

**PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH STRAPPING BAND
TERHADAP PERKERASAN ASPAL**

TUGAS AKHIR

**Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana
dari Universitas Fajar**

Oleh

Maynar

1720121123



**PROGRAM STUDI TEKNIK
SIPIIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR**

2022

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH STRAPPING BAND
TERHADAP PERKERASAN ASPAL**

Oleh :

Mavnar

1720121123

Menyetujui

Tim Pembimbing

Tanggal, 07 Februari 2022

Dosen Pembimbing I

Andi Ibrahim Yunus, ST., MT

NIDN: 0931127806

Dosen Pembimbing II

Dr. Erdawaty, ST., MT

NIND: 0921047802

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Fajar

Dr. H. Leniaty, ST., MT
UNIVERSITAS FAJAR
DEKAN FAKULTAS TEKNIK
NIDN : 0906107707

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Universitas Fajar

Fatmawati Rachim, ST., MT.

NIDN : 0919117903

PERNYATAAN ORISINALITAS

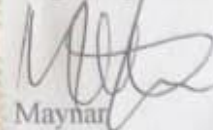
Penulis dengan ini menyatakan Tugas Akhir.

"PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH STRAPPING BAND TERHADAP PERKERASAN ASPAL" adalah karya orisinal saya dan setiap serta seluruh sumber acuan telah di tulis sesuai dengan panduan penilis penulisan ilmiah yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Fajar.

Makassar, 7 Februari 2022



Yang menyatakan


Maynar

ABSTRAK

Limbah strapping band dari bekas pengikat kemasan elektronik saat ini banyak digunakan di pusat pembelanjaan, hal ini akan berdampak terhadap pencemaran lingkungan, karena limbah strapping band yang berbahan dasar plastik dan sulit diurai oleh tanah. Dalam rangka mengurangi limbah yang berbahan plastic untuk menjaga pelestarian lingkungan dengan upaya memanfaatkan limbah tersebut sebagai bahan tambah dalam campuran aspal. Penelitian ini bertujuan untuk pemanfaatan limbah strapping band untuk campuran aspal dengan menguji terhadap Kuat tekan dan berat volume aspal. Dalam penelitian ini penambahan Strapping Band dengan panjang 40 mm dan 50 mm dan komposisi 0%, 2%, 4%, 6% terhadap berat aspal. Metode yang digunakan adalah metode eksperimental yang dilaksanakan di Laboratorium material aspal. Benda uji Berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan jumlah benda uji 24 untuk pengujian kuat tekan, kuat tarikbelah dan Berat Volume selama +24 jam. Dari hasil penelitian, terjadi peningkatan terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah, sedangkan berat volume mengalami penurunan yang signifikan setelah penambahan serat strapping band, Kuat tekan maksimum terjadi pada komposisi serat strapping band 9% sebesar 7,445 Mpa (meningkat 139,4%) dan kuat tarik belah sebesar 0,94 Mpa (meningkat 54,1%), sedangkan berat volume hasilnya 1421 kg/m³ (lebihringan2,34%), bila dibandingkan dengan aspal tanpa Strapping Band. Berat volume standart aspal antara 600 - 1600 kg/m³

Kata Kunci : Aspal, Strapping Band, Kuat Tekan, Kuat Tarik, Berat Volume

ABSTRACT

Strapping band waste from former electronic packaging binders is currently widely used in shopping centers, this will have an impact on environmental pollution, because strapping band waste is made of plastic and is difficult to decompose by soil. In order to reduce waste made of plastic to maintain environmental preservation by utilizing the waste as an added ingredient in the asphalt mixture. This study aims to utilize strapping band waste for asphalt mixtures by testing the compressive strength and volume weight of asphalt. In this study, the addition of Strapping Band with a length of 40 mm and 50 mm and a composition of 0%, 2%, 4%, 6% of the asphalt weight. The method used is an experimental method carried out in the asphalt material laboratory. The test object is in the form of a cylinder with a diameter of 15 cm and a height of 30 cm with a total of 24 specimens for testing compressive strength, split tensile strength and volume weight for +24 hours. From the results of the study, there was an increase in the compressive strength and split tensile strength, while the volume weight decreased significantly after the addition of the strapping band fiber. Split tensile strength is 0.94 MPa (an increase of 54.1%), while the resulting volume weight is 1421 kg/m³ (2.34% lighter), when compared to asphalt without Strapping Band. The standard volume weight of asphalt is between 600 - 1600 kg/m³

Keywords: Asphalt, Strapping Band, Compressive Strength, Tensile Strength, Volume Weight

KATA PENGANTAR

Puji syukur Bersama kita panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan hidayahnya sehingga kami dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH STRAPPING BAND TERHADAP PERKERASAN ASPAL”**.

Laporan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Fajar.

Kami menyadari bahwa ada banyak sekali pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, kami ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua saya, ayah Barma dan Ibu Hernawati yang senantiasa memberikan kasih sayang yang tulus dan dukungan dari berbagai bentuk, baik dalam bentuk materi bahkan non- materi yang tiada hingga nilainya. Serta kepada seluruh keluarga yang juga turut berperan dalam penulisan skripsi ini.
2. Fatmawaty Rachim, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Fajar.
3. Andi Ibrahim Yunus, ST.,MT selaku Dosen pembimbing I
4. Dr. Erdawaty, ST., MT selaku Dosen pembimbing II
5. Dosen, Staf, dan Karyawan Fakultas Teknik Universitas Fajar.
6. Rekan Mahasiswa Angkatan 17 Program Studi Teknik Sipil Universitas Fajar.
7. Serta semua pihak dengan segala kerendahan hati membantu. Dengan ini kami mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata dari kami yaitu semoga semua bantuan dan amal baik tersebut mendapatkan balasan dan anugerah dari Tuhan Yang Maha Esa. Aamiin.

Makassar, 7 Februari 2022

Maynar

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR SINGKATAN	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
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 PUSTAKA	4
II.1. Konstruksi Perkerasan Jalan.....	4
II.2. Fungsi Perkerasan Aspal	6
II.3. Bahan Penyusun Perkerasan Jalan.....	8
3.1 Aspal	8
3.1.1 Fungsi Aspal Sebagai Material Perkerasan	9
3.1.2 Jenis Aspal	10
3.2 Agregat	11
3.2.1 Agregat Kasar	11
3.2.2 Agregat Halus	12
3.3 Bahan Pengisi Filler	14
II.4. Aspal Minyak	14
II.5. Lapisan Aspal Beton (LASTON)	15
5.1 Lapis Aus (AC-WC)	17
II.6. Karakteristik Marshall	17
6.1 Stabilitas (Stability)	17
6.2 Kelelahan (Flow)	18
6.3 Marshall Quotient (MQ).....	18
6.4 VIM (Void In Mix).....	18
6.5 VMA (Void In Mineral Agregate)	19
6.6 VFB (Filler In Bitument)	19
II.7. Pengujian cantabro	20
II.8. Limbah Strapping Band.....	20
II.9. Penelitian Terdahulu.....	23
BAB III METODE PENELITIAN	27
III.1 Waktu dan Lokasi	27
III.2 Alat dan Bahan Penelitian	27
2.1 Alat	27

2.2 Bahan	28
III.3 Metode Pengumpulan Data	28
3.1 Metode Design.....	29
III.4 Prosedur Pelaksanaan Penelitian	30
4.1 Tahap Persiapan/Study Literature	30
4.2 Tahap Persiapan Alat dan Bahan.....	30
4.3 Tahap pemeriksaan sifat fisik material agregat	30
4.4 Pembuatan Benda Uji	31
4.5 Pengujian Benda Uji	32
III.5 Analisis Data.....	34
III.6 Bagan Alur Penelitian.....	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	36
IV.1 Hasil Uji Karakteristik Material	36
4.1.1 Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat	36
IV.2 Gradasi Gabungan Agregat	37
IV.3 Pengujian Campuran Aspal	39
4.3.1 Marshall Test	39
4.3.2 Pengujian Cantabro	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	48
V.1 KESIMPULAN	48
V.2 SARAN	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	50

DAFTAR SINGKATAN

AC-WC	: <i>Asphalt Concrete – wearing course</i>	15
AC-BC	: <i>asphalt concrete – binder course</i>	15
AC-BASE	: <i>asphalt concrete – base</i>	15
HDPE	: <i>high density polyethylene</i>	21
HRA	: <i>hot rolled asphalt</i>	4
HRS	: <i>hot rolled sheet</i>	4
LASTON	: <i>lapis aspal beton</i>	4
LATASTON	: <i>lapis atas aspal beton</i>	4
LDPE	: <i>low density polyethylene</i>	21
MQ	: <i>marshall quotient</i>	18
PC	: <i>cement portland</i>	5
PET	: <i>polyethylene teryphthalate</i>	21
PP	: <i>polyethylene</i>	21
PS	: <i>polystyrene</i>	21
SMA	: <i>split mastic asphalt</i>	4
SNI	: <i>standar nasional indonesia</i>	11
STABILITAS	: <i>stability</i>	17
VFA	: <i>void filled with asphalt</i>	2
VFB	: <i>filler in bitument</i>	19
VIM	: <i>void in mix</i>	18
VMA	: <i>void in mineral aggregate</i>	19

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Ketentuan-Ketentuan Untuk Aspal 60/70	11
Tabel 2.2 Ketentuan Agregat Kasar	12
Tabel 2.3 Ketentuan Agregat Halus	13
Tabel 2.4 Hasil Pengujian Karakteristik Aspal Minyak Penetrasi 60/70	15
Tabel 2.5 Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Lapis Aspal Beton.....	16
Tabel 2.6 Jenis-Jenis Limbah Plastik	21
Tabel 3.1 Metode Pengujian Agregat Kasar.....	28
Tabel 3.2 Metode Pengujian Agregat Halus.....	29
Tabel 3.3 Metode Pengujian Karakteristik Agregat.....	30
Tabel 3.4 Jumlah Benda Uji	31
Tabel 3.5 Pengujian Dan Metode Pengujian Karakteristik.....	31
Tabel 4.1 Sifat-Sifat Fisik Agregat Kasar	43
Tabel 4.2 Sifat-Sifat Fisik Agregat Halus	44
Tabel 4.3 Gradasi Gabungan Agregat	45
Tabel 4.4 Pengujian Marshall	46
Tabel 4.5 Pengujian Cantabro	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.2 Komponen Perkerasan Lentur	5
Gambar 3.2 Komponen Perkerasan Kaku	6
Gambar 3.3 Komponen Perkerasan Komposit	6
Gambar 3.4 Limbah Strapping Band	22
Gambar 4.1 Grafik Gradasi Agregat Gabungan	45
Gambar 4.2 Pengujian Marshall	47
Gambar 4.3 Hubungan Variasi Limbah Strapping Band dengan Flow	47
Gambar 4.4 Grafik Hubungan Variasi Limbah Strapping Band dengan Marshall Qoutient	48
Gambar 4.5 Hubungan Variasi Limbah Strapping Band dengan Vim	49
Gambar 4.6 Hubungan Variasi Limbah Strapping Band dengan Vma	50
Gambar 4.7 Hubungan Variasi Limbah Strapping Band dengan Vfb	51
Gambar 4.8 Hubungan Variasi Limbah Strapping Band Kehilangan Berat	52

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Jalan raya merupakan prasarana transportasi darat yang memegang peranan penting dalam sektor pembangunan terutama untuk kesinambungan distribusi barang dan jasa. Prasarana transportasi darat tersebut didukung dengan suatu sistem transportasi yang baik dan bermanfaat untuk pembangunan dan kesejahteraan masyarakat baik di kota maupun di desa.

Sebagian besar kegiatan transportasi manusia menggunakan jalan raya. Pengaruh yang besar tersebut mengakibatkan jalan raya memegang peranan yang sangat penting dalam meningkatkan kesejahteraan dan perekonomian serta pembangunan nasional. Perkerasan jalan yang berkualitas diperlukan untuk menjamin keamanan dan kenyamanan serta dapat memperlancar segala kegiatan yang menggunakan prasarana transportasi darat ini. Agar perkerasan jalan sesuai dengan mutu yang diharapkan, maka dibutuhkan pengetahuan tentang sifat, pengadaan dan pengelolaan dari bahan penyusun perkerasan jalan tersebut.

Di Indonesia banyak sekali ditemukan jalan – jalan rusak yang disebabkan oleh deformasi (perubahan bentuk) permanen, dikarenakan adanya tekanan beban yang terlalu berat oleh muatan kendaraan yang melebihi kapasitas jalan tersebut dan tingginya frekuensi lalu lintas kendaraan di jalan raya. Kerusakan jalan beraspal lainnya yaitu permukaan aspal yang tidak merata dan aliran pembuangan drainase yang tidak mengalir dengan baik. Akibatnya pada musim hujan terjadi genangan air di permukaan aspal yang tidak merata dan kurangnya daya serap aspal terhadap air.

Aspal merupakan material pengikat yang digunakan pada perkerasan lentur. Salah satu cara mencegah terjadinya kerusakan jalan pada akibat beban muatan kendaraan dengan meningkatkan kualitas dan stabilitas perkerasan tersebut. Semakin banyak kendaraan yang melintasi jalan seharusnya pelayanan jalan juga

harus semakin ditingkatkan.

Di era globalisasi ini, sangat diperlukan perkerasan jalan yang memiliki kuat tekan yang tinggi. Banyak metode yang telah digunakan dan dikembangkan untuk meningkatkan kualitas jalan dan kualitas kuat tekan jalan. Salah satunya dengan melakukan substitusi pada agregat. Penggunaan bahan tambah (*additive*) menjadi salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas lapisan.

