SKRIPSI

ANALISIS POTENSI PEMANFAATAN LIMBAH PABRIK SMELTER NIKEL (SLAG) SEBAGAI BAHAN CAMPURAN ASPAL

Disusun dan diajukan oleh:

AHMAD FATHAN SYAUQI
D011 19 1036

PROGRAM STUDI SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024

Dipindai dengan CamScanner

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISIS POTENSI PEMANFAATAN LIMBAH PABRIK SMELTER NIKEL (SLAG) SEBAGAI BAHAN CAMPURAN ASPAL

Disusun dan diajukan oleh

AHMAD FATHAN SYAUQI
D011191036

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian
Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 11 September 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Dr.Eng. Ir. Muralia Hustim, ST, MT.,IPM.,AER
NIP 197204242000122001

Pembimbing Pendamping,

Prof. Dr. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST., MT.IPM.,AER
NIP 197309262000121002

Ketua Program Studi,

Prof. Dr. H. M Wihardi Tjaronge ST., M.Eng
NIP 196805292002121002

Dipindai dengan CamScanner

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Ahmad Fathan Syauqi
NIM : D011191036
Program Studi : Teknik Sipil
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

{ Analisis Potensi Pemanfaatan Limbah Pabrik Smelter Nikel (slag) sebagai Bahan Campuran Aspal }

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 15 Oktober 2024

Yang Menyatakan

Ahmad Fathan Syauqi

Dipindai dengan CamScanner

ABSTRAK

AHMAD FATHAN SYAUQI. *Analisis Potensi PemanfaatanLimbah Pabrik Smelter Nikel (Slag) sebagai Bahan Campuran Aspal* (dibimbing oleh Dr.Eng. Muralia Hustim, ST, MT dan Prof. Dr. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST, MT.,IPM.,ASEAN.Eng)

Di era kemajuan teknologi dan industri meningkatkan kebutuhan sumber daya alam untuk menopang perkembangan teknologi. Nikel adalah salah satu sumber daya alam yang sangat dibutuhkan, dan Indonesia adalah salah satu produsen dan pemilik cadangan nikel terbesar. Produksi yang tinggi mengakibatkan limbah yang meningkat. Dan salah satu contoh upaya mengurangi dampak tersebut dengan mengolah kembali limbah nikel. Hal ini menjadi sangat menguntungkan, karena bahan yang digunakan merupakan agregat yang telah tak terpakai.

Penelitian ini dilakukan dengan uji marshall untuk mengetahui kinerja durabilitas antara limbah nikel sebagai bahan campuran aspal dengan waktu yang dialami oleh benda uji, yaitu briket aspal normal dan briket aspal dengan limbah nikel. Hal ini dilakukan untuk memanfaatkan limbah nikel sebagai bahan campuran aspal dan mencari tahu karakteristik campuran aspal dan kinerja durabilitas campuran aspal dengan penambahan limbah nikel.

Metode pengujian yang dilakukan terhadap benda uji berdasarkan dengan Standar Nasional Indonesia. Jumlah sampel yang dibuat sebanyak 18 sampel dengan perendaman 0.5 jam, 24 jam, dan 7 hari. 18 sampel terdiri dari beberapa variasi yaitu briket normal dan briket dengan campuran limbah pabrik smelter nikel dengan kadar 0%, 25%, 50%.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mendapatkan hasil bahwa durasi perendaman mempengaruhi karakteristik fisik campuran yaitu marshall quotient yang mengalami penurunan; stabilitas menurun; dan flow yang meningkat. Sementara VIM dan VMA mengalami penurunan. VFB mengalami peningkatan yang tidak signifikan. Durabilitas campuran LTBA-B Kasar dengan campuran limbah pabrik smelter nikel 25% lebih baik dalam menahan pengaruh perendaman dibandingkan dengan kadar campuran limbah pabrik smelter nikel 50%.

Kata Kunci: Lapis Tipis Beton Aspal(LTBA), Limbah, Nikel, Marshall test

Dipindai dengan CamScanner

ABSTRACT

AHMAD FATHAN SYAUQI. *Analisis Potensi PemanfaatanLimbah Pabrik Smelter Nikel (Slag) sebagai Bahan Campuran Aspal* (dibimbing oleh Dr.Eng. Muralia Hustim, ST, MT dan Prof. Dr. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST, MT.,IPM.,ASEAN.Eng)

In this era of technological and industrial progress, the need for natural resources is increasing to support technological development. Nickel is a natural resource that is much needed, and Indonesia is one of the largest producers and owners of nickel reserves. High production results in increased waste. And one example of efforts to reduce this impact is by reprocessing nickel waste. This is very profitable, because the material used is unused aggregate.
This research was carried out using the Marshall test to determine the durability performance between nickel waste as an asphalt mixture and the time experienced by the test objects, namely normal asphalt briquettes and asphalt briquettes with nickel waste. This was done to utilize nickel waste as an asphalt mixture and find out the characteristics of the asphalt mixture and the durability performance of the asphalt mixture with the addition of nickel waste.
The test method carried out on test objects is based on the Indonesian National Standard. The number of samples made was 18 samples with soaking for 0.5 hours, 24 hours and 7 days. The 18 samples consisted of several variations, namely normal briquettes and briquettes mixed with nickel smelter factory waste with levels of 0%, 25%, 50%.
Based on the research that has been carried out, the results show that the duration of soaking affects the physical characteristics of the mixture, namely the marshall quotient which decreases; decreased stability; and increased flow. Meanwhile, VIM and VMA experienced a decline. VFB experienced an insignificant increase. The durability of the Rough LTBA-B mixture with 25% nickel smelter factory waste mixture is better in withstanding the effects of soaking compared to the 50% nickel smelter factory waste mixture content.

