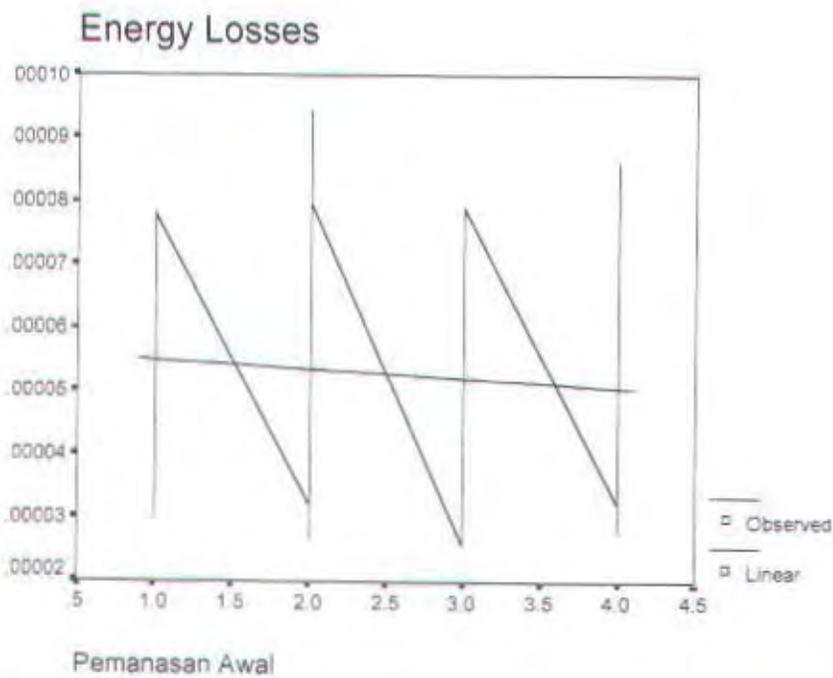
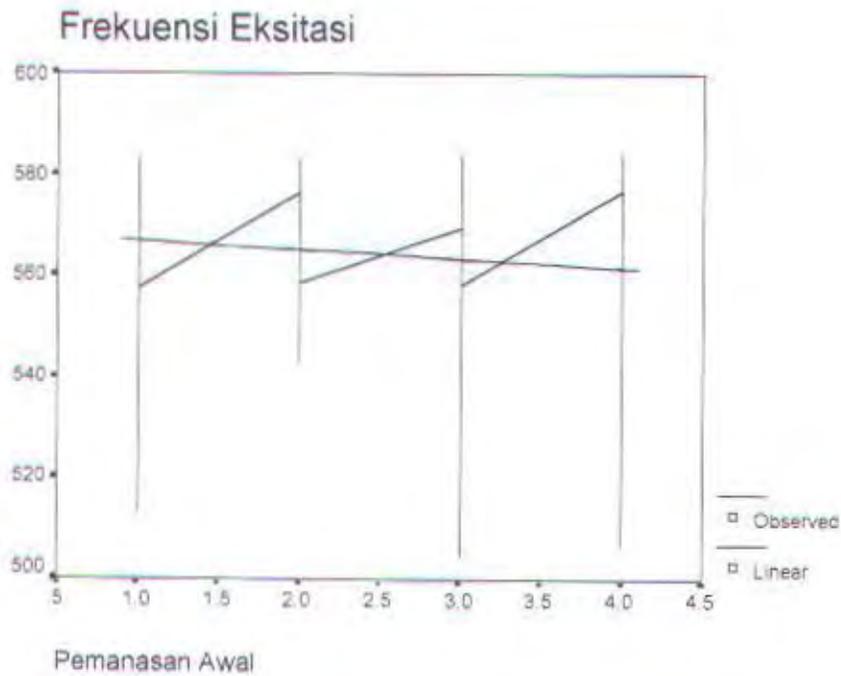
dari kurva tersebut dapat dilihat bahwa besarnya gradien (kemiringan) dari amplitudo getaran, frekuensi eksitasi, dan energy losses terhadap variasi bahan bakar berturut-turut adalah 0.535, 22.8199, dan 0.000023. Nilai positif tersebut menunjukkan bahwa besarnya tingkat getaran dari mesin meningkat terhadap penambahan campuran bahan bakar solar dengan jelantah methyl ester.

MODEL: MOD_B.

Independent: PREHEAT

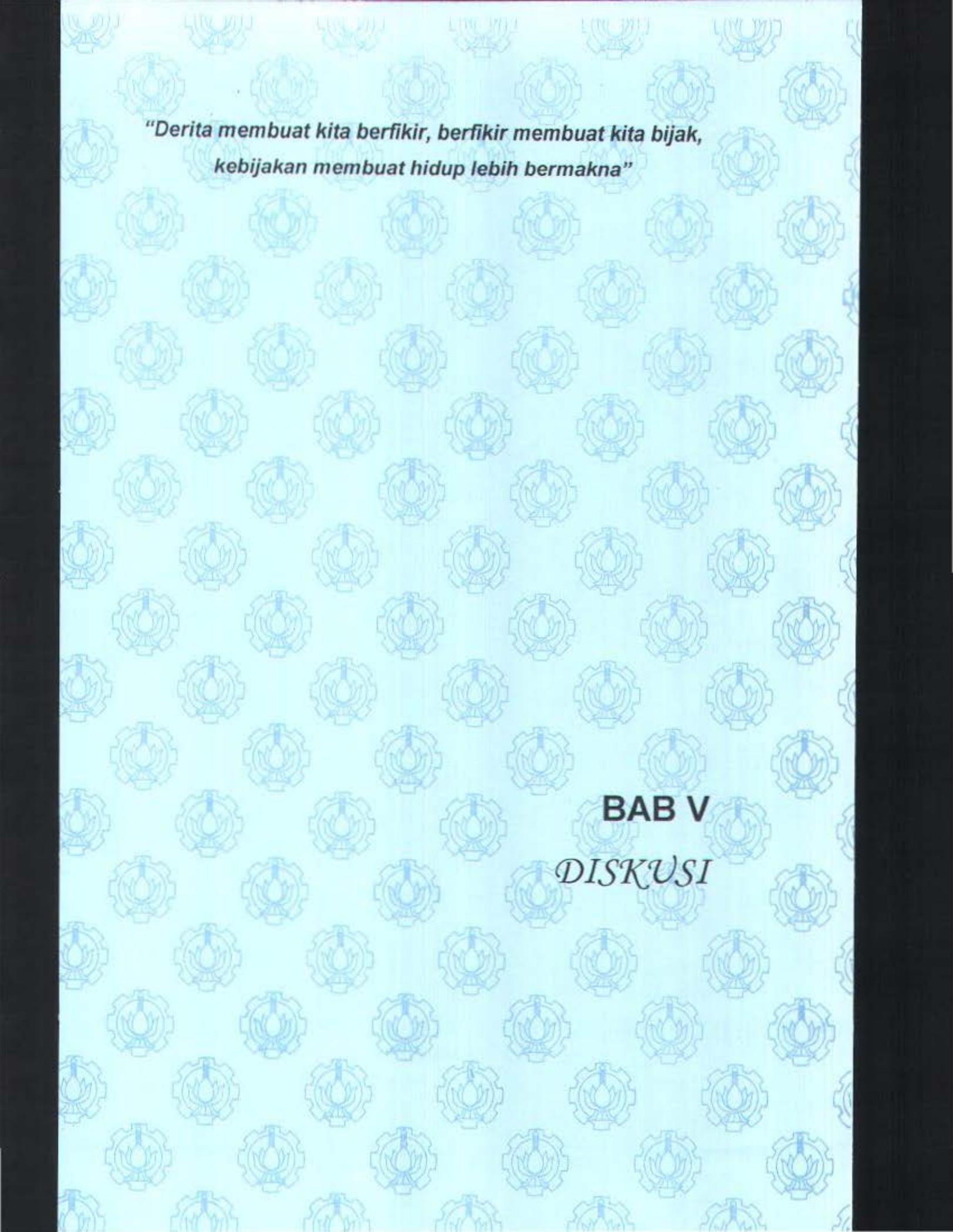
Dependent Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1	
AMPL	LIN	.033	238	8.17	.005	1.2933	-.0339
FREK	LIN	.017	238	4.15	.043	568.466	-1.7223
LOSSES	LIN	.014	238	3.33	.069	5.7E-05	-2.E-06





Gambar 4.20 Kurva regresi yang menunjukkan besarnya gradien kemiringan tingkat getaran dengan pemanasan awal bahan bakar pada titik uji di coupling flens

dari kurva tersebut dapat dilihat bahwa besarnya gradien (kemiringan) dari amplitudo getaran, frekuensi eksitasi, dan energy losses terhadap pemanasan awal bahan bakar berturut-turut adalah -0.0339 , -1.7223 , dan -0.000002 . Nilai negatif tersebut menunjukkan bahwa besarnya tingkat getaran dari mesin menurun terhadap penurunan pemanasan awal bahan bakarnya.



*"Derita membuat kita berfikir, berfikir membuat kita bijak,
kebijakan membuat hidup lebih bermakna"*

BAB V
DISKUSI

BAB V

DISKUSI

Dari perhitungan-perhitungan sebagaimana telah ditampilkan dalam tabel, serta analisa yang disampaikan di muka, maka ada beberapa hal yang dapat menjadi bahan diskusi, yaitu :

Pengaruh Mutu Penyalaan Bahan Bakar Terhadap Getaran Motor Diesel

Mutu penyalaan bahan bakar yang baik sangat mempengaruhi kinerja mesin, karena dengan mutu penyalaan yang baik akan memberikan mutu operasi yang lebih halus, tidak menimbulkan getaran, dan lain sebagainya. Mutu penyalaan didefinisikan sebagai kemampuan bahan bakar untuk menyala ketika diinjeksikan kedalam silinder¹⁾.

Mutu penyalaan bahan bakar didalam ruang bakar motor diesel salah satunya tergantung pada kualitas bahan bakar. Apabila terjadi peningkatan viskositas maka akan menyebabkan meningkatnya besar butir pengabutan serta meningkatnya penetrasi. Sehingga terjadi tetesan-tetesan bahan bakar yang tidak teratomisasi dengan baik dan tidak terbakar dalam waktu yang cukup singkat sehingga unjuk kerja motor diesel akan berubah²⁾. Karena injeksi bahan bakar dilakukan dalam jumlah tertentu, maka perbedaan berat jenis juga akan mempengaruhi daya yang dihasilkan suatu motor diesel yang disebabkan perbedaan massa bahan bakar yang diinjeksikan³⁾.

¹⁾ W, Aris Munandar, Motor Diesel Putaran Tinggi, 1997.

²⁾ La Pupung, Palawagau, 1984

³⁾ Ahadiat, Nur, 1994

Jelantah Methyl Ester yang diproduksi dalam penelitian ini mempunyai viskositas kinematis pada suhu kamar sebesar 7.5 cst (lebih tinggi 27.11% dari minyak solar). Perubahan viskositas bahan bakar berpengaruh juga terhadap pola penetrasi pengabutan (*penetration rate*), sudut pengabutan (*cone angle*), serta besar pengabutan (*drop size distribution*) dari bahan bakar. Sehingga viskositas harus memperhatikan batas maksimum yang ijin pada setiap motor diesel, sebab bahan bakar dengan viskositas yang terlalu tinggi pada temperatur rendah akan mengurangi debitnya yang menyebabkan tidak terpenuhinya jumlah bahan bakar yang seharusnya dikabutkan dalam ruang bakar⁸⁾.

Pengaruh Pemakaian Bahan Bakar JME Terhadap Getaran Motor Diesel

Getaran berhubungan dengan gerak osilasi benda dan gaya yang berhubungan dengan gerak itu. Semua benda yang mempunyai massa dan elastisitas mampu bergetar. Jadi kebanyakan mesin dan struktur rekayasa (*engineering*) mengalami getaran sampai derajat tertentu, dan rancangannya biasanya memerlukan pertimbangan sifat osilasinya^{**)}.

Besarnya amplitudo yang disyaratkan oleh Richart pada tataran aman adalah sebesar 0,02 - 0,025 *cm* untuk mesin putaran rendah (500 rpm), untuk mesin yang mempunyai putaran (1500 rpm) besarnya amplitudo pada tataran aman maksimal 0,004 - 0,006 *cm* untuk getaran vertikal dan 0,007 - 0,009 *cm* untuk getaran horizontalnya. Pada putaran 3000 rpm getaran vertical yang diijinkan adalah 0,002 - 0,003 *cm* dan untuk getaran horizontal sebesar 0,004 - 0,006 *cm*^{††)}. Pada penelitian

⁸⁾ Ahadiat, Nur, 1994

^{**)} William, T Thomson, 1995

^{††)} P. Srinivasulu, Machine Foundation, hal 7

ini getaran vertical yang terjadi kurang dari 0,00001 *cm* untuk putaran kerja mesin sebesar 2400 rpm sehingga bisa dikatakan jauh dibawah persyaratan aman.

Frekuensi natural dari mesin uji sebesar 602,794 *Hz* dan frekuensi eksitasi yang terjadi berada dibawah frekuensi naturalnya sehingga dengan penggunaan bahan bakar tersebut tidak terjadi resonansi karena frekuensi natural tidak pernah berimpit dengan frekuensi eksitasinya.

Hilangnya energi dari sistem yang bergetar menghasilkan peluruhan amplitudo getaran bebas. Dalam getaran paksa keadaan tunak, hilangnya energi diimbangi oleh energi yang diberikan oleh eksitasi (perangsang)^{††}. Dari penelitian ini energi yang didisipasi rata – rata dibawah 3×10^{-4} *Nm*, sehingga sangat kecil dan dapat dianggap tidak ada.

