

**STUDY PENGGUNAAN LIMBAH AMPAS TEBU SEBAGAI SUBSTITUSI
FILLER PADA ASPAL AC-BC**

TUGAS AKHIR

**Karya tulis sebagai salah satu syarat
Untuk memperoleh gelar sarjana dari
Universitas Fajar**

Oleh:

**Ichel Buntu Rondeng
1720121014**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR
2021**

**STUDY PENGUNAAN LIMBAH AMPAS TEBU SEBAGAI SUBSTITUSI
FILLER PADA ASPAL AC-BC**

Oleh

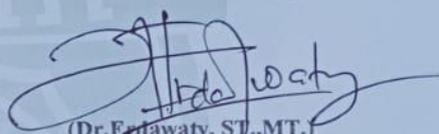
**ICHEL B.R
1720121014**

Menyetujui : Tim Pembimbing
Tanggal, 10 Mei 2022

Dosen Pembimbing I


**(Asri Mulva Setiawan, ST.,MT.)
NIDN:0921118801**

Dosen Pembimbing II

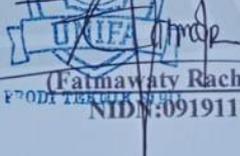

**(Dr. Endawaty, ST.,MT.)
NIDN:0921047802**

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Fajar


**(Dr. Ir. Erniati, ST., MT.)
NIDN:0906107701**
UNIVERSITAS FAJAR
DEKAN FAKULTAS
TEKNIK

Ketua Program Studi Teknik Sipil
Universitas Fajar


**(Fatmawaty Rachim, ST., MT.)
NIDN:0919117903**
UNIVERSITAS FAJAR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

PERYATAAN ORISINALITA

Penulisan dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir :”STADY PENGGUNAAN LIMBAH AMPAS TEBU SEBAGAI SUBTITUSI FILLER PADA ASPAL AC-BC” adalah karya orisinal saya dan seluh sumber acuan tertulis sesuai dengan panduan penulis ilmia yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Fajar.

Makassar, 2 Agustus 2022

Menyatakan,



Ichel Buntu Rondeng

ABSTRAK

Study penggunaan limbah ampas tebu sebagai substitusi filler pada aspal AC-BC. Ichel Buntu Rondeng. Transportasi merupakan salah satu motor penggerak kemajuan pembangunan suatu daerah atau negara, salah satu prasarana transportasi jalan yang terpenting adalah jalan. Secara fungsional, jalan memegang peranan penting dalam kehidupan sosial ekonomi masyarakat, sehingga pembangunan dan pemeliharaannya memerlukan perhatian. Jalan merupakan prasarana transportasi yang memegang peranan penting dalam pembangunan ekonomi suatu negara. Hal ini memungkinkan infrastruktur transportasi yang ada untuk mendukung beban lalu lintas yang melewatinya. Namun sebenarnya banyak daerah masih banyak jalur yang tidak memenuhi syarat yang efisiensinya kurang baik (*fast failure*). Oleh karena itu, diperlukan alternatif sebagai inovasi untuk dijadikan sebagai bahan pengganti khususnya pada campuran aspal beton agar bagaimana supaya kita bisa memanfaatkan limbah ampas tebu tersebut sebagai sesuatu yang berguna dan juga mengurangi tumpukan limbah yang sudah tidak digunakan lagi. Untuk itu, pada penelitian ini pemanfaatan limbah ampas sebagai substitusi filler pada aspal AC-BC. Tujuan penelitian ini yaitu Untuk mengetahui kinerja *marshall* dan *cantabro* terhadap campuran aspal AC-BC dengan menggunakan substitusi filler abu ampas tebu. Dalam penelitian ini menggunakan variasi filler limbah keramik tegel 0%, 8%, dan 10% dengan Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 6 %. Hasil penelitian ini menunjukkan kadar optimum pada variasi filler limbah ampas tebu yaitu 10%. Dari variasi tersebut didapatkan nilai stabilitas 818,40 gr, nilai flow 2,48 mm, nilai MQ 334,00 gr/mm, VIM 3,78%, VMA 16,98%, dan nilai VFB 68,05%. Hasil pengujian Cantabro pada benda uji gradasi bina marga dengan nilai hasil rata-rata yaitu pada variasi 0% 2,93, 60% 3,55 dan 100% 4,40. Nilai kehilangan yang diperoleh telah memenuhi standar spesifikasi umum bina marga.

Kata kunci: AC-BC, Limbah Ampas Tebu, Marshall, Cantabro, KAO

ABSTRACT

Study of using bagasse waste as a filler substitution on asphalt AC-BC, Ichel buntu rondeng. Transportation is one of the driving forces for the progress of the development of a region or country, one of the most important road transportation infrastructure is the road. Functionally, roads play an important role in the socio-economic life of the community, so that their development and maintenance requires attention. Roads are transportation infrastructure that plays an important role in the economic development of a country. This allows the existing transportation infrastructure to support the traffic load that passes through it. However, in many areas there are still many routes that do not meet the requirements with poor efficiency (fast failure). Therefore, an alternative is needed as an innovation to be used as a substitute material, especially in asphalt-concrete mixtures so that we can utilize the bagasse waste as something useful and also reduce piles of waste that are no longer used. For this reason, in this study the use of waste dregs as a filler substitution on AC-BC asphalt. In this study using a variation of ceramic tile waste filler 0%, 8%, and 10% with Optimum Asphalt Content (KAO) of 6%. The results of this study indicate that the optimum level of filler variation in bagasse waste is 10%. From these variations, the Stability value is 818.40 gr, flow value is 2.48 mm, MQ value is 334.00 gr/mm, VIM is 3.78%, VMA is 16.98%, and VFB is 68.05%. The results of the Cantabro test on the bina marga gradation test object with an average value of 0% 2.93, 60% 3.55 and 100% 4.40 variations. The loss value obtained has met the general specification standard of bina marga.

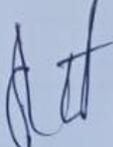
Keywords: AC-WC, Tile Ceramic Waste, Marshall, Cantabro, KAO

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kita panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas Anugerah dan Kasih KaruniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul **“PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH AMPAS TEBUH SEBAGAI SUBSTITUSI FILLER PADA ASPAL AC-BC”**. yang menjadi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan studi. Penulis menyadari bahwa banyak pihak yang turut membimbing serta mendoakan agar terselesaikannya lapora ini. Pada kesempatan ini secara khusus mengucapkan terima kasih yang mendalam Kepada kedua orang tua saya yang selalu mendoakan saya, dukungan dan motivasi serta pengorbanan secara materi maupun non materi.Seluruh kerabat dan keluarga saya yang senantiasa turun mendoakan, membantu, dan mendukung saya. Dr. Ir. Erniati, ST., MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Fajar dan Pembimbing Akademik atas segala dukungan dalam akademik. Fatmawaty Rachim, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Fajar. Asri Mulya Setiawan, ST., MT. selaku pembimbing I dan Dr.Erdawaty, ST., MT selaku pembimbing II yang senantiasa terus membimbing saya dalam penelitian ini. Suprianti Sampe Tondok,ST yang senantiasa memberikan motivasi serta Saudara seangkatan Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Angkatan 2017.Serta semua pihak dengan segala kerendahan hati membantu.

Dengan ini kami mengharapkan kritik dan saran dalam membangun dari berbagai pihak demi kesempurnaan proposal ini. Akhir kata dari kmai yaitu semoga bantuan tersebut mendapat balasan dan anugerah dari Tuhan Yang Maha Esa.

Makassar, 28 mei 2021



ICHEL BUNTU RONDENG

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan masalah	3
I.3 Tujuan Penelitian.....	3
I.4 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSAKA	4
II.1. Peralasan Jalan	4
II.2 Agregat	7
II.2.1 Gradasi	11
II.2.2 Daya Tahan Agregat.....	12
II.2.3 Bentuk Dan Tekstur Agregat.....	13
II.3 Substitusi <i>Filler</i> Abu Ampas Tebu	13
II.4 Aspal Minyak	15
II.5 Karakteristik Marshall.....	17
II.5.1 Stabilitas (<i>stability</i>).....	17
II.5.2 Kelelehan (<i>flow</i>)	18
II.5.3 Marshall Quotient (MQ).....	18
II.5.4 VIM (Void In Mix).....	19
II.5.5 VMA (Void Mineral Agregate).....	19
II.5.6 VFB (Void Filler in Bitument)	19

II.6 Penelitian terdahulu	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	25
III.1 Waktu dan lokasi.....	25
III.2 Alat dan bahan penelitian.....	25
III.2.1 Alat.....	25
III.2.2 Bahan	26
III.3 Metode pengumpulan data	26
III.4 Pelaksanaan Penelitian	26
III.4.1 Prosedur Pelaksanaan Penelitian.....	26
III.4.2 Pemeriksaan Sifat-Sifat Bahan	27
III.4.3 Pembuatan Benda Uji	28
III.4.4 Pengujian Benda Uji	29
III.5 Analisis Data.....	30
III.6 Bagan Alur Penelitian	31
DAFTAR PUSTAKA	44

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Ketentuan Sifat-sifat Campuran Laston (AC-BC)	7
Tabel II. 2 Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Aspal	8
Tabel II. 3 Hasil Pengujian Karakteristik Penetrasi Aspal Minyak 60/70	9
Tabel II. 4 Ketentuan Agregat Pokok Dan Pengunci	10
Tabel II. 5 Ketentuan Agregat Kasar	11
Tabel II. 6 Ketentuan agregat halus	12
Tabel II. 7 Syarat Gradasi Bahan Pengisi	13
Tabel II. 8 Penelitian Terdahulu	18
Tabel III.1 Metode Pengujian Untuk Agregat Kasar	28
Tabel III.2 Metode Pengujian Untuk Agregat Halus	28
Tabel III.3 Metode Pengujian Karakteristik Agregat	30
Tabel III.4 Jumlah Benda Uji	30
Tabel III.5 Pengujian Dan Metode Pengujian Karakteristik	31
Tabel IV.1 Sifat-sifat fisik Agregat Kasar (Kerikil)	34
Tabel IV.2 Sifat-sifat fisik Agregat Halus (Pasir).....	35
Tabel IV.3 Gradasi Agregat Gabungan.....	35
Tabel IV.4 Hasil Nilai Pengujian Marshall Test	37
Tabel IV.5 Hasil Nilai Pengujian Cantabro	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Komponen Perkerasan	5
Gambar III.1 Bagan Alur Penelitian	33
Gambar IV.1 Grafik Gradasi Agregat Gabungan	36
Gambar IV.2 Alat Pengujian Marshall Test.....	37
Gambar IV.3 Grafik Hubungan Variasi Filler Dengan Stabilitas.....	38
Gambar IV.4 Grafik Hubungan Variasi Filler Dengan Flow	39
Gambar IV.5 Grafik Hubungan Variasi Filler Dengan (MQ).....	39
Gambar IV.6 Grafik Hubungan Variasi Filler Dengan VIM.....	40
Gambar IV.7 Grafik Hubungan Variasi Filler Dengan VMA	41
Gambar IV.8 Grafik Hubungan Variasi Filler Dengan VFB	42
Gambar IV.9 Grafik Hubungan Variasi Filler Dengan Cantabro	43

DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL

Singkatan	Nama	Pemakaian pertama
AC-BC	Asphalt Concrete Bering Concrete	2
LASTON	Lapisan Aspal Beton	6
PEN	Penetrasi	9
SNI	Standar Nasional Indonesia	10
ASTM	<i>American Standard Testing And Material</i>	10
VIM	<i>Void In Mix</i>	13
VMA	<i>Void Mineral Agregate</i>	13
MQ	<i>Marshall Quotient</i>	14
GMM	Berat Jenis Maksimum Campuran	14
GMB	Berat Jenis Bulk Campuran	14
GSB	Berat Jenis Bulk Dari Agregat	12
PS	Kadar Agregat	15
VFB	<i>Filler In Bitument</i>	15
CO2	Carbon Dioksida	16
KAO	Kadar Aspal Optimal	17
Simbol		
mm	Milimeter	2
%	Persen	3
°C	Derajat Celcius	3
±	Kurang Lebih	3
Cm	Centimeter	4
≥	Lebih Dari	9
O	Pembacaan Arloji Stabilitas	13
E'	Angka Kolerasi Volume Benda Uji	13
Q	Kalibrasi Alat Marshall	13
kg	Kilogram	19

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar	48
Lampiran 2 Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus	49
Lampiran 3 Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar.....	50
Lampiran 4 Pemeriksaan Indeks Kepipihan Agregat Kasar	51
Lampiran 5 Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus.....	52
Lampiran 6 Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus	53
Lampiran 7 Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus/Pasir.....	54
Lampiran 8 Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat Halus/Abu Batu.....	55
Lampiran 9 Analisis Analisis Data Bricket Gradasi Bina Marga	56
Lampiran 10 Analisa Kadar Variasi Filler Limbah Keramik Tegel	57
Lampiran 11 Analisis Data Pengujian <i>Marshall Test</i>	58
Lampiran 12 Dokumentasi Penelitian.....	59

BAB I

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Transportasi merupakan salah satu motor penggerak kemajuan pembangunan suatu daerah atau negara, salah satu prasarana transportasi jalan yang terpenting adalah jalan. Secara fungsional, jalan memegang peranan penting dalam kehidupan sosial ekonomi masyarakat, sehingga pembangunan dan pemeliharannya memerlukan perhatian (Muhamad Saiful Arif, 2013).

