

**STUDI ANALISIS PERANCANGAN CAMPURAN
PERKERASAN JALAN LENTUR (*FLEXIBLE PAVEMENT*)
PADA PROYEK JALAN TOL PEKANBARU – DUMAI SEKSI
2A (MINAS – KANDIS)**

TUGAS AKHIR

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Islam Riau
Pekanbaru*



Oleh

KOMIKO MOHTA

163110603

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU**

2019

**STUDI ANALISIS PERANCANGAN CAMPURAN
PERKERASAN JALAN LENTUR (*FLEXIBLE PAVEMENT*)
PADA PROYEK JALAN TOL PEKANBARU – DUMAI SEKSI
2A (MINAS – KANDIS)**

TUGAS AKHIR

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik*

*Universitas Islam Riau
Pekanbaru*

DISUSUN OLEH:

KOMIKO MOHTA

NPM : 163110603

Diperiksa dan disetujui oleh :

Prof.Dr.Ir.H.Sugeng Wiyono.,MMT

Dosen Pembimbing

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

“STUDI ANALISIS PERANCANGAN CAMPURAN
PERKERASAN JALAN LENTUR (*FLEXIBLE PAVEMENT*) PADA
PROYEK JALAN TOL PEKANBARU-DUMAI SEKSI 2A
(MINAS-KANDIS)”

DISUSUN OLEH

KOMIKO MOHTA
NPM. 163110603

Telah Disetujui Didepan Dewan Penguji Tanggal 21 Februari 2020
Dan Dinyatakan Telah Memenuhi Syarat Untuk Diterima

SUSUNAN DEWAN PENGUJI

Prof.Dr.Ir.H.Sugeng Wiyono.,MMT
Dosen Pembimbing

Dr.Elizar,ST.,MT
Dosen Penguji

Roza Mildawati,ST.,MT
Dosen Penguji

Pekanbaru, 21 Februari 2020
DEKAN FAKULTAS TEKNIK UIR

Ir.H.Abd.Kudus Zaini,MT.,MS.,TR.,IPM

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (Strata satu) di Universitas Islam Riau.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dosen pembimbing
3. Dalam karya ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain kecuali tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar Pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan tidak kebenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku diperguruan tinggi.

Pekanbaru, 21 Februari 2020
Yang Bersangkutan Pernyataan

Komiko Mohta
163110603

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullah Wabarokatuh

Alhamdulillahrabbi'l'alamin, segala puji dan syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan nikmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini mengenai "**Studi Analisis Perancangan Campuran Perkerasan Jalan Lentur (*Flexible Pavement*) Pada Proyek Jalan Tol Pekanbaru – Dumai Seksi 2A (Minas – Kandis)**". Tugas akhir ini berupa skripsi sebagai syarat untuk meraih gelar sarjana strata 1 (S1) Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Riau.

Tugas akhir ini berisi tentang rangkuman dan kesimpulan selama penulis melakukan penelitian dan analisa. Rangkuman dan kesimpulan ini disusun dalam bab-bab, bab tersebut terdiri dari bab I yang berisi tentang latar belakang, bab II berisi tentang tinjauan pustaka, bab III berisi tentang landasan teori, bab IV berisi tentang metodologi penelitian, bab V berisi tentang hasil dan pembahasan, dan bab VI berisi tentang kesimpulan dan saran.

Penulis berharap tugas akhir ini bisa bermanfaat bagi mahasiswa/i Teknik Sipil, penulis juga menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam menyusun tugas akhir ini, maka dari itu kritik dan saran sangat diharapkan dari pembaca agar kedepannya bisa lebih baik lagi.

Pekanbaru, Januari 2020

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamualaikum Wr.Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini dengan baik. Penulisan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik Universitas Islam Riau. Penulis menyadari bahwa penelitian ini tidak akan terwujud tanpa adanya dorongan dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam penulisan dan penyelesaian Tugas Akhir ini tidak lupa penulis ucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. H. Syafrinaldi, S.H., M.C.L, Rektor Universitas Islam Riau.
2. Bapak Ir. H. Abd. Kudus Zaini, MT, Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
3. Ibu Dr. Kurnia Hastuti, ST.,MT, Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
4. Bapak M. Ariyon, ST.,MT, Wakil Dekan II Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
5. Bapak Ir. Syawaldi, M.Sc, Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
6. Ibu Dr. Elizar, ST.,MT, Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Riau Sekaligus Dosen Penguji.
7. Bapak Firman Syarif, ST., M.Eng, Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Riau.
8. Bapak Prof.Dr.Ir.H.Sugeng Wiyono.,MMT, Guru Besar Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Riau Sekaligus Dosen Pembimbing.
9. Ibu Roza Mildawati ST., MT Sebagai Dosen Penguji.
10. Bapak dan Ibu Dosen pengajar Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.

11. Seluruh karyawan dan karyawan fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
12. Ayahanda dan Ibunda tercinta Ir. Mohamad Tavip dan Risda Feyenti.,Spd ,sebagai Orang Tua yang selalu memberikan dan mendo'akan yang terbaik serta sangat berperan dalam proses pendewasaan penulis.
13. Saudara - Saudara Saya, Ingkia Mohta, M. Vio Mohta, Gandhiko Mohta, Diwata Mohta, Genta Mohta, Nurafi Windri, Ocha Septiyono, Uci Sriladita, Fifin Frigawitri, Yofi, Fransisco Deri, Cika, Aldo, Ade Susanto, yang tidak pernah berhenti memberikan motivasi dan selalu memberikan semangat kepada penulis.
14. Buat Ibu Dari Calon Anak – Anak Saya, Ika Wahyu Ningsih yang membantu dan saling bertukar pikiran dalam pengerjaan skripsi ini.
15. Bapak Pimpinan Proyek Jalan Tol Pekanbaru – Dumai Seksi 2A (Minas – Kandis) beserta karyawan yang telah memberikan data-data, serta izin untuk melakukan penelitian.
16. Buat teman-teman seperjuangan Riki, Madian, Ridho, Ewok, Afidh, Masrur, Sahril, Kandar, Linda, Wanit dan teman-teman lainnya di Fakultas Teknik serta semua pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Terima kasih atas segala bantuannya, semoga penelitian ini bermanfaat bagi kita semua dan semoga segala amal baik kita mendapatkan balasan yang setimpal dari Allah SWT. Amin...

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Pekanbaru, Januari 2020

Penulis

Komiko Mohta

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	ii
UCAPAN TERIMA KASIH	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xviii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Umum	5
2.2 Peneliti Terdahulu.....	5
2.3 Keaslian penelitian.....	9
BAB III. LANDASAN TEORI	
3.1 Umum	11
3.2 <i>Design Mix Formula (DMF)</i>	11
3.3 Jenis – Jenis Campuran Aspal.....	13
3.4 Lapisan Aspal Beton (LASTON / AC).....	13

3.5	Komposisi Penyusun Perkerasan	14
3.5.1	Aspal Bitumen	14
3.5.2	Abu Batu	15
3.5.3	Batu Pecah	15
3.5.4	Semen <i>Portland</i>	16
3.6	Berat Jenis Aspal Bitumen.....	17
3.7	Berat Jenis.....	18
3.8	Penyerapan Aspal (%).....	20
3.9	<i>Soundness Test</i>	20
3.10	Skema <i>Asphalt Mixing Plant (AMP)</i>	22
3.10.1	Persiapan Bahan Baku.....	22
3.10.2	<i>Cold Bin</i>	23
3.10.3	Pengeringan Agregat Dengan <i>Unit Dryer</i>	24
3.10.4	<i>Dust Collector</i>	25
3.10.5	Proses Pemisahan Agregat Menggunakan <i>Hot Screen</i>	26
3.10.6	<i>Hot Bin</i>	27
3.10.7	Timbangan.....	28
3.10.8	<i>Mixer</i>	28
3.10.9	<i>Asphalt Tank</i>	29
3.10.10	<i>Cement Tank</i>	30
3.10.11	Deskripsi <i>AMP (Asphalt Mixing Plant)</i>	31
3.11	<i>Combine Grading Cold-Bin</i>	33
3.12	<i>Combine Grading Hot-Bin</i>	35
3.13	Kadar Aspal Optimum	38
3.14	<i>Surface Area</i>	39
3.15	Berat Jenis Campuran Maksimum (G_{mm})	40
3.16	<i>Marshall Test</i>	41
3.17	<i>Refusal Density</i>	46
3.18	Komposisi Campuran <i>DMF</i>	47

BAB IV. METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Umum	49
4.2 Lokasi Penelitian.....	49
4.3 Teknik Penelitian	50
4.4 Tahap Pelaksanaan Penelitian.....	50
4.5 Analisis Data Pengujian.....	53

BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Deskripsi Umum.....	55
5.2 Material.....	55
5.3 Berat Jenis Aspal.....	56
5.4 Analisis <i>AC-BASE</i>	56
5.4.1 Berat Jenis Kering / <i>Bulk</i> , Agregat Efektif dan Penyerapan Aspal <i>AC-BASE</i>	56
5.4.2 <i>Soundness Test AC-BASE</i>	57
5.4.3 <i>Combine Grading Cold Bin AC-BASE</i>	58
5.4.4 <i>Combine Grading Hot Bin AC-BASE</i>	60
5.4.5 Kadar Aspal Optimum <i>AC-BASE</i>	62
5.4.6 Berat Jenis Maksimum Pada Campuran (G_{mm}) <i>AC-BASE</i>	64
5.4.7 <i>Surface Area AC-BASE</i>	65
5.4.8 <i>Refusal Density AC-BASE</i>	66
5.4.9 Hasil <i>Design Mix Formula (DMF) AC-BASE</i>	67
5.5 Analisis <i>AC-BC</i>	68
5.5.1 Berat Jenis Kering / <i>Bulk</i> , Agregat Efektif dan Penyerapan Aspal <i>AC-BC</i>	68
5.5.2 <i>Soundness Test AC-BC</i>	69
5.5.3 <i>Combine Grading Cold Bin AC-BC</i>	70
5.5.4 <i>Combine Grading Hot Bin AC-BC</i>	72
5.5.5 Kadar Aspal Optimum <i>AC-BC</i>	74