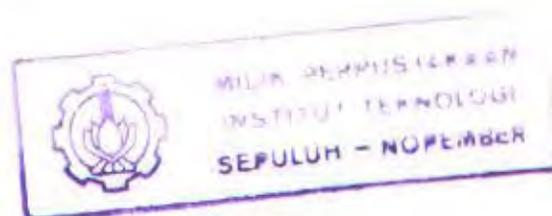
Regresi Sebagai Analisa Penelitian

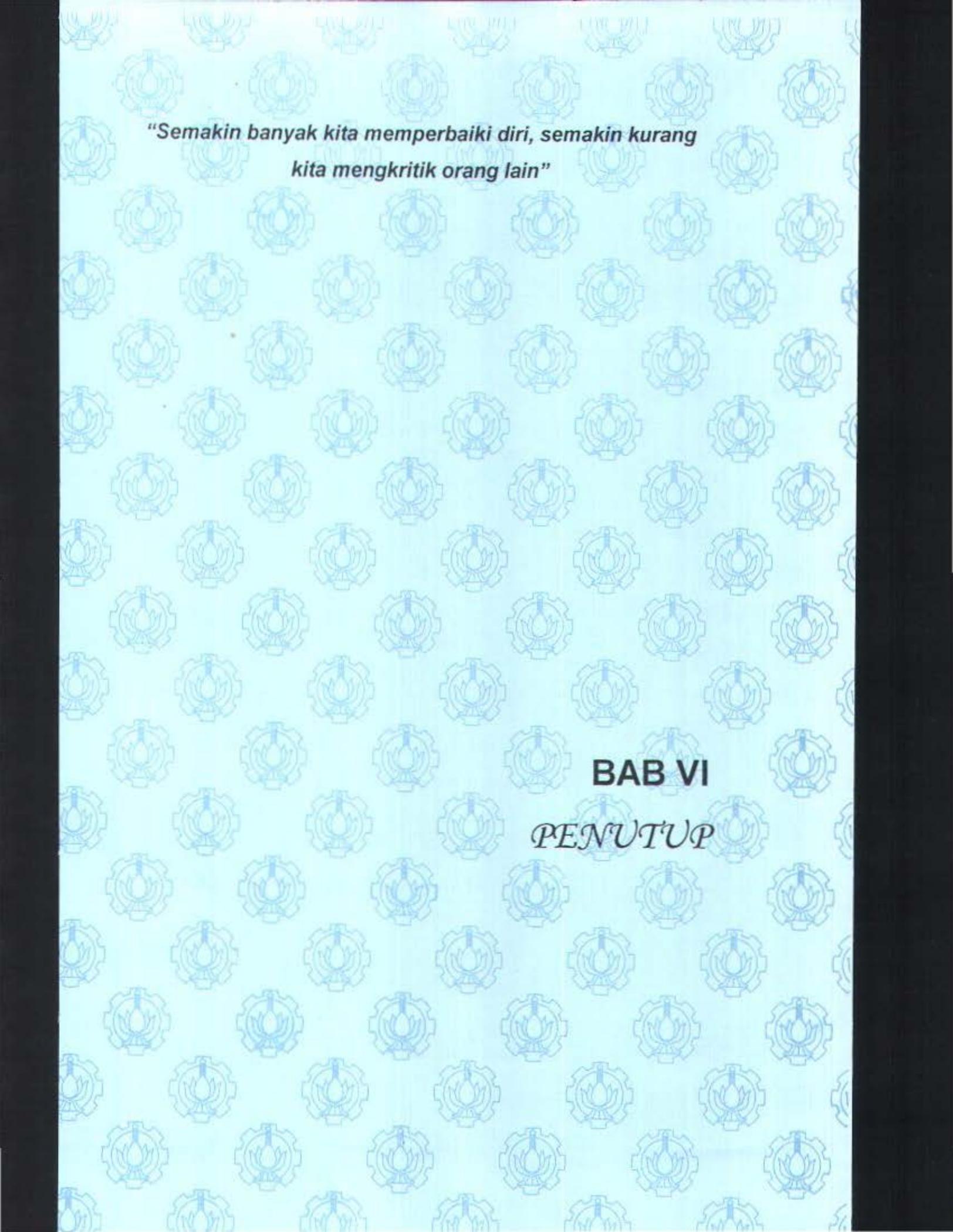
Regresi digunakan untuk mengetahui trend (kecenderungan) yang terjadi dari suatu penelitian. Didalam regresi terdapat korelasi yang menyatakan hubungan keterkaitan antara salah satu variabel dengan satu variabel yang lain, atau hubungan keterkaitan antara satu variabel dengan beberapa variabel yang lain secara bersama-sama. Korelasi dinyatakan dengan suatu nilai, yaitu dengan notasi antara -1 sampai 1. Nilai 1 menunjukkan bahwa hubungan antar variabel tersebut sangat kuat, sedangkan tanda minus menunjukkan bahwa hubungan antar variabel tersebut berkebalikan. Nilai 0 (nol) menunjukkan bahwa hubungan antar masing – masing variabel tersebut tidak pernah ada. Didalam analisa statistika, nilai korelasi haruslah diatas 0,9 dan dibawah -0,9 agar bisa dinyatakan bahwa antar variabel tersebut

^{††} William, T Thomson, 1995

memiliki keterkaitan, jika tidak dalam tersebut maka didalam analisa statistika dinyatakan tidak ada keterkaitan.

Dari penelitian yang telah dilakukan, sebagaimana terlihat dalam tabel (4.2, 4.3, 4.4, 4.5, dan 4.6), nilai *pearson correlation* dan *partial correlation* yang terjadi berada dibawah 0,9 dan diatas -0,9, sehingga dengan adanya penambahan kadar campuran bahan bakar dengan Jelantah Methyl Ester mencapai 30%, didalam analisa statistika dikatakan tidak berpengaruh terhadap peningkatan amplitudo getaran, frekuensi getaran, maupun energy losses.





***“Semakin banyak kita memperbaiki diri, semakin kurang
kita mengkritik orang lain”***

BAB VI
PENUTUP

BAB VI

PENUTUP

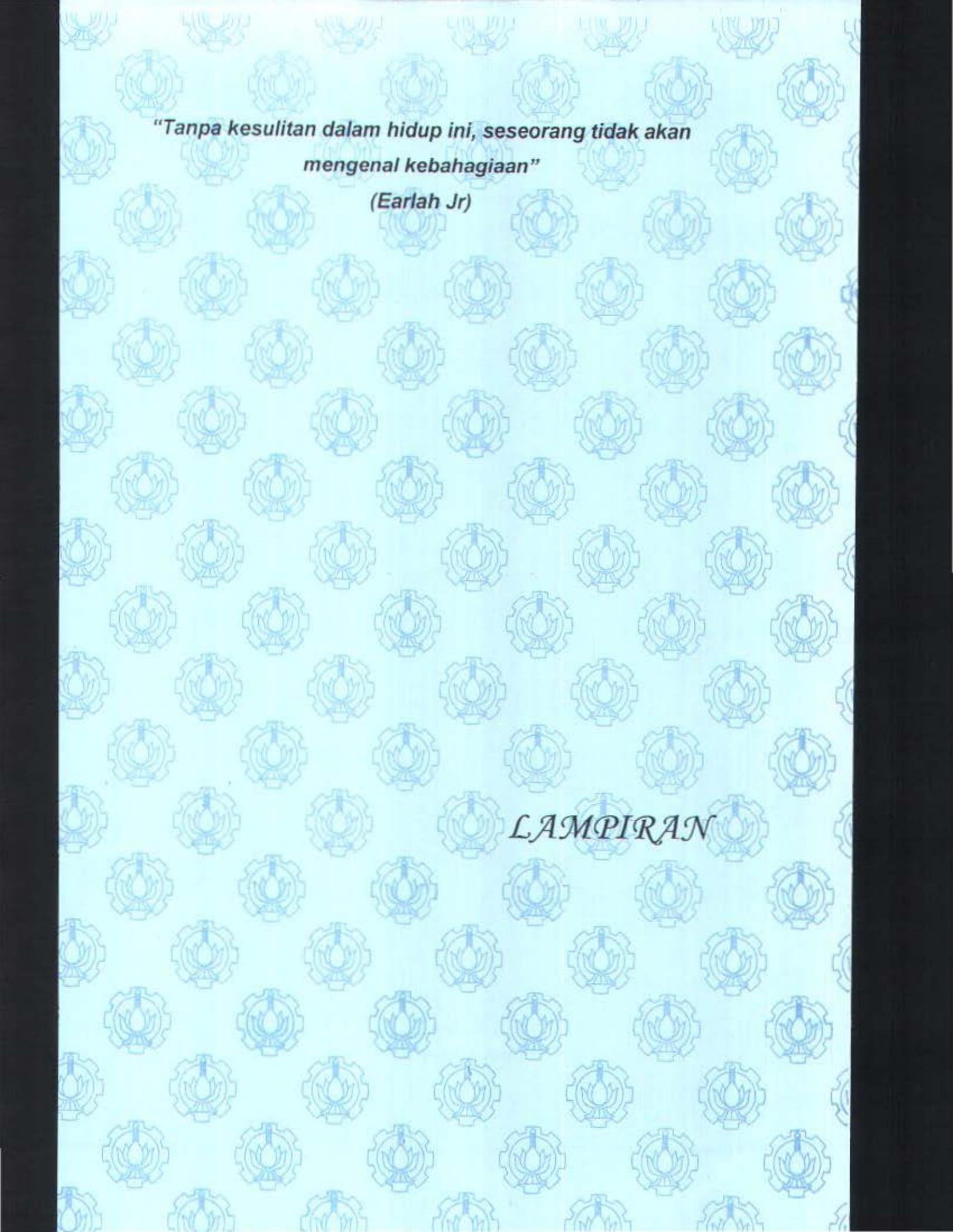
6.1 Kesimpulan

Dari penelitian Tugas Akhir yang telah dilaksanakan selama ini dapat diambil kesimpulan – kesimpulan sebagaimana berikut :

1. Jelantah Methyl Ester (JME) yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini mempunyai viskositas dan berat jenis yang menyerupai bahan bakar solar sebagai bahan bakar standarnya, dimana pada suhu kamar (30°C) viskositas kinematisnya $7,5\text{ cst}$ (lebih tinggi $27,11\%$ dari bahan bakar solar) dan berat jenis 800 kg/m^3 (lebih kecil $3,75\%$ dari minyak solar).
2. Dengan penggunaan solar sebagai bahan bakar standart motor diesel, amplitudo getaran maksimum yang terjadi pada putaran 1250 rpm sebesar $0,00832\text{ mm}$ (tanpa preheating dan beban 20 N), pada putaran 1300 rpm sebesar $0,0096\text{ mm}$ (preheating 40°C dan beban 25 N), dan pada putaran 1350 rpm sebesar $0,00945\text{ mm}$ (preheating 40°C dan beban 35 N). Frekuensi eksitasi pada kondisi tersebut berturut – turut adalah $599,34\text{ Hz}$, $599,05\text{ Hz}$, dan $597,47\text{ Hz}$.
3. Untuk bahan bakar JME 10% , amplitudo getaran maksimum yang terjadi pada putaran 1250 rpm sebesar $0,00865\text{ mm}$ (preheating 50°C dan beban 20 N), pada putaran 1300 rpm sebesar $0,0094\text{ mm}$ (preheating 40°C dan beban 30 N), dan pada putaran 1350 rpm sebesar $0,00916\text{ mm}$ (preheating 40°C dan beban 30 N). Frekuensi eksitasi pada kondisi tersebut berturut – turut adalah $596,137\text{ Hz}$, $598,21\text{ Hz}$, dan $599,66\text{ Hz}$.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ahadiat, Nur [1994], "*Pengaruh Kualitas Minyak Solar pada Proses Pembakaran*", Lembaran Publikasi Lemigas NO. 1.
2. Arismunandar, Wiranto & Tsuda, Koichi [1997], "*Motor Diesel Putaran Tinggi*", Pradnya Paramita.
3. Harjanto, Greg & Sunardjo [1986], "*Bahan Bakar dari Minyak Nabati untuk Motor Diesel*", Media Teknik Edisi No. 3
4. Kac, Aleks [2000], "*The Two-Stage of Adaptation of Mike Pelly's Biodiesel Recipe*", www.journeytoforever.org
5. La Puppung, Pallawagau [1984], "*Beberapa Minyak Nabati yang Memiliki Potensi Sebagai Bahan Bakar Alternatif untuk Motor Diesel*", Lembaga Publikasi Lemigas No. 4
6. Maleev, VL [1991], "*Operasi dan Pemeliharaan Mesin Diesel*", Erlangga.
7. National Biodiesel Board [1998], "*Biodiesel Production*"
8. Pelly, Mike [2000], "*Biodiesel from Used Kitchen Grease or Waste Vegetables Oil*", www.journeytoforever.org
9. Sudrajat, Setyo [1999], "*Dunia Minyak Memasuki Pasca 2000*", Lembaran Publikasi Lemigas Vol.32 No 2.
10. Zuhdi MF, Aguk [2001], "*Biodiesel Sebagai Alternatif Pengganti Bahan Bakar Fosil pada Motor Diesel*", Lembaga Penelitian ITS.
11. William T. Thomson [1995], "*Teori Getaran dan Penerapannya*", Erlangga.



*"Tanpa kesulitan dalam hidup ini, seseorang tidak akan
mengetahui kebahagiaan"*

(Earlham Jr)

LAMPIRAN

Tabel Hasil Perhitungan Getaran

00 %, tanpa preheating

Getaran	putaran RPM	gaya rem N	Mom. puntir Nm	Daya efektif Kw	Tek. Eff N/m ²	amp. Eksitasi µm	Gaya Eksitasi N	frek. Eksitasi Hz	Energi getaran Nm
atas in	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	5.133675781	12.53055681	597.190674	0.000143053
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	4.243858203	15.66319601	594.3007227	0.000148488
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	3.488560938	18.79583522	590.3543538	0.000147381
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	3.38456674	21.92847442	587.8030645	0.000167491
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	3.32455362	25.06111362	585.3156908	0.000188767
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	4.81235656	12.53055681	596.8146566	0.000134177
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	4.67165465	15.66319601	595.0835341	0.000163257
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	5.17465456	18.79583522	594.4363011	0.000217221
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	4.629132812	21.92847442	591.870822	0.000227619
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	4.684401172	25.06111362	590.4428687	0.000263832
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	5.782126562	12.53055681	597.8217074	0.000160965
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	5.152675781	15.66319601	595.8075737	0.000179864
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	4.886613672	18.79583522	593.9399764	0.000205288
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	4.412032105	21.92847442	591.3281131	0.000217126
1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	4.764550123	25.06111362	590.6527775	0.000268258	
as der d	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	1.79235464	12.53055681	586.601696	5.07808E-05
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	1.71542654	15.66319601	581.5557866	6.12415E-05
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	1.676551953	18.79583522	576.6077547	7.2398E-05
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	1.644522131	21.92847442	571.5132011	8.35389E-05
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	1.55146746	25.06111362	564.678435	9.1088E-05
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	1.431265433	12.53055681	582.4454418	4.08194E-05
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	1.880216542	15.66319601	583.4481182	6.69221E-05
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	1.833901953	18.79583522	578.9010256	7.89006E-05
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	1.980413456	21.92847442	576.9381094	9.97196E-05
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	1.850154135	25.06111362	571.0040402	0.0001075
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	2.487142188	12.53055681	591.1697391	6.99598E-05
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	2.380213542	15.66319601	587.5648792	8.41667E-05
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	2.22054316	18.79583522	583.1316986	9.48902E-05
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	2.22103514	21.92847442	579.79499	0.000111322
1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	2.038965234	25.06111362	574.0218248	0.00011789	
asi in an	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	6.661408203	12.53055681	598.4804219	0.000185253
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	6.546928125	15.66319601	597.302309	0.000228003
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	6.054654213	18.79583522	595.6583407	0.000253678
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	5.524649219	21.92847442	593.6550894	0.000270895
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	7.330005859	25.06111362	594.930376	0.000409947
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	6.232258594	12.53055681	598.1822345	0.000173399
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	7.089577734	15.66319601	597.7244502	0.00024674
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	7.905064063	18.79583522	597.3363319	0.000330344
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	7.928885547	21.92847442	596.4410825	0.0003871
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	7.274734766	25.06111362	594.8702315	0.000406894
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	8.256958984	12.53055681	599.3164195	0.000229329
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	9.051246221	15.66319601	598.8268504	0.000314475
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	8.691421549	18.79583522	597.8321812	0.000362926
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	8.021414062	21.92847442	595.5147524	0.000391573
1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	8.136867578	25.06111362	595.7147965	0.000454518	
asi Kiri	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	8.320734375	12.53055681	599.343152	0.000231091
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	5.730692969	15.66319601	596.5159767	0.00019982
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	5.14220625	18.79583522	594.3831881	0.000215876
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	4.33232165	21.92847442	591.1150651	0.000213277
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	4.434583984	25.06111362	589.7393753	0.000250039
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	6.843725391	12.53055681	598.5957435	0.00019029
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	5.691254302	15.66319601	596.4722402	0.000198459
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	5.74111875	18.79583522	595.2661732	0.000240688