Dalam penelitian ini, bahan tambah yang digunakan yaitu limbah *Strapping Band* pada campuran aspal. Limbah *Strapping Band* merupakan limbah plastik yang sulit diuraikan senyawa organik tanah. Limbah plastik merupakan bahan fleksibel dan mudah didapat yang dapat dimanfaatkan sebagai alternatif bahan tambah. Pemanfaatan ini dilakukan untuk mengurangi keberadaan sampah plastik yang selama ini membawa dampak negatif bagi lingkungan. Hal ini juga diharapkan dapat meningkatkan kualitas aspal dan memenuhi persyaratan teknik untuk digunakan sebagai bahan perkerasan jalan. Pada penelitian ini yang ditinjau adalah pengaruh penambahan limbah *Strapping Band* terhadap perkerasan aspal yang meliputi : *stability, flow, VMA (void in mineral aggregate), VIM (void in mix), VFA (void filled with asphalt), dan MQ (Marshall Quotient)*.

Berdasarkan uraian di atas, maka penulis akan melakukan penelitian dengan judul : **“Pengaruh Penambahan Limbah *Strapping Band* Terhadap Perkerasan Aspal”**

I.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan diteliti sebagai berikut:

1. Bagaimana nilai karakteristik marshall pada campuran AC-WC terhadap penambahan *strapping band*?
2. Bagaimana pengaruh nilai kehilangan berat campuran AC-WC terhadap *strapping band* ?

I.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh penambahan limbah *strapping band* pada campuran AC-WC dengan pengujian karakteristik Marshall.
2. Pengaruh nilai kehilangan berat campuran aspal AC-WC menggunakan limbah *strapping band*.

I.4. Batasan Masalah

Untuk melakukan penelitian ini, maka diperlukan batasan-batasan masalah seperti sebagai berikut:

1. Pengujian Penelitian dilakukan dengan skala Laboratorium.
2. Obyek Penelitian Yaitu Penambahan Bahan Tambah Berupa Limbah *Strapping Band*.
3. Subyek Penelitian yaitu lapis perkerasan aspal AC-WC (*Asphalt Concrete –Wearing Course*),
4. Pengujian Benda Uji Menggunakan Metode Pengujian Marshall dan Cantabro.
5. Menggunakan Kadar aspal minyak sebesar 6% dengan penetrasi aspal 60/70.
6. Jumlah tumbukan pemadatan benda uji 2 x 75.
7. Variasi Presentase *Strapping Band* yaitu Sebesar 0%, 2%, 4%, 6%.
8. Gradasi Bina Marga: Saringan no. 1,5", 1", ¾", ½", 3/8, #4, #8, #16, #30, #50, #100, #200

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1. Konstruksi Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah suatu lapisan yang terletak di atas tanah datar yang telah mendapatkan pemadatan yang berfungsi untuk memikul beban lalu lintas kemudian menyebarkan beban, baik ke arah horizontal maupun vertikal dan akhirnya meneruskan beban ke tanah dasar (*sub grade*) sehingga beban pada tanah dasar tidak melampaui daya dukung tanah yang diizinkan. Perkerasan jalan juga berfungsi untuk memberikan pelayanan yang baik kepada transportasi dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan.

Konstruksi perkerasan jalan terdiri dari beberapa jenis dengan bahan pengikatnya yang digunakan serta komposisi dari komponen konstruksi perkerasan itu sendiri antara lain :

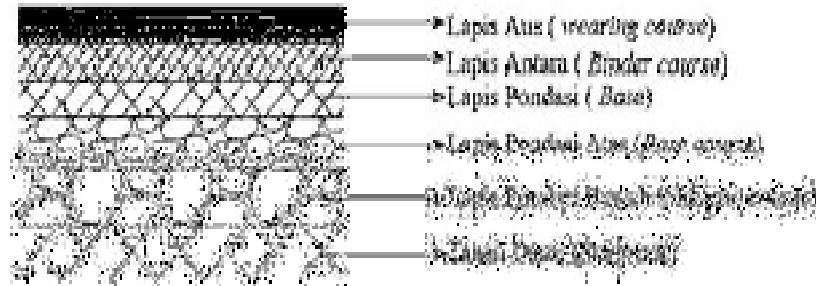
1. Konstruksi Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Perkerasan lentur adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya. Contohnya Laston (Lapis Aspal Beton), Lataston (Lapis Atas Aspal Beton), HRA (*Hot Rolled Asphalt*), HRS (*Hot Rolled Sheet*), SMA (*Split Mastic Asphalt*). Pada umumnya, perkerasan lentur digunakan untuk jalan yang melayani beban lalu lintas ringan sampai sedang, seperti jalan perkotaan, jalan dengan sistem utilitas terletak di bawah perkerasan jalan, perkerasan bahu jalan, atau perkerasan dengan konstruksi bertahap.

Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan – lapisan yang diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan – lapisan tersebut untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkan ke lapisan bawah. Karena sifat penyebaran gaya maka muatan yang diterima oleh masing – masing lapisan berbeda dan semakin ke bawah akan semakin

mengecil.

Lapisan – lapisan yang terdapat pada konstruksi perkerasan lentur dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 2.1 Komponen Perkerasan Lentur

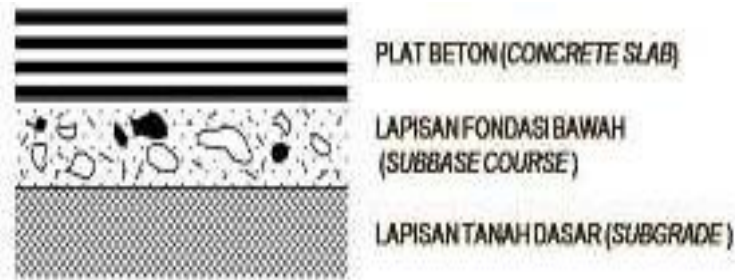
Ada beberapa karakteristik perkerasan lentur, antara lain :

- a. Memakai bahan pengikat aspal.
- b. Sifat dari perkerasan ini adalah memikul beban lalu lintas dan menyebarkan ke tanah dasar (*subgrade*).
- c. Pengaruhnya terhadap repitisi beban adalah timbulnya *rutting* (lendutan pada jalur roda).
- d. Pengaruhnya terhadap penurunan tanah dasar yaitu jalan bergelombang (mengikuti tanah dasar).

2. Konstruksi Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Perkerasan kaku adalah perkerasan yang terdiri dari komponen batuan (*aggregate*) kerikil dan pasir yang dicampur dan diikat oleh bahan pengikat *Cement Portland* (PC). Perkerasan ini terdiri dari pelat beton yang diletakkan langsung ditanah dasar dengan atau tanpa lapisan pondasi bawah.

Lapisan – lapisan yang terdapat pada konstruksi perkerasan kaku dapat dilihat pada gambar di bawah ini :

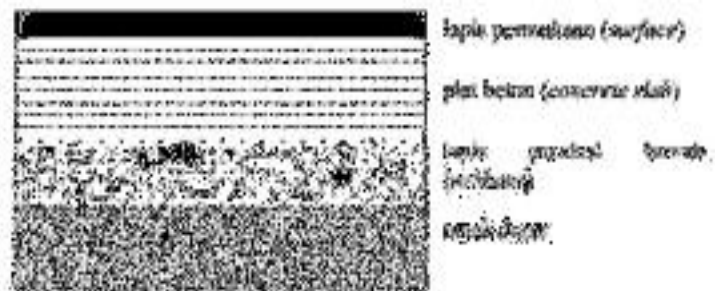


Gambar 2.2 Komponen Perkerasan Kaku

3. Konstruksi Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*)

Perkerasan komposit adalah perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur, dapat berupa perkerasan lentur di atas perkerasan kaku atau perkerasan kaku diatas perkerasan lentur.

Lapisan – lapisan yang terdapat pada konstruksi perkerasan komposit dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 2.3 Komponen Perkerasan Komposit

II.2 Fungsi Perkerasan Aspal

Adapun fungsi dari perkerasan yang berlapis – lapis agar perkerasan mempunyai daya dukung dan keawetan yang memadai, akan tetapi tetap ekonomis. Adapun penjelasan tentang lapisan – lapisan tersebut adalah : Gradasi

Campuran Pada Aspal.

1. Lapisan Permukaan

Lapis permukaan terletak dibagian perkerasan yang paling atas.

Berikut fungsi lapis permukaan :

- a. Struktural, ikut mendukung dan menyebarkan beban kendaraan yang diterima oleh perkerasan, baik beban horizontal maupun beban vertikal. Dengan demikian persyaratan yang harus dipenuhi yaitu kokoh, kuat, dan stabil.
- b. Non struktural
 - 1) Lapis kedap air, mencegah masuknya air kedalam lapisan perkerasan yang ada di bawahnya.
 - 2) Menyediakan permukaan yang tetap rata, agar kendaraan dapat berjalan dengan kenyamanan yang cukup.
 - 3) Membentuk permukaan yang tidak licin, sehingga tersedia koefisien gerak (*skid resistance*) yang cukup untuk menjamin keamanan lalu lintas.
 - 4) Sebagai lapisan aus, yaitu lapisan yang dapat aus yang selanjutnya dapat diganti lagi dengan lapis yang baru.

Lapis permukaan juga masih dibagi menjadi dua lapisan lagi, yaitu :

- 1) Lapis aus (*wearing course*), merupakan bagian dari lapis permukaan yang terletak di atas lapis antara (*binder course*).
- 2) Lapis antara (*binder course*), merupakan bagian dari lapis permukaan yang terletak diantara lapis

pondasi atas (*base course*) dengan lapis aus (*wearing course*).

2. Lapis Pondasi Atas (*Base Course*)

Lapis pondasi atas merupakan lapisan perkerasan yang terletak antara lapis permukaan dan lapis pondasi bawah atau dengan tanah apabila tidak menggunakan lapis pondasi bawah.

3. Lapis Pondasi Bawah (*Subbase Course*)

Lapis pondasi bawah merupakan lapisan perkerasan yang terletak antara lapisan pondasi dan tanah dasar.

4. Tanah Dasar (*Subgrade*)

Tanah dasar adalah permukaan tanah semula, permukaan tanah galian atau permukaan tanah timbunan yang dipadatkan dan merupakan permukaan tanah dasar untuk perletakan bagian – bagian perkerasan lainnya.

II.3 Bahan Penyusun Perkerasan Jalan

Bahan penyusun lapis perkerasan yang utama terdiri dari bahan pokok dan bahan ikat. Bahan pokok bisa berupa agregat sedangkan bahan ikat bisa berbeda – beda tergantung dari jenis perkerasan yang dipakai. Bahan ikat bisa berupa tanah liat, aspal/bitumen. semen portland, kapur. Dalam penelitian ini digunakan lapisan perkerasan lentur dengan bahan pengikat aspal.

3.1 Aspal

Aspal dapat diartikan sebagai material perekat, berwarna hitam atau coklat tua, dengan unsur utama bitumen. Aspal dapat diperoleh dari alam ataupun residu dari pengilangan minyak bumi. Aspal merupakan material yang paling umum digunakan untuk bahan pengikat agregat pada perkerasan lentur.

Aspal merupakan material yang pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat, dan bersifat termoplastis. Jadi, aspal akan mencair jika

dipanaskan sampai temperatur tertentu, dan akan kembali membeku jika temperatur turun. Bersama dengan agregat, aspal merupakan material pembentuk perkerasan jalan.

3.1.1 Fungsi Aspal Sebagai Material Perkerasan

Aspal yang digunakan sebagai material perkerasan jalan memiliki fungsi sebagai berikut :

- a. Bahan pengikat, memberikan ikatan yang kuat antara aspal dan agregat dan antara aspal itu sendiri.
- b. Bahan pengisi, mengisi rongga antara butir agregat dan pori – pori yang ada didalam butir agregat itu sendiri.

Sehingga aspal yang digunakan harus memiliki syarat – syarat sebagai berikut :

1. Daya tahan (*durability*) yaitu kemampuan aspal untuk mempertahankan sifat asalnya akibat pengaruh cuaca selama masa umur pelayanan.
2. Adhesi dan kohesi. Adhesi yaitu kemampuan aspal untuk mengikat agregat sehingga dihasilkan ikatan yang baik antara agregat dan aspal. Kohesi yaitu ikatan didalam molekul aspal untuk tetap mempertahankan agregat tetap ditempatnya setelah terjadi pengikatan.
3. Aspal memiliki sifat termoplastis, sifat ini diperlukan agar aspal tetap dapat memiliki ketahanan terhadap temperatur.
4. Kekerasan aspal, pada pelaksanaan proses pencampuran aspal ke permukaan agregat dan penyemprotan aspal ke permukaan agregat terjadi oksidasi yang menyebabkan aspal menjadi getas dan viskositas bertambah tinggi. Semakin tipis lapisan aspal, semakin besar tingkat kerapuhan aspal dan begitu juga sebaliknya.

5. Sifat pengerjaan (*workability*), aspal yang dipilih lebih baik yang mempunyai *workability* yang cukup dalam pengerjaan pengaspalan jalan. Hal ini akan mempermudah pelaksanaan penghamparan dan pmdatan untuk memperoleh lapisan yang padat dan kuat.