5.5.6 Berat Jenis Maksimum Pada Campuran (G_{mm}) AC-BC	76
5.5.7 <i>Surface Area</i> AC-BC	77
5.5.8 <i>Refusal Density</i> AC-BC	78
5.5.9 Hasil <i>Design Mix Formula (DMF)</i> AC-BC	79
5.6 Analisis AC-WC	80
5.6.1 Berat Jenis Kering / <i>Bulk</i> , Agregat Efektif dan Penyerapan Aspal AC-WC	80
5.6.2 <i>Soundness Test</i> AC-WC	81
5.6.3 <i>Combine Grading Cold Bin</i> AC-WC	82
5.6.4 <i>Combine Grading Hot Bin</i> AC-WC	84
5.6.5 Kadar Aspal Optimum AC-WC	86
5.6.6 Berat Jenis Maksimum Pada Campuran (G_{mm}) AC-WC	88
5.6.7 <i>Surface Area</i> AC-WC	89
5.6.8 <i>Refusal Density</i> AC-WC	90
5.6.9 Hasil <i>Design Mix Formula (DMF)</i> AC-WC	91
5.7 Analisis Perbandingan <i>Design Mix Formula (DMF)</i>	92
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1 Kesimpulan	96
6.2 Saran	97
DAFTAR PUSTAKA	98
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
Tabel 3.1	Amplop Gradasi Agregat Gabungan <i>Cold Bin</i> Untuk Campuran Beraspal.....	34
Tabel 3.2	Amplop Gradasi Agregat Gabungan <i>Hot Bin</i> Untuk Campuran Beraspal.....	36
Tabel 3.3	Ketentuan Karakteristik <i>Marshall</i> Campuran Laston	39
Tabel 3.4	Komposisi Campuran <i>DMF AC-BASE</i>	47
Tabel 5.1	Pengujian Berat Jenis Aspal	56
Tabel 5.2	Hasil Pengujian Berat Jenis Kering, Agregat Efektif dan Penyerapan Aspal <i>AC – BASE</i>	57
Tabel 5.3	Pengujian <i>Soundness Test AC – BASE</i>	57
Tabel 5.4	Batas Maksimum Ketahanan Agregat <i>AC-BASE</i>	58
Tabel 5.5	<i>Combine Grading Cold Bin AC-BASE</i>	59
Tabel 5.6	<i>Combine Grading Hot Bin AC-BASE</i>	61
Tabel 5.7	Hasil Tes Kadar Aspal Optimum <i>AC-BASE</i> Terhadap Spesifikasi 2018.....	64
Tabel 5.8	Hasil Uji Berat Jenis Maksimum Campuran (G_{mm}) <i>AC-BASE</i>	65
Tabel 5.9	<i>Surface Area AC-BASE</i>	65
Tabel 5.10	<i>Refusal Density AC-BASE</i>	66
Tabel 5.11	Hasil <i>Design Mix Formula (DMF) AC-BASE</i>	67
Tabel 5.12	Rangkuman Hasil <i>Design Mix Formula (DMF) AC-BASE</i>	68
Tabel 5.13	Hasil Pengujian Berat Jenis Kering, Agregat Efektif dan Penyerapan Aspal <i>AC – BC</i>	68
Tabel 5.14	Pengujian <i>Soundness Test AC – BC</i>	69
Tabel 5.15	Batas Maksimum Ketahanan Agregat <i>AC-BC</i>	70
Tabel 5.16	<i>Combine Grading Cold Bin AC-BC</i>	71
Tabel 5.17	<i>Combine Grading Hot Bin AC-BC</i>	73

Tabel 5.18	Hasil Tes Kadar Aspal Optimum <i>AC-BC</i> Terhadap Spesifikasi 2018 ..	76
Tabel 5.19	Hasil Uji Berat Jenis Maksimum Campuran (G_{mm}) <i>AC-BC</i>	77
Tabel 5.20	<i>Surface Area AC-BC</i>	77
Tabel 5.21	<i>Refusal Density AC-BC</i>	78
Tabel 5.22	Hasil <i>Design Mix Formula (DMF) AC-BC</i>	79
Tabel 5.23	Rangkuman Hasil <i>Design Mix Formula (DMF) AC-BC</i>	80
Tabel 5.24	Hasil Pengujian Berat Jenis Kering, Agregat Efektif dan Penyerapan Aspal <i>AC – WC</i>	80
Tabel 5.25	Pengujian <i>Soundness Test AC – WC</i>	81
Tabel 5.26	Batas Maksimum Ketahanan Agregat <i>AC-WC</i>	82
Tabel 5.27	<i>Combine Grading Cold Bin AC-WC</i>	83
Tabel 5.28	<i>Combine Grading Hot Bin AC-WC</i>	85
Tabel 5.29	Hasil Tes Kadar Aspal Optimum <i>AC-WC</i> Terhadap Spesifikasi 2018 .	88
Tabel 5.30	Hasil Uji Berat Jenis Maksimum Campuran (G_{mm}) <i>AC-WC</i>	89
Tabel 5.31	<i>Surface Area AC-WC</i>	89
Tabel 5.32	<i>Refusal Density AC-WC</i>	90
Tabel 5.33	Hasil <i>Design Mix Formula (DMF) AC-WC</i>	91
Tabel 5.34	Rangkuman Hasil <i>Design Mix Formula (DMF) AC-WC</i>	92
Tabel 5.35	Rangkuman Perbandingan Karakteristik <i>Marshall</i>	95

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
Gambar 3.1	Persiapan Bahan Material	22
Gambar 3.2	<i>Cold Bin</i>	23
Gambar 3.3	Proses Agregat Masuk <i>Cold Bin</i>	23
Gambar 3.4	Alat <i>Unit Dryer</i>	24
Gambar 3.5	<i>Belt Conveyor</i>	25
Gambar 3.6	<i>Dust Collector</i>	25
Gambar 3.7	<i>Hot Screen</i>	26
Gambar 3.8	<i>Hot Elevator</i>	27
Gambar 3.9	<i>Hot Bin</i>	27
Gambar 3.10	Timbangan	28
Gambar 3.11	<i>Mixer</i>	29
Gambar 3.12	<i>Asphalt Tank</i>	29
Gambar 3.13	Alat Pemanas Aspal	30
Gambar 3.14	<i>Cement Tank</i>	31
Gambar 3.15	<i>AMP (Asphalt Mixing Plant)</i>	31
Gambar 3.16	<i>Combine Grading Cold Bin AC-BASE</i>	35
Gambar 3.17	<i>Combine Grading Hot Bin AC-BASE</i>	37
Gambar 3.18	Material <i>Hot Bin</i>	37
Gambar 3.16	<i>Combine Grading Cold Bin AC-BASE</i>	35
Gambar 4.1	Lokasi Penelitian.....	49
Gambar 4.2	Bagan Alir Penelitian.....	52
Gambar 4.3	Bagan Alir Analisis Pengujian.....	54
Gambar 5.1	Grafik <i>Combine Grading Cold Bin AC-BASE</i>	60
Gambar 5.2	Grafik <i>Combine Grading Hot Bin AC-BASE</i>	62
Gambar 5.3	Grafik <i>Combine Grading Cold Bin AC-BC</i>	72

Gambar 5.4	Grafik <i>Combine Grading Hot Bin AC-BC</i>	74
Gambar 5.5	Grafik <i>Combine Grading Cold Bin AC-WC</i>	84
Gambar 5.6	Grafik <i>Combine Grading Hot Bin AC-WC</i>	86



Dokumen ini adalah Arsip Milik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR NOTASI

<i>gr</i>	= Gram
%	= Persentase
<i>Cm²</i>	= Centimeter persegi
<i>mm</i>	= Milimeter
<i>kg</i>	= Kilogram
<i>cm²/kg</i>	= Centimeter persegi per kilogram
<i>°C</i>	= Derajat Celsius
<i>gr/cm³</i>	= Gram per centimetre kubik
<i>gr/cc</i>	= Gram per centimetre kubik
<i>kg/mm</i>	= Kilogram per milimeter
<i>SNI</i>	= Standar Nasional Indonesia
No.	= Nomor



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A

- A.1 Rancangan Design Mix Formula AC-BASE
- A.2 Pengujian Berat Jenis Aspal
- A.3 Pengujian Berat Jenis Bulk, Agregat Efektif dan Penyerapan Aspal
- A.4 Soundness Test
- A.5 Combined Grading Cold – Bin
- A.6 Sieve Analisis Agregat Cold - Bin
- A.7 Combine Grading Hot – Bin
- A.8 Sieve Analisis Agregat Hot - Bin
- A.9 Luas Permukaan Agregat (Surface Area)
- A.10 Marshall Test Data 6%
- A.11 Berat Jenis Campuran Maximum (GMM) 6%
- A.12 Pemeriksaan Kepadatan Mutlak/Membal (Refusal) 6%
- A.13 Marshall Test Data 5,5%
- A.14 Berat Jenis Campuran Maximum (GMM) 5,5%
- A.15 Pemeriksaan Kepadatan Mutlak/Membal (Refusal) 5,5%
- A.16 Marshall Test Data 5,1%
- A.17 Berat Jenis Campuran Maximum (GMM) 5,1%
- A.18 Pemeriksaan Kepadatan Mutlak/Membal (Refusal) 5,1%
- A.19 Marshall Test Data 5%
- A.20 Berat Jenis Campuran Maximum (GMM) 5%
- A.21 Pemeriksaan Kepadatan Mutlak/Membal (Refusal) 5%
- A.22 Marshall Test Data 4,5%
- A.23 Berat Jenis Campuran Maximum (GMM) 4,5%
- A.24 Pemeriksaan Kepadatan Mutlak/Membal (Refusal) 4,5%
- A.25 Marshall Test Data 4%
- A.26 Berat Jenis Campuran Maximum (GMM) 4%

