

TUGAS AKHIR

NOMOR : 1580/WM/FT.S/SKR/2022

**PENGARUH VARIASI SUHU DAN VARIASI JUMLAH
TUMBUKAN PADA PEMADATAN BERAT UNTUK
CAMPURAN PANAS LAPIS ASPAL BETON ASPHALT
CONCRETE – WEARING COURSE (LASTON AC – WC)
MENGUNAKAN MATERIAL DARI QUARRY TAKARI**



DISUSUN OLEH :

AURIA SANDRA JELIA DELIMA DOS REIS

NOMOR REGISTRASI :

211 19 097

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL – FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA

KUPANG

2023

PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Auria Sandra Jelita Delima Dos Reis

No. Registrasi : 211 19 097

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis (Tugas Akhir) dengan judul **“PENGARUH VARIASI SUHU DAN VARIASI JUMLAH TUMBUKAN PADA PEMADATAN BERAT UNTUK CAMPURAN PANAS LAPIS ASPAL BETON ASPHALT CONCRETE – WEARING COURSE (LASTON AC – WC) MENGGUNAKAN MATERIAL DARI QUARRY TAKARY”** adalah benar – benar karya saya sendiri. Apabila dikemudian hari ditemukan penyimpangan, maka saya bersedia dituntut secara hukum.

Kupang, 5 Agustus 2023

Mahasiswa



Auria Sandra Jelita Delima Dos Reis
NIM : 211 19 097

LEMBARAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PENGARUH VARIASI SUHU DAN VARIASI JUMLAH
TUMBUKAN PADA PEMADATAN BERAT UNTUK
CAMPURAN PANAS LAPIS ASPAL BETON ASPHALT
CONCRETE – WEARING COURSE (LASTON AC – WC)
MENGUNAKAN MATERIAL DARI QUARRY TAKARI**

**DISUSUN OLEH:
AURIA SANDRA JELIA DELIMA DOS REIS**

**NOMOR REGISTRASI:
211 19 097**

DIPERIKSA OLEH:

PEMBIMBING I


Ir. EGIDIUS KALOGO, MT
NIDN: 0801096303

PEMBIMBING II


CHRISTIANI C. MANUBULU, ST., M.Eng
NIDN: 0819069102

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


STEPHANUS OLA DEMON, ST., MT
NIDN: 0809097401

**DISAHKAN OLEH:
DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA KUPANG**


Dr. DON GASPAR N. DA COSTA, ST., MT
NIDN: 0820036801

LEMBARAN PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

**PENGARUH VARIASI SUHU DAN VARIASI JUMLAH
TUMBUKAN PADA PEMADATAN BERAT UNTUK
CAMPURAN PANAS LAPIS ASPAL BETON ASPHALT
CONCRETE – WEARING COURSE (LASTON AC – WC)
MENGUNAKAN MATERIAL DARI QUARRY TAKARI**

**DISUSUN OLEH:
AURIA SANDRA JELIA DELIMA DOS REIS**

**NOMOR REGISTRASI:
211 19 097**

DIPERIKSA OLEH:

PENGUJI I

MAURITIUS I. R. NAIKOFI, ST., MT
NIDN: 0822098803

PENGUJI II

AGUSTINUS H. PATTIRAJA, ST., MT
NIDN: 0802089001

PENGUJI III

Ir. EGIDIUS KALOGO, MT
NIDN: 0801096303

MOTTO

**“Sebab Tuhan, Dia sendiri akan berjalan di depanmu,
Dia sendiri akan menyertai engkau, Dia tidak akan
membiarkan engkau dan tidak akan meninggalkan
engkau; janganlah takut dan janganlah patah hati”**

Ulangan 31:8

PERSEMBAHAN

**Dengan rasa syukur Tugas Akhir ini kupersembahkan
kepada:**

**Tuhan Yesus Kristus, Bunda Maria, Kedua Orang tua
tercinta, Kakak dan Adik tersayang serta semua
keluarga, teman, sahabat dan pihak – pihak yang
telah mendoakan, membantu, dan mendukung penulis
selama ini.**

**“PENGARUH VARIASI SUHU DAN VARIASI JUMLAH TUMBUKAN
PADA PEMADATAN BERAT UNTUK CAMPURAN PANAS LAPIS
ASPAL BETON ASPHALT CONCRETE – WEARING COURSE (LASTON
AC – WC) MENGGUNAKAN MATERIAL DARI QUARRY TAKARI”**

