



**PENGGUNAAN SOFTWARE OSCILLOSCOPE
UNTUK MENDETEKSI KETIDAKNORMALAN
MESIN**

**KARYA ILMIAH TERTULIS
(SKRIPSI)**

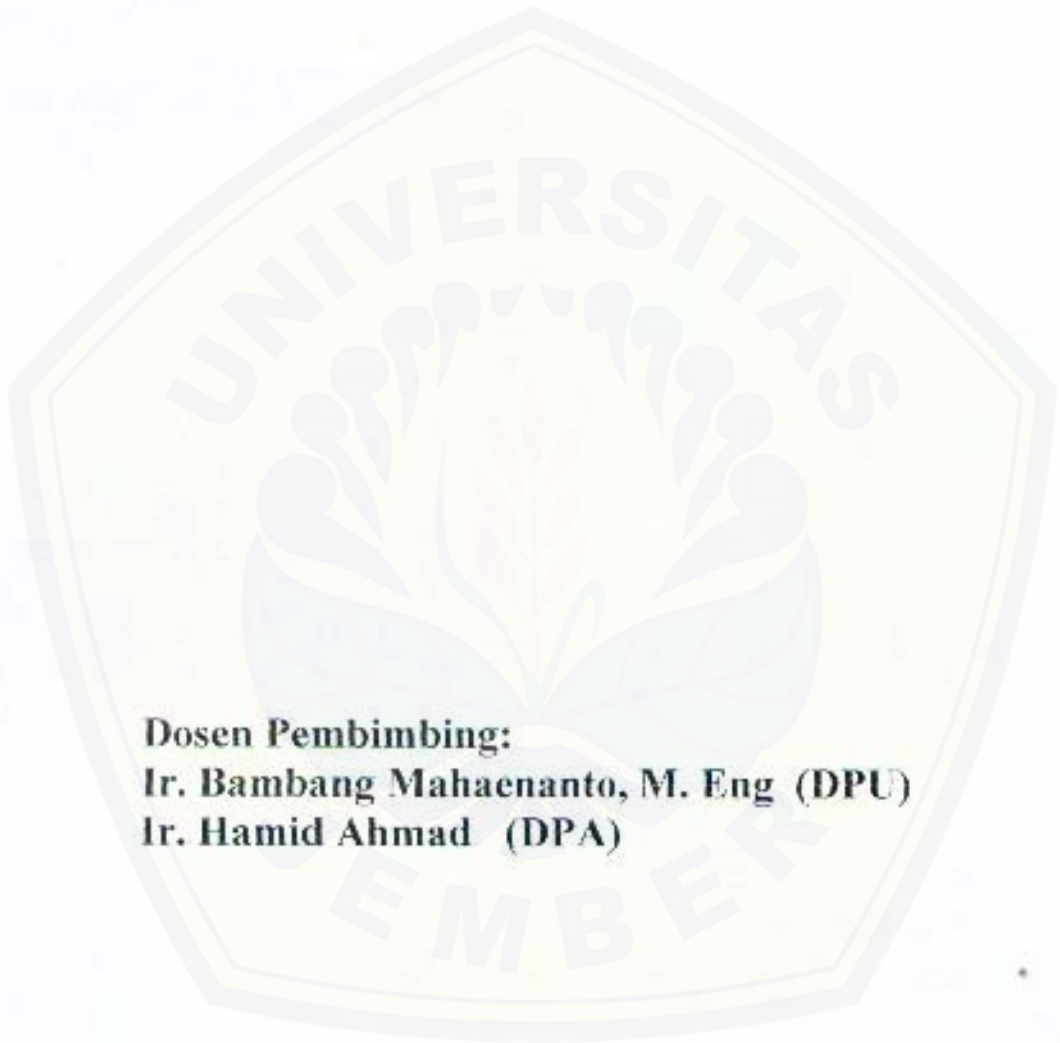
Diajukan Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan
Program Pendidikan Strata Satu (S1)
Pada Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Oleh :

LADY RODLIYAH

001710201043

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2005**



Dosen Pembimbing:
Ir. Bambang Mahaenanto, M. Eng (DPU)
Ir. Hamid Ahmad (DPA)

Diterima oleh :

Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember
Sebagai Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi)

Dipertahankan pada :

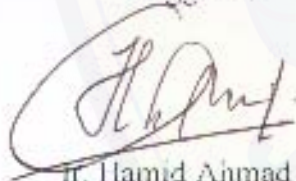
Hari : Sabtu
Tanggal : 16 April 2005
Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian

Tim Penguji
Ketua



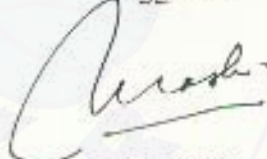
Ir. Bambang Marhaenanto, M. Eng
NIP. 151918530

Anggota I



Ir. Hamid Ahmad
NIP. 131386655

Anggota II



Askin STP
NIP. 132258075

Mengetahui
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember



Ir. Achmad Marzuki M. MSIE
NIP. 130531986

MOTTO

*Janganlah kamu berduka cita terhadap apa yang luput dari kamu, dan supaya kamu tidak terlalu gembira terhadap apa yang telah diberikan-NYA kepadamu (Al-
Hadid: 23)*

Dan jangan sekali-kali kamu mengatakan tentang sesuatu "sesungguhnya aku akan mengerjakannya itu besok pagi", kecuali dengan menyebut "Insyaa Allah" (Al-Kahfi: 23-24)

Memaafkan atas kesalahan seseorang adalah perbuatan mulia, Akan tetapi lebih mulia jika kita bisa melupakan kesalahannya (anonim)

Mencintai seseorang berarti mencintai kelebihanannya, cobalah untuk menerima dan mencintai kekurangannya (anonim)

Siapa yang sedang jatuh cinta pada seseorang, namun ia menahan diri untuk tidak berbuat maksiat hingga ia mati karenanya. Maka Allah akan menganggap ia mati syahid.

PERSEMBAHAN

Allah Tuhanku, Hamba Bersyukur atas karunia yang telah diberikan.

Karya ilmiah, tertulis ini ku persembahkan untuk:

Kedua orang tuaku , Mama... Makasih atas do'a dan kasih sayangnya, yang selalu menuntunku dengan kesabaranmu, semoga aku mewarisi sifat sabarmu. Ayah...Makasih atas semuanya. "Yah.....akfirnya aku bisa.....", nasehat ayah ternyata benar. "ALLAH BERSAMA KITA".

Kanda tersayang, makasih atas kesabaran dan kasih sayangnya, aku bersyukur bisa bersamamu. Semoga Allah mengabulkan do'a kita.

Adik2 ku, Faris , Misbah, Niyah n Vivi (yang paling centillllll). Makasih atas kebersamaannya. Jangan putus asa OK! Kita harus berjuang meraih masa depan. N contohlah kakakmu ini (He...He...He...)

Thanks to:

My Best Friend, **Fitrie**, 'smoga langgeng dengan wahyunya. Ku tunggu traktiran berikutnya ya.....**Marga**, 'smoga menemukan seseorang yang sesuai dengan harapamu, **Ida** aku masih sahabatmu.

Sri makasih yah atas dukungan moral dll smg aq bisa, **Melik** tetep centil ya, **Nugrah** beda usia bukan jadi penghalang lho (he..3x),**Ita Y** makasih atas segala dukungan, **Mirsoh** makasih gorengannya, jangan nangis lagi ya, **Ham-ham** makasih ya u baik banget dech! Smoga menemukan seseorang yang dinanti, **Zub-Zub** tetap kaffah yach!, **Erik** jangan takut untuk berubah, terbuka itu enak lho! **Azizah** jangan pacaran ya, langsung nikah aja OK! **Juni** teruskan perjuanganmu, aq boleh bantu khan? **Farida** gmn dia udah balik belum? **Wizk** jangan putus asa semua pasti ada hikmahnya Ok!, Abang **Munir** tetep dakwah khan? **Holilul** (bang roma 'TEP) tercep ngaji khan?, **Andi** jangan terlalu pendiam donk!, **Santi** smg sukses dech!, **Edo alias Erwin** jangan makan terus ya, apalagi yang gratisan (he3x), **Agus** jangan terlambat lagi kalo nembak cew' utar nyesel lho, **Yogi** n **P-man** main2 ke rumah ya, **Gati** n **Heri** cepet nyusul ya, **Femi** n **Ita** makasih yach, **Yeni** baksonya cuaq lho, **Em** km mirip banget dgn doi, smg langgeng, **Wa-wa** ojo pacaran tok, **Badra** n **Bom-Bom** cepet lulus ya, **Uko** jangan tll sibuk dengan urusan sendiri, teman2 menantimu, **Zulham** kapan nikah? undang2 ya, **Ulil** ati2 kalo naik motor, **Hendra** ojo ngebut

yo!, **Danni** smg langgeng ama memey, **Roziq** smg langgeng ama adex, **Dimas** cepet lulus ya **Vera** terus kerja keras ya, **Tyas** smg langgeng ama masnya.

Teman2 KKN di Besuki Demung Situbondo, *mas (Ari selamat ya), mas Rama, Brilliant, Edo, Johan, Yoyok, Vita, mbak pipit, Eni (enthong), eni P, King kin, Geti, Tono, Iir, Febri, n Jaka (u now d mana?!)*

Mas Agus, makasih atas kepercayaannya, **Mas Dodik** sorry udh ngrepotin, pisang gorengnya kapan2 ya.

Adik adik angkatan 01.02 dan 03. trim's y atas do'a dan semangatnya.

Teman2 pengurus HMJ IMATEKTA, BEM, teman2 asisten Dasmen, Instrumentasi, Energi, Perbengkelan, Pemetaan Lahan dll, makasih atas kekompakannya.

Dan loek smua teman2 yang tidak tersebut di atas.