Perkembangan infastruktur jalan di Indonesia mengalami peningkatan sangat pesat, khususnya pada konstruksi jalan. Peningkatan infrastruktur jalan tidak hanya terjadi pada kota-kota besar, melainkan peningkatan juga terjadi di daerah terpencil di Indonesia. Peningkatan pembangunan infrastruktur jalan ini diakibatkan dari meningkatnya kegiatan perekonomian masyarakat. Dengan meningkatnya kebutuhan dari penggunaan jalan sebagai sarana transportasi, tingginya tingkat volume kendaraan menyebabkan banyaknya lapis pekerasan suatu jalan mengalami kerusakan karena tidak mampu menahan beratnya beban lalu lintas yang sangat besar, maka kualitas serta perawatan juga perlu di perhatikan demi kelancaran berkendara (Boedi & Azizah, 2017).

Dalam hal perencanaan geometrik jalan salah satu perencanaan rute dari suatu ruas jalan secara lengkap, terkait beberapa bagian jalan yang telah di rancang berdasarkan data lengkap yang telah di dapat dari suatu hasil pengukuran di lapangan. Kemudian Analisa berdasarkan acuan yang berlaku. Acuan perencanaan yang dilakukan adalah sesuai dengan standar perencanaan geometrik jalan yang telah di pakai di Indonesia. Kondisi tanah asli sangat jarang dalam mendukung beban sangat berat berulang-ulang, beban lalu lintas yang semakin meningkat mulai dari kendaraan berat, crane, tekanan ban tinggi dan alat berat lainnya. Kerusakan konstruksi jalan yang sangat sering terjadi yaitu perubahan bentuk lapisan permukaan jalan berlubang (*potholes*), bergelombang (*rutting*), pelepasan butiran dan retak-retak (*revelling*). Oleh

karena itu pentingnya peranan pekerasan jalan dan kualitas agregat terbaik pada campuran pekerasan jalan (Setiobudi et al., 2020).

Salah satu alternatif yaitu penggunaan limbah buangan dari limbah pabrik GULA TAKALAR yang berupa abu ampas tebu yang akan digunakan sebagai filler tambahan pada campuran aspal berongga, dimana abu ampas tebu yang digunakan dalam pencampuran aspal cukup banyak yaitu ± 20 ton tiap tahunnya, selain itu penyediaan abu ampas tebu cukup mudah untuk didapatkan dan harganya relatif murah sehingga apabila ditinjau dari segi ekonomis akan lebih menguntungkan serta abu ampas tebu memiliki kandungan silica yang cukup tinggi, sehingga mampu meningkatkan mutu campuran aspal agar semakin kuat dan mampu menahan beban yang ada, maka dari itu dasar saya mengambil judul ini untuk memanfaatkan limbah ampas tebu pada campuran aspal porus (Syarkawi, 2011)

Campuran aspal panas atau sering disebut hot mix adalah jenis campuran yang sering diproduksi, dihamparkan dan dipadatkan dalam kondisi panas. Salah satu jenis campuran panas yang umum digunakan di Indonesia adalah aspal (AC). Beton AC/ aspal sendiri terdiri dari agregat kasar, agregat halus, aspal sebagai bahan perekat dan *filler* sebagai pengisi.

Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa densitas dan stabilitas marshall dengan abu granit memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan campuran dengan abu limbah keramik tegel. Serbuk keramik ini merupakan bahan penelitian utama penulis pada *Asphalt Concrete Bering Concrete* (AC-BC). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui masing-masing proporsi kadar debu keramik pada campuran lapis pekerasan jalan aspal beton (AC-BC) dan bagaimana pengaruh penambahan limbah ampas tebu terhadap karakteristik Marshall terhadap lapisan pekerasan *Asphalt Concrete Bering Concrete* (AC-BC) pada campuran lapisan pekerasan (Hamka Wakang, Feri Fadli, Ramdiana, 2021).

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan diatas, maka penulisan akan melakukan penelitian dengan judul “**PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH AMPAS TEBU SEBAGAI SUBSTITUSI FILLER PADA CAMPURAN ASPAL AC-BC**”.

I.2 Rumusan masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini, sebagai berikut:

1. Bagaimana kinerja *Marshall* terhadap campuran aspal AC-BC apabila menggunakan substitusi filler abu ampas tebu?
2. Bagaimana kinerja *Cantabro* terhadap campuran aspal AC-BC apabila menggunakan substitusi filler abu ampas tebu?

I.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui nilai *marshall* terhadap campuran aspal AC-BC dengan menggunakan substitusi filler abu ampas tebu.
2. Untuk mengetahui nilai *cantabro* terhadap campuran aspal AC-BC dengan menggunakan substitusi filler abu ampas tebu.

I.4 Batasan Masalah

1. Menggunakan kadar aspal minyak sebesar 6% dengan penetrasi aspal 60/70.
2. Gradasi Bina Marga: Saringan no. 1,5”, 1”, ¾”, ½”, 3/8”, #4, #8, #16, #30, #50, #100, #200
3. Bahan substitusi filler yang akan digunakan adalah limbah abu ampas tebu didapat dari Pabrik Gula.
4. Pengujian karakteristik marshall dan pengujian cantabro
5. Jumlah tumbukan sebanyak 2 x 75 tumbukan sesuai dengan spesifikasi bina marga.
6. Benda uji sebanyak 18 sampel dengan variasi kadar campur substitusi filler limbah abu ampas tebu dengan variasi 0%,8% dan 10%.

BAB II

TINJAUAN PUSAKA

1. Pengerasan Jalan

Pengerasan jalan merupakan bagian dari jalur lalu lintas yang biasa kita perhatikan secara struktual pada penampang melintang jalan, penampang struktur dalam kedudukan sentran. Merupakan inti atau urat nadi dari suatu konstruksi jalan, demikian sebaliknya kalau pengerasan jalan, rusak, arus lalu lintas akan terganggu. Adapun fungsi utama pengerasan adalah:

1. Menyediakan lokasi untuk pergerakan barang dan manusia dengan rasa aman, serta nyaman dan sesuai dengan kebutuhan.
2. Melindungi subgrade dengan lapisan kedap air untuk mencegah air permukaan dan menginfiltrasi kedalam subgrade dan melemahkan.
3. Menahan tegangan regangan yang disebabkan oleh beban lalu lintas dan cuaca, dan memindahkan pada subgrade dengan Batas-batas tertentu.

Menurut suprpto (dalam Iqbal, amiwarti & setiobudi, 2020), adalah tanah saja cenderung biasanya tidak cukup kuat dan tahan, tanpa adanya deformasi yang berarti terhadap beban roda berulang. Untuk itu perlu kita ketahui bahwa lapis tambahan yang terletak diantara tanah dan roda atau lapis paling atas dari bahan jalan. Adapun lapis tambah ini dapat dibuat dari bahan khusus yang di dipilih (yang lebih baik), menurut (suprpto 2004) berdasarkan bahan pengikatnya, konstruksi pengerasan jalan dibedakan menjadi (agus setiobudi), (amirwati), (doni tamara):

1. Pengerasan lentur (flexible pavement), adalah pengerasan dengan menggunakan (aspal,tanah liat dan batu), sebagai bahan pengikatnya. Lapisan – lapisan pekerasannya yang bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar. Pengerasan ini pada umumnya terdiri dari 3 lapisan atau lebih yaitu: lapisan permukaan, lapisan pondasi bawah, dan yang terletak di atas tanah.
2. Pengerasan kaku (rigid pavement) pekersan yang menggunakan bahan semen (Portland cement) sebagai bahan pengikat. Pada umumnya pengerasan kaku

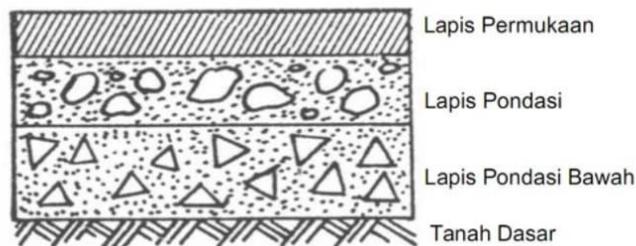
terdiri dari dua lapis yaitu lapisan dan lapisan pondansi. Lapisan pondasi bawah dan atas memberikan sumbangan yang sangat besar terhadap daya dukung pekerasan terutama didapat dari plat beton. Hal ini di sebabkan oleh sifat beton yang cukup kaku sehingga dapat menyebarkan beban pada bidang luas dan tegangan yang rendah pada lapisan – lapisan di bawahnya.

3. Pekerasan komposit (composite pavement), adalah pekerasan kaku yang dikombinasikan dengan pekerasan lentur.

Dalam tugas akhir ini penulis terkhususnya membahas pekerasan lentur (flexible pavement).

Pekerasan lentur ini terdiri dari lapisan-lapisan yang ditempatkan atau diletakkan di atas tanah dasar yang telah ditentukan. Lapisan – lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkan ke lapisan di bawahnya.

Struktur konstruksi lapisan pekerasan lentur terdiri dari:



Gambar II.1 Lapisan Konstruksi Pekerasan Lentur

Adapun komponen lapisan pekerasan lentur:

1. Lapisan permukaan (*surface course*), Lapis permukaan struktur pekerasan Slentur yang terdiri atas campuran mineral agregat dan bahan pengikat dan ditempatkan sebagai lapisan paling atas dan biasanya terletak di atas lapis pondasi.
2. Lapis pondasi atas (*base course*), lapis pondasi ini merupakan bagian dari struktur pekerasan lentur yang terletak langsung berada dibawah lapis permukaan. Adapun lapis pondasi berfungsi sebagai pekerasan yang menahan beban roda lalu lintas yang menyebarkan beban kelapisan di bawahnya.

3. Lapisan pondasi bawah (sub base course), adalah bagian dari struktur pekerasan lentur yang terletak antara tanah dasar dan lapis pondasi. Adapun fungsi dari lapisan ini yaitu:
 1. Untuk menyalurkan beban yang di terima dari roda menuju tanah dasar
 2. Sebagai lapisan penyerap
 3. Menjadi lapisan perantara agar material pada tanah dasar tidak tercampur pada lapisan pondasi atas.
4. Lapisan pelindung lapisan tanah dasar dari roda-roda alat.
5. Tanah dasar (subgrade), adalah kekuatan dan keawetan konstruksi pekerasan jalan sangat tergantung pada sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar. Adapun itu sebagai tempat perletakan lapis pekerasan dan mendukung konstruksi pekerasan jalan di atasnya. Menurut spesifikasi, tanah dasar adalah lapisan paling atas dari timbunan badan jalan setebal 30 cm, yang memiliki persyaratan tertentu sesuai fungsinya. Dalam pedoman ini di perkenalkan modulus resilien (MR) tanah dasar juga dapat diperkirakan dari CBR standar dan hasil atau nilai tes soil index.

Ketahanan pada lapisan ini berkaitan erat dengan daya dukung yang dimiliki tanah dasar dan sifat-sifat yang mendukung. Adapun persoalan yang di timbulkan pada lapisan tanah dasar yaitu:

1. Perubahan bentuk, akibat beban yang di terima
2. Perubahan sifat yang terjadi akibat daerah sekitar mengalami perubahan kadar air
3. Daya dukung tanah yang tidak merata

Berikut ini karakteristik dasar untuk pekerasan lentur:

1. Bersifat elastik jika menerima beban, sehingga dapat memberikan kenyamanan bagi penggunanya
2. Pada umumnya menggunakan bahan pengikat aspal
3. Seluruh lapisan ikut menanggung beban (yang didistribusikan dalam bentuk pyramid)
4. Penyebaran tegangan ke lapisan tanah dasar tidak merusak lapisan tanah dasar (subgrade).
5. Usia rencana maksimum 20 Tahun. Selama usia rencana diperlukan pemeliharaan secara berkala.

Kerusakan konstruksi jalan yang biasa terjadi yaitu perubahan bentuk lapisan permukaan pada jalan berupa lubang (potholes), bergelombang (rutting), retak-retak dan pelepasan butiran (ravelling). Adapun peranan drainase yang berperan penting pada stabilitas pekerasan. Semakin tinggi kadar air maka semakin pula besar terjadinya pergerakan terhadap struktur pekerasan menyebabkan kerusakan yang lebih cepat (Setiobudi et al., 2020).

II.2 Agregat

Agregat ialah kumpulan suatu butiran batuan yang memiliki ukuran tertentu yang didapatkan dari hasil alam secara langsung atau hasil pecahan dari batu besar. Dalam konstruksi pekerasan jalan agregat di artikan sebagai suatu bahan keras dan kaku yang dipakai sebagai campuran berupa berbagai jenis butiran dan pecahan seperti pasir, kerikil, agregat pecah, dan mineral abu (filler).

Sifat agregat dalam hal ini menentukan kualitas sebagai bahan konstruksi pekerasan jalan yang dapat dikelompokkan menjadi:

1. Keawetan dan kekuatan (*strength and durability*) lapisan pekerasan ini dipengaruhi oleh: gradasi, ukuran maksimum, kadar lempung, bentuk butir, tekstur permukaan, kekerasan dan ketahanan.
2. Kemampuan yang dilapisi aspal dengan baik, yang dipengaruhi oleh porositas, kemungkinan basah dan jenis agregat.

Kemudahan dalam pelaksanaan dan menghasilkan lapisan yang nyaman dan aman, yang di pengaruhi oleh tahanan geser dan campuran yang memberikan kemudahan dalam pekerjaan.