3.1.2 Jenis Aspal

1. Berdasarkan tempat diperolehnya, aspal dapat dibedakan menjadi :
 - a. Aspal alam yaitu aspal yang didapat disuatu tempat di alam dan dapat digunakan sebagaimana diperolehnya atau dengan sedikit pengolahan. Aspal alam merupakan campuran antara bitumen dengan bahan mineral lainnya dalam bentuk bebatuan.
 - b. Aspal minyak yaitu aspal yang merupakan residu dari pengilangan minyak bumi yang diproses sedemikian rupa dengan menggunakan metode tertentu.
2. Berdasarkan bentuk pada temperatur ruang, aspal dapat dibedakan menjadi :
 - a. Aspal padat adalah aspal yang berbentuk padat atau semi padat pada suhu ruang dan menjadi cair jika dipanaskan. Aspal padat dikenal dengan nama semen aspal (*asphalt cement*). Oleh karena itu semen aspal harus dipanaskan terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai bahan pengikat agregat.
 - b. Aspal cair (*cutback asphalt*) adalah aspal yang berbentuk cair pada suhu ruangan. Aspal cair merupaka semen aspal yang dicairkan dengan bahan pencair dari hasil penyulingan minyak bumi seperti minyak tanah, bensin, atau solar.
 - c. Aspal emulsi (*emulsified asphalt*) adalah campuran aspal dengan air dan bahan pengemulsi yang dilakukan di pabrik

pencampur.

Aspal emulsi ini lebih cair daripada aspal cair. Didalam aspal emulsi, butir – butir aspal larut dalam air.

Pada penelitian ini akan digunakan *Asphalt Cement* Penetrasi 60/70, selain itu aspal untuk lapis beton harus memenuhi beberapa syarat sebagaimana tercantum pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Ketentuan – ketentuan untuk Aspal Keras Pen 60/70

Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Persyaratan
Penetrasi pada 25 °C (0,1 mm)	SNI 2456 : 2011	60 – 70
Titik Lembek (°C)	SNI 2434 : 2011	≥ 48
Daktilitas pada pada 25 °C (cm)	SNI 2432 : 2011	≥ 100
Titik Nyala (°C)	SNI 2433 : 2011	≥ 232
Berat Jenis	SNI 2441 : 2011	≥ 1,0

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2018, Perkerasan Aspal

3.2 Agregat

Agregat adalah material yang bersifat kasar dan keras, batu pecah, pasir yang berasal dari alam maupun buatan yang berbentuk antara lain batu bersudut dan batu bulat. Agregat Kasar (*Coarse Agregate*) adalah material yang tertahan pada saringan no.8 (2,36 mm). Agregat Halus (*Fine Agregate*) agregat yang tertahan di saringan No. 200 (0,08mm). Agregat dapat meningkatkan stabilitas campuran dengan penguncian (*interlocking*) antara butiran. Selain itu agregat halus juga mengisi ruang antara butir, bahan ini dapat terdiri dari butir-butiran batu pecah atau pasir alam atau campuran dari keduanya (Bella Ayu Pratiwi, 2010).

Sifat agregat menentukan kualitasnya sebagai bahan material perkerasan jalan, dimana agregat itu sendiri merupakan bahan yang kaku dan keras. Agregat dengan kualitas dan mutu yang baik dibutuhkan untuk lapisan permukaan yang langsung memikul beban lalu lintas dan menyebarkannya ke

lapisan dibawahnya (Sukirman, 2003).

3.2.1 Agregat Kasar

Fraksi agregat kasar untuk rancangan campuran adalah yang tertahan ayakan No.4 (4,75 mm), yaitu harus terdiri dari batu pecah dan haruslah bersih, keras, awet dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya serta memenuhi ketentuan persyaratan sebagai berikut antara lain :

Tabel 2.2 Ketentuan Agregat Kasar

Pengujian		Metoda Pengujian	Nilai
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan	natrium sulfat	SNI 3407:2008	Maks. 12 %
	magnesium sulfat		Maks. 18 %
Abrasi dengan mesin Los Angeles ¹⁾	Campuran AC Modifikasi dan SMA	100 putaran	Maks. 6%
		500 putaran	Maks. 30%
	Semua jenis campuran beraspal bergradasi lainnya	100 putaran	Maks. 8%
		500 putaran	Maks. 40%
Kelekatan agregat terhadap aspal		SNI 2439:2011	Min. 95 %
Butir Pecah pada Agregat Kasar	SMA	SNI 7619:2012	100/90 ^{*)}
	Lainnya		95/90 ^{**)}
Partikel Pipih dan Lonjong	SMA	ASTM D4791-10 Perbandingan 1 : 5	Maks. 5%
	Lainnya		Maks. 10 %
Material lolos Ayakan No.200		SNI ASTM C117: 2012	Maks. 1%

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum 2018

Catatan :

(*) 100/90 menunjukkan bahwa 100% agregat kasar mempunyai muka bidang pecahsatu atau lebih dan 90% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah dua atau lebih.

(*) 96/90 menunjukkan bahwa 95% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah satu atau lebih dan 90% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah dua atau lebih.

3.2.2 Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat yang lolos saringan No. 8 (2,36 mm), dan tertahan pada saringan No. 200 (0,075 mm) yang terdiri dari batu pecah tersaring dan atau pasir alam yang bersih, keras, dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya. Karakteristik agregat halus yang menjadi salah satu tumpuan bagi campuran aspal yang terletak pada jenis, bentuk, dan tekstur.

permukaan dari agregat halus tersebut. Fungsi agregat halus pada campuran beraspal:

1. Menambah stabilitas dari campuran dengan memperkokoh sifat saling mengunci dari agregat kasar dan untuk mengurangi rongga udara agregat kasar.
2. Keseimbangan komposisi penggunaan agregat kasar dan halus penting agar diperoleh permukaan yang tidak licin dengan jumlah kadar aspal yang diinginkan.

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. Adapun persyaratan dan spesifikasi gradasi agregat halus sebagai berikut :

Tabel 2.3 Ketentuan Agregat Halus

Pengujian	Metode Pengujian	Nilai
Nilai setara pasir	SNI 03-4428-1997	Min 50%
Uji Kadar Rongga Tanpa Pemasatan	SNI 03-6877-2002	Min 45
Gumpalan Lempung Dab Butir-Butir Mudah Pecah Dalam Agregat	SNI 03-4141-1996	Min 1%
Agregat Lolol Ayakan No.200	SNI ASTM C117: 2012	Max. 10%

Sumber: Kementrian Pekerjaan Umum 2018

Agregat halus dapat berupa pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu. Adapun syarat-syarat dari agregat halus yang digunakan menurut SK.SNI.S-04- 1989-F, antara lain :

1. Butirannya tajam, kuat dan keras.
2. Bersifat kekal, tidak pecah atau hancur karena pengaruh cuaca serta menambah stabilitas dari campuran dan komposisi penggunaan agregat kasar dan halus agar di peroleh permukaan yang tidak licin.
3. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur (bagian yang dapat melewati ayakan 0,060 mm) lebih dari 5 %. Apabila lebih dari 5 % maka pasir harus di cuci.
4. Tidak boleh mengandung zat organik, karena akan mempengaruhi mutu beton. Bila direndam dalam larutan 3 % NaOH, cairan diatas endapan tidak boleh lebih gelap dari warna larutan pembanding.
5. Harus mempunyai variasi besar butir (gradasi) yang baik, sehingga rongganya sedikit. Mempunyai modulus kehalusan antara 1,5-3,8. Apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan, harus masuk salah satu daerah susunan butir menurut zone 1, 2, 3 atau 4.

3.3 Bahan Pengisi (Filler)

Bahan pengisi (*filler*) dapat menggunakan abu batu tapi pada penelitian ini digunakan limbah strapping band sebagai bahan tambah. Bahan pengisi harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan dan merupakan bahan yang 75% lolos ayakan No. 200 dan mempunyai sifat non-plastis.

II.4 Aspal Minyak

Aspal minyak merupakan bahan alam tersisa yang tidak dapat lagi diproses baik itu secara ekonomi. Aspal minyak atau juga dikenal sebagai aspal buatan yang merupakan hasil destilasio minyak bumi berdasarkan jenis bahan dasarnya.

Jenis-jenis produk aspal minyak :

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

Tabel 2.4 Hasil Pengujian Karakteristik Aspal Minyak Penetrasi 60/70

No	Jenis Pengujian	Syarat	Hasil
1	Berat Jenis	$\geq 1,0$	1,09
2	Penetrasi (mm)	$\geq 60 - 70$	61,6
3	Daktalitas (cm)	≥ 100	164
4	Titik Nyala ($^{\circ}\text{c}$)	≥ 232	312
5	Kelarutan TCE (%)	≥ 99	99,47
6	Titik Lembek ($^{\circ}\text{c}$)	≥ 48	48

Sumber : PT. Summitama Intinus

II.5 Lapisan Aspal Beton (LASTON)

Lapisan aspal beton (laston) adalah suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat, dicampur dan dihampar dalam keadaan panas serta dipadatkan pada suhu tertentu. Ciri lain yang dimiliki laston yaitu memiliki sedikit rongga dalam struktur agregatnya, saling mengunci satu dengan yang lainnya, oleh karena itu aspal beton memiliki sifat stabilitas tinggi dan relatif kaku.

Sesuai dengan fungsinya, lapisan aspal beton mempunyai 3 macam campuran yaitu :

1. Laston sebagai lapisan aus, dikenal dengan nama AC – WC

- (*Asphalt Concrete –Wearing Course*), dengan tebal nominal minimum adalah 4 cm.
2. Laston sebagai lapisan antara, dikenal dengan nama AC – BC (*Asphalt Concrete – Binder Course*), dengan tebal nominal minimum adalah 6 cm.
 3. Laston sebagai lapisan pondasi, dikenal dengan nama AC – Base (*Asphalt Concrete – Base*), dengan tebal nominal minimum adalah 7,5 cm.

Sebagai lapis permukaan perkerasan jalan, laston mempunyai nilai struktur, kedap air, dan mempunyai stabilitas tinggi. Ketentuan sifat – sifat campuran beraspal panas menurut Spesifikasi Bina Marga 2010 menjadi acuan dalam penelitian ini, tertera pada Tabel 2.5 berikut :

Tabel 2.5 Ketentuan Sifat – Sifat Campuran Lapis Aspal Beton

Sifat-sifat campuran		Laston		
		Lapis aus	Lapis Antara	Pondasi
Jumlah tumbukan perbidang		75		112
Rasio partikel lolos ayakan 0,075 mm dengan kadar aspa Efektif	Min.	0,6		
	Maks.	1,2		
Rongga dalam campuran	Min.	3,0		
	Maks.	5,0		
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	Min.	15	14	13
Rongga terisi aspal (VFA) (%)	Min.	65	65	65
Stabilitas <i>Marshall</i> (kg)	Min.	800		1800
Pelelehan (mm)	Min.	2		3
	Maks.	4		6
Stabilitas marshall sisa (%) Setelah perendaman selama 24 jam, 60°C	Min.	90		

Rongga dalam campuran (%) pada padatan membal	Min.	2
---	------	---

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Divisi 6 Perkerasan Aspal

5.1 Lapis Aus (AC-WC)

Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC) merupakan salah satu lapisan dari tiga lapisan perkerasan jalan yang memiliki ketebalan minimum 4cm, dan lapisan ini adalah lapisan uas atau lapis permukaan yang mempunyai tekstur lebih halus dibandingkan dengan lapisan lainnya. Lapisan ini berhubungan langsung dengan roda kendaraan yang dirancang untuk tahan terhadap cuaca, gaya geser, tekanan roda kendaraan serta memberikan lapis terhadap t kedap air untuk lapisan dibawahnya.

Fungsi dari Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC), yaitu:

1. Menyebarkan beban ke lapisan di bawahnya.
2. Menyelimuti perkerasan dari pengaruh air.
3. Menyediakan permukaan yang halus
4. Menyediakan permukaan yang mempunyai karakteristik yang kesat dan rata sehingga aman dan nyaman untuk dilalui lalu-lintas.

II.6 Karateristik Marshall

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

Adapun Sifat Karakteristik Pengujian Marshall Sebagai Berikut :

6.1 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 antara gregat (*interlocking*), daya lekat (*cohesion*), gesekan antar butiran agregat (*internal friction*), dan kadar aspal pada campuran.

Proses pemakaian aspal pada campuran akan menentukan nilai stabilitas campuran tersebut. Adanya 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.

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

dimana :

Stability = Stabilitas Marshall ($v_{im} \times v_{ma}$);

O = Pembacaan arloji stabilitas (Lbf);

E' = Angka korelasi volume benda uji;

Q = Kalibrasi alat Marshall

6.2 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 (Ansori, 2017).

6.3 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.

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

6.4 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

6.5 VMA (*Void In Mineral Agregate*)

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

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

Keterangan :

VMA = Volume Pori Antar Agregat didalam

Campuran G_{mb} = Berat jenis Bulk campuran

P_s = Kadar Agregat

G_{sb} = Berat jenis Bulk dari agregat

6.6 VFB (*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.7 Metode Pengujian Cantabro

Pengujian nilai Cantabro menggambarkan ketahanan benda uji terhadap keausan dengan menggunakan mesin Los Angeles. Proses pengujian benda uji dalam kondisi Kadar Aspal Optimum dengan variasi sebesar 5%, 5,5% dan 6% dengan komposisi filler 75%. Sebelum dimasukkan ke dalam mesin Los Angeles ditimbang berat awal setelah itu benda uji dimasukkan ke dalam mesin Los Angeles. Pengujian Cantabro memberikan gambaran sejauh mana ketahanan perkerasan aspal terhadap menahan gesekan antara roda kendaraan dengan permukaan jalan. Berikut cara pengujian Cantabro :

- a. Timbang dan catat benda uji
- b. Pada pengujian ini, benda uji didiamkan dengan suhu ruang selama ± 24 jam.
- c. Setelah itu, masukkan benda uji ke dalam alat pengujian abrasi mesin Los Angeles dengan putaran sebanyak 300 putaran tanpa menggunakan bola baja. 4
- d. Kemudian timbang dan catat benda uji setelah pengujian.

