

**PENGARUH VARIASI TEMPERATUR PEMADATAN DAN
PENAMBAHAN LIGNIN PADA NILAI KARAKTERISTIK MARSHALL
CAMPURAN ASPAL PEN 60/70**

LAPORAN TUGAS AKHIR



Disusun Oleh :

IBNU AZMI FAUZI
NIM : 2122201063

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LANCANG KUNING
PEKANBARU**

2025

**PENGARUH VARIASI TEMPERATUR PEMADATAN DAN
PENAMBAHAN LIGNIN PADA NILAI KARAKTERISTIK MARSHALL
CAMPURAN ASPAL PEN 60/70**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

IBNU AZMI FAUZI
NIM : 2122201063

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LANCANG KUNING
PEKANBARU**

2025

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri / tidak plagiat, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Jika ternyata tidak benar saya bersedia untuk

Nama : Ibnu Azmi Fauzi

NIM : 2122201063

Tanggal : 16 Juli 2025



LEMBAR PELAKSANAAN

Judul : Pengaruh Variasi Temperatur Pemasakan dan Penambahan Lignin Pada Nilai Karakteristik Marshall

Nama : Ibnu Azmi Fauzi

NIM : 2122201063

Program Studi : Teknik Sipil

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji pada hari Rabu tanggal Enam Belas bulan Juli tahun Dua Ribu Dua Puluh Lima Semester Genap Tahun Akademik 2024/2025

Disetujui,

TIM PENGUJI

Ketua



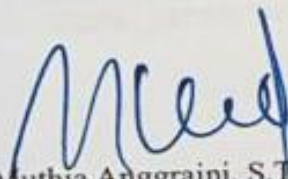
Fadrizal Lubis, S.T., M.T.
NIDN. 1003046901

Sekretaris



Lusi Dwi Putri, S.T., M.T.
NIDN. 1007028101

Anggota Penguji



Dr. Muthia Anggraini, S.T., M.T.
NIDN. 1026038502

Anggota Penguji



Dr. Zainuri, S.T., M.T.
NIDN. 1025097002

Anggota Penguji



Fitridawati Soehardi, S.T., M.T.
NIDN. 1019068503

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Pengaruh Variasi Temperatur Pemadatan dan Penambahan Lignin Pada Nilai Karakteristik Marshall
Nama : Ibnu Azmi Fauzi
Nim : 2122201063
Program Studi : Teknik Sipil

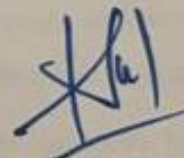
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning, sesuai dengan Berita Acara Nomor : 1492/FT/Ad/2025

Disetujui,

Dosen Pembimbing I


Dr. Zainuri, S.T., M.T.
NIDN. 1025097002

Dosen Pembimbing II


Fitridawati Soehardi, S.T., M.T.
NIDN. 1019068503

Diketahui,

Dekan


Dr. Zainuri, S.T., M.T.
NIK 06 01 998


Ketua Program Studi


Fitridawati Soehardi, S.T., M.T.
NIK 15 01 409


HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur ke hadirat Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, atas limpahan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya yang tak terhingga, saya diberikan kekuatan, kesehatan, serta kemudahan dalam menempuh perjalanan panjang ini. Ilmu yang telah Engkau anugerahkan menjadi cahaya penerang langkah saya, sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik sesuai harapan.

Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada diri saya sendiri, yang dengan ketabahan, kegigihan, dan semangat pantang menyerah telah berjuang melewati berbagai rintangan hingga mampu mencapai titik ini. Perjuangan ini adalah bukti bahwa tekad dan usaha keras mampu menaklukkan segala tantangan.

Dengan segenap jiwa dan raga, saya persembahkan karya ini kepada kedua orang tua tercinta, Bapak Andi Setianto dan Ibu Sri Hartuti. Kasih sayang, pengorbanan tanpa pamrih, doa tulus yang tak pernah putus, serta dukungan moril dan materil dari kalian adalah pilar utama yang membuat saya terus bersemangat menjalani proses ini. Semoga Tugas Akhir ini menjadi wujud nyata dari bakti dan cinta saya kepada kalian, serta dapat membawa kebanggaan dan kebahagiaan di hati kalian.