1. Agregat Kasar

Agregat kasar merupakan kerikil sebagai hasil dari desintegrasi secara alami dari batu seperti batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan memiliki ukuran butir antara 5 mm – 40 mm (BSN, 2000). Agregat kasar juga biasa disebut sebagai agregat yang semua butirnya tertinggal diatas ayakan 4,75 mm (5 cm). Agregat kasar dapat berupa kerikil, batu pecah, terak tanur tiup atau beton hidroulis yang dipecah dan limbah marmer. Adapun fungsi agregat kasar pada campuran aspal sebagai pengunci (*interlocking*) antara material lainnya. Karakteristik dari lapisan pekerasan jalan juga dipengaruhi oleh bentuk dan tekstur agregat. Partikel agregat kasar berbentuk bulat (*rounded*), lonjong (*elongated*), kubus, pipih, dan tidak beraturan (*irregular*) dengan bentuk dari agregat tersebut dapat menimbulkan pengaruh pada pekerjaan campuran, pemadatan, dan kekuatan pekerasan.(Mau et al., 2018)

Tabel II. 3 Persyaratan sifat – sifat agregat kasar

No.	Pengujian	Nilai Interval
1	Penyerapan (%)	Maks. 3
2	Berat Jenis Spesifik	
	a. Berat Jenis Bulk	Maks. 3
	b. Berat Jenis SSD	Maks. 3
	c. Berat Jenis Semu	Maks. 3
3	Keausan%	Maks. 40
4	Indeks kepipihan	Maks. 30

Sumber: Bina Marga (ATB) 2018

Persyaratan dan spesifikasi agregat kasar berdasarkan tabel di bawah ini:

Tabel II. 4 Gradasi Agregat Kasar yang Di Isyaratkan

Ukuran Saringan	Persentase lolos atau berat (%)
3/4 “ (19,0) mm	100
1/2 “ (12,5) mm	30 – 100
3/8 “ (9,5) mm	0 – 55
No.4 (4,75) mm	0 – 10
No. 200 (0,075) mm	0 – 1

Sumber: Buku 3 Spesifikasi PPJ PU Bina Marga

2. Agregat Halus

Agregat adalah pasir alam sebagai hasil disintegrasi secara alami dari batu atau pasir yang dihasilkan oleh industry pemecah batu dan ukuran butir terbesar 5,0 mm (BSN, 2000). Adapun fungsi dari agregat halus adalah untuk memberikan stabilitas dan mengurangi deformasi permanen campuran melalui fraksi dan perilaku, yaitu dengan memperkokoh sifat saling mengunci dan mengisi rongga antar butir agregat kasar serta menaikkan luas permukaan dari agregat yang dapat diselimuti aspal, sehingga menambah keawetan perkerasan. Agregat halus adalah agregat yang lolos saringan No.4 dan tertahan pada saringan 200. Agregat halus harus merupakan bahan yang bersih, keras, bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki.

Agregat halus juga berperan penting dalam mengendalikan daya tahan campuran. Akan tetapi, daya tahan ini juga diiringi dengan penurunan daya tahan campuran apabila secara keseluruhan campuran mengalami proporsi yang tidak seimbang ataupun tidak sesuai dengan yang diisyaratkan.

Table II. 5 Persyaratan sifat – sifat agregat halus

No.	Pengujian	Nilai Interval
1	Penyerapan (%)	Maks. 3
2	Berat Jenis Spesifik	
	a. Berat Jenis Bulk	Maks. 3
	b. Berat Jenis SSD	Maks. 3
	c. Berat Jenis Semu	Maks. 3
3	Kadar Lumpur (%)	Maks. 5

Sumber: Bina Marga (ATB) 2018

Adapun persyaratan dan spesifikasi gradasi agregat halus sebagai berikut:

Tabel II. 6 Gradasi Agregat Halus yang Di Isyaratkan

Ukuran Saringan		Persen Berat Yang Lolos
Mm	ASTM	
9,50	3/8"	100
4,74	No. 4	90 - 100
2,36	No. 8	80 - 90
0,60	No. 30	24 - 100
0,075	No. 200	3 – 11

Sumber: Buku 3 Spesifikasi PPJ hal. 6.3.2

3. Filler

Bahan pengisi (filler) merupakan bahan campuran yang mengisi ruang antara agregat halus dan agregat kasar yang akan meningkatkan kepadatan, filler adalah bahan yang lolos ayakan no.# 200. Bahan pengisis filler terdiri dari abu batu, debu batu, serta semen portland dan filler disyaratkan memiliki berat jenis lebih besar dari aspal ((Zainudin et al., 2016)

Fungsi filler dalam campuran adalah untuk memodifikasi agregat halus sehingga berat jenis campuran meningkat dan jumlah aspal yang diperlukan untuk mengisi rongga akan berkurang. Filler dan aspal secara bersamaan membentuk suatu pasta yang akan membalut dan mengikat agregat halus, mengisi ruang antara agregat. Apabila dicampur dengan aspal maka filler akan membentuk bahan pengikat yang berkonsistensi tinggi sehingga mengikat antar butiran-butiran agregat.

Bahan pengisi (filler) merupakan bahan yang 75% lolos ayakan No.200, dapat terdiri dari abu batu, abu batu kapur, kapur padam atau bahan non plastis lainnya. Bahan pengisi harus kering dan bebas dari bahan lain yang mengganggu.

Fungsi filler pada perkerasan adalah untuk meningkatkan stabilitas dan mengurangi rongga udara dalam campuran.

Tabel II. 7 Ketentuan *Filler*

Pengujian	Standar	Nilai
Material lolos saringan no. 200	SNI 03-6723-2002	Min. 75%

Sumber : *Bina Marga (2018)*

II.2.1 Gradasi

Gradasi agregat dapat dikatakan sangat mempengaruhi pada campuran beraspal karena gradasi agregat berfungsi memberikan kekuatan yang pada akhirnya mempengaruhi stabilitas dalam campuran, dengan kondisi saling mengunci (interlocking) dari masing-masing partikel agregat kasar.

Gradasi atau distribusi partikel-partikel berdasarkan ukuran agregat merupakan hal yang penting dalam menentukan stabilitas perkerasan jalan. Gradasi agregat mempengaruhi besarnya rongga antar butir yang akan menentukan stabilitas dan kemudahan dalam proses pelaksanaan.

Untuk dapat menjaga agar agregat dengan gradasi yang disyaratkan menghasilkan sifat campuran yang diinginkan, maka gradasi campuran untuk material Asphalt Concrete harus terletak diluar “daerah larangan (restrictionzone)” dari lengkung gradasi.(Sumiati & Sukarman, 2014)

Gradasi agregat dapat di bedakan:

1. Gradasi seragam (uniform graded) adalah agregat dengan ukuran yang hampir sama/sejenis. Gradasi seragam disebut juga gradasi terbuka (open graded) karena hanya mengandung sedikit agregat halus sehingga terdapat banyak ruang/rongga kosong antara agregat. Agregat dengan gradasi seragam akan menghasilkan lapisan perkerasan dengan sifat permeabilitas tinggi, stabilitas kurang, berat volume kecil.
2. Gradasi rapat (dense graded) merupakan campuran agregat kasar dan halus dalam porsi yang berimbang sehingga dinamakan juga agregat bergradasi baik (well graded).
3. Gradasi buruk/jelek (poorly graded) merupakan campuran agregat yang tidak memenuhi dua kategori di atas. Gradasi ini disebut juga gradasi senjang dan akan menghasilkan lapisan perkerasan yang mutunya terletak antara kedua jenis tersebut di atas.



1. Gradasi seragam 2. Gradasi rapat 3. Gradasi buruk/jelek

Gambar II. 1 Jenis Gradasi Agregat

II.2.2 Daya Tahan Agregat

Daya tahan agregat adalah ketahanan agregat untuk tidak hancur/pecah oleh pengaruh mekanis atau kimia. Degradasi didefinisikan sebagai kehancuran agregat menjadi partikel-partikel yang lebih kecil akibat gaya yang diberikan pada waktu penimbunan, pemadatan ataupun oleh beban lalu lintas. Faktor yang mempengaruhi tingkat degradasi :

1. Jenis agregat, jenis agregat yang lunak mengalami degradasi yang lebih besar dari agregat yang lebih keras
2. Gradasi, gradasi terbuka mempunyai tingkat degradasi yang lebih besar dari pada gradasi rapat,

3. Bentuk, partikel bulat akan mengalami degradasi yang lebih besar dari yang berbentuk kubus/bersudut,
4. Ukuran partikel, partikel yang lebih kecil mempunyai tingkat degradasi yang lebih kecil dari pada partikel dengan ukuran besar,
5. Energi pemadatan, degradasi akan terjadi lebih besar pada pemadatan dengan menggunakan energi pemadatan yang lebih besar.

II.2.3 Bentuk Dan Tekstur Agregat

1. Bulat, yaitu agregat yang dijumpai di sungai, pada umumnya telah mengalami pengikisan oleh air sehingga umumnya berbentuk bulat
2. Lonjong, dikatakan lonjong bila ukuran terpanjangnya $>1,8$ kali diameter rata-rata
3. Kubus, merupakan bentuk agregat hasil dari mesin pemecah batu (crusher stone) yang mempunyai bidang kontak yang lebih luas, (berbentuk bidang rata sehingga memberikan interlocking/saling mengunci yang lebih besar)
4. Pipih, dapat merupakan hasil dari mesin pemecah batu maupun memang merupakan sifat dari agregat tersebut yang jika dipecahkan cenderung berbentuk pipih
5. Tak beraturan, merupakan agregat yang tidak mengikuti salah satu yang disebutkan di atas.

II.3 Substitusi *Filler* Abu Ampas Tebu

Menurut Saodang (2005:157), mineral *filler* merupakan agregat halus yang lolos saringan no.200, berupa abu (*dust*). Abu kapur atau biasa disebut abu semen diyakini dapat memperbaiki antara aspal dan agregat.

Pada umumnya *filler* yang biasa digunakan adalah abu batu, semen Portland dan kapur, namun itu *filler* yang dipakai dari bahan – bahan tersebut yang harganya relatif mahal, sehingga perlu dicari bahan alternatif lain yang lebih murah dengan memanfaatkan bahan – bahan limbah untuk bahan pengganti *filler* standar. Salah satu pemanfaatan bahan limbah yaitu pada pabrik gula. Pabrik gula ini menghasilkan limbah

berupa ampas tebu. Ampas tebu ini digunakan sebagai bahan bakar pada ketel uap di pabrik gula. Sisa pembakaran ampas tebu inilah yang nantinya akan digunakan untuk filler standar pada campuran aspal berongga dalam bentuk 'abu ampas tebu'. Prosentase kandungan senyawa kimia (Silica) adalah 70.94% sehingga diharapkan mampu meningkatkan mutu campuran beraspal (Alamsyah & Meiyanto, 2016).

Berdasarkan uraian diatas secara umum penelitian ini untuk mengetahui bagaimana kinerja campuran aspal berongga bila menggunakan bahan filler dari abu ampas tebu dibandingkan dengan campuran aspal berongga dengan menggunakan bahan filler standar yaitu abu batu. Dan bertujuan untuk Untuk mendapatkan filler alternatif pada campuran aspal berongga dengan memanfaatkan limbah abu ampas tebu.

Pemanfaatan limbah terhadap hasil industry pabrik masih sangat kurang. Sehingga diperlukannya alternatif pada pemanfaatan limbah yang dapat mengurangi polusi. Salah satu pemanfaatan limbah yang digunakan yaitu ampas tebu. Ampas tebu merupakan hasil dari Pabrik Gula. Di Indonesia pemanfaatan limbah ampas tebu masih tidak termanfaatkan dengan optimal. Sehingga menyebabkan polusi udara akibat partikel kecil yang berterbangan.

Pemanfaatan limbah ampas tebu ini dapat menjadi pengurangan polusi yang terjadi. Ampas tebu memiliki sifat khusus yang mengandung senyawa kimia yaitu silika dan juga dimiliki oleh semen. Menurut (Alamsyah & Meiyanto, 2016) jurnal, limbah ampas tebu memiliki sifat yang dapat digunakan sebagai pengganti *filler* karena memiliki ukuran yang cenderung kecil (lolos saringan No. 200)

Adapun proses terjadinya abu ampas tebu adalah sebagai berikut :

1. Setelah tebu ditebang kemudian selanjutnya diangkut ke pabrik gula.
2. Batang-batang tebu tersebut kemudian digiling untuk dikeluarkan air gulanya sehingga tersisa ampas tebu yang dalam keadaan kering.
3. Ampas tebu ini kemudian dengan peralatan mekanik diangkut ke dapur pembakaran ketel-ketel uap.

Apabila ampas tebu tersebut telah terbakar halus/ habis abu tersebut dikeluarkan dari dapur pembakaran untuk kemudian dibuang. Abu inilah yang merupakan limbah yang akan dimanfaatkan sebagai substitusi parsial semen dalam campuran beton.

Tabel II. 8 Komposisi Kimia Abu Ampas Tebu

Komposisi kimia (%)	Lambang	Satuan	Presentase
Silicon oxide	SiO ₂	%	42,47
Aluminium oxide	Al ₂ O ₃	%	1,69
Ferrie oxide	Fe ₂ O ₃	%	1,02
Calcium oxide	CaO	%	5,01
Magnesium oxide	MgO	%	0,58
Berat jenis	BJ	-	1,83

II.4 Aspal Minyak

Aspal minyak merupakan bahan tersisa yang dianggap sudah tidak lagi bisa diproses secara ekonomi dari proses destilasi minyak bumi di pabrik kilang minyak. Bahan tersebut kita kenal dalam tiga kelas Penetrasi yaitu Diklat Penggunaan Bahan dan Alat Untuk Pekerjaan Jalan dan Jembatan Modul Bahan Aspal Untuk Perkerasan Lentur 2 Pen 40/50, Pen 80/70 dan Pen 80/100. Semakin rendah angka penetrasi maka akan semakin keras wujud aspal, semakin susah cara penanganannya karena diperlukan suhu lebih tinggi agar aspal menjadi lunak atau cair. Sebaliknya semakin tinggi angka penetrasi maka aspal akan mudah encer, mudah dikerjakan, tetapi terancam sulit untuk mencapai kestabilan campuran aspal, terutama pada iklim panas seperti di Indonesia, karena aspal cenderung melunak pada suhu udara tinggi.