- A.27 Pemeriksaan Kepadatan Mutlak/Membal (Refusal) 4%
- A.28 Design Mix Formula AC-BASE
- A.29 Rangkuman Hasil Pengujian Campuran AC-BASE
- A.30 Rancangan Design Mix Formula AC-BC
- A.31 Pengujian Berat Jenis Aspal
- A.32 Pengujian Berat Jenis Bulk, Agregat Efektif dan Penyerapan Aspal
- A.33 Soundness Test
- A.34 Combined Grading Cold – Bin
- A.35 Sieve Analysis Aggregate Cold - Bin
- A.36 Combine Grading Hot – Bin
- A.37 Sieve Analysis Aggregate Hot - Bin
- A.38 Luas Permukaan Agregat (Surface Area)
- A.39 Marshall Test Data 6,5%
- A.40 Berat Jenis Campuran Maximum (GMM) 6,5%
- A.41 Pemeriksaan Kepadatan Mutlak/Membal (Refusal) 6,5%
- A.42 Marshall Test Data 6%
- A.43 Berat Jenis Campuran Maximum (GMM) 6%
- A.44 Pemeriksaan Kepadatan Mutlak/Membal (Refusal) 6%
- A.45 Marshall Test Data 5,5%
- A.46 Berat Jenis Campuran Maximum (GMM) 5,5%
- A.47 Pemeriksaan Kepadatan Mutlak/Membal (Refusal) 5,5%
- A.48 Marshall Test Data 5%
- A.49 Berat Jenis Campuran Maximum (GMM) 5%
- A.50 Pemeriksaan Kepadatan Mutlak/Membal (Refusal) 5%
- A.51 Marshall Test Data 4,5%
- A.52 Berat Jenis Campuran Maximum (GMM) 4,5%
- A.53 Pemeriksaan Kepadatan Mutlak/Membal (Refusal) 4,5%
- A.54 Design Mix Formula AC-BC
- A.55 Rangkuman Hasil Pengujian Campuran AC-BC

- A.56 Rancangan Design Mix Formula AC-WC
- A.57 Pengujian Berat Jenis Aspal
- A.58 Pengujian Berat Jenis Bulk, Agregat Efektif dan Penyerapan Aspal
- A.59 Soundness Test
- A.60 Combined Grading Cold – Bin
- A.61 Sieve Analisis Aggregate Cold - Bin
- A.62 Combine Grading Hot – Bin
- A.63 Sieve Analisis Aggregate Hot - Bin
- A.64 Luas Permukaan Agregat (Surface Area)
- A.65 Marshall Test Data 7%
- A.66 Berat Jenis Campuran Maximum (GMM) 7%
- A.67 Pemeriksaan Kepadatan Mutlak/Membal (Refusal) 7%
- A.68 Marshall Test Data 6,5%
- A.69 Berat Jenis Campuran Maximum (GMM) 6,5%
- A.70 Pemeriksaan Kepadatan Mutlak/Membal (Refusal) 6,5%
- A.71 Marshall Test Data 6%
- A.72 Berat Jenis Campuran Maximum (GMM) 6%
- A.73 Pemeriksaan Kepadatan Mutlak/Membal (Refusal) 6%
- A.74 Marshall Test Data 5,5%
- A.75 Berat Jenis Campuran Maximum (GMM) 5,5%
- A.76 Pemeriksaan Kepadatan Mutlak/Membal (Refusal) 5,5%
- A.77 Marshall Test Data 5%
- A.78 Berat Jenis Campuran Maximum (GMM) 5%
- A.79 Pemeriksaan Kepadatan Mutlak/Membal (Refusal) 5%
- A.80 Design Mix Formula AC-WC
- A.81 Rangkuman Hasil Pengujian Campuran AC-WC

LAMPIRAN B

- B.1 Jurnal Terdahulu

B.2 Ringkasan Metode

B.3 Spesifikasi Umum 2018 No : 02/SE/Db/2018

B.4 Shop Drawing

B.5 Dokumentasi Penelitian

LAMPIRAN C

C.1 Lembar Disposisi

C.2 Surat Usulan Penulisan Tugas Akhir

C.3 Surat Keputusan Pembimbing

C.4 Surat Keputusan Penguji

C.5 Lembar Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir

C.6 Surat Keterangan Persetujuan Seminar

C.7 Lembar Berita Acara Seminar Tugas Akhir

C.8 Surat Keterangan Persetujuan Komprehensif

C.9 Lembar Berita Acara Komprehensif Tugas Akhir

C.10 Lembar Berita Acara Meja Hijau

C.11 Surat Keterangan Persetujuan Jilid Tugas Akhir

**STUDI ANALISIS PERANCANGAN CAMPURAN PERKERASAN JALAN
LENTUR (*FLEXIBLE PAVEMENT*) PADA PROYEK JALAN TOL
PEKANBARU – DUMAI SEKSI 2A (MINAS - KANDIS)**

**KOMIKO MOHTA
163110603**

ABSTRAK

Didalam melaksanakan pekerjaan jalan tol Pekanbaru – Dumai seksi 2A (Minas -Kandis) dimulai dari STA 24+200 – STA 33+600 maka kontraktor dan konsultan selalu berpedoman terhadap *DMF (Design Mix Formula)* yang telah dilakukan beberapa kali *trial* sehingga didapat *JMF (Job Mix Formula)* yang sesuai dengan kondisi lapangan, hal tersebut disusun bersama-sama pihak terkait yakni kontraktor dan konsultan. Didalam perencanaan *DMF (Design Mix Formula)*, maka didalamnya harus didapat kadar aspal optimum dan kadar agregat optimum. Sehingga campuran perkerasan baik *AC-BASE*, *AC-BC* maupun *AC-WC* mencapai campuran yang optimum. Tujuan penelitian ini adalah dapat menganalisis perancangan *DMF (Design Mix Formula)* pada masing – masing lapisan perkerasan *AC-BASE*, *AC-BC* maupun *AC-WC*.

Penelitian ini berpedoman pada spesifikasi umum 2018 surat edaran dirjen binamarga No : 02/SE/Db/2018. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode formula dari *Asphalt Institute MS-02-1995* dalam penentuan kadar aspal optimum dan metode *Trial and Error* untuk menentukan kadar agregat campuran yang memenuhi syarat. Untuk mendapatkan rongga kepadatan dalam keadaan membal atau mutlak menggunakan metode *Percentage Of Refusal Density*.

Hasil penelitian perancangan *DMF (Design Mix Formula)* proyek jalan tol Pekanbaru – Dumai seksi 2A (Minas – Kandis) ialah sebagai berikut. Kadar aspal optimum *AC-BASE* 5.1 %, *AC-BC* 5.5 % dan untuk *AC-WC* 6 % dan agregat *hot bin* serta *cold bin* yang memenuhi syarat spesifikasi umum 2018 No:02/SE/Db/2018. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa kualitas dan mutu perkerasan tergantung terhadap kadar aspal yang optimum. Jika kadar aspal optimum maka akan menghasilkan campuran aspal dan agregat yang optimum pula, hal itu ditinjau dari segi karakteristik perkerasan itu sendiri yakni *stability*, *density*, *flow*, *Marshall Quotient (MQ)*, *Void In Mix (VIM)*, *Void in Mineral Aggregate (VMA)* dan *Void Filled Bitument (VFB)*. Saran yang diberikan untuk penelitian ini ialah diharapkan adanya suatu metode yang lebih efisien dalam penentuan kadar setiap lapisan perkerasan ini.

Kata Kunci : *DMF (Design Mix Formula)*, Metode *Asphalt Institue MS 02 1995*, Metode *Percentage of Refusal Density*, Metode *Trial and Error*, *Hot /Cold Bin*, Kadar Aspal Optimum

**ANALYSIS STUDY OF MIXING DESIGN ROAD (FLEXIBLE PAVEMENT) IN
TOLL ROAD PROJECT PEKANBARU - DUMAI SECTION 2A (MINAS -
KANDIS)**

KOMIKO MOHTA
163110603

ABSTRACT

In carrying out the work of the Pekanbaru - Dumai toll road section 2A (Minas-Kandis) starting from STA 24 + 200 - STA 33 + 600, the contractor and consultant are always guided by the DMF (Design Mix Formula) which has been carried out several trail times to obtain a JMF (Job Mix Formula) in accordance with field conditions, these are prepared together with related parties namely contractors and consultants. In the DMF (Design Mix Formula) planning, the optimum asphalt content and aggregate content must be obtained. So that the mixture of pavement both AC-BASE, AC-BC and AC-WC reaches the optimum mixture. The purpose of this study was to be able to analyze the design of the DMF (Design Mix Formula) on each AC-BASE, AC-BC and AC-WC pavement layers.

This study is guided by the 2018 general specifications of the Director General of Binamarga Circular No: 02 / SE / Db / 2018. The method used in this research is the formula method from Asphalt Institute MS-02-1995 in determining the optimum asphalt content and the Trial and Error method for determining the aggregate content of a mixture that meets the requirements. To get the density cavity in a bouncy or absolute state, use the Percentage Of Refusal Density method.

The results of research on the design of the DMF (Design Mix Formula) of the Pekanbaru - Dumai toll road section 2A (Minas - Kandis) section are as follows. Optimum asphalt levels of AC-BASE 5.1%, AC-BC 5.5% and for AC-WC 6% and aggregate hot bin and cold bin that meet the general specifications 2018 No: 02 / SE / Db / 2018. From these results it can be concluded that the quality and quality of the pavement depends on the optimum asphalt content. If the optimum asphalt content will produce the optimum mixture of asphalt and aggregate, it is also viewed in terms of the characteristics of the pavement itself, namely stability, density, flow, Marshall Quotient (MQ), Void In Mix (VIM), Void in Mineral Aggregate (VMA)) and Void Filled Bitument (VFB). Suggestions given for this research are expected to have a more efficient method in determining the content of each layer of this pavement.

Keywords: DMF (Design Mix Formula), Asphalt Institution Method MS 02 1995, Percentage of Refusal Density Method, Trial and Error Method, Hot / Cold Bin, Optimum Asphalt Content

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Didalam melaksanakan pekerjaan jalan tol Pekanbaru – Dumai seksi 2A (Minas -Kandis) dimulai dari STA 24+200 – STA 33+600 maka kontraktor dan konsultan selalu berpedoman terhadap rancangan *DMF (Design Mix Formula)* yang sudah dilakukan beberapa *trial* sehingga menjadi *JMF (Job Mix Formula)* terhadap kondisi lapangan proyek serta disusun bersama-sama pihak terkait yakni kontraktor dan konsultan. Di imbangi kebutuhan mobilisasi yang sangat pesat membuat proyek jalan tol sangat digalakkan di akhir tahun ini.

