

**ANALISIS PENGARUH TETES TEBU (*Molasses*) SEBAGAI
CAMPURAN ASPAL dan LIMBAH BETON SEBAGAI PENGGANTI
FILLER PADA CAMPURAN AC-BC (*Asphalt Concrete Binder Coarse*)**



SKRIPSI

**Diajukan untuk Memenuhi sebagian Persyaratan guna Memeperoleh Gelar
Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil**

Disusun oleh:

MARGATAMA WAHYU WICAKSONO

NIM.1950100020

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS VETERAN BANGUN NUSANTARA
SUKOHARJO**

2023

MOTTO

“Jadikan setiap kegiatan yang kita lakukan diawali dengan niat, karena tuhan (allah) lebih menghargai niat kita sedangkan manusia menilai hasilnya” – Habib Muhammad bin Husein Al:Habsyi

“Takdir terbaik adalah apa yang kamu jalani saat ini dan hadiah terbaik adalah apa yang kamu miliki saat ini” – Ust. Agam

“Bukan nasab yang menentukan nasibmu, Bukan nasab yang menjadikan mulia, tapi belajarlah (mengaji), agar nasabmu menjadi mulia” – Ning Sheila Hasina

“Kamu perlu sedikit kesusahan, kamu perlu sedikit ketidak nyamanan, kamu perlu sedikit tertekan untuk kemudian kamu akan mendapatkan kenikmatan hidup dimasa yang akan datang” – Gus Kautsar

“Perkoro opo wae sing mbok duweni kenalono lan openono”
(Jika engkau merasa memiliki perkara, kenalilah dan rawat perkara tersebut) –
KH. Fuad Habib Dimyathi

”Kesuksesan tidak dinilai dari segi banyaknya harta, tetapi seberapa kemanfaatan hidup kita untuk berbagi kepada orang lain” – Ning Fariha Kustina

“Hidup itu, sejak lahir hingga mati, kuliah tanpa bangku” – KH. Hamim Djazuli

“Semua orang yang menjarkanmu dalam kebaikan adalah gurumu, apapun agamanya”

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan kepada :

1. Untuk kedua Orang Tua saya yang selalu meberikan doa, dukungan dan restu agar segala urusan saya diberi kelancaran.
2. Untuk seluruh keluarga saya yang telah memberikan dukungan atas keberlangsungan pendidikan saya dibangku perkuliahan.
3. Untuk teman-teman saya yang memberikan semangat dan dukungan.
4. Untuk Asphalt Squad Veteran yang telah mendukung dan memberi saran mengenai penelitian yang saya kerjakan
5. Untuk Bapak dan Ibu Dosen serta Karyawan Fakultas Teknik, Universitas Veteran Bangun Nusantara Sukoharjo.
6. Untuk Ketua Program Studi Teknik Sipil sekaligus Dosen Pembimbing 1, Ibu Ir. Tantin Pristyawati S.T., M.T. yang senantiasa membimbing dan mengarahkan saya selama perkuliahan dan menyelesaikan Laporan Tugas Akhir.
7. Untuk Dosen Pembimbing 2, Ibu Annisa Azhar Firdausi, S.T., MEng senantiasa membimbing dan mengarahkan saya selama perkuliahan dan menyelesaikan Laporan Tugas Akhir.
8. Untuk Dosen yang telah bersedia memberikan kesempatan untuk saya agar dapat menyelesaikan Ujian Sidang Skripsi.

ABSTRAK

Seiring berjalannya perkembangan teknologi, banyak inovasi yang dapat dilakukan untuk mengurangi kerusakan jalan yaitu dengan menaikkan mutu aspal yang dapat dilakukan dengan menambahkan bahan tambah *additive* ke dalam campuran aspal. Salah satu inovasi untuk memanfaatkan tetes tebu (*molasses*) sebagai bahan pengganti aspal serta limbah beton sebagai pengganti *filler* digunakan dalam campuran beraspal. Penelitian dilakukan guna mengetahui karakteristik *marshall* pada campuran AC-BC. Penelitian dilakukan menggunakan metode studi *eksperimental* dengan menggunakan penambahan tetes tebu (*molasses*) pada campuran AC- BC. Variasi penambahan tetes tebu (*molasses*) antara lain: 1 %, 3 %, 5 %, 7 %, dan 9 %. Masing – masing variasi penambahan tetes tebu (*molasses*) dilakukan pembuatan 3 (tiga) benda uji. Pengujian karakteristik *marshall* dilakukan dengan menggunakan alat uji *marshall test* untuk menentukan nilai kepadatan, VIM, VMA, VFA, Stabilitas, *Flow*, MQ. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan tetes tebu mempengaruhi nilai berat jenis campuran akan menurunkan nilai VIM dan VMA, dibuktikan dengan nilai VIM tertinggi yaitu pada kadar variasi penambahan tetes tebu 1 % VMA tertinggi juga pada kadar 1 %. Sedangkan nilai VFA mengalami kenaikan seiring dengan penambahan kadar tetes tebu pada campuran beraspal, yaitu kadar 1 % naik pada kadar 9 %. Dari pengujian stabilitas, dan *flow* diperoleh nilai tertinggi pada kadar tetes tebu 1 %, sedangkan untuk kadar 3 %, 5 %, 7 %, dan 9 % memiliki nilai yang lebih rendah. Semakin rendah nilai stabilitas akan meningkatkan nilai *flow*, nilai tertinggi yaitu pada kadar 9 %. Penambahan tetes tebu (*molasses*) dan limbah beton pada campuran AC-BC telah memenuhi Spesifikasi Bina Marga.