II.8 Limbah Strapping Band

Pada awalnya plastik terbuat dari minyak dan gas sebagai sumber alami. Plastik merupakan polimer yang mempunyai keunggulan yaitu sifatnya yang kuat tetapi ringan, tidak karatan dan bersifat termoplastis serta dapat diberi warna. Sejumlah plastik yang digunakan dalam waktu singkat akan menjadi limbah. Sampah (limbah) plastik akan berdampak negatif terhadap lingkungan karena tidak dapat terurai dengan cepat. Limbah plastik yang dibuang sembarangan juga

dapat menyumbat saluran drainase, selokan dan sungai sehingga dapat menyebabkan banjir. Limbah plastik yang dibakar juga dapat membuat udara sangat tercemar oleh karena asap yang dikeluarkan dan dapat mengeluarkan zat – zat berbahaya bagi kesehatan manusia, seperti : zat karbon monoksida, dioksin, volatil, dan zat – zat berbahaya lainnya.

Plastik adalah bahan yang sangat serbaguna dan banyak digunakan untuk keperluan sehari – hari. Plastik menjadi bahan baku yang murah, efektif dan mudah didapatkan. Setiap sektor dari kehidupan manusia tidak lepas dari penggunaan plastik mulai dari kemasan, elektronik, alat komunikasi dan lainnya. Plastik bersifat *non-biodegradable* sehingga limbah plastik tidak dapat terdegradasi selama 4.500 tahun. Akibatnya lingkungan menjadi tercemar apabila limbah plastik tidak ditangani secara benar.

Salah satu modifier yang banyak digunakan untuk meningkatkan kualitas campuran beraspal adalah dengan polimer. Sementara plastik merupakan bahan yang mengandung senyawa polimer. Dengan demikian limbah plastik berpotensi untuk dapat dijadikan sebagai bahan tambah pada campuran beraspal.

Pada awal tahun 2017 dilakukan penelitian dengan fokus pemanfaatan kantong plastik (tas kresek) oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan (Pusjatan). Berdasarkan penelitian tersebut, penggunaan sampah plastik dalam campuran aspal menghasilkan campuran yang bersifat tahan terhadap deformasi dan lebih baik dalam ketahanan lelah (*fatigue*). Pada dasarnya teknologi ini merupakan bagian dari pengurangan limbah plastik yang membawa dampak buruk bagi lingkungan. Secara umum terdapat tujuh pengelompokan limbah plastik yang biasa digunakan. Dapat dilihat seperti pada Tabel 2.6

Tabel 2.6 Jenis – Jenis Limbah Plastik

JENIS LIMBAH PLASTIK	CONTOH
<i>Low density polyethylene (LDPE)</i>	Kantong plastik
<i>High density polyethylene (HDPE)</i>	Tutup botol minuman
<i>Polyethylene teryphthalate (PET)</i>	Botol minuman
<i>Polypropylene (PP)</i>	Bungkus kemasan makanan
<i>Polystryrene (PS)</i>	Sterofoam, cangkir minum sekali Pakai
<i>Polyvinyl Chloride (PVC)</i>	Pipa saluran, kabel listrik
<i>Vinyl (Polyvinyl Chloride)</i>	

Sumber : Penerapan Skala Penuh Teknologi Aspal Limbah Plastik
BALITBANG dan BBPJN VIII Surabaya

Berikut adalah gambar limbah strapping band yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 2.4 Limbah Strapping Band

II.9 Penelitian Terdahulu

Penyusunan Tugas Akhir ini bukan merupakan penelitian pertama dilakukan melainkan ada penyusun Tugas Akhir sebelumnya yang melakukan penulisan, diantaranya :

1. Safrin Zuraidah, 2018, Penggunaan Serat *Polypropylene* Dari Limbah Strapping Band Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton Ringan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan di Laboratorium Universitas DR. Soetomo Surabaya mengenai pengaruh penggunaan limbah serat polypropylene dari bahan strapping band terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton dapat disimpulkan bahwa:

- a. Pengaruh kuat tekan dan kuat tarik belah Beton ringan menunjukkan bahwa penambahan serat poliprohylene dari bahan strapping band dapat meningkatkan kuat tarik belah, namun di sisi lain dapat menurunkan kuat tekan Beton.
- b. Kuat tekan maksimum Beton ringan dengan bahan tambahan fiber strapping band pada FS 9%, pada umur 28 hari sebesar 8,58 N/mm²(1,06 %).
- c. Kuat tarik belah maksimum Beton ringan dengan penambahan fiber strappingband pada FS 9% , umur 28 hari dengan kuat tarik belah sebesar 0,45 N/mm²(18,42 %).

Adapun kesamaan dalam penelitian ini menggunakan limbah *strapping band*

2. Eka Saputra Panca Darma, 2012, Pengaruh Penggunaan Serat Polypropelyne Dari Bahan Strapping-Band Terhadap Kemampuan Mekanik Propertis Beton

Dari hasil penelitian dan pengamatan yang telah dilakukan pada beton fc' k-400 dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- a. Beton dengan serat polypropeline bagus dalam hal tarik dan lentur, dan kurang terhadap kuat tekan dan pola retak
- b. Kuat tekan berkurang 1.56 % untuk serat polos dari beton normal.
- c. Kuat tekan berkurang 2.77 % untuk serat berpola dari beton normal
- d. Kuat tarik mortar paling optimum pada serat polypropelyne 3 % sebesar 28.98 % dari mortar normal
- e. Penurunan suhu beton fiber segar tidak terlalu besar dari beton normal
- f. Kuat lentur beton yang didapatkan pada beton fiber dengan serat berpola adalah 44. 187 kg/cm² pada penambahan 3 % serat, dan 42. 438 kg/cm² untuk kadar 0%, kuat lentur ini meningkat sebesar 4.12 %.

Adapun kesamaan dalam penelitian ini Menggunakan Limbah *Strapping Band*

3. Sugiyatno, 2020, Karakteristik Paving Block dengan Penambahan Filler Limbah Marmer dan Fiber Serat Strapping Band.

Penelitian yang telah dilakukan pada penambahan filler dari serbuk marmer dan fiber dari strapping band pada campuran bahan paving normal (1semen : 8 pasir), disimpulkan sebagai berikut:

- a. Penambahan filler pada campuran bahan paving relative tidak menambah nilai kuat tekan paving, begitu pula pada penambahan fiber.
- b. Pengujian beban kejut pada penambahan serbuk marmer tidak meningkatkan ketahanan kejut dari paving. Paving dengan penambahan serat strapping band 0,5% dapat meningkatkan nilai ketahanan kejut sampai 516 % dari paving normal. Penambahan fiber pada paving yang mengandung filler 20 %, nilai ketahanan kejut dapat meningkat sampai 357 % pada kadar 0,75 %.
- c. Nilai penyerapan air pada paving yang ditambah filler akan cenderung turun, sebaliknya paving yang ditambahkan fiber

penyerapan airnya bertambah. Penyerapan terbesar terjadi pada paving dengan jumlah fiber 0,75 %.

- d. Performance paving (kuat tekan dan ketahanan kejut) tidak dapat dilakukan dengan penambahan filler serbuk marmer. Penambahan fiber akan meningkatkan ketahanan kejut paving yang cukup baik dengan kadar sampai 0,5 %.

Adapun kesamaan dalam penelitian ini Menggunakan Limbah *Strapping Band*

4. Ratna, 2015, Penelitian Awal Tentang Pemanfaatan Polyethylene Strapping Band Sebagai Tulangan Pada Balok Beton Bertulang.

Berdasarkan hasil penelitian di laboratorium dan analisa data-data yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa :

- a. Hasil tes tarik *polyethylene strap* secara individu (1910 Embossed) menyatakan :

- 1). nilai tegangan (σ) = 99,544 – 276,416 MPa.

- 2). regangan (ϵ) = 0,00168 – 0,00264.

- 3). modulus elastisitas (E) = $0,518 \times 10^5$ – $1,044 \times 10^5$ MPa.

Hasil tes lentur dari balok bertulang yang menggunakan polyethylene strap 1910 Embossed menyatakan :

- 1). nilai tegangan (σ) = 133,5 – 219,4 MPa.

- 2). regangan (ϵ) = 0,00236 – 0,0076.

- 3). modulus elastisitas (E) = $0,221 \times 10^5$ – $0,711 \times 10^5$ MPa.

- b. Hasil tes tarik dan tes lentur membuktikan bahwa nilai modulus elastisitas (E) dari polyethylene strapping band yang diuji secara individu dengan polyethylene strapping band yang diuji secara composite dengan balok beton menjadi lebih kecil sekitar 50% hingga 60%.

- c. Nilai tegangan (σ), regangan (ϵ), dan modulus elastisitas (E) dari polyethylene strapping band yang didapatkan dari tes lentur balok

beton (dengan tulangan polyethylene strap 1910 Embossed) masih berkisar pada nilai yang didapatkan dari tes tarik individu polyethyelene strap jenis 1910 embossed.

- d. Hasil tes lentur menunjukkan bahwa pemasangan tulangan polyethylene strapping band secara vertikal dapat memikul beban lebih besar.

Adapun kesamaan dalam penelitian ini Menggunakan Limbah Strapping Band.

5. Kurnia Hadi Putra & Jamila Wahdana (2019) Studi Experimental Penambahan Limbah Keramik Sebagai Agregat Halus Pada Campuran Laston (AC-WC) Terhadap Karasteristik Uji Marshall.

Berdasarkan hasil penelitian di laboratorium dan analisa data-data yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa :

- a. Pengujian marshal yang telah dilakukan memenuhi seluruh spesifikasi
- b. Penambahan limbah keramik sebesar 25% dimana diperoleh nilai *VIM* sebesar 4.09%, nilai *VMA* sebesar 15,52%, *VFB* sebesar 73,65%, nilai flow sebesar 2.50 mm, nilai stabilitas 1299.83 kg dan nilai Marshall Quotient sebesar 519.93kg/mm

Adapun kesamaan dalam penelitian ini Menggunakan metode Pengujian Marshall dan Cantabro.

BAB III

METODE PENELITIAN

III.1 Waktu dan Lokasi

Adapun Penelitian akan di laksanakan selama dua bulan dimulai dari bulan Februari 2022 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

2.1 Alat

1. Alat Pengujian Agregat

Adapun Alat Pengujian yang digunakan pada pengujian agregat sebagai berikut:

1. *Automatic Asphalt Compactor*
 2. Ayakan dengan nomor saringan 1,5", 1", ¾", ½", 3/8", #4,#8, #16,#30, #50, #100, #200
 3. Mesin penggetar ayakan (Sieve Shaker)
 4. Oven
 5. Timbangan (kapasitas 50 kg)
 6. Alat uji berat jenis
 7. Bak perendam
 8. Alat pengujian *Marshall Test*
 9. Alat pengujian Cantabro yaitu mesin Los Angeles
2. Adapun Alat bantu yang akan digunakan pada pengujian sebagai berikut :
1. Ejektor
 2. Panci Pencampur
 3. Kompor pemanas

4. Termometer
5. Sendok pengaduk
6. Kaos tangan
7. Spatula
8. Timbangan

2.2 Bahan

Adapun bahan yang akan digunakan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Agregat Kasar
2. Agregat halus
3. Aspal yang digunakan adalah aspal keras penetrasi 60/70.
4. Limbah *strapping band*

III.3 Metode Pengumpulan Data

Proses dalam memperoleh data sebagai bahan utama dalam penelitian ini, akan digunakan dua metode pengumpulan data sebagai berikut:

1. Studi pustaka, untuk memperoleh data sekunder dengan membaca buku, artikel ilmiah sebagai landasan teori dalam menuju kesempurnaan penelitian ini.

Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung dari objek atau subjek penelitian tersebut (Andi Ibrahim Yunus, 77:2022).

Metode analisa dokumentasi adalah metode pengambilan data kualitatif yang menggunakan analisa terhadap beberapa dokumen dari peneliti yang telah melaksanakan penelitian sebelumnya mengenai objek penelitian (Andi Ibrahim Yunus, 80:2022).

2. Pemeriksaan sampel dilakukan di laboratorium untuk mendapatkan data primer yang akan digunakan dalam menganalisa hasil dari penelitian yang dilaksanakan.

Data primer adalah data yang dikumpulkan dan diolah oleh kita

sendiri dengan penelitian langsung dari subjek maupun objek penelitian (Andi Ibrahim Yunus, 77:2022).

Data kuantitatif adalah data yang dikumpulkan dalam bentuk angka yang pasti / akurat (Andi Ibrahim Yunus, 77:2022).