Jalan tol ialah jalan tanpa hambatan serta berbayar. jalan tol dilalui oleh berbagai jenis kendaraan mulai dari beban sumbu tunggal roda tunggal (STRT) sampai beban sumbu triple roda ganda (STRRG). Dengan berat kendaraan yang berbeda-beda membuat para perencana dan pelaksana harus mampu mendesain perkerasan jalan baik *AC-BASE*, *AC-BC* maupun *AC-WC* yang tahan terhadap kondisi beban lalu lintas yang melaluinya serta memiliki kualitas dan umur yang sesuai dengan rencana.

Pada kasus – kasus yang sering ditemui di Indonesia, banyak jalan konstruksi yang baru selesai tapi tidak memiliki kualitas yang mumpuni dan umur jalan tersebut hanya sebentar. Meskipun semua orang tau bahwa kualitas dari perkerasan ditentukan terhadap resep dari perkerasan tersebut atau sering disebut sebagai *Design Mix Formula (DMF)*. Maka oleh sebab itu, penulis ingin lebih detail meneliti tentang Analisis pembuatan *DMF (Design Mix Formula)* menggunakan tiga metode umum yakni metode formula dari *asphalt institute MS 02-1995*, metode *percentage of refusal density* serta metode *trial and error* yang disyaratkan oleh spesifikasi umum surat edaran dirjen bina marga No: 02/SE/Db/2018. Pembuatan *DMF* yang penulis buat, lebih menekankan terhadap nilai keoptimalan masing-masing lapisan perkerasan yakni *AC-BASE*, *AC-BC* serta *AC-WC* dan perkerasan tersebut memiliki kualitas yang baik.

Dikarenakan penulis melakukan kerja praktek di proyek jalan tol Pekanbaru – Dumai seksi 2A, maka penulis merancang *DMF (Design Mix Formula)* kembali dan mengedepankan analisis perancangan serta keoptimalan mutu perkerasan *AC – BASE, AC-BC* serta *AC-WC* dengan mengikuti spesifikasi umum surat edaran dirjen bina marga No : 02/SE/Db/2018 pada jalan tol Pekanbaru – Dumai Seksi 2A (Minas – Kandis). Penulis mengangkat judul skripsi “Studi Analisis Perancangan Campuran Perkerasan Jalan Lentur *Flexible Pavement* Pada Proyek Jalan Tol Pekanbaru – Dumai Seksi 2A Minas – Kandis”.

Penulis membuat rancangan campuran perkerasan jalan lentur tol dan analisis perancangan setiap lapisan perkerasan baik *AC-BASE, AC-BC* maupun *AC-WC*. Tentunya penulis melakukan beberapa pengujian diantaranya pengujian berat jenis aspal, pengujian berat jenis *bulk* , agregat efektif serta penyerapan aspal, *soundness test, combine grading cold-bin* dan *hot-bin*, luas permukaan agregat, berat jenis maksimum, *marshall test* dan pemeriksaan kepadatan mutlak atau membal (*refusal*).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana analisis perancangan *Design Mix Formula (DMF)* pada masing - masing lapisan perkerasan (*AC-BASE, AC-BC* serta *AC-WC*) ?
2. Bagaimana analisa campuran *AC-BASE, AC-BC* dan *AC-WC* ?
3. Bagaimana proses analisis kadar aspal sampai didapat kadar aspal optimum ?
4. Bagaimana proses analisis *refusal density* ?
5. Bagaimana analisa *combine grading hot-bin* dan *cold-bin* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah yang telah dijelaskan diatas, maka didapat tujuan penelitian ialah sebagai berikut :

1. Menganalisis perancangan *Design Mix Formula (DMF)* pada masing – masing lapisan perkerasan (*AC- BASE, AC-BC* serta *AC-WC*).

2. Pemaparan proses analisis kadar aspal optimum.
3. Pemaparan proses analisis *refusal density*.
4. Pemaparan proses analisis *combine grading hot-bin* serta *cold-bin* yang sesuai pada amplop gradasi spesifikasi umum 2018.
5. Membandingkan *Design Mix Formula (DMF)* masing – masing lapisan perkerasan jenis *Asphalt Concrete (AC)* pada jalan tol Pekanbaru – Dumai seksi 2A (Minas – Kandis).

1.4 Manfaat Penelitian

Dari tujuan penelitian yang telah dijelaskan diatas, maka didapat manfaat penelitian ialah sebagai berikut :

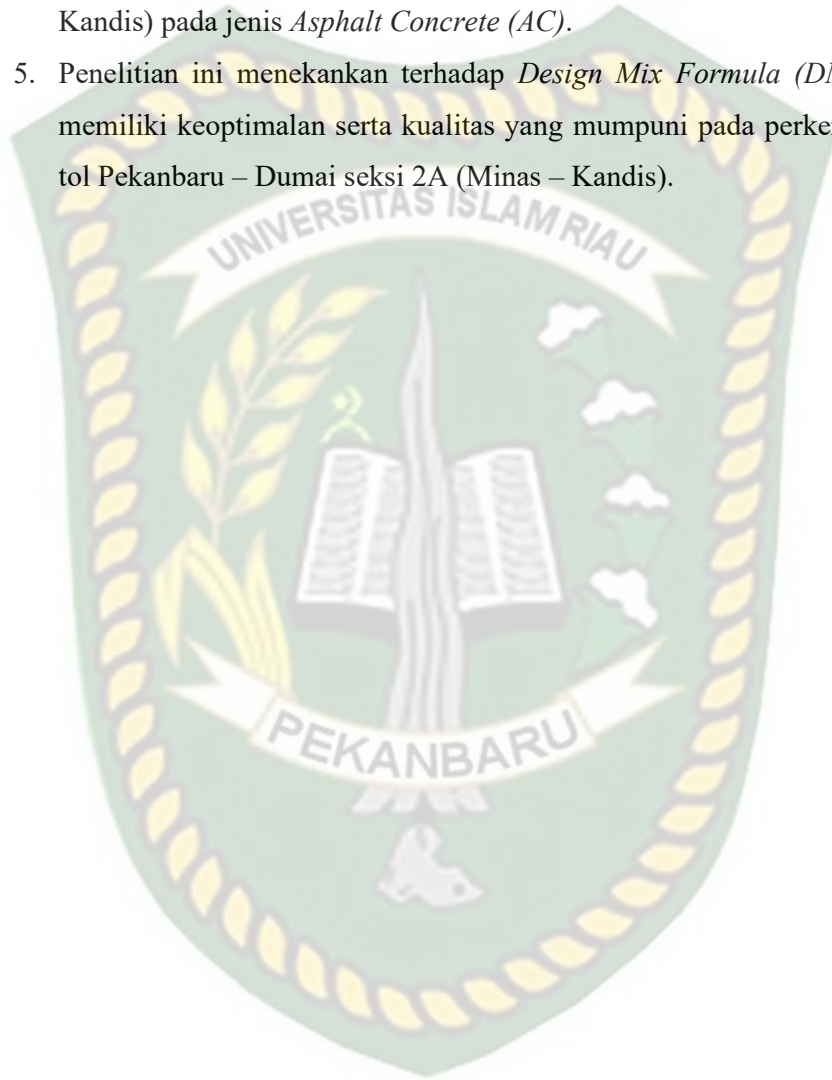
1. Dapat mengetahui analisis perancangan *Design Mix Formula (DMF)* kepada setiap pihak yang sering terlibat pada proyek konstruksi perkerasan jalan.
2. Menjadi tambahan referensi kepada pelaku jasa konstruksi perkerasan jalan dalam menghasilkan campuran kadar aspal dan kadar agregat yang optimum dan memiliki kualitas yang mumpuni.
3. Sebagai bahan masukan bagi penulis dan para pembaca tentang analisis perancangan resep / *Design Mix Formula (DMF)* masing-masing lapisan perkerasan *Asphalt Concrete (AC)*.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini dilakukan dalam ruang lingkup sebagai berikut ini:

1. Penelitian ini tidak membahas perencanaan geometri dan umur rencana serta perhitungan pembebanan, serta factor bukaan / grafik bukaan dalam perancangan masing – masing lapisan perkerasan *AC-BASE*, *AC-BC* serta *AC-WC*.
2. Penelitian ini dilakukan langsung di laboratorium PT HKi dan AMP PT. HAKAASTON di kecamatan kandis selatan.

3. Penelitian ini hanya berpedoman pada spesifikasi umum surat edaran dirjen bina marga No: 02/SE/Db/2018.
4. Penelitian ini hanya membahas analisis perancangan *Design Mix Formula (DMF)* perkerasan jalan lentur tol Pekanbaru – Dumai seksi 2A (Minas – Kandis) pada jenis *Asphalt Concrete (AC)*.
5. Penelitian ini menekankan terhadap *Design Mix Formula (DMF)* yang memiliki keoptimalan serta kualitas yang mumpuni pada perkerasan jalan tol Pekanbaru – Dumai seksi 2A (Minas – Kandis).



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Tinjauan pustaka merupakan peninjauan kembali penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian yang telah dilakukan untuk memberikan solusi bagi penelitian yang sedang dilakukan agar mendapatkan hasil penelitian yang sangat memuaskan. Suatu tinjauan pustaka berfungsi sebagai peninjauan kembali pustaka tentang masalah yang berkaitan dengan bidang permasalahan yang dihadapi. Pada penelitian ini penulis menggunakan tinjauan pustaka dari penelitian – penelitian sebelumnya yang telah diterbitkan, jurnal-jurnal, skripsi, buku-buku atau artikel – artikel yang ditulis para peneliti terdahulu.

2.2 Penelitian Terdahulu

Penyajian hasil penelitian yang dilakukan oleh peneliti terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan, sebagai berikut :

Penelitian Wirahaji (2012), meneliti tentang “Analisis Kadar Aspal Optimum Lapis Aus Pada Ruas Jalan Simpang Sakah – Simpang Blahbatu”. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar aspal optimum pada lapis aus ruas jalan Simpang Sakah – Simpang Blahbatu. Dari penelitian ini diuji kadar aspal 5.50% - 7.50% menggunakan metode formula dari *asphalt institute MS 02 1995*. Diproleh kadar aspal optimum sebesar 6.80% dengan syarat-syarat yang memenuhi pada persyaratan spesifikasi umum 2010. Diproleh nilai VIM = 4.38%, VMA = 16.40%, VFB = 70.59%, tebal lapisan aspal film = 8,33 micron, stabilitas = 1226.1 kg, *flow* = 3.31 mm dan *Marshall Quotient (MQ)* = 370.62 kg/mm. rongga membal refusal sebesar 4.84%. semua hasil penelitian yang didapat tersebut memenuhi persyaratan spesifikasi Teknik 2010.