Keywords: Lapis Tipis Beton Aspal(LTBA), Limbah, Nikel, Marshall test

Dipindai dengan CamScanner

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI i
PERNYATAAN KEASLIAN ii
ABSTRAK iii
ABSTRACT iv
DAFTAR ISI v
DAFTAR GAMBAR vi
DAFTAR TABEL vii
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL viii
DAFTAR LAMPIRAN ix
KATA PENGANTAR x
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian/Perancangan 3
1.4 Manfaat Penelitian/Perancangan 3
1.5 Ruang Lingkup/Asumsi perancangan 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Perkerasan Jalan 5
2.2 Campuran Beton Aspal 7
2.3 Komponen Beton Aspal 16
2.4 Bahan Tambahan 17
BAB 3 METODE PENELITIAN/PERANCANGAN 18
3.1 Lokasi Penelitian 18
3.2 Bagan Alir Penelitian 18
3.3 Benda Uji dan Alat 20
3.4 Jenis Penelitian dan Sumber Data 20
3.4 Prosedur Penelitian 21
3.5 Analisis Data 25
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN 28
4.1 Pengujian Karakteristik Benda Uji 28
4.2 Rancangan Campuran 30
4.3 Campuran dengan Bahan Slag Nikel 39
4.4 Analisas dan Pembahasan Kinerja Campuran LTBA-B Kasar 53
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN 59
5.1 Kesimpulan 59
5.2 Saran 59
DAFTAR PUSTAKA 60

Dipindai dengan CamScanner

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konstruksi perkerasan lentur (Flexible Pavement) (Dinas Pekerjaan umum dan penataan Ruang, 2014) 6
Gambar 2.2 Pengertian tentang selimut aspal, VIM, dan aspal yang telah terabsorpsi 11

Gambar 3.1 Lokasi penelitian lokasi penelitian pada Laboratorium Perkerasan Jalan Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Kabupaten Gowa. 18
Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian 20

Gambar 4. 1 Gradasi Agregat Gabungan 31
Gambar 4. 2 Grafik VIM VS Kadar Aspal 36
Gambar 4. 3 Grafik VFB VS Kadar Aspal 36
Gambar 4. 4 Grafik VMA VS Kadar Aspal 37
Gambar 4. 5 Grafik Flow VS Kadar Aspal 37
Gambar 4. 6 Grafik Stabilitas VS Kadar Aspal 38
Gambar 4. 7 Grafik Marshall Quotient VS Kadar Aspal 38
Gambar 4. 8 Penentuan Nilai KAO 39
Gambar 4. 9 Grafik VIM VS Kadar Slag Nikel 42
Gambar 4. 10 Grafik VMA VS Kadar Slag Nikel 42
Gambar 4. 11 Grafik VFB VS Kadar Slag Nikel 43
Gambar 4. 12 Grafik Stabilitas VS Kadar Slag Nikel 43
Gambar 4. 13 Grafik Flow VS Kadar Slag Nikel 44
Gambar 4. 14 Grafik Marshall Quotient VS Kadar Slag Nikel 44
Gambar 4. 15 Grafik VIM VS Kadar Slag Nikel 46
Gambar 4. 16 Grafik VMA VS Kadar Slag Nikel 46
Gambar 4. 17 Grafik VFB VS Kadar Slag Nikel 47
Gambar 4. 18 Grafik Stabilitas VS Kadar Slag Nikel 47
Gambar 4. 19 Grafik *Flow* VS Kadar Slag Nikel 48
Gambar 4. 20 Grafik *Marshall Quotient* VS Kadar Slag Nikel 48
Gambar 4. 21 Grafik VIM VS Kadar Slag Nikel 50
Gambar 4. 22 Grafik VMA VS Kadar Slag Nikel 50
Gambar 4. 23 Grafik VFB VS Kadar Slag Nikel 51
Gambar 4. 24 Grafik Stabilitas VS Kadar Slag Nikel 51
Gambar 4. 25 Grafik *Flow* VS Kadar Slag Nikel 52
Gambar 4. 26 Grafik *Marshall Quotiet* VS Kadar Slag Nikel 52
Gambar 4. 27 Grafik gabungan perendaman VIM VS Kadar Slag Nikel 53
Gambar 4. 28 Grafik gabungan perendaman VMA VS Kadar Slag Nikel 54
Gambar 4. 29 Grafik gabungan perendaman VFB VS Kadar Slag Nikel 54
Gambar 4. 30 Grafik gabungan perendaman Stabilitas VS Kadar Slag Nikel 54
Gambar 4. 31 Grafik gabungan perendaman *Flow* VS Kadar Slag Nikel 56
Gambar 4. 32 Grafik gabungan perendaman *Marshall Quotiet* VS Kadar Slag Nikel 56
Gambar 4. 33 Grafik Indek Kekuatan Sisa 57

Dipindai dengan CamScanner

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Metode Pengujian dan Spesifikasi Pemeriksaan Karakteristik Agregat15

Tabel 3. 1 Karakteristik Campuran Laston 19
Tabel 3. 2 Karakteristik Campuran Laston 26

Tabel 4. 1 Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Kasar..... 28
Tabel 4. 2 Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Kasar..... 28
Tabel 4. 3 Hasil Pemeriksaan Karakteristik Aspal..... 29
Tabel 4. 4 Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Kasar**Error! Bookmark not defined.**
Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Berat Jenis Campuran dan Penyerapan Aspal Agregat..... 32
Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Kadar Aspal Rencana (Pb) 32
Tabel 4. 7 Berat Masing-masing Fraksi Agregat 33
Tabel 4. 8 Berat Aspal dan Agregat pada Campuran LTBA-B Kasar 34
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Karakteristik Marshall Campuran LTBA-B Kasar.... 35
Tabel 4. 10 Berat Slag dengan campuran KAO (5.6%)..... 40
Tabel 4. 11 Nilai Karakteristik Marshall Campuran dengan Variasi Penambahan Kadar Slag pada Perendaman 0.5 jam pada suhu 60℃..... 41
Tabel 4. 12 Nilai Karakteristik Marshall Campuran dengan Variasi Penambahan Kadar Slag pada Perendaman 24 jam..... 45
Tabel 4. 13 Nilai Karakteristik Marshall Campuran dengan Variasi Penambahan Kadar Slag pada Perendaman 7 hari 49
Tabel 4. 14 Hasil Perendaman Marshall 57

