



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENGEMBANGAN SENSOR BERBASIS *NEAR INFRA RED*
UNTUK MENGANALISA SISA UMUR PELUMAS**

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelas Master Teknik

IVAN EKA

0706174026

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM TEKNIK KIMIA

P3K

DEPOK

JUNI 2009

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh

Nama : Ivan Eka
NPM : 0706174026
Program Studi : Teknik Kimia
Judul Tesis : PENGEMBANGAN SENSOR BERBASIS *NEAR INFRA RED* UNTUK MENGANALISA SISA UMUR PELUMAS

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada program studi Teknik Kimia Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Prof Dr. Ir. M. Nasikin M.Eng ()
Pembimbing II : Ir. Sukirno M.Eng ()
Penguji : Ir. Setiadi M.Eng ()
Penguji : Dr.Ir. Setijo Bismo, DEA ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 6 Juli 2009

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan tesis ini. Penulisan Tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelas Magister Teknik Jurusan Teknik Kimia pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tesis ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan tesis ini. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya kepada **Prof. Dr. Ir. M. Nasikin M.Eng** dan **Ir Sukirno M.Eng.** selaku dosen pembimbing yang telah banyak membantu dan membimbing hingga penyelesaian tesis ini.

Selain itu penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih kepada

1. Dosen-dosen Teknik Kimia UI yang telah mengajarkan ilmu-ilmunya.
2. Kepada bapak Ian (teknisi lab teknik fisika ITB), staf lab DTK UI dan staf lab Kimia UI yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan tesis ini.
3. Papi, mami, Silvy, Albertus, Ricky Yohanes dan Ardian Stephanus yang telah mendukung doa, material dan moril atas tersusunnya tesis ini.
4. Teman-teman seperjuangan Amin, Latifa, Pak Hendra, Nita, Prima, Pak Deden, Noris, Yuli dan Yusnita.
5. Kepada Mariana Taurisya yang selalu memberi semangat.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tesis ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, Juni 2009

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Ivan Eka

NPM : 0706174026

Program Studi : Teknik Kimia

Departemen : Teknik Kimia

Fakultas : Teknik

demi perkembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**PENGEMBANGAN SENSOR BERBASIS *NEAR INFRA RED* UNTUK
MENGANALISA SISA UMUR PELUMAS**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, meengalimedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Depok
Pada tanggal 26 Juni 2009
Yang menyatakan

(Ivan Eka)

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

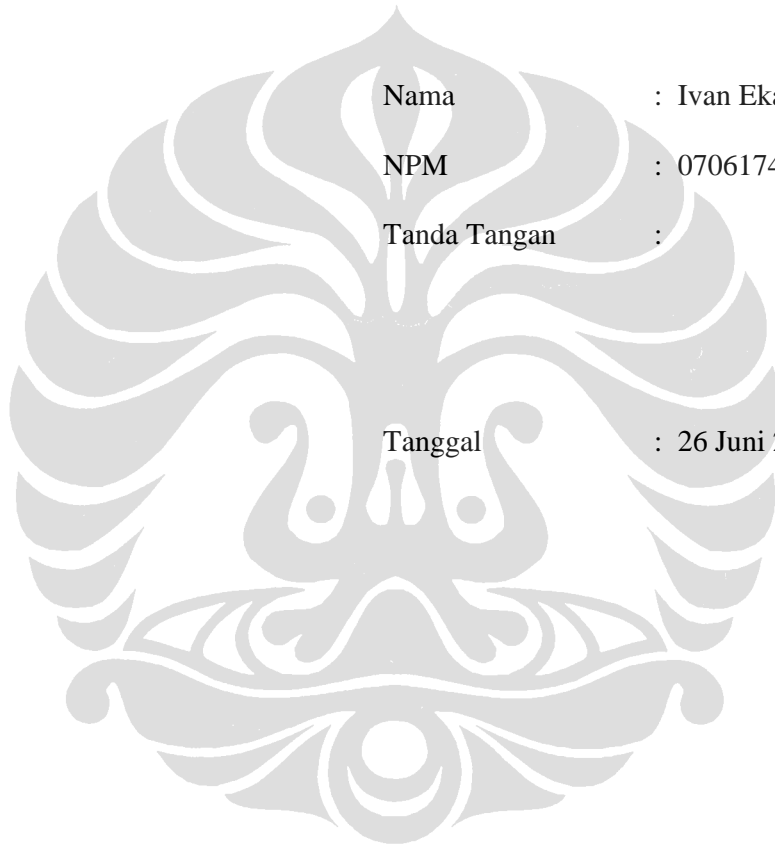
**Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar**