Ucapan terima kasih yang tak terhingga juga saya haturkan kepada Bapak Dr. Zainuri, S.T., M.T., dan Ibu Fitridawati Soehardi, S.T., M.T, selaku dosen pembimbing yang dengan penuh kesabaran, keikhlasan, dan dedikasi telah membimbing saya. Bimbingan, motivasi, dan ilmu yang telah kalian berikan tidak hanya membantu saya menyelesaikan Tugas Akhir ini, tetapi juga membentuk karakter dan pola pikir saya untuk menjadi pribadi yang lebih baik dan kritis dalam menempuh pendidikan. Terima kasih atas waktu, tenaga, dan perhatian yang telah kalian curahkan.

Tak lupa, saya juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh Bapak dan Ibu dosen yang telah memberikan ilmu pengetahuan, wawasan, dan pengalaman berharga selama saya menempuh pendidikan. Kebaikan dan bimbingan kalian akan selalu saya kenang sebagai bagian tak terpisahkan dari perjalanan akademik saya.

Semoga Tugas Akhir ini bukan hanya menjadi penutup dari perjuangan akademik saya, tetapi juga menjadi langkah awal untuk terus berkarya, memberikan manfaat bagi orang lain, dan mengharumkan nama almamater serta keluarga. Aamiin.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunianya, penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir Ini. Penulis sangat menyadari dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini tanpa bantuan dan bimbingan serta saran-saran dari berbagai pihak sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikannya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Zainuri, S.T., M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning Pekanbaru.
2. Ibu Fitridawati Soehardi, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Lancang Kuning.
3. Bapak Dr. Zainuri, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan serta arahan selama penulisan Tugas Akhir ini hingga selesai.
4. Ibu Fitridawati Soehardi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan serta arahan selama penulisan Tugas Akhir ini hingga selesai.
5. Bapak Hendri Rahmat, S.T., M.T, selaku Kepala Laboratorium Program Studi Teknik Sipil Universitas Lancang Kuning.

Akhir kata penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa memberikan kesehatan kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir Ini. Terutama rekan-rekan saya yang sudah mendukung dan kasih semangat dalam menyelesaikan penelitian ini namun penulis berharap Laporan Tugas Akhir ini dapat menambahkan wawasan bagi para pembaca.

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Lancang Kuning, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ibnu Azmi Fauzi

NIM : 2122201063

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas tugas akhir saya yang berjudul :

Pengaruh Variasi Temperatur Pemadatan dan Penambahan Lignin Pada Nilai Karakteristik Marshall Campuran Aspal Pen 60/70

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Dibuat : Pekanbaru

Pada Tanggal : 16 Juli 2025

Yang menyatakan

Ibnu Azmi Fauzi

ABSTRAK

IBNU AZMI FAUZI. Variasi Temperatur Pemadatan dan Penambahan Lignin Pada Nilai Karakteristik Marshall. Dibimbing oleh ZAINURI dan FITRIDAWATI SOEHARDI.

Penggunaan antioksidan pada bahan pengikat aspal dapat menunda penuaan sehingga dapat meningkatkan umur perkerasan aspal. Lignin mengandung sejumlah besar struktur fenolik yang memungkinkannya menjadi antioksidan yang efektif. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh suhu pemadatan pada campuran aspal panas terhadap karakteristik *marshall*. Metode penelitian merupakan studi eksperimental di laboratorium yang mengacu pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 revisi 2, (2020). Penelitian dimulai dengan pemeriksaan propertis aspal dan agregat kemudian dilanjutkan dengan pengujian *marshall* untuk kadar aspal optimum dibuat variasi suhu pemadatan dimulai suhu 130°, 135°, 140°, 145°, dan nilai kadar aspal optimum 5,87%. Setelah pembuatan benda uji lalu dilakukan pengujian *marshall*. Diperoleh nilai *density* maksimum pada suhu pemadatan 145°C sebesar 2,35 gr/cm, nilai VMA maksimum pada suhu pemadatan 135°C sebesar 18,62%, nilai VFWA maksimum pada suhu pemadatan 140°C sebesar 77,32%. Nilai VITM maksimum pada 145°C sebesar 4,97%. Nilai stabilitas maksimum pada suhu pemadatan 145°C sebesar 2083,33 kg. nilai *flow* maksimum pada variasi suhu pemadatan 140°C sebesar 3,73 mm, nilai MQ maksimum pada suhu pemadatan 145°C sebesar 718,389 kg/mm. Kesimpulan penelitian diperoleh bahwa variasi suhu pemadatan mulai dari 130°C - 145°C dapat mempengaruhi ketujuh parameter karakteristik *marshall* dengan menggunakan Metodi uji ANOVA satu arah.