Pengerjaan aspal umumnya memerlukan pemanasan pada suhu sekitar 1100 - 1700C supaya aspal menjadi encer sehingga mudah untuk dipompa, dipindahkan dan dicampur dengan agregat ataupun dipadatkan.

Jenis-jenis produk aspal minyak :

- a. Bahan dasar dominan asphaltic
- b. Bahan dasar dominan paraffin.
- c. Bahan dasar campuran asphaltic dan paraffin.

Aspal dengan penetrasi rendah digunakan pada cuaca panas, volume lalu lintas yang tinggi. Begitu pun dengan sebaliknya, aspal dengan penetrasi tinggi digunakan untuk daerah dengan cuaca dingin dan lalu lintas rendah. Di Indonesia umumnya digunakan aspal keras dengan penetrasi 60-70 dan 80-100.(Bahan et al., n.d.)

Aspal minyak dapat di bedakan atas:

1. Aspal Padat (Asphalt Cement)
2. Aspal Cair (Cut Back Asphalt)
3. Aspal Emulsi (Emulsified Asphalt)

Tabel II. 9 Pengujian Karateristik Aspal Minyak Pen 60/70

Jenis Pengujian	Syarat	Hasil
Berat Jenis	$\geq 1,0$	1,09
Penetrasi (mm)	$\geq 60-$ 70	61,6
Daktalitas (cm)		164
Titik Nyala (°C)	≥ 100	312
	≥ 232	
Kelarutan TCE (%)	≥ 99	99,47
Titik Lembek (°C)	≥ 48	48

Sumber: PT. summitama Intinusa

II.5 Karakteristik Marshall

Pada pengujian kali ini Marshall bertujuan untuk mengetahui karakteristik campuran pada benda uji. Dalam hal ini dengan mengetahui nilai daya tahan (stabilitas), kelelahan (*flow*), dan marshall Qountient.

Konsep *marshall test* di kembangkan oleh *bruce marshall*, seorang insinyur pekerasan pada *mississippi state highway*. Pada tahun 1948 *US Copy of Engineering* meningkatkan dan menambah beberapa kriteria pada prosedur testnya, terutama kriteria rancangan campuran. Sejak itu test ini banyak diadopsi oleh berbagai organisasi dan pemerintahan dibanyak negara, dengan beberapa modifikasi prosedur atupun intepretasi terhadap hasilnya.(Puspa, 2014)

Alat Marshall merupakan alat tekan yang di lengkapi dengan proving ring yang berkapasitas 22,5 KN atau 5000 lbs. Proving ring dilengkapi dengan arloji pengukur yang berguna untuk mengukur stabilitas campuran. Disamping itu terdapat arloji kelelahan (flow meter) untuk mengukur kelelahan plastis, karena prinsip dasar metode Marshall adalah pemeriksaan stabilitas dan kelelahan (flow), serta analisis kepadatan dan pori dari campuran padat yang terbentuk. Rancangan campuran berdasarkan metode Marshall ditemukan oleh Bruce Marshall, dan telah distandarisasi oleh ASTM ataupun AASHTO melalui beberapa modifikasi, yaitu ASTM D 1559-76, atau 27 AASHTO T-245-90. Benda uji Marshall standart berbentuk silinder berdiameter 4 inchi (10,16 cm) dan tinggi 2,5 inchi (6,35 cm).(RETNO WILIS & RISDIANTO, 2018)

II.5.1 Stabilitas (*stability*)

Stabilitas adalah kemampuan pada lapis keras untuk menahan beban yang ditimbulkan oleh beban lalu lintas tanpa mengalami perubahan bentuk tetap. Adapun nilai-nilai yang mempengaruhi nilai stabilitas yaitu bentuk, tekstur permukaan, kualitas, dan gradasi agregat yang meliputi penguncian antaragregat (*interlocking*), daya lekat (cohesion), gesekan antar butiran agregat (*internal friction*), dan kadar aspal pada campuran.

Dalam pemakaian aspal pada campuran akan menentukan nilai stabilitas campuran tersebut. Dengan penambahan aspal maka nilai stabilitas pun akan mengalami peningkatan . Penambahan campuran aspal hingga batas maksimum tersebut akan menjadikan nilai stabilitas mengalami penurunan nilai sehingga lapis perkerasan akan menjadi kaku dan bersifat getas.

$$Stability = O \times E' \times Q \dots\dots\dots (II.1)$$

Di mana:

1. *Stability* = Stabilitas *Marshall* (vim x vma);
2. O = Pembacaan arloji stabilitas (Lbf);
3. E' = Angka korelasi volume benda uji;
4. Q = Kalibrasi alat *Marshall*

II.5.2 Kelelahan (*flow*)

Flow adalah nilai deformasi vertikal pada sampel yang terjadi saat pembebanan awal hingga batas runtuh pada sampel yang menjadi indikator terhadap kelenturan. Besarnya rongga antar campuran (*VIM*) dan penggunaan aspal yang tinggi dapat memperbesar nilai kelelahan plastis. Nilai *flow* diperoleh dari pembacaan arloji kelelahan pada alat uji *Marshall*.

II.5.3 Marshall Quotient (MQ)

Marshall Quotient merupakan nilai menyatakan sifat kekakuan suatu campuran. Jika nilai yang dihasilkan pada MQ, maka campuran tergolong kaku dan mudah retak. Begitu pun sebaliknya jika nilai MQ terlalu rendah , maka cenderung menjadi lentur dan kurang stabil.

$$MQ = \frac{Stability}{Flow} \dots\dots\dots (II.2)$$

II.5.4 VIM (*Void In Mix*)

Void In Mix (VIM) adalah rongga yang terdapat dalam campuran. Nilai VIM akan berpengaruh bagi keawetan lapisan perkerasan, semakin tinggi nilai yang dihasilkan menunjukkan bahwa semakin besar rongga pada campuran sehingga campuran dapat bersifat porus.

$$VIM = 100 \times \frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}} \dots\dots\dots (II.3)$$

Keterangan :

VIM = Volume rongga dalam campuran

G_{mm} = Berat jenis maksimum campuran

G_{mb} = Berat jenis Bulk campuran

II.5.5 VMA (*Void Mineral Agregate*)

Void in mineral aggregate (VMA) adalah rongga udara yang terdapat dalam agregat suatu campuran yang telah dipadatkan

$$VMA = 100 \frac{G_{mb} \times P_s}{G_{sb}} \dots\dots\dots (II.4)$$

G_{mb} = Berat jenis Bulk campuran

P_s = Kadar Agregat

G_{sb} = Berat jenis Bulk dari agregat Keterangan :

VMA = Volume Pori Antar Agregat didalam Campuran

I.5.6 VFB (*Void Filler in Bitument*)

Void filler in bitument (VFB) adalah presentase rongga yang terisi oleh aspal pada suatu campuran yang telah dipadatkan.

$$VFB = 100 \frac{VMA - VIM}{VMA} \dots\dots\dots (II.5)$$

Keterangan :

VFB = Volume Pori Antar Butir Agregat

VMA = Volume Pori Antar Agregat didalam campuran

VIM = Volume Rongga Dalam Campuran

II.6 Penelitian terdahulu

Dapat dilihat dibawah beberapa penelitian terdahulu yang menguraikan tujuan serta hasil dari penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan judul penelitian ini:

1. Miswar meneliti tentang (Analisa pemanfaatan ampas tebu sebagai filler pada lapisan tipis aspal pasir). Penelitian ini bertujuan untuk untuk mengetahui kemampuan abu ampas tebu sebagai pengganti filler dari abu batu, aspal dan campuran latasir menggunakan agregat alam krueng tingkem. Adapun metode yang digunakan data sekunder merupakan data pendukung data primer yang diperlukan dalam penelitian, Material (agregat, filler, dan aspal) untuk pembuatan benda uji yang telah dikumpulkan, selanjutnya diperiksa sifat-sifat fisisnya. Selanjutnya dilakukan proses pencampuran benda uji dan test Marshall. Misalnya campuran latasir direncanakan dengan variasi kadar aspal 5%, 5.5%, 6%, 6.5%, dan 7% terhadap total campuran. Dari tes Marshall terhadap masing-masing campuran tersebut didapat kadar aspal optimum. Hasil yang didapatkan dalam pengujian marshall menunjukkan bahwa campuran latasir pada kadar aspal optimum dihasilkan yaitu optimum dihasilkan yaitu sebesar 5% Perlakuan yang didapatkan untuk benda uji latasir pada kadar aspal optimum dengan 25 x 75 tumbukan nilai density sebesar 2,307 gr/cm³.
2. Fajar himawan W, M bachtiar Mulia/ pemanfaatan limbah ampas tebu sebagai pengganti filler untuk campuran aspal beton jenis “hot rolled sheet- wearing course”, penelitian ini bertujuan untuk Untuk mengetahui kinerja aspal beton jenis HRS-WC bila menggunakan *filler* ampas tebu bila dibandingkan dengan *filler* abu batu dan mengetahui kadar aspal optimum menggunakan limbah ampas tebu. Adapun metode dilakukan Standar pengujian karakteristik agregat dan aspal berpedoman pada standar metode Spesifikasi Umum Bina Marga 2010. Agregat kasar (termasuk batuan dan filler standar) yang digunakan dari karanganyar Kabupaten Pekalongan. Aspal yang digunakan dari Pertamina penetrasi 60/70, Jenis pemeriksaan agregat yang dilakukan meliputi Pengujian

berat jenis dan penyerapan air agregat kasar, Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus, Pengujian kelekatan agregat terhadap aspal, Analisa saringan agregat halus dan kasar, Keausan agregat dengan Los Angeles, dan Sand Equivalent. Jenis pemeriksaan aspal meliputi Pengujian Penetrasi, Pengujian Titik Lembek Aspal, Pengujian Titik Nyala, Pengujian Daktilitas aspal, Pengujian Kelarutan alam CCL4, dan Pengujian Berat Jenis Aspal. Pengujian Marshall standar dengan 2x75 tumbukan, dan Pengujian Marshall PRD dengan 2x400 tumbukan Penelitian ini hanya didasarkan pada hasil uji Marshall untuk mengetahui nilai Density/berat Jenis, Stabilitas, flow, VMA, VIM, VFB dan Marshall Quotient serta Marshall Immersion untuk mendapatkan indeks stabilitas sisa (IRS). Adapun hasil dari pengujian marshall penggunaan filler abu ampas tebu dengan campuran HRS-WC membutuhkan kadar aspal lebih banyak yaitu 6,95%, berakibat pada nilai, VIM: 5.96% VMA: 21.36% dan VFB: 72.12%, menjadi lebih tinggi dan nilai Stabilitas: 1231.07 Kg, Marshall Quotient: 260.58 Kg/mm dan flow: 4.72 mm, Kadar aspal optimum pada filler abu ampas tebu lebih tinggi (6,95%) dibandingkan pada filler abu batu (6,75%) ini berarti bahwa campuran dengan menggunakan filler abu ampas tebu membutuhkan aspal lebih banyak dibandingkan dengan filler abu batu.

3. Agus setiobudi, amirwati, doni tamara/ (Analisis penambahan limbah bakaran ampas tebu sebagai filler campuran aspal AC-WC). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kuat tekan marshall test apabila menggunakan ampas tebu sebagai filler. Adapun metode yang dilakukan Pada penelitian ini sampel dibuat sebanyak 6 benda uji dengan menggunakan variasi campuran 0%, 1%, 2% dan 3%. Masing-masing variasi campuran dibuat 2 sampel dengan total sampel 8 buah adapun peralatan yang digunakan adalah saringan/ayakan saringan digunakan untuk campuran aspal AC-WC (ukuran 25 mm, 19 mm, 12,5 mm, 4,75 mm , 236 mm 1,18 mm, 0,6 mm, 0,3 mm, 0,15 mm, 0,075 mm

dan pan), timbangan kapasitas 20 kg (ketelitian 1 gram untuk agregat kasar), timbangan digital kapasitas 2 kg (ketelitian 2 gram untuk agregat halus dan filler), gelas ukur, tabung silinder, kertas hisap (karton), batang penumbuk berdiameter 16 mm panjang 610 mm, mistar, cetakan benda uji (mold), talam atau pan, oven, piknometer, mesin uji Marshall, mesin uji Los Angeles, satu set alat dongkrak, ember, kuas, palu karet, jangka sorong, thermometer, kompor, bak perendam, kuasi, Marshall Test, pengaruh kuat tekan Marshall Test dengan menggunakan filler ampas tebu sebagai campuran aspal AC WC dengan variasi penambahan filler 1%, 2% dan 3% mengalami kenaikan dan penurunan terhadap pengujian marshall test dimana hasilnya pengujian masih sebagian besar belum masuk ke dalam spesifikasi Umum 2010 Revisi 3 Dinas PU Bina Marga, filler 1%, 2% dan 3% hampir semuanya tidak sesuai spesifikasi yang ditentukan tetapi ada variasi yang mendekati spesifikasi, yaitu variasi campuran 1%. Dan kadar aspal optimum (KAO) 5,7%.