Penelitian Setiawan (2013), meneliti tentang “Estimasi Kadar Aspal Optimum Pada Laston Berdasarkan Data Historis Penelitian di Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura”. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui

penggunaan kadar aspal optimum dari penelitian – penelitian yang dilakukan di Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. Hasil yang diperoleh dari 15 histori penelitian di Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura didapatkan rata-rata nilai kadar aspal optimum (KAO) dari seluruh data adalah 6.49% dan rentang kadar aspalnya adalah 6%-7% dan nilai konstanta C yang digunakan rentangnya sebesar 1.012 – 2.066, hal tersebut berbeda dari ketentuan bina marga dengan rentang nilai kadar aspal optimum sebesar 4-7% dan nilai konstanta C sebesar 0.5 – 1. Kesimpulan yang didapat dari 15 histori penelitian di Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura dengan analisa regresi adalah semakin besar nilai konstanta C pada proporsi campuran, maka kadar aspal optimum yang didapat semakin besar pula.

Penelitian Widhiawati (2010), meneliti tentang “Pengaruh Gradasi Agregat Terhadap Karakteristik Campuran Laston”. Semakin gradasi campuran mendekati batas bawah spesifikasi gradasi maka nilai stabilitas meningkat dari 1123,87 kg menjadi 1176,51 kg, nilai *flow* menurun dari 4,96 mm menjadi 3,18 mm, nilai *MQ* meningkat dari 226,59 kg/mm menjadi 370 kg/mm, nilai *VIM* meningkat dari 4,453 % menjadi 6,359%, nilai *VMA* meningkat dari 13,68 % dan nilai *VFB* menurun dari 67,87% menjadi 62,18%. Berdasarkan analisis varian, nilai f_{hitung} untuk masing – masing karakteristik campuran LASTON (stabilitas sebesar 13,67, *flow* sebesar 104,81 , *MQ* sebesar 73,705, *VMA* sebesar 14,675, *VIM* sebesar 4,5138, *VFB* sebesar 1,352) lebih besar dari nilai f_{tabel} (=3,48) dengan tingkat kesalahan (α) yang di pergunakan dalam penelitian ini sebesar 5%, derajat kebebasan perlakuan $v_1 = 4$ dan derajat kebebasan acak $v_2 = 10$. Ini membuktikan bahwa dengan adanya perubahan perlakuan terhadap gradasi campuran agregat laston berpengaruh dengan karakteristik campuran laston.

Penelitian Budimanto (2014), meneliti tentang pada “Analisa Gradasi Spesifikasi Edisi 2006 Terhadap Edisi 2010”. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa terdapat dua Batasan gradasi pada spesifikasi edisi 2010 yaitu gradasi kasar menyerupai gradasi yang disarankan spesifikasi 2006 (berada dibawah daerah larangan) dan halus (berada diatas daerah larangan). Hasil analisa saringan gradasi kasar cukup baik, yaitu berada ditengah antar batas gradasi yang diberikan. Hasil analisa saringan gradasi halus kurang baik, yaitu berhimpit dan cenderung keluar

terhadap batas gradasi yang diberikan. Hasil pengujian laboratorium perbandingan karakteristik *marshall* menunjukkan nilai stabilitas, kepadatan, *VFB*, *Flow* dan *MQ* yang didapat dengan menggunakan spesifikasi edisi November 2010 lebih rendah dibandingkan dengan menggunakan spesifikasi Desember 2006. Nilai stabilitas sisa yang didapat memenuhi batasan yang di berikan spesifikasi baik spesifikasi 2006 maupun 2010. Nilai KAO yang didapat pada pengujian dengan spesifikasi edisi Desember 2006 lebih tinggi dibandingkan pada spesifikasi November 2010.

Penelitian Aqif (2012), meneliti tentang “Optimasi Kadar Aspal Beton AC 60/70 Terhadap Karakteristik Marshall Pada Lalu Lintas Berat Menggunakan Material Local Bantak”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar aspal optimum dan karakteristik Marshall untuk 5 (lima) varian kadar aspal : 5%; 5,5%; 6%; 6,5%; 7%. Nilai VIM memenuhi syarat pada kadar aspal 6,5% dan 7%. Nilai VFB memenuhi syarat pada kadar aspal 6,5% dan 7%. Nilai VMA yang memenuhi syarat yaitu pada kadar aspal 6,5%. Kadar aspal 5% dan 7% memenuhi syarat nilai stabilitas. Pada kadar aspal 6%, 6,5% dan 7% memenuhi persyaratan nilai *Flow* yang di tentukan. Pada nilai KAO (Kadar Aspal Optimum) kadar aspal 6,5% memenuhi semua kadar persyaratan VIM, VFB, stabilitas, *Flow*, dan *MQ*. Kadar aspal optimum untuk digunakan sebagai campuran aspal beton dengan menggunakan AC 60/70 dan agregat Bantak adalah kadar aspal 6,5%. Hasil pengujian karakteristik Marshall pada Kadar Aspal Optimum 6,5% dalah sebagai berikut: Nilai *Density* diperoleh sebesar 2,33 gr/cc. Nilai VMA (*Void in Mineral Agregat*) sebesar 13,92%. Nilai VFB (*Void Filled Bitumen*) sebesar 60,10%. Nilai VIM (*Void In Mix*) sebesar 5,2%. Nilai Stabilitas Marshall sebesar 1156,44 kg. Nilai *Flow* (kelelehan) sebesar 3,07 mm. *Marshall Quotient* diperoleh sebesar 377,28 kg/mm.

Penelitian Anisa (2014), meneliti tentang “*Sample* pengujian kadar pori berasal dari agregat *quarry* Ujung Batu, Bangkinang dan Solok”. Berdasarkan hasil penelitian, kadar aspal rata-rata hasil ekstraksi di AMP sebesar 5,85%, 5,80%, di belakang *asphalt finisher* dan 5,72% dari hasil *core*. Kadar aspal ekstraksi untuk campuran di belakang *asphalt finisher* memiliki deviasi -0,05% terhadap kadar aspal campuran di AMP. Kadar aspal hasil ekstraksi dari *core* memiliki deviasi -

0,08% terhadap kadar aspal campuran di belakang *asphalt finisher*. Kadar pori agregat *quarry* Ujung Batu 0,995%, *quarry* Bangkinang 1,306% dan *quarry* Solok 0,863%. Hasil ekstraksi kadar aspal dipengaruhi oleh lokasi pengerjaan ACWC. Kadar aspal hasil ekstraksi semakin berkurang antara pengujian di AMP, di belakang *asphalt finisher* dan setelah di padatkan dilapangan. Kadar aspal hasil ekstraksi juga pengaruhi oleh kadar pori agregat dan *filler* yang dihasilkan.dari pengujian kadar pori diperoleh semakin tinggi kadar pori agregat maka semakin berkurang kadar aspal hasil ekstraksi. Berdasarkan gradasi ekstraksi diperoleh semakin banyak *filler* maka semakin tinggi kadar aspal hasil ekstraksi.

Penelitian Hanip (2019), meneliti tentang “Spesifikasi Puslitbang, Untuk Nilai Ketebalan Laston AC-WC 4 cm”, nilai kepadatan berdasarkan spesifikasi Puslitbang minimum 98%, kadar aspal 5% - 7%, analisis saringan untuk AC-WC dipersyaratkan lolos 100% pada saringan ukuran $\frac{3}{4}$. Pelaksanaan penelitian dilakukan di laboratorium Dinas Bina Marga Provinsi Riau. Untuk pengambilan benda uji dilakukan pada ruas jalan Bangkinang – Kampar, pada STA 1+175 kanan; STA 1+450 Kiri; STA 1+925 kanan; STA 2+355 kiri; STA 2+615 kanan; STA 2+950 kiri; STA 3+225 kanan; STA 3+525 kiri; STA 3+875 kanan. Dari hasil pengukuran ketebalan 9 benda uji diperoleh nilai ketebalan rata-rata 5,74 cm, sedangkan tebal sesaint adalah 5 cm dan nilai rata-rata kepadatan yang diperoleh 98,54%. Untuk kadar aspal nilai rata-rata STA 1+175= 6,020% dan STA 3+ 875 = 6,015%. Persen lolos analisa saringan untuk STA 1 + 175 dan STA 3 + 875 pada saringan ukuran $\frac{3}{4}$ “ adalah 100%. Hasil studi kendali mutu diperoleh gambaran bahwa pelaksanaan dilapangan secara keseluruhan telah sesuai dengan spesifikasi pekerjaan, namun tidak diperoleh JMF yang direncanakan dari pekerjaan dilapangan.

Penelitian Putri (2014), meneliti tentang “Kajian Kadar Aspal Hasil Ekstraksi Penghamparan Dan Mix Design Pada Campuran Asphalt Concrete Wearing Course (ACWC) Gradasi Halus”. Tujuan penelitian mengetahui pengaruh pelaksanaan di asphalt mixing plant (AMP), *asphalt finisher* dan setelah dipadatkan dilapangan serta pengaruh kadar pori agregat dan *filler* terhadap kadar aspal hasil ekstraksi. Penelitian dilakukan pada laboratorium AMP PT. Lutvindo Wijaya

Perkasa dan dilapangan. Uji ekstraksi kadar aspal menggunakan alat *centrifuge extractor* dengan pelarut bensin. *Sample* pengujian ekstraksi adalah campuran ACWC dari AMP, dari belakang *asphalt finisher* dan setelah dipadatkan di lapangan. *Sample* pengujian kadar pori berasal dari agregat *quarry* Ujung Batu, Bangkinang dan Solok.