Kata kunci : campuran aspal panas, karakteristik *marshall*, lignin.

ABSTRACT

IBNU AZMI FAUZI. *Temperature Variation of Compaction and Lignin Addition at Marshall Characteristic Values. Guided by ZAINURI and FITRIDAWATI SOEHARDI.*

The use of antioxidants in asphalt binders can delay aging so that it can increase the life of asphalt pavement. Lignin contains a large number of phenolic structures that allow it to be an effective antioxidant. This study aims to analyze the effect of compaction temperature in hot asphalt mixtures on marshall characteristics. The research method is an experimental study in the laboratory that refers to the General Specification of Highways 2018 revision 2, (2020). The research began with the inspection of asphalt and aggregate properties then continued with marshall testing for optimum asphalt content made variations of compaction shu starting at 130°, 135°, 140°, 145°, and the optimum asphalt content value was 5.87%. After the manufacture of the test piece, marshall testing is carried out. The maximum density value at the compaction temperature of 145°C was 2.35 gr/cm, the maximum VMA value at the compaction temperature of 135°C was 18.62%, the maximum VFWA value at the compaction temperature of 140°C was 77.32%. The maximum VITM value at 145°C is 4.97%. The maximum stability value at a compaction temperature of 145°C is 2083.33 kg. the maximum flow value at a compaction temperature variation of 140°C is 3.73 mm, the maximum MQ value at a compaction temperature of 145°C is 718.389 kg/mm. The conclusion of the study was obtained that the variation in compaction temperature ranging from 130°C - 145°C can affect all seven characteristic parameters of the marshall by using the one-way ANOVA test method.

Keywords: hot asphalt mixture, marshall characteristics, lignin

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT .Error! Bookmark not defined.	
LEMBAR PELAKSANAANError! Bookmark not defined.	
LEMBAR PENGESAHANError! Bookmark not defined.	
HALAMAN PERSEMBAHAN viii	viii
KATA PENGANTAR..... x	x
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR xi	xi
ABSTRAK xii	xii
DAFTAR ISI xiv	xiv
DAFTAR TABEL..... xvi	xvi
DAFTAR GAMBAR xviii	xviii
DAFTAR NOTASI..... xix	xix
DAFTAR LAMPIRAN xx	xx
BAB 1 PENDAHULUAN 1	1
1.1 Latar Belakang 1	1
1.2 Identifikasi masalah 2	2
1.3 Batasan Masalah 3	3
1.4 Rumusan Masalah 3	3
1.5 Tujuan Penelitian 3	3
1.6 Manfaat Penelitian 3	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA..... 5	5
2.1 Lapis Aspal Beton 5	5
2.2 <i>Asphalt Concrete Wearing Course (AC – WC)</i> 5	5
2.3 Agregat 6	6
2.3.1 Agregat kasar 6	6
2.3.2 Agregat halus 7	7
2.4 Aspal 7	7
2.5 Bahan Pengisi (<i>filler</i>) 8	8
2.6 Lignin 8	8
2.7 Analisa Gradasi Agregat..... 9	9
2.8 Parameter <i>Marshall</i> 9	9
2.9 Teori Statistik 11	11