Metode eksperimen sungguhan (*True-Experimental Research*) digunakan dalam penelitian ini dengan mengadakan kegiatan percobaan di laboratorium. Aspal di produksi dengan menggunakan jenis agregat langsung dari stonecruser dan bitumen yang sama. Selanjutnya dilakukan observasi untuk mengetahui nilai karakteristik Marshall.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu penelitian di laboratorium, dengan mengacu pada:

1. Standar Nasional Indonesia (SNI),
2. Spesifikasi Bina Marga Tahun 2010

3.1 Metode Design

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Pengujian Sifat Bahan

Bahan bahan yang digunakan pada campuran aspal terlebih dahulu di uji karakteristiknya dari masing-masing bahan agregat kasar, agregat halus maupun pengujian terhadap aspal minyak dimana metode pengujian mengacu pada Standar Nasional Indonesia dan pengujian ini dilakukan di laboratorium.

Tahap awal penelitian yang dilakukan di laboratorium adalah pemeriksaan mutu bahan aspal minyak dan mutu agregat yang akan digunakan pada percobaan campuran beraspal. Berikut adalah tahapan pengujian sifat bahan:

- a. Pengujian Material Agregat

Tahap awal penelitian yang dilakukan di laboratorium adalah pemeriksaan mutu bahan-bahan dalam campuran aspal terlebih dahulu di uji karakteristiknya.

Tabel 3.1 Metode Pengujian Agregat Kasar

Pengujian	Metode Pengujian	Nilai
Abrasi dengan mesin Los Angeles	SNI 2417-2008	Maks.30%
Partikel pipih dan lonjong	ASTM D479	Maks. 10%
Material lolos saringan No. 200	SNI 03-4142-1996	Maks 1%
Berat Jenis	SNI 03-1959-1990	Maks 0,2 agregat halus
Penyerapan air	SNI-03-1959-1990	Maks 3%

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, 2010.

Berdasarkan tabel diatas terlihat bahwa beberapa metode pengujian agregat kasar, salah satu diantaranya material lolos saringan 200 yang mengacu pada SNI 03-4142-1996.

Tabel 3.2 Metode Pengujian Agregat Halus

Pengujian	Metode Pengujian	Nilai
Material lolos saringan No.200	SNI 03-4428-1997	Maks. 8%
Berat Jenis	SNI 03-1970-1990	Maks 0,2
Penyerapan air	SNI 03-1970-1990	Maks. 3%
Berat isi	-	

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, 2010

b. Pemilihan Tipe Gradasi

Gradasi agregat mempengaruhi besarnya rongga antar butir yang akan menentukan stabilitas dan kemudahan dalam proses pelaksanaan. Gradasi agregat mempengaruhi besarnya rongga antar butir yang akan menentukan stabilitas dan kemudahan dalam proses pelaksanaan.

Penelitian ini mengacu pada standar gradasi Spesifikasi Bina Marga Tahun 2010 dengan menggunakan bahan pengikat aspal minyak.

III.4 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

1. Tahap Persiapan/ Studi literature

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 pemeriksaan sifat fisik material agregat

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 digunakan yaitu SNI.

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 Tabel 3.3

Tabel 3.3 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 Angeles	SNI 2417-2008	
Indeks Kepipihan	SNI 03-4137-1996	
Sand Equivalent	SNI 03-4428-1997	

Sumber: Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga 2010

4. Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji menggunakan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Mempersiapkan agregat sesuai dengan komposisi variasi campuran

yangtelah ditentukan.

- b. Panaskan agregat hingga mencapai suhu $\pm 150^{\circ}\text{C}$
- c. Setelah mencapai suhu tersebut, campurkan agregat dengan aspal minyak
- d. Campuran dipadatkan dengan *Marshall Compaction* pada suhu $\pm 120^{\circ}\text{C}$, dengan tumbukan sebanyak 2×75

Pengujian yang akan dilakukan yakni komposisi campuran lapisan aspal (AC-WC). Setelah pengujian bahan material dan memenuhi spesifikasi untuk pembuatan benda uji. ketentuan yang akan digunakan pada penelitian ini akan mengacu pada ketentuan campuran lapisan aspal (AC-WC) yaitu :

Tabel 3.4 Jumlah Benda Uji

No.	Variasi Filler Limbah Strapping Band	Pengujian Marshall	Pengujian Kantabro
1	0%	3	3
2	2%	3	3
3	4%	3	3
4	6%	3	3
	Jumlah	24	

5. Pengujian Benda Uji

Pada pengujian ini menggunakan metode Pengujian karakteristik *Marshall*. Metode pengujian yang dilakukan ditunjukkan pada tabel 3.5. pengujian yang dilakukan terhadap benda uji yang berupa briket aspal.

Tabel 3.5 Pengujian dan Metode Pengujian Karakteristik

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

A. Cara-cara pengujian Marshall, sebagai berikut:

- a. Timbang dan catat briket benda uji.
- b. Rendam benda uji di dalam air biasa selama ± 24 jam.
- c. Keluarkan benda uji setelah benda uji direndam selama ± 24 jam kemudian timbang benda uji di dalam air dan dalam keadaan kering permukaan.
- d. Setelah itu, rendam benda uji dalam bak perendam (*water bath*) selama 30 – 40 menit dengan suhu tetap 60°C ($\pm 1^{\circ}\text{C}$).
- e. 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).
- f. Memasang segmen atas di atas benda uji, dan letakkan keseluruhannya dalam mesin penguji.
- g. Memasang arloji pengukur alir (*flow*) pada kedudukannya di atas salah satu batang penunjuk dan atur kedudukan jarum penunjuk pada angka nol, sementara selubung tangkai arloji (*sleeve*) dipegang teguh terhadap segmen atas kepala penekan.
- h. Sebelum pembebanan diberikan, kepala penekan beserta benda ujinya dinaikkan sehingga menyentuh alas cincin penguji.
- i. Mengatur jarum arloji tekan pada kedudukan angka nol.
- j. 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.

- k. Mencatat nilai alir (*flow*) yang ditunjukkan oleh jarum arloji pengukur alir pada saat pembebanan maksimum tercapai.

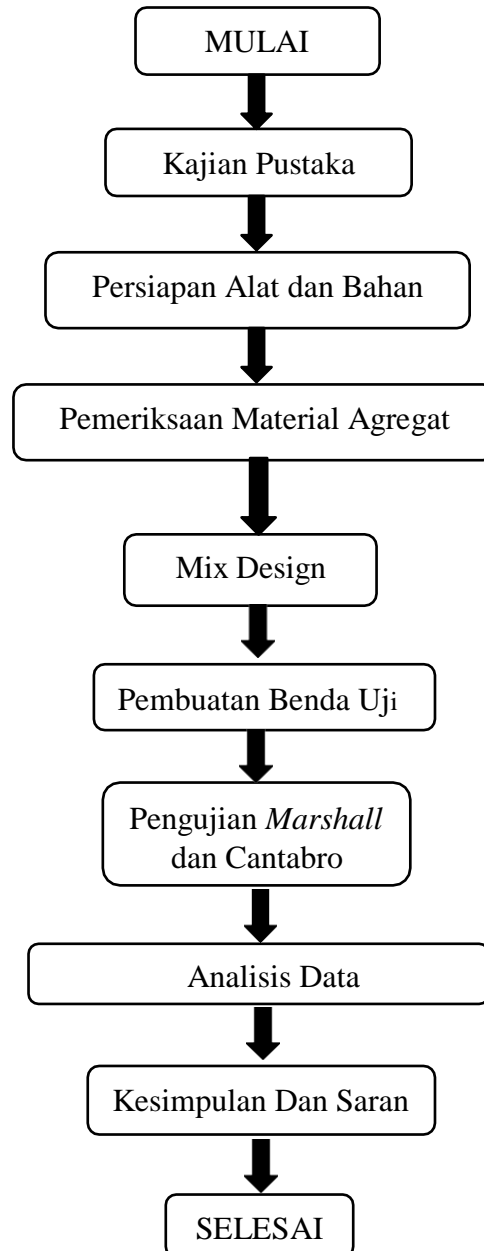
B. Cara Pengujian Cantabro

- a. Timbang dan catat benda uji
- b. Pada pengujian ini, benda uji di diamkan dengan suhu ruang selama ± 24 jam.
- c. Setelah itu, masukkan benda uji ke dalam alat pengujian abrasi mesin *Los Angeles* dengan putaran sebanyak 300 putaran tanpa menggunakan bola baja.
- d. Kemudian timbang dan catat benda uji setelah pengujian

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 analisa data pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai karakteristik *Marshal* dan nilai abrasi

III.6 Bagan Alur Penelitian



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Hasil Uji Karakteristik Material

IV.1.1 Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat

Pada hasil-hasil pengujian sifat fisik agregat ini yang digunakan dalam penelitian ini, secara keseluruhan memenuhi standar yang diisyaratkan dalam pengujian mutu agregat. Pengujian sifat fisik agregat ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Fajar.

A. Sifat fisik Agregat Kasar

Hasil pengujian dari sifat fisik agregat kasar dilakukan sesuai dengan metode pengujian dari (SNI). Dengan hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel IV.1

Tabel IV. 1 Sifat-sifat Fisik Agregat Kasar (kerikil)

No.	Jenis Pengujian	Spesifikasi Bina Marga	Hasil Pengujian	Keterangan
1	Penyerapanair (%)	Maks. 3	2.91	Memenuhi (lampiran 1)
2	Berat JenisSpesifik (%)			
	a. Berat Jenis Bulk	Maks. 3	2.31	Memenuhi (lampiran 1)
	b. Berat Jenis SSD	Maks. 3	2.37	Memenuhi (lampiran 1)
	c. Berat Jenis Semu	Maks. 3	2.47	Memenuhi (lampiran 1)
3	Keausan (%)	Maks. 40	31.8	Memenuhi (lampiran 3)
4	IndeksKepipihan (%)	Maks. 30	24.8	Memenuhi (lampiran 4)

Sumber : Hasil pengujian dan perhitungan Laboratorium Teknik Sipil, UNIFA

B. Sifat Fisik Agregat Halus

Hasil pengujian dari sifat fisik agregat kasar dilakukan sesuai dengan metode pengujian dari Standar Nasional Indonesia (SNI). Dengan hasil pengujian,

terlihat pada Tabel IV.2.

Tabel IV. 2 Sifat-sifat Fisik Agregat Halus (pasir)

No	Pengujian	Nilai Spesifikasi Bina Marga	Hasil pengujian	Keterangan
1.	Penyerapan air (%)	Maks. 3	2.57	Memenuhi (lampiran 2)
2.	Berat Jenis Spesifik (%)			
	a. Berat Jenis Bulk	Maks. 3	2.02	Memenuhi (lampiran 2)
	b. Berat Jenis SSD	Maks. 3	2.06	Memenuhi (lampiran 2)
	c. Berat Jenis Semu	Maks. 3	2.12	Memenuhi (lampiran 2)
3.	Kadar Lumpur (%)	Maks. 5	4.73	Memenuhi (lampiran 5)

Sumber : Hasil pengujian dan perhitungan Laboratorium Teknik Sipil UNIFA

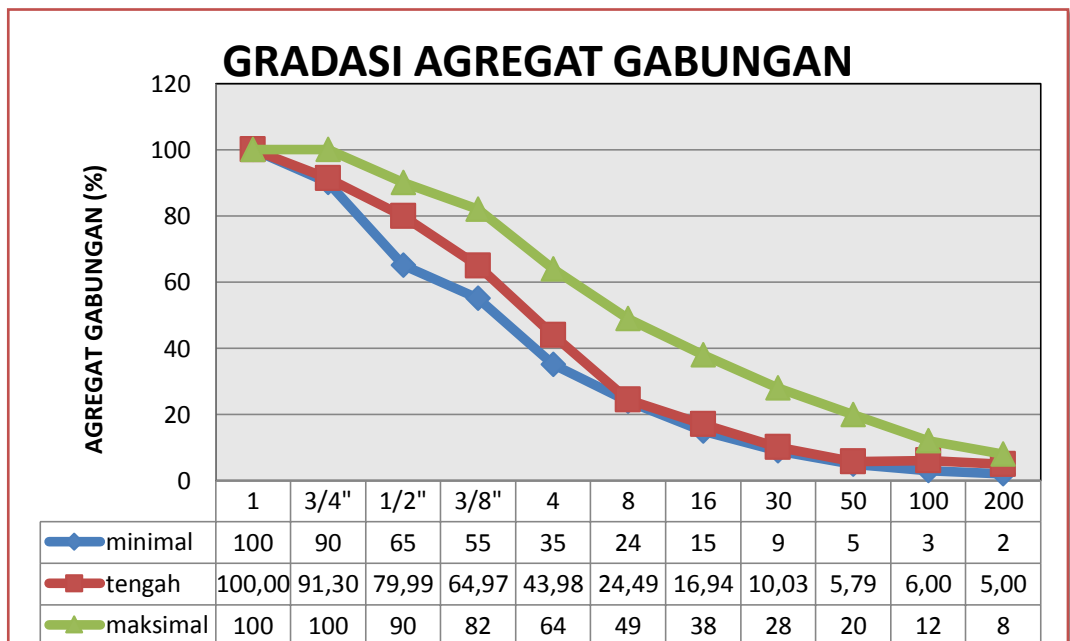
IV.2 Gradasi gabungan Agregat

Penentuan gradasi gabungan agregat sesuai dengan Spesifikasi Umum Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum.