4. H.Muchtar Syarkawi (pemanfaatan abu ampas tebu sebagai bahan substitusi filler terhadap karakteristik campuran aspal beton) penelitian ini bertujuan untuk Menganalisis nilai karakteristik dari pengujian marshall pada campuran aspal beton dan menganalisa nilai karakteristik abu ampas tebu sebagai bahan campuran aspal beton dan menganalisa penggunaan abu ampas tebu dari beberapa variasi yang diteliti diantaranya 0 % - 30 % filler abu % - 30 % filler abu ampas tebu yang memiliki kriteria paling optimal terhadap kinerja campuran aspal beton Pengetesan dengan menggunakan alat uji marshall dilakukan untuk mendapatkan data-data seperti : flow, stabilitas, rongga udara, rongga terisi aspal, hasil bagi marshall. Hasil yang di peroleh Nilai MQ memberikan gambaran bahwa nilai Marshall Quotient bertambah akibat adanya penambahan jumlah persen dari abu ampas tebu yaitu pada 3%, 6%, 9 % hal ini mengindikasikan aspal yang melekat dan terabsorpsi kedalam agregat mampu memperkuat campuran sehingga tahan terhadap beban deformasi. Pada

persentase abu ampas tebu 12%, 15%, 18%, 21%, 24%, 27%, nilai Marshall Quotient turun ini disebabkan oleh aspal tidak dapat lagi melekat dipermukaan agregat secara maksimal sehingga kemampuan untuk melawan beban deformasi semakin berkurang. Spesifikasi Density untuk aspal beton 1.8 -5 kg/mm. Nilai density turun pada persentase abu ampas tebu 12%, 15%, 18%, 21%. Hal ini disebabkan karena bahan pengisi (filler) abu ampas tebu telah melewati batas maksimum penambahan abu ampas tebu dan pada persentase abu ampas tebu 24%, 27%, 30% nilai density naik ini disebabkan rongga dalam butir agregat disusupi oleh jumlah mastik yang serap oleh bahan pengisi (filler). Spesifikasi Density untuk aspal beton.

5. Taufan Gerri Noris/ Analisa pemanfaatan limbah Styrofoam sebagai bahan substitusi kedalam aspal penetrasi 60/70 terhadap karakteristik campuran aspal porous/ penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pemanfaatan limbah *styrofoam* sebagai bahan substitusi aspal penetrasi 60\70 terhadap karakteristik aspal porous dan mengetahui nilai kadar optimum KAO pada campuran aspal porous adapun metode yang digunakan Tahapan pertama penelitian ini adalah dengan melakukan studi pustaka sebagai acuan untuk melakukan penelitian, setelah itu dilakukan pemeriksaan sifat fisik material yang digunakan apakah sesuai dengan spesifikasi. Kemudian dilakukan penentuan kadar aspal rencana untuk menentukan kadar aspal yang digunakan. Setelah semua selesai, maka dibuat benda uji penelitian dengan dan tanpa penggunaan Styrofoam, benda uji yang dibuat tanpa penggunaan Styrofoam digunakan untuk penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO), dan kontrol. Setelah benda uji dibuat, kemudian dilakukan uji Marshall dan Permeabilitas untuk menentukan nilai KAO. Setelah KAO diperoleh, kemudian dilakukan pembuatan benda uji dengan menggunakan substitusi Styrofoam sebesar 11%, 13%, dan 15% terhadap berat total aspal. Kemudian dilakukan uji Marshall dan Permeabilitas, dan yang terakhir adalah menganalisis pengujian hasil yang diperoleh Penggunaan

Styrofoam ke dalam aspal penetrasi 60/70 cenderung mengalami penurunan nilai penetrasi aspal dan aspal menjadi lebih keras. Aspal dengan variasi kadar Styrofoam 11%, 13%, dan 15% mendapatkan nilai penetrasi tertinggi sebesar 42,67mm yang terapat pada kadar Styrofoam sebesar 11 %. Nilai kadar aspal optimum (KAO) dengan rancangan gradasi agregat dan rentang aspal 4,0% sampai dengan 6,0% yang digunakan mendapatkan nilai sebesar 4,75%.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

III.1 Waktu dan lokasi

Penelitian di laksanakan selama \pm dua bulan yaitu dari bulan Februari s/d Maret 2022. Lokasi penelitian ini dilakukan dilaboratorium Program Studi Teknik Sipil Universitas Fajar Makassar Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah (ex Racing Center) No. 101, Karampuang, Panakukang Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90231, Indonesia.

III.2 Alat dan bahan penelitian

III.2.1 Alat

1. Alat pengujian agregat

Alat yang digunakan pada pengujian agregat sebagai berikut:

- a) Alat pengujian *marshall Test*
- b) *Automatic asphalt Compactor*
- c) Ayakan dengan nomor saringan 1,5", 1", $\frac{3}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{8}$ ", #4, #8, #16, #30, #50, #100, #200
- d) Mesin penggetar ayakan (Sieve Shaker)
- e) Oven
- f) Timbangan (kapasitas 50 kg)
- g) Alat uji berat jenis (*picnometer*, timbangan, pemanas)
- h) Bak perendam

2. Alat bantu:

- a) Ejektor
- b) Panci pencampur
- c) Kompor pemanas
- d) Thermometer
- e) Sendok pengaduk
- f) Kaos tangan
- g) Spatula

III.2.2 Bahan

Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

1. Agregat kasar
2. Agregat halus
3. Filler, dalam hal ini menggunakan abu ampas tebu
4. Aspal minyak

III.3 Metode pengumpulan data

Pada metode pengumpulan data sebagai acuan terhadap penelitian ini, maka menggunakan metode berikut ini:

1. Studi pustaka, agar memperoleh data yang bersifat sekunder yaitu, dengan membaca buku-buku hasil penelitian, artikel ilmiah sebagai landasan teori sebagai kelengkapan penelitian ini.
2. Pemeriksaan sampel dilakukan di laboratorium untuk mendapatkan data primer yang digunakan untuk menganalisa hasil penelitian yang telah dilakukan.

Aspal berongga diproduksi dengan menggunakan substitusi filler abu ampas tebu yang selanjutnya akan dilakukan observasi untuk mengetahui nilai karakteristik *Marshall* yang dilakukan.

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah penelitian yang dilakukan dilaboratorium, dengan mengacu pada:

1. Standar Nasional Indonesia (SNI)
2. Spesifikasi Bina Marga

III.4 Pelaksanaan Penelitian

III.4.1 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

1. Tahap persiapan/ Studi literatur

Pada tahap persiapan ini dimulai dengan pengumpulan berupa data-data yang didapatkan dari hasil pengujian sebelumnya yang telah dilakukan oleh peneliti serta data dari buku-buku dan jurnal-jurnal.

2. Tahap persiapan alat dan bahan

Sebelum kegiatan penelitian dilaksanakan hal yang perlu dilakukan terlebih dahulu yaitu mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan. Dalam kegiatan ini meliputi: kegiatan survey lokasi untuk pengambilan bahan material yang akan digunakan, pengangkutan bahan penelitian dari lokasi pengambilan bahan ke laboratorium.

3. Tahap pengujian sifat bahan karakteristik

Pada tahap ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari setiap bahan material yang akan digunakan untuk bahan campuran aspal berongga. Agar diketahui bahan material tersebut memenuhi standar spesifikasi yang gunakan yaitu *SNI*

III.4.2 Pemeriksaan Sifat-Sifat Bahan

1. Pengujian Material Agregat

Pengujian material agregat ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisik yang dimiliki oleh agregat yang akan digunakan pada campuran benda uji. Material agregat yang memenuhi standar sifat fisik yang akan digunakan pada pembuatan material. Pada pengujian agregat ini akan dilakukan dapat dilihat pada dibawa ini.

Tabel III. 1 Metode Pengujian Karakteristik Agregat

Pengujian	Metode Pengujian	
	Agregat Kasar	Agregat Halus
Analisa Saringan	SNI 03-1968-1990	
Berat Jenis dan Penyerapan	SNI 03-1969-2008	SNI 03-1970-2008
Kadar Lumpur	SNI 03-4142-1996	
Keausan Agregat kasar dengan mesin Los Angelas	SNI 2417-2008	
Indeks Kepipihan	SNI 03-4137-1996	
Sand Equivalent	SNI 03-4428-1997	

III.4.3 Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji menggunakan Langkah – Langkah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan agregat sesuai dengan komposisi variasi campuran yang telah ditentukan.
2. Panaskan agregat hingga mencapai suhu $\pm 150^{\circ}\text{C}$
3. Setelah mencapai suhu tersebut, campurkan agregat dengan aspal minyak
4. Campuran dipadatkan dengan *Marshall Compaction* pada suhu $\pm 120^{\circ}\text{C}$, dengan tumbukan sebanyak 2×75

Pengujian yang akan dilakukan yakni aspal AC-BC yang meliputi komposisi campuran aspal AC-BC (*mix aspal AC-BC*) serta pengujian benda uji aspal AC-BC. Setelah pengujian bahan material dan memenuhi spesifikasi untuk pembuatan benda uji, komposisi campuran yang akan digunakan pada penelitian ini adalah komposisi campuran dengan gradasi terbuka (*open graded*) yang akan mengacu pada ketentuan campuran aspal AC-BC gradasi Bina Marga

Tabel III. 2 Jumlah Benda Uji

No	Subtitusi Limbah abu ampas tebu terhadap filler	Pengujian marshall	Pengujian cantabro
1	0%	3	3
2	8%	3	3
3	10%	3	3
	Jumlah	9	9

III.4.4 Pengujian Benda Uji

Pada pengujian benda uji aspal AC-BC ini menggunakan metode Pengujian karakteristik *Marshall*. Metode pengujian yang dilakukan ditunjukkan pada tabel III.3 pengujian yang dilakukan terhadap benda uji yang berupa briket aspal AC-BC merupakan pengujian sifat-sifat mekanis dalam menerima beban statis yang diberikan.

Tabel III. 3 Pengujian dan Metode Karakteristik

Pengujian	Metode Pengujian
Marshall	SNI 06-2489-1991
Cantabro	SNI 03-2417-1991

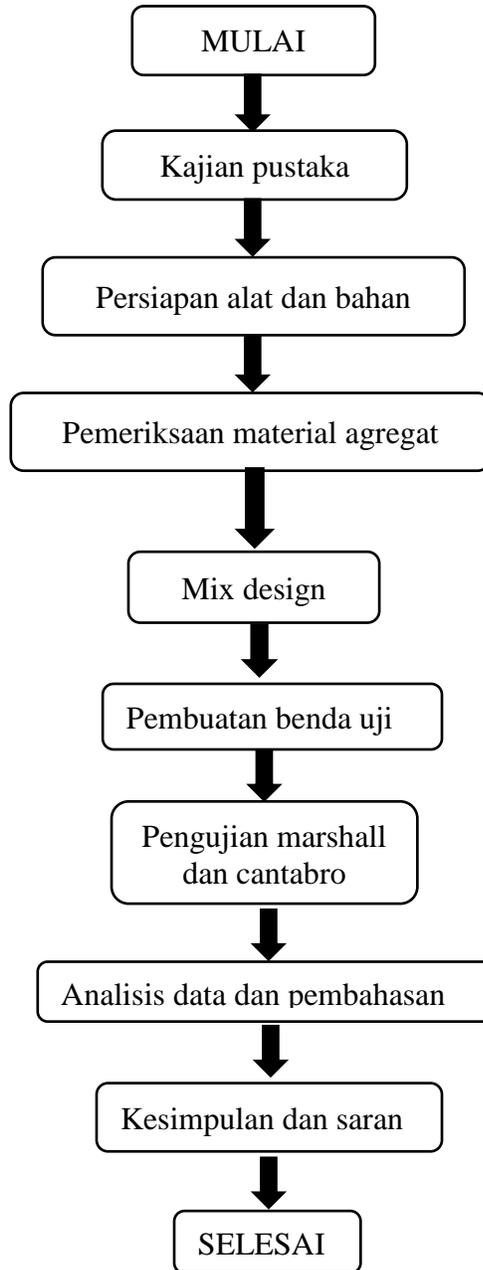
1. Cara-cara pengujian Marshall, sebagai berikut
 1. Timbang dan catat briket benda uji.
 2. Rendam benda uji di dalam air biasa selama ± 24 jam.
 3. Keluarkan benda uji setelah benda uji direndam selama ± 24 jam kemudian timbang benda uji di dalam air dan dalam keadaan kering permukaan.
 4. Setelah itu, rendam benda uji dalam bak perendam (*water bath*) selama 30 – 40 menit dengan suhu tetap 60°C ($\pm 1^{\circ}\text{C}$).
 5. Keluarkan benda uji dari bak perendam dan letakkan ke dalam segmen bawah kepala penekan (waktu yang diperlukan dari saat diangkatnya benda uji dari bak perendaman atau oven sampai tercapainya beban maksimum tidak boleh melebihi 30 detik).
 6. Memasang segmen atas di atas benda uji, dan letakkan keseluruhannya dalam mesin penguji.
 7. Memasang arloji pengukur alir (*flow*) pada kedudukannya di atas salah satu batang penuntun dan atur kedudukan jarum penunjuk pada angka nol, sementara selubung tangkai arloji (*sleeve*) dipegang teguh terhadap segmen atas kepala penekan.

8. Sebelum pembebanan diberikan, kepala penekan beserta benda ujinya dinaikkan sehingga menyentuh alas cincin penguji.
9. Mengatur jarum arloji tekan pada kedudukan angka nol.
10. Pembebanan dilakukan pada benda uji dengan kecepatan tetap sekitar 50 mm per menit sampai pembebanan maksimum tercapai atau pembebanan menurun seperti yang ditunjukkan oleh jarum arloji tekan dan catat pembebanan maksimum (*stability*) yang dicapai.
11. Mencatat nilai alir (*flow*) yang ditunjukkan oleh jarum arloji pengukur alir pada saat pembebanan maksimum tercapai.