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah Subhanahu Wata'ala yang telah memberikan rahmat,taufik serta hidayah-NYA, sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Ilmiah Tertulis yang berjudul "Penggunaan *Software Oscilloscope For Windows Version 2.5.1*" sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata Satu pada Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penulisan Karya Ilmiah Tertulis ini dapat terselesaikan karena bantuan serta dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

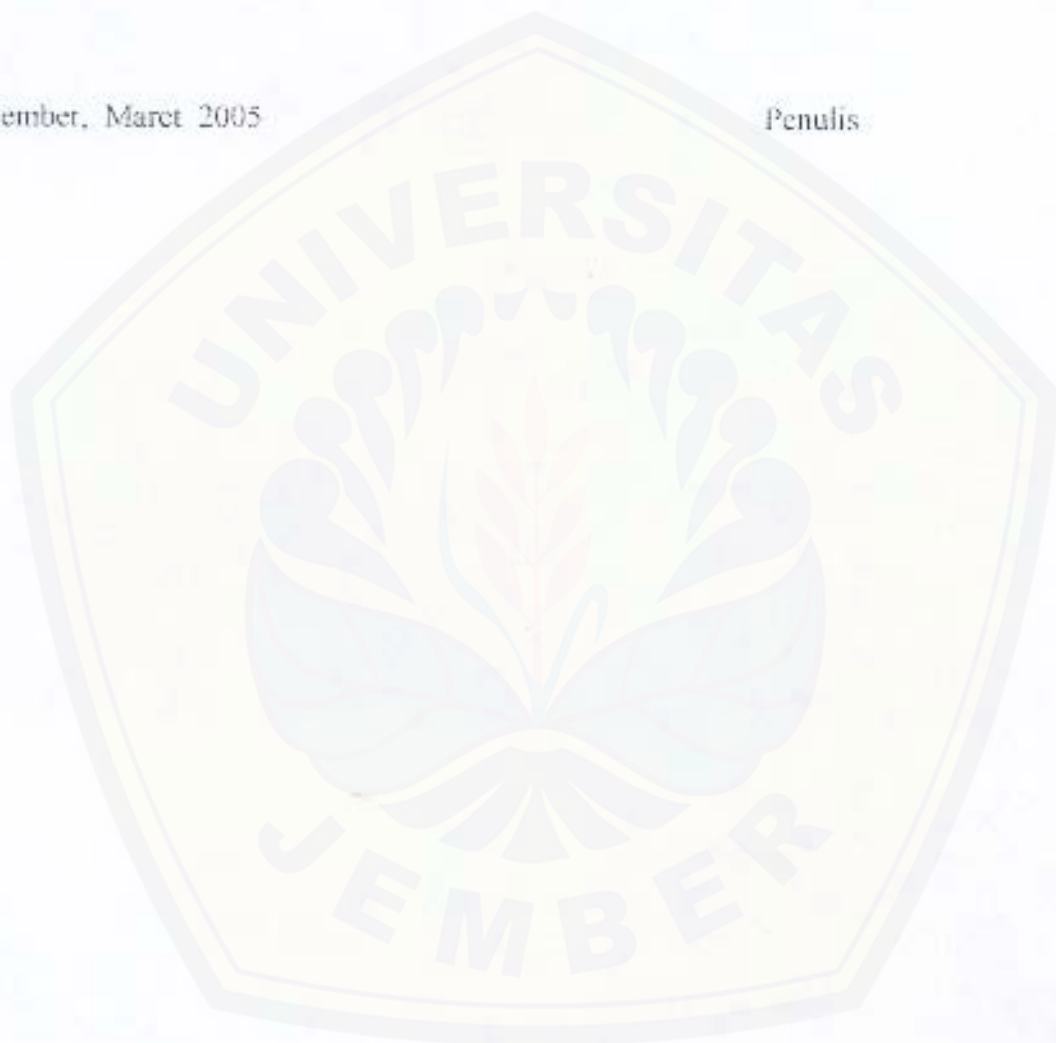
1. Bapak Ir. Bambang Marhaenanto, M.Eng, selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Dosen Pembimbing Akademik, dengan kesabarannya beliau telah banyak memberikan bimbingan, petunjuk dan saran yang terbaik;
2. Bapak Ir. Hamid Ahmad, selaku Dosen Pembimbing Anggota, atas segala perhatiannya memberikan petunjuk, saran dan dorongan semangat demi terselesaikannya penulisan ini;
3. Bapak Ir. Achmad Marzuki M, MSIE, selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
4. Bapak Dr. I. B. Suryaningrat, STP, MM, selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
6. Staf Teknisi Laboratorium atas peminjaman alat dan tempat untuk kelancaran penelitian;
7. Staf Administrasi Jurusan Teknik Pertanian atas bantuannya dalam kelancaran urusan administrasi akademik;
8. Seluruh staf Sub bagian Akademik FTP atas segala kemudahan birokrasi selama perjalanan masa studi hingga selesai.
9. Teman-teman THP'00 (Ikhsan, utami dll) terima kasih atas dukungan dan perhatiannya;
10. Teman-teman TEP'99 dan TEP'98 terima kasih atas persahabatannya;

11. Bapak Konstantin Zeldovich, selaku pembuat software oscilloscope;
12. Dan semua pihak yang telah membantu terselesaikannya karya ilmiah tertulis ini.

Penulis berharap semoga Karya Ilmiah Tertulis ini dapat bermanfaat dan menjadi sumber informasi bagi pembaca dan semua pihak yang membutuhkan.

Jember, Maret 2005

Penulis



DAFTAR ISI

Bab	Isi	Halaman
	HALAMAN JUDUL	i
	HALAMAN DOSEN PEMBIMBING	ii
	HALAMAN PENGESAHAN	iii
	HALAMAN MOTTO	iv
	HALAMAN PERSEMBAHAN	v
	KATA PENGANTAR	vii
	DAFTAR ISI	ix
	DAFTAR GAMBAR	xi
	DAFTAR LAMPIRAN	xiii
	ABSTRACT	xiv
	RINGKASAN	xv
I.	PENDAHULUAN	1
	1.1 Latar Belakang	1
	1.2 Permasalahan	2
	1.3 Tujuan Penelitian	2
	1.4 Manfaat Penelitian	2
II.	TINJAUAN PUSTAKA	3
	2.1 Mesin Diesel	3
	2.2 Getaran Mesin	5
	2.3 Definisi Getaran	7
	2.4 Kelompok Getaran	8
	2.5 Terminologi Getaran	8
	2.6 Recorder	9
	2.7 Osiloskop	9
	2.8 <i>Software Oscilloscope</i>	10

2.9 Mikrofon.....	11
2.9.1 Sifat-Sifat Mikrofon.....	12
2.9.2 Impedansi Mikrofon.....	13
2.10 Kabel.....	14
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	15
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	15
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	15
3.3 Metode Penelitian.....	15
3.4 Analisa Data.....	18
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	19
4.1 Analisa Ketidaknormalan.....	19
4.1.1 Mesin Dalam Keadaan Normal.....	19
4.1.2 Mesin Dalam Keadaan Tidak Normal.....	20
4.2 Analisa Grafik.....	24
4.2.1 Mesin Dalam Keadaan Normal.....	25
4.2.2 Mesin Dalam Keadaan Tidak Normal.....	25
4.3 Karakteristik Ketidaknormalan mesin.....	29
4.3.1 Mesin dalam Keadaan Normal.....	29
4.3.2 Mesin dalam Keadaan Tidak Normal.....	30
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	34
5.1 Kesimpulan.....	34
5.2 Saran.....	34
DAFTAR PUSTAKA.....	36
DAFTAR ISTILAH.....	37
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	38

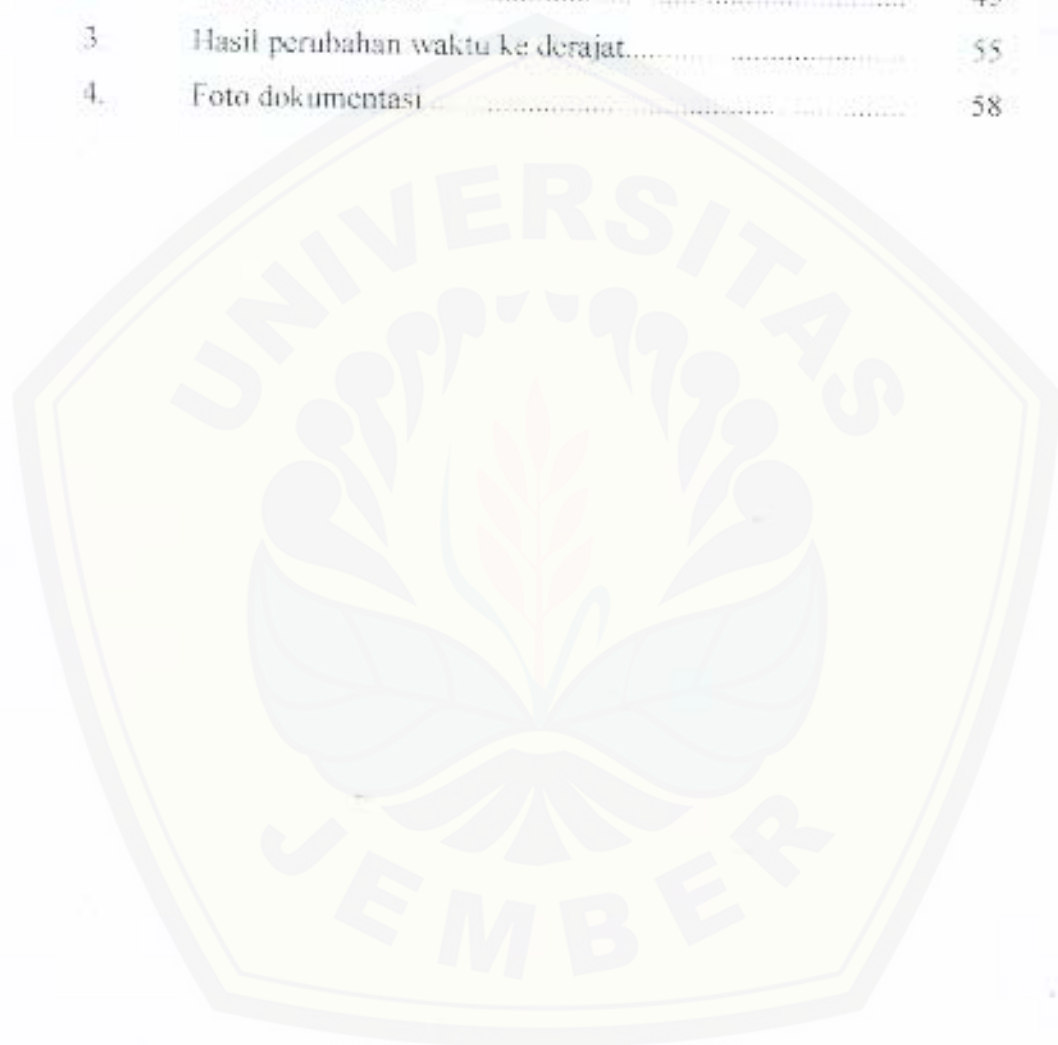
DAFTAR GAMBAR

Gambar	Keterangan	Halaman
2.1	Tampilan Oscilloscope version 2.5.1,	11
2.2	Simbol mikrofon.....	12
3.1	Rangkaian tahapan persiapan	16
4.1	Grafik hasil perekaman untuk mesin normal.....	19
4.2	Grafik hasil perekaman untuk mesin dengan celah katup pengeluaran 0.8 mm	21
4.3	Grafik hasil perekaman untuk mesin dengan celah katup pengeluaran 0.05 mm	21
4.4	Grafik hasil perekaman untuk mesin dengan celah katup pemasukan 0.4 mm.....	22
4.5	Grafik hasil perekaman untuk mesin dengan celah katup pemasukan 0.05 mm	22
4.6	Grafik hasil perekaman untuk mesin dengan nozle tanpa <i>shim</i>	23
4.7	Grafik hasil perekaman untuk mesin dengan kebocoran pada saluran pipa tekanan tinggi.....	24
4.8	Grafik rata-rata untuk mesin normal	24
4.9	Grafik rata-rata untuk mesin dengan celah katup pemasukan 0.4 mm	25
4.10	Grafik rata-rata untuk mesin dengan celah katup pengeluaran 0.8 mm.....	26
4.11	Grafik rata-rata untuk mesin dengan celah katup pemasukan 0.05 mm.....	26
4.12	Grafik rata-rata untuk mesin dengan celah katup pengeluaran 0.05 mm	27
4.13	Grafik rata-rata untuk mesin dengan nozle tanpa <i>shim</i>	27
4.14	Grafik rata-rata untuk mesin dengan kebocoran pada saluran pipa tekanan tinggi.....	28