Kiri	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	6.061636328	21.92847442	594.4703732	0.000296847
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	5.322413281	25.06111362	591.9370488	0.000299064
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	6.460646484	12.53055681	598.3458756	0.000179708
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	6.440125479	15.66319601	597.2108065	0.000224315
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	5.801241397	18.79583522	595.3446798	0.000243179
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	6.084523418	21.92847442	594.5019017	0.000297954
	1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	6.828102344	25.06111362	594.0915193	0.000371177
Kiri	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	1.125648652	12.53055681	576.7968043	3.23958E-05
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	1.313196875	15.66319601	574.8935619	4.73874E-05
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	1.201617578	18.79583522	565.9236739	5.28022E-05
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	1.028044141	21.92847442	551.9055203	5.39556E-05
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	1.139632422	25.06111362	550.2552718	6.8549E-05
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	1.237860156	12.53055681	579.2015517	3.54875E-05
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	0.910120215	15.66319601	562.0945369	3.35397E-05
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	0.832051312	18.79583522	548.7532132	3.76323E-05
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	0.601546212	21.92847442	512.7747165	3.38354E-05
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	0.752015432	25.06111362	521.1100467	4.76105E-05
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	1.293456812	12.53055681	580.2353642	3.70198E-05
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	1.399039453	15.66319601	576.6443697	5.03423E-05
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	1.120255086	18.79583522	583.1518025	4.94533E-05
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	0.916087352	21.92847442	545.3607934	4.86208E-05
	1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	0.830507941	25.06111362	529.369736	5.18057E-05

0 %, JME 10 %, tanpa preheating

putaran	gaya rem	Mom. Puntir	Daya efektif	Tek. Efektif	amp. Eksitasi	Gaya Eksitasi	frek. Eksitasi	Energi getaran
RPM	N	Nm	Kw	N/m ²	µm	N	Hz	Nm
1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	4.947642188	12.53055681	596.9789537	0.000137914
1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	4.17432344	15.66319601	594.1582129	0.000146087
1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	3.35456672	18.79583522	589.8520107	0.000141832
1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	3.23456624	21.92847442	587.0985761	0.000160246
1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	3.07523674	25.06111362	583.8757391	0.000175011
1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	5.850765213	12.53055681	597.8802819	0.000162861
1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	6.132154655	15.66319601	596.9290197	0.000213682
1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	5.44413254	18.79583522	594.8527683	0.000228384
1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	4.51215465	21.92847442	591.5849505	0.000221966
1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	4.835153	25.06111362	590.8318611	0.000272156
1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	7.319498	12.53055681	598.8695391	0.000203432
1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	6.256092	15.66319601	597.0457717	0.000217961
1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	5.918492	18.79583522	595.4931657	0.000248037
1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	4.690156	21.92847442	592.0142389	0.000230568
1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	4.807499	25.06111362	590.7623501	0.000270629
1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	2.04561875	12.53055681	588.6306165	5.77707E-05
1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	1.67454632	15.66319601	581.0275925	5.98327E-05
1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	1.57653216	18.79583522	574.9061765	6.82666E-05
1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	1.54621215	21.92847442	569.4662249	7.88083E-05
1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	1.41564464	25.06111362	560.8852898	8.3639E-05
1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	1.547807	12.53055681	584.0022759	4.40337E-05
1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	1.794513	15.66319601	582.508101	6.39675E-05
1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	1.631541	18.79583522	575.8684453	7.05386E-05
1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	2.041216	21.92847442	577.7250164	0.000102651
1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	2.140154	25.06111362	575.4146167	0.000123461
1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	2.071204	12.53055681	588.807655	5.8477E-05
1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	2.524103	15.66319601	588.4436371	8.91309E-05
1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	2.150485	18.79583522	582.4799738	9.1992E-05
1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	1.80338	21.92847442	574.3371423	9.11885E-05
1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	1.82504	25.06111362	566.4595305	9.51272E-05
1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	6.752914	12.53055681	598.5390835	0.000187781
1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	5.802066	15.66319601	596.5936082	0.000202285
1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	5.524645	18.79583522	594.9692621	0.00023172
1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	5.5246587	21.92847442	593.6551052	0.000270895

Kiri	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	7.037132	25.06111362	594.6008433	0.00039377	
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	7.141186	12.53055681	598.7712136	0.000198507	
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	7.350994	15.66319601	597.9054771	0.000255766	
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	6.921035	18.79583522	596.5562841	0.000289573	
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	6.902739	21.92847442	595.4908582	0.0003375	
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	5.988111	25.06111362	593.153853	0.000335829	
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	6.832156	12.53055681	598.5886091	0.00018997	
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	7.458672	15.66319601	597.9763377	0.000259484	
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	7.026701	18.79583522	596.6505712	0.000293951	
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	6.506989	21.92847442	595.0437845	0.000318372	
1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	8.099815	25.06111362	595.6820419	0.00045246		
Kiri	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	4.142805	12.53055681	595.8426262	0.000115684	
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	4.0465186	15.66319601	593.8834097	0.000141675	
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	3.893859	18.79583522	591.6613663	0.000164167	
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	4.156213	21.92847442	590.6150931	0.000204768	
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	4.124568	25.06111362	588.7464374	0.000232923	
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	4.704475	12.53055681	596.6768333	0.000131197	
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	5.210123	15.66319601	595.8850551	0.000181847	
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	4.509937	18.79583522	593.1944804	0.000189685	
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	4.530935	21.92847442	591.6318501	0.000222874	
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	4.969628	25.06111362	591.1587402	0.000279582	
Kiri	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	5.65909	12.53055681	597.7131394	0.000157566	
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	5.095617	15.66319601	595.7288765	0.000177894	
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	5.165062	18.79583522	594.4206695	0.000216823	
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	5.451876	21.92847442	593.5321465	0.000267378	
	1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	5.536072	25.06111362	592.3597597	0.000310863	
	Kiri	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	1.334132546	12.53055681	580.9360961	3.81411E-05
		1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	1.577357215	15.66319601	579.6597097	5.64838E-05
		1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	1.261354684	18.79583522	567.7238609	5.52631E-05
		1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	1.310334231	21.92847442	563.2573347	6.74732E-05
		1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	1.372316546	25.06111362	559.5109848	8.12654E-05
1300		20	7.18	0.976958667	1021.0688	1.088136	12.53055681	575.8796381	3.13626E-05	
1300		25	8.975	1.221198333	1276.3361	1.042349	15.66319601	567.4192512	3.80757E-05	
1300		30	10.77	1.465438	1531.6033	0.941213	18.79583522	555.2905511	4.20996E-05	
1300		35	12.565	1.709677667	1786.8705	0.691388	21.92847442	525.3449095	3.80092E-05	
1300		40	14.36	1.953917333	2042.1377	0.650379	25.06111362	507.1578168	4.22463E-05	
Kiri	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	1.568787	12.53055681	584.2575748	4.46124E-05	
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	1.550603	15.66319601	579.2524375	5.55621E-05	
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	1.5587852	18.79583522	574.5808752	6.75337E-05	
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	1.444809	21.92847442	567.0535616	7.39323E-05	
	1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	1.4604867	25.06111362	562.2185273	8.6097E-05	

0 %, JME 20 %, tanpa preheating

putaran	putaran RPM	gaya rem N	Mom. Puntir Nm	Daya efektif Kw	Tek. Efektif N/m ²	amp. Eksitasi μ m	Gaya Eksitasi N	frek. Eksitasi Hz	Energi getaran Nm
Kiri	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	5.917563	12.53055681	597.9359756	0.000164706
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	5.323418	15.66319601	596.0329318	0.000185759
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	4.817036	18.79583522	593.8111184	0.000202406
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	4.507114	21.92847442	591.5722955	0.000221723
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	4.106298	25.06111362	588.6831862	0.000231914
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	6.184548	12.53055681	598.1465175	0.000172081
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	5.08121213	15.66319601	595.7087277	0.000177396
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	4.569965	18.79583522	593.3215823	0.000192171
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	4.397368	21.92847442	591.2895047	0.00021642
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	5.0612145	25.06111362	591.3713261	0.00028464
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	5.816519	12.53055681	597.8512306	0.000161915
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	5.915741	15.66319601	596.7133635	0.000206209
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	5.602131	18.79583522	595.0781943	0.00023493
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	5.312021	21.92847442	593.2863421	0.000260619
	1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	5.069763	25.06111362	591.3907727	0.000285112

as der d	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	2.346012	12.53055681	590.4631446	6.60633E-05
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	2.014165	15.66319601	584.7545609	7.15408E-05
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	1.8646546	18.79583522	579.3030736	8.01719E-05
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	1.447687	21.92847442	567.1268483	7.40706E-05
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	1.248762	25.06111362	555.0450065	7.45056E-05
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	1.559239	12.53055681	584.1422539	4.43491E-05
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	1.55828	15.66319601	579.3707626	5.58265E-05
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	1.744213	18.79583522	577.6457036	7.51937E-05
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	1.830125	21.92847442	574.763151	9.2477E-05
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	2.054165	25.06111362	574.2400197	0.000118727
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	2.410913	12.53055681	590.7984629	6.78551E-05
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	2.808584	15.66319601	589.9130903	9.89471E-05
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	2.630125	18.79583522	586.2370347	0.000111839
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	2.781023	21.92847442	584.4988868	0.000138346
	1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	2.584127	25.06111362	580.2105642	0.000147926
asi in an	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	6.240813	12.53055681	598.1885805	0.000173635
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	6.476368	15.66319601	597.242197	0.000225566
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	6.965237	18.79583522	596.596076	0.000291404
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	7.321564	21.92847442	595.9110531	0.000357744
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	8.542047	25.06111362	596.052496	0.0004769
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	8.124341	12.53055681	599.2594828	0.000225665
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	7.810213	15.66319601	598.1940246	0.000271622
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	7.411305	18.79583522	596.9709442	0.000309886
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	6.992302	21.92847442	595.5849712	0.000341829
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	6.914652	25.06111362	594.4546961	0.000387005
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	8.892081	12.53055681	599.5654892	0.000246874
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	7.821687	15.66319601	598.2007987	0.000272018
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	7.702184	18.79583522	597.1918949	0.000321938
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	7.054869	21.92847442	595.6492904	0.000344854
	1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	8.657461	25.06111362	596.1428719	0.000483276
asi Kiri	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	5.165168	12.53055681	597.224998	0.000143923
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	4.722593	15.66319601	595.1672347	0.000165015
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	5.155632	18.79583522	594.4052457	0.000216433
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	5.11932	21.92847442	592.9254715	0.000251306
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	5.964215	25.06111362	593.1149133	0.000334509
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	6.446866	12.53055681	598.3363318	0.000179327
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	6.504019	15.66319601	597.2659097	0.000226521
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	6.350215	18.79583522	595.9923627	0.000265923
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	5.366339	21.92847442	593.3833434	0.000263244
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	6.350152	25.06111362	593.7076843	0.000355825
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	5.966237	12.53055681	597.9757697	0.00016605
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	5.337703	15.66319601	596.0511289	0.000186252
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	5.020187	18.79583522	594.1772709	0.000210822
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	5.121248	21.92847442	592.9292177	0.0002514
	1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	6.227456	25.06111362	593.527261	0.000349048
sing ng is	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	1.281723645	12.53055681	580.0248035	3.66964E-05
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	1.423838645	15.66319601	577.1099635	5.11961E-05
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	1.114551321	18.79583522	582.9417513	4.92187E-05
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	1.047114452	21.92847442	552.874195	5.48663E-05
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	1.213069232	25.06111362	553.5776862	7.25557E-05
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	1.011206	12.53055681	573.7803732	2.92447E-05
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	1.181012	15.66319601	571.6860583	4.28403E-05
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	1.091021	18.79583522	562.051116	4.82509E-05
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	0.938408	21.92847442	546.7968263	4.96826E-05
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	0.735263	25.06111362	519.0991886	4.67202E-05
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	1.251078	12.53055681	579.4558324	3.58517E-05
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	1.385687	15.66319601	576.3866197	4.98826E-05
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	1.443027	18.79583522	572.2573688	6.27552E-05
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	1.344679	21.92847442	564.3016279	6.91219E-05
	1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	1.358982	25.06111362	559.069682	8.05352E-05

0 %, JME 30 %, tanpa preheating

as der ad	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	2.346012	12.53055681	590.4631446	6.60633E-05
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	2.014165	15.66319601	584.7545609	7.15408E-05
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	1.8646546	18.79583522	579.3030736	8.01719E-05
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	1.447687	21.92847442	567.1268483	7.40706E-05
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	1.248762	25.06111362	555.0450065	7.45056E-05
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	1.559239	12.53055681	584.1422539	4.43491E-05
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	1.55828	15.66319601	579.3707626	5.58265E-05
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	1.744213	18.79583522	577.6457036	7.51937E-05
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	1.830125	21.92847442	574.763151	9.2477E-05
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	2.054165	25.06111362	574.2400197	0.000118727
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	2.410913	12.53055681	590.7984629	6.78551E-05
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	2.808584	15.66319601	589.9130903	9.89471E-05
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	2.630125	18.79583522	586.2370347	0.000111839
1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	2.781023	21.92847442	584.4988868	0.000138346	
1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	2.584127	25.06111362	580.2105642	0.000147926	
asi in an	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	6.240813	12.53055681	598.1885805	0.000173635
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	6.476368	15.66319601	597.242197	0.000225566
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	6.965237	18.79583522	596.596076	0.000291404
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	7.321564	21.92847442	595.9110531	0.000357744
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	8.542047	25.06111362	596.052496	0.0004769
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	8.124341	12.53055681	599.2594828	0.000225665
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	7.810213	15.66319601	598.1940246	0.000271622
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	7.411305	18.79583522	596.9709442	0.000309886
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	8.992302	21.92847442	595.5849712	0.000341829
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	8.914652	25.06111362	594.4546961	0.000387005
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	8.892081	12.53055681	599.5654892	0.000246874
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	7.821687	15.66319601	598.2007987	0.000272018
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	7.702184	18.79583522	597.1918949	0.000321938
1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	7.054869	21.92847442	595.6492904	0.000344854	
1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	8.657461	25.06111362	596.1428719	0.000483276	
asi Kiri	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	5.165168	12.53055681	597.224998	0.000143923
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	4.722593	15.66319601	595.1672347	0.000165015
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	5.155632	18.79583522	594.4052457	0.000216433
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	5.11932	21.92847442	592.9254715	0.000251306
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	5.964215	25.06111362	593.1149133	0.000334509
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	6.446866	12.53055681	598.3363318	0.000179327
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	6.504019	15.66319601	597.2659097	0.000226521
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	6.350215	18.79583522	595.9923627	0.000265923
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	5.366339	21.92847442	593.3833434	0.000263244
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	6.350152	25.06111362	593.7076843	0.000355825
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	5.966237	12.53055681	597.9757697	0.00016605
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	5.337703	15.66319601	596.0511289	0.000186252
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	5.020187	18.79583522	594.1772709	0.000210822
1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	5.121248	21.92847442	592.9292177	0.0002514	
1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	6.227456	25.06111362	593.527261	0.000349048	
sing ing es	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	1.281723645	12.53055681	580.0248035	3.66964E-05
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	1.423838645	15.66319601	577.1099635	5.11961E-05
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	1.114551321	18.79583522	562.9417513	4.92187E-05
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	1.047114452	21.92847442	552.874195	5.48663E-05
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	1.213069232	25.06111362	553.5776862	7.25557E-05
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	1.011206	12.53055681	573.7803732	2.92447E-05
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	1.181012	15.66319601	571.6860583	4.28403E-05
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	1.091021	18.79583522	562.051116	4.82509E-05
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	0.938408	21.92847442	546.7969263	4.96826E-05
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	0.735263	25.06111362	519.0991886	4.67202E-05
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	1.251078	12.53055681	579.4558324	3.58517E-05
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	1.385687	15.66319601	576.3866197	4.98826E-05
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	1.443027	18.79583522	572.2573688	6.27552E-05
1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	1.344679	21.92847442	564.3016279	6.91219E-05	
1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	1.358982	25.06111362	559.069682	8.05352E-05	

