

# **TUGAS AKHIR**

**NOMOR : 994/WM/FT.S/SKR/2017**

**EVALUASI NILAI MARSHALL HASIL PEMADATAN DENGAN  
VARIASI TUMBUKAN PEMADATAN 2 X 65, 2 X 75, 2 X 85  
UNTUK LAPISAN TIPIS ASPAL BETON (LATASTON)  
ASPHAL HOT ROLLER SHEET (HRS-BASE)  
SECARA MANUAL DAN ELEKTRIK**



**DISUSUN OLEH :**

**JULIANI RIANI DA SILVA**

**NOMOR REGISTRASI**

**211 12 097**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA  
KUPANG  
2017**

# LEMBARAN PENGESAHAN

## TUGAS AKHIR

**EVALUASI NILAI MARSHALL HASIL PEMADATAN DENGAN VARIASI TUMBUKAN PEMADATAN 2x65, 2x75, 2x85 UNTUK LAPISAN TIPIS ASPAL BETON (LATASTON) ASPHALT HOT ROLLER SHEET (HRS-BASE) SECARA MANUAL DAN ELEKTRIK**

DISUSUN OLEH:  
**JULIANI RIANTI DA SILVA**  
NOMOR REGISTRASI:  
**211 12 097**


DIPERIKSA OLEH:

PEMBIMBING I



Ir. EGIDIUS KALOGO, MT  
NIDN : 08 0109 6303

PEMBIMBING II



YULIUS SUNI, ST, MSc  
NIDN : -

DISETUJUI OLEH :  
KETUA PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL – FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA



EGIDIUS KALOGO, MT  
NIDN : 08 0109 6303

DISETUJUI OLEH :  
DEKAN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA



PATRICIUS BATARIUS ST, MT  
DEKAN  
NIDN : 08 1503 7801

# LEMBARAN PERSETUJUAN

## TUGAS AKHIR

**“EVALUASI NILAI MARSHALL HASIL PEMADATAN DENGAN VARIASI TUMBUKAN PEMADATAN 2 X 65, 2 X 75, 2 X 85 UNTUK LAPISAN TIPIS ASPAL BETON (LATASTON) ASPHAL HOT ROLLER SHEET (HRS-BASE) SECARA MANUAL DAN ELEKTRIK”**

DISUSUN OLEH :


**JULIANI RIANTI DA SILVA**

NOMOR REGISTRASI :

**211 12 097**

DIPERIKSA OLEH :

PENGUJI I



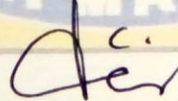
**SEBASTIAN B. HENONG SVD ST, MT**  
NIDN : 08 2010 6401

PENGUJI II



**AGUSTINUS H. PATIRAJA ST, MT**  
NIDN : 08 1511 8303

PENGUJI III



**Ir. EGIDIUS KALOGO, MT**  
NIDN : 08 0109 6303



## *MOTTO*

*“Hidup ini seperti secangkir kopi . Dimana pahit dan manis melebur, bertemu dalam kehangatan “*

*“Kesuksesan itu tidak seperti indomi yang bisa dinikmati dengan proses instan. Karena kesuksesan adalah kunci dari ketekunan dan kesabaran”*

*“Skripsi ini saya persembahkan cinta untuk Tuhan, kedua orang tua saya, kakak, adik, pacar Don de Arma, Semua Teman Cvl 12, Casni, Epa, Betty, Merry, Noli, Rudi, Semua Teman-Teman Yang Lain Serta Staf Lab. PU Propinsi Pak Rio, Pak Jon Adu, Pak Dewa, Pak Vinsen, Pak Ca, Serta Para Dosen Yang Telah Membimbing Saya Pak Egi Kalogo, Pak Yulius dan Seluruh Dosen Teknik Sipil Unwira.*

# KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dihaturkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya sehingga Laporan Tugas Akhir dengan judul "**EVALUASI NILAI MARSHALL HASIL PEMADATAN DENGAN VARIASI PENUMBUKAN 2 x 65, 2 x 75,2 x 85 UNTUK LAPISAN TIPIS ASPAL BETON (LATASTON) ASPHALT HOT ROLLER SHEET (HRS-BASE) SECARA MANUAL DAN ELEKTRIK**" dapat diselesaikan dengan baik .

Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian Laporan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu melalui tulisan ini penulis dengan kerendahan hati mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada

1. Bapak Patrisius Batarius, ST., MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandira Kupang
2. Bapak Ir. Egidius Kalogo, MT. Selaku ketua Program Studi Teknik Sipil pada Fakultas Teknik UNWIRA Kupang.
3. Bapak Ir. Egidius Kalogo, MT. selaku Dosen Pembimbing utama yang telah membimbing dan mengarahkan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Yulius Suni, ST.,MSc selaku Dosen Pembimbing pendamping yang telah membimbing dan mengarahkan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.
5. Semua pihak yang telah memberikan dukungan moril maupun materil yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Menyadari bahwa dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan dan kekeliruan, sehingga dibutuhkan kritik dan saran dari pembaca yang bersifat membangun untuk penyempurnaan Laporan Tugas Akhir ini.

Kupang, Desember 2017

**“EVALUASI NILAI *MARSHALL* HASIL PEMADATAN DENGAN VARIASI TUMBUKAN PEMADATAN 2 X 65, 2 X 75, 2 X 85 UNTUK LAPISAN TIPIS ASPAL BETON (*LATASTOM*) ASPHAL HOT ROLLER SHEET (*HRS-BASE*) SECARA MANUAL DAN ELEKTRIK”**

**Juliani Rianti Da Silva<sup>1</sup>, Ir. Egidius Kalogo, MT<sup>2</sup>, Yulius Suni, ST. MSC<sup>3</sup>**

**“ABSTRAK”**

Variasi pemadatan Aspal 2x65, 2x75, 2x85 menggunakan alat pemadat secara Manual dan Elektrik adalah proses yang mana partikel-partikel solit dirapatkan secara mekanis sehingga volume rongga dalam campuran mengecil dan kepadatan campuran meningkat dan mengatur distribusi partikel agregat dalam campuran sehingga menghasilkan konfigurasi agregat optimum dalam mencapai kepadatan yang ditargetkan dan metode *marshall* adalah metode digunakan untuk menguji parameter yang diperlukan.

Dari hasil pengujian diatas pada tumbukan 2x65, 2x75, dan 2x85 secara manual dapat disimpulkan bahwa nilai-nilai parameter marshall yang dicapai dalam penelitian ini adalah memenuhi syarat spesifikasi Bina Marga tahun 2010 Revisi II dengan nilai Stabilitas = 800 kg, Kelelehan (*Flow*) = 3 mm, Marshall Quotient (*MQ*) = 250 kg/mm, Rongga dalam campuran (*VIM*) = 4 - 6 %, Rongga dalam agregat (*VMA*) = 17 %, Rongga terisi aspal (*VFB*) = 68 %.

Kata Kunci : variasi pemadatan 2x65, 2x75, 2x85 secara manual dan elektrik, *HRS-Bas*

---

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Widya Mandira

<sup>2</sup>Dosen Pembimbing I, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Widya Mandira

<sup>3</sup>Dosen Pembimbing II, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Widya Mandira

# DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBARAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>LEMBARAN PERSETUJUAN</b> .....	iii
<b>MOTTO</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>ABSTRAK</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	I-1
1.1. Latar Belakang.....	I-1
1.2. Rumusan Masalah .....	I-4
1.3. Tujuan Penelitian .....	I-4
1.4. Manfaat Penelitian .....	I-4
1.5. Batasan Masalah .....	I-4
1.6. Keterkaitan Dengan Peneliti Terdahulu.....	I-5
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b> .....	II-1
2.1 Aspal.....	II-1
2.2 Metode Marshall .....	II-1
2.3 Konstruksi Perkerasan Lentur Jalan .....	II-2
2.4 Bagian Perkerasan Jalan.....	II-3
2.4.1. Tanah Dasar ( <i>Sub Grade</i> ) .....	II-3
2.4.2. Lapis Pondasi Bawah ( <i>Sub Base Course</i> ) .....	II-3
2.4.1. Lapis Pondasi Atas ( <i>Base Course</i> ) .....	II-4
2.4.1. Lapis Permukaan( <i>Surface</i> ) .....	II-4

2.5	Jenis-Jenis campuran Aspal Panas .....	II-5
2.5.1.	Lapis Tipis Aspal Pasir (Latasir) Kelas A dan B .....	II-5
2.5.2.	Lapis Tipis Beton Aspal (Lataston-HRS).....	II-5
2.5.2.	Lapis Beton Aspal (Laston-Asphalt Concrete) .....	II-6
2.6	Agregat .....	II-5
2.6.1.	Agregat Halus .....	II-7
2.6.2.	Agregat Kasar .....	II-7
2.6.3.	Bahan Pengisi ( <i>Filler</i> ).....	II-8
2.6.4.	Bahan Pengikat (Aspal) .....	II-8
2.7	Agregat Gabungan .....	II-10
2.8	Perhitungan Dalam Campuran Aspal Beton .....	II-12
2.8.1.	Stabilitas .....	II-12
2.9	Rumus – Rumus Untuk Campuran Beraspal .....	II-16
2.10	Karakteristik Campuran Aspal Beton .....	II-17
2.10.1.	Stabilitas .....	II-17
2.10.2.	Kelenturan ( <i>Fleksibilitas</i> ).....	II-18
2.10.3.	Keawetan ( <i>Durabilitas</i> ).....	II-19
2.10.4.	Ketahanan Kelelahan ( <i>Fatigue Resistance</i> ).....	II-19
2.10.5.	Tahanan Geser ( <i>Skid Resistance</i> ).....	II-19
2.10.6.	Mudah Dilaksanakan ( <i>Workability</i> ).....	II-20
2.11	Parameter-Parameter Marshall.....	II-20
2.11.1.	Stabilitas .....	II-20
2.11.2.	Kelelahan Plastis ( <i>Flow</i> ) .....	II-20
2.11.3.	Volume Pori Beton Aspal ( <i>Void In Mix/VIM</i> ).....	II-21
2.11.4.	Volume Pori Diantara Butir Agregat Campuran ( <i>Void In The Mineral Agregat/VMA</i> ).....	II-21
2.11.5.	Volume Pori Beton Aspal Padat Yang Terisi Oleh Aspal ( <i>Volume of Voids Filled With Asphalt/VMF</i> ) .....	II-22
2.11.6.	<i>Marshall Quotient</i> (MQ).....	II-22
2.12	Volumetrik Campuran Beraspal .....	II-22
2.13	Kepadatan ( <i>Density</i> ) .....	II-22
2.14	Gambaran Umum Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Parameter Marshall .....	II-24
2.15	Karakteristik Material <i>Quarry</i> Pariti .....	II-24



2.16 Metode Pengujian.....	II-24
----------------------------	-------

**BAB III METODE PENELITIAN ..... III-1**

3.1 Data .....	III-1
3.1.1 Jenis Data .....	III-1
3.1.2 Sumber Data .....	III-1
3.1.3 Jumlah Data .....	III-1
3.1.4 Cara Pengambilan Sampel.....	III-2
3.1.5 Waktu Pengambilan Data.....	III-3
3.1.6 Proses Pengambilan Data.....	III-3
3.2 Prosedur Pengolahan Data.....	III-4
3.2.1 Diagram Alir Penelitian.....	III-4
3.2.2 Penjelasan Diagram Alir.....	III-6

**BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN ..... IV-1**

4.1 Pengambilan Sampel Material dan Data.....	IV-1
4.1.1 Pengambilan Sampel Material dan Data .....	IV-1
4.1.2 Data.....	IV-1
4.2 Analisa Data .....	IV-2
4.2.1 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat .....	IV-2
4.2.1.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar.....	IV-2
4.2.1.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus.....	IV-3
4.2.2 Pengujian Analisa Saringan (Gradasi).....	IV-4
4.2.2.1 Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar.....	IV-4
4.2.2.2 Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus.....	IV-6
4.2.3 Pengujian Keausan Agregat dengan Mesin Los Angeles (Abrasi) ....	IV-7
4.2.4 Rancangan Gradasi Agregat Gabungan .....	IV-8
4.2.5 Penentuan Kadar Aspal Rencana (Pb) .....	IV-9
4.2.6 Rancangan Benda Uji <i>Marshall HRS-Base</i> dengan Kadar Aspal Rencana (Pb) .....	IV-10
4.2.7 Marshall Test Secara Elektrik.....	IV-11
4.2.8 Marshall Test Secara Manual.....	IV-12

4.2.9 Hubungan Parameter <i>Marshall</i> dan Kadar Aspal Perkiraan pemadatan 2 x 65, 2 x 75, 2 x 85 Secara Elektrik dan Manual .....	IV-12
4.3 Hubungan Antara Grafik Parameter <i>Marshall</i> dan Kadar Aspal Perkiraan pemadatan 2x65, 2x75, 2x85.....	IV-13
4.3.1 Hubungan Nilai <i>Marshall</i> dan Kadar Aspal Perkiraan Pemadatan Secara Elektrik .....	IV-13
4.3.2 Hubungan Grafik Parameter <i>Marshall</i> dan Kadar Aspal Perkiraan pemadatan 2 x 65, 2 x 75, 2 x 85 Secara Manual .....	IV-27
4.4 Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO).....	IV-41
4.4.1 Rangkuman Hasil Pengujian Proporsi Campuran dengan KAO.....	IV-44
4.5 Rangkuman Hasil Pengujian Dengan Menggunakan Alat Penumbuk Secara Manual dan Elektrik .....	IV-49
<b>BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>V-1</b>
5.1 Kesimpulan.....	V-1
5.2 Saran .....	V-2
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>xiv</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>xv</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Keterkaitan Dengan Peneliti Terdahulu .....	I-5
Tabel 2.1	Ketentuan Agregat Halus .....	II-7
Tabel 2.2	Ketentuan Agregat kasar.....	II-8
Tabel 2.3	Persyaratan Aspal Keras.....	II-10
Tabel 2.4	Gradasi Agregat Untuk Campuran Aspal.....	II-11
Tabel 2.5	Kriteria Marshall Untuk Job Mix .....	II-13
Tabel 4.1	Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar.....	IV-2
Tabel 4.2	Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar.....	IV-3
Tabel 4.3	Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Abu Batu.....	IV-3
Tabel 4.4	Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Pasir .....	IV-4
Tabel 4.5	Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar .....	IV-4
Tabel 4.6	Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar .....	IV-5
Tabel 4.7	Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus .....	IV-6
Tabel 4.8	Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus .....	IV-6
Tabel 4.9	Hasil Pengujian Keausan Agregat dengan Mesin Los Angeles (Abrasi) .	IV-7
Tabel 4.10	Hasil Perhitungan Gradasi Agregat Gabungan .....	IV-8
Tabel 4.11	Formula Campuran Rencana .....	IV-11
Tabel 4.12	Rangkuman Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Elektrik.....	IV-11
Tabel 4.13	Rangkuman Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Manual.....	IV-12
Tabel 4.14	Rangkuman Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Elektrik.....	IV-12
Tabel 4.15	Rangkuman Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Manual.....	IV-12
Tabel 4.16	Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas .....	IV-14
Tabel 4.17	Hubungan Kadar Aspal dengan Flow .....	IV-16
Tabel 4.18	Hubungan Kadar Aspal dengan <i>MQ</i> .....	IV-18
Tabel 4.19	Hubungan Kadar Aspal dengan <i>VIM</i> .....	IV-20
Tabel 4.20	Hubungan Kadar Aspal dengan <i>VMA</i> .....	IV-22
Tabel 4.21	Hubungan Kadar Aspal dengan <i>VFA</i> .....	IV-24
Tabel 4.22	Hubungan Kadar Aspal dengan Kepadatan.....	IV-26
Tabel 4.23	Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas .....	IV-28
Tabel 4.24	Hubungan Kadar Aspal dengan <i>Flow</i> .....	IV-30
Tabel 4.25	Hubungan Kadar Aspal dengan <i>MQ</i> .....	IV-32
Tabel 4.26	Hubungan Kadar Aspal dengan <i>VIM</i> .....	IV-34
Tabel 4.27	Hubungan Kadar Aspal dengan <i>VMA</i> .....	IV-36