Nama : Ivan Eka

NPM : 0706174026

Tanda Tangan :

Tanggal : 26 Juni 2009



ABSTRAK

Nama : Ivan Eka

Program Studi : Teknik Kimia

Judul : PENGEMBANGAN SENSOR BERBASIS *NEAR INFRA RED* UNTUK
MENGANALISA SISA UMUR PELUMAS

Analisa pelumas adalah bagian dari kegiatan pemeliharaan prediktif yang dilakukan secara rutin pada banyak industry karena lebih efektif dan efisien untuk mencegah kemungkinan kerusakan lebih dini dan pemborosan dalam biaya pemeliharaan. Sehingga pada Penelitian ini dikembangkan prototype sensor berbasis *near infra red* untuk menganalisa sisa umur pelumas. Sensor mendeteksi gugus N-H pada bilangan gelombang $9000-10000\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan hasil dari proses degradasi pelumas. Hasil penelitian menunjukkan sensor *near infra read* dapat mendeteksi perubahan sisa umur pelumas dan menunjukkan kecenderungan yang sama dengan perubahan viskositas pelumas, keasaman pelumas (Total Acid Number) dan spektrum FTIR.

Kata Kunci : Sisa umur Pelumas, *near infra red*, nitrasi

ABSTRACT

Name : Ivan Eka
Study Program : Chemical Engineering
Title : DEVELOPMENT OF NEAR INFRA RED SENSOR TO
ANALYSIS REMAINING USEFUL LUBRICANT LIFE

Lubricant analysis is part of routine predictive maintenance in many industry because more effective and efficient to avoid possible engine failure and unnecessary cost. So in this research was developed a prototype near infra red sensor to analysis remaining useful lubricant life. This sensor detected N-H spectrum at 9000-10000 cm^{-1} where is lubricant degraded. The result was shown near infra red detected the change of remaining useful lubricant life and shown similar trend with the change of lubricant viscosity, lubricant acidity (Total Acid Number), and FTIR spectrum .

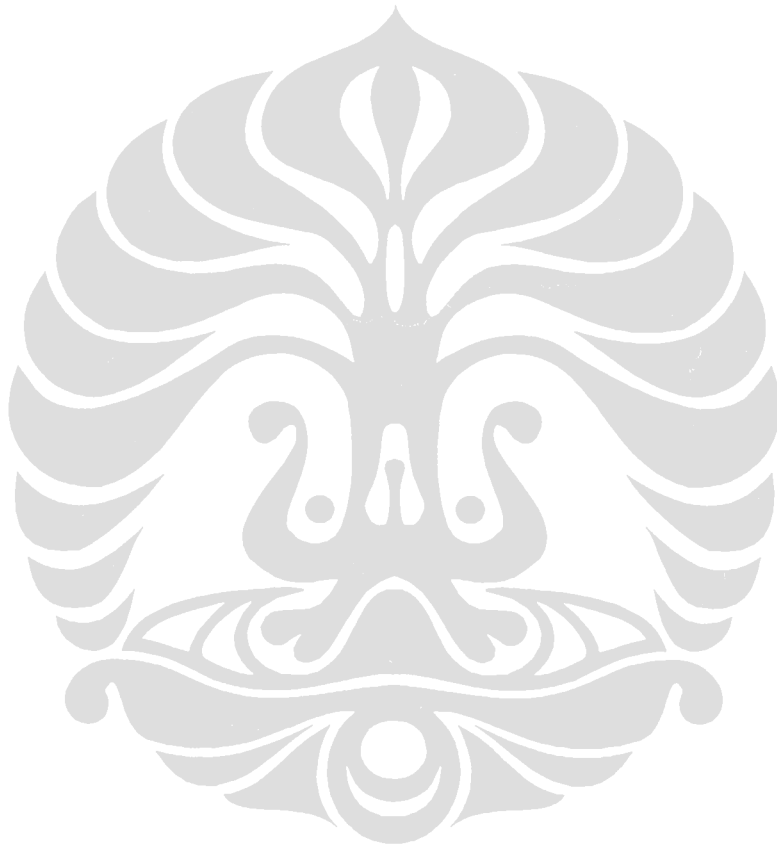
Key Word : lubricant remaining useful life, near infra red, nitration