0 %, JME 30 %, tanpa preheating

Aras	putaran RPM	gaya rem N	Mom. Puntir Nm	Daya efektif Kw	Tek. Effektiv N/m ²	amp. Eksitasi μ m	Gaya Eksitasi N	frek. Eksitasi Hz	Energi getaran Nm
Atas	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	5.72562775	12.53055681	597.7724344	0.000159404
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	4.6672477	15.66319601	595.0762063	0.000163105
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	4.0265274	18.79583522	592.0315119	0.000169661
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	3.7476357	21.92847442	589.2720796	0.000185029
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	3.65673872	25.06111362	586.9249642	0.000207099
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	5.41213054	12.53055681	597.4802572	0.000150744
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	5.6105422	15.66319601	596.3808051	0.000195672
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	4.7212054	18.79583522	593.6273735	0.000198436
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	4.402150781	21.92847442	591.3021256	0.000216651
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	4.72140252	25.06111362	590.5406695	0.000265875
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	7.327149219	12.53055681	598.8736507	0.000203644
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	5.771666016	15.66319601	596.5607785	0.000201235
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	5.31023215	18.79583522	594.6511505	0.000222837
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	5.62102157	21.92847442	593.8129641	0.000275552
1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	5.84105498	25.06111362	592.9091228	0.000327707	
Tas	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	2.252559375	12.53055681	589.945995	6.34833E-05
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	1.884565221	15.66319601	583.493498	6.70721E-05
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	1.809107813	18.79583522	578.5667116	7.78758E-05
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	1.764556446	21.92847442	573.6951643	8.93185E-05
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	1.523945703	25.06111362	563.9664015	8.95777E-05
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	1.608817578	12.53055681	584.7259312	4.57168E-05
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	2.021654621	15.66319601	584.8224192	7.17991E-05
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	1.701344922	18.79583522	576.9978914	7.34224E-05
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	2.081215548	21.92847442	578.2170727	0.000104579
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	2.239218359	25.06111362	576.6533893	0.000128918
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	2.702759766	12.53055681	592.1054767	7.59134E-05
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	3.196733203	15.66319601	591.4920817	0.000112343
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	3.085133594	18.79583522	588.7082273	0.000130676
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	3.195758594	21.92847442	586.9053972	0.000158372
1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	2.822840625	25.06111362	582.15426	0.000161089	
Tasi	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	6.445011328	12.53055681	598.3350442	0.000179276
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	6.7232165	15.66319601	597.4469549	0.00023409
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	6.27132135	18.79583522	595.9063009	0.000262654
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	6.08212354	21.92847442	594.4986069	0.000297838
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	8.129075781	25.06111362	595.7079705	0.000454087
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	6.908372656	12.53055681	598.6351682	0.000192075
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	8.201235461	15.66319601	598.4141557	0.000285124
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	8.620115432	18.79583522	597.7909635	0.000359971
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	7.819127734	21.92847442	596.3514219	0.000381795
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	8.101265212	25.06111362	595.6834993	0.000452551
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	8.215032031	12.53055681	599.2986183	0.000228171
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	8.321548768	15.66319601	598.4777106	0.000289278
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	8.541237596	18.79583522	597.744564	0.000356703
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	8.872105469	21.92847442	597.1197099	0.000432693
1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	8.347608984	25.06111362	595.8945554	0.000466159	
Tasi Kiri	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	6.657542188	12.53055681	598.4779078	0.000185147
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	4.864717969	15.66319601	595.3914448	0.000169922
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	4.801467188	18.79583522	593.3869469	0.000193476
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	5.006792188	21.92847442	592.7017841	0.000245868
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	5.193742969	25.06111362	591.6655442	0.000291958
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	8.784301953	12.53055681	599.5257668	0.000243896
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	6.901707812	15.66319601	597.5858469	0.000240253
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	5.072616797	18.79583522	594.2669729	0.000212994
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	5.216576562	21.92847442	593.1109634	0.000256006
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	5.841245012	25.06111362	592.909447	0.000327717
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	7.530276953	12.53055681	598.9797429	0.000209255
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	7.981316406	15.66319601	598.2930136	0.00027753
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	7.304576894	18.79583522	596.8854392	0.000305464
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	6.771087891	21.92847442	595.347971	0.000331137
1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	5.644825391	25.06111362	592.5625254	0.000316869	

	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	0.956542132	12.53055681	572.077864	2.77405E-05
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	1.081215465	15.66319601	568.7290012	3.94105E-05
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	0.882128125	18.79583522	551.9626931	3.96797E-05
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	0.888603125	21.92847442	543.501714	4.73242E-05
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	0.990857813	25.06111362	541.9270693	6.04595E-05
ting ng ns	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	1.090992188	12.53055681	575.9517416	3.14413E-05
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	1.021372266	15.66319601	566.669586	3.73555E-05
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	1.021546212	18.79583522	559.1723994	4.53959E-05
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	0.785809766	21.92847442	535.2438256	4.24469E-05
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	0.941021543	25.06111362	538.5117747	5.77608E-05
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	1.155845703	12.53055681	577.4908874	3.32276E-05
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	1.315117188	15.66319601	574.935289	4.74535E-05
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	1.338470051	18.79583522	569.8030232	5.8442E-05
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	1.080772431	21.92847442	554.4966339	5.64746E-05
	1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	1.032465501	25.06111362	544.5115616	6.27174E-05

00 %, preheating 40 C

putaran	putaran RPM	gaya rem N	Mom. Puntir Nm	Daya efektif Kw	Tek. Efektif N/m ²	amp. Eksitasi μm	Gaya Eksitasi N	frek. Eksitasi Hz	Energi getaran Nm
Atas in	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	4.147529688	12.53055681	595.8505913	0.000115814
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	3.483792188	15.66319601	592.4315078	0.000122251
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	3.219595313	18.79583522	589.3032436	0.000136243
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	3.995932031	21.92847442	590.1213343	0.000197024
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	3.148096484	25.06111362	584.3205127	0.00017903
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	4.0674125	12.53055681	595.7130084	0.000113601
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	4.082669922	15.66319601	593.9628996	0.000142923
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	4.27124563	18.79583522	592.65343	0.000179798
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	3.799380469	21.92847442	589.4583242	0.000187529
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	4.636735156	25.06111362	590.3145543	0.0002612
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	5.516042188	12.53055681	597.5807979	0.000153615
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	4.807528125	15.66319601	595.3028287	0.000167948
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	5.189833203	18.79583522	594.4610783	0.000217854
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	4.045513769	21.92847442	590.2782992	0.00019942
	1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	4.628178516	25.06111362	590.2912374	0.000260728
	as der d	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	1.86024573	12.53055681	585.2939886
1250		25	8.975	1.174229167	1276.3361	1.706129297	15.66319601	581.4379266	6.09211E-05
1250		30	10.77	1.409075	1531.6033	1.57128643	18.79583522	574.8108065	6.805E-05
1250		35	12.565	1.643920833	1786.8705	1.713106401	21.92847442	572.7983634	8.68407E-05
1250		40	14.36	1.878766667	2042.1377	1.488666016	25.06111362	563.013747	8.76423E-05
1300		20	7.18	0.976958667	1021.0688	1.7423518	12.53055681	586.1303934	4.9401E-05
1300		25	8.975	1.221198333	1276.3361	1.800539063	15.66319601	582.5771727	6.41753E-05
1300		30	10.77	1.465438	1531.6033	1.917846875	18.79583522	579.9674382	8.2371E-05
1300		35	12.565	1.709677667	1786.8705	2.45637812	21.92847442	582.0378839	0.000122677
1300		40	14.36	1.953917333	2042.1377	1.895872656	25.06111362	571.7914492	0.000110015
1350		20	7.18	1.014534	1021.0688	2.871564789	12.53055681	591.9795284	7.5052E-05
1350		25	8.975	1.2681675	1276.3361	2.702716406	15.66319601	589.4027983	9.52939E-05
1350		30	10.77	1.521801	1531.6033	2.685550391	18.79583522	586.5834703	0.000114133
1350		35	12.565	1.7754345	1786.8705	2.755184766	21.92847442	584.3246016	0.000137099
1350		40	14.36	2.029068	2042.1377	2.034565875	25.06111362	573.9580473	0.000117648
asi in an		1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	7.365251172	12.53055681	598.8939984
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	6.649005469	15.66319601	597.3870033	0.000231527
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	6.871283203	18.79583522	596.5108806	0.000287511
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	6.947499219	21.92847442	595.5381975	0.000339664
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	7.05215468	25.06111362	594.618417	0.0003946
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	8.404563822	12.53055681	599.3776715	0.000233406
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	9.59781215	15.66319601	599.0534829	0.000333348
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	8.708561549	18.79583522	597.8419878	0.000363636
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	8.071883594	21.92847442	596.5542199	0.000394012
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	7.624861586	25.06111362	595.2364026	0.000426235
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	8.553467578	12.53055681	599.4373146	0.00023752

	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	8.719459375	15.66319601	598.6753692	0.000303018
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	9.285942578	18.79583522	598.1511002	0.00038756
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	9.454782139	21.92847442	597.4709726	0.00046086
	1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	7.76093754	25.06111362	595.3697428	0.000433751
Kiri	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	5.132451134	12.53055681	597.1893307	0.000143019
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	5.590495703	15.66319601	596.3576838	0.00019498
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	5.532287461	18.79583522	594.9801427	0.000232036
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	5.604110378	21.92847442	593.7856564	0.000274735
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	4.334038972	25.06111362	589.4330864	0.000244488
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	5.158436328	12.53055681	597.2176964	0.000143737
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	5.645221557	15.66319601	596.4204139	0.000196869
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	5.035446484	18.79583522	594.2035724	0.000211454
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	5.209924609	21.92847442	593.0984989	0.000255685
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	5.481669141	25.06111362	592.255282	0.000307859
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	6.862154822	12.53055681	598.6070586	0.000190799
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	7.332154548	15.66319601	597.8928644	0.000255115
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	7.050544987	18.79583522	596.6714546	0.000294939
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	5.431116016	21.92847442	593.4964659	0.000266375
	1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	5.108860156	25.06111362	591.4788756	0.000287271
	Kiri	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	0.884995703	12.53055681	569.5222666
1250		25	8.975	1.174229167	1276.3361	0.811563672	15.66319601	556.9494739	3.01661E-05
1250		30	10.77	1.409075	1531.6033	0.93241566	18.79583522	554.8229866	4.17391E-05
1250		35	12.565	1.643920833	1786.8705	0.942463024	21.92847442	547.0501373	4.98756E-05
1250		40	14.36	1.878766667	2042.1377	1.09670625	25.06111362	548.0964372	6.62107E-05
1300		20	7.18	0.976958667	1021.0688	1.220697656	12.53055681	578.8629947	3.50145E-05
1300		25	8.975	1.221198333	1276.3361	1.144561975	15.66319601	570.6675199	4.15872E-05
1300		30	10.77	1.465438	1531.6033	1.046157422	18.79583522	560.2376302	4.64069E-05
1300		35	12.565	1.709677667	1786.8705	0.848759375	21.92847442	540.543709	4.54244E-05
1300		40	14.36	1.953917333	2042.1377	0.637040625	25.06111362	504.9618227	4.15503E-05
1350		20	7.18	1.014534	1021.0688	1.345626563	12.53055681	581.1262839	3.8458E-05
1350		25	8.975	1.2681675	1276.3361	1.351347266	15.66319601	575.6997829	4.87004E-05
1350		30	10.77	1.521801	1531.6033	1.221054518	18.79583522	566.5293792	5.36028E-05
1350		35	12.565	1.7754345	1786.8705	1.260211463	21.92847442	561.6272756	6.50683E-05
1350		40	14.36	2.029068	2042.1377	1.105296094	25.06111362	548.5425518	6.66783E-05