4.15	Grafik penentuan kriteria ketidaknormalan untuk mesin normal.....	30
4.16	Grafik penentuan kriteria ketidaknormalan untuk mesin dengan celah katup pemasukan 0.4 mm.....	30
4.17	Grafik penentuan kriteria ketidaknormalan untuk mesin dengan celah katup pemasukan 0.05 mm.....	31
4.18	Grafik penentuan kriteria ketidaknormalan untuk mesin dengan celah katup pengeluaran 0.8 mm.....	31
4.19	Grafik penentuan kriteria ketidaknormalan untuk mesin dengan celah katup pengeluaran 0.05 mm.....	32
4.20	Grafik penentuan kriteria ketidaknormalan untuk mesin dengan nozzle tanpa shim.....	32
4.21	Grafik penentuan kriteria ketidaknormalan untuk mesin dengan kebocoran pada saluran pipa tekanan tinggi.....	33

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Keterangan	Halaman
1.	Hasil perekaman.....	38
2.	Hasil rata-rata.....	45
3.	Hasil perubahan waktu ke derajat.....	55
4.	Foto dokumentasi.....	58



Lady Rodliyah (001710201043) Department of Agriculture Engineering, The faculty of Agriculture Technology, Jember university **"The Use Of Oscilloscope Software To Detect The Abnormally Machine"**,

Ir. Bambang Marhaenanto, M.Eng (DPU), Ir Hamid Ahmad (DPA)

Abstrack

The vibration was connected with the movement and the force of the object oscillation that were connected with this movement. The vibration caused many problems in the technique, especially if resonance happening. Apart from clear damage happened because of the existence of the interference between parts of the moving machine if the excessive amplitude happened, the small amplitude also caused damage because of the excessive use and the tension that were bored. The vibration that happened for the machine worked caused this age of the power of the piece of the machine to become shorter, the surface of the object that was produced to this machine was not good, and output became low.

Machine damage could be known by exposing machine parts on the whole. This needed time that for quite a long time, so as to need the existence of the detector of the machine vibration that could show broken parts in the machine without must expose on the whole.

This research aimed at making the series of instrumentation of the detector of abnormally machine with used oscilloscope software for windows version 2.5.1 so as to be able to be known by the characteristics of machine damage. This research was carried out in October 2004, took place in the Instrumentation Laboratory and the Laboratory of the Implement Engineering and the Dirty Machine of Agriculture Department of Agriculture Engineering, The faculty of Agriculture Technology, Jember university. The data that was received from results of the recording was processed by making use of Ms EXCEL. So as of the analysis that was used was to compare the form of the wave that was formed from results and data processing of the recording.

Was based on results of the machine research in the normal situation had the form of the wave that more was arranged compared with the machine that in the abnormal situation, besides this same had the amplitude highest than the machine in the abnormal situation.

The machine that abnormal also had the difference of the form of the wave with the difference of the treatment. So as to learn the characteristics of abnormally could be seen by his form of the graph.

Lady Rodliyah (001710201043) Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, Judul Penelitian " PENGGUNAAN SOFTWARE OSCILLOSCOPE UNTUK MENDETEKSI KETIDAKNORMALAN MESIN", Ir. Bambang Marhaenanto, M.Eng (DPU), Ir Hamid Ahmad (DPA).

RINGKASAN

Getaran berhubungan dengan gerak osilasi benda dan gaya yang berhubungan dengan gerak tersebut. Getaran menyebabkan banyak persoalan dalam teknik, terutama jika terjadi resonansi. Selain kerusakan yang jelas terjadi karena adanya interferensi antara bagian-bagian mesin yang bergerak jika amplitudo yang berlebihan terjadi, amplitudo yang kecil juga menyebabkan kerusakan karena pemakaian yang berlebihan dan tegangan yang telah jenuh. Getaran yang terjadi selama mesin bekerja menyebabkan umur daya potong mesin tersebut menjadi lebih pendek, permukaan benda yang dihasilkan menjadi mesin ini tidak baik, dan keluaran menjadi rendah.

Salah satu cara untuk mengetahui ketidaknormalan mesin adalah dengan membongkar bagian-bagian mesin secara keseluruhan. Hal ini membutuhkan waktu yang cukup lama, sehingga perlu adanya pendeteksi getaran mesin yang dapat menunjukkan bagian-bagian yang rusak dalam mesin tanpa harus membongkar secara keseluruhan.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat rangkaian instrumentasi pendeteksi ketidaknormalan mesin dengan menggunakan software *oscilloscope for windows version 2.5.1* sehingga dapat diketahui karakteristik ketidaknormalan mesin.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2004, bertempat di Laboratorium Instrumentasi dan Laboratorium Rekayasa Alat dan Mesin Pertanian Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Data yang diperoleh dari hasil perekaman diolah dengan menggunakan MS EXCEL. Sehingga analisa yang digunakan adalah membandingkan bentuk gelombang yang terbentuk dari hasil perekaman dan pengolahan data.

Berdasarkan hasil penelitian mesin dalam keadaan normal mempunyai bentuk gelombang yang lebih teratur dibandingkan dengan mesin yang dalam keadaan tidak normal, disamping itu juga mempunyai amplitudo paling tinggi daripada mesin dalam keadaan tidak normal. Mesin yang tidak normal juga mempunyai perbedaan bentuk gelombang dengan perbedaan perlakuan. Sehingga untuk mengetahui karakteristik ketidaknormalan dapat dilihat bentuk grafiknya.

I. PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

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 biasa memerlukan pertimbangan sifat osilasinya (Thomson, 1980).

Getaran menyebabkan banyak persoalan dalam teknik terutama bila terjadi resonansi. Selain kerusakan yang jelas terjadi karena adanya interferensi antara bagian-bagian mesin yang bergerak jika amplitudo yang berlebihan terjadi, amplitudo yang kecil dapat juga menyebabkan kerusakan karena pemakaian yang berlebihan dan tegangan yang telah jenuh. Bising yang dihasilkan getaran, diketahui juga mempunyai pengaruh yang berkepanjangan pada kesehatan operator. Mesin-mesin banyak dihadapkan pada persoalan-persoalan getaran, dan ini banyak dipertimbangkan oleh perancang selama tahap pengembangan suatu mesin baru. Getaran yang terjadi selama mesin bekerja menyebabkan umur daya potong mesin tersebut menjadi lebih pendek, permukaan benda yang dihasilkan menjadi tidak baik, dan keluaran menjadi lebih rendah (Prasetyo, 1984).

Masalah utama dalam setiap pengukuran gerakan atau getaran ialah dalam menentukan besaran yang tepat atas dasar suatu keadaan tertentu, yaitu kecepatan, anjakan (*displacement*), atau percepatan yang merujuk ke bumi. Secara ideal kita ingin mempunyai transduser gerakan atau getaran yang dihubungkan dengan benda yang bergerak dan memberikan sinyal keluaran (*output signal*) yang sebanding dengan masukan getaran. Transduser ideal itu bergantung pada tempatnya, artinya dapat berfungsi dengan baik, jika ia dipasang dengan struktur bergetar di tanah, di atas pesawat terbang ataupun dalam pesawat antariksa (Holman dan Jasjfi, 1985).

Getaran dalam mesin disebabkan oleh pemindahan yang dihasilkan dari berbagai gaya tidak seimbang yang bekerja dalam mesin. Kalau semua gaya dalam sebuah mesin mempunyai besar dan arah yang tetap, mereka dapat

diseimbangkan dengan mudah. Tetapi kenyataannya, gaya di dalam sebuah mesin selalu berubah besaran dan arahnya, sehingga sulit untuk menyeimbangkan dari bagian tertentu (Mateev, 1954).

1.2 Permasalahan

Salah satu cara untuk mengetahui ketidaknormalan mesin adalah dengan membongkar bagian-bagian mesin secara keseluruhan. Hal ini membutuhkan waktu yang cukup lama. Sehingga perlu adanya pendeteksi getaran mesin yang dapat menunjukkan bagian-bagian yang rusak dalam mesin. Dalam hal ini yang dipergunakan dalam penelitian adalah mesin diesel.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Membuat rangkaian instrumentasi pendeteksi ketidaknormalan mesin
2. Mengetahui karakteristik ketidaknormalan mesin dengan berbantu software *Oscilloscope for windows 95 Version 2.5.1*

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu memberikan informasi secara jelas tentang karakteristik ketidaknormalan mesin yang tergambar dalam sebuah komputer dalam bentuk grafik sehingga akan dapat dilihat perbedaan yang jelas antara mesin dalam keadaan normal dan mesin dalam keadaan tidak normal.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mesin diesel

Pencipta mesin diesel adalah Rudolf Diesel, seorang Jerman yang berhasil mempertunjukkan hasil karyanya pada tahun 1898. Mesin diesel biasanya juga disebut mesin penyalan kompresi (*Compression Ignition Engine*) oleh karena cara penyalan bahan bakarnya dilakukan dengan menyemprotkan bahan bakar ke dalam udara yang telah bertekanan dan bertemperatur tinggi sebagai akibat dari proses kompresi (Arismunandar, 1997).

Pada saat diperkenalkan mesin diesel pertama di pasaran, motor bakar yang pertama beroperasi dengan bahan bakar murah telah ada di Eropa dan Amerika Serikat. Sesuai dengan namanya, mesin pembakaran dalam adalah mesin panas yang di dalamnya energi kimia dari pembakaran dilepaskan di dalam silinder mesin, sedangkan golongan lain dari mesin panas adalah mesin uap, energi yang ditimbulkan selama pembakaran bahan bakar diteruskan lebih dahulu ke uap dan hanya melalui uaplah kerja dilakukan dalam mesin atau turbin (Maleev, 1995).

Karakteristik utama dari mesin diesel yang membedakannya dari motor bakar yang lain adalah metode penyalan bahan bakar. Dalam mesin diesel bahan bakar diinjeksikan ke dalam silinder, yang berisi udara bertekanan tinggi. Selama kompresi udara dalam silinder mesin maka tekanan udara meningkat, sehingga ketika bahan bakar dalam bentuk kabut halus bersinggungan dengan udara panas ini, akan menyala dan tidak dibutuhkan alat penyalan lain dari luar. Karena alasan ini, mesin diesel juga disebut mesin penyalan kompresi (Maleev, 1995).