Tabel 4.28	Hubungan Kadar Aspal dengan Kepadatan.....	IV-39
Tabel 4.29	Rangkuman Hasil Uji Campuran.....	IV-44
Tabel 4.30	Rangkuman Hasil Uji Campuran Total.....	IV-45
Tabel 4.31	Rangkuman Hasil Uji Campuran.....	IV-45
Tabel 4.32	Rangkuman Hasil Uji Campuran Total.....	IV-45
Tabel 4.33	Rangkuman Hasil Uji Campuran.....	IV-46
Tabel 4.34	Rangkuman Hasil Uji Campuran Total.....	IV-46
Tabel 4.35	Rangkuman Hasil Uji Campuran.....	IV-47
Tabel 4.36	Rangkuman Hasil Uji Campuran Total.....	IV-47
Tabel 4.37	Rangkuman Hasil Uji Campuran.....	IV-47
Tabel 4.38	Rangkuman Hasil Uji Campuran Total.....	IV-48
Tabel 4.39	Rangkuman Hasil Uji Campuran.....	IV-48
Tabel 4.40	Rangkuman Hasil Uji Campuran Total.....	IV-48

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Bagian-bagian Perkerasan Jalan.....	II-5
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian .....	III-5
Gambar 4.1	Kurva Gradasi Agregat Gabungan Lataston <i>HRS-Base</i> .....	IV-9
Gambar 4.1a	Grafik Gabungan Stabilitas dengan Kadar Aspal .....	IV-14
Gambar 4.1b	Grafik Gabungan Stabilitas dengan Jumlah Pemadatan 65, 75, 85 secara Elektrik.....	IV-15
Gambar 4.2a	Grafik Gabungan <i>Flow</i> dengan Kadar Aspal .....	IV-16
Gambar 4.2b	Grafik Gabungan <i>Flow</i> dengan Jumlah Pemadatan 65, 75, 85 secara Elektrik.....	IV-17
Gambar 4.3a	Grafik Gabungan MQ dengan Kadar Aspal.....	IV-18
Gambar 4.3b	Grafik Gabungan MQ dengan Kadar Aspal dengan Jumlah Pemadatan 65, 75, 85 secara Elektrik .....	IV-19
Gambar 4.4a	Grafik Gabungan <i>VIM</i> dengan Kadar Aspal 65,75,85 Elektrik .....	IV-20
Gambar 4.4b	Grafik Gabungan <i>VIM</i> dengan Jumlah Pemadatan Secara Elektrik .....	IV-21
Gambar 4.5a	Grafik Gabungan <i>VMA</i> dengan Kadar Aspal.....	IV-22
Gambar 4.5b	Grafik Gabungan <i>VMA</i> dengan Jumlah Pemadatan Secara Elektrik .....	IV-23
Gambar 4.6a	Grafik Gabungan <i>VFA</i> dengan Kadar Aspal .....	IV-24
Gambar 4.6b	Grafik Gabungan <i>VFA</i> dengan Jumlah Pemadatan Elektrik.....	IV-25
Gambar 4.7a	Grafik Gabungan Kepadatan dengan Kadar Aspal .....	IV-26
Gambar 4.7b	Grafik Gabungan Kepadatan dengan Jumlah Pemadatan Secara Elektrik....	IV-27