0 %, JME 10 %, preheating 40 C

putaran	gaya rem	Mom. Puntir	Daya efektif	Tek. Efektif	amp. Eksitasi	Gaya Eksitasi	frek. Eksitasi	Energi getaran	
RPM	N	Nm	Kw	N/m ²	µm	N	Hz	Nm	
1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	4.8245628	12.53055681	596.8298605	0.000134514	
1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	3.7823468	15.66319601	593.2560515	0.000132556	
1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	3.573141797	18.79583522	590.6518479	0.000150884	
1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	4.576702734	21.92847442	591.7445174	0.000225085	
1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	4.107457813	25.06111362	588.6872185	0.000231978	
1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	4.4899125	12.53055681	596.3829287	0.000125271	
1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	4.102712891	15.66319601	594.0063622	0.000143615	
1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	3.875762891	18.79583522	591.6088953	0.000163417	
1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	4.071157643	21.92847442	590.3579661	0.000200659	
1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	4.753082031	25.06111362	590.6231812	0.000267625	
1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	4.838930078	12.53055681	596.8476573	0.000134911	
1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	4.6682375	15.66319601	595.0778533	0.000163139	
1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	5.477820436	18.79583522	594.9019309	0.00022978	
1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	4.445082812	21.92847442	591.4141875	0.000218725	
1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	4.652998437	25.06111362	590.3586328	0.000262098	
Kiri	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	1.783370703	12.53055681	586.5189928	5.05329E-05
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	1.766199609	15.66319601	582.1771447	6.29916E-05
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	1.75436127	18.79583522	577.7943249	7.56131E-05
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	1.820246132	21.92847442	574.6072898	9.20011E-05
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	1.561164453	25.06111362	564.9231239	9.16202E-05
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	1.846294922	12.53055681	587.0810995	5.22694E-05
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	1.833907031	15.66319601	582.951284	6.53256E-05
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	1.830084766	18.79583522	578.8501587	7.87429E-05



as der d	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	1.590721094	21.92847442	570.4252334	8.09496E-05
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	1.703242578	25.06111362	568.1786926	9.94234E-05
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	2.501473438	12.53055681	591.2369879	7.03555E-05
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	2.605684917	15.66319601	588.8982441	9.19458E-05
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	2.736081641	18.79583522	586.8869157	0.000116225
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	2.930849841	21.92847442	585.4480199	0.00014558
	1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	2.47580846	25.06111362	579.2024088	0.000141955
asi in an	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	6.89219375	12.53055681	598.6253712	0.000191628
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	6.291568143	15.66319601	597.0783403	0.000219186
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	6.513546841	18.79583522	596.1638716	0.00027269
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	7.059007812	21.92847442	595.6535047	0.000345054
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	5.917700781	25.06111362	593.0382068	0.00033194
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	7.511456697	12.53055681	598.9701552	0.000208735
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	8.464903516	15.66319601	598.5510699	0.000294228
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	9.403348025	18.79583522	598.2092934	0.000392424
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	8.866040625	21.92847442	596.9975663	0.000423699
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	6.712076562	25.06111362	594.2011849	0.000375815
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	7.521589453	12.53055681	598.9753231	0.000209015
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	8.389447656	15.66319601	598.5127703	0.000291623
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	8.797600781	18.79583522	597.8923136	0.000367325
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	7.889707422	21.92847442	596.4093659	0.000385206
1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	7.334721094	25.06111362	594.9354648	0.000410208	
asi Kiri	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	4.931243487	12.53055681	596.9595209	0.000137461
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	5.171790234	15.66319601	595.8335463	0.000180524
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	5.638088672	18.79583522	595.127721	0.00023642
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	5.730214034	21.92847442	593.9853753	0.00028083
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	5.088757813	25.06111362	591.433747	0.000286161
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	6.074856641	12.53055681	598.0622646	0.000169051
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	5.871021236	15.66319601	596.6668079	0.000204665
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	5.342441797	18.79583522	594.700579	0.000224172
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	4.773133984	21.92847442	592.2033176	0.000234577
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	4.848247656	25.06111362	590.3457889	0.000261836
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	6.615628125	12.53055681	598.4504624	0.000183989
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	6.290516436	15.66319601	597.0773801	0.000219149
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	6.726263672	18.79583522	596.3746825	0.000281503
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	6.815505467	21.92847442	595.3968004	0.000333284
1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	5.601901953	25.06111362	592.4634453	0.000314499	
ing ng s	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	1.237869141	12.53055681	579.2017265	3.54877E-05
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	1.134576123	15.66319601	570.3767273	4.1244E-05
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	1.311475622	18.79583522	569.1038705	5.7329E-05
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	1.271238281	21.92847442	561.9973256	6.55972E-05
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	1.186369531	25.06111362	552.419601	7.10981E-05
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	0.999134756	12.53055681	573.420862	2.89125E-05
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	1.223471983	15.66319601	572.7939493	4.43005E-05
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	1.169751305	18.79583522	564.8855789	5.14902E-05
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	1.104810867	21.92847442	555.5921735	5.76241E-05
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	0.966721348	25.06111362	540.3196526	5.91516E-05
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	0.983232422	12.53055681	572.9334171	2.84749E-05
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	1.086215234	15.66319601	568.8904737	3.95823E-05
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	0.950154246	18.79583522	555.7565003	4.24662E-05
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	0.932468054	21.92847442	546.4218224	4.94E-05
	1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	0.951417512	25.06111362	539.2555863	5.83232E-05

0 %, JME 20 %, preheating 40 C

aran	putaran RPM	gaya rem N	Mom. Puntir Nm	Daya efektif Kw	Tek. Efektif N/m ²	amp. Eksitasi µm	Gaya Eksitasi N	frek. Eksitasi Hz	Energi getaran Nm
Atas n	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	4.2931546	12.53055681	596.0874447	0.000119836
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	3.7450203	15.66319601	593.1602134	0.000131268
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	3.424632813	18.79583522	590.1196445	0.000144734
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	4.002538672	21.92847442	590.1424765	0.000197343

Atas in	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	3.43003526	25.06111362	585.8609666	0.000194587
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	5.85124311	12.53055681	597.8806849	0.000162874
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	5.40705466	15.66319601	596.138099	0.000188646
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	5.239486719	18.79583522	594.5404373	0.000219906
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	4.538842103	21.92847442	591.6514791	0.000223256
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	4.87810034	25.06111362	590.9382353	0.000274528
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	6.287564063	12.53055681	598.2229562	0.000174926
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	5.07412562	15.66319601	595.6987733	0.000177152
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	4.934148994	18.79583522	594.0259069	0.000207257
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	5.097378125	21.92847442	592.8826362	0.000250246
1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	5.300467578	25.06111362	591.8916827	0.000297852	
as der d	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	1.952451307	12.53055681	587.946228	5.51992E-05
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	1.84913426	15.66319601	583.1174433	6.58505E-05
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	1.593167054	18.79583522	575.2043516	6.89536E-05
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	1.624056087	21.92847442	571.1080727	8.25538E-05
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	1.451154227	25.06111362	561.9481012	8.55853E-05
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	2.263096094	12.53055681	590.1196859	6.43263E-05
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	2.031054377	15.66319601	584.9068647	7.21232E-05
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	1.999854297	18.79583522	580.9211241	8.5762E-05
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	1.69157756	21.92847442	572.4064744	8.58041E-05
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	1.805646134	25.06111362	570.198052	0.000105053
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	3.318766406	12.53055681	594.1039743	9.29245E-05
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	3.181470313	15.66319601	591.4373401	0.000111816
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	3.297890054	18.79583522	589.6271071	0.000139485
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	2.769470313	21.92847442	584.4213695	0.000137789
1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	2.387180055	25.06111362	578.3079929	0.00013707	
asi in an	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	8.290257745	12.53055681	599.3304286	0.000230249
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	8.241337344	15.66319601	598.4355462	0.000286509
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	7.264813211	18.79583522	596.8529369	0.000303816
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	7.600348791	21.92847442	596.1649338	0.00037122
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	6.417200791	25.06111362	593.8033414	0.000359528
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	10.07834727	12.53055681	599.9464222	0.000279644
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	10.05162227	15.66319601	599.2228709	0.000349018
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	9.778941797	18.79583522	598.3860403	0.000407987
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	9.111408594	21.92847442	597.2694341	0.000444261
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	8.071946484	25.06111362	595.6575174	0.000450931
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	8.696575391	12.53055681	599.492706	0.000241473
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	9.042825781	15.66319601	598.8231439	0.000314184
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	9.842354327	18.79583522	598.3233641	0.000402328
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	8.274039453	21.92847442	596.7074556	0.000403784
1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	6.746334375	25.06111362	594.2451339	0.000377708	
asi Kiri	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	6.085351953	12.53055681	598.0704579	0.000169341
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	6.232400549	15.66319601	597.0238145	0.000217143
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	5.873411546	18.79583522	595.4367818	0.000246169
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	5.934711688	21.92847442	594.2910801	0.000290713
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	5.115454297	25.06111362	591.4936011	0.000287635
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	5.871223154	12.53055681	597.8974742	0.000163426
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	6.480410546	15.66319601	597.2456764	0.000225706
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	6.11285409	18.79583522	595.7264507	0.000256081
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	5.680132422	21.92847442	593.9071273	0.000278409
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	6.320787034	25.06111362	593.6651459	0.000354203
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	6.452575781	12.53055681	598.3402911	0.000179485
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	5.712054586	15.66319601	596.4953829	0.000199177
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	6.191054879	18.79583522	595.8164774	0.000259329
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	5.601648486	21.92847442	593.7816672	0.000274616
1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	5.53895625	25.06111362	592.365241	0.000311023	
ing ing s	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	1.401894922	12.53055681	582.0115153	4.00095E-05
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	1.320455672	15.66319601	575.0506373	4.76372E-05
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	1.490477514	18.79583522	573.2546013	6.47136E-05
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	1.461776582	21.92847442	567.4813337	7.47479E-05

	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	1.220475113	25.06111362	553.8895213	7.29601E-05
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	1.120217755	12.53055681	576.6679124	3.22462E-05
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	1.350394922	15.66319601	575.680225	4.86677E-05
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	1.310452309	18.79583522	569.0767829	5.72868E-05
ing	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	1.261456063	21.92847442	561.6693794	6.5128E-05
ng	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	1.140712168	25.06111362	550.3073744	6.86079E-05
ns	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	1.537326953	12.53055681	583.8720948	4.37446E-05
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	1.365644531	15.66319601	575.9900425	4.91926E-05
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	1.271232813	18.79583522	568.0047228	5.56702E-05
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	1.101158789	21.92847442	555.4289504	5.74494E-05
	1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	0.997521094	25.06111362	542.3563147	6.08208E-05

0 %, JME 30 %, preheating 40 C

aran	putaran RPM	gaya rem N	Mom. Puntr Nm	Daya efektif Kw	Tek. Efektif N/m ²	amp. Eksitasi µm	Gaya Eksitasi N	frek. Eksitasi Hz	Energi getaran Nm
	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	3.78028951	12.53055681	595.1717325	0.000105671
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	3.440863281	15.66319601	592.3010759	0.000120769
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	3.404603516	18.79583522	590.0442746	0.000143904
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	4.468915625	21.92847442	591.4754579	0.000219877
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	3.526717578	25.06111362	586.3316973	0.000199923
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	4.234701157	12.53055681	595.9943407	0.000118222
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	4.465084766	15.66319601	594.7243943	0.000156125
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	4.647200681	18.79583522	593.4802507	0.000195371
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	4.289653125	21.92847442	590.9977355	0.000211215
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	4.930442187	25.06111362	591.0653475	0.000277418
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	5.730442869	12.53055681	597.7766717	0.000159537
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	5.447378516	15.66319601	596.1876432	0.000190039
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	5.60478217	18.79583522	595.0818678	0.00023504
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	4.980032031	21.92847442	592.6470884	0.000244575
	1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	4.938914234	25.06111362	591.085666	0.000277886
Atas	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	2.244001953	12.53055681	589.8964633	6.32471E-05
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	2.21137719	15.66319601	586.3858865	7.83425E-05
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	2.038934375	18.79583522	581.3480987	8.73781E-05
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	2.01065279	21.92847442	577.3355501	0.000101177
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	1.798634375	25.06111362	570.0673328	0.000104667
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	2.140549723	12.53055681	589.2659686	6.03912E-05
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	2.260243153	15.66319601	586.7454831	8.00281E-05
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	2.099009375	18.79583522	581.9728851	8.98628E-05
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	1.810069922	21.92847442	574.4449135	9.15108E-05
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	2.0103375	25.06111362	573.6016766	0.000116314
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	2.555829297	12.53055681	591.4851295	7.18563E-05
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	2.3374955	15.66319601	587.2828872	8.2693E-05
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	2.3517734	18.79583522	584.2463083	0.00010032
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	2.645486328	21.92847442	583.5461149	0.000131804
	1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	2.197279688	25.06111362	576.1429148	0.000126608
as	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	8.527717969	12.53055681	599.42715	0.000236808
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	7.723823047	15.66319601	598.1423724	0.000268639
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	7.140776513	18.79583522	596.7492138	0.000298677
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	7.335460279	21.92847442	595.9241677	0.000358416
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	7.433486117	25.06111362	595.0405599	0.000415684
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	8.12105453	12.53055681	599.2580481	0.000225575
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	6.923511328	15.66319601	598.7696696	0.000310064
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	8.212465024	18.79583522	597.5415227	0.000343081
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	8.975423023	21.92847442	597.1853364	0.000437688
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	7.996558203	25.06111362	595.589829	0.000446767
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	8.970299609	12.53055681	599.5937176	0.000249035
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	9.720667659	15.66319601	599.1009058	0.00033759
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	8.941286202	18.79583522	597.9714036	0.000373279
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	8.446682813	21.92847442	596.8324847	0.000412129
	1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	8.571570703	25.06111362	596.0758478	0.000478531

asi Kiri	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	5.934720703	12.53055681	597.9500779	0.00016518
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	6.407784321	15.66319601	597.1824939	0.000223198
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	6.015449731	18.79583522	595.6115539	0.000252053
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	5.804451793	21.92847442	594.0988627	0.000284417
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	4.817016016	25.06111362	590.786363	0.000271155
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	5.137410156	12.53055681	597.1947663	0.000143156
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	5.595249219	15.66319601	596.3831815	0.000195144
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	5.061116016	18.79583522	594.2474566	0.000212517
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	5.56054628	21.92847442	593.7145395	0.00027263
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	6.107651272	25.06111362	593.3440383	0.000342431
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	7.915540547	12.53055681	599.1659604	0.000219897
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	6.897919141	15.66319601	597.5829738	0.000240122
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	6.295054975	18.79583522	595.9324191	0.000263638
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	6.624223438	21.92847442	595.181827	0.000324039
1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	6.672505103	25.06111362	594.1498532	0.00037363	
ing ng s	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	1.280472533	12.53055681	580.0021192	3.66619E-05
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	1.369458984	15.66319601	576.0664341	4.93239E-05
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	1.407844123	18.79583522	571.4733373	6.13034E-05
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	1.379013672	21.92847442	565.2918333	7.07709E-05
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	1.28365625	25.06111362	556.3971797	7.84132E-05
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	1.39015432	12.53055681	581.8328333	3.96858E-05
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	1.347058964	15.66319601	575.6114926	4.85528E-05
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	1.283605642	18.79583522	568.350227	5.61801E-05
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	1.045457365	21.92847442	552.7914917	5.47871E-05
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	0.99124486	25.06111362	541.9521699	6.04805E-05
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	1.328467188	12.53055681	580.8411191	3.7985E-05
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	1.238821875	15.66319601	573.1752813	4.48284E-05
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	1.374021256	18.79583522	570.6806667	5.99082E-05
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	1.292226563	21.92847442	562.6835777	6.66042E-05
1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	1.331451585	25.06111362	556.1294461	7.9028E-05	