Pemakaian bahan bakar dari mesin diesel kira-kira 25% lebih rendah dari mesin bensin, sedangkan harga bahan bakarnya pun lebih murah. Hal itulah yang menyebabkan mengapa mesin diesel lebih hemat daripada mesin bensin. Namun karena perbandingan kompresinya yang tinggi maka tekanan kerja mesin diesel menjadi lebih tinggi daripada mesin bensin. Oleh karena itu mesin diesel harus dibuat lebih kuat dan kokoh, sehingga lebih berat. Disamping itu mesin diesel

mengeluarkan bunyi yang keras, warna dan bau gas buang yang kurang menyenangkan. Namun dipandang dari segi ekonomi bahan bakar serta polusi udara mesin diesel masih lebih disukai (Arismunandar, 1997).

Prinsip kerja motor diesel menurut Arismunandar (1997), adalah meliputi 4 langkah, yaitu langkah hisap, langkah kompresi, langkah ekspansi dan langkah buang. Torak yang bergerak translasi (bolak-balik) di dalam silinder dihubungkan dengan pena engkol dari poros engkol yang berputar pada bantalannya, dengan perantaraan batang penggerak atau batang penghubung. Campuran bahan bakar dan udara di bakar di dalam silinder ruang bakar, yaitu ruangan yang dibatasi oleh dinding silinder, kepala torak dan kepala silinder. Gas pembakaran yang terjadi itu mampu menggerakkan torak yang selanjutnya memutar poros engkol. Pada kepala silinder terdapat katup isap dan katup buang. Katup isap berfungsi untuk memasukkan udara segar ke dalam silinder, sedangkan katup buang berfungsi untuk mengeluarkan gas pembakaran yang sudah tidak terpakai dari dalam silinder ke atmosfer.

Jika torak berada pada posisi terjauh dari kepala silinder, dan baik katup isap maupun katup buang ada pada posisi tertutup, maka gerakan torak ke atas merupakan gerakan menekan udara ke dalam silinder (langkah kompresi). Gerakan tersebut terakhir akan menyebabkan kenaikan tekanan dan temperatur udara yang bersangkutan. Akhirnya apabila torak mencapai posisi terdekat dari kepala silinder, maka untuk motor diesel pada umumnya tekanan dan temperaturnya berturut-turut dapat mencapai $\pm 30 \text{ kg/cm}^2$ dan $+ 550^\circ\text{C}$. Namun beberapa saat sebelum torak mencapai posisi tersebut di atas, bahan bakar disemprotkan ke dalam silinder dan terjadilah pembakaran.

Proses pembakaran tersebut menyebabkan kenaikan tekanan dalam temperatur, karena proses pembakaran tersebut memerlukan waktu, maka tekanan maksimum dan temperatur maksimumnya terjadi beberapa saat setelah torak mulai turun ke bawah. Dalam hal tersebut gas pembakaran mendorong torak ke bawah (langkah ekspansi), dan selanjutnya memutar poros engkol.

Beberapa saat sebelum torak mencapai posisi terjauh dari kepala silinder, katup buang mulai terbuka sehingga gas pembakaran keluar dari dalam silinder.

Selanjutnya, gas pembakaran dipaksa keluar dari silinder oleh torak yang bergerak dari bawah ke atas (langkah buang). Beberapa saat sebelum torak mencapai posisi terdekat dengan kepala silinder, katup isap mulai membuka dan beberapa saat setelah torak bergerak ke bawah lagi, katup buang sudah menutup. Dalam hal tersebut terakhir, gerakan torak ke bawah akan menyebabkan udara segar dari atmosfer terisap masuk ke dalam silinder (langkah isap). Demikianlah proses tersebut di atas terjadi berulang-ulang (Anismanandar, 1997).

Perbedaan utama antara mesin diesel dengan mesin bensin adalah pembakaran pada mesin bensin tidak dapat berlangsung bila campuran udara bahan bakar tidak dinyalakan oleh bunga api dari busi. Pada mesin diesel yang dikompresikan hanya udara saja, tekanan dan suhunya dapat tinggi sekali karena perbandingan kompresinya tinggi (Soenarta dan Furuhamu, 1995).

2.2 Getaran Mesin

Menurut Roger (1967), getaran pada sistem permesinan biasanya tidak diinginkan dan selalu menjadi bahan pertimbangan yang penting dan mendesain suatu mesin. Getaran yang ditransmisikan ke lingkungan sekelilingnya mungkin mempunyai efek yang merugikan pada sistem yang lain.

Menurut Maleev (1991), getaran mesin sebagai satu keseluruhan, yang hanya diperhitungkan kalau struktur yang mendukung mesin adalah fleksibel, dapat dogolongkan oleh jenis perpindahan yang menyebabkannya.

Kocokan (*shaking*), disebabkan oleh gaya vertikal atau horisontal yang berayun-ayun yang cenderung untuk menggerakkan mesin naik turun atau kearah samping.

Goyangan (*rocking*), disebabkan oleh gaya horisontal berayun-ayun yang bekerja di atas titik berat mesin yang cenderung untuk menggoyang mesin disekitar garis yang melalui titik beratnya.

Jungkitan (*pitching*), disebabkan oleh pasangan gaya (kopel) vertikal yang cenderung untuk menaikturunkan ujung mesin.

Simpangan (*gawing*), disebabkan oleh kopel horisontal yang cenderung untuk menyimpangkan mesin menyilang atau menggerakkan mesin ke kiri-kanan.

Getaran puntiran, disebabkan oleh reaksi momen puntir berayun-ayun yang cenderung untuk memilin poros engkol selama berputar.

Disamping itu terdapat getaran dalam struktur mesinnya sendiri yang disebabkan oleh ayunan dalam tekanan gas dan gaya kelembaman. Ini ditunjukkan oleh kekasaran mesin, yang terjadi pada titik getar tertentu ketika frekuensi dari gaya yang berayun berhimpitan dengan frekuensi pribadi dari struktur mesin atau suatu kelipatan dari frekuensi ini.

Menurut Thomson (1995), Ketidakseimbangan pada mesin-mesin yang berputar merupakan sumber eksitasi getaran yang biasa dijumpai. Bila sebuah sistem dipengaruhi oleh eksitasi harmonik paksa, maka respon getarannya akan berlangsung pada frekuensi yang sama dengan frekuensi eksitasi atau perangsangnya. Sumber-sumber eksitasi harmonik adalah ketidakseimbangan pada mesin-mesin yang berputar, gaya yang dihasilkan mesin torak (*reciprocating machines*), atau gerak mesin itu sendiri.

Eksitasi ini mungkin tidak diinginkan oleh mesin karena dapat mengganggu operasinya atau mengganggu keamanan struktur mesin itu bila terjadi amplitudo getaran yang besar. Dalam banyak hal resonansi harus dihindari dan untuk menghindari berkembangnya amplitudo yang besar maka seringkali digunakan peredam (*dampers*) dan penyerap (*absorber*).

Pada motor diesel, bila bahan bakar diinjeksikan ke dalam silinder, maka bahan bakar akan bercampur dengan udara panas akibat dikompresikan oleh torak. Beberapa saat setelah terjadi penguapan, pencampuran dan oksidasi bahan bakar, barulah terjadi pembakaran. Selang waktu antara bahan bakar injeksikan dan terjadinya penyalaan disebut dengan kelambatan penyalaan. Kelambatan penyalaan yang panjang menimbulkan getaran yang keras sewaktu terjadi letupan (Soenarta, dkk, 1995).

Poros engkol dan roda gaya merupakan suatu sistem dengan derajat kebebasan ganda. Untuk beberapa harga frekuensi pribadi, resonansi akan terjadi pada beberapa putaran tertentu dalam daerah putaran operasinya. Sumber-sumber getaran paksa adalah gaya gas pembakaran dan inersia dari komponen-komponen yang bergerak translasi (bolak-balik). Amplitudo yang besar dari getaran

resonansi dapat mengakibatkan patah karena kelelahan yang disebabkan oleh tegangan berulang. Maka untuk menghindari hal tersebut, konstruksi sistem poros engkol harus diperiksa secara teliti. Jika hal tersebut terjadi di dalam daerah putaran operasinya, sebuah peredam perlu dipergunakan untuk mengurangi amplitudo resonansinya. Apabila beban sudah dihubungkan, dapat pula terjadi sistem getaran selain daripada sistem poros engkol itu sendiri. Namun, kalau poros engkol ternyata patah karena resonansi pada harmonik yang lebih tinggi dari sistem (termasuk bebannya) baik distribusi amplitudo maupun frekuensi poros engkol, dalam banyak hal tidak akan berbeda banyak dari keadaan di mana terjadi resonansi pada mesin itu sendiri (Anismanandar, 1997).

2.3 Definisi Getaran

Semua benda yang mempunyai massa dan elastisitas dapat bergetar. Benda dikatakan bergetar atau beresonansi bila benda tersebut melakukan gerakan bolak-balik yang berulang-ulang. Pengulangan itu dapat terjadi sangat teratur, seperti bandul lonceng misalnya, tetapi dapat juga terjadi secara sangat tidak teratur misalnya seperti yang terjadi pada peristiwa gempa bumi (Prasetyo dkk, 1992).

Sistem teknik mengandung massa dan elastisitas yang mampu bergerak secara relatif apabila gerakan sistem seperti itu berulang sendiri dalam interval waktu tertentu maka gerakan itu dikenal sebagai getaran atau *vibration*. Pada umumnya, getaran merupakan bentuk energi sisa dan pada berbagai kasus tidak diinginkan. Khususnya hal ini benar pada mesin-mesin, karena getaran menimbulkan bunyi, merusak bagian mesin dan memindahkan gaya yang tidak diinginkan dan menggerakkan benda yang didekatnya (Seto, 1997).

Getaran pada jembatan atau bangunan bertingkat dapat menyebabkan kerusakan atau malapetaka, namun getaran pada roda atau kristal quart dapat dimanfaatkan untuk mengukur waktu. Seperti gerakan yang berulang dalam selang waktu t yang sama disebut gerak periodik, sehingga selang waktu T sendiri disebut dengan perioda. Jadi pada getaran (merupakan salah satu contoh gerak periodik) perioda menyatakan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan satu getaran lengkap. Selanjutnya jumlah getaran yang terjadi dalam satu satuan waktu

disebut frekuensi. Bila jumlah getaran itu dihitung per satu detik maka digunakan satuan Hz (hertz, mengikuti nama fisikiawan Jerman Heinrich Hertz) Jadi 1 Hz ekuivalen dengan satu getaran per detik (Prasetyo dkk, 1992).

2.4 Kelompok Getaran

Menurut Thomson (1995), Ada dua kelompok getaran yang umum: bebas dan paksa. Getaran bebas adalah gerakan periodik yang diamati sebagai sistem yang berpindah dari kedudukan kesetimbangan statis. Gaya yang bekerja adalah gaya pegas, gesekan dan berat massa. Akibat adanya gesekan, getaran hilang sesuai dengan waktu. Getaran ini disebut dengan getaran bebas (*Free Vibration*) atau kadang kalanya disebut dengan transien (*transient*) (Seto, 1997).