2.10 Penelitian Terdahulu.....	12
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	15
3.1 Lokasi Penelitian.....	15
3.2 Data Penelitian	16
3.2.1 Alat pengujian	16
3.2.2 Material pengujian	18
3.2.3 Perencanaan percampuran.....	19
3.3 Metode Analisis Data	21
3.3.2 Pengujian material agregat.....	23
3.3.3 Pengujian lignin	24
3.3.4 Pengujian propertis aspal	24
3.3.5 Pengujian <i>marshall</i> test.....	25
3.4 Bagan alir	27
BAB 4 PEMBAHASAN.....	29
4.1 Hasil	29
4.1.1 Hasil Pemeriksaan Agregat	29
4.1.2 Hasil Pemeriksaan Aspal.....	30
4.1.3 Hasil Pemeriksaan Kadar Lignin	31
4.1.4 Hasil Gradasi Campuran Agregat	32
4.1.5 Hasil Pemeriksaan Nilai KAO Secara Teoritis	34
4.1.6 Pengaruh variasi suhu pemadatan terhadap <i>marshall</i>	49
4.2 Analisis.....	60
BAB 5 PENUTUP	63
5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	64

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1 Spesifikasi Agregat Kasar	6
Tabel 2. 2 Spesifikasi Agregat Halus	7
Tabel 2. 3 Spesifikasi Gradasi Agregat.....	9
Tabel 2. 4 Tabel Uji F	11
Tabel 3. 1 Jumlah Benda Uji Penentuan KAO Secara Teoritis	20
Tabel 3. 2 Variasi Pemadatan dengan Perendaman 30 menit	20
Tabel 3. 3 Tabulasi Data Statistik	21
Tabel 3. 4 ANOVA Satu Arah	23
Tabel 4. 1 Hasil Pemeeriksaan Properti Agregat Kasar	29
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Agregat Halus	30
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Propertis Aspal	30
Tabel 4. 4 Nilai Kadar Lignin	31
Tabel 4. 5 Uji Kandungan Lignin	31
Tabel 4. 6 Spesifikasi Analisa Saringan Agregat	33
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Marshall Dengan Kadar Aspal Rencana.....	38
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Marshall dengan Suhu Pemadatan Rencana.....	43
Tabel 4. 9 Rekapitulasi Marshall Test dengan Variasi Suhu Pemadatan	44
Tabel 4. 10 Tabulasi Data Pengaruh Lignin Terhadap Nilai Density	49
Tabel 4. 11 ANOVA Satu Arah Density	50
Tabel 4. 12 ANOVA Satu Arah VMA.....	51
Tabel 4. 13 ANOVA Satu Arah VMA.....	51
Tabel 4. 14 Tabulasi Data Variasi Suhu Pemadatan Terhadap Nilai VFWA.....	52
Tabel 4. 15 ANOVA Satu Arah VFWA.....	53
Tabel 4. 16 Tabulasi Data Variasi Suhu Pemadatan Terhadap Nilai VITM.....	54
Tabel 4. 17 ANOVA Satu Arah VITM.....	54
Tabel 4. 18 Tabulasi Data Variasi Suhu Pemadatan Terhadap Nilai Stabilitas	55
Tabel 4.19 ANOVA Satu Arah Stabilitas	56
Tabel 4.20 Tabulasi Data Variasi Suhu Pemadatan Terhadap Nilai Flow.....	57
Tabel 4. 21 ANOVA Satu Arah Flow	57

Tabel 4. 22	Tabulasi Data Variasi Suhu Pemadatan Terhadap Nilai MQ	58
--------------------	--	----

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3. 1 Laboratorium Perkerasan Jalan Raya Universitas Lancang Kuning (Sumber : Google Earth, 2025)	15
Gambar 3. 2 Laboratorium Teknik Kimia Universitas Riau.....	15
Gambar 3. 3 Diagram Alir perencanaan	28
Gambar 4. 1 Gradasi Agregat	34
Gambar 4. 2 Kadar Aspal Optimum	41
Gambar 4. 3 Variasi Persentase Suhu Pemadatan Terhadap Nilai Density	44
Gambar 4. 4 Variasi Suhu Pemadatan Terhadap Nilai VMA.....	45
Gambar 4. 5 Variasi Suhu Pemadatan Terhadap Nilai VFWA	46
Gambar 4. 6 Variasi Persentase Suhu Pemadatan Terhadap Nilai VITM	46
Gambar 4. 7 Variasi Persentase Suhu Pemadatan Terhadap Nilai Stabilitas	47
Gambar 4. 8 Variasi Suhu Pemadatan Terhadap Nilai Flow.....	48
Gambar 4. 9 Variasi Suhu Pemadatan Terhadap Nilai MQ	48