**Auria Sandra Jelia Delima Dos Reis¹, Ir. Egidius Kalogo, MT², Christiani
Chandra Manubulu, ST., M. Eng³**

Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Widya Mandira

Email : auriasandra2000@gmail.com

“ABSTRAK”

Asphalt Concrete - Wearing Course (AC-WC) adalah lapisan penutup konstruksi perkerasan jalan yang mempunyai nilai struktur. Campuran ini terdiri atas agregat bergradasi menerus dengan aspal keras, dicampur, dihamparkan, dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Laston AC-WC adalah lapisan perkerasan yang berhubungan langsung dengan kendaraan, lapisan kedap air dan tahan terhadap cuaca, dengan tebal 4 cm digunakan sebagai lapis permukaan jalan pada lalu lintas berat. Pada penelitian ini dilakukan variasi suhu pemadatan 130°C dan 150°C dengan variasi jumlah tumbukan 2 x 65, 2 x 75 dan 2 x 85 pada campuran Laston AC –WC dengan menggunakan material dari *Quarry* Takari milik PT. Bumi Indah yang terletak di Kabupaten Kupang dengan tujuan agar dapat mengetahui pengaruhnya terhadap nilai – nilai parameter *marshall*.

Hasil pengujian material yang diperoleh yaitu pengujian Penyerapan Air Agregat Kasar (Batu Pecah $\frac{3}{4}$ = 0,957), (Batu Pecah $\frac{1}{2}$ = 1,270). Penyerapan Air Agregat Halus (Abu batu = 2,187), (Pasir = 2,145) dan Pengujian Abrasi sebesar 23,70% memenuhi standar Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018, Revisi 2 dengan Kadar Aspal Optimum yang didapat adalah 6,10%.

Dari hasil penelitian yang diperoleh material dari *Quarry* Takari yang dapat digunakan pada campuran panas Laston (AC –WC) yaitu pada suhu pemadatan 130°C dengan jumlah tumbukan 2 x 75, 2 x 85 dan suhu pemadatan 150°C dengan jumlah tumbukan 2 x 65, 2 x 75 dan 2 x 85.

Kata Kunci : Laston (AC – WC), Variasi Suhu, Variasi Jumlah Tumbukan,
Marshall

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa karena atas karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“PENGARUH VARIASI SUHU DAN VARIASI JUMLAH TUMBUKAN PADA PEMADATAN BERAT UNTUK CAMPURAN PANAS LAPIS ASPAL BETON ASPHALT CONCRETE – WEARING COURSE (LASTON AC – WC) MENGGUNAKAN MATERIAL DARI QUARRY TAKARI”**. Tugas akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandira Kupang.

Keberhasilan yang diperoleh dalam menyusun Tugas Akhir ini sehingga dapat terselesaikan dengan baik, tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Pater Dr. Philipus Tule, SVD selaku Rektor Universitas Katolik Widya Mandira Kupang.
2. Bapak Dr. Don Gaspar N. Da Costa, ST., MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandira Kupang.
3. Bapak Stephanus Ola Demon, ST., MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Widya Mandira Kupang.
4. Bapak Ir. Egidius Kalogo, MT selaku Dosen Pembimbing pertama yang telah meluangkan waktu untuk membantu dan membimbing penulis dalam penyelesaian penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Ibu Christiani Chandra Manubulu, ST., M.Eng selaku Dosen Pembimbing kedua yang telah meluangkan waktu untuk membantu dan membimbing penulis dalam penyelesaian penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Semua dosen dan karyawan pada Program Studi Teknik Sipil.
7. Ibu Yuniar M. N. Silalahi, ST selaku koordinator Teknik Laboratorium dan semua staf di Laboratorium Pengujian Teknik dan Bina Teknik Dinas PUPR Provinsi Nusa Tenggara Timur yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama penelitian.
8. Ibu Maria Y. M. Benge, ST selaku pembimbing di Laboratorium yang telah membimbing dan membantu penulis dalam pengujian di Laboratorium.