2.3 Keaslian Penelitian

Penelitian yang dilakukan penulis ialah meneliti analisis perancangan *DMF* (*Design Mix Formula*) menggunakan 3 metode umum yaitu metode formula dari *asphalt institute MS-02 1995*, metode *Percentage of Refusal Density (PRD)* dan metode *trial and error*. Penelitian – penelitian sebelumnya yang tertera diatas menggunakan metode yang kurang kompleks seperti hanya satu atau dua metode saja sehingga penulis berinisiatif menggunakan tiga metode tersebut agar didapat hasil penelitian yang lebih kompleks. Masing – masing metode memiliki fungsi atau kegunaan tersendiri dalam penelitian ini yaitu metode formula dari *asphalt institute MS-02 1995* digunakan dalam penentuan kadar aspal dan kadar agregat, metode *Percentage of Refusal Density (PRD)* digunakan dalam penentuan rongga kepadatan membal yang dapat dicapai (*Refusal*) serta metode *trial and error* digunakan dalam penentuan kadar *combine grading cold bin / hot bin*.

Didalam penelitian ini, penulis melakukan beberapa pengujian yang sangat detail dan spesifik dibandingkan penelitian – penelitian yang lain sebelumnya yakni pengujian berat jenis aspal, pengujian berat jenis *bulk* , agregat efektif serta penyerapan aspal, *soundness test*, *combine grading cold-bin* dan *hot-bin*, luas permukaan agregat, berat jenis maksimum, *marshall test* dan pemeriksaan kepadatan mutlak atau membal (*refusal*), sehingga didapat data yang lebih akurat dan sesuai dengan data yang sebenarnya (aktual). Hasil penelitian yang dilakukan penulis juga memiliki kelebihan dari penelitian – penelitian lainnya yaitu penelitian ini menjelaskan secara detail semua sifat – sifat perkerasan berdasarkan uji marshall yaitu *VIM, VFB, VMA, Flow, Marshall Quotient, Density* serta *Stability* pada masing – masing perkerasan baik AC-BASE, AC-BC serta AC-WC sehingga dari hal-hal tersebut dapat ditinjau kualitas perkerasan tersebut baik atau buruknya. Penelitian

ini berpedoman terhadap spesifikasi umum yang terbaru yaitu spesifikasi umum surat edaran dirjen binamarga No:02/SE/Db/2018, sementara penelitian – penelitian sebelumnya masih menggunakan spesifikasi umum 2010.



Dokumen ini adalah Arsip Milik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Umum

Didalam melaksanakan pekerjaan jalan tol Pekanbaru – Dumai seksi 2A (Minas - Kandis) dimulai dari STA 24+200 – STA 33+600 maka kontraktor dan konsultan selalu berpedoman terhadap *DMF (Design Mix Formula)* yang telah dilakukan beberapa kali *trial* sehingga didapat *JMF (Job Mix Formula)* yang sesuai dengan kondisi lapangan, hal tersebut disusun bersama-sama pihak terkait yakni kontraktor dan konsultan.

Didalam perencanaan *DMF (Design Mix Formula)*, maka didalamnya harus didapat kadar aspal optimum dan kadar agregat optimum. Sehingga campuran perkerasan baik *AC-BASE*, *AC-BC* maupun *AC-WC* mencapai campuran yang optimum. Kadar campuran perkerasan baik *AC-BASE*, *AC-BC* maupun *AC-WC* sangat menentukan kualitas mutu dari perkerasan itu sendiri. Perencanaan kadar optimum dari campuran perkerasan akan dibahas lebih dalam pada bab landasan teori ini.

3.2 *Design Mix Formula (DMF)*

Design Mix Formula (DMF) adalah informasi desain kadar optimum pada komposisi campuran perkerasan, antara lain agregat dan aspal bitumen sehingga perkerasan memiliki kualitas dan mutu yang sesuai dengan rencana (Hidayat,2002). *Design Mix Formula (DMF)* sering juga disebut sebagai resep pada perkerasan. Dikarenakan dalam *Design Mix Formula (DMF)* mengandung semua susunan dan nilai persentase setiap kadar aspal dan agregat baik dalam *AC-BASE* , *AC-BC* maupun *AC-WC*.

Komposisi yang direncanakan pada *Design Mix Formula (DMF)* harus memenuhi hal-hal sebagai berikut (Spesifikasi umum, 2018) :

1. Komposisi yang direncanakan harus memenuhi syarat spesifikasi yang berlaku (Spesifikasi umum 2018 surat edaran dirjen bina marga No: 02/SE/Db/2018).
2. Memiliki stabilitas yang cukup untuk menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk.
3. Kadar aspal yang didesain harus memenuhi syarat optimum yang terbukti pada uji marshall test.
4. Kadar setiap agregat yang didapat harus memenuhi kadar optimum yang terbukti saat melakukan uji *combine grading* baik material dalam *cold bin* maupun *hot bin*.
5. Saat dilakukan pencampuran maka kadar aspal dan agregat harus tetap mempertahankan stabilitas optimum sehingga mampu memiliki hasil *output* yang berkualitas dan bermutu.
6. Setiap dilakukannya proses perencanaan *DMF (Design Mix Formula)*, maka harus melalui tahap-tahap test labor yang dibutuhkan serta paling penting yakni *marshall test* sebagai penentu persentase kadar optimum.

Dalam pembuatan formula campuran kerja perkerasan maka harus melalui Uji – uji test labor tertentu, sehingga campuran *DMF* yang direncanakan lebih akurat dan berkualitas dalam segi mutu perkerasan yang direncanakan sebagai berikut (SNI-03-2461-1997) :

1. Uji berat jenis aspal.
2. Uji berat jenis *bulk*, agregat efektif dan penyerapan aspal.
3. Uji *Soundness test*.
4. Uji *combine grading cold bin* dan *hot bin test*.
5. Uji *surface area*.
6. Uji berat jenis maksimum (G_{mm}).
7. Uji *marshall test*.
8. Uji *refusal density*.

Dari uji – uji yang dilakukan maka kita dapat mengambil hasil data yang valid serta mengolah data tersebut sehingga didapat resep dari perkerasan itu sendiri

maka itulah yang dikenal sebagai *DMF* (*Design Mix Formula*) baik pada *AC-BASE*, *AC-BC* maupun *AC-WC*.

3.3 Jenis – Jenis Campuran Aspal

jenis – jenis campuran aspal itu tidak hanya campuran LASTON atau Lapisan Aspal Beton saja tetapi campuran aspal terbagi tiga yaitu sebagai berikut (Spesifikasi umum, 2018) :

1. LATASIR (Lapis Tipis Aspal Pasir) adalah lapis yang sangat tidak tahan terhadap alur / *rutting* dikarenakan lapis ini adalah lapis nonstruktural dan hanya sebagai lapis penutup sehingga hanya digunakan pada jalan dengan lalu lintas ringan.
2. LATASTON (Lapis Tipis Aspal Beton) adalah lapis penutup yang terdiri atas campuran agregat bergradasi, *filler*, dan aspal keras tertentu yang dicampur dan dipadatkan pada suhu 124 °C dengan ketebalan padat 2.5 cm dan khusus lapisan ini hanya diperuntukkan pada beban lalu lintas yang tergolong sedang.
3. LASTON (Lapis Aspal Beton)/ *AC* (*Asphalt Concrete*) adalah salah satu jenis campuran aspal dan beton (Lapis Permukaan Struktural) yang diperuntukkan khusus beban lalu lintas yang tergolong berat, campuran ini bergradasi dan hanya memiliki sedikit rongga dalam struktur agregatnya. Campuran aspal inilah yang dipakai dalam perencanaan jalan tol Pekanbaru – Dumai seksi 2A (Minas – Kandis).

3.4 Lapisan Aspal Beton (LASTON / AC)

Lapisan Aspal Beton (LASTON) / *Asphalt Concrete* (*AC*) memiliki beberapa lapisan – lapisan tertentu. Untuk penjelasan lebih lanjut dapat dilihat pada pemaparan berikut ini (Pt T-01-2002-B) :

1. *Asphalt Concrete-Wearing Course* (*AC-WC*) adalah lapisan yang kedap air / *aus* dan terletak di struktural paling atas dari lapisan LASTON. *AC-WC* mampu menambah daya tahan perkerasan terhadap penurunan mutu

sehingga mampu menambah umur kelayakan perkerasan. *AC-WC* juga dikenal sebagai lapis aus pada perkerasan Lapisan Aspal Beton (LASTON). Ukuran tebal *AC-WC* ialah 4 cm.

2. *Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC)* adalah lapisan perkerasan yang terletak dibawah lapisan aus (*AC-WC*) dan diatas lapisan fondasi (*AC-BASE*), lapisan ini tidak langsung bersentuhan dengan cuaca tetapi harus memiliki kekakuan serta ketebalan yang cukup untuk mengurangi tegangan / regangan akibat beban lalu lintas yang diteruskan sampai lapisan yang ada dibawahnya yaitu *AC-BASE* dan *Subgrade*. Lapisan ini juga sering disebut sebagai Lapis Aspal Beton Antara karena diantara *AC-WC* dan *AC-BASE*. Ukuran tebal *AC-BC* ialah 6 cm.
3. *Asphalt Concrete- BASE (AC-BASE)* adalah lapis pondasi perkerasan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal dengan perbandingan tertentu dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas. Lapis ini terletak dibawah *AC-BC* dan sebagai lapis yang paling dasar / fondasi dasar perkerasan pada Lapis Aspal Beton (LASTON). Lapisan ini berfungsi untuk mengurangi tegangan / regangan, menyebarkan dan meneruskan beban lalu lintas ke bawah (tanah dasar / *Subgrade*). Lapisan ini juga sering disebut sebagai Lapis Aspal Beton Pondasi karena terletak paling bawah dan perannya sebagai pondasi dari struktur perkerasan tersebut. Ukuran tebal *AC-BASE* ialah 7.5 cm.

3.5 Komposisi Penyusun Perkerasan

Sebelum melakukan penelitian, maka diharuskan menyiapkan semua komposisi yang dibutuhkan untuk perancangan *Design Mix Formula (DMF)*. Maka akan dibahas lebih lanjut mengenai komposisi material penyusun perkerasan.

3.5.1 Aspal Bitumen

Aspal Bitumen adalah sejenis senyawa hidrokarbon mengandung sulfur, oksigen dan klor serta memiliki daya lekat yang tinggi terhadap agregat, berwarna hitam kecoklatan serta bersifat kedap dan tentunya tahan air (Wahyu,2007). Aspal

biasanya dimanfaatkan terutama pada perkerasan lentur atau sering juga disebut *flexible pavement*. Setiap lapisan yang menggunakan aspal bitumen, maka dalam *DMF* harus ditentukan kadar optimumnya agar kualitas perkerasan yang dihasilkan oleh *DMF* nantinya memiliki kualitas yang sesuai dengan mutu yang direncanakan baik pada lapisan *AC-BASE*, *AC-BC* maupun *AC-WC*.