Tabel IV. 3 Gradasi Gabungan Agregat

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	14.10	6.50
25	% BATCH	25	25	25	25	22.43	17.00	11.63	6.05	3.53	1.63
DEBU BATU	% PASS	100	100	100	100	85.00	68.10	48.30	36.20	20.60	5.20
11	% BATCH	11	11	11	11	9.35	7.49	5.31	3.98	2.27	0.57
AGREGAT GABUNGAN		100.00	91.30	79.99	64.97	43.98	24.49	16.94	10.03	6	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



Sumber: Hasil Pengujian dan Perhitungan Laboratorium Teknik Sipil, UNIFA

Gambar IV. 1 Grafik Gradasi Agregat Gabungan

Pada Tabel IV.3 dan Gambar IV.1 menunjukkan bahwa pada gradasi gabungan agregat pada penelitian ini telah memenuhi nilai pada Spesifikasi

Umum Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum. Adapun persentase pada masing-masing agregat yang digunakan pada penelitian ini yaitu agregat kasar :64%, agregat halus : 25%, abu batu : 11%, dan bahan tambah serta presentase penetrasi aspal minyak 60/70 sebesar 6%.

IV.3 Pengujian Campuran Aspal

4.3.1 Marshall Test

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

Tabel IV.4 Pengujian Marshall

Variasi limbah Strapping Band	No. Sampel	Nilai Hasil Pengujian Marshall					
		VMA (%)	VFB (%)	VIM (%)	Stabilitas (gr)	Flow (mm)	MQ (gr/mm)
0%	1	14.41	80.17	2.86	1240	2.85	435.09
	2	13.65	85.42	1.99	1116	2.80	398.57
	3	16.28	69.44	4.97	620	3.90	158.97
Rata-rata		14.78	78.34	3.27	992.00	3.18	330.88
2%	1	15.08	76.02	3.62	905.20	3.73	242.68
	2	17.95	61.73	6.87	992.00	2.25	440.89
	3	14.12	82.12	2.52	1023.00	3.24	315.74
Rata-rata		15.72	73.29	4.34	973.40	3.07	333.10
4%	1	15.99	70.90	4.65	682.00	2.70	252.59
	2	16.56	68.04	5.29	899.00	2.28	394.30
	3	13.09	89.63	1,36	930.00	2.45	379.59
Rata-rata		15.21	76.19	3.77	837.00	2.48	342.16
6%	1	15.39	74.23	3.97	682.00	2.70	252.59
	2	19.19	60.57	2.29	843.20	2.28	369.82
	3	19.07	57.31	8.14	930.00	2.45	379.59
Rata-rata		17.88	64.04	4.80	818.40	2.48	334.00

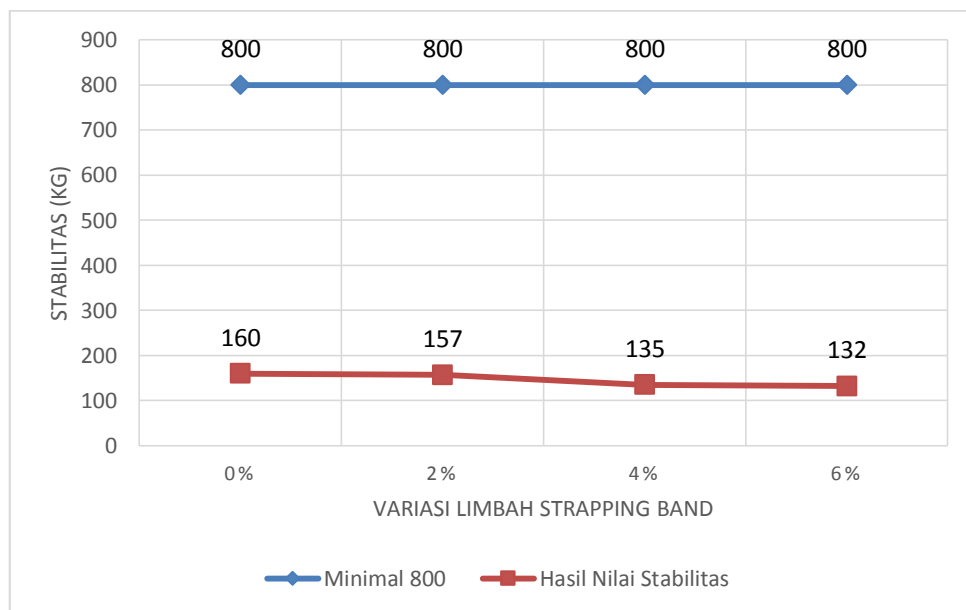
Sumber: Hasil Pengujian dan Perhitungan Laboratorium Teknik Sipil, UNIFA



Gambar 4.2 Pengujian Marshall

A. Stabilitas

Berdasarkan Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018 yang mengisyaratkan nilai minimal pada stabilitas adalah 800 Kg. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat pada Gambar IV.2

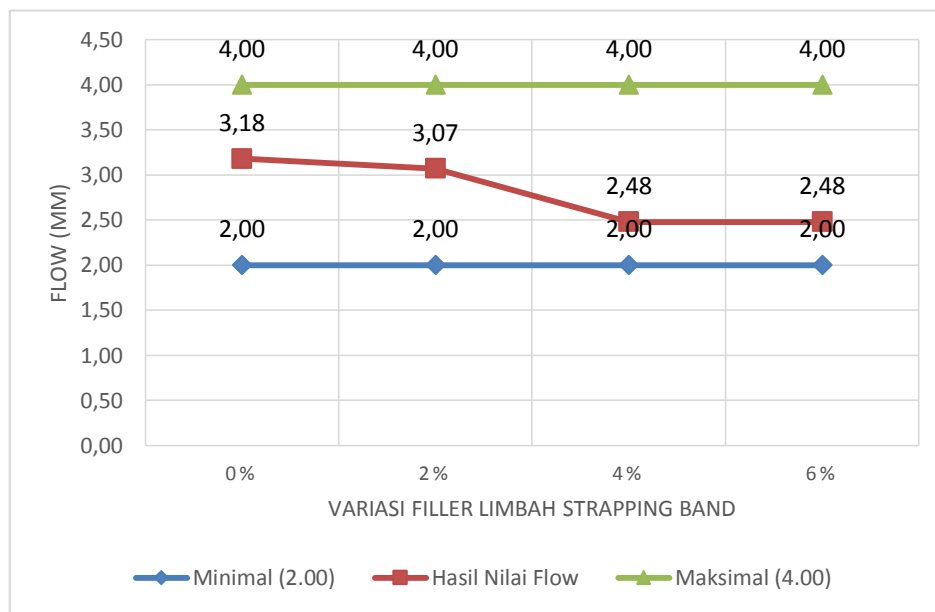


Gambar IV. 3 Grafik hubungan variasi Limbah *Strapping Band* dengan Stabilitas

Dari tabel IV.4 terlihat pada gambar IV.3 hubungan antara variasi Limbah *Strapping Band* (%) dengan Stabilitas. variasi Limbah *Strapping Band* untuk variasi 0% sebesar 160 kg, untuk variasi 2% sebesar 157 kg, untuk variasi 4% sebesar 135 kg, dan untuk variasi 6% sebesar 132 kg. Nilai stabilitas yang di peroleh memnuhi standar spesifikasi bina marga, sehingga Limbah *Strapping Band* dapat digunakan pada campuran lapis AC-WC

B. Flow

Berdasarkan nilai Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018 yang mensyaratkan untuk nilai kelelahan (*flow*) yaitu 2 – 4 mm. Dapat dilihat pada Gambar IV.4 dari hasil pengujian dan perhitungan.

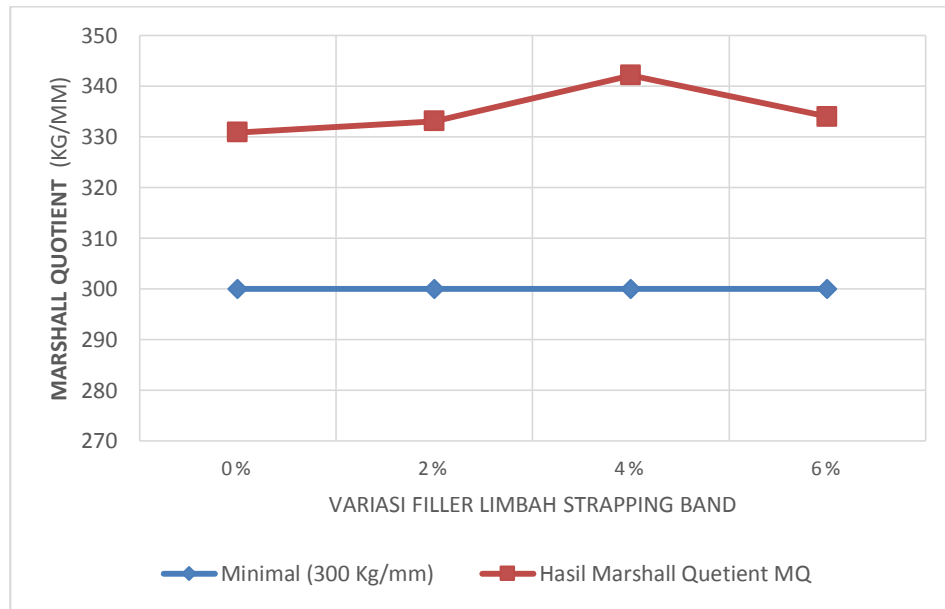


Gambar 4.4 Grafik hubungan variasi Limbah *Strapping Band* dengan Flow

Dari tabel IV.4 terlihat pada gambar IV.3 hubungan antara nilai variasi Limbah *Strapping Band* (%) dengan Flow. variasi *Strapping Band* untuk variasi 0% sebesar 3.18 mm, untuk variasi 2% sebesar 3.07 mm, untuk variasi 4% sebesar 2.48 mm, dan untuk variasi 6% sebesar 2.48 nilai Flow yang di peroleh memnuhi standar spesifikasi bina marga, sehingga Limbah *Strapping Band* dapat digunakan pada campuran lapis AC-WC.

C. Marshall Coutient (MQ)

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka, nilai Marshall Qoutient (MQ) dapat dilihat pada Gambar IV.5.

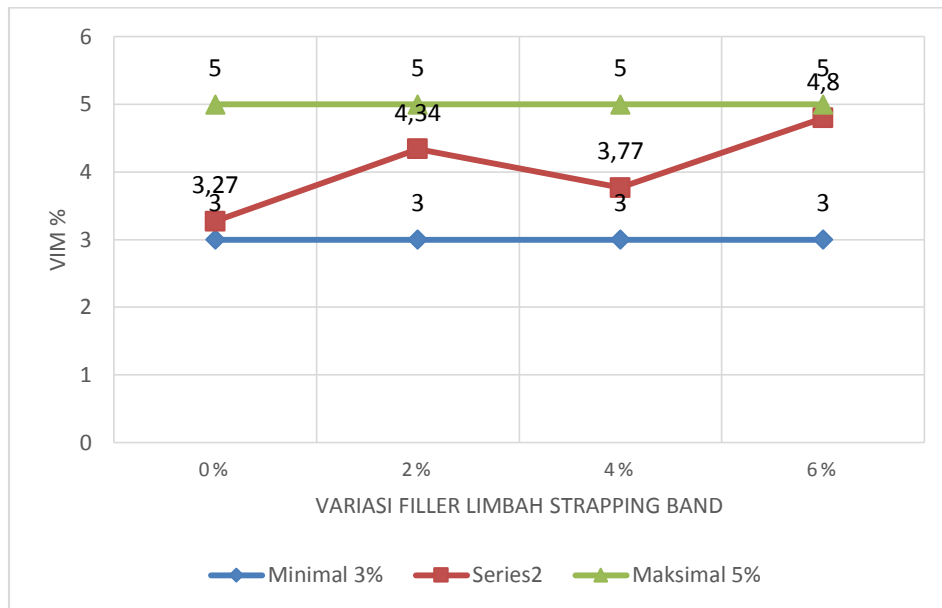


Gambar 4. 5 Grafik hubungan variasi Limbah *Strapping Band* Marshall Quotient (Kg/Mm)

Dari tabel IV.4 terlihat pada gambar IV. hubungan antara nilai variasi Limbah *Strapping Band* (%) dengan Marshall quotient variasi Limbah *Strapping Band* untuk variasi 0% sebesar 330.88 kg, untuk variasi 2% sebesar 333.10 kg, untuk variasi 4% sebesar 342.16 kg, dan untuk variasi 6% sebesar 334.00 nilai Marshall quotient yang di peroleh tidak memenuhi standar spesifikasi bina marga, sehingga Limbah *Strapping Band* tidak dapat digunakan pada campuran lapis AC-WC.

D. VIM (Void In Mix)

Berdasarkan Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018 nilai Rongga dalam Campuran (VIM) diisyaratkan 3 – 5%. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan nilai VIM dapat dilihat pada Gambar IV.6.