9. Perusahaan PT. Bumi Indah Kupang yang telah membantu dalam penyediaan material untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Untuk orang tua tersayang Bapak Evaristo Da Silva Dos Reis dan Mama Ivonia De Lima yang selalu mendoakan, mendukung dan memberikan semangat dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
11. Untuk kakak dan adik tersayang Meli, Clara, Jil, Mayor serta semua keluarga yang telah mendukung dan memberikan semangat dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
12. Teman – teman seperjuangan “Teknik Sipil angkatan 2019” dan “Grup Girls Bestie” : Lany, Mia, Nesya, Vitha, Anna dan Sarry yang selalu membantu dan memberikan semangat selama proses penyelesaian Tugas Akhir ini.
13. Semua pihak yang telah membantu, yang tidak dapat diucapkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan untuk menyempurnakan Tugas Akhir ini.

Kupang, Juli 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBARAN ORISINALITAS	
LEMBARAN PENGESAHAN	
LEMBARAN PERSETUJUAN	
MOTTO	
ABSTRAK	
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	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-5
1.5 Batasan Masalah.....	I-5
1.6 Keterkaitan Dengan Penelitian Terdahulu	I-6
BAB II LANDASAN TEORI	II-1
2.1 Defenisi Perkerasan.....	II-1
2.2 Fungsi Perkerasan	II-2
2.3 Konstruksi Perkerasan Lentur Jalan.....	II-2
2.4 Bagian – Bagian Perkerasan Jalan	II-3
2.4.1 Tanah Dasar (Sub Grade).....	II-4
2.4.2 Lapis Pondasi Bawah (Sub Base Grade).....	II-4
2.4.3 Lapis Pondasi Atas (Base Course)	II-4
2.4.4 Lapis Permukaan (Surface Course).....	II-4
2.5 Bahan Campuran Lapis Aspal Beton	II-5
2.5.1 Agregat.....	II-5
2.5.1.1 Agregat Kasar.....	II-6

2.5.1.2 Agregat Halus.....	II-7
2.5.2 Bahan Pengisi (Filler)	II-8
2.5.3 Agregat Gabungan	II-9
2.5.4 Aspal	II-10
2.6 Sifat – sifat Pengujian Agregat	II-12
2.6.1 Berat Jenis dan Penyerapan Air	II-12
2.6.2 Analisa Saringan	II-14
2.6.3 Ketahanan Agregat Terhadap Mesin Los Angeles.....	II-14
2.7 Lapis Aspal Beton	II-15
2.8 Karakteristik Beton Aspal.....	II-16
2.8.1 Stabilitas.....	II-16
2.8.2 Keawetan (Durabilitas)	II-17
2.8.3 Kelenturan (Fleksibilitas).....	II-18
2.8.4 Ketahanan.....	II-18
2.8.5 Kekesatan atau Tahanan Geser	II-19
2.8.6 Kedap Air	II-19
2.8.7 Mudah Dilaksanakan.....	II-19
2.9 Suhu Atau Temperatur	II-20
2.10 Pemasatan	II-21
2.10.1 Pengaruh Pemasatan Terhadap Campuran Beraspal	II-22
2.11 Metode Marshall	II-22
2.12 Karakteristik Marshall.....	II-23
2.13 Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Parameter Marshall	II-26
2.14 Hubungan Suhu dan Pemasatan Dengan Parameter Marshall.....	II-27
2.15 Rumus – rumus Untuk Menghitung Sifat Campuran Aspal Panas	II-27
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 Data.....	III-2