Kata kunci : *molasses, marshall, asphalt concrete binder coarse.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah Memberikan rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul **“ANALISIS PENGARUH TETES TEBU (Molasses) SEBAGAI CAMPURAN ASPAL dan LIMBAH BETON SEBAGAI PENGGANTI FILLER PADA CAMPURAN AC-BC (Asphalt Concrete Binder Coarse)”**. Laporan Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan mencapai derajat Sarjana S-1 pada jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Veteran Bangun Nusantara Sukoharjo. Laporan ini dapat terselesaikan tidak lepas dari bantuan serta dukungan dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Ir. Tantin Pristyawati S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing I saya dan Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Veteran Bangun Nusantara Sukoharjo atas bimbingan dan saran yang diberikan.
2. Ibu Annisa Azhar Firdausi, S.T., MEng selaku Dosen Pembimbing II atas bimbingan dan saran yang diberikan.
3. Bapak Bibit Isnipan dan Ibu Jumiah selaku orang tua saya yang selalu memberikan *support* dan doa.
4. Teman-teman Mahasiswa Teknik Sipil angkatan 2019 yang telah memberikan bantuan dan dorongan motivasi.
5. Semua pihak yang telah mendukung dan membantu sehingga Laporan Tugas Akhir dapat diselesaikan dengan baik.

Sukoharjo, 10 November 2023
Yang menyatakan,



Margatama Wahyu Wicaksono
NIM. 1950100020


DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR NOTASI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Batasan Masalah.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Perkerasan Jalan	6
2.2 Perkerasan Lentur	6
2.3 Aspal.....	10
2.3.1 Aspal buatan.....	11
2.3.2 Aspal beton campuran panas.....	12
2.3.3 Aspal modifikasi	14
2.4 Agregat	15
2.5 Tetes Tebu	17
2.6 Limbah Beton	19
2.7 Pengujian <i>Marshall</i>	20
2.8 Penelitian Terdahulu.....	25

BAB III METODE PENELITIAN	30
3.1 Metode Penelitian dan Lokasi Penelitian	30
3.2 Diagram Penelitian	30
3.3 Material dan Alat Penelitian	32
3.4 Langkah Pengujian	42
3.5 Pembuatan Benda Uji	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	48
4.1 Hasil Penujian Karakteristik Material	48
4.1.1 Pengujian <i>passing</i> 200	48
4.1.2 Pengujian <i>sepesific gravity and arbsobtion</i>	39
4.1.3 Pengujian analisis saringan	52
4.2 Hasil Pembuatan Benda Uji	57
4.3 Pembuatan Benda Uji Dengan Penambahan Tetes Tebu (<i>Molasses</i>) Serta Menggunakan <i>Filler</i> Limbah Beton	66
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	79
5.1 Kesimpulan	79
5.2 Saran	80