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	iv
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.4 Sistematika Penulisan.....	4
2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Umur Pelumas	6
2.1.1 Bahan dasar Pelumas	6
2.1.1.1 Pelumas Mineral.....	8
2.1.1.2 Pelumas Sintetik	9
2.1.2 Degradasi Pelumas	10
2.1.2.1 Proses Oksidasi.....	11
2.1.2.2 Proses Nitrasi.....	12
2.1.2.3 Proses Sulfasi	12
2.2 Rangkaian Sensor Sisa Umur Pelumas	13
2.2.1 Persyaratan Umum Sensor	13
2.2.2 Sensor Sisa Umur Pelumas Berbasis <i>Infra Red</i>	15

2.3	Analisa Pelumas Yang Terdegradasi	19
2.3.1	Viskositas (ASTM D 445).....	20
2.3.2	Total Acid Number (ASTM D 664).....	21
2.3.3	Analisa FT-IR.....	23
2.4	<i>Near Infra Red</i>	25
3.	METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1	Bahan dan Alat	29
3.1.1	Bahan	29
3.1.2	Alat	29
3.2	Prosedur Percobaan	30
3.2.1	Tahap Pengembangan Sensor.....	30
3.2.2	Tahap Preparasi Sampel	32
3.2.3	Tahap Uji Sensor dan Uji Perbandingan Kinerja Sensor	33
3.2.3.1	Uji Sensor	34
3.2.3.2	Nilai TAN (ASTM D 664).....	34
3.2.3.3	Viskositas (ASTM D 445).....	36
3.2.3.4	Analisa FTIR	36
3.3.	Perhitungan Dan Pengolahan Data	37
3.2.1	Perhitungan Viskositas	37
3.2.2	Perhitungan Nilai TAN	38
3.2.3	Pengolahan Data FTIR	38
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1	Prototype Sensor Sisa Umur Pelumas	39
4.2	Hasil Deteksi Sensor Terhadap Sampel Pelumas terhadap fluks air	44
4.3	Perbandingan Sensor PIR-PV Dengan Analisa Pelumas Yang Telah Baku ..	47
4.3.1	Perbandingan Hasil Analisa Sensor PIR-PV Dengan Analisa Viskositas (ASTM D 445).....	48
4.3.2	Perbandingan Hasil Analisa Sensor PIR-PV Dengan Analisa Total Acid Number (ASTM D 664)	52
4.3.3	Perbandingan Hasil Analisa Sensor PIR-PV Dengan Analisa FTIR.....	58
5.	KESIMPULAN	62