Dipindai dengan CamScanner

DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
A	Luas
r	Jari-jari
GDP	*Gross Domestic Product*

Dipindai dengan CamScanner

DAFTAR LAMPIRAN

Dipindai dengan CamScanner

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'aalamin, Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas segala berkah dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "**ANALISIS POTENSI PEMANFAATAN LIMBAH PABRIK SMELTER NIKEL (SLAG) SEBAGAI BAHAN CAMPURAN ASPAL",** sebagai salah satu syarat yang diajukan untuk menyelesaikan studi pada Departemen Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa banyak kendala yang dihadapi dalam penyusunan tugas akhir ini, namun berkat bantuan dari berbagai pihak, maka tugas akhir ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, dengan segala ketulusan, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. **Bapak Prof Dr.Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST., MT., IPM., ASEAN.Eng**, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin dan juga selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk memberikanbimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga selesainya penulisan ini.
2. **Bapak Prof. Dr. H. M Wihardi Tjaronge ST., M.Eng.,** selaku Ketua Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
3. **Ibu Dr.Eng. Muralia Hustim, ST, MT.,** selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk memberikanbimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga selesainya penulisan ini
4. **Bapak Prof. Dr. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST., MT., IPM., ASEAN.Eng.,** selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk memberikanbimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga selesainya penulisan ini.
5. Seluruh dosen Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Dipindai dengan CamScanner

6. Seluruh staf dan karyawan Departemen Teknik Sipil, staf dan karyawan Fakultas Teknik serta staf Laboratorium dan asisten Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Yang teristimewa penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, yaitu **Ayahanda** dan **Ibunda** atas doa, kasih sayang, dan segala dukungan yang telah diberikan selama ini. Serta seluruh keluarga besar atas sumbangsih dan dorongan yang telah diberikan.
2. Anggita ratu meylisa terima kasih telah senantiasa menemani dan memberikan waktu serta dukungan selama ini
3. Kakanda dan Adinda yang selalu mendukung dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Teman-teman jajaran pengurus **Himpunan Mahasiswa Sipil periode 2021/2022** yang turut mendukung dan telah memberikan banyak pengalaman.
5. Teman-teman seperjuangan di **Laboratorium.** Kepada dan yang senantiasa membantu dalam penelitian dan penyelesaian tugas akhir ini.
6. Teman-teman asisten **Laboratorium** yang selalu membantu dalam pengujian tugas akhir ini.

Teman-teman Teknik Sipil dan Teknik Lingkungan angakatan 2019 “Portland 2020” yang telah memeberikan banyak cerita dan warna selama berkuliah. *WE ARE THE CHAMPION, KEEP ON FIGHTING TILL THE END, NOW AND FOREVER*

Gowa,2 Mei 2024

Penulis

Dipindai dengan CamScanner

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di era yang berkembang pada zaman ini menghasilkan industri konstruksi yang semakin maju. Kemajuan teknologi dan industri mengakibatkan semakin meningkatnya juga kebutuhan akan material sumber daya alam demi menopang dan mendukung kemajuan teknologi yang terjadi di dunia. Salah satu sumber daya alam yang dimiliki cukup banyak di Indonesia dan dibutuhkan untuk menopang keperluan perkembangan teknologi adalah nikel.

Nikel adalah logam transisi yang berwarna putih keperakan, keras, dan mudah dibentuk. Nikel juga memiliki sifat-sifat fisik dan kimia yang unik yang membuatnya berguna dalam berbagai aplikasi industri. Salah satu penggunaan utama nikel adalah dalam pembuatan baja tahan karat. Nikel digunakan sebagai komponen utama dalam paduan nikel yang memberikan ketahanan terhadap korosi dan oksidasi pada baja. Paduan nikel juga digunakan dalam pembuatan peralatan kimia, suku cadang mesin, dan katalis. Selain itu, nikel juga digunakan dalam produksi baterai nikel-kadmium dan baterai nikel-metal hidrida. Nikel juga ditemukan dalam berbagai produk konsumen seperti perhiasan, koin, dan alat musik.

Indonesia adalah salah satu produsen nikel terbesar di dunia dengan sumber daya nikel yang melimpah. Nikel digunakan sebagai bahan baku dalam berbagai produk, seperti baterai, stainless steel, dan lain-lain. Cadangan nikel Indonesia terletak di Sulawesi dan Halmahera, dengan tambang terbesar seperti PT Vale Indonesia dan PT Aneka Tambang. Selain itu, Indonesia juga memiliki cadangan yang signifikan di Sumatra, Jawa, dan Papua. Menurut data World Mineral Production, Indonesia memimpin sebagai produsen nikel terbesar di dunia dengan produksi sekitar 800.000 ton pada tahun 2020 (Daffa Dzakwan Jamal dkk, 2023).

Secara alami, nikel dapat ditemukan dalam bijih nikel, seperti nikel laterit dan nikel sulfida. Indonesia adalah salah satu produsen terbesar nikel di dunia. Indonesia memiliki cadangan nikel yang signifikan dan menghasilkan sejumlah besar bijih nikel. Sebagian besar bijih nikel yang diproduksi di Indonesia diekspor

Dipindai dengan CamScanner

ke negara-negara seperti Tiongkok, Jepang, dan Korea Selatan untuk digunakan dalam industri baja dan baterai. Indonesia memiliki cadangan nikel yang melimpah, terutama di daerah Sulawesi, Maluku Utara, dan Papua. Cadangan nikel di Indonesia umumnya terdapat dalam bentuk laterit nikel, yang merupakan sumber utama bijih nikel di negara ini.