DAFTAR NOTASI



$G_{bstotal}$: Berat jenis <i>bulk</i> agregat gabungan, (gr/cc)
P_1, P_2, P_3	: Persentase berat dari masing-masing agregat, (%)
$G_{sb1}, G_{sb2}, G_{sb3}$: Berat jenis <i>bulk</i> masing-masing agregat, (gr/cc)
$G_{bstotal}$: Berat jenis semu agregat gabungan, (gr/cc)
P_1, P_2, P_3	: Persentase berat dari masing-masing agregat, (%)
$G_{sa1}, G_{sa2}, G_{sa3}$: Berat jenis semu masing-masing agregat, (gr/cc)
G_{se}	: Berat jenis efektif total agregat, (gr/cc)
G_{sb}	: Berat jenis <i>bulk</i> agregat, (gr/cc)
G_{sa}	: Berat jenis semu agregat, (gr/cc)
G_{mm}	: Berat jenis maksimum campuran (gr/cc)
P_{mm}	: Persentase berat total campuran (100)
P_s	: Persentase kadar agregat terhadap berat total campuran (%)
P_b	: Persentase kadar aspal terhadap berat total campuran (%)
G_{se}	: Berat jenis efektif (gr/cc)
G_b	: Berat jenis aspal (gr/cc)
G_{mb}	: Berat jenis campuran setelah dipadatkan (gr/cc)
W_a	: Berat di Udara (gr)
V_{bulk}	: Volume campuran setelah pemadatan (cc)
W_m	: Berat benda uji setelah dipadatkan (gr)
W_{mssd}	: Berat benda uji ssd setelah dipadatkan (gr)
W_{mpw}	: Berat benda uji dalam air setelah dipadatkan (gr)
G_{mm}	: Berat jenis campuran maksimum setelah pemadatan (gr/cc)
G_{mb}	: Berat jenis bulk campuran setelah pemadatan (gr/cc)
G_{mb}	: Berat jenis bulk campuran setelah pemadatan *(gr/cc)
G_{sb}	: Berat jenis bulk dari total agregat (gr/cc)
P_s	: Persentase kadar agregat terhadap berat total campuran (%)
VFA	: Persentase rongga terisi aspal (%)

VMA	: Persentase rongga pada agregat (%)
VIM	: Persentase rongga pada campuran beraspal (%)
S	: Nilai Stabilitas (kg)
p	: Pembacaan alat x kalibrasi
q	: Angka koreksi tebal benda uji
MQ	: Nilai <i>Marshall Quotient</i> (kg/mm)
S	: Nilai Stabilitas (kg)
F	: Nilai Kelelahan (<i>Flow</i>)



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Perkerasan Lentur (<i>Fleksibel Pavement</i>)	7
Gambar 2.2 Tetes Tebu (<i>Molasses</i>)	18
Gambar 2.3 Alat Uji <i>Marshall</i>	21
Gambar 3.1 Diagram Penelitian	32
Gambar 3.2 Aspal.....	33
Gambar 3.3 Agregat Ukuran 1-2.....	33
Gambar 3.4 Agregat Ukuran 0,5	34
Gambar 3.5 Agregat Halus (Abu Batu)	34
Gambar 3.6 Bahan Pengisi (<i>Filler</i>).....	35
Gambar 3.7 Tetes Tebu (<i>Molasses</i>).....	35
Gambar 3.8 Neraca Ukur	36
Gambar 3.9 Piknometer	36
Gambar 3.10 Satu Set Saringan	37
Gambar 3.11 Oven	37
Gambar 3.12 Cawan.....	38
Gambar 3.13 Wajan dan Spatula.....	38
Gambar 3.14 <i>Thermogun</i>	39
Gambar 3.15 <i>Mold</i>	39
Gambar 3.16 <i>Compactor Machine</i>	40
Gambar 3.17 <i>Ejector</i>	40
Gambar 3.18 <i>Waterbath</i>	41
Gambar 3.19 Alat Uji <i>Marshall</i>	41
Gambar 4.1 Grafik Hasil Analisis Saringan Agregat Kasar Ukuran 1-2	53
Gambar 4.2 Grafik Hasil Analisis Saringan Agregat Kasar Ukuran 5-0	54
Gambar 4.3 Grafik Hasil Analisis Saringan Agregat Halus	55
Gambar 4.4 Grafik Analisis <i>Combined Grading</i>	57
Gambar 4.5 Grafik <i>Density</i> (Kepadatan)	60
Gambar 4.6 Grafik <i>Void In Mix</i> (VIM).....	61
Gambar 4.7 Grafik <i>Void In Mineral Agregate</i> (VMA).....	62
Gambar 4.8 Grafik <i>Filled with Asphalt</i> (VFA)	63
Gambar 4.9 Grafik Stabilitas.....	64