00 %, preheating 50 C

aran	putaran RPM	gaya rem N	Mom. Puntir Nm	Daya efektif Kw	Tek. Efektif N/m ²	amp. Eksitasi µm	Gaya Eksitasi N	frek. Eksitasi Hz	Energi getaran Nm
Atas n	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	3.557227734	12.53055681	594.6904994	9.95103E-05
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	4.206655859	15.66319601	594.2250677	0.000147204
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	4.300048628	18.79583522	592.7219334	0.000180991
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	3.933921484	21.92847442	589.9193923	0.000194028
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	3.02980625	25.06111362	583.5873993	0.000172504
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	5.273867969	12.53055681	597.3403087	0.000146925
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	4.496573828	15.66319601	594.7812869	0.000157212
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	4.690454245	18.79583522	593.5668078	0.000197162
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	4.242505432	21.92847442	590.8653165	0.000208937
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	4.330445319	25.06111362	589.4218729	0.000244289
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	4.85611875	12.53055681	596.8688101	0.000135386
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	4.920135486	15.66319601	595.4753373	0.000171835
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	4.41387645	18.79583522	592.9838314	0.000185706
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	4.573832031	21.92847442	591.7375174	0.000224947
1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	4.605463135	25.06111362	590.2289132	0.000259474	
as der d	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	1.584042188	12.53055681	584.4388961	4.50333E-05
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	1.533471875	15.66319601	578.9840353	5.49719E-05
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	1.734144102	18.79583522	577.4964872	7.47777E-05
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	1.869178516	21.92847442	575.3627833	9.43587E-05
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	1.905447266	25.06111362	571.9514345	0.000110542
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	1.805456462	12.53055681	586.7208112	5.11424E-05
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	1.761542341	15.66319601	582.3578155	6.35204E-05
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	1.738521875	18.79583522	577.5615809	7.49586E-05
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	1.710564156	21.92847442	572.7526144	8.67183E-05
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	1.802421542	25.06111362	570.1380664	0.000104875
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	2.243039844	12.53055681	589.8908706	6.32205E-05

	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	2.23532188	15.66319601	586.5640836	7.91684E-05
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	2.051349609	18.79583522	581.4802743	8.78916E-05
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	2.210564681	21.92847442	579.6838819	0.000110817
	1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	2.055206641	25.06111362	574.2548514	0.000118784
asi in an	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	5.859584515	12.53055681	597.8877082	0.000163104
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	5.862249219	15.66319601	596.657592	0.000204363
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	6.829002734	18.79583522	596.279981	0.000277473
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	6.144221575	21.92847442	594.583027	0.000300839
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	5.989103516	25.06111362	593.1554636	0.000335884
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	7.609371875	12.53055681	599.0195166	0.00021144
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	7.459552344	15.66319601	597.9769086	0.000259514
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	7.242434876	18.79583522	596.8344875	0.000302889
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	7.740164791	21.92847442	596.285336	0.000377978
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	6.895986719	25.06111362	594.4319649	0.000385974
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	9.09131875	12.53055681	599.6364327	0.000252378
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	8.61448125	15.66319601	598.6250017	0.000299393
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	8.309384766	18.79583522	597.6030552	0.000347096
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	8.503024219	21.92847442	596.8721831	0.000414853
1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	9.350145872	25.06111362	596.6381621	0.000521541	
asi Kiri	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	5.036383984	12.53055681	597.081909	0.000140365
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	5.961045937	15.66319601	596.7598123	0.000207774
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	6.720458355	18.79583522	596.3691073	0.000281263
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	6.720157543	21.92847442	595.2911825	0.000326676
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	5.417849219	25.06111362	592.1300206	0.000304334
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	4.833225391	12.53055681	596.8406036	0.000134754
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	5.253840234	15.66319601	595.9428764	0.000183357
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	6.061453125	18.79583522	595.8663926	0.000253959
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	6.467953125	21.92847442	594.9967023	0.000316486
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	6.472616406	25.06111362	593.8808946	0.000362589
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	7.253674609	12.53055681	598.8338072	0.000201614
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	5.455052734	15.66319601	596.1969887	0.000190304
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	5.929916406	18.79583522	595.5073177	0.00024851
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	6.464813297	21.92847442	594.9928904	0.000316334
1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	6.257032422	25.06111362	593.5714052	0.000350682	
sing ng as	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	1.113887506	12.53055681	578.5160528	3.20719E-05
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	1.231202112	15.66319601	572.9872064	4.45663E-05
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	1.173007422	18.79583522	564.9943286	5.16242E-05
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	1.052836328	21.92847442	553.1576719	5.51396E-05
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	1.008032813	25.06111362	543.021266	6.1391E-05
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	1.003259766	12.53055681	573.5447134	2.9026E-05
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	1.439087891	15.66319601	577.3881146	5.17212E-05
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	1.395206641	18.79583522	571.1817911	6.07821E-05
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	1.280421876	21.92847442	562.3004725	6.60378E-05
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	1.206395313	25.06111362	553.2932384	7.21913E-05
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	1.247392188	12.53055681	579.3854789	3.57502E-05
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	1.394816573	15.66319601	576.563399	5.01969E-05
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	1.325595313	18.79583522	569.4732277	5.79111E-05
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	1.21892319	21.92847442	560.179869	6.30885E-05
1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	1.104339453	25.06111362	548.4932298	6.66262E-05	

0 %, JME 10 %, preheating 50 C

putaran	putaran RPM	gaya rem N	Mom. Puntir Nm	Daya efektif Kw	Tek. Efektif N/m ²	amp. Eksitasi μm	Gaya Eksitasi N	frek. Eksitasi Hz	Energi getaran Nm
	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	3.836602344	12.53055681	595.2843189	0.000107226
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	3.761351514	15.66319601	593.2023807	0.000131831
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	4.140105647	18.79583522	592.32938	0.000174366
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	4.21420455	21.92847442	590.7843929	0.00020757
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	4.056056194	25.06111362	588.5062739	0.000229141
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	4.977298828	12.53055681	597.0137708	0.000138733
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	4.368793359	15.66319601	594.5452967	0.000152801

Atas n	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	4.217122656	18.79583522	592.5221547	0.000177556
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	4.578588672	21.92847442	591.7491113	0.000225176
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	3.803294141	25.06111362	587.5444054	0.000215188
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	4.302997266	12.53055681	596.1028718	0.000120108
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	4.464230859	15.66319601	594.7228403	0.000156096
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	4.813549621	18.79583522	593.8045629	0.000202262
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	4.447938281	21.92847442	591.4215634	0.000218863
	1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	4.240982422	25.06111362	589.1365172	0.00023935
as der d	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	2.141991016	12.53055681	589.2751759	6.0431E-05
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	1.840423159	15.66319601	583.0227303	6.55502E-05
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	1.949310156	18.79583522	580.3430074	8.36719E-05
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	2.181415151	21.92847442	579.3688252	0.000109411
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	2.414684375	25.06111362	578.5927358	0.000138586
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	2.141955469	12.53055681	589.2749489	6.043E-05
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	2.121928516	15.66319601	585.6841073	7.52573E-05
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	2.241215843	18.79583522	583.3160912	9.57455E-05
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	2.050251439	21.92847442	577.837882	0.000103086
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	1.588816016	25.06111362	565.6039093	9.31382E-05
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	2.808562109	12.53055681	592.5116296	7.88349E-05
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	2.660758594	15.66319601	589.1891905	9.38461E-05
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	2.73015642	18.79583522	586.8519234	0.00011598
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	2.684597266	21.92847442	583.8310882	0.000133692
1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	2.151464063	25.06111362	575.5619542	0.000124084	
asi in an	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	7.705641016	12.53055681	599.0668214	0.000214099
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	7.237271875	15.66319601	597.82834	0.000251839
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	7.420585156	18.79583522	596.9782622	0.00031027
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	7.363292578	21.92847442	595.9502845	0.000359761
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	8.649919922	25.06111362	596.1370408	0.000482859
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	8.003219531	12.53055681	599.2058282	0.000222319
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	7.52536875	15.66319601	598.0192083	0.000261787
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	7.670567981	18.79583522	597.168695	0.000320628
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	9.021216479	21.92847442	597.2139409	0.000439901
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	8.950548627	25.06111362	596.361845	0.000499466
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	7.040037891	12.53055681	598.7132165	0.000195712
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	8.380795312	15.66319601	598.5083343	0.000291324
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	8.801568765	18.79583522	597.8945325	0.00036749
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	8.532557422	21.92847442	596.8927816	0.00041628
1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	7.922153516	25.06111362	595.5217528	0.000442657	
asi Kiri	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	6.460204687	12.53055681	598.3455703	0.000179695
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	6.340441542	15.66319601	597.1226084	0.000220873
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	6.405767969	18.79583522	596.051684	0.000268224
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	5.740123455	21.92847442	594.0006949	0.000281309
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	5.281543215	25.06111362	591.8522567	0.000296807
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	4.961078125	12.53055681	596.9947794	0.000138285
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	5.901324685	15.66319601	596.6984328	0.000205712
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	5.850760156	18.79583522	595.4081207	0.00024523
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	6.207474219	21.92847442	594.6672684	0.000303896
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	6.447823828	25.06111362	593.8463638	0.00036122
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	6.514594531	12.53055681	598.3828483	0.000181198
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	6.216404471	15.66319601	597.0088943	0.000216591
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	6.07583125	18.79583522	595.6833608	0.000254555
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	6.141072195	21.92847442	594.5787869	0.000300687
1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	7.030548915	25.06111362	594.5931186	0.000393406	
ing ng es	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	1.228316016	12.53055681	579.0144709	3.52244E-05
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	1.170554321	15.66319601	571.4005071	4.24808E-05
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	1.290156443	18.79583522	568.5303879	5.64501E-05
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	1.230215422	21.92847442	560.5857599	6.36298E-05
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	1.090154246	25.06111362	547.7511826	6.5854E-05
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	1.160213546	12.53055681	577.5882252	3.33479E-05
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	1.59210467	15.66319601	579.8782362	5.89919E-05

king ng s	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	1.66701875	18.79583522	576.4545812	7.20042E-05
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	1.573547266	21.92847442	570.0618169	8.01233E-05
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	1.434324219	25.06111362	561.4511852	8.46628E-05
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	0.917425391	12.53055681	570.7314526	2.66647E-05
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	1.105117921	15.66319601	569.4873528	4.02317E-05
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	1.121496094	18.79583522	563.1972115	4.95044E-05
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	1.194478417	21.92847442	559.2738715	6.1917E-05
	1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	1.048079688	25.06111362	545.4255524	6.35657E-05

0 %, JME 20 %, preheating 50 C

aran	putaran RPM	gaya rem N	Mom. Puntir Nm	Daya efektif Kw	Tek. Efektif N/m ²	amp. Eksitasi um	Gaya Eksitasi N	frek. Eksitasi Hz	Energi getaran Nm
Atas n	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	3.506683203	12.53055681	594.5728874	9.81143E-05
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	4.054518942	15.66319601	593.901124	0.000141952
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	4.001556416	18.79583522	591.9637351	0.000168627
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	4.12314547	21.92847442	590.5164019	0.00020317
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	4.239135156	25.06111362	589.1304966	0.000239248
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	5.114578516	12.53055681	597.1696526	0.000142525
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	4.829397266	15.66319601	595.3369645	0.000168703
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	4.04260625	18.79583522	592.0747062	0.000170327
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	4.500408594	21.92847442	591.5554165	0.000221399
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	4.713082422	25.06111362	590.5188133	0.000265416
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	3.872905859	12.53055681	595.3551539	0.000108229
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	4.392646484	15.66319601	594.5903992	0.000153624
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	4.541548048	18.79583522	593.2618351	0.000190994
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	5.210484737	21.92847442	593.0995497	0.000255712
	1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	4.496569141	25.06111362	589.9212994	0.000253461
	as der d	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	1.888239844	12.53055681	587.4347107
1250		25	8.975	1.174229167	1276.3361	1.405124677	15.66319601	576.7601738	5.05518E-05
1250		30	10.77	1.409075	1531.6033	1.553519531	18.79583522	574.4828898	6.73163E-05
1250		35	12.565	1.643920833	1786.8705	1.731504579	21.92847442	573.1253371	8.77267E-05
1250		40	14.36	1.878766667	2042.1377	2.115640057	25.06111362	575.0897301	0.000122112
1300		20	7.18	0.976958667	1021.0688	2.052286328	12.53055681	588.6771836	5.79548E-05
1300		25	8.975	1.221198333	1276.3361	1.958937891	15.66319601	584.2369459	6.9633E-05
1300		30	10.77	1.465438	1531.6033	2.102175462	18.79583522	582.0048042	8.99938E-05
1300		35	12.565	1.709677667	1786.8705	2.101908203	21.92847442	578.4641163	0.000105577
1300		40	14.36	1.953917333	2042.1377	2.302454476	25.06111362	577.3871431	0.000132402
1350		20	7.18	1.014534	1021.0688	2.680231543	12.53055681	592.0148169	7.52913E-05
1350		25	8.975	1.2681675	1276.3361	2.44054548	15.66319601	587.9461131	8.62481E-05
1350		30	10.77	1.521801	1531.6033	2.40564216	18.79583522	584.6680849	0.000102549
1350		35	12.565	1.7754345	1786.8705	2.489854132	21.92847442	582.3218583	0.000124292
1350		40	14.36	2.029068	2042.1377	2.241134375	25.06111362	576.676244	0.000129023
asi n n		1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	8.893007422	12.53055681	599.5658265
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	9.420444141	15.66319601	598.9828292	0.000327223
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	8.604512462	18.79583522	597.7818529	0.000359325
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	8.416545605	21.92847442	596.8110306	0.000410672
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	9.500124814	25.06111362	596.7358408	0.000529826
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	8.209251563	12.53055681	599.2961498	0.000228011
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	9.020365751	15.66319601	598.8132235	0.000313408
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	9.11468716	18.79583522	598.0635166	0.000380464
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	9.29035461	21.92847442	597.3763315	0.000452911
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	7.573110547	25.06111362	595.1844263	0.000423376
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	7.932610547	12.53055681	599.1737915	0.000220369
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	8.015695312	15.66319601	598.3123912	0.000278717
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	8.851246061	18.79583522	597.9221437	0.000369548
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	8.161537109	21.92847442	596.6231196	0.000398346
	1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	8.957933203	25.06111362	596.3671762	0.000499874
	asi Kiri	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	6.158802344	12.53055681	598.1270131
1250		25	8.975	1.174229167	1276.3361	5.361254965	15.66319601	596.0809178	0.000187065
1250		30	10.77	1.409075	1531.6033	5.741250545	18.79583522	595.2663471	0.000240694

asi Kiri	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	4.966726953	21.92847442	592.6196727	0.000243932
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	4.076994531	25.06111362	588.5805387	0.000230297
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	5.140295313	12.53055681	597.1979238	0.000143236
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	6.334289453	15.66319601	597.1170738	0.000220661
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	6.724366406	18.79583522	596.3728615	0.000281424
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	6.067269531	21.92847442	594.4781555	0.00029712
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	5.329126953	25.06111362	591.950852	0.000299435
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	7.582730078	12.53055681	599.0062125	0.000210704
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	5.443489453	15.66319601	596.182897	0.000189904
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	5.874636328	18.79583522	595.4383252	0.00024622
1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	6.970871519	21.92847442	595.5626735	0.000340794	
1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	6.681476987	25.06111362	594.1615451	0.000374125	
sing ng s	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	1.292232813	12.53055681	580.2135808	3.69861E-05
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	1.380215142	15.66319601	576.2795188	4.96942E-05
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	1.381200226	18.79583522	570.8522514	6.02043E-05
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	1.260744531	21.92847442	561.6453195	6.50938E-05
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	1.310154255	25.06111362	557.3738317	7.78626E-05
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	1.329412891	12.53055681	580.8570307	3.8011E-05
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	1.443849219	15.66319601	577.4737321	5.18852E-05
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	1.586908594	18.79583522	575.0929223	6.86951E-05
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	1.643180859	21.92847442	571.4889681	8.34743E-05
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	1.612664063	25.06111362	566.1716744	9.44476E-05
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	1.139641406	12.53055681	577.1231067	3.27812E-05
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	1.547811719	15.66319601	579.2091186	5.54659E-05
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	1.541467875	18.79583522	574.2560448	6.68187E-05
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	1.490564056	21.92847442	568.18412	7.61319E-05
	1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	1.434410932	25.06111362	561.4537765	8.46675E-05