III.5 Analisis Data

Pada penelitian ini analisa data-data yang diperoleh dari hasil pengujian yang disajikan dalam tabel, grafik, dan gambar yang kemudian dilakukan analisa. Sebelum dilakukan mix design pada penelitian ini, dilakukan trial mix agar dapat mengetahui gradasi campuran pada benda uji. Analisa data pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai karakteristik Marshall dan nilai abrasi.

III.6 Bagan Alur Penelitia



Gambar III. 1 bagan alur penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Hasil pengujian karakteristik material

IV.1.1 Hasil pengujian sifat fisik agregat

Secara keseluruhan, hasil pengujian sifat fisik agregat yang digunakan dalam penelitian ini memenuhi standar yang dipersyaratkan untuk pengendalian mutu agregat. Pengujian sifat fisik agregat ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Fajar.

1. Sifat fisik agregat kasar

Dari hasil pengujian sifat fisik agregat kasar yang dilakukan sesuai dengan cara uji (SNI). Dengan hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel IV.1

Tabel IV.1 Sifat-sifat fisik agregat kasar (cipping)

No	Jenis pengujian	Spek.bina marga	Hasil pengujian	Keterangan
1	Penyerapan air	Maksimal 3	2,91	Memenuhi (lampiran 1)
2	Berat jenis spesifik			
	a. berat jenis bulk	Maksimal 3	2,31	Memenuhi (lampiran 1)
	b.berat jenis SSD	Maksimal 3	2,37	Memenuhi (lampiran 1)
	c. berat jenis semu	Maksimal 3	2,47	Memenuhi (lampiran 1)
3	Keausan	Maksimal 40	31,8	Memenuhi (lampiran 3)
4	Indeks kepipihan	Maksimal 30	24,8	Memenuhi (lampiran 4)

Sumber: Hasil pengujian dan perhitungan Laboratorium Teknik Sipil, UNIFA.

2. Sifat fisik agregat halus

Hasil pengujian sifat fisik agregat kasar dilakukan sesuai dengan metode pengujian Standar Nasional Indonesia (SNI). Dari hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel IV.2.

Tabel IV.2 Sifat fisik agregat halus (pasir)

No	Jenis pengujian	Spek.bina marga	Hasil pengujian	Keterangan
1	Penyerapan air	Maksimal 3	2,57	Memenuhi (lampiran 2)
2	Berat jenis spesifik			
	a. berat jenis bulk	Maksimal 3	2,02	Memenuhi (lampiran 2)
	b.berat jenis SSD	Maksimal 3	2,06	Memenuhi (lampiran 2)
	c. berat jenis semu	Maksimal 3	2,12	Memenuhi (lampiran 2)
3	Kadar lumpur	Maksimum 5	4,73	Memenuhi (lampiran 5)

Sumber: Hasil Pengujian Dan Perhitungan Laboratorium Teknik Sipil UNIFA

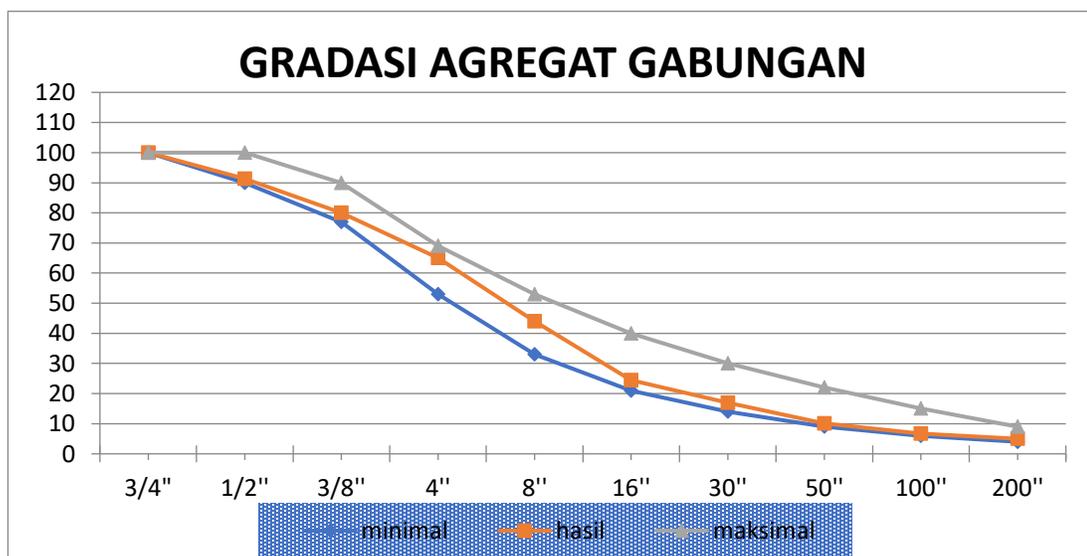
IV.2 Gradasi agregat gabungan

Penentuan gradasi agregat gabungan menurut Peraturan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum

Tabel IV.3 Gradasi agregat gabungan

SIEVE NOMOR		3/4	1/2	3/8	No. 4	No. 8	No.16	No. 30	No. 50	No. 100	No. 200
BATU PECAH	% PASS	100,00	86,40	68,73	45,27	19,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
64	% BATCH	64,00	55,30	43,99	28,97	12,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PASIR	% PASS	100	100	100	100	89,70	68,00	46,50	24,20	15,20	6,50
25	% BATCH	25	25	25	25	22,43	17,00	11,63	6,05	3,80	1,63
DEBU BATU	% PASS	100	100	100	100	85,00	68,10	48,30	36,20	26,20	5,20
11	% BATCH	11	11	11	11	9,35	7,49	5,31	3,98	2,88	0,57
AGREGAT GABUNGAN		100,00	91,30	79,99	64,97	43,98	24,49	16,94	10,03	7	5
SPESIFIKASI		100	90-100	77-90	53-69	33-53	21-40	14-30	9-22	6-15	4-9

Sumber: Hasil pengujian dan perhitungan Laboratorium Teknik Sipil, UNIFA



Gambar IV.1 Grafik Gradasi Agregat Gabungan

Tabel IV.3 menunjukkan bahwa gradasi agregat gabungan dalam penelitian ini telah memenuhi nilai dalam Spesifikasi Umum Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum. Persentase masing-masing yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat kasar, agregat halus, *filler* dan tingkat penetrasi aspal minyak 60/70 sebesar 6%.

IV. 3 Pengujian campuran aspal

IV. 3.1 Marshall test

Pengujian Marshall ini menunjukkan hasil nilai VIM, VMA, VFB, Stability, flow dan Marshall Quotient dari campuran aspal benda uji.

Tabel IV.4 Hasil Pengujian Nilai Marshall Test

Variasi filler limbah ampas tebu	No. Sampel	Nilai Hasil Pengujian Marshall					
		VMA (%)	VFB (%)	VIM (%)	Stabilitas (gr)	Flow (mm)	MQ (gr/mm)
0%	1	13,96	80,39	3,37	1240	2,85	435,09
	2	13,19	89,09	2,5	1116	2,80	398,57
	3	15,83	88,43	5,47	620	3,90	158,97
Rata-rata		14,33	85,97	3,78	992,00	3,18	330,88
8%	1	14,63	71,84	4,12	905,20	3,73	242,68
	2	17,51	57,99	7,36	992,00	2,25	440,89
	3	13,66	77,8	3,03	1023,00	3,24	315,74
Rata-rata		15,27	69,21	4,84	973,40	3,07	333,10
10%	1	15,01	69,71	4,55	682,00	2,70	252,59
	2	18,9	56,26	2,98	843,20	2,28	369,82
	3	15,98	64,71	5,64	930,00	2,45	379,59
Rata-rata		16,63	63,56	4,39	818,40	2,48	334,00

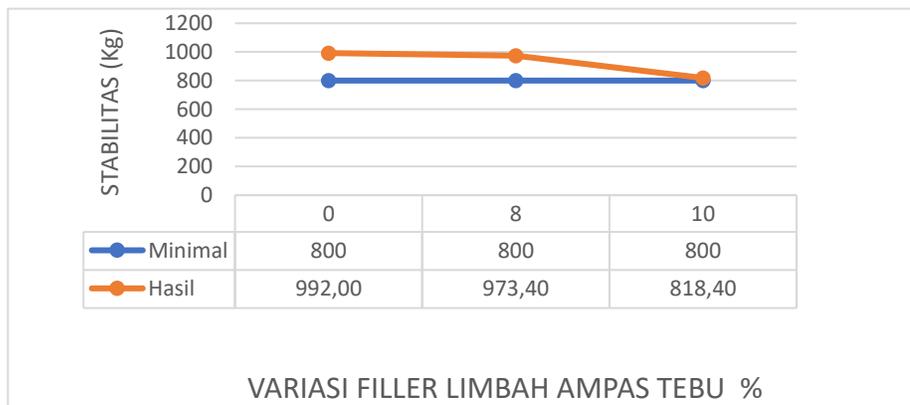
Sumber: Hasil Pengujian Dan Perhitungan Laboratorium Teknik Sipil, UNIFA



Gambar IV.2 Alat Pengujian Marshall Test

A. Stabilitas

Berdasarkan Spesifikasi Bina Marga 2018, yang menunjukkan bahwa nilai minimal pada stabilitas adalah 800 Kg. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat pada Gambar IV.3



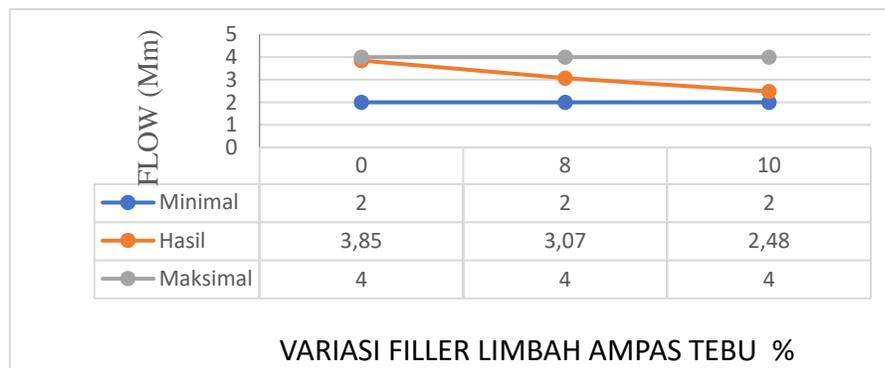
Gambar IV.3 Hubungan Variasi Limbah ampas tebu dengan stabilitas

Dari Tabel IV.4 dapat dilihat pada Gambar IV.3 hubungan antara variasi limbah ampas tebu (%) dan stabilitas. Variasi filler limbah ampas tebu, untuk variasi 0% adalah 992,00 kg, untuk variasi 8% adalah 973,40 kg dan untuk variasi 10% adalah 818,40 kg. Nilai stabilitas yang diperoleh telah memenuhi standar Spesifikasi Bina Marga, sehingga bahan pengisi limbah ampas tebu dapat digunakan pada campuran lapisan aspal AC-BC

B. Kelelehan (*Flow*)

Untuk arloji pembacaan flow didapatkan nilai dalam satuan mm, dengan kadar aspal optimum sebesar 6%, penambahan variasi limbah ampas tebu sebanyak 0%, 8% dan 10%.

Berdasarkan nilai Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018 yang mengisyaratkan untuk nilai kelelehan (*flow*) adalah 2-4 mm. Hal ini dapat dilihat pada Gambar IV.4 dari hasil pengujian dan perhitungan.

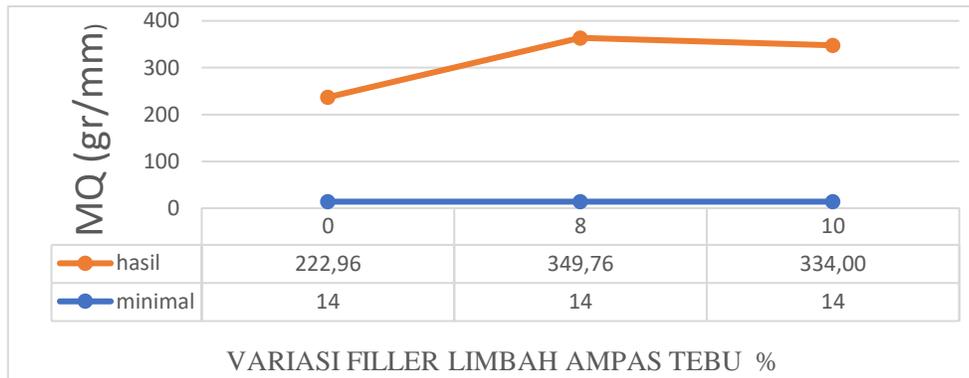


Gambar IV.4 Hubungan variasi filler limbah ampas tebu dengan *flow*

Dari Tabel IV.4 menunjukkan pada Gambar IV.4 hubungan antara variasi filler limbah ampas tebu (%) dengan Flow. Variasi filler limbah ampas tebu untuk variasi 0% adalah 3,18 mm, untuk variasi 8% adalah 3,07 mm dan untuk variasi 10% adalah 2,48 mm. Nilai flow yang diperoleh telah memenuhi standar Spesifikasi Bina Marga, sehingga bahan variasi limbah ampas tebu dapat digunakan pada campuran lapisan aspal AC-BC.