3.1.5 Waktu Pengambilan Data.....	III-3
3.1.6 Proses Pengambilan Data.....	III-3
3.2 Proses Pengolahan Data	III-4
3.2.1 Diagram Alir	III-4
3.2.2 Penjelasan Diagram Alir	III-5
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	IV-1
4.1 Pengambilan Data dan Material	IV-1
4.1.1 Pengambilan Material	IV-1
4.1.2 Pengambilan Data	IV-1
4.2 Analisa Data	IV-1
4.2.1 Pengujian Material	IV-1
4.2.1.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat	IV-2
4.2.1.2 Pengujian Analisa Saringan (Gradasi)	IV-5
4.2.1.3 Pengujian Keausan Agregat Kasar.....	IV-11
4.3 Rancangan Proporsi Agregat Gabungan	IV-12
4.4 Menentukan Kadar Aspal Rencana.....	IV-14
4.5 Rancangan Benda Uji Untuk Kadar Aspal Rencana.....	IV-15
4.6 Pengujian Marshall.....	IV-17
4.6.1 Hubungan Kadar Aspal dengan Parameter Marshall	IV-18
4.6.1.1 Hubungan Antara Kadar Aspal dengan Stabilitas.....	IV-18
4.6.1.2 Hubungan Antara Kadar Aspal dengan Flow	IV-20
4.6.1.3 Hubungan Antara Kadar Aspal dengan VIM.....	IV-21
4.6.1.4 Hubungan Antara Kadar Aspal dengan VMA	IV-23
4.6.1.5 Hubungan Antara Kadar Aspal dengan VFA.....	IV-24
4.6.1.6 Hubungan Antara Kadar Aspal dengan Rasio Partikel	IV-25
4.6.1.7 Hubungan Antara Kadar Aspal dengan Kepadatan	IV-26
4.7 Menentukan Kadar Aspal Optimum	IV-27
4.8 Rancangan Benda Uji Untuk Variasi Suhu Pemadatan dan Variasi Jumlah Tumbukan dengan Kadar Aspal Optimum (KAO)	IV-31
4.9 Pengujian Marshall Benda Uji AC-WC Pada Kondisi KAO dengan Variasi Suhu Pemadatan dan Variasi Jumlah Tumbukan	IV-32

4.9.1 Hubungan Stabilitas dengan Variasi Suhu Pemadatan dan Variasi Jumlah Tumbukan	IV-32
4.9.2 Hubungan Flow dengan Variasi Suhu Pemadatan dan Variasi Jumlah Tumbukan	IV-34
4.9.3 Hubungan VIM dengan Variasi Suhu Pemadatan dan Variasi Jumlah Tumbukan	IV-35
4.9.4 Hubungan VMA dengan Variasi Suhu Pemadatan dan Variasi Jumlah Tumbukan	IV-37
4.9.5 Hubungan VFA dengan Variasi Suhu Pemadatan dan Variasi Jumlah Tumbukan	IV-38
4.9.6 Hubungan Rasio Partikel dengan Variasi Suhu Pemadatan dan Variasi Jumlah Tumbukan.....	IV-40
4.9.7 Hubungan Kepadatan dengan Variasi Suhu Pemadatan dan Variasi Jumlah Tumbukan	IV-41

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	V-1
5.1 Kesimpulan	V-1
5.2 Saran.....	V-3

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Keterkaitan Dengan Penelitian Terdahulu	I-6
Tabel 2.1 Ketentuan Agregat Kasar	II-7
Tabel 2.2 Ketentuan Agregat Halus	II-8
Tabel 2.3 Ketentuan Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Beraspal. II-10	
Tabel 2.4 Ketentuan Untuk Aspal Keras	II-11
Tabel 2.5 Ketentuan Sifat Campuran Laston	II-16
Tabel 2.6 Ketentuan Viskositas Dan Temperatur Aspal Untuk Pencampuran Dan Pematatan	II-21
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Batu Pecah $\frac{3}{4}$ (SNI 03-1969-1990)	IV-2
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Berat Jenis Dan Penyerapan Air Batu Pecah $\frac{3}{4}$ (SNI 03-1969-1990)	IV-2
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Batu Pecah $\frac{1}{2}$ (SNI 03-1969-1990)	IV-3
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Berat Jenis Dan Penyerapan Air Batu Pecah $\frac{1}{2}$ (SNI 03-1969-1990)	IV-3
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Abu Batu (SNI 03-1970-1990)	IV-4
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Berat Jenis Dan Penyerapan Air Abu Batu (SNI 03-1970-1990)	IV-4
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Pasir (SNI 03-1970-1990)	IV-4
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Berat Jenis Dan Penyerapan Air Pasir (SNI 03-1970-1990)	IV-5
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Dan Perhitungan Analisa Saringan Agregat Kasar Batu Pecah $\frac{3}{4}$ (SNI 03-1968-1990)	IV-6
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Dan Perhitungan Analisa Saringan Agregat Sedang Batu Pecah $\frac{1}{2}$ (SNI 03-1968-1990)	IV-7
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Dan Perhitungan Analisa Saringan Agregat Halus Abu Batu (SNI 03-1968-1990)	IV-8