Namun, penting untuk diingat bahwa penggunaan nikel yang berlebihan atau paparan jangka panjang terhadap nikel dapat memiliki efek negatif pada kesehatan manusia. Produksi dan kebutuhan yang tinggi akan nikel ini juga mengakibatkan limbah nikel yang juga meningkat. Perkembangan perindustrian di Indonesia sangat pesat dan memberi dampak yang baik bagi perekonomian suatu daerah atau negara. Namun dampak buruk yang dapat ditimbulkan dari hasil perindustrian tersebut adalah limbah dengan jumlah yang sangat banyak dan tidak dimanfaatkan untuk suatu kegiatan yang bermanfaat bagi suatu daerah (Febe Priskila Supit dkk, 2021). Limbah nikel merujuk pada material sisa atau merupakan hasil pembuangan suatu industri yang kurang bernilai ekonomis dan berdampak buruk bagi lingkungan apabila tidak dapat dikelola dengan sebaik mungkin (Febe Priskila Supit dkk, 2021). Hasil sampingan yang dihasilkan selama proses penambangan, pengolahan, atau penggunaan nikel. Limbah nikel dapat berasal dari berbagai kegiatan industri yang terkait dengan produksi, pengolahan, atau penggunaan nikel.

Limbah nikel merupakan bahan alternatif yang memiliki potensi berguna untuk digunakan sebagai bahan perkerasan jalan karena mengurangi penggunaan agregat alam, namun sebelum memanfaatkan limbah nikel perlu dilakukan pengujian terlebih dahulu untuk memastikan bahwa limbah tersebut memenuhi standar kualitas yang dibutuhkan untuk aplikasi tertentu. Hal ini penting untuk memastikan keamanan dan efektivitas penggunaannya.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka dilakukan penelitian dengan judul:

"ANALISIS POTENSI PEMANFAATAN LIMBAH PABRIK SMELTER NIKEL (SLAG) SEBAGAI BAHAN CAMPURAN ASPAL"

Dipindai dengan CamScanner

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah :

1. Bagaimana karakteristik campuran aspal dengan penambahan limbah pabrik smelter nikel (slag)?
2. Bagaimana kinerja durabilitas campuran aspal dengan penambahan limbah pabrik smelter nikel (slag)?

1.3 Tujuan Penelitian/Perancangan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan di atas, maka tujuan penelitian adalah :

1. Menganalisis karakteristik campuran aspal dengan penambahan limbah pabrik smelter nikel (slag).
2. Menganalisis kinerja durabilitas campuran aspal dengan penambahan limbah pabrik smelter nikel (slag).

1.4 Manfaat Penelitian/Perancangan

Manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Dapat memanfaatkan/mengurangi limbah terutama limbah pabrik smelter nikel
2. Menjadi acuan untuk perancangan campuran beraspal yang memanfaatkan limbah pabrik smelter nikel.

1.5 Ruang Lingkup/Asumsi perancangan

Untuk mencapai hasil penelitian yang lebih terarah dan fokus maka penelitian ini hanya dibatasi pada masalah :

1. Jenis campuran beraspal yang diteliti hanya untuk rancangan campuran LTBA-B kasar yang mengacu pada spesifikasi Bina Marga 2018.
2. Standar pengujian agregat dan aspal berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI), AASHTO, dan ASTM.

Dipindai dengan CamScanner

3. Aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah aspal minyak dengan penetrasi 60/70.
4. Karakteristik campuran beraspal yang ditinjau dalam penelitian ini berdasarkan metode marshall adalah VIM (Voids in Mix), VMA (Voids Material Agregat), VFA (Voids Filled with Asphalt), Stability, Flow, dan Marshall quotient.
5. Penguji dilakukan terhadap aspal dan campuran AC-WC dengan variasi persentase kadar slag 0%; 1%; dan 2% terhadap berat aspal dan variasi durasi perendaman pada suhu 60^0C.selama 0.5 jam, 24 jam, dan 7 hari
6. Pada penelitian ini slag yang berasal dari limbah pabrik smelter nikel digunakan sebagai bahan tambahan campuran beraspal.
7. Penelitian yang dilakukan ternatas pada pengujian laboratorium.

Dipindai dengan CamScanner

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perkerasan Jalan

2.1.1 Konstruksi Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah jalur tanah (trase) yang diberi bahan perkerasan dari material yang keras seperti batu-batuan. Sehingga roda kendaraan yang bekerja diatasnya tidak mengalami deformasi/penurunan.

Menurut Sukirman (1999), berdasarkan bahan pengikatnya, konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan atas:

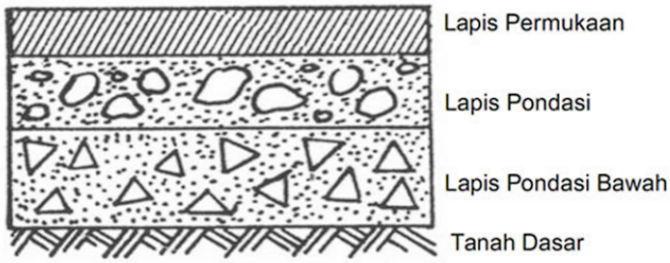
1. Konstruksi perkerasan lentur (Flexible Pavement), Perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya. Lapisan Lapisan perkerasan bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ketanah dasar.
2. Konstruksi perkerasan kaku (Rigit Pavement), Perkerasan yang menggunakan semen (Portland Cement) sebagai bahan pengikatnya. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan. diletakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah.Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton.
3. Konstruksi perkerasan komposit (Composite Pavement), Perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur di atas perkerasan kaku atau perkerasan kaku di atas perkerasan lentur.

2.1.2 Perkerasan Jalan lentur

Konstruksi perkerasan lentur (flexible pavement), adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat dan lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar. Aspal itu sendiri adalah material berwarna hitam atau coklat tua, pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat. Jika aspal dipanaskan sampai suatu temperatur tertentu, aspal dapat menjadi lunak/cair sehingga dapat membungkus partikel

Dipindai dengan CamScanner

agregat pada waktu pembuatan aspal beton. Jika temperatur mulai turun, aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya (sifat termoplastis), menurut Sukirman (1999).