DAFTAR NOTASI

CA	= Agregat kasar tertahan
d	= Berat dalam keadaan SSD
FA	= Agregat halus lolos saringan No. 4
FF	= Agregat halus lolos saringan No.200
h	= Berat jenis maksimum
JK	= Jumlah kuadrat
KT	= Kuadrat total
KAO	= Kadar aspal optimum
MQ	= <i>Marshall quotient</i>
P	= Beban maksimum
Pb	= Kadar aspal, peren berat total dari campuran
t	= Tebal Benda Uji
VFWA	= Rongga yang terisi agregat
VITM	= Rongga yang terisi campuran
VMA	= Rongga yang terisi aspal

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Berita Acara

Lampiran 2. Lembar Asistensi

Lampiran 3. Lampiran Data

Lampiran 4. Dokumentasi

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kerusakan yang dapat terjadi pada permukaan aspal beton biasanya disebabkan oleh partikel yang lepas. Ini terjadi karena suhu aspal yang terlalu tinggi dan pencampuran agregat yang tidak terkontrol dengan baik. Akibatnya, suhu saat mencampur aspal dan agregat tidak terjaga dengan baik pada lapisan aspal beton. (Pareira dkk., 2019).

Marshall Test berfungsi untuk menentukan karakteristik campuran aspal meliputi stabilitas, *flow* (kelelahan), *void in mix* (VIM), *void in mineral aggregate* (VMA), *void filled with asphalt* (VFA), dan *Marshall Quotient*. Parameter-parameter tersebut digunakan sebagai indikator kualitas campuran aspal dalam menahan beban lalu lintas dan pengaruh lingkungan. Material yang dimaksud mencakup aspal, agregat kasar, agregat halus, serta bahan pengisi (*filler*) (Sa'dillah & Leliana, 2020).

Aspal yang diproduksi oleh Pertamina dengan nilai penetrasi 60/70, yang sesuai dengan kondisi suhu dan iklim di negara ini. Namun, aspal murni dengan penetrasi 60/70 memiliki tingkat kelenturan yang cenderung tidak stabil. Oleh karena itu, diperlukan penambahan zat aditif untuk meningkatkan sifat dan karakteristik aspal agar sesuai dengan yang diharapkan (Saleh dkk., 2016).

Penambahan lignin dalam campuran aspal dapat meningkatkan ketahanan terhadap deformasi permanen, meningkatkan rigiditas pada suhu tinggi, dan memperbaiki kinerja pada berbagai kondisi cuaca. Selain itu, lignin dapat berfungsi sebagai antioksidan alami yang memperlambat proses penuaan aspal, sehingga memperpanjang umur layanan perkerasan jalan. Meningkatkan nilai stabilitas campuran disebabkan oleh penambahan kadar lignin, dan dengan demikian dapat mengurangi sensitivitas aspal dibandingkan dengan suhu. Oleh karena itu, campuran terus berfungsi secara optimal, tetapi lebih rendah dibandingkan dengan nilai yang sama yang disimpan menggunakan campuran asphalt-jap dan TPS 5%. Ini dapat terjadi karena penggunaan agregat KAO. (Ramadhan dkk., 2019).

Temperatur pemadatan Standardisasi suhu pemadatan untuk aspal Pen 60/70 menjadi sangat penting untuk memastikan konsistensi kualitas dalam pembangunan infrastruktur jalan. Berdasarkan berbagai penelitian dan praktik terbaik dalam industri konstruksi jalan, telah dikembangkan rentang suhu pemadatan yang optimal untuk aspal Pen 60/70 yang meliputi suhu pemadatan awal (130°C-140°C), pemadatan antara (110°C-130°C), dan pemadatan akhir (90°C-110°C) (Diretorate General of Highways, 2020).