Tabel 4.12 Hasil Pengujian Dan Perhitungan Analisa Saringan Agregat Halus Pasir (SNI 03-1968-1990)	IV-9
Tabel 4.13 Hasil Pengujian Dan Perhitungan Analisa Saringan Filler (SNI 03-1968-1990)	IV-10
Tabel 4.14 Pengujian Keausan Agregat Dengan Mesin Los Angeles	IV-12
Tabel 4.15 Rekapitan Hasil Uji Proporsi Agregat Gabungan	IV-13
Tabel 4.16 Penentuan Kadar Aspal Rencana	IV-15
Tabel 4.17 Komposisi Campuran Rencana Laston AC-WC.....	IV-16
Tabel 4.18 Komposisi Berat Campuran Laston AC-WC.....	IV-17
Tabel 4.19 Rangkuman Hasil Pengujian Marshall Laston (AC-WC).....	IV-18
Tabel 4.20 Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas	IV-19
Tabel 4.21 Hubungan Kadar Aspal dengan Kelelahan (Flow)	IV-20
Tabel 4.22 Hubungan Kadar Aspal dengan VIM.....	IV-22
Tabel 4.23 Hubungan Kadar Aspal dengan VMA	IV-23
Tabel 4.24 Hubungan Kadar Aspal dengan VFA	IV-24
Tabel 4.25 Hubungan Kadar Aspal dengan Rasio Partikel.....	IV-25
Tabel 4.26 Hubungan Kadar Aspal dengan Kepadatan	IV-26
Tabel 4.27 Nilai Parameter Marshall yang dicapai pada Pengujian	IV-29
Tabel 4.28 Rangkuman Hasil Uji Campuran	IV-30
Tabel 4.29 Rangkuman Hasil Uji Campuran Total.....	IV-30
Tabel 4.30 Rangkuman Hasil Pengujian Marshall Dengan KAO	IV-32
Tabel 4.31 Hasil Uji Marshall Untuk Stabilitas dengan Variasi Suhu dan Variasi Jumlah Tumbukan.....	IV-33
Tabel 4.32 Hasil Uji Marshall Untuk Flow dengan Variasi Suhu dan Variasi Jumlah Tumbukan	IV-34
Tabel 4.33 Hasil Uji Marshall Untuk VIM dengan Variasi Suhu dan Variasi Jumlah Tumbukan	IV-36
Tabel 4.34 Hasil Uji Marshall Untuk VMA dengan Variasi Suhu dan Variasi Jumlah Tumbukan	IV-37
Tabel 4.35 Hasil Uji Marshall Untuk VFA dengan Variasi Suhu dan Variasi Jumlah Tumbukan	IV-38

Tabel 4.36 Hasil Uji Marshall Untuk Rasio Partikel dengan Variasi Suhu dan Variasi Jumlah Tumbukan.....	IV-40
Tabel 4.37 Hasil Uji Marshall Untuk Kepadatan dengan Variasi Suhu dan Variasi Jumlah Tumbukan.....	IV-41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bagian – bagian Perkerasan Jalan	II-3
Gambar 3.1 Diagram Alir Rancangan Penelitian.....	III-4
Gambar 4.1 Kurva Gradasi Laston AC-WC	IV-14
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas	IV-19
Gambar 4.3 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Flow	IV-21
Gambar 4.4 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VIM	IV-22
Gambar 4.5 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VMA.....	IV-23
Gambar 4.6 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VFA	IV-24
Gambar 4.7 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Rasio Partikel.....	IV-26
Gambar 4.8 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Kepadatan	IV-27
Gambar 4.9 Diagram Batang Kadar Aspal Optimum	IV-28
Gambar 4.10 Grafik Hubungan Stabilitas dengan Variasi Suhu dan Variasi Jumlah Tumbukan	IV-33
Gambar 4.11 Grafik Hubungan Flow dengan Variasi Suhu dan Variasi Jumlah Tumbukan	IV-35
Gambar 4.12 Grafik Hubungan VIM dengan Variasi Suhu dan Variasi Jumlah Tumbukan	IV-36
Gambar 4.13 Grafik Hubungan VMA dengan Variasi Suhu dan Variasi Jumlah Tumbukan	IV-37
Gambar 4.14 Grafik Hubungan VFA dengan Variasi Suhu dan Variasi Jumlah Tumbukan	IV-39
Gambar 4.15 Grafik Hubungan Rasio Partikel dengan Variasi Suhu dan Variasi Jumlah Tumbukan.....	IV-40
Gambar 4.16 Grafik Hubungan Kepadatan dengan Variasi Suhu dan Variasi Jumlah Tumbukan	IV-42