Gambar 4.8a	Grafik Gabungan Stabilitas dengan Kadar Aspal .....	IV-28
Gambar 4.8b	Grafik Gabungan Stabilitas dengan Jumlah Pemadatan Secara Manual .....	IV-29
Gambar 4.9a	Grafik Gabungan <i>Flow</i> dengan Kadar Aspal .....	IV-30
Gambar 4.9b	Grafik Gabungan <i>Flow</i> dengan Jumlah Pemadatan Secara Manual .....	IV-31
Gambar 4.10a	Grafik Gabungan MQ dengan Kadar Aspal.....	IV-32
Gambar 4.10b	Grafik Gabungan MQ dengan Jumlah Pemadatan Secara Manual .....	IV-33
Gambar 4.11a	Grafik Gabungan <i>VIM</i> dengan Kadar Aspal .....	IV-34
Gambar 4.11b	Grafik Gabungan <i>VIM</i> dengan Jumlah Pemadatan Secara Elektrik.....	IV-35
Gambar 4.12a	Grafik Gabungan <i>VMA</i> dengan Kadar Aspal.....	IV-36
Gambar 4.12b	Grafik Gabungan <i>VMA</i> dengan Jumlah Pemadatan Secara Elektrik .....	IV-37
Gambar 4.13a	Grafik Gabungan <i>VFA</i> dengan Kadar Aspal.....	IV-38
Gambar 4.13b	Grafik Gabungan <i>VFA</i> dengan Jumlah Pemadatan Secara Elektrik .....	IV-38
Gambar 4.14a	Grafik Gabungan kepadatan dengan Kadar Aspal.....	IV-40
Gambar 4.14b	Grafik Gabungan kepadatan dengan Jumlah Pemadatan Secara Manual ..	IV-40

Gambar 4.15	Diagram Batang Kadar Aspal Optimum 2x65 Tumbukan Manual .....	IV-42
Gambar 4.16	Diagram Batang Kadar Aspal Optimum 2x75 Tumbukan Manual .....	IV-42
Gambar 4.17	Diagram Batang Kadar Aspal Optimum 2x85 Tumbukan Manual .....	IV-42
Gambar 4.18	Diagram Batang Kadar Aspal Optimum 2x65 Tumbukan Elektrik .....	IV-43
Gambar 4.19	Diagram Batang Kadar Aspal Optimum 2x75 Tumbukan Elektrik .....	IV-43
Gambar 4.20	Diagram Batang Kadar Aspal Optimum 2x85 Tumbukan Elektrik .....	IV-44
Gambar 4.21	Grafik Perbandingan Kepadatan Manual dan Elektrik .....	IV-50
Gambar 4.22	Grafik Perbandingan Kepadatan <i>VIM</i> Manual dan Elektrik.....	IV-52
Gambar 4.23	Grafik Perbandingan Kepadatan <i>VMA</i> Manual dan Elektrik .....	IV-53
Gambar 4.24	Grafik Perbandingan Kepadatan <i>VFA</i> Manual dan Elektrik .....	IV-54
Gambar 4.25	Grafik Perbandingan Stabilitas Manual dan Elektrik.....	IV-55
Gambar 4.26	Grafik Perbandingan <i>Flow</i> Manual dan Elektrik .....	IV-57
Gambar 4.27	Grafik Perbandingan <i>MQ</i> Manual dan Elektrik.....	IV-58