3. Marshall Quotient (*MQ*)

Berdasarkan hasil pengujian nilai Marshall Quotient pada spesifikasi Bina Marga, dengan kadar aspal optimum sebesar 6% dan penambahan variasi filler limbah ampas tebu yaitu 0%, 8% dan 10% di lihat pada gambar IV.5



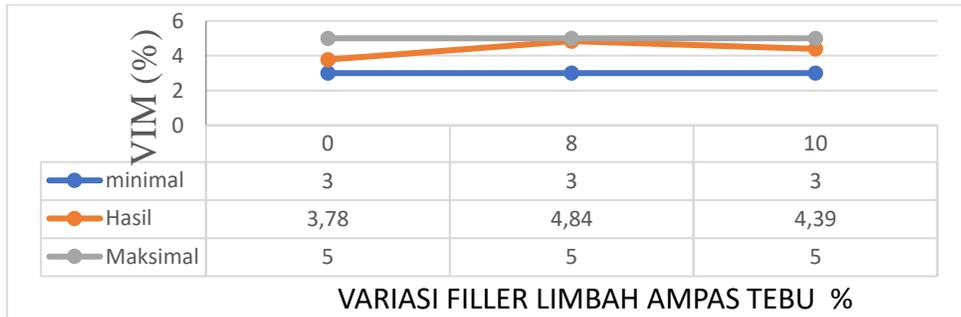
Gambar IV.5 Hubungan variasi filler limbah ampas tebu dengan (MQ)

Dari Tabel IV.4 dapat dilihat pada Gambar IV.5 hubungan antara nilai variasi filler limbah ampas tebu (%) dengan variasi nilai Marshall Quotient. Variasi filler limbah ampas tebu untuk variasi 0 % sebesar 222.96 kg, untuk variasi 8% sebesar 394.76 kg dan untuk variasi 10% sebesar 334,00 kg. Nilai Marshall Quotient yang diperoleh memenuhi standar spesifikasi bina marga, sehingga variasi filler limbah ampas tebu dapat digunakan pada aspal AC-BC.

D. VIM (*Void In Mineral*)

VIM merupakan rongga udara dalam campuran. Perkerasan aspal terdiri dari celah udara antara partikel agregat yang tertutup aspal. Dan dinyatakan dalam % (persentase).

Berdasarkan Spesifikasi Bina Marga 2018 nilai rongga campuran (VIM) diisyaratkan antara 3-5%. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan nilai VIM terlihat pada Gambar IV.6.



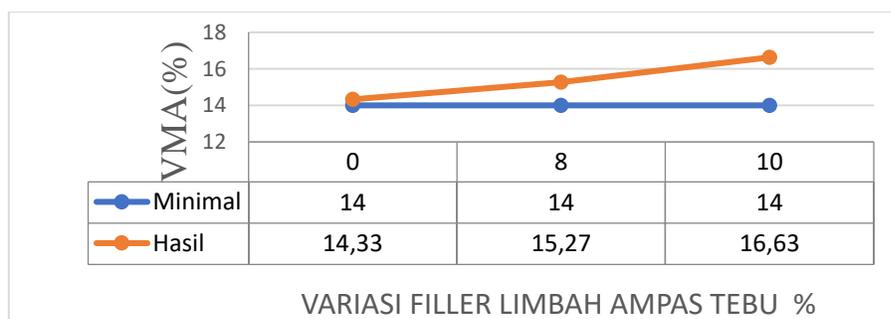
Gambar IV.6 Hubungan variasi filler limbah ampas tebu dengan VIM

Tabel IV.4 menunjukkan pada Gambar IV.6 hubungan antara nilai variasi limbah filler limbah ampas tebu(%) dan VIM %. Nilai variasi limbah ampas tebu untuk variasi 0% sebesar 3,78%, untuk variasi 8% sebesar 4,84 % dan untuk variasi 10% sebesar 4.39%. Dari nilai VIM yang diperoleh sudah memenuhi standar spesifikasi bina marga, sehingga variasi filler limbah ampas tebu dapat di gunakan pada aspal AC-BC.

E. VMA (*Void In Mineral Agregate*)

VMA adalah rongga antara partikel agregat pada perkerasan, termasuk rongga udara dan volume aspal yang efektif (tidak termasuk volume aspal yang diserap oleh agregat), dan dinyatakan dalam % (persen).

Dari penelitian yang dilakukan, hasil nilai VMA terlihat pada Gambar IV.7. Spesifikasi Bina Marga 2018 yang menunjukkan nilai VMA minimal 14%.



Gambar IV.7 Hubungan variasi filler limbah ampas tebu dengan VMA

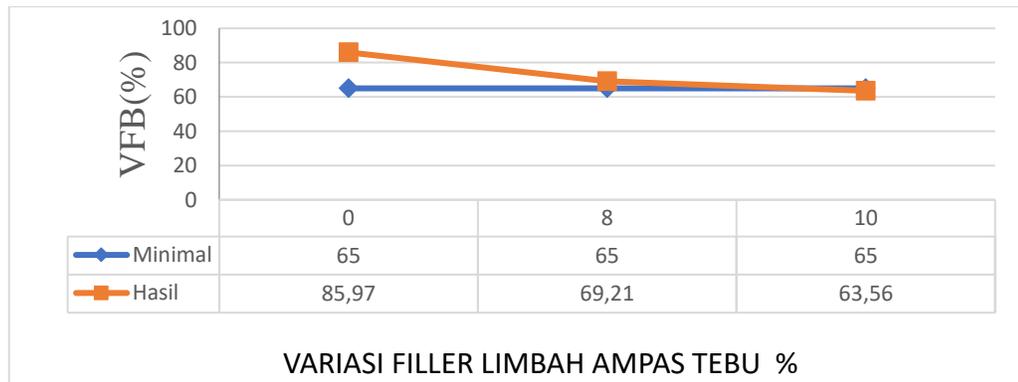
Pada Tabel IV.4 menunjukkan pada Gambar IV.7 hubungan antara nilai variasi limbah aspal tebu (%) dan VMA (%). Nilai variasi limbah ampas tebu untuk variasi 0% adalah 14,33%, untuk variasi 8% adalah 15,27 % dan untuk variasi 10% adalah

16,63 %. nilai VMA yang diperoleh telah memenuhi standar Spesifikasi Bina Marga, sehingga variasi limbah ampas tebu dapat digunakan pada campuran lapisan aspal AC-BC.

F. VFB (Void Filler In Bitumen)

VFB adalah persentase rongga antara partikel agregat yang diisi dengan bitumen, oleh karena itu VFB adalah bagian dari VFB yang diisi dengan bitumen, tidak termasuk bitumen yang diserap oleh masing-masing agregat. Dinyatakan dalam persen.

Berdasarkan spesifikasi Bina Marga 2018, nilai VFB minimal 60%. Hasil VFB dapat dilihat pada Gambar IV.8.



Gambar IV.8 Hubungan variasi filler limbah ampas tebu dengan VFB

Tabel IV.4 menunjukkan pada Gambar IV.6 hubungan antara nilai variasi limbah filler limbah ampas tebu(%) dan VFB %. Nilai variasi limbah ampas tebu untuk variasi 0% sebesar 85.97%, untuk variasi 8% sebesar 69.21% dan untuk variasi 10% sebesar 63.56%. Dari nilai VFB yang diperoleh sudah memenuhi standar spesifikasi bina marga, sehingga variasi filler limbah ampas tebu dapat di gunakan pada aspal AC-BC.

IV.4 Pengujian cantabro

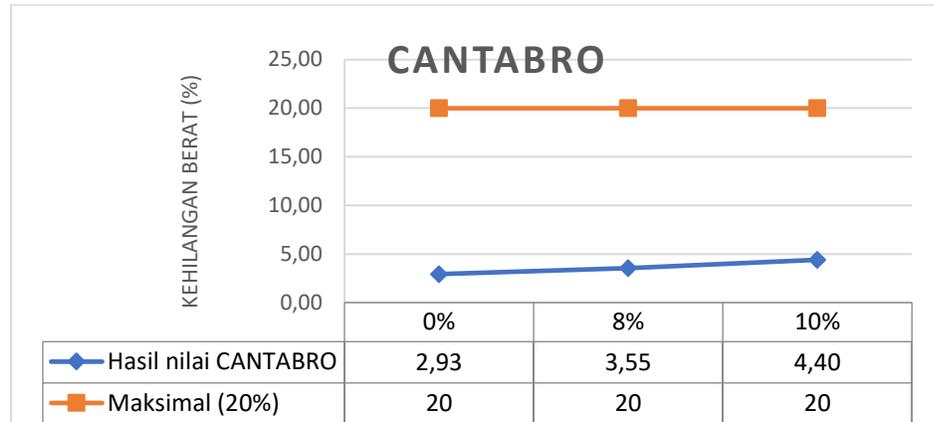
Tes Cantabro menggambarkan ketahanan aus dari suatu objek yang diuji dengan mesin Los Angels. Sebelum ditempatkan di mesin Los Angels, berat awal benda uji ditimbang setelah benda uji dimuat ke dalam mesin Los Angels. Pengujian

cantabro akan memberikan suatu gambaran sejauh mana perkerasan aspal menahan gesekan antar roda pada permukaan jalan. Dari hasil pengujian, berdasarkan spesifikasi yang disarankan oleh Bina marga, bahwa nilai penurunan berat cantabro tidak boleh melebihi 20%. Uji Cantabro menunjukkan kekuatan suatu benda uji. Semakin rendah nilai keausan, semakin kuat benda uji. Terlihat pada Tabel IV. 5

Tabel IV.5 Hasil Nilai Pengujian Cantabro

Gradasi	Variasi filler limbah ampas tebu	Sample	Kadar Aspal	Berat Sebelum Pengujian (Mo)	Berat Setelah Pengujian (Mi)	Kehilangan Berat	Rata-Rata Kehilangan Berat		Spesifikasi
				gr	gr	Mo-Mi (gr)	$\frac{(Mo-Mi)}{Mo} \times 100$ (%)		
Tipe	%	No.	%	gr	gr	(gr)	(%)	%	
BINA MARGA	0	1	6	1167	1131	36	3,085	Max. 20	
		2		1174	1150	24	2,044		
		3		1147	1105	42	3,662		
	Rata-rata				1162,67	1128,67	34,00	2,93	
	8	1	6	1134	1064	70	6,173	Max. 20	
		2		1191	1172	19	1,595		
		3		1080	1049	31	2,870		
	Rata-rata				1135,00	1095,00	40,00	3,55	
	10	1	6	1248	1207	41	3,285	Max. 20	
		2		1166	1117	49	4,202		
3		1297		1223	74	5,705			
Rata-rata				1237,00	1182,33	54,67	4,40		

Uji Cantabro menunjukkan hasil ketahanan benda uji. Semakin rendah nilai penurunan berat pada benda uji, maka benda uji tersebut semakin kuat.



Gambar IV.9 Hubungan variasi filler limbah ampas tebu dan Cantabro

Dari Tabel IV.4 dapat dilihat pada Gambar IV.8 hubungan antara variasi filler limbah ampas tebu (%) dan cantabro (%). Nilai variasi filler limbah ampas tebu yaitu 0% sebesar 2,93%, untuk variasi 8% sebesar 3,55% dan untuk variasi 10% sebesar 4,40%. Nilai kehilangan berat yang telah diperoleh telah memenuhi Spesifikasi Standar Bina Marga.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan

1. Dari hasil penelitian dan pembahasan maka disimpulkan sebagai marshall pada campuran aspal AC-BC yang menggunakan kadar aspal tertentu sebagai filler benda uji gradasi Bina Marga telah menunjukkan hasil pada nilai Stabilitas, *Flow*, Marshall Quotient (*MQ*), VMA, VIM pada variasi filler limbah ampas tebu yaitu pada variasi 0%, 8% dan 10% telah memenuhi Spesifikasi Bina Marga, dan pada nilai VFB dengan variasi 0% dan 8% telah memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga, tetapi nilai VFB dengan variasi 10% tidak memenuhi Spesifikasi Bina Marga karena disebabkan oleh kenaikan nilai VMA. Jika nilai rongga antara agregat VMA lebih besar, maka persentase rongga berisi aspal yang menutupi agregat akan lebih rendah.
2. Nilai Cantabro kehilangan berat pada campuran aspal AC-BC yang menggunakan

ampas tebu sebagai substitusi filler yaitu variasi 0%,8%,10% adalah berturut-turut sebesar 2,93, 8% 3,55, 10% 4,40.

V.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan jenis aspal yang berbeda. Untuk mengetahui sejauh mana limbah ampas tebu sebagai filler dapat digunakan pada campuran beraspal.
2. Sebaiknya perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan variasi filler limbah ampas tebu yang berbeda.
3. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan kadar aspal yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, A. A., & Meiyanto, H. E. (2016). Penggunaan Abu Ampas Tebu (Bagasse Ash Of Sugar Cane) sebagai Bahan Pengganti Filler pada Campuran Aspal Panas (Hot Mix) Latasir B. *Jurnal Media Teknik Sipil*, 14(1), 15. <https://doi.org/10.22219/jmts.v14i1.3285>
- Bahan, D. P., Untuk, A., Jalan, P., Bahan, M., Untuk, A., & Lentur, P. (n.d.). *Diklat Penggunaan Bahan & Alat Untuk Pekerjaan Jalan & Jembatan*. 1–84.
- Bina Marga Pekerjaan Umum (2010) Spesifikasi Pengujian Marshall Test.
- Departemen Pekerjaan Umum, Spesifikasi Umum Bina Marga, Devisi 6, Metode Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus Dan Kasar, 2010.
- Boedi, R., & Azizah, N. (2017). Kinerja campuran Hot Rolled Sheet-Wearing Course (Hrs-Wc) dengan filler abu ampas tebu. *Bangunan*, 22(2), 11–20.
- Djumari, -, & Sarwono, D. (2009). Perencanaan Gradasi Aspal Porus Menggunakan Material Lokal Dengan Metode Pemampatan Kering. *Media Teknik Sipil*, IX(1), 9–14.
- Maronci, U. (2020). Analisis Tegangan Pada Struktur Perkerasan Kaku Yang Dilapisi Aspal Berongga Akibat Beban Statik. *Gorontalo Journal of Infrastructure and Science Engineering*, 3(1), 44. <https://doi.org/10.32662/gojise.v3i1.863>
- Mau, M. Y., Hunggurami, E., & Sir, T. M. W. (2018). Kuat Tekan Beton Menggunakan Agregat Halus Sungai Benlelang Dan Sungai Lembur Serta Agregat Kasar Sungai Lembur. *Jurnal Teknik Sipil*, 7(1), 31–36.
- Puspa, D. (2014). Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu Dan Tempurung Kelapa Menjadi Biobriket Dengan Variasi Komposisi Bahan Baku. *Pendidikan Diploma III Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya*, 1(1), 5–25.