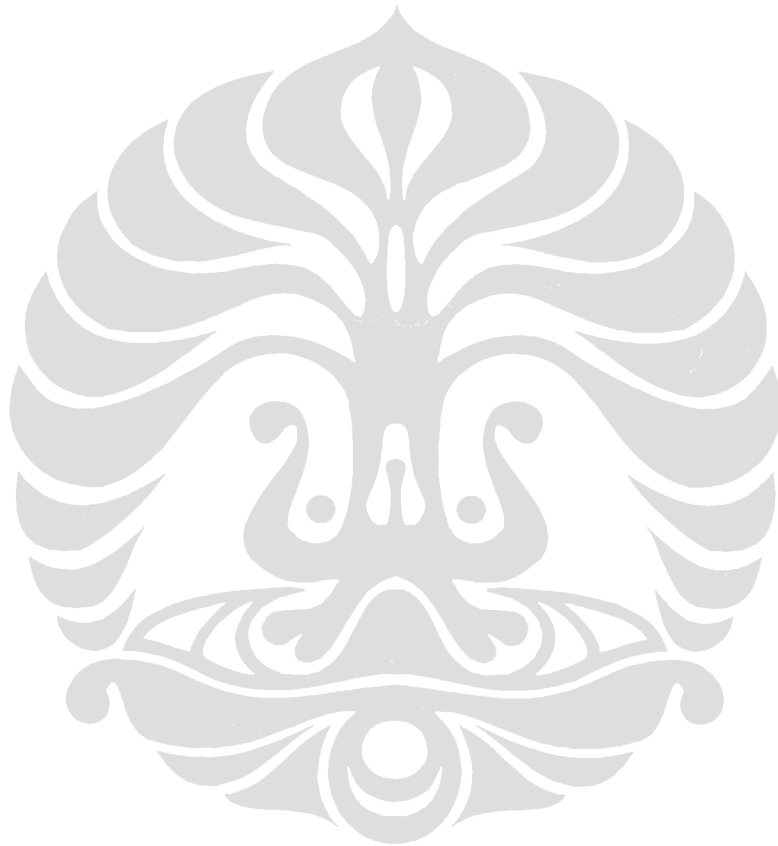
DAFTAR PUSTAKA 61
LAMPIRAN 65



DAFTAR GAMBAR

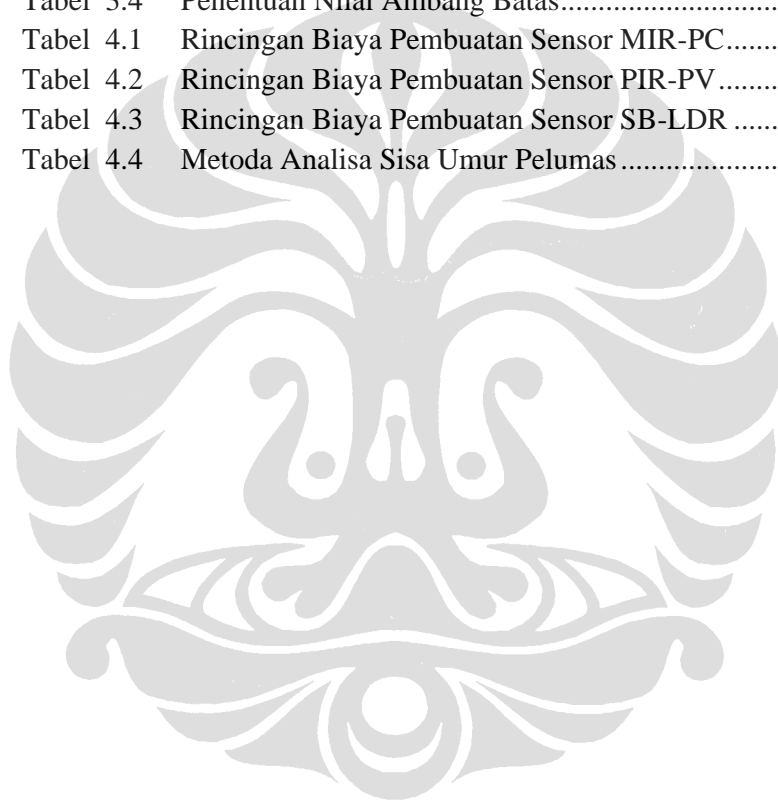
Gambar 1.1	Perbandingan Spektrum Pelumas Baru Dengan Pelumas Bekas.....	3
Gambar 2.1	Hubungan Kelinearan Nilai Oksidasi Dengan Waktu Operasi	14
Gambar 2.2	Prototype Sensor Berbasis <i>Mid Infra Red</i>	15
Gambar 2.3	Design Sensor <i>Infra Red</i> (Jacoby 2004).....	16
Gambar 2.4	Infrared LED	17
Gambar 2.5	Pembangkitan Tegangan Pada Foto Voltaik	18
Gambar 2.6	Detektor Photocell	19
Gambar 2.7	Viscometer Oswald (Hollowoy 1999).....	20
Gambar 3.1	Bagan Alir Penelitian	28
Gambar 3.2	Diagram Sensor <i>Infra Red</i>	31
Gambar 3.3	Diagram Alat	33
Gambar 3.4	Pengujian Titrasi Potensiometri	35
Gambar 3.5	FTIR.	37
Gambar 4.1	Pasangan Sumber Sinar Dengan Detektornya	40
Gambar 4.2	Sel Tempat Sampel Pelumas	41
Gambar 4.3	Rangkaian Sensor Pelumas Di Dalam Kotak Akrilik.....	41
Gambar 4.4	Rangkaian Penguat Dan Adaptor Sensor.....	42
Gambar 4.5	Voltmeter Untuk Membaca Signal Dari Amplifier	43
Gambar 4.6	Kotak Rangkaian Sensor Sisa <u>Umur</u> Pelumas.....	43
Gambar 4.7	Hasil Deteksi Sampel Pelumas Dengan Menggunakan LED IR Dengan Receiver photocell	44
Gambar 4.8	Hasil Deteksi Sampel Pelumas Dengan Menggunakan LED <i>Near Infra Red</i> Dengan Receiver Photovoltaik.....	45
Gambar 4.9	Hasil Deteksi Sampel Pelumas Dengan Menggunakan <i>Super Bright White LED</i> Dengan Receiver LDR	46
Gambar 4.10	Pengaruh Pengrusakan Pelumas Terhadap Viskositas	48
Gambar 4.11	Perbandingan Viskositas Pelumas Baru Dengan Pelumas Bekas	50
Gambar 4.12	Perbandingan Analisa Viskositas Pelumas Pada Suhu 40°C Dengan Hasil Deteksi Sensor PIR-PV	51
Gambar 4.13	Hubungan Kenaikkan Beda Potensial Sensor PIR-PV Dengan Kenaikkan Viskositas Pada Suhu 40°C	52
Gambar 4.14	Kurva Titrasi Blanko	54
Gambar 4.15	Kurva Titrasi Periode 36	54
Gambar 4.16	Tren Kenaikkan Total Acid Number Pelumas Yang Dirusak	55
Gambar 4.17	Perbandingan Analisa <i>Total Acid Number</i> Dengan Hasil Deteksi Sensor	56
Gambar 4.18	Hubungan Kenaikkan Total Acid Number Dengan Beda Potensial	