Gambar 2.1: Konstruksi perkerasan lentur (Flexible Pavement) (Dinas Pekerjaan umum dan penataan Ruang, 2014)

Sifat aspal berubah akibat panas dan umur, aspal akan menjadi kaku dan rapuh sehingga daya adhesinya terhadap partikel agregat akan berkurang. Perubahan ini dapat di atasi/dikurangi jika sifat-sifat aspal dikuasai dan dilakukan langkah-langkah yang baik dalam proses pelaksanaan. Konstruksi perkerasan lentur terdiri atas lapisan-lapisan yang diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan-Lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkan ke lapisan yang ada di bawahnya, sehingga beban yang diterima oleh tanah dasar lebih kecil dari beban yang diterima oleh lapisan permukaan dan lebih kecil dari daya dukung tanah dasar. Contoh lapisan konstruksi perkerasan lentur ditunjukkan dalam Gambar 1.2.

Jenis lapis permukaan terdapat bermacam-macam yaitu:

1. Lapis Aspal Beton (LASTON) adalah merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, filler dan aspal keras, yang dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu.
2. Lapis Tipis Aspal Beton (LATASTON) adalah merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang, filler dan aspal keras dengan perbandingan tertentu yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Tebal padat antara 25 sampai 30 mm.

Dipindai dengan CamScanner

3. Lapis Tipis Aspal Pasir (LATASIR) adalah merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran pasir dan aspal keras yang dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu.

2.2 Campuran Beton Aspal

Campuran beton aspal (asphalt concrete/AC) merupakan salah satu campuran beraspal panas yang menggunakan agregat bergradasi menerus (continous graded). Campuran beraspal panas merupakan produk hasil pencampuran antara agregat kasar, agregat halus, filler, dan aspal keras serta bahan tambah pada suhu tertentu kemudian dihampar dan digilas pada suhu tertentu pula. Persentase dari komposisi bahan pembentuknya harus dihitung dan kualitas bahan harus memenuhi persyaratan tertentu sehingga campuran yang diperoleh memenuhi syarat kinerja sebagai bahan perkerasan, yaitu bernilai struktural, workabilitas yang baik, durabilitas tinggi, dan ekonomis (Iskandar, 2017).

2.2.1 Jenis-jenis Beton Aspal

Sukirman (2016), mengklasifikasikan aspal beton berdasarkan suhu pencampuran material pembentuk beton aspal, dan fungsinya. Berdasarkan suhu pencampuran dan pemadatannya, beton aspal dapat dibedakan atas:

1. Beton aspal campuran panas (hotmix), adalah beton aspal yang bahan pembentuknya dicampur pada suhu pencampuran sekitar 140^0C.
2. Beton aspal campuran sedang (warm mix), adalah beton aspal yang bahan pembentuknya dicampur pada suhu pencampuran sekitar 60^0C.
3. Beton aspal campuran dingin (cold mix), adalah beton aspal yang bahan pembentuknya dicampur pada suhu ruang sekitar 25^0C.

Berdasarkan fungsinya, beton aspal dibedakan atas:

1. Beton aspal untuk lapisan aus (wearing course), adalah lapisan perkerasan yang berhubungan langsung dengan ban kendaraan, merupakan lapisan yang kedap air, tahan terhadap cuaca, dan mempunyai kekesatan yang disyaratkan sehingga tak terjadi slip.

Dipindai dengan CamScanner

2. Beton aspal untuk lapisan pengikat atau disebut juga lapis perantara (binder course), adalah lapisan perkerasan yang terletak di bawah lapisan aus. Tidak berhubungan langsung dengan cuaca, tetapi perlu memiliki stabilitas untuk memikul beban lalu lintas yang dilimpahkan melalui roda kendaraan.
3. Beton aspal untuk lapisan fondasi, adalah lapisan perkerasan yang berfungsi sebagai lapis fondasi (base course) beton aspal untuk pembentuk dan perata lapisan beton aspal yang sudah lama, yang pada umumnya sudah aus dan sering kali tidak lagi berbentuk crown.

Menurut (Bina Marga, 2018), lapis aspal beton (Laston) atau AC, terdiri dari tiga jenis: AC Lapis Aus (AC-WC); AC Lapis Antara (AC-Binder Course, AC-BC) dan AC Lapis Fondasi (AC-Base), dengan ukuran maksimum agregat masing-masing campuran adalah 19 mm, 25,4 mm, 37,5 mm. Setiap jenis campuran AC yang menggunakan bahan Aspal Polymer disebut masing-masing sebagai AC-WC Modifikasi, AC-BC Modifikasi, dan AC-Base Modifikasi.

2.2.2 Karakteristik Pada Campuran Aspal Beton

Menurut (Sukirman, 2016), karakteristik yang harus dimiliki oleh campuran aspal beton adalah:

1. Stabilitas

   Stabilitas adalah kemampuan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur ataupun bleeding. Sifat ini dibentuk oleh faktor gesekan internal antar butir-butir agregat dan aspal dan kohesi atau gaya ikat aspal
2. Durabilitas

   Durabilitas atau keawetan adalah kemampuan beton aspal menerima repetisi beban lalu lintas seperti berat kendaraan, gesekan antara roda kendaraan dan permukaan jalan, serta menahan keausan akibat pengaruh cuaca dan iklim, seperti udara, air, atau perubahan temperatur. Durabilitas beton aspal dipengaruhi oleh tebalnya film atau selimut aspal, banyaknya rongga dalam campuran, kepadatan dan kedap airnya campuran.

Dipindai dengan CamScanner

3. Fleksibilitas

   Fleksibilitas atau kelenturan adalah kemampuan beton aspal untuk menyesuaikan diri akibat penurunan fondasi atau tanah dasar (konsolidasi atau settlement), tanpa terjadi retak. Penurunan terjadi akibat repetisi beban lalu lintas, ataupun akibat berat sendiri tanah timbunan yang dibuat di atas tanah asli. Fleksibilitas dapat ditingkatkan dengan menggunakan agregat bergradasi terbuka dan kadar aspal yang tinggi.

4. Ketahanan kelelahan (fatique resistance)

   Ketahanan terhadap kelelahan (fatique resistance) adalah kemampuan beton aspal menerima lendutan berulang akibat repetisi beban lalulintas, tanpa terjadinya kelelahan berupa alur dan atau retak. Hal ini dapat dicapai jika menggunakan kadar aspal yang tinggi.