Gambar 4.10 Grafik <i>Flow</i>	65
Gambar 4.11 Grafik <i>Marshal Quotient</i> (MQ).....	66
Gambar 4.12 Kadar Aspal Pilihan	67
Gambar 4.13 Grafik Perbandingan Kepadatan (<i>Density</i>)Dan Variasi Bahan Tambah Tetes Tebu (<i>Molasses</i>)	69
Gambar 4.14 Grafik Perbandingan <i>Void In Mix</i> (VIM) dan Variasi Bahan Tambah Tetes Tebu (<i>Molasses</i>)	71
Gambar 4.15 Grafik Perbandingan <i>Void In Mineral Agregate</i> (VMA) dan Variasi Bahan Tambah Tetes Tebu (<i>Molasses</i>).....	72
Gambar 4.16 Grafik Perbandingan Voids Filled with Asphalt (VFA) dan Variasi Bahan Tambah Tetes Tebu (<i>Molasses</i>).....	74
Gambar 4.17 Grafik Perbandingan Stabilitas dan Variasi Bahan Tambah Tetes Tebu (<i>Molasses</i>).....	75
Gambar 4.18 Grafik Hubungan <i>Flow</i> dan Variasi Kadar Bahan Tambah Tetes Tebu (<i>Molasses</i>).....	77
Gambar 4.19 Grafik Hubungan <i>Marshal Quotient</i> (MQ) dan Variasi Kadar Bahan Tambah Tetes Tebu (<i>Molasses</i>).....	78



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Aspal Beton	10
Tabel 2.2 Spesifikasi Aspal Penetrasi 60/70	12
Tabel 2.3 Jenis Pengujian Agregat.....	15
Tabel 2.4 Sifat Campuran Agregat.....	17
Tabel 2.5 Gradasi Agregat Gabungan	17
Tabel 2.6 Kualitas Tetes Tebu	19
Table 2.7 <i>Job Mix</i> Beton	20
Table 2.8 Penelitian Terdahulu	27
Tabel 3.1 Ketentuan Material Lolos Ayakan No. 200	42
Tabel 3.2 Ketentuan Pengujian <i>Specific Gravity and Absorption</i>	43
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Passing 200	49
Tabel 4.2 Pengujian <i>Specific Gravity And Absorption</i> Agregat Kasar Ukuran 1-2	50
Tabel 4.3 Pengujian <i>Specific Gravity And Absorption</i> Agregat Kasar Ukuran 0,5	51
Tabel 4.4 Pengujian <i>Specific Gravity And Absorption</i> Agregat Halus (Abu Batu)	52
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Analisis Saringan Agregat Kasar Ukuran 1-2	53
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Analisis Saringan Agregat Kasar Ukuran 0,5.....	54
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus (Abu Batu).....	55
Tabel 4.8 Hasil Analisis <i>Combined Grading</i>	56
Tabel 4.9 Komposisi Campuran Kadar Aspal 5,3 %	58
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Berat Jenis Agregat	59
Tabel 4.11 Hasil Perhitungan <i>Density</i> (Kepadatan) Aspal Normal	60
Tabel 4.12 Hasil Perhitungan VIM Aspal Normal	61
Tabel 4.13 Hasil Perhitungan VMA Aspal Normal	62
Tabel 4.14 Hasil Perhitungan VFA Aspal Normal	63
Tabel 4.15 Hasil Nilai Stabilitas Aspal Normal.....	64
Tabel 4.16 Hasil Nilai <i>Flow</i> Aspal Normal	65
Tabel 4.17 Hasil Nilai <i>Marshall Quotient</i> (MQ) Aspal Normal	66
Tabel 4.18 Perhitungan Berat Pembuatan Benda Uji.....	67
Tabel 4.19 Hasil Perhitungan Berat Jenis Agregat	68

Tabel 4.20 Hasil Pengujian Kepadatan (<i>Density</i>) Aspal Inovasi	69
Tabel 4.21 Hasil Perhitungan VIM Aspal Inovasi	70
Tabel 4.22 Hasil Perhitungan VMA Aspal Inovasi	72
Tabel 4.23 Hasil Perhitungan VFA Aspal Inovasi.....	73
Tabel 4.24 Hasil Stabilitas Aspal Inovasi	74
Tabel 4.25 Hasil <i>Flow</i> (Kelelehan) Aspal Inovasi	76
Tabel 4.26 Hasil Nilai <i>Marshall Quotient</i> (MQ) Aspal Inovasi	77



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Material Yang Lolos Saringan No. 200 (0,075 mm).....	1
Lampiran 2. <i>Specific Gravity and Absorption</i>	2
Lampiran 3. Analisis Saringan.....	4
Lampiran 4. Penentuan Kadar Aspal Optimum.....	7
Lampiran 5. Pengujian Berat Jenis Campuran.....	9
Lampiran 6. Pengujian <i>Marshall</i> Penentuan Kadar Aspal Optimum.....	10
Lampiran 7. Komposisi Campuran dengan Penambahan Tetes Tebu (<i>Molasses</i>).13	
Lampiran 8. Pengujian Berat Jenis Campuran dengan Penambahan Tetes Tebu (<i>Molasses</i>).....	14
Lampiran 9. Pengujian <i>Marshall</i> Campuran dengan Penambahan Tetes Tebu (<i>Molasses</i>).....	16
Lampiran 10. Dokumentasi.....	20