Getaran bebas terjadi jika sistem berosilasi karena bekerjanya gaya yang ada di dalam sistem itu sendiri (*inherent*), dan jika tidak ada gaya luar yang bekerja. Sistem yang bergetar bebas akan bergetar pada satu atau lebih frekuensi naturalnya, yang merupakan sifat sistem dinamika yang dibentuk oleh distribusi massa dan kekakuannya. Getaran yang terjadi karena gaya luar disebut dengan getaran paksa. Jika rangsangan tersebut berosilasi, maka sistem dipaksa untuk bergetar pada frekuensi rangsangan. Jika frekuensi rangsangan sama dengan salah satu frekuensi natural sistem, maka akan didapat keadaan resonansi, dan osilasi besar yang berbahaya mungkin terjadi. Kerusakan pada struktur besar seperti jembatan, gedung/sayap pesawat terbang, merupakan kejadian menakutkan yang disebabkan resonansi (Thomson, 1995).

2.5 Terminologi Getaran

Menurut Thomson (1995), terminologi yang digunakan yang paling sederhana adalah nilai puncak dan nilai rata-rata. Nilai puncak biasanya menyatakan tekanan maksimum yang dialami bagian-bagian yang bergetar. Nilai ini juga menentukan batas pada kebutuhan "ruang gemeretak" (*rattle space*). Nilai rata-rata menyatakan nilai tunak (*steady*) atau nilai statik yang agak serupa dengan tingkat DC suatu arus listrik. Nilai ini dapat diperoleh dengan integral waktu.

Kuadrat simpangan biasanya dikaitkan dengan energi getaran yang diukur dari nilai purata kuadrat. Nilai purata kuadrat (*mean square value*) suatu fungsi waktu $x(t)$ ditemukan dari rata-rata nilai yang dikuadratkan, dan di integrasi untuk suatu selang waktu T (Thomson, 1995).

2.6 Recorder

Recorder merupakan alat ukur dengan mana harga tegangan dan arus atau lainnya yang diukur direkam secara otomatis untuk suatu waktu yang panjang oleh bentuk gelombang diteliti atau direkam. Ada dua macam recorder, yaitu

(1). Perekam jenis penulisan langsung (*Direct Writing Type Recorder*)

Pada alat penunjuk listrik, dimana setiap titik pergerakan direkam pada kertas disebut dengan *direct writing type recorder*. Penulisan boleh dengan pena ataupun pemetaan.

(2). Ossilograp

Dengan perekam jenis penulisan langsung, dimana bagian yang Bergeraknya mempunyai "natural" frekuensi vibrasi yang rendah, sulit untuk merekam gejala yang cepat secara teliti. Oleh karena itu dalam tingkat yang diizinkan untuk merekam gejala yang relatif cepat dari gelombang tegangan atau arus, diperlukan pengangkatan "natural" frekuensi vibrasi dari bagian yang bergerak untuk bisa menangkap perubahan bentuk gelombang (Sapiie, dkk, 2000).

2.7 Osiloskop

Pemakaian *oscillograph* elektromagnetis dibatasi sampai frekuensi 10 KHz, dan untuk gejala frekuensi tinggi dipakai tabung *cathode ray* untuk mendefleksikan sinar cahaya elektron. Dengan adanya elektron yang berpindah diantara elektroda penggerak sinar cahaya elektron akan bergerak dengan adanya tegangan pada elektron penggerak. Lalu, jika dua set dari elektroda penggerak (*deflecting electrode*) diikatkan pada sudut yang benar satu sama lain, lalu sinar cahaya elektron dalam perjalanannya yang lalu pada elektron dan penggerak ini akan bergerak vertikal maupun horizontal dan memukul satu titik pada *screen*

dan ini menyebabkan material *screen* berfluorescense dan titik terang akan kelihatan pada *screen*.

Oleh karena itu juga sebagai contoh waktu dasar diambil pada elektroda penggerak horizontal dan tegangan $v = V \sin \omega t$, dipakai pada elektroda penggerak vertikal, lalu titik pada *screen* akan menunjukkan gelombang sinus. Pembicaraan yang diberikan di atas berdasar pada hal gerakan elektrostatis. Dalam hal gerakan elektromagnet, signal arus dipakai dalam sistem kumparan penggerak untuk menghasilkan medan magnet yang kemudian dipakai untuk menggerakkan sinar cahaya elektron. Pada osiloskop gejala yang disebutkan diatas digunakan untuk melukiskan gelombang. Osiloskop secara kasar diklasifikasikan kedalam osiloskop waktu nyata (*real time oscilloscope*) dan osiloskop *sampling* (Sapitje, dkk, 2000).

2.8 Software Oscilloscope

Salah satu software yang bisa digunakan sebagai osiloskop adalah *Oscilloscope for windows 95 version 2.5.1 (oseilloscope 2.5.1)* yaitu sebuah perangkat lunak komputer yang bisa memperlihatkan tampilan osiloskop dalam sebuah komputer. Osiloskop ini menyajikan fungsi-fungsi yang lengkap dan berdiri sendiri dalam suatu lingkungan *windows*. Osiloskop ini memungkinkan untuk melakukan hal-hal sebagai berikut.

- Untuk menganalisa dalam waktu singkat pembawa sinyal apa saja
- Untuk melakukan pengukuran-pengukuran frekuensi
- Untuk menganalisa spektrum sinyal dengan cepat
- Untuk membuat plot
- Untuk mengukur koefisien korelasi secara silang antara dua buah sinyal

Secara umum, untuk melakukan hal-hal di atas, bisa dilakukan dengan memadukan sebuah osiloskop dengan sebuah perangkat analisa spektrum.

a. Spesifikasi

Spesifikasi dari *oscilloscope for windows 95 version 2.5.1* adalah osiloskop dengan penampung sinyal ganda digital, dengan analisa spektrum cepat dan *correlometer*, dengan:

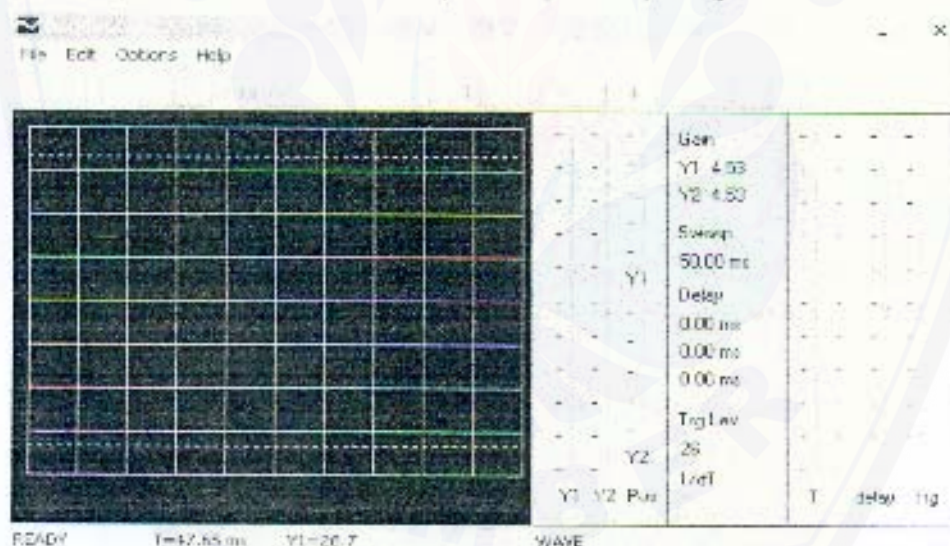
panjang buffer (penyangga)	: 52 ms
lebar band (range frekwensi)	: 20 Hz – 20 KHz max
input level	: ± 2 V AC, yang dibatasi kapasitas <i>Sound card</i> .

b. Persyaratan sistem

Persyaratan sistem yang menggunakan oscilloscope ini adalah sebagai berikut.

Mesin	: 80486 atau PC yang lebih tinggi
<i>Sound card</i>	: 8 atau 16 bit <i>sound card stereo</i>
<i>Disk Space</i>	: kurang dari 200 Kbyte
Software	: windows 95 dengan <i>sound driver</i> yang sudah diinstal dan ditata konfigurasinya (Konstantin, 1996-1997)

Adapun tampilan software oscilloscope ditunjukkan pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Tampilan Oscilloscope version 2.5.1

Untuk memperoleh software ini dengan cara download melalui internet dengan alamat www.zetrix.com/phys.htm.

2.9 Mikrofon

Menurut Edy dkk (1992) mikrofon biasanya dipakai sebagai alat pelengkap dan... berbagai peralatan penguat suara (audio amplifier). Mikrofon berfungsi

untuk mengubah getaran suara biasa menjadi getaran listrik suara. Adapun simbol mikrofon ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.2 Simbol Mikrofon

2.9.1 Sifat-sifat mikrofon

Sifat-sifat mikrofon digolongkan berdasarkan jenis-jenis mikrofon, adapun jenis-jenis mikrofon adalah mikrofon karbon, mikrofon piezo elektrik, mikrofon dinamik dan mikrofon elektret

(1). Mikrofon Karbon

Mikrofon karbon terdiri atas sebuah diafram logam yang menempel kepada butir-butir karbon. Jika diafram bergetar, maka akan menekan-nekan kepada butiran-butiran karbon. Karena desakan kontak-kontak antara butir-butir itu berubah, maka perlawanan listrik yang ada diantara butiran-butiran itu juga berubah. Sehingga kuat-kuat arus listrik yang mengalir bervariasi mengikuti nama kuat bunyi yang menggetarkan diafram.

Mikrofon karbon menghasilkan keluaran yang sangat kuat, tetapi cacat taklinernya tinggi dan tidak stabil. Sehingga mikrofon jenis ini jarang dipakai.

(2). Mikrofon Piezo- Elektrik

Mikrofon ini terdiri atas sebuah diafram yang menempel pada keping yang terbuat dari bahan keramik (*barium titanat*) yang mempunyai sifat-sifat piezo-elektrik. Mikrofon ini menghasilkan keluaran yang cukup tinggi yang bisa langsung diumpankan ke penguat dan impedansi keluarannya tinggi.

(3). Mikrofon Dinamik

Mikrofon ini menyerupai penguat suara dinamik yang terdiri atas sebuah kumparan yang bergerak-gerak dalam medan magnet. Mikrofon ini mempunyai impedansi rendah dan keluaran yang rendah sehingga memerlukan penguat.

(4). Mikrofon Elektret

Mikrofon elektret adalah sebuah isolator yang dapat sementara menyimpan muatan listrik dan kerjanya menyerupai kondensator. Hal ini karena keping bergerak-gerak oleh variasi desakan udara, maka terjadilah perubahan kapasitas. Perubahan kapasitas menyebabkan perubahan tegangan. (Wasito, 1995)

2.9.2 Impedansi Mikrofon

Mikrofon dapat diperoleh di pasaran dalam dua golongan impedansi, yaitu impedansi tinggi dan rendah. Mikrofon dengan impedansi tinggi digunakan dengan kabel pendek dari pemancarnya karena kabel tidak dapat dibuat sangat panjang tanpa diberi kompensasi ataupun transformator penjodoh. Jenis mikrofon impedansi tinggi beragam akan tetapi yang sering di pasaran adalah 100 k Ohm dan 500 K Ohm.