5. Tahanan geser (skid resistance)

   Kekesatan atau tahanan geser (skid resistance) adalah kemampuan permukaan beton aspal memberikan gaya gesek pada roda kendaraan sehingga kendaraan tidak tergelincir ataupun slip terutama pada kondisi basah. Faktor-faktor untuk mendapatkan kekesatan jalan sama dengan untuk mendapatkan stabilitas yang tinggi.

6. Kedap air

   Kedap air (impermeabilitas) adalah kemampuan beton aspal untuk tidak dapat dimasuki air ataupun udara ke dalam lapisan beton aspal. Air dan udara dapat mengakibatkan percepatan proses penuaan aspal, dan pengelupasan film atau selimut aspal dari permukaan agregat. Jumlah rongga yang tersisa setelah beton aspal dipadatkan dapat menjadi indikator kekedapan campuran. Tingkat impermebilitas beton aspal berbanding terbalik dengan tingkat durabilitasnya.

7. Kemudahan pekerjaan (workability)

   Kemudahan pekerjaan (workability) adalah kemampuan campuran beton aspal untuk mudah dihamparkan dan dipadatkan. Tingkat kemudahan dalam pelaksanaan, menentukan tingkat efisiensi pekerjaan. Faktor yang mempengaruhi tingkat kemudahan dalam proses penghamparan dan pemadatan adalah viskositas aspal, kepekaan aspal terhadap perubahan

Dipindai dengan CamScanner

temperatur, dan gradasi sertakondisi agregat. Revisi atau koreksi terhadap rancangan campuran dapat dilakukan jika ditemukan kesukaran dalam pelaksanaan.

Ketujuh sifat campuran beton aspal ini tak mungkin dapat dipenuhi sekaligus oleh satu jenis campuran. Sifat beton aspal mana yang dominan lebih diinginkan akan menentukan jenis beton aspal mana yang akan dipilih.

2.2.3 Sifat Volumetrik Pada Campuran Beton Aspal

Sukirman (2016), menjelaskan bahwa beton aspal dibentuk dari agregat, aspal, dan atau tanpa bahan tambahan, yang dicampur secara merata atau homogen di instalasi pencampur pada suhu tertentu. Campuran kemudian dihamparkan dan dipadatkan, sehingga terbentuk beton aspal padat.

Secara analitis, dapat ditentukan sifat volumetrik dari beton aspal padat, baik yang dipadatkan di laboratorium, maupun di lapangan. Parameter yang biasa digunakan antara lain:

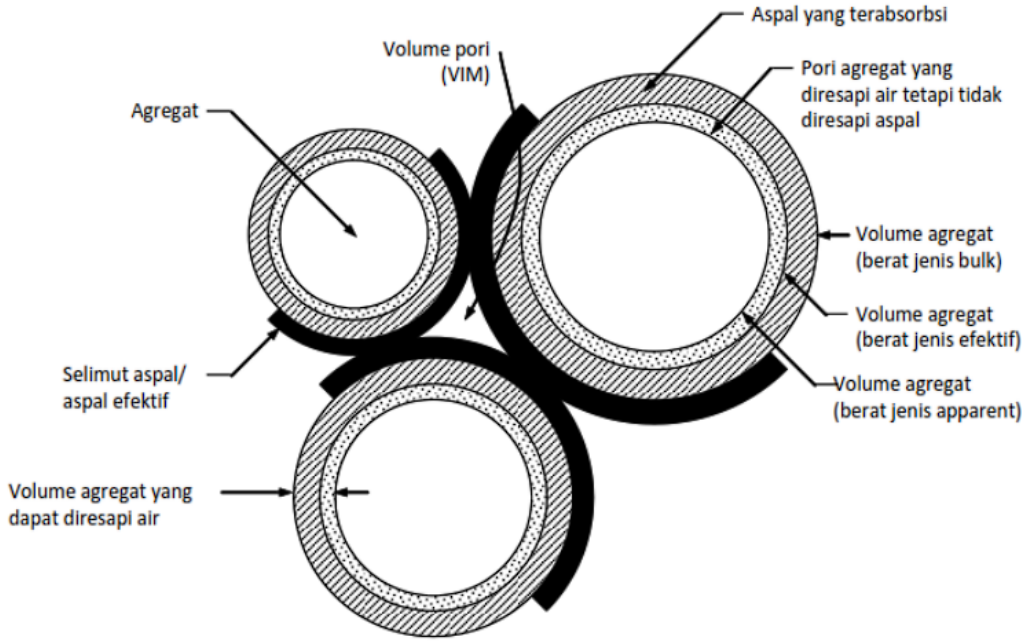
Vmb = volume bulk beton aspal padat

VMA = volume rongga di volume rongga di antara butir agregat campuran, dalam beton aspal padat, termasuk yang terisi oleh aspal, (Void in the Mineral Aggregate).

VIM = volume rongga beton aspal padat (Void In Mix)

VFA = volume rongga beton aspal padat yang terisi oleh aspal (Volume of voids Filled with Asphalt)

Dipindai dengan CamScanner



Gambar 2. 2: Pengertian tentang selimut aspal, VIM, dan aspal yang telah terabsorpsi

Karakteristik beton aspal seringkali ditentukan menggunakan tebal film atau tebal selimut.

1. Berat jenis bulk beton aspal padat (Gmb)

   Berat jenis bulk dari beton aspal padat (Gmb) diukur menggunakan hukum Archimedes, yaitu:

   $$G_{mb} = \frac{B_k}{B_{ssd} - B_a} \quad (1)$$

   Dengan :

   Gmb = berat jenis bulk dari aspal padat

   Bk = berat kering beton aspal padat, gram

   Bssd = berat kering permukaan dari beton aspal padat, gram

   Ba = berat beton aspal padat di dalam air, gram

   Bssd – Ba = volume bulk beton aspal padat, jika berat jenis air = 1

Nilai Penyerapan air dihitung menggunakan rumus (2). Persen penyerapan atau absorpsi air beton aspal padat=

$$PA = \frac{B_{ssd} - B_k}{B_{ssd} - B_a} \times 100 \quad (2)$$

2. Berat jenis maksimum beton aspal sebelum dipadatkan (Gmm)

Dipindai dengan CamScanner

Berat jenis Berat jenis maksimum dari campuran beton aspal yang belum dipadatkan (= Gmm) adalah berat jenis campuran beton aspal tanpa rongga udara. Pengujian dilakukan di laboratorium mengikuti prosedur sesuai dengan AASHTO T209-90. (Sukirman, 2016)

$$G_{mm} = \frac{A}{A-C} \quad (3)$$

Dengan :

G_{mm} = berat jenis maksimum dari campuran beton aspal yang belum dipadatkan

A = berat campuran beton aspal yang belum dipadatkan pada kondisi kering (gram).