	Sensor PIR-PV	57
Gambar 4.19	Tren Kenaikkan Absorbans Dari Analisa FTIR Pelumas.....	59
Gambar 4.20	Perbandingan Tren Kenaikkan Deteksi Sensor Dengan Rasio Spektrum Gugus C-O Terhadap Gugus C-H.....	59
Gambar 4.21	Hasil analisa FTIR sampel pelumas perioda 26	59



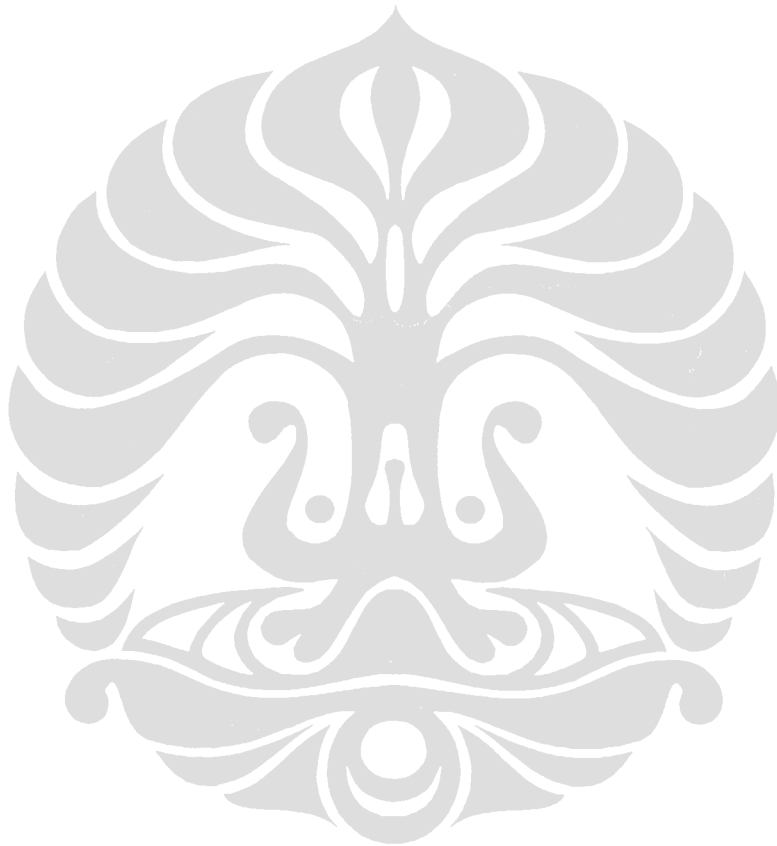
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Spesifikasi Minyak Lumas Dasar Parafin	7
Tabel 2.2	Pembagian Sinar Berdasarkan Panjang Gelombang	24
Tabel 2.3	Gugus Fungsi Spesifik Pada Bilangan Gelombang Tertentu	25
Tabel 3.1	Spesifikasi Lampu LED NIR Plastik	30
Tabel 3.2	Spesifikasi Lampu LED NIR Logam	30
Tabel 3.3	Spesifikasi Lampu LED <i>Super Bright White</i>	31
Tabel 3.4	Penentuan Nilai Ambang Batas.....	38
Tabel 4.1	Rincingan Biaya Pembuatan Sensor MIR-PC.....	45
Tabel 4.2	Rincingan Biaya Pembuatan Sensor PIR-PV	46
Tabel 4.3	Rincingan Biaya Pembuatan Sensor SB-LDR	47
Tabel 4.4	Metoda Analisa Sisa Umur Pelumas	48



DAFTAR NOTASI

Notasi 2.1	Rumus Viskositas kinematik.....	21
Notasi 2.2	Rumus Total Acid Number	22



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Lampiran Analisa Viskositas	65
Lampiran 2	Lampiran Analisa TAN.....	66
Lampiran 3	Lampiran Analisa FTIR	86
Lampiran 4	Lampiran Analisa Detektor.....	96