3.5.2 Abu Batu

Abu batu adalah salah satu penyusun komposisi perkerasan yang memiliki ukuran 0-5 mm hasil dari proses pembongkahan batu pecah dan umumnya berwarna abu-abu (Syaidin,2006). Abu batu biasanya digunakan juga sebagai pengganti agregat halus (pasir). Kelebihan abu batu dari pasir ialah abu batu bersifat mengikat sehingga walaupun terkena air ia akan mengeras sementara pasir jika terkena air maka ia akan ikut terurai oleh air tersebut. Maka oleh sebab itu dalam perancangan *DMF* digunakan abu batu ketimbang pasir. Didalam pelaksanaan proyek jalan tol Pekanbaru – Dumai seksi 2A abu batu diambil dari Lampung.

3.5.3 Batu Pecah

Batu pecah adalah salah satu jenis batu material yang di peroleh dengan cara dibelah atau dipecah menjadi ukuran – ukuran yang telah ditentukan (Noerman,1996). Didalam penyusunan *Design Mix Formula (DMF)* batu pecah sangat mengambil peran penting dikarenakan kualitas dan mutu dari perkerasan baik *AC-BASE* , *AC-BC* maupun *AC-WC* ditentukan oleh batu pecah ini sendiri. Batu pecah ini berdasarkan ukurannya membuat batu pecah ini diklasifikasikan menjadi beberapa jenis lagi yaitu sebagai berikut.

1. Batu pecah (*Medium Aggregate*) *MA* ukuran 5 – 12 mm / *MA*
2. Batu pecah (*Coarse Aggregate*) *CA* ukuran 10 – 20 mm / *CA 1-2*
3. Batu pecah (*Coarse Aggregate*) *CA* ukuran 20 – 30 mm / *CA 2-3*

Dari ketiga hasil klasifikasi batu pecah tersebut, maka ketiga jenis batu pecah tersebut sangat menjadi penentu kualitas mutu perkerasan baik *AC-BASE* , *AC-BC* maupun *AC-WC*. Karna agregat menempati 70% dari volume perkerasan, maka oleh sebab itu dalam penentuan kadar masing-masing *aggregate* akan

ditentukan melalui *sieve analysis* (analisa ayakan) dan kombinasi gradasi gabungan. Dari hasil tersebut akan dibandingkan terhadap spesifikasi umum 2018 surat edaran dirjen bina marga No: 02/SE/Db/2018 apakah kadar yang dihasilkan sudah sesuai atau tidak terhadap spesifikasi umum 2018 tersebut.

3.5.4 Semen *Portland*

Semen *portland* adalah serbuk halus yang diproduksi dari batuan gamping / batuan kapur (CaCO_3) diolah dalam suhu tinggi, berwarna abu-abu / putih yang biasanya digunakan sebagai *filler*/bahan pengisi dalam bangunan konstruksi seperti rumah, gedung, jalan dan sebagainya serta bersifat merekat. Semen *Portland* ini memiliki banyak jenis ialah sebagai berikut (Syaidin,2006) :

1. Semen *portland* tipe I, semen yang digunakan untuk pemukiman , jalan raya serta gedung bertingkat serta semen ini paling familiar dipasaran dan tanpa persyaratan khusus.
2. Semen *portland* tipe II, semen yang digunakan untuk bangunan konstruksi yang letaknya dipinggir rawa, dermaga, saluran irigasi dan bendungan. Jadi semen ini digunakan tergantung kondisi geografis bangunan itu sendiri.
3. Semen *portland* tipe III, semen yang digunakan untuk bangunan konstruksi antara lain jalan tol, lapangan terbang dan bangunan tingkat tinggi yang mengedapankan daya tekan awal yang tinggi. Semen jenis ini yang digunakan untuk jalan tol Pekanbaru – Dumai seksi 2A (Minas – Kandis).
4. Semen *portland* tipe IV, semen yang digunakan untuk bangunan konstruksi antara lain bendungan dan lapangan udara yang penggunaannya memerlukan panas hidrasi yang rendah.
5. Semen *portland* tipe V, semen yang digunakan untuk bangunan konstruksi yang berdiri di daerah yang memiliki kadar asam sulfat yang tinggi. Jenis bangunan ini biasanya adalah pabrik atau bangunan yang berdiri didaerah tambang.

Jadi dari kelima jenis semen portland tersebut maka di jalan tol Pekanbaru – Dumai seksi 2A (Minas – Kandis) menggunakan jenis semen *portland* tipe III.

Sesuai kegunaan dan fungsi yang telah tertera diatas. Maka dalam penyusunan *DMF* menggunakan semen *portland* tipe III.

3.6 Berat Jenis Aspal Bitumen

Berat jenis bitumen adalah perbandingan berat jenis bitumen dengan berat jenis air (1 gr/cm^3) dengan isi yang sama (Andra,1995). Berat jenis bitumen sangat tergantung terhadap suhu dari bitumen itu sendiri. Berdasarkan standar pengujian untuk berat jenis bitumen menurut SK SNI m 30-1990-f, berkisar antara $1.015 - 1.035 \text{ gr/cm}^3$. Pada bab V pembahasan didapat berat jenis aspal bitumen yaitu 1.027 gr/cm^3 berarti hasil yang didapat masuk didalam kisaran yang telah disyaratkan oleh SK SNI m 30-1990-f. Ada beberapa tahapan prosedur pelaksanaan uji berat jenis aspal bitumen ini sendiri ialah sebagai berikut (SK SNI m 30-1990-f).

1. Menyiapkan semua peralatan dan bahan yang diperlukan.
2. Memanaskan aspal sampai mencair $\pm 50 \text{ gr}$ dan diaduk untuk mencegah pemanasan setempat.
3. Tuangkan contoh bitumen / aspal tersebut ke dalam *picnometer* yang telah kering. Hingga terisi $3/4$ dan di diamkan sampai dingin.
4. Mengisi bejana dengan air sehingga diperkirakan bagian atas *picnometer* yang terendam adalah 40 mm , kemudian rendam bejana tersebut dan atur suhunya $25 \text{ }^\circ\text{C}$.
5. Mengangkat bejana dari bak perendam, mengisi *picnometer* dengan air, kemudian tutuplah *picnometer* tanpa ditekan Bersihkan dan keringkan dan timbang *picnometer*.
6. Meletakkan *picnometer* kedalam bejana berisi air dan tekanlah penutup *picnometer* kedalam *waterbath*. Biarkan selama ± 30 menit.
7. Angkat *picnometer* dan keringkan dengan lap.
8. Timbang *picnometer* dengan ketelitian 1 mg . Bersihkan *Picnometer* dari air suling dan keringkan.
9. Menuangkan benda uji yang telah dipanaskan kedalam *picnometer* yang telah dikeringkan hingga terisi $3/4$ bagian dan dinginkan 40 menit.
10. Timbang benda uji dengan penutupnya.

11. Isilah *picnometer* yang berisi benda uji dengan air dan tutup tanpa tekan, agar gelembung udara keluar.
12. Mengangkat bejana dari *waterbath* dan letakkan *picnometer* didalamnya, tekanlah penutup hingga rapat, masukkan dan diamkan bejana kedalam *waterbath* selama ± 30 menit.
13. Mengangkat, keringkan dan timbang *picnometer*.
14. Menghitung data yang diperoleh dari pengujian tersebut.

Dari tahap - tahap pengujian diatas terlihat jelas bahwa prosedur tersebut berguna sampai mendapatkan data yang valid serta akurat agar dapat dianalisis sampai mendapatkan *output* yang akurat juga. Sebelum menganalisa lebih lanjut sebaiknya data yang sudah ditinjau yakni berat contoh aspal, berat piknometer, berat piknometer + air batas kalibrasi, berat piknometer + berat contoh aspal + air batas kalibrasi dan data selanjutnya digunakan persamaan untuk mendapatkan hasilnya sebagai berikut (Pt T 01 2002 B).

$$1. \text{ Berat air kalibrasi} = (\text{berat piknometer} + \text{air batas kalibrasi}) - \text{berat piknometer} \quad (3.1)$$

$$2. \text{ Berat air yang ditambahkan} = (\text{berat piknometer} + \text{contoh aspal} + \text{air batas kalibrasi}) - ((\text{berat contoh aspal}) + (\text{berat piknometer})) \quad (3.2)$$

$$3. \text{ Berat air yang dipindahkan} = \text{berat air kalibrasi} - \text{berat air yang ditambahkan} \quad (3.3)$$

$$4. \text{ Berat jenis aspal} = \text{berat contoh aspal} / \text{berat air yang dipindahkan} \quad (3.4)$$

Dari formula tersebut akhirnya didapatkan hasil berat jenis aspal, yang mana berat jenis aspal berguna untuk analisis uji selanjutnya.

3.7 Berat Jenis

Macam – macam berat jenis dalam penelitian perancangan *Design Mix Formula (DMF)* sebagai berikut (Pt T 01 2002 B).

1. Berat jenis curah / *bulk* adalah berat agregat yang diperhitungkan terhadap seluruh volume yang ada (volume pori yang dapat diresapi aspal / seluruh pori yang dapat dilewati air) atau perbandingan antara berat volume agregat dengan volume air. Menurut AM. Neviller (2012) menyatakan bahwa berat

jenis *bulk* memiliki kisaran syarat yakni $2,5 - 3 \text{ gr/cm}^3$. Berdasarkan pembahasan pada bab V bahwa penelitian pada perkerasan *AC-BASE*, *AC-BC* serta *AC-WC* masuk kedalam syarat $2,5 - 3 \text{ gr/cm}^3$ tersebut.