Mikrofon impedansi rendah dijual dalam 3 impedansi, yaitu 50, 150, dan 600 Ohm. Jenis 50 Ohm digunakan dalam layanan komersial, jenis 150 Ohm dan 600 Ohm digunakan terutama dalam penerluasan, telepon, dan untuk penguat suara (*public address*) (Wasito, 1995).

2.10 Kabel

Kabel dalam sistem audio mempunyai pengaruh pada hasil suara yang diproduksi oleh suatu perangkat audio. Ada dua jenis kabel yang biasa digunakan pada sistem audio. Pertama, kabel *interconnect* atau biasa disebut kabel RCA yang mempunyai steker di ujungnya. Kabel ini digunakan pada saluran penghubung antara perangkat audio yang menghasilkan sinyal berkekuatan rendah maksimal 2 Volt serta arus yang tidak melebihi 1 mA. Kedua, kabel speaker memiliki kekuatan elektrik di atas 40 Volt dan arus hingga 20 A. Kabel ini dipergunakan sebagai penghubung speaker dengan amplifier.

RCA atau kabel interkoneksi adalah sebuah kabel *koaksial* yang bagian tengahnya dapat terbuat dari satu kawat atau gabungan dari beberapa kawat. Bagian tengah kabel *koaksial* merupakan bagian yang mengalirkan sinyal-sinyal audio, sedangkan bagian luar hanya merupakan konduktor biasa. Bagian luar kabel yang merupakan konduktor terbuat dari bahan metal *foil* (lembaran logam) (Prasetyono, 2003)



III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dimulai pada bulan Oktober 2004 sampai dengan bulan Januari 2005, bertempat di Laboratorium Instrumentasi dan laboratorium Rekayasa Alat dan Mesin Pertanian Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

3.2 Alat dan bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Seperangkat Komputer dengan *Software Oscilloscope for Windows 2.5.1*
2. Kumaran magnetik sebagai sensor getaran (spul gitar listrik)
3. Kabel penghubung
4. Mesin traktor (mesin diesel)
5. Tachometer
6. *Feeler Gauge*
7. Bahan bakar diesel (bahan bakar solar)
8. Dan peralatan perbengkelan lainnya

3.3 Metode Penelitian

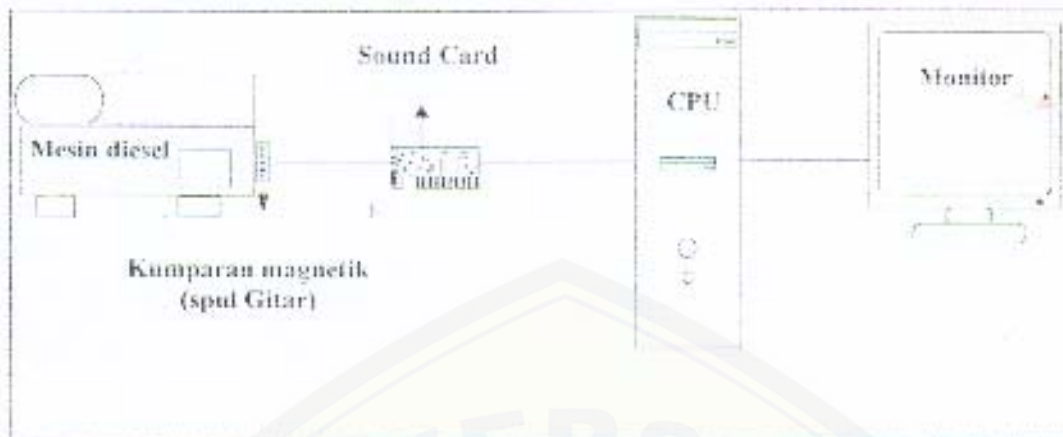
Penelitian dilakukan dalam beberapa tahapan sebagai berikut.

1. Tahap Persiapan

Pada tahap persiapan ini hal-hal yang dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Menyiapkan alat dan bahan yang akan dilakukan dalam penelitian
2. Merangkai kumaran magnetik dengan perangkat komputer yang dihubungkan dengan kabel penghubung.

Adapun gambar rangkaian pada tahap persiapan adalah sebagai berikut



Gambar 3.1 Gambar rangkaian tahapan persiapan

2. Tahap Pengambilan Data

Pada tahap ini langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut.

a. Mesin normal

1. Menghidupkan komputer dengan menjalankan program software oscilloscope for windows
2. Menempelkan kumparan magnetik pada mesin
3. Menghidupkan mesin
4. Memulai proses pengambilan data dengan mengklik tombol ON LINE pada software oscilloscope
5. Mengklik tombol HOLD untuk mengunci gelombang yang terbentuk dari proses perekaman

Dengan ketentuan mesin dalam keadaan normal, yang berarti bahwa mesin tidak mengalami kerusakan pada bagian-bagiannya

b. Mesin tidak normal

1. Menghidupkan komputer dengan menjalankan program software oscilloscope for windows
2. Menempelkan kumparan magnetik (spul gitar) pada mesin
3. Menghidupkan mesin

4. Memulai proses pengambilan data dengan mengklik tombol ON LINE pada software oscilloscope
5. Mengklik tombol HOLD untuk mengunci gelombang yang terbentuk dari proses perekaman

Dengan ketentuan mesin dalam keadaan tidak normal, dengan perlakuan-perlakuan tertentu.

3. Tahap Pengolahan Data

Pada tahap ini langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Gelombang yang terbentuk setelah meng klik tombol HOLD disimpan dengan mengklik tombol FILE,SAVE AS
2. Membuka program MS EXCEL
3. Membuka file yang menyimpan hasil pengambilan data
4. Menampilkan grafik berdasarkan data yang diperoleh

4. Tahap Perancangan Kriteria Ketidaknormalan

Pada tahap ini, data-data yang diperoleh diklasifikasikan berdasarkan karakteristik mesin. Sehingga akan diketahui data-data yang menunjukkan mesin dalam keadaan normal dan mesin yang mengalami ketidaknormalan.

5. Tahap Pengujian

Pada tahap ini, langkah-langkah yang dilakukan adalah dengan mengulang kembali tahapan-tahapan yang telah dilakukan kemudian membandingkan apakah data yang diperoleh pada tahap pengujian sesuai dengan yang telah dilakukan.

3.4 Analisa Data

1. Analisa Ketidaknormalan

Analisa ketidaknormalan ini dilakukan dengan pengamatan terhadap mesin yang telah mengalami perlakuan tertentu, sehingga dapat diketahui dampak dari mesin yang telah mengalami perlakuan.

2. Analisa Grafik

Analisa grafik ini dilakukan dengan menggabungkan data yang diperoleh dari hasil perekaman pada pengambilan data untuk tiap perlakuan. Penggabungan dilakukan dengan menggeser grafik pada posisi yang sama, kemudian menjumlahkan secara keseluruhan dan diambil rata-ratanya. Setelah itu dapat melakukan pengamatan terhadap bentuk grafik yang telah diperoleh dari hasil rata-rata. Sehingga akan diperoleh data berupa jumlah gelombang, amplitudo, waktu dan jarak antara amplitudo.

3. Penentuan kriteria ketidaknormalan

Penentuan kriteria ketidaknormalan ini dilakukan dengan memberikan garis horizontal dengan amplitudo 60 pada grafik hasil rata-rata. Garis tersebut dijadikan sebagai acuan dalam menentukan kriteria ketidaknormalan. Sehingga kriteria ketidaknormalan dapat diketahui dengan menghitung jumlah amplitudo yang melewati garis acuan tersebut.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa serta pembahasan pada penelitian "Penggunaan Software Oscilloscope Untuk Mendeteksi Ketidaknormalan Mesin", maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Rangkaian instrumentasi untuk mendeteksi ketidaknormalan mesin diesel terdiri dari sebuah sensor getaran, kabel penghubung, seperangkat computer dengan *software oscilloscope for windows version 2.5.1*. Sensor ditempelkan pada permukaan body mesin yang diuji dan dihubungkan dengan *sound card* yang terdapat dalam slot CPU dengan menggunakan kabel penghubung.
2. Karakteristik ketidaknormalan mesin dapat diketahui dengan melihat grafik hasil perekaman dengan *software oscilloscope*. Dengan melihat jumlah amplitudo yang melewati garis acuan. Untuk mesin dalam keadaan normal mempunyai 4 amplitudo, mesin dengan celah katup pemasukan 0,4 mm mempunyai 1 amplitudo dan 1 amplitudo yang berada tepat pada garis acuan. Sedangkan untuk mesin dengan celah katup pemasukan 0,05 mm mempunyai 1 amplitudo. Mesin dengan celah katup pengeluaran 0,8 mm mempunyai 2 amplitudo yang melewati garis acuan. Sedangkan untuk mesin dengan celah pengeluaran 0,05 mm mempunyai 3 amplitudo. Pengurangan jumlah shim pada nozzle mempunyai 1 amplitudo. Kebocoran pada saluran pipa tekanan tinggi mempunyai 1 amplitudo dan 1 amplitudo yang berada tepat pada garis acuan.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian ini beberapa saran yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut.

1. Untuk penelitian lanjutan posisi penempelan sensor harus disesuaikan dengan tempat yang memungkinkan mengalami ketidaknormalan

2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai tipe-tipe ketidaknormalan yang lain
3. Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang penggunaan sensor untuk tipe mesin yang berbeda.