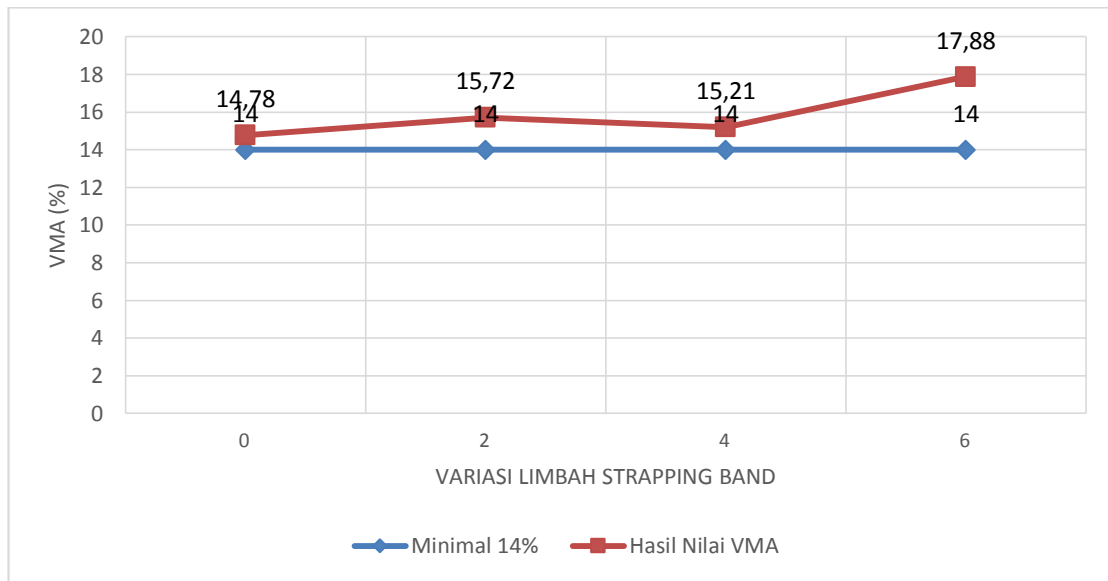


Gambar IV. 6 Grafik hubungan variasi Limbah *Strapping Band* VIM %

Dari tabel IV.4 terlihat pada gambar IV.6 hubungan antara nilai variasi Limbah *Strapping Band* (%) dengan Vim %. Nilai variasi Limbah *Strapping Band* untuk variasi 0% sebesar 3.27%, untuk variasi 2% sebesar 4.34%, untuk variasi 4% sebesar 3.77%, dan untuk variasi 6% sebesar 4.8% nilai Vim % yang di peroleh tidak memenuhi standar spesifikasi bina marga, sehingga Limbah *Strapping Band* tidak dapat digunakan pada campuran lapis AC-WC.

E. VMA (Void In Mineral Agregate)

Dari penelitian yang dilakukan nilai Rongga dalam Agregat (VMA) dapat dilihat pada Gambar IV.6. Pada Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018 mengisyaratkan nilai VMA yaitu minimal 14%.

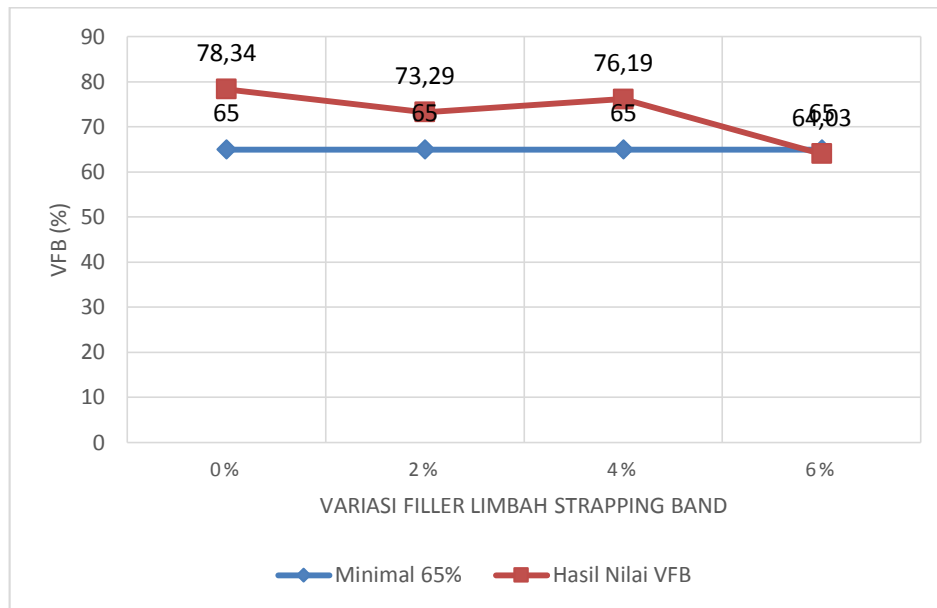


Gambar 4. 7 Grafik hubungan variasi Limbah *Strapping Band* VMA (%)

Dari tabel IV.4 terlihat pada gambar IV.6 hubungan antara nilai variasi *Limbah Strapping Band* (%) dengan Vma (%). variasi *Limbah Strapping Band* untuk variasi 0% sebesar 14.78%, untuk variasi 2% sebesar 15.72%, untuk variasi 4% sebesar 15.21%, dan untuk variasi 6% sebesar 17.88. nilai Vma % yang di peroleh memnuhi standar spesifikasi bina marga, sehingga *Limbah Strapping Band* dapat digunakan pada campuran lapis AC-WC

F. VFB (Void Filler In Bitumen)

Berdarkan Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018 mengisyaratkan nilai VFB yaitu minimal 60%. Dapat dilihat hasil penelitian pada Gambar IV.8.



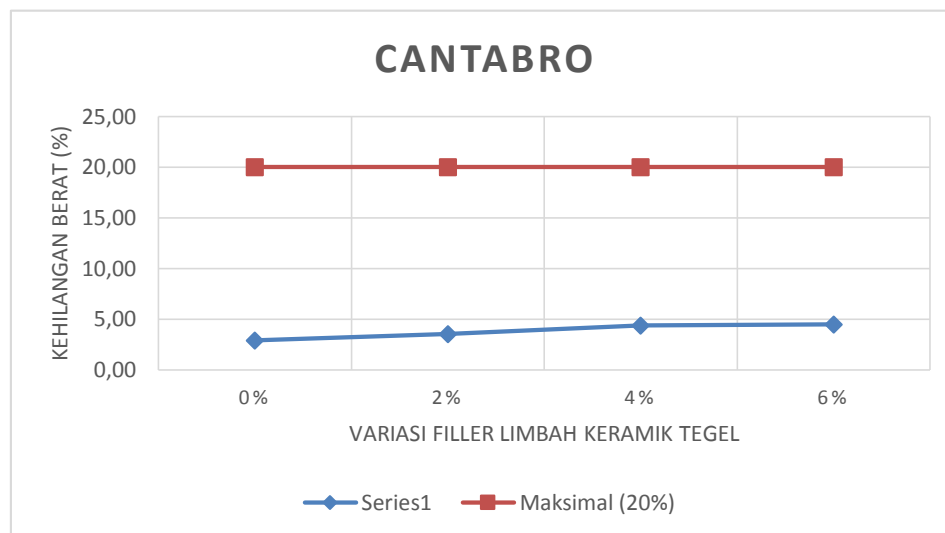
Gambar 4. 8 grafik hubungan variasi Limbah *Strapping Band* dengan VFB (%)

Dari tabel IV.4 terlihat pada gambar IV.8 hubungan antara nilai variasi Limbah *Strapping Band* (%) dengan Vfb (%). variasi *Limbah Strapping Band* untuk variasi 0% sebesar 78.34%, untuk variasi 2% sebesar 73.29% untuk variasi 4% sebesar 76.19% dan untuk variasi 6% sebesar 4.80 Nilai Vfb (%) yang di peroleh tidak memenuhi standar spesifikasi bina marga, sehingga Limbah *Strapping Band* tidak dapat digunakan pada campuran lapis AC-WC.

4.3.2 Pengujian Cantabro

Gradasi	Variasi filler limbah keramik tegel	Sample	Kadar Aspal	Berat Sebelum Pengujian (Mo)	Berat Setelah Pengujian (Mi)	Kehilangan Berat Mo-Mi (Gram)	Rata-Rata Kehilangan Berat			Spesifikasi
				gram	gram		(Mo-Mi) / Mo	x	100	
Type	%	No.	%	gram	gram	(Gram)	(%)		%	
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			
	2	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			
	4	1	6	1177.00	1159.00	18.00	1.529	Max. 20		
		2		1180.00	1165.00	15.00	1.271			
		3		1178.00	1162.00	16.00	1.358			
		Rata-rata		1178.33	1162.00	16.33	1.39			
	6	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			

Pengujian Cantabro menunjukkan hasil ketahanan benda uji. Semakin kecil nilai kehilangan berat pada benda uji maka, semakin tahan benda uji. Terlihat pada Gambar IV.9



Gambar 4.9 Grafik hubungan variasi substitusi filler fly ash Kehilangan Berat (%)

Dari tabel IV.4 terlihat pada gambar IV.9 hubungan antara variasi Limbah *Strapping Band* (%) dengan kehilangan berat (%). Nilai variasi Limbah *Strapping Band* untuk variasi 0% sebesar 2.93%, untuk variasi 2% sebesar 3.55% untuk variasi 4% sebesar 1.39% dan untuk variasi 6% sebesar 4.40. Nilai Kehilangan

berat yang di peroleh memnuhi standar spesifikasi bina marga, Limbah *Strapping Band* sehingga dapat digunakan pada campuran lapis AC-WC.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 KESIMPULAN

1. Hasil pengujian kinerja marshall pada benda uji gradasi Bina Marga menunjukkan hasil nilai stabilitas, Flow dan Vma pada variasi Limbah *Strapping Band* 0%, 2%,4%, dan 6% telah memenuhi spesifikasi Bina Marga ,nilai Vim dengan variasi 0% dan 2% memenuhi spesifikasi dan nilai Vfb dengan variasi 4% dan 6% telah memenuhi spesifikasi.. Pada nilai Marshall Quotient (MQ) tidak ada yang memenuhi spesifikasi Bina Marga, Vim pada variasi 2% tidak memenuhi dan Vfb namun pada variasi 0% dan 2% tidak memenuhi spesifikasi Bina Marga.
2. Hasil pengujian Cantabro pada benda uji gradasi Bina Marga dengan hasil rata-rata 2.89 % . Nilai tersebut menunjukkan bahwa ketahanan pada benda uji semakin besar.

V.2 SARAN

1. Perlu di lakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan variasi jenis limbah plastik yang berbeda.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan kadar aspal yang berbeda.
3. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan jenis aspal yang berbeda.
4. Hasil penelitian dapat digunakan di perumahan

DAFTAR PUSTAKA

- Bina Marga Pekerjaan Umum (2010) Spesifikasi Pengujian Test Marshall.
- Darma, E.S.P 2012, Pengaruh Penggunaan Serat Polypropelyne Dari Bahan Strapping-Band Terhadap Kemampuan Mekanik Propertis Beton.
- Ibrahim Yunus, A. 2022. Kuesioner dan Dokumen Sebagai Metode Pengambilan Data. Penulisan dan Publikasi Artikel Ilmiah. Hlm. 65 – 81. Cetakan Pertama, PT. Global Eksekutif Teknologi. Padang.
- Prasetyo, W.H. 2018, Pengaru Rasio Ukuran Serat Polypropylene (PP) Strapping Band Pada Self Compacting Concrete (SCC) Terhadap Sifat Mekanis Beton
- Putra, K.H. (2019) Studi Experimental Penambahan Limbah Keramik Sebagai Agregat Halus Pada Campuran Laston (AC-WC) Terhadap Karasteristik Uji Marshall.
- Ratna, 2015, Penelitian Awal Tentang Pemanfaatan Polyethylene Strapping Band Sebagai Tulangan Pada Balok Beton Bertulang.
- Sugiyatno, 2020, Karakteristik Paving Block dengan Penambahan Filler Limbah Marmer dan Fiber Serat Strapping Band.
- Sujatmiko, B. 2019, Pemanfaatan Limbah Strapping Band dan Styrofoam Dengan Menggunakan Pasir Mojokerto Untuk Bata Ringan.
- Suryadi, A. 2019, Analisis Kuat Tarik Belah Terhadap Pemanfaatan Limbah Strapping Band Sebagai Subtitusi Pasir Pada Beton Normal.
- Tiro, H. 2015, Pemanfaatan Penambahan Polyester Strapping Band Untuk Mortar Fiber Ditinjau Terhadap Kuat Tarik Belah Dan Kuat Tekan.
- Wakkang, H. (2021) Pengaruh Penambahan Limbah Keramik Sebagai Filler Pada Lapisan Perkerasan Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC).
- Zuraidah, S. 2018, Penggunaan Serat *Polyprophylene* Dari Limbah Strapping Band Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton Ringan.