C = berat campuran beton aspal yang belum dipadatkan, di dalam air (gram)

G_{mm} dapat pula diperoleh melalui perhitungan dengan berdasarkan beratcampuran beton aspal yang belum dipadatkan sebanyak 100 gram. G_{mm} dapat diperoleh menggunakan rumus:

$$G_{mm} = \frac{100}{\frac{P_s}{G_{se}} - \frac{P_a}{G_a}} \quad (4)$$

Dengan :

G_{mm} = berat jenis maksimum dari campuran beton aspal yang belum dipadatkan

Pa = kadar aspal terhadap berat beton aspal padat, %

Ps = kadar agregat terhadap berat beton aspal padat, %

Ga = berat jenis aspal

Gse = berat jenis efektif dari agregat pembentuk beton aspal padat

3. Volume rongga dalam agregat campuran (VMA)

Volume rongga dalam agregat campuran (VMA = Voids in the Mineral Aggregate), adalah banyaknya rongga di antara butir-butir agregat di dalam beton aspal padat, dinyatakan dalam persentase terhadap volume bulk beton aspal padat. (Sukirman, 2016)

VMA dapat dihitung melalui 2 cara yaitu:

1. Jika komposisi campuran ditentukan sebagai persentase dari berat beton aspal padat.

Dipindai dengan CamScanner

$$VMA = (100 - \frac{G_{mb} \cdot P_s}{G_{sb}}) \%$$ (5)

Dari volume bulk beton aspal padat, dengan:

VMA = volume rongga agregat di dalam beton aspal padat, % dari volume bulk beton aspal padat

Gmb = berat jenis bulk dari beton aspal padat

Ps = kadar agregat terhadap berat beton aspal padat, %

Gsb = berat jenis bulk dari agregat pembentuk beton aspal padat

2. Jika komposisi campuran ditentukan sebagai persentase dari berat beton aspal padat.

$$VMA = (100 - \frac{G_{mb}}{G_{sb}} \times \frac{100}{100+P_{a1}}) \%$$ (6)

Dengan:

VMA = volume rongga agregat di dalam beton aspal padat, % dari volume bulk beton aspal padat

Gmb = berat jenis bulk dari beton aspal padat

P_{a1} = kadar aspal, % terhadap berat agregat

Gsb = berat jenis bulk dari agregat pembentuk beton aspal padat

4. Volume rongga dalam beton aspal padat (VIM)

Volume rongga dalam beton aspal padat (VIM) adalah volume rongga di antara butir-butir agregat yang diselimuti aspal atau volume rongga dalam beton aspal padat. VIM dinyatakan dalam persentase terhadap volume beton aspal padat (Sukirman, 2016). Adapun rumus perhitungannya yaitu:

$$VIM = (100 \times \frac{G_{mm} \cdot G_{mb}}{G_{mm}}) \%$$ (7)

Dengan:

VIM = volume rongga dalam beton aspal padat, % dari volume bulk beton aspal padat

Gmm = berat jenis bulk dari beton aspal padat berat jenis maksimum Beton aspal yang belum dipadatkan

Gmb = berat jenis bulk dari beton aspal padat

5. Volume rongga antar butir agregat yang terisi aspal (VFA)

Dipindai dengan CamScanner

6. Kadar aspal

Banyaknya aspal yang mengabsorbsi atau menyerap ke dalam pori butir agregat dinyatakan sebagai persentase dari berat campuran agregat, dan disebut Pab (Sukirman, 2016). Adapun rumus perhitungannya yaitu:

Pab = $100 \times \frac{G_{se} - G_{sb}}{G_{se} \cdot G_{sb}} \; G_a\%$

Dengan :

Pab = kadar aspal yang mengabsorbsi ke dalam pori butir agregat, % dari berat agregat

Gsb = berat jenis bulk dari agregat pembentuk beton aspal padat

Gse = berat jenis efektif dari agregat pembentuk beton aspal padat

Gs = berat jenis aspal

Sementara itu, banyaknya aspal yang berfungsi menyelimuti permukaan setiap butir agregat adalah jumlah aspal yang dicampurkan ke dalam campuran beton aspal dikurangi bagian yang mengabsorbsi ke dalam pori setiap butir agregat. Kadar aspal ini disebut kadar aspal efektif (Pae), yangdinyatakan sebagai persentase terhadap berat beton aspal padat. (Sukirman, 2016). Adapun rumus perhitungannya yaitu:

Dengan: $P_{ae} = P_a - \frac{P_{ab}}{100} \; P_s\%$

Pae = kadar aspal efektif yang menyelimuti butir-butir agregat, % terhadap berat total beton aspal padat

Pa = kadar aspal terhadap berat beton aspal padat, %

Ps = kadar agregat terhadap berat beton aspall pada, %

Pab = kadar aspal yang mengabsorbsi ke dalam pori butir agregat, % dari berat agregat

7. Tebal selimut aspal

Banyaknya aspal yang berfungsi menyelimuti permukaan setiap butiragregat dinyatakan dengan kadar aspal efektif. Semakin tinggi kadar aspal efektif semakin tebal selimut atau film aspal pada masingmasing butir agregat (Sukirman, 2016). Adapun rumus perhitungannya yaitu:

Dengan : *Tebal selimut aspal* = $\frac{P_{ae}}{G_a} \cdot \frac{1}{LP + P_S}$.1000µ