DAFTAR PUSTAKA

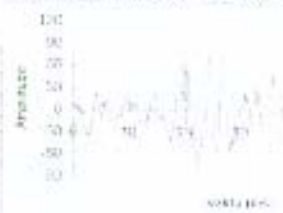
- Arismunandar, W. dan Koichi Tsuda, 1997, *Motor Diesel Putaran tinggi*, Pradnya Paramita, Jakarta
- Boentarto, 2001, *Teknik Perawatan Mesin Diesel*, C.V. Aneka, Solih
- Daryanto, 2003, *Dasar-dasar Teknik Mobil*, Bumi Aksara, Jakarta
- Holman, J.P. dan E. Jasjti, 1985, *Metode Pengukuran Teknik*, Erlangga, Jakarta
- Malcev, V.L., diterjemahkan oleh Bambang Priambodo, 1995, *Operasi Dan Pemeliharaan Mesin Diesel*, Erlangga, Jakarta
- Margunadi, 1995, *Komputer*, Elex Media Komputindo, Jakarta
- Prasetio, Lea, dkk., 1992, *Mengerti Fisika*, Andi Offset, Yogyakarta
- Prasetyono, D. S., 2003, *Cara Mudah Merangkai Elektronika Lanjutan*, Absolut, Jakarta
- Sapiie, S. dan Nishino Osamu, 2000, *Pengukuran Alat-alat Ukur Listrik*, Pradnya Paramita, Jakarta
- Seto, W.B.S., diterjemahkan oleh Darwin Sebayang, 1997, *Gitaran Mekanis*, Erlangga, Jakarta
- Soenarta, Nakula dan Souchi Furuuma, 1995, *Motor Serba Cuna*, Pradnya Paramita, Jakarta
- Thomson, W. I. diterjemahkan oleh Lea Prasetio, 1995, *Teori Gitaran Dengan Penerapannya* Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta
- Titherington, D. dan Rammer, J.G., diterjemahkan oleh Lea Prasetio, 1984, *Mekanika Terapan*, Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta
- Wasito, S., 1995, *Vademekum Elektronika*, Edisi Ketiga, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Zeldovich, Konstantin, 1996-1997, *Oscilloscope For Windows 95 Version 2.5.1*, Zeld@polly.phys.Su

DAFTAR ISTILAH

Bit	: Unit informasi terkecil. 1 bit cukup untuk membedakan ya atau tidak, atas atau bawah secara singkat satu diantara dua yang berlawanan
Buffer	: Cip atau peralatan elektronik lain yang berperan sebagai penyangga, yang mampu menampung masukan dan mengatur keluaran
CPU	: <i>Central Processing Unit</i> , berisi <i>arithmetic unit</i> , <i>logic unit</i> dan <i>control</i> , menampung semua instruksi untuk dilaksanakan atau diolah
Disk Space	: Fasilitas untuk mengecek atau melihat ruang pada disk
Disk	: Sebuah piringan metalik tipis terbuat dari bahan magnetis yang mampu menyimpan sejumlah besar informasi
File	: Serangkaian informasi yang merupakan suatu kesatuan dan memiliki nama identifikasi
Hardware	: Perangkat keras, yaitu peralatan dalam bentuk fisik seperti alat mekanis, magnetik, elektrik dan peralatan elektronik yang menjalankan komputer
Program	: Urutan konstruksi computer dalam suatu bahasa yang didesain agar komputer dapat melaksanakan tugas yang diberikan
Software	: Perangkat lunak, yaitu sebuah program tentang perintah-perintah yang berkaitan dengan system operasi sehingga komputer bisa hidup
Sound Card	: Perangkat keras yang berfungsi sebagai audio yang dihubungkan dengan komputer.

Lampiran I. Hasil perekaman

mesin normal 2328 RPM 5 detik pertama



mesin normal 2328 RPM 5 detik kedua



mesin normal 2328 RPM 5 detik ketiga



mesin normal 2328 RPM 5 detik keempat



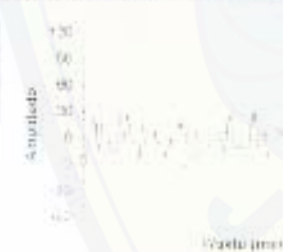
mesin normal 2328 RPM 5 detik kelima



mesin normal 2328 RPM 5 detik keenam



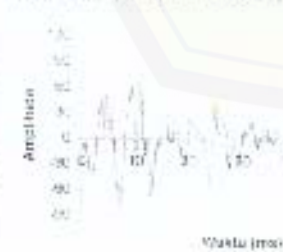
mesin normal 2328 RPM 5 detik ketujuh



mesin normal 2328 RPM 5 detik kedelapan



mesin rusak 2328 RPM 5 detik kesembilan



mesin rusak 2328 RPM 5 detik kesepuluh

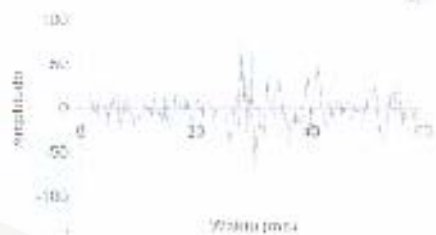


Lampiran 1 (lanjutan)

Klep pemasukan 0,05 mm 2328 RPM 5 detik pertama



Klep pemasukan 0,05 mm 2328 RPM 5 detik kedua



Klep pemasukan 0,05 mm 2328 RPM 5 detik ketiga



Klep pemasukan 0,05 mm 2328 RPM 5 detik keempat



Klep pemasukan 0,05 mm 2328 RPM 5 detik kelima



Klep pemasukan 0,05 mm 2328 RPM 5 detik keenam



Klep pemasukan 0,05 mm 2328 RPM 5 detik ketujuh



Klep pemasukan 0,05 mm 2328 RPM 5 detik kedelapan



Klep pemasukan 0,05 mm 2328 RPM 5 detik kesembilan



Klep pemasukan 0,05 mm 2328 RPM 5 detik kesepuluh

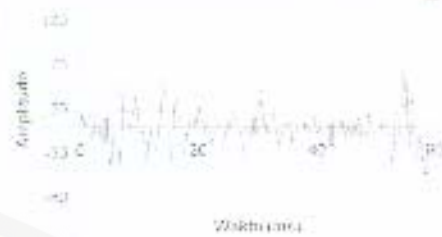


Lampiran I (lanjutan)

Kep. pemrosesan 0,4 mm 2328 RPM 5 detik ketukan



Kep. pemrosesan 0,4 mm 2328 RPM 5 detik ketukan



Kep. pemrosesan 0,4 mm 2328 RPM 5 detik ketukan



Kep. pemrosesan 0,4 mm 2328 RPM 5 detik ketukan



Kep. pemrosesan 0,4 mm 2328 RPM 5 detik ketukan



Kep. pemrosesan 0,4 mm 2328 RPM 5 detik ketukan



Kep. pemrosesan 0,4 mm 2328 RPM 5 detik ketukan



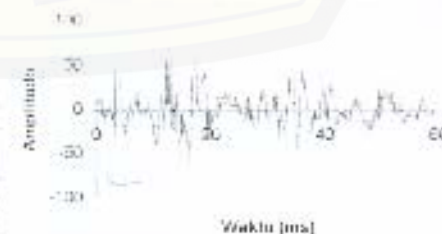
Kep. pemrosesan 0,4 mm 2328 RPM 5 detik ketukan



Kep. pemrosesan 0,4 mm 2328 RPM 5 detik ketukan



Kep. pemrosesan 0,4 mm 2328 RPM 5 detik ketukan



Lampiran 1 (lanjutan)

Kep pengaliran 0.05 mm 2328 RPM 5 detik perputar



Kep pengaliran 0.05 mm 2328 RPM 5 detik perputar



Kep pengaliran 0.05 mm 2328 RPM 5 detik perputar



Kep pengaliran 0.05 mm 2328 RPM 5 detik perputar



Kep pengaliran 0.05 mm 2328 RPM 5 detik perputar



Kep pengaliran 0.05 mm 2328 RPM 5 detik perputar



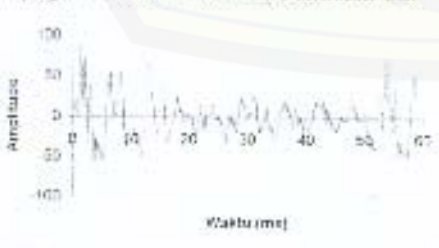
Kep pengaliran 0.05 mm 2328 RPM 5 detik perputar



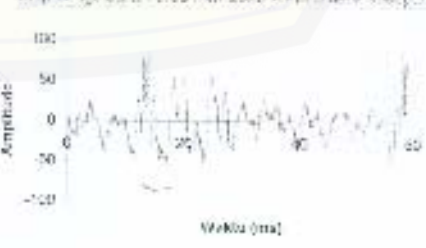
Kep pengaliran 0.05 mm 2328 RPM 5 detik perputar



Kep pengaliran 0.05 mm 2328 RPM 5 detik perputar



Kep pengaliran 0.05 mm 2328 RPM 5 detik perputar



Lampiran 1 (lanjutan)

Klip pengaliran 0,8 mm 2328 RPM 5 detik pertama



Klip pengaliran 0,8 mm 2328 RPM 5 detik kedua



Klip pengaliran 0,9 mm 2328 RPM 5 detik pertama



Klip pengaliran 0,9 mm 2328 RPM 5 detik kedua



Klip pengaliran 0,8 mm 2328 RPM 5 detik pertama



Klip pengaliran 0,8 mm 2328 RPM 5 detik kedua



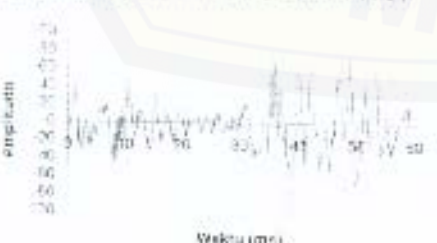
Klip pengaliran 0,8 mm 2328 RPM 5 detik pertama



Klip pengaliran 0,9 mm 2328 RPM 5 detik kedua



Klip pengaliran 0,8 mm 2328 RPM 5 detik pertama



Klip pengaliran 0,8 mm 2328 RPM 5 detik kedua

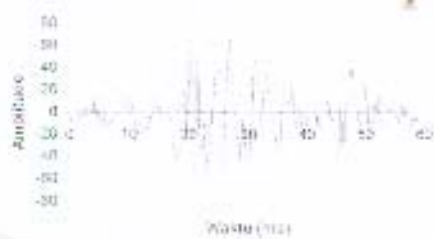


Lampiran 1 (lanjutan)

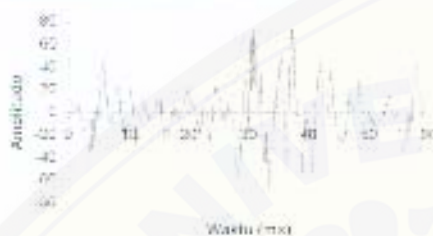
Kebocoran saluran 2320 RPM 5 detik pertama



Kebocoran saluran 2320 RPM 5 detik kedua



Kebocoran saluran 2320 RPM 5 detik ketiga



Kebocoran saluran 2320 RPM 5 detik keempat



Kebocoran saluran 2320 RPM 5 detik kelima



Kebocoran saluran 2320 RPM 5 detik keenam



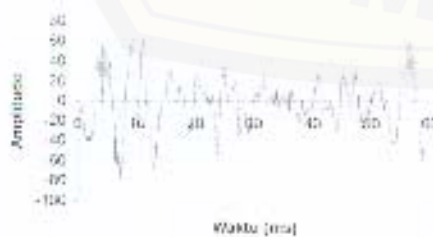
Kebocoran saluran 2320 RPM 5 detik ketujuh



Kebocoran saluran 2320 RPM 5 detik kedelapan



Kebocoran saluran 2320 RPM 5 detik kesembilan



Kebocoran saluran 2320 RPM 5 detik kesepuluh



Lampiran 1 (lanjutan)

Hasil tanpa slem 2028 RPM 5 detik pertama



Hasil tanpa slem 2028 RPM 5 detik kedua



Hasil tanpa slem 2028 RPM 5 detik ketiga



Hasil tanpa slem 2028 RPM 5 detik keempat



Hasil tanpa slem 2028 RPM 5 detik kelima



Hasil tanpa slem 2028 RPM 5 detik keenam



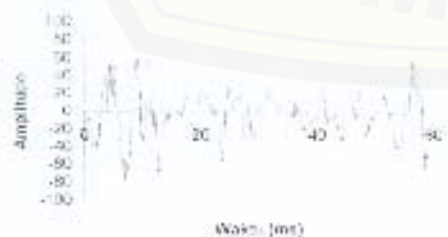
Hasil tanpa slem 2028 RPM 5 detik ketujuh