Campuran beton aspal dibuat dengan mengubah cara rendaman Marshall dan mencoba berbagai suhu saat memadatkan. Perubahan rendaman Marshall dilakukan selama 1, 2, 4, 6, dan 8 hari, sedangkan suhu pemadatan yang dicoba adalah mulai dari 90 derajat Celsius, 100 derajat Celsius, 110 derajat Celsius, 120 derajat Celsius, sampai 130 derajat Celsius. Untuk mengetahui seberapa kuat campuran beton aspal ini, digunakan indikator seperti Indeks Kekuatan Sisa, Indeks Penurunan Stabilitas, yang meliputi Indeks Durabilitas Pertama dan Indeks Durabilitas Kedua. (Tahir & Setiawan, 2009).

Dalam penelitian ini, yang menjadi fokus adalah dampak variasi suhu selama proses pemadatan pada campuran beton aspal terhadap karakteristik Marshall, yang mencakup densitas, *Void Filled With Asphalt* (VFWA), *Void In The Mix* (VITM), stabilitas, dan *Marshall Quotient* (QM). Metode yang digunakan adalah metode Marshall dengan beberapa variasi suhu pada sampel uji. Variasi suhu yang diterapkan dalam proses pemadatan adalah 130°C, 135°C, 140°C, dan 145°C, dengan kadar lignin yaitu 3%.

1.2 Identifikasi masalah

Identifikasi masalah pada penelitian ini yaitu :

1. Pengaruh variasi temperature pemadatan dan penambahan lignin pada nilai karakteristik marshall campuran aspal PEN 60/70

2. Belum diketahui bagaimana karakteristik nilai *Indirect Tesile Strenght* pada campuran aspal Pertamina PEN 60/70 dengan penambahan lignin pada lapisan AC-WC.
3. Bagaimana variasi pemadatan dapat memengaruhi nilai karakteristik marshall aspal dengan penambahan lignin pada lapisan AC-WC.
4. Kinerja dalam kondisi lingkungan yang ekstrim bagaimana campuran aspal termodifikasi menanggapi pengaruh air, suhu ekstrem, dan perubahan cuaca terhadap kinerjanya, serta apakah penambahan lignin dapat meningkatkan ketahanan terhadap faktor-faktor lingkungan.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah ada penelitian ini adalah bagaimana pengaruh variasi temperature pemadatan dan penambahan lignin pada nilai karakteristik *marshall* campuran aspal PEN 60/70.

1.4 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana pengaruh variasi temperature pemadatan dan penambahan lignin pada nilai karakteristik *marshall* campuran aspal PEN 60/70?

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh variasi temperature pemadatan dan penambahan lignin pada nilai karakteristik *marshall* campuran aspal PEN 60/70.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Membantu dalam pengambilan keputusan terkait penggunaan lignin sebagai bahan modifikasi aspal dalam skala industri dan proyek infrastruktur.

2. Memmberikan informasi dan pengetahuan kepada masyarakat tentang inovasi baru pekerjaan infastruktur jalan yang sudah termodifikasi bahan tambah.
3. Peningkatan keberlanjutan dengan mengembangkan teknologi kepada mahasiswa yang melakukan penelitian selanjutnya agar dapat meningkatkan keberlanjutan infrastruktur jalan dalam jangka panjang.

BAB 5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian pengaruh variasi temperature pemadatan dan penambahan lignin pada nilai karakteristik *marshall*, dapat disimpulkan bahwa pada variasi suhu pemadatan 135°C sampai 145°C ketujuh nilai parameter karakteristik *marshall* meningkat .

5.2 Saran

Saran dalam penelitian adalah :