- RETNO WILIS, A., & RISDIANTO, Y. (2018). Pengaruh Penambahan Reclaimed Asphalt Pavement (Rap) Dan Lawele Granular Asphalt (Lga) Sebagai Bahan Substitusi Agregat Pada Campuran Beton Aspal Wearing Course (Ac-Wc) Dengan Fly Ash Sebagai Filler. *Rekayasa Teknik Sipil*, 2(2/REKAT/18), 1–6.
- Setiobudi, A., Amiwarti, A., & Tamara, D. (2020). Analisis Penambahan Limbah Bakaran Abu Ampas Tebu Sebagai Filler Campuran Aspal Ac Wc. *Jurnal Deformasi*, 5(2), 63. <https://doi.org/10.31851/deformasi.v5i2.5022>
- Sumiati, & Sukarman. (2014). Influence of Aggregate Gradation on Asphalt Concrete Characteristic Value (AC-BC). *Journal of Civil Engineering*, 10(1), 85–91.
- Syarkawi, M. (2011). *Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Sebagai Bahan Substitusi filler Terhadap Karakteristik Campuran aspal Beton* (Vol. 12, Issue 39).
- Zainudin, M. Z. M., Khairuddin, F. H., & Ng, C. P. (2016). *Pengaruh Abu Ampas Tebu Sebagai Filler pada Aspal Campuran Panas*.

**L
A
M
P
I
R
A
N**



Lampiran 1 PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENERAPAN AIR
AGREGAT KASAR

Dikerjakan : Ichel B.R
Diperiksa :
Pengujian : Karakteristik Agregat
Penelitian : Tugas Akhir
Berat Bahan : 2500 gr
Agregat Kasar : Chipping

NO. CONTOH		Hasil
Berat contoh kering oven (gr)	A	2339.50
Berat contoh kering permukaan (gr)	B	2412.00
Berat contoh dalam air (gr)	C	1394.00
Berat jenis bulk (atas dasar kering oven)	$\frac{A}{B - C}$	2.31
Berat jenis bulk (atas dasar kering permukaan)	$\frac{B}{B - C}$	2.37
Berat jenis semu	$\frac{A}{A - C}$	2.47
Penyerapan air	$\frac{B - A}{A} \times 100\%$	2.91

Makassar, Januari 2022
Mengetahui
Kordinator Laboratorium

Dr. Erdawaty, ST., MT.



Lampiran 2 PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR
AGREGAT HALUS

Dikerjakan : Ichel B.R
Diperiksa :
Pengujian : Karakteristik Agregat
Penelitian : Tugas Akhir
Berat Bahan : 500 gr
Agregat Kasar : pasir

NO. CONTOH		Hasil
Berat contoh kering oven (gr)	A	487.50
Berat contoh kering permukaan (gr)	B	663.00
Berat contoh dalam air (gr)	C	878.50
Berat jenis bulk (atas dasar kering oven)	$\frac{A}{B - C}$	2.02
Berat jenis bulk (atas dasar kering permukaan)	$\frac{B}{B - C}$	2.06
Berat jenis semu	$\frac{A}{A - C}$	2.12
Penyerapan air	$\frac{B - A}{A} \times 100\%$	2.57

Makassar, Januari 2022

Mengetahui

Kordinator Laboratorium

Dr. Erdawaty, ST., MT



Lampiran 3 PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT KASAR

Dikerjakan : Ichel B.R
 Diperiksa :
 Pengujian : Karakteristik Agregat
 Penelitian : Tugas Akhir
 Berat Bahan : 500 gr
 Agregat Kasar : Chipping

Gradasi Saringan		No. Sampel			
		I		II	
Lolos	Tertahan	A	B	C	D
		Berat Sebelum (gr)	Berat Sesudah (gr)	Berat Sebelum (gr)	Berat Sesudah (gr)
3/4"	1/2"	2500	3050	2500	3770
1/2"	3/8"	2500		2500	
Jumlah Berat (gram)		5000		5000	
Berat Tertahan Saringan No. 12 (gram)		3050		3770	
Keausan $\frac{A - B}{A} \times 100\%$		$\frac{5000 - 3050}{5000} \times 100\% = 39.00\%$		$\frac{5000 - 3770}{5000} \times 100\% = 24.60\%$	
Rata - rata		31.80%			

Makassar, Januari 2022
 Mengetahui
 Kordinator Laboratorium

Dr. Erdawaty, ST., MT.



LABORATORIUM JALAN RAYA & ASPAL
 PRODI SIPIL FAKULTAS TEKNIK
 UNIVERSITAS FAJAR
 Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No.101 Makassar 90231

Lampiran 4 PEMERIKSAAN INDEKS KEPIPIHAN AGREGAT KASAR

Dikerjakan : Ichel B.R
 Diperiksa :
 Pengujian : Karakteristik Agregat
 Penelitian : Tugas Akhir
 Berat Bahan : 1000 gr
 Agregat Kasar : Chipping

Nomor	Gradasi Saringan		Ukuran Thickness Gauge		Berat Lolos Slot (Gram)	Berat Ter-tahan Slot (Gram)	Total Berat (Gram)
			Lebar (mm)	Panjang g (mm)				A	B	C
I	3/4"	1/2"	6.67	38.2	110	390	500
II	1/2"	3/8"	4.8	25.4	138	362	500
T o t a l					248	752	1000
Indeks Kepipihan = $\frac{\text{Total Berat A}}{\text{Total Berat C}} \times 100 \%$					$\frac{248}{1000} \times 100\% = 24.8\%$		

Makassar, Januari 2022

Mengetahui
 Kordinator Laboratorium

Dr. Erdawaty, ST., MT



Lampiran 5 PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR AGREGAT HALUS

Dikerjakan : Ichel B.R
Diperiksa :
Pengujian : Karakteristik Agregat
Penelitian : Tugas Akhir
Agregat Kasar : Pasir

A. Volume Lumpur	= 9 ml
------------------	--------

B. Volume Total (lumpur + pasir)	= 190 ml
------------------------------------	----------

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{A}{B} \times 100\% = 4,73$$

$$\frac{9}{190} \times 100\% = 4,73$$

Makassar, Januari 2022

Mengetahui

Kordinator Laboratorium

Dr. Erdawaty, ST., MT



LABORATORIUM JALAN RAYA & ASPAL
PRODI SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR
Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No.101 Makassar 90231

Lampiran 6 PEMERIKSAAN ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR

Dikerjakan : Ichel B.R
Diperiksa :
Pengujian : Karakteristik Agregat
Penelitian : Tugas Akhir
Berat Bahan : 1500 gr
Agregat Kasar : Chipping

No. Saringan	Berat Tertahan (gram)	Kumulatif Tertahan (gram)	Persen Total Tertahan (%)	Persen Lolos (%)
3/4"	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	204,00	204,00	13,60	86,40
3/8"	265,00	469,00	31,27	68,73
4	352,00	821,00	54,73	45,27
8	393,00	1214,00	80,93	19,07
16	286,00	1500,00	100,00	0,00
30	0,00	1500,00	100,00	0,00
50	0,00	1500,00	100,00	0,00
100	0,00	1500,00	100,00	0,00
200	0,00	1500,00	100,00	0,00
PAN	0,00	1500,00	100,00	0,00

Makassar, Januari 2022

Mengetahui

Kordinator Laboratorium

Dr. Erdawaty, ST., MT



Lampiran 7 PEMERIKSAAN ANALISA SARINGAN AGREGAT
HALUS/PASIR

Dikerjakan : Ichel B.R
Diperiksa :
Pengujian : Karakteristik Agregat
Penelitian : Tugas Akhir
Berat Bahan : 1000 gr
Agregat Halus : Pasir

No. Saringan	Berat Tertahan (gram)	Kumulatif Tertahan (gram)	Persen Total Tertahan (%)	Persen Lolos (%)
3/4"	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	0,00	0,00	0,00	100,00
4	0,00	0,00	0,00	100,00
8	103,00	103,00	10,30	89,70
16	217,00	320,00	32,00	68,00
30	215,00	535,00	53,50	46,50
50	223,00	758,00	75,80	24,20
100	90,00	848,00	84,80	15,20
200	87,00	935,00	93,50	6,50
PAN	65,00	1000,00	100,00	0,00

Makassar, Januari 2022
Mengetahui
Kordinator Laboratorium

Dr. Erdawaty, ST., MT



Lampiran 8 PEMERIKSAAN ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS/ABU
BATU

Dikerjakan : Ichel B.R
Diperiksa :
Pengujian : Karakteristik Agregat
Penelitian : Tugas Akhir
Berat Bahan : 1000 gr
Agregat Halus : Abu Batu

No. Saringan	Berat Tertahan (gram)	Kumulatif Tertahan (gram)	Persen Total Tertahan (%)	Persen Lolos (%)
3/4"	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	0,00	0,00	0,00	100,00
4	0,00	0,00	0,00	100,00
8	150,00	150,00	15,00	85,00
16	169,00	319,00	31,90	68,10
30	198,00	517,00	51,70	48,30
50	121,00	638,00	63,80	36,20
100	100,00	738,00	73,80	26,20
200	210,00	948,00	94,80	5,20
PAN	52,00	1000,00	100,00	0,00

Makassar, April 2022
Mengetahui
Kordinator Laboratorium

Dr. Erdawaty, ST., MT



LABORATORIUM JALAN RAYA & ASPAL
PRODI SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No.101 Makassar 90231

Lampiran 9 Analisa Data Bricket Gradasi Bina Marga

Dikerjakan : Ichel B.R
Diperiksa :
Pengujian : Karakteristik Agregat
Penelitian : Tugas Akhir

Kadar Aspal : 6 %

Kadar Chipping						gram
1	3/4	= (	1,000 - 1,000)	*	725,76	= 0,00
2	1/2	= (	1,000 - 0,864)	*	725,76	= 98,70
3	3/8	= (	0,864 - 0,687)	*	725,76	= 128,22
4	4	= (	0,687 - 0,453)	*	725,76	= 170,31
5	8	= (	0,453 - 0,191)	*	725,76	= 190,15
6	16	= (	0,191 - 0,000)	*	725,76	= 138,38
7	30	= (	0,000 - 0,000)	*	725,76	= 0,00
8	50	= (	0,000 - 0,000)	*	725,76	= 0,00
9	100	= (	0,000 - 0,000)	*	725,76	= 0,00
10	200	= (	0,000 - 0,000)	*	725,76	= 0,00
11	Pan	= (	0,000 - 0,000)	*	725,76	= 0,00

725,76

Kadar Pasir						gram
	3/4	= (	1,000 - 1,000)	*	283,5	= 0,00
	1/2	= (	1,000 - 1,000)	*	283,5	= 0,00
	3/8	= (	1,000 - 1,000)	*	283,5	= 0,00
	4	= (	1,000 - 1,000)	*	283,5	= 0,00
	8	= (	1,000 - 0,897)	*	283,5	= 29,20
	16	= (	0,897 - 0,680)	*	283,5	= 61,52
	30	= (	0,680 - 0,465)	*	283,5	= 60,95
	50	= (	0,465 - 0,242)	*	283,5	= 63,22
	100	= (	0,242 - 0,152)	*	283,5	= 25,52
	200	= (	0,152 - 0,065)	*	283,5	= 24,66
	Pan	= (	0,065 - 0,000)	*	283,5	= 18,43

283,50

Kadar Abu Batu						gram
	3/4	= (	1,000 - 1,000)	*	124,74	= 0,00
	1/2	= (	1,000 - 1,000)	*	124,74	= 0,00
	3/8	= (	1,000 - 1,000)	*	124,74	= 0,00
	4	= (	1,000 - 1,000)	*	124,74	= 0,00
	8	= (	1,000 - 0,850)	*	124,74	= 18,71
	16	= (	0,850 - 0,681)	*	124,74	= 21,08
	30	= (	0,681 - 0,483)	*	124,74	= 24,70
	50	= (	0,483 - 0,362)	*	124,74	= 15,09
	100	= (	0,362 - 0,262)	*	124,74	= 12,47
	200	= (	0,262 - 0,052)	*	124,74	= 26,20
	Pan	= (	0,052 - 0,000)	*	124,74	= 6,49

124,74



Lampiran 10 Analisis nilai Variasi filler limbah ampas tebu

Dikerjakan : Ichel B.R
Diperiksa :
Pengujian :
Penelitian : Tugas Akhir

Variasi Filler Limbah Keramik Tegel	Berat
0%	17.3
8%	27.3
10%	33.6

Lampiran 11 Dokumentasi Penelitian



Limbah Ampas Tebu



Proses Penyaringan Agregat



Proses Mix Design Campuran Agregat



Proses Pembuatan Benda Uji



Benda Uji Setiap Variasi



Proses Menimbang Sampel Dalam Air



Pengujian Marshall Test



Proses Perendaman Sampel Dalam Water Bath



Proses Pengujian Cantabro TestS