Hasil tanpa slem 2028 RPM 5 detik kedelapan



Hasil tanpa slem 2028 RPM 5 detik kesembilan



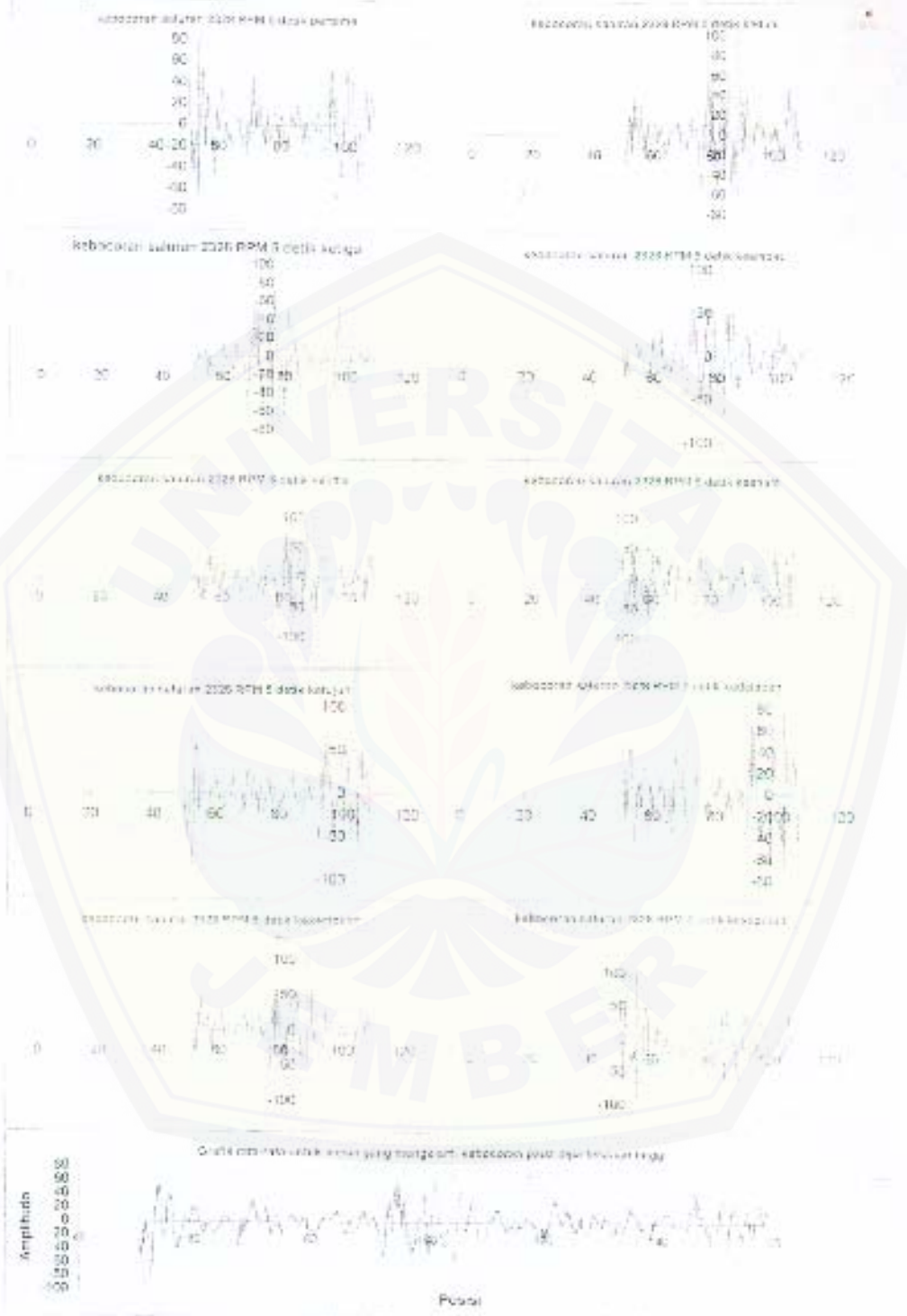
Hasil tanpa slem 2028 RPM 5 detik kesepuluh



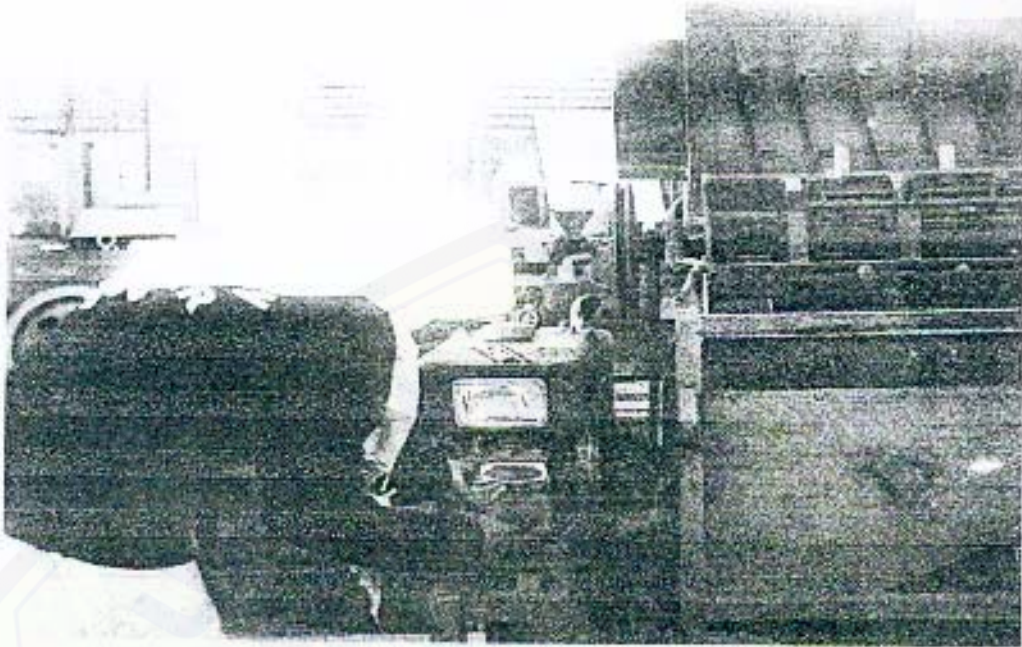
Lampiran 2 lanjutan

182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

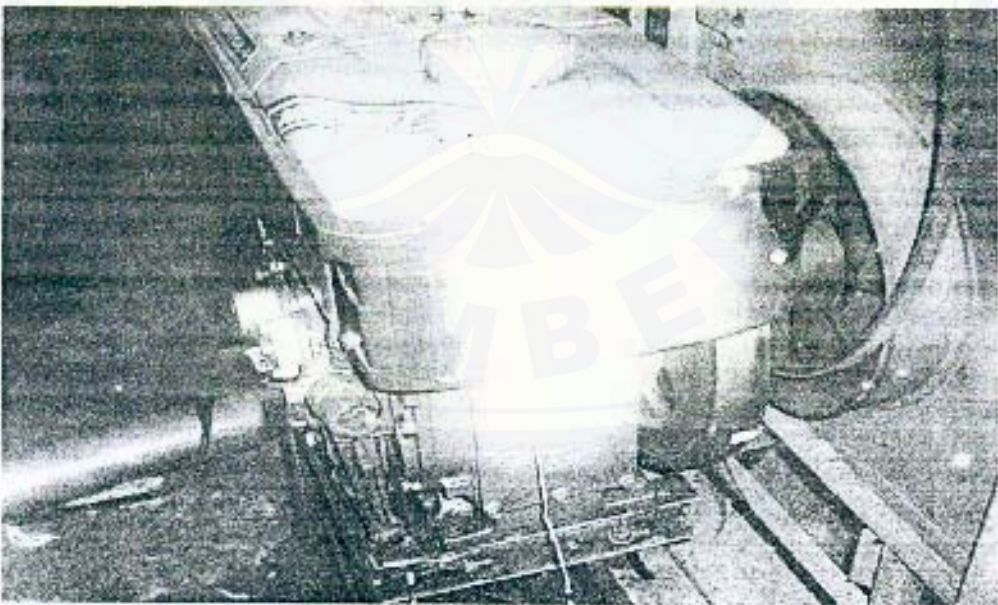
Lampiran 2 lanjutan



Lampiran 4. Foto Dokumentasi



Gambar 1. Operator sedang menempelkan sensor

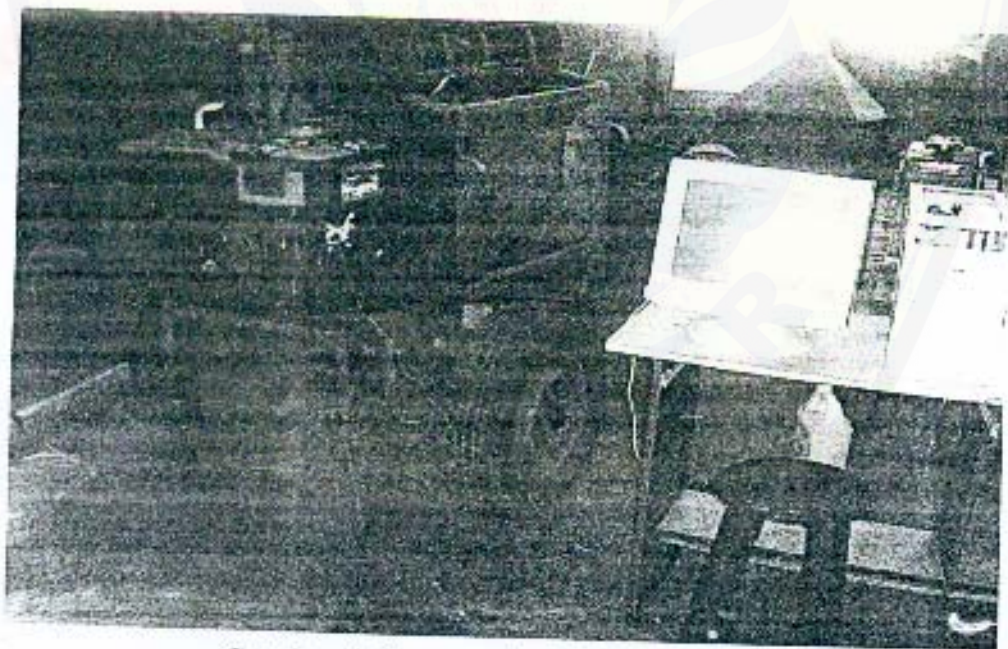


Gambar 2. Sensor yang ditempelkan pada mesin

Lampiran 4 Lanjutan



Gambar 3. Operator sedang menghidupkan mesin



Gambar 4. Seperangkat Alat Penelitian