0 %, JME 30 %, preheating 50 C

putaran	putaran RPM	gaya rem N	Mom. Puntr Nm	Daya efektif Kw	Tek. Efektif N/m ²	amp. Eksitasi µm	Gaya Eksitasi N	frek. Eksitasi Hz	Energi getaran Nm
Atas in	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	4.382148438	12.53055681	596.2243973	0.000122294
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	4.653064844	15.66319601	595.0525283	0.000162615
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	4.731245078	18.79583522	593.6469753	0.000198852
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	4.430175678	21.92847442	591.3755252	0.000218005
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	3.601068359	25.06111362	586.6762664	0.000204026
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	4.277252344	12.53055681	596.0623692	0.000119397
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	4.553784375	15.66319601	594.8826247	0.000159187
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	5.051564787	18.79583522	594.2311804	0.000212121
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	5.006458472	21.92847442	592.7011056	0.000245852
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	4.674924609	25.06111362	590.4175689	0.000263309
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	5.381357469	12.53055681	597.4497339	0.000149894
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	4.293485625	15.66319601	594.3995505	0.0001502
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	4.805345616	18.79583522	593.7890988	0.000201922
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	5.20456218	21.92847442	593.0884274	0.000255426
	1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	4.694901563	25.06111362	590.4707813	0.000264412
as der d	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	2.604157212	12.53055681	591.6969711	7.31907E-05
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	2.307458468	15.66319601	587.0782689	8.16566E-05
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	2.150242452	18.79583522	582.4776424	9.1982E-05
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	1.92124515	21.92847442	576.1234055	9.68677E-05
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	1.997957422	25.06111362	573.4161562	0.000115633
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	2.414154101	12.53055681	590.8147309	6.79446E-05
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	2.204547813	15.66319601	586.3343425	7.81069E-05
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	2.170154847	18.79583522	582.6672783	9.28057E-05
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	2.354861327	21.92847442	581.126423	0.000117778
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	2.081863672	25.06111362	574.6292391	0.000120252
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	2.269749609	12.53055681	590.0443537	6.39579E-05
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	2.150615483	15.66319601	585.9156257	7.62467E-05
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	2.171884016	18.79583522	582.681695	9.2869E-05
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	2.362239063	21.92847442	581.1953532	0.000118134

	1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	2.408946258	25.06111362	578.5338793	0.00013827
asi in an	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	7.032417969	12.53055681	598.7087795	0.000195502
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	8.100651172	15.66319601	596.8985827	0.000212594
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	6.301821094	18.79583522	595.9398288	0.000263918
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	7.081545451	21.92847442	595.6763663	0.000346143
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	7.322376172	25.06111362	594.922128	0.000409526
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	8.038562109	12.53055681	599.2216519	0.000223296
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	7.490191406	15.66319601	597.9966929	0.000260572
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	7.861092188	18.79583522	597.3056626	0.000328522
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	8.623108203	21.92847442	596.9550551	0.000420657
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	8.871089844	25.06111362	596.3039168	0.000495077
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	9.075182812	12.53055681	599.6308034	0.000251932
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	8.588694531	15.66319601	598.6026458	0.000297812
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	7.744830469	18.79583522	597.2228874	0.000323705
1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	9.051294141	21.92847442	597.2325705	0.000441355	
1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	8.224492969	25.06111362	595.790665	0.000459358	
asi Kiri	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	5.370200781	12.53055681	597.4385809	0.000149586
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	5.510542155	15.66319601	596.2637841	0.000192219
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	5.415401254	18.79583522	594.8103525	0.000227194
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	5.990970703	21.92847442	594.3714953	0.000293432
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	5.38631875	25.06111362	592.0670292	0.000302593
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	5.298592578	12.53055681	597.3658735	0.000147608
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	5.336800781	15.66319601	596.0499825	0.000186221
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	5.334862109	18.79583522	594.6890014	0.000223858
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	5.202135468	21.92847442	593.0838628	0.000255309
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	5.183169531	25.06111362	591.6426284	0.000291374
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	5.968990625	12.53055681	597.9780015	0.000166126
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	5.478863672	15.66319601	596.2258178	0.000191126
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	5.919405078	18.79583522	595.4942988	0.000248074
1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	6.083482031	21.92847442	594.5004723	0.000297903	
1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	7.120235156	25.06111362	594.6971221	0.00039836	
ing ng as	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	1.371378906	12.53055681	581.5406108	3.91681E-05
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	1.172045154	15.66319601	571.4415351	4.2532E-05
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	1.081550545	18.79583522	561.6813023	4.78615E-05
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	1.081205652	21.92847442	554.5168283	5.64953E-05
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	1.254015643	25.06111362	555.253615	7.47927E-05
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	1.481013456	12.53055681	583.1404919	4.21914E-05
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	1.370202165	15.66319601	576.081267	4.93495E-05
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	1.430216574	18.79583522	571.9764845	6.22265E-05
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	1.5115625	21.92847442	568.6793465	7.71417E-05
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	1.429553516	25.06111362	561.3081174	8.44013E-05
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	1.370715843	12.53055681	581.5301418	3.91498E-05
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	1.660547872	15.66319601	580.8406327	5.93503E-05
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	1.620292969	18.79583522	575.6771259	7.0074E-05
1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	1.37900625	21.92847442	565.2916248	7.07705E-05	
1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	1.343719531	25.06111362	568.5533835	7.96995E-05	

00 %, preheating 60 C

aran	putaran RPM	gaya rem N	Mom. Puntir Nm	Daya efektif Kw	Tek. Efektif N/m²	amp. Eksitasi µm	Gaya Eksitasi N	frek. Eksitasi Hz	Energi getaran Nm
atas n	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	4.506137891	12.53055681	596.4061375	0.000125719
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	4.327817578	15.66319601	594.4666494	0.000151386
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	4.101564817	18.79583522	592.2301694	0.000172769
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	4.115648718	21.92847442	590.4938047	0.000202808
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	3.770514848	25.06111362	587.4100943	0.000213379
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	4.141564646	12.53055681	595.8405322	0.000115649
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	4.402185749	15.66319601	594.6082986	0.000153954
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	4.014041406	18.79583522	591.9977285	0.000169144
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	3.850312249	21.92847442	589.6366988	0.000189989
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	4.402157976	25.06111362	589.6421422	0.000248248



Atas	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	4.820864062	12.53055681	596.8252616	0.000134412
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	4.696829688	15.66319601	595.1251295	0.000164126
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	4.680148218	18.79583522	593.5463301	0.000196735
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	4.881025165	21.92847442	592.4394662	0.000239791
	1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	3.942454688	25.06111362	588.0894238	0.00022287
as der d	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	1.907341016	12.53055681	587.5905192	5.39542E-05
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	1.613546897	15.66319601	580.1886975	5.77307E-05
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	1.551804585	18.79583522	574.4508303	6.72455E-05
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	1.556400781	21.92847442	569.690739	7.92984E-05
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	1.570548722	25.06111362	565.1569457	9.21353E-05
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	1.948121435	12.53055681	587.9128095	5.50797E-05
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	2.010353906	15.66319601	584.7198341	7.14094E-05
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	2.130215482	18.79583522	582.2832754	9.11536E-05
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	1.99021455	21.92847442	577.0682798	0.000100192
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	1.970210215	25.06111362	572.9916588	0.000114106
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	2.058012109	12.53055681	588.7169294	5.81128E-05
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	2.105518432	15.66319601	585.5487905	7.46913E-05
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	2.039024817	18.79583522	581.3490675	8.73819E-05
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	1.793715864	21.92847442	574.1800024	9.0723E-05
	1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	1.933086719	25.06111362	572.4041381	0.000112063
asi in an	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	7.381949876	12.53055681	598.9028497	0.000205157
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	6.928346484	15.66319601	597.6059593	0.000241172
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	6.763444531	18.79583522	596.4101614	0.000283044
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	7.031973465	21.92847442	595.6258873	0.000343747
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	6.595600781	25.06111362	594.048319	0.000369382
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	6.908410547	12.53055681	598.6351911	0.000192076
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	7.120112891	15.66319601	597.7462839	0.000247794
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	7.590250781	18.79583522	597.1088849	0.0003173
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	8.058542578	21.92847442	596.5438355	0.000393367
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	8.34125489	25.06111362	595.889269	0.000465808
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	7.852494141	12.53055681	599.1367411	0.000218156
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	6.928346484	15.66319601	597.6059593	0.000241172
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	6.763444531	18.79583522	596.4101614	0.000283044
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	6.950218732	21.92847442	595.541054	0.000339795
	1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	6.595600781	25.06111362	594.048319	0.000369382
asi Kiri	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	5.541774609	12.53055681	597.6051106	0.000154325
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	5.652444531	15.66319601	596.428602	0.000197119
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	5.062105859	18.79583522	594.2491398	0.000212558
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	5.316451288	21.92847442	593.2943286	0.000260833
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	5.103076953	25.06111362	591.4659295	0.000286951
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	5.570414062	12.53055681	597.6319046	0.000155117
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	5.695364062	15.66319601	596.4768262	0.000198601
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	5.961564783	18.79583522	595.5462371	0.000249821
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	6.01541843	21.92847442	594.4059682	0.000294614
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	5.850231366	25.06111362	592.924757	0.000328214
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	6.071053584	12.53055681	598.0592887	0.000168946
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	6.067248047	15.66319601	596.8659634	0.000211441
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	6.120315433	18.79583522	595.7353504	0.000256398
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	6.070321524	21.92847442	594.4823858	0.000297267
	1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	4.816084766	25.06111362	590.7840175	0.000271104
ing ng s	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	1.061564818	12.53055681	575.189806	3.0631E-05
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	0.978461255	15.66319601	565.0324578	3.58829E-05
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	0.950215416	18.79583522	555.7596565	4.24687E-05
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	0.950321565	21.92847442	547.534376	5.02498E-05
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	0.689451054	25.06111362	513.0543876	4.42969E-05
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	1.071923047	12.53055681	575.4628891	3.09162E-05
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	1.141615084	15.66319601	570.5822495	4.14859E-05
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	1.022044155	18.79583522	559.1944806	4.54163E-05
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	0.998513242	21.92847442	550.3288572	5.25465E-05
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	0.839219141	25.06111362	530.1841205	5.22733E-05
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	1.350415424	12.53055681	581.2045501	3.85901E-05

ing	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	1.240234154	15.66319601	573.2098793	4.4877E-05
ng	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	1.305342849	18.79583522	568.9408779	5.70761E-05
s	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	1.280365472	21.92847442	562.2986244	6.60351E-05
	1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	1.090582313	25.06111362	547.7738727	6.58773E-05

0 %, JME 10 %, preheating 60 C

aran	putaran RPM	gaya rem N	Mom. Puntir Nm	Daya efektif Kw	Tek. Efektif N/m ²	amp. Eksitasi µm	Gaya Eksitasi N	frek. Eksitasi Hz	Energi getaran Nm
atas n	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	4.264007118	12.53055681	596.0413398	0.000119031
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	4.638405419	15.66319601	595.0279016	0.000162109
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	4.290587891	18.79583522	592.6995345	0.000180599
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	3.85342891	21.92847442	589.6474593	0.00019014
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	3.30160625	25.06111362	585.1923821	0.0001875
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	4.617716016	12.53055681	596.5612985	0.000128801
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	4.180213478	15.66319601	594.1704895	0.000146291
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	4.096041016	18.79583522	592.2157958	0.000172541
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	4.053105078	21.92847442	590.301989	0.000199786
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	4.187610547	25.06111362	588.9604038	0.000236403
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	5.491244922	12.53055681	597.5571523	0.00015293
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	5.288161719	15.66319601	595.987597	0.000184541
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	4.880217452	18.79583522	593.9282851	0.000205023
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	4.923205581	21.92847442	592.5289505	0.000241829
	1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	3.996839453	25.06111362	588.2919771	0.000225872
	as der d	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	2.264946484	12.53055681	590.0170233
1250		25	8.975	1.174229167	1276.3361	2.168642969	15.66319601	586.0579373	7.68685E-05
1250		30	10.77	1.409075	1531.6033	2.097101172	18.79583522	581.9536001	8.97839E-05
1250		35	12.565	1.643920833	1786.8705	1.605649197	21.92847442	570.7346298	8.1668E-05
1250		40	14.36	1.878766667	2042.1377	1.705487548	25.06111362	568.2256438	9.95468E-05
1300		20	7.18	0.976958667	1021.0688	2.440324719	12.53055681	590.9444895	6.86672E-05
1300		25	8.975	1.221198333	1276.3361	2.302140454	15.66319601	587.0414776	8.14733E-05
1300		30	10.77	1.465438	1531.6033	2.172014547	18.79583522	582.6848085	9.28826E-05
1300		35	12.565	1.709677667	1786.8705	2.203254804	21.92847442	579.6056737	0.000110465
1300		40	14.36	1.953917333	2042.1377	2.260213281	25.06111362	576.901659	0.000130074
1350		20	7.18	1.014534	1021.0688	2.111432031	12.53055681	589.0772362	5.95874E-05
1350		25	8.975	1.2681675	1276.3361	2.223960156	15.66319601	586.4800145	7.87765E-05
1350		30	10.77	1.521801	1531.6033	2.150643287	18.79583522	582.481495	9.19986E-05
1350		35	12.565	1.7754345	1786.8705	1.9025625	21.92847442	575.8553813	9.59674E-05
1350		40	14.36	2.029068	2042.1377	1.863479688	25.06111362	571.2376486	0.000108233
asi n an		1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	6.135967188	12.53055681	598.1095761
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	6.210248145	15.66319601	597.0031314	0.000216378
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	6.070541875	18.79583522	595.677128	0.000254336
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	6.140548315	21.92847442	594.5780812	0.000300661
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	6.145154254	25.06111362	593.4021676	0.000344502
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	7.172487109	12.53055681	598.7888287	0.000199371
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	7.216546875	15.66319601	597.8140193	0.000251124
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	7.290851562	18.79583522	596.8742606	0.000304895
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	7.66021548	21.92847442	596.2170289	0.000374114
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	7.396694141	25.06111362	595.00174	0.000413631
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	9.164760156	12.53055681	599.6618033	0.000254406
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	8.718517969	15.66319601	598.674923	0.000302986
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	8.015494322	18.79583522	597.411864	0.000334919
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	7.884978125	21.92847442	596.4055159	0.000384976
	1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	7.126828906	25.06111362	594.7046645	0.000398725
	asi Kiri	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	5.192735937	12.53055681	597.2547016
1250		25	8.975	1.174229167	1276.3361	5.310345872	15.66319601	596.0161934	0.000185307
1250		30	10.77	1.409075	1531.6033	5.505418732	18.79583522	594.9417553	0.000230923
1250		35	12.565	1.643920833	1786.8705	5.030635156	21.92847442	592.7500228	0.000247021
1250		40	14.36	1.878766667	2042.1377	4.920312488	25.06111362	591.0409607	0.000276859
1300		20	7.18	0.976958667	1021.0688	5.828853125	12.53055681	597.8617332	0.000162255
1300		25	8.975	1.221198333	1276.3361	5.367251172	15.66319601	596.08846	0.000187272
1300		30	10.77	1.465438	1531.6033	6.303827734	18.79583522	595.9420232	0.000264001