LAMPIRAN



Lampiran 1 Pemeriksaan Absorpsi dan Berat Jenis Agregat

Dikerjakan : Maynar

Diperiksa :

Pengujian : Karakteristik Agregat

Penelitian : Tugas Akhir

Berat Bahan : 2500gr Agregat Kasar : Chipping

Jenis Penelitian		Hasil Perhitungan
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, 31 Maret 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 2 Pemeriksaan Absorpsi dan Berat Jenis Agregat

Dikerjakan : Maynar

Diperiksa :

Pengujian : Karakteristik Agregat`

Penelitian : Tugas Akhir

Berat Bahan : 500gr

Agregat Kasar : Pasir

Jenis Penelitian		Hasil Perhitungan
Berat Contoh Kering Oven (gr)	A	487,50
Berat Botol + air Sampai Batas Kalibrasi (gr)	B	663,00
Berat Contoh + botol + air Sampai Batas Kalibrasi (gr)	C	878,50
Berat Jenis bulk (atas dasar kering oven)	$\frac{A}{B + 500 - C}$	2,02
Berat Jenis bulk (atas dasar kering permukaan)	$\frac{500}{B + 500 - C}$	2,06
Berat jenis Semu $\frac{B}{B - C}$	$\frac{A}{B + A - C}$	2,012
Penyerapan Air $\frac{A}{A - C}$	$\frac{500-A}{A} \times 100 \%$	2,57

Makassar, 31 Maret 2022
 Mengetahui
 Kordinator Laboratorium

Dr.Erdawaty, ST,.MT



Lampiran 3 Pemeriksaan Keausan Agregatb Kasar

Dikerjakan : Maynar

Diperiksa :

Pengujian : Karakteristik Agregat`

Penelitian : Tugas Akhir

Berat Bahan : 5000gr

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, 31 Maret 2022
 Mengetahui
 Kordinator Laboratorium

Dr.Erdawaty, ST,.MT



Lampiran 4 Pemeriksaan Indeks Kepipihan Agregat Kasar

Dikerjakan : Maynar

Diperiksa :

Pengujian : Karakteristik Agregat`

Penelitian : Tugas Akhir

Berat Bahan : 1000gr

Agregat Kasar : Chipping

Nomor	Gradasi Saringan		Ukuran Thickness Gauge		Berat Lolos Slot (Gram)	Berat Ter-tahan Slot (Gram)	Total Berat (Gram)
			Lebar (mm)	Panjang (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 = $\frac{\text{Total Berat A}}{\text{Total Berat C}} \times 100 \%$					248	1000	x 100% =24.8%

Makassar, 31 Maret 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 5 Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus

Dikerjakan : Maynar

Diperiksa :

Pengujian : Karakteristik Agregat`

Penelitian : Tugas Akhir

Agregat Kasar : pasir

A. Volume Lumpur = 9 ml

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

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{(A)}{(B)} \times 100\% = 4,73 \text{ ml}$$

Makassar, 31 Maret 2022
Mengetahui
Kordinator Laboratorium

Dr. Erdawaty, ST,.MT



Lampiran 6 Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat Kasar

Dikerjakan : Maynar

Diperiksa :

Pengujian : Karakteristik Agregat`

Penelitian : Tugas Akhir

Berat Bahan : 1500gr

Agregat Kasar : Chipping

No. Saringan	Berat Tertahan (gr)	Kumulatif Tertahan (gr)	Persen Total Tertahan (%)	Persen Lolos
3/4.	0.00	0.00	0.00	100
1/2.	204.00	204.00	13.60	86.4
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
30	0.00	1500.00	100.00	0
50	0.00	1500.00	100.00	0
100	0.00	1500.00	100.00	0
200	0.00	1500.00	100.00	0
pan	0.00	1500.00	100.00	0

Makassar, 31 Maret 2022
Mengetahui
Kordinator Laboratorium

Dr. Erdawaty, ST,.MT



Lampiran 7 Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat Halus/Pasir

Dikerjakan : Maynar

Diperiksa :

Pengujian : Karakteristik Agregat`

Penelitian : Tugas Akhir

Berat Bahan : 1000gr

Agregat Kasar : Pasir

No. Saringan	Berat Tertahan (gr)	Kumulatif Tertahan (gr)	Persen Total Tertahan (%)	Persen Lolos
3/4.	0.00	0.00	0.00	100
1/2.	0.00	0.00	0.00	100
3/8.	0.00	0.00	0.00	100
4	0.00	0.00	0.00	100
8	103.00	103.00	10.30	89.70
16	217.00	320.00	32.00	86.00
30	215.00	535.00	53.50	46.50
50	223.00	758.00	75.80	24.20
100	101.00	859.00	85.90	14.10
200	76.00	935.00	93.50	6.50
pan	65.00	1000.00	100.00	0.00

Makassar, 31 Maret 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 8 Pemeriksaan Analisis saringan Agregat Halus/Abu Batu

Dikerjakan : Maynar

Diperiksa :

Pengujian : Karakteristik Agregat`

Penelitian : Tugas Akhir

Berat Bahan : 1000gr

Agregat Kasar : Abu Batu

No. Saringan	Berat Tertahan (gr)	Kumulatif Tertahan (gr)	Persen Total Tertahan (%)	Persen Lolos
3/4.	0.00	0.00	0.00	100
1/2.	0.00	0.00	0.00	100
3/8.	0.00	0.00	0.00	100
4	0.00	0.00	0.00	100
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	156.00	794.00	79.40	20.60
200	154.00	948.00	94.80	5.20
pan	52.00	1000.00	100.00	0.00

Makassar, 31 Maret 2022
Mengetahui
Kordinator Laboratorium

Dr. Erdawaty, ST,.MT



Lampiran 9 Analisis Data Bricket Gradasi Bina Marga
 Dikerjakan : Maynar
 Diperiksa :
 Pengujian : Karakteristik Agregat`
 Penelitian : Tugas Akhir
 Kadar Aspal : 6%

Kadar Chipping

								gram
3/4	=	(	1.000	-	1.000	)	*	721.92 = 0.00
1/2	=	(	1.000	-	0.864	)	*	721.92 = 98.18
3/8	=	(	0.864	-	0.687	)	*	721.92 = 127.54
4	=	(	0.687	-	0.453	)	*	721.92 = 169.41
8	=	(	0.453	-	0.191	)	*	721.92 = 189.14
16	=	(	0.191	-	0.000	)	*	721.92 = 137.65
30	=	(	0.000	-	0.000	)	*	721.92 = 0.00
50	=	(	0.000	-	0.000	)	*	721.92 = 0.00
100	=	(	0.000	-	0.000	)	*	721.92 = 0.00
200	=	(	0.000	-	0.000	)	*	721.92 = 0.00
Pan	=	(	0.000	-	0.000	)	*	721.92 = 0.00
								721.92

Kadar Pasir

								gram
3/4	=	(	1.000	-	1.000	)	*	282 = 0.00
1/2	=	(	1.000	-	1.000	)	*	282 = 0.00
3/8	=	(	1.000	-	1.000	)	*	282 = 0.00
4	=	(	1.000	-	1.000	)	*	282 = 0.00
8	=	(	1.000	-	0.897	)	*	282 = 29.05
16	=	(	0.897	-	0.680	)	*	282 = 61.19
30	=	(	0.680	-	0.465	)	*	282 = 60.63
50	=	(	0.465	-	0.242	)	*	282 = 62.89
100	=	(	0.242	-	0.141	)	*	282 = 28.48
200	=	(	0.141	-	0.065	)	*	282 = 21.43
Pan	=	(	0.065	-	0.000	)	*	282 = 18.33
								282.00

Kadar Abu Batu

								gram
3/4	=	(	1.000	-	1.000	)	*	124.08 = 0.00
1/2	=	(	1.000	-	1.000	)	*	124.08 = 0.00
3/8	=	(	1.000	-	1.000	)	*	124.08 = 0.00
4	=	(	1.000	-	1.000	)	*	124.08 = 0.00
8	=	(	1.000	-	0.850	)	*	124.08 = 18.61
16	=	(	0.850	-	0.681	)	*	124.08 = 20.97
30	=	(	0.681	-	0.483	)	*	124.08 = 24.57
50	=	(	0.483	-	0.362	)	*	124.08 = 15.01
100	=	(	0.362	-	0.206	)	*	124.08 = 19.36
200	=	(	0.206	-	0.052	)	*	124.08 = 19.11
Pan	=	(	0.052	-	0.000	)	*	124.08 = 6.45
								124.08

Makassar, 31 Maret 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 10 Analisa Data Pengujian Marshall Test
Dikerjakan : Maynar

Tipe Perkerasan = AC-WC
Jenis Campuran = Aspal Padat
Berat Jenis Aspal (Gb) = 1.065
Bj.Bulk Total Agregat (Gsb) = 2.253
Bj.Eff Total Agregat (Gse) = 2.40
Penyerapan Aspal (Pba) = 1.543 %

Variasi Agregat	No. Sample	Kadar Aspal terhadap			Berat (Gram)			Volume Benda Uji	Bj. Bulk Campuran	Bj. Maksimum Campuran	% Total Volume			Rongga Dalam Camp.Agr (%)	Rongga Terisi Aspal (%)	Stabilitas - Kg			Kelelahan mm	Quotient Marshall (gram/mm)	
					Dj udara	dIm air	K.permukaan				Eff. Aspal	Agregat	Rongga Udara			Dibaca		Disesuaikan			
		(in air)	(in water)	(SSD)	cm ³	Unit Weight (Gmb)	(Gmm)	VMA	VFB	VIM				Stability			Flow				
		A	B	C	D	E	F				G	H	I	J	K	L		M	N	O	P	Q	R	S
		Berat Campuran	Berat agregat											Angka Korelasi	Pembacaan Arloji Stabilitas	Angka Kalibrasi	Stability	Koreksi Stability		$\frac{Q}{R}$	
0%	1	6.00	6.38	1223	639	1198	584	2.05	2.11	11.55	85.59	14.41	80.17	2.86	0.76	200	6.20	1240.00	1240.00	2.85	435.09
	2	6.00	6.38	1183	609	1188	574	2.07	2.11	11.66	86.35	13.65	85.42	1.99	0.76	180	6.20	1116.00	1116.00	2.80	398.57
	3	6.00	6.38	1219	621	1200	598	2.01	2.11	11.30	83.72	16.28	69.44	4.97	0.76	100	6.20	620.00	620.00	3.90	158.97
Rata-rata				1208.33	623.00	1195.33	585.33	2.04	2.11	11.51	85.22	14.78	78.34	3.27	0.76	160.00		992.00	992.00	3.18	330.88
2%	1	6.00	6.38	1204	610	1209	594	2.04	2.11	11.46	84.92	15.08	76.02	3.62	0.76	146	6.20	905.20	905.20	3.73	242.68
	2	6.00	6.38	1170	570	1180	600	1.97	2.11	11.08	82.05	17.95	61.73	6.87	0.76	160	6.20	992.00	992.00	2.25	440.89
	3	6.00	6.38	1197	615	1198	582	2.06	2.11	11.59	85.88	14.12	82.12	2.52	0.76	165	6.20	1023.00	1023.00	3.24	315.74
Rata-rata				1190.33333	598.33	1195.66667	592	2.02	2.11	11.38	84.28	15.72	73.29	4.34	0.76	157.00		973.40	0.00	3.07	333.10
4%	1	6.00	6.38	1196	601	1198	595	2.01	2.11	11.34	84.01	15.99	70.90	4.65	0.76	110	6.20	682.00	682.00	2.70	252.59
	2	6.00	6.38	1180	589	1182	591	2.00	2.11	11.27	83.44	16.56	68.04	5.29	0.76	145	6.20	899.00	899.00	2.28	394.30
	3	6.00	6.38	1177	611	1179	566	2.08	2.11	11.73	86.91	13.09	89.63	1.36	0.76	150	6.20	930.00	930.00	2.45	379.59
Rata-rata				1184.33	600.33	1186.33	584	2.03	2.11	11.45	84.79	15.21	76.19	3.77	0.76	135.00		837.00	837.00	2.48	342.16
6%	1	6.00	6.38	1229	621	1233	608	2.03	2.11	11.42	84.61	15.39	74.23	3.97	0.76	110	6.20	682.00	682.00	2.70	252.59
	2	6.00	6.38	1170	601	1174	569	2.06	2.11	11.62	80.81	19.19	60.57	2.29	0.76	136	6.20	843.20	843.20	2.28	369.82
	3	6.00	6.38	1289	624	1290	665	1.94	2.11	10.93	80.93	19.07	57.31	8.14	0.76	150	6.20	930.00	930.00	2.45	379.59
Rata-rata				1229.33	615.33	1232.33	614	2.01	2.11	11.32	82.12	17.88	64.03	4.80	0.76	132.00		818.40	818.40	2.48	334.00



LABORATORIUM JALAN RAYA & ASPAL
PRODI SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Uji Coba No. 11 : Analisa Data Pengujian Cantabro
Dikerjakan : Maynar

Gradasi	Variasi filler limbah keramik tegel	Sample	Kadar Aspal	Berat Sebelum Pengujian (Mo)	Berat Setelah Pengujian (Mi)	Kehilangan Berat	Rata-Rata Kehilangan Berat		Spesifikasi
				gram	gram	Mo-Mi (Gram)	$\frac{(Mo-Mi)}{Mo} \times 100$ (%)	%	
BINA MARGA	0	1	6	1180	1165	15	1.271	Max. 20	
		2		1184	1165	19	1.605		
		3		1179	1167	12	1.018		
		Rata-rata		1181.00	1165.67	15.33	1.30		
	2	1	6	1178	1165	13	1.104	Max. 20	
		2		1191	1172	19	1.595		
		3		1184	1168	16	1.351		
		Rata-rata		1184.33	1168.33	16.00	1.35		
	4	1	6	1177.00	1159.00	18.00	1.529	Max. 20	
		2		1180.00	1165.00	15.00	1.271		
		3		1178.00	1162.00	16.00	1.358		
		Rata-rata		1178.33	1162.00	16.33	1.39		
	6	1	6	1200	1187	13	1.083	Max. 20	
		2		1166	1150	16	1.372		
		3		1198	1176	22	1.836		
		Rata-rata		1188.00	1171.00	17.00	1.43		

Dokumentasi



Limbah Tali *Strapping Band*





Pemeriksaan Kadar lumpur



Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air



Analisis Saringan



Pencampuran Gradasi Agregat



Pengorengan Campuran Agregat



Penumbukan Sampel



Timbangan Manual Untuk Menimbang Berat Benda Uji dalam Air (SSD)



Pengujian Marshall



Sebelum Pengujian Cantabro



Pengujian Cantabro