Dipindai dengan CamScanner

Pae = kadar aspal efektif yang menyelimuti butir-butir agregat, % terhadap berat total beton aspal padat

Gs = berat jenis aspal

Pa = kadar aspal terhadap berat beton aspal padat, %

LP = luas permukaan total dari agregat campuran di dalam beton aspal padat

= Σ(*FLP* × %lolos saringan- · 100

Nilai FLP untuk satu set ukuran saringan menurut TAI seperti pada

Tabel 2. 1 Metode Pengujian dan Spesifikasi Pemeriksaan Karakteristik Agregat

Saringan		**FLP**
No	Bukaan, mm	m2 /kg
≥ No. 4	≥ 4,75	0,41
No. 8	2,36	0,82
No. 16	1,18	1,64
No. 30	0,6	2,87
No. 50	0,3	6,14
No. 100	0,15	12,29
No. 200	0,075	32,77

8. Berat jenis bulk agregat campuran

Masing-masing fraksi agregat mempunyai berat jenis yang berbeda, sehingga untuk menghitung berat beton aspal padat dibutuhkan berat jenis agregat campuran (Sukirman, 2016).

$$Gsb = \frac{P1+P2+P3+\cdots+Pn}{\frac{P1}{Gsb1}+\frac{P2}{Gsb2}+\frac{P3}{Gsb3}+\cdots+\frac{Pn}{Gsbn}}$$

Dengan:

Gsb = berat jenis bulk agregat campuran

P1, P2, …Pn = persentase berat masing-masing fraksi agregat terhadap berat total agregat campuran

Gsb1, Gsb2, …Gsbn = berat jenis bulk dari masing-masing fraksi agregat terhadap berat total agregat campuran

Dipindai dengan CamScanner

9. Berat jenis efektif agregat campuran

Berat jenis efektif campuran dapat dihitung dengan menggunakan berat jenis dari fraksi agregat yang dicampur seperti rumus 13.

$$Gse = \frac{P1+P2+P3+\cdots+Pn}{\frac{P1}{Gse1}+\frac{P2}{Gse2}+\frac{P3}{Gse3}+\cdots+\frac{Pn}{Gsen}}$$

Dengan:

Gse = berat jenis efektif agregat campuran

P1, P2, …Pn = persentase berat masing-masing fraksi agregat terhadap berat total agregat campuran

Gse1, Gse2, …Gsen = berat jenis efektif dari masing-masing fraksi agregat terhadap berat total agregat campuran

2.3 Komponen Beton Aspal

Beton aspal terdiri dari beberapa komponen seperti aspal, agregat kasar, agregat halus, filler dan bahan tambah.

2.3.1 Agregat

Menurut Sukirman (2016), Agregat didefinisikan secara umum sebagai formasi kulit bumi yang keras dan padat. ASTM mendefinisikan agregat sebagai suatu bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa masa berukuran besar. ataupun berupa fragmen-fragmen. Agregat merupakan komponen utama dari struktur perkerasan jalan, yaitu 90-95% agregat berdasarkan persentase berat, atau 75-85% agregat berdasarkan persentase volume. Dengan demikian kualitas perkerasan jalan ditentukan dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain.

Berdasarkan ukuran butirnya agregat dapat dibedakan atas agregat kasar, agregat halus, dan bahan pengisi (filler). Batasan dari masingmasing agregat ini seringkali berbeda, sesuai institusi yang menentukannya. ASTM dan Depkimpraswil dalam Spesifikasi Teknis Campuran Panas,2010, membedakan agregat menjadi agregat kasar, agregat halus dan bahan pengisi (filler) (Sukirman, 2016).

1. Agregat kasar, adalah agregat dengan ukuran butir lebih besar dari saringan No.4 (= 4,75 mm) dan lebih kecil dari saringan 1½ inci.

Dipindai dengan CamScanner

2. Agregat halus, adalah agregat dengan ukuran butir lebih halus dari saringan No.4 (= 4,75 mm) dan maksimum yang lolos saringan No.200 (=0,075 mm) adalah 10%.
3. Bahan pengisi (filler), adalah bagian dari agregat halus yang lolos saringan No. 200 (= 0,075 mm) minimum 75%.

2.3.2 Aspal

Menurut Sukirman (2016), aspal merupakan material yang bersifat termoplastis yaitu mencair jika dipanaskan dan kembali membeku jika temperatur turun. Banyaknya aspal dalam campuran perkerasan berkisar antara 4 - 10% berdasarkan berat campuran, atau 10 - 15% berdasarkan volume campuran.

Aspal dapat diperoleh di alam ataupun merupakan residu dari pengilangan minyak bumi. Aspal alam yaitu aspal yang ditemui di alam dan dapat digunakan sebagaimana diperolehnya atau dengan sedikit pengolahan, sedangkan aspal minyak adalah aspal yang merupakan residu pengilangan minyak bumi.

Sebagai bahan pengikat, aspal juga menjadi bahan pengisi pada rongga-rongga dalam campuran. Dalam campuran beton aspal (laston) yang banyak memakai agregat kasar, penggunaan kadar aspal menjadi sangat tinggi karena karena aspal di sini berfungsi untuk mengisi ronggarongga antar agregat dalam campuran. Untuk mengantisipasi kadar aspal yang tinggi digunakan aspal dengan mutu baik, dengan tujuan memperbaiki kondisi campuran dan menghasilkan campuran beton aspal yang baik sesuai dengan spesifikasi. (Iskandar, 2017).

2.4 Bahan Tambahan

Penelitian ini akan melakukan penambahan bahan pada aspal berupa Slag Nikel sebagai material subtitusi dalam campuran lapis aus (AC-WC) untuk mendapatkan nilai poisson ratiodan ketahanan deformasi yang baik. Secara fisik meskipun permukaan Slag Nikel kurangkasar tetapi diharapkan mampu melekat dengan baik dengan aspal serta mampu saling mengunci dengan baik antara agregat alam dan agregat slag nikel sehingga mampu meningkatkan kinerja perkerasan dan memberi pengaruh pengaruh terhadap peningkatan nilai stabilitas.

Dipindai dengan CamScanner