asi Kiri	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	6.432516406	21.92847442	594.953463	0.000314773
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	6.906598437	25.06111362	594.4449034	0.00038656
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	5.767771484	12.53055681	597.8092801	0.000160568
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	5.610484766	15.66319601	596.3807391	0.00019567
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	5.576182813	18.79583522	595.0420549	0.000233855
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	5.803265215	21.92847442	594.0970717	0.00028436
	1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	5.302156425	25.06111362	591.8951873	0.000297945
ing ng s	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	1.296992969	12.53055681	580.2980614	3.71173E-05
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	1.120564547	15.66319601	569.9597069	4.07625E-05
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	1.040654742	18.79583522	560.0040082	4.61808E-05
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	1.025108418	21.92847442	551.7530446	5.38155E-05
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	0.840174219	25.06111362	530.2723056	5.23246E-05
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	1.446723828	12.53055681	582.6666263	4.12457E-05
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	1.390715428	15.66319601	576.4842808	5.00557E-05
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	1.270325642	18.79583522	567.9791174	5.56328E-05
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	1.370436328	21.92847442	565.0492742	7.03589E-05
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	1.320325416	25.06111362	557.7378661	7.84191E-05
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	1.090564683	12.53055681	575.940974	3.14295E-05
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	1.141367052	15.66319601	570.5750519	4.14774E-05
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	1.060235429	18.79583522	560.8238593	4.69854E-05
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	1.170564249	21.92847442	558.3494116	6.07714E-05
	1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	1.149142354	25.06111362	550.7106357	6.90674E-05

0 %, JME 20 %, preheating 60 C

aran	putaran RPM	gaya rem N	Mom. Puntir Nm	Daya efektif Kw	Tek. Efektif N/m ²	amp. Eksitasi µm	Gaya Eksitasi N	frek. Eksitasi Hz	Energi getaran Nm
atas n	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	3.890817634	12.53055681	595.3896132	0.000108724
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	4.06907183	15.66319601	593.9331669	0.000142454
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	4.18759375	18.79583522	592.449089	0.000176333
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	4.42028125	21.92847442	591.3497182	0.000217527
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	4.137194254	25.06111362	588.7898194	0.00023362
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	3.759375124	12.53055681	595.1290537	0.000105093
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	3.942485547	15.66319601	593.646464	0.000138084
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	4.470317648	18.79583522	593.108706	0.000188044
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	4.348757813	21.92847442	591.1596408	0.000214071
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	4.634837891	25.06111362	590.3093917	0.000261096
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	4.923051655	12.53055681	596.9497646	0.000137235
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	5.318105483	15.66319601	596.0261393	0.000185575
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	5.230548106	18.79583522	594.5262342	0.000219536
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	4.523281641	21.92847442	591.6127851	0.000222504
	1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	4.601496094	25.06111362	590.217965	0.000259255
	as der d	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	2.029753187	12.53055681	588.5185645
1250		25	8.975	1.174229167	1276.3361	1.988405859	15.66319601	584.5172107	7.06525E-05
1250		30	10.77	1.409075	1531.6033	1.910487251	18.79583522	579.8777671	8.20667E-05
1250		35	12.565	1.643920833	1786.8705	1.860878722	21.92847442	575.237505	9.39587E-05
1250		40	14.36	1.878766667	2042.1377	1.390438281	25.06111362	560.0966126	8.2258E-05
1300		20	7.18	0.976958667	1021.0688	2.031247628	12.53055681	588.5291947	5.73741E-05
1300		25	8.975	1.221198333	1276.3361	2.102158765	15.66319601	585.5208224	7.45754E-05
1300		30	10.77	1.465438	1531.6033	2.260214488	18.79583522	583.4825277	9.65315E-05
1300		35	12.565	1.709677667	1786.8705	2.420325742	21.92847442	581.723107	0.000120937
1300		40	14.36	1.953917333	2042.1377	2.460315487	25.06111362	579.0508026	0.000141101
1350		20	7.18	1.014534	1021.0688	2.530218882	12.53055681	591.3695467	7.11491E-05
1350		25	8.975	1.2681675	1276.3361	2.805648123	15.66319601	589.899464	9.88458E-05
1350		30	10.77	1.521801	1531.6033	2.903946484	18.79583522	587.8181699	0.000123174
1350		35	12.565	1.7754345	1786.8705	2.826045419	21.92847442	584.7948402	0.00014052
1350		40	14.36	2.029068	2042.1377	2.730249751	25.06111362	581.4414544	0.000155982
asi n an		1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	6.486053516	12.53055681	598.3633649
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	7.450314568	15.66319601	597.9709115	0.000259195
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	7.520471238	18.79583522	597.0558798	0.000314409
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	7.661578917	21.92847442	596.2182058	0.000374179
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	7.031564054	25.06111362	594.5943107	0.000393462

asi n n	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	7.3099625	12.53055681	598.8644028	0.000203169
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	8.280324519	15.66319601	598.4561428	0.000287855
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	8.280238943	18.79583522	597.5847032	0.000345889
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	7.520231565	21.92847442	596.0939118	0.000367347
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	8.860841517	25.06111362	596.2963694	0.000494511
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	8.690231543	12.53055681	599.4902893	0.000241298
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	8.805519628	15.66319601	598.7157813	0.000305999
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	8.360358157	18.79583522	597.6348422	0.000349208
asi Kiri	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	8.520321564	21.92847442	596.884265	0.000415689
	1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	8.193056425	25.06111362	595.7636341	0.000457622
	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	5.196598438	12.53055681	597.258838	0.000144791
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	5.650325719	15.66319601	596.4262023	0.000197046
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	5.263102451	18.79583522	594.577728	0.000220885
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	5.261234055	21.92847442	593.1938199	0.000258165
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	4.372607031	25.06111362	589.55226	0.000246617
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	6.184587891	12.53055681	598.1465476	0.000172082
ing ng s	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	6.230231547	15.66319601	597.0217959	0.000217068
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	6.902754168	18.79583522	596.5396775	0.000288815
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	6.89128125	21.92847442	595.4786408	0.000336947
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	7.078115625	25.06111362	594.6486092	0.000396034
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	6.928452344	12.53055681	598.6472633	0.00019263
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	6.798806641	15.66319601	597.5066691	0.0002367
	1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	7.240231354	18.79583522	596.8326647	0.000302798
	1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	7.170312352	21.92847442	595.7650031	0.000350434
Atas n	1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	5.628671094	25.06111362	592.5329063	0.000315977
	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	1.480654548	12.53055681	583.1356475	4.21815E-05
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	1.480324572	15.66319601	578.110957	5.31413E-05
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	1.380231544	18.79583522	570.8292061	6.01643E-05
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	1.380214582	21.92847442	565.3255451	7.08286E-05
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	1.300803906	25.06111362	557.033938	7.73511E-05
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	1.503571842	12.53055681	583.4402519	4.28136E-05
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	1.223284022	15.66319601	572.7892189	4.4294E-05
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	1.168222266	18.79583522	564.8342946	5.14272E-05
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	1.209244531	21.92847442	559.8257035	6.26246E-05
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	1.203525391	25.06111362	553.1699047	7.20346E-05
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	1.170387249	12.53055681	577.8120678	3.36282E-05
1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	1.303428425	15.66319601	574.6793489	4.70512E-05	
1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	1.230321855	18.79583522	566.8112147	5.39845E-05	
1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	1.297921875	21.92847442	562.8658278	6.68775E-05	
1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	1.178732422	25.06111362	552.0782331	7.06814E-05	

0 %, JME 30 %, preheating 60 C

putaran	putaran RPM	gaya rem N	Mom. Puntr Nm	Daya efektif Kw	Tek. Efektif N/m ²	amp. Eksitasi μm	Gaya Eksitasi N	frek. Eksitasi Hz	Energi getaran Nm
Atas n	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	4.401568474	12.53055681	596.2535426	0.000122831
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	4.921926953	15.66319601	595.4780175	0.000171897
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	4.80741649	18.79583522	593.7930073	0.000202007
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	4.275353906	21.92847442	590.9578864	0.000210524
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	4.069147238	25.06111362	588.5527963	0.000229863
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	5.803124872	12.53055681	597.8621711	0.00015602
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	5.418762109	15.66319601	596.1525598	0.000189051
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	5.363021578	18.79583522	594.7318475	0.000225024
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	4.833012487	21.92847442	592.3356912	0.000237471
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	4.920710245	25.06111362	591.0419202	0.000276881
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	4.676766406	12.53055681	596.6404027	0.000130432
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	4.430515881	15.66319601	594.8609997	0.000154932
1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	5.055541983	18.79583522	594.2379654	0.000212286	
1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	5.172023152	21.92847442	593.0268623	0.000253853	
1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	4.883051892	25.06111362	590.950378	0.000274801	
1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	2.36045872	12.53055681	590.5393974	6.84622E-05	
1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	1.84087187	15.66319601	583.0276312	6.55657E-05	

as der d	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	1.789083984	18.79583522	578.2898088	7.70482E-05
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	1.760568772	21.92847442	573.6275798	8.91264E-05
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	1.338010938	25.06111362	558.3571216	7.93871E-05
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	2.180111719	12.53055681	589.5142277	6.14833E-05
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	1.995442157	15.66319601	584.5826626	7.08952E-05
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	2.009374609	18.79583522	581.0266989	8.61557E-05
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	2.280215466	21.92847442	580.403427	0.000114177
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	2.377526953	25.06111362	578.2064618	0.000136538
	1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	2.303742158	12.53055681	590.2344839	6.48963E-05
	1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	2.421358594	15.66319601	587.826959	8.55861E-05
1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	2.372750781	18.79583522	584.4128681	0.000101188	
1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	2.243270126	21.92847442	580.0274296	0.000112395	
1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	2.06946875	25.06111362	574.4563872	0.000119569	
asi in an	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	7.169765234	12.53055681	598.7873031	0.000199296
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	7.929819822	15.66319601	598.2636723	0.000275752
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	7.992673047	18.79583522	597.3964265	0.000333874
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	7.813503906	21.92847442	596.3467596	0.000381523
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	7.310248619	25.06111362	594.9089819	0.000408856
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	8.427717578	12.53055681	599.3870845	0.000234048
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	7.930516805	15.66319601	598.2640719	0.000275776
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	8.280256134	18.79583522	597.584714	0.00034589
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	8.340115487	21.92847442	596.7559227	0.000406978
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	8.283448702	25.06111362	595.8408019	0.000462615
1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	9.350321564	12.53055681	599.7241258	0.000259532	
1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	9.683021568	15.66319601	599.0865025	0.00033629	
1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	9.773021524	18.79583522	598.3833601	0.000407742	
1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	9.491967969	21.92847442	597.4919194	0.000462657	
1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	8.629117188	25.06111362	596.8174051	0.000536952	
asi Kiri	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	5.662013281	12.53055681	597.7157739	0.000157647
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	5.380235702	15.66319601	596.1047342	0.00018772
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	5.278625781	18.79583522	594.6020574	0.000221528
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	5.170235458	21.92847442	593.0234573	0.000253767
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	4.498541797	25.06111362	589.9270059	0.00025357
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	4.975320312	12.53055681	597.011461	0.000138679
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	5.572344922	15.66319601	596.3366048	0.000194353
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	5.350325605	18.79583522	594.7125861	0.000224498
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	5.573329688	21.92847442	593.7355241	0.000273247
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	5.642940625	25.06111362	592.5590785	0.000316765
1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	6.814934375	12.53055681	598.577944	0.000189494	
1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	7.240345543	15.66319601	597.8304568	0.000251945	
1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	6.718592187	18.79583522	596.367313	0.000281185	
1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	6.510215642	21.92847442	595.0476508	0.000318528	
1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	5.788804297	25.06111362	592.8191481	0.000324821	
sing ing s	1250	20	7.18	0.939383333	1021.0688	1.350395703	12.53055681	581.204229	3.85895E-05
	1250	25	8.975	1.174229167	1276.3361	1.221644141	15.66319601	572.7478852	4.42376E-05
	1250	30	10.77	1.409075	1531.6033	1.223559375	18.79583522	566.605991	5.37059E-05
	1250	35	12.565	1.643920833	1786.8705	1.202154772	21.92847442	559.5625082	6.22848E-05
	1250	40	14.36	1.878766667	2042.1377	1.140231585	25.06111362	550.2841969	6.85817E-05
	1300	20	7.18	0.976958667	1021.0688	1.314144922	12.53055681	580.5972902	3.75901E-05
	1300	25	8.975	1.221198333	1276.3361	1.208288281	15.66319601	572.4069545	4.37783E-05
	1300	30	10.77	1.465438	1531.6033	1.250325415	18.79583522	567.4048568	5.48086E-05
	1300	35	12.565	1.709677667	1786.8705	1.270216585	21.92847442	561.9633186	6.55482E-05
	1300	40	14.36	1.953917333	2042.1377	1.040329188	25.06111362	544.9754906	6.31445E-05
1350	20	7.18	1.014534	1021.0688	1.420321534	12.53055681	582.2858894	4.05176E-05	
1350	25	8.975	1.2681675	1276.3361	1.380216542	15.66319601	576.2795463	4.96942E-05	
1350	30	10.77	1.521801	1531.6033	1.170315564	18.79583522	564.9044692	5.15134E-05	
1350	35	12.565	1.7754345	1786.8705	1.373056425	21.92847442	565.1237006	7.04847E-05	
1350	40	14.36	2.029068	2042.1377	1.313021561	25.06111362	557.47705	7.80195E-05	

"Dan hendaklah ada sebagian umat segolongan kamu yang menyeru pada kebaikan dan mencegah dari perbuatan mungkar, ..."

(Q.S Ali Imron : 104)

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Fuad Andrianto, dilahirkan pada tanggal 18 Februari 1979 di kabupaten Klaten, Jawa Tengah. Mulai sekolah di Taman Kanak – Kanak pada tahun 1983 sampai dengan SMA di Klaten pada tahun 1997. Pada tahun yang sama masuk di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya pada Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan dan menyelesaikannya pada tahun 2003 dengan gelar Sarjana Teknik. Selama Kuliah pernah menjadi Asisten Praktikum Listrik Kapal dan Otomatisasi di Laboratorium Listrik Kapal dan Otomatisasi.