1. Perlu dilakukan pengujian karakteristik *marshall* dengan interval penambahan variasi suhu pemadatan.
2. Perlu dilakukan nilai keausan pada campuran aspal AC-WC dengan penambahan lignin.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Z. Z., Wesli, W., & Akbar, S. J. (2017). Penggunaan Abu Batu Bara Sebagai Filler Pada Campuran Aspal Beton Ac-Bc. *Teras Jurnal : Jurnal Teknik Sipil*, 6(2), 121. <https://doi.org/10.29103/tj.v6i2.95>
- Diretorate General of Highways. (2020). Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan (Revisi 2). *Ministry of Public Works and Housing*, Oktober, 1036.
- Hery Suroso. (2012). Analisa Gradasi Agregat Campuran Pasir Pantai dan Pasir Lokal Sebagai Bahan Beton Kedap Air dan Beton Normal. *112 Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan*, 4(2), 121–130.
- Lagaligo, D., Said, L. B., & Alifuddin, A. (2022). Pengaruh Temperatur Pemadatan pada Campuran Beton Aspal (AC-WC) dengan Bahan Tambah Karet Alam terhadap Ketahanan Deformasi dan Kuat Tarik Tidak Langsung. *Konstruksi*, 1(11), 23–36.
- Machsus, M., Mawardi, A. F., Khoiri, M., Basuki, R., & Akbar, F. H. (2020). Analisa Pengaruh Variasi Temperatur Pemadatan Campuran Laston Lapis Antara (AC-BC) dengan Menggunakan Aspal Modifikasi. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 18(1), 107. <https://doi.org/10.12962/j2579-891x.v18i1.6215>
- Meilani, M., & Kurnia, R. (2019). Kajian Parameter Marshall Campuran Hangat Laston (HRS-WC) Menggunakan Reclaimed Asphalt Pavement (RAP).(Hal. 120-131). *RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil*, 5(4), 6–33. <https://ejurnal.itenas.ac.id/index.php/rekaracana/article/view/3397>
- Novita Landa Lebang, N. M. Y. L. (2021). Analisa Stabilitas Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) Dan Karet Alam Sebagai Material Perkerasan Jalan. *Pharmacognosy Magazine*, 75(17), 399–405.
- Pareira, R. G., Nainggolan, T. H., & Santosa, A. A. (2019). Pengaruh Variasi Temperatur Pada Proses Pemadatan Berdasarkan Uji Marshall Pada Campuran Lapis Beton (AC-WC). *null*(23), 301–316.
- Raditya Rukmananda, Sasana Putra, M. K. (2018). Kualitas Bahan Bitumen Akibat Penambahan Kadar Lignin Yang Berbeda. *Kualitas_Bahan_Bitumen_Akibat_Penambahan*, 6(4), 433–444.
- Ramadhan, A. P., Putra, S., & Diana, I. W. (2019). Pengaruh Penambahan Lignin Terhadap Karakteristik Mekanik Campuran Aspal Panas. *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Desain*, 7(1), 135–144.
- Sa'dillah, M., & Leliana, A. (2020). Karakteristik Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) Dengan Penambahan Bahan Pengisi Abu Terbang Batubara. *Prosiding SENTIKUIN (Seminar Nasional Teknologi Industri, Lingkungan Dan Infrastruktur)*, 3, 1–8.

- Saleh, A., Yos Sudarso Km, J., Pekanbaru, R., & Anggraini, M. (2016). Pengaruh Penambahan Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit (Tkks) Terhadap Nilai Penetrasi Indeks Aspal Pertamina Pen.60/70. *Jurnal Teknik Sipil Siklus*, 2, 104–113.
- SNI 0492:2008. (2008). Cara uji kadar lignin -. *Standar Nasional Indonesia SNI*.
- Suryo, E. A., Suroso, S., Zaika, Y., & Ato'urrahman, M. (2016). Pengaruh Kepadatan dan Kadar Air Tanah Pasir Terhadap Nilai Resistivitas Pada Model Fisik Dengan Metode Geolistrik. *Rekayasa Sipil*, 10(3), 178–186. <https://doi.org/10.21776/ub.rekayasasipil.2016.010.02.02>
- Tahir, A., & Setiawan, A. (2009). Kinerja Durabilitas Campuran Beton Aspal Ditinjau Dari Faktor Variasi Suhu Pemasakan Dan Lama Perendaman. *Jurnal SMARTek*, 7(1), 45–6
- Tenaga, M., Dan, K., Republik, T., Tenaga, K., Dan, K., & Fungsi, D. A. N. (2010). *Republik Indonesia Republik Indonesia*. 2013(021), 1–266.
- Zainul Arifin, M., Djakfar, L., & Martina, G. (2008). *Pengaruh Kandungan air Hujan*. 2(1), 1–23.