2. Berat jenis kering permukaan jenuh (*SSD specific gravity*) adalah berat jenis yang memperhitungkan volume pori yang dapat diresapi aspal ditambah dengan volume partikel.
3. Berat jenis semu (*apparent specific gravity*) adalah berat jenis yang memperhitungkan volume partikel saja tanpa memperhitungkan volume pori yang dapat dilewati air.
4. Berat jenis efektif adalah nilai tengah dari berat jenis curah dan semu, terbentuk dari campuran partikel kecuali pori-pori atau rongga udara yang dapat menyerap air yang selanjutnya akan terus diperhitungkan dalam perancangan perkerasan setiap lapisannya. Menurut AM. Neviller (2012) menyatakan bahwa berat jenis efektif
5. memiliki kisaran syarat yakni $2,5 - 3 \text{ gr/cm}^3$.

Dalam melakukan perhitungan berat jenis sebaiknya didapatkan data-data berikut.

1. Berat benda uji *SSD*
2. Berat benda uji *SSD* dalam air
3. Berat benda uji kering *oven / oven dry*

Ketika ketiga data tersebut sudah didapat barulah dicari berat jenis seperti yang sudah dipaparkan diatas dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$BJ \text{ Bulk} = \frac{100}{\sum \frac{\% \text{ Agregat}}{\text{Berat Jenis Oven Dry}}} \quad (3.5)$$

$$BJ \text{ Efektif} = \left\{ \left(\sum \frac{\text{Berat Jenis Apparent} \times \% \text{ Agregat}}{100} \right) \times 0.5 \right\} \quad (3.6)$$

$$BJ \text{ Apparent} = \frac{\text{Berat Kering Oven}}{\text{Berat Kering Oven} - \text{Berat SSD Dalam Air}} \quad (3.7)$$

$$BJ \text{ Oven Dry} = \frac{\text{Berat Benda Uji SSD}}{\text{Berat SSD} - \text{Berat SSD Dalam Air}} \quad (3.8)$$

Dari rumus serta formula diatas akan didapat berat jenis curah / *bulk* dan berat jenis efektif pada agregat. Maka oleh sebab itu karena sudah didapat kedua analisis data tersebut maka dapat dicari penyerapan aspalnya. Akan dipaparkan lebih jelas pada subbab berikutnya.

3.8 Penyerapan Aspal (%)

Penyerapan Aspal adalah kemampuan agregat dalam menyerap aspal dinyatakan dalam bentuk persentase (%) terhadap berat agregat total tidak terhadap berat campuran (Wirahaji,2005). Perhitungan penyerapan aspal menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Penyerapan Aspal (\%)} = 100 \times \left(\frac{BJ \text{ Efektif} - BJ \text{ Bulk}}{BJ \text{ Efektif} \times BJ \text{ Bulk}} \right) \times BJ. \text{ Aspal Bitumen} \quad (3.9)$$

Dari rumus diatas didapat bahwa penyerapan aspal dapat dicari bila telah didapat berat jenis efektif , berat jenis *bulk* serta berat jenis aspal bitumen.

3.9 Soundness Test

Soundness Test adalah uji ketahanan atau kekekalan pada agregat terhadap zat – zat kimia serta menjamin kualitas serta mutu perkerasan terhadap zat – zat kimia yang tumpah dijalan menurut PBI 89 (1990). Dalam spesifikasi umum 2018 No: 02/SE/Db/2018 zat kimia yang di ujikan pada agregat – agregat komposisi perkerasan ialah Natrium Sulfat (NaSO₄) dan Magnesium Sulfat (MgSO₄). Untuk agregat halus maksimal 10% yang lolos jika digunakan Natrium Sulfat (NaSO₄) dan maksimal 15% jika digunakan Magnesium Sulfat (MgSO₄). Untuk agregat kasar maksimal 12% yang lolos jika digunakan Natrium Sulfat (NaSO₄) dan maksimal 18% jika digunakan Magnesium Sulfat (MgSO₄). Dari uji tersebut jika digabung minimalnya ialah rata-rata dari kedua batas maksimal tersebut.

Cara pengujian atau prosedur pengujian ketahanan agregat terhadap zat -zat kimia Magnesium Sulfat (MgSO₄) atau Natrium Sulfat (NaSO₄) ialah sebagai berikut (SNI 3407, 2008) :

1. Membuat larutan garam sulfat.

2. Menyiapkan larutan jenuh garam magnesium sulfat / natrium sulfat dengan cara melarutkannya dengan air bersih.
3. Mengaduk perlahan - lahan kemudian simpan dalam desikator selama ± 24 jam sebelum digunakan.
4. (Magnesium Sulfat atau Natrium Sulfat, berat jenisnya antara 1.295 – 1.308 gr/cc).
5. Mengambil contoh agregat yang akan di uji, keringkan dalam *oven* selama ± 24 jam kemudian disaring dengan saringan no.200.
6. Menimbang wadah / cawan (W1).
7. Memasukan benda uji ke dalam cawan, lalu ditimbang beratnya (W2). Jadi berat benda uji : $A = W2 - W1$.
8. Kemudian memasukan kedalam *beaker glass* dan selanjutnya tuangkan larutan garam Magnesium Sulfat yang telah memenuhi syarat setinggi 1 cm diatas permukaan agregat.
9. Memasukan *beaker glass* tadi kedalam desikator dan diamkan selama 16 jam.
10. Memasang saringan No. 30 diatas wadah / *pan*.
11. Memasukan agregat benda uji tadi kedalam saringan No. 30 dan biarkan selama 10 menit kemudian cuci dengan air hangat ($40^{\circ} C$).
12. Membuang air cucian tadi dan kemudian memasukan benda uji kedalam *oven* selama ± 24 jam.
13. Mengambil benda uji dan kemudian saring dengan *sieve* No. 30 lalu ditimbang (W3).
14. Berat benda uji : $B = W3 - W1$.

Maka setelah didapat datanya, persentase lolos dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Persentase lolos} = B / A \times 100\% \quad (3.10)$$

B = Berat yang lolos (gr)

A = Berat awal benda uji agregat (gr)

Dari bab V hasil penelitian didapat memenuhi syarat dari spesifikasi umum 2018 surat edaran dirjen bina marga No:02/SE/Db/2018. Maka jika memenuhi syarat dari

spesifikasi umum 2018 dirjen bina marga berarti kualitas mutu agregat terbilang sangat bagus pada perkerasan tersebut nantinya.

3.10 Skema *Asphalt Mixing Plant (AMP)*

Ada beberapa tahap yang dilakukan sebelum terbentuknya perkerasan, berikut skema pembuatan campuran perkerasan (aspal bitumen dan agregat) sebelum dihamparkan dilapangan.

3.10.1 Persiapan Bahan Baku

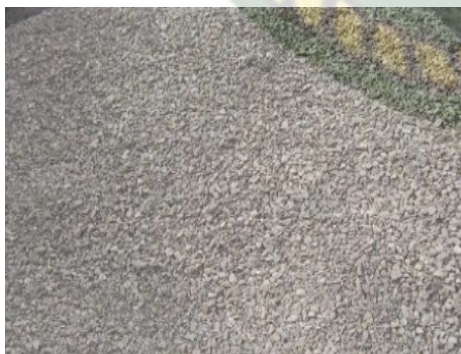
Persiapan bahan baku dalam pembuatan campuran aspal dan agregat. Maka harus disiapkan terlebih dahulu bahan – bahan material yang dibutuhkan seperti abu batu, batu pecah dengan ukuran yang telah ditentukan, *filler* serta aspal bitumen. Dan disimpan di gudang atau dimasukkan kedalam bin – bin yang tersedia pada *Asphalt Mixing Plant*.



(a) Batu Pecah Ukuran Medium (MA)



(b) Aspal Bitumen



(c) Batu Pecah ukuran 10-30 mm



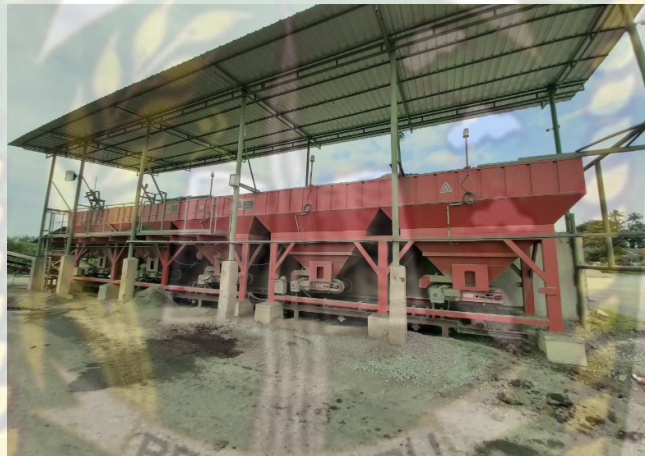
(d) Abu Batu

Gambar 3.1 Persiapan Bahan Material (dokumentasi,2019)

Pada Gambar 3.1 dapat terlihat bahan atau material dipersiapkan sebelum memulai dilakukannya proses pembuatan perkerasan *AC-BASE*, *AC-BC* serta *AC-WC*.

3.10.2 *Cold Bin*

Cold bin adalah bak tempat menampung material agregat dari tiap -tiap fraksi mulai agregat halus sampai agregat kasar yang diperlukan dalam memproduksi campuran agregat aspal panas (*hot bin*) (Susilo,2000). *Cold bin* terdiri dari 3 sampai 5 bak penampung (*bin*).



Gambar 3.2 *Cold Bin* (dokumentasi,2019)

Pada Gambar 3.2 dapat terlihat jelas bentuk dari *cold bin* yang memiliki 4-5 *bin* sebelum agregat kasar dan halus dimasukkan kedalamnya menggunakan *dozer*.



Gambar 3.3 Proses Agregat Masuk *Cold Bin* (dokumentasi,2019)

Dari Gambar 3.3 dapat terlihat jelas proses *dozer* memasukkan agregat ke dalam *cold bin*. Agregat tersebut dimasukkan sesuai fraksi – fraksi yang telah dirancang pada *DMF (Design Mix Formula)*.

Sebelum agregat dimasukkan kedalam *cold bin* menggunakan *dozer*, Agregat sudah ditakar sesuai kadar hasil *combine grading cold bin* pada timbangan *cold bin*. *Combine grading cold bin* didapat setelah melakukan *sieve analysis / analisa ayakan*. Hasil data *sieve* analisislah yang menjadi penentu dalam menentukan kadar agregat pada *combine grading cold bin*. Sebagai penentu setiap kadar agregat yang dihasilkan untuk campuran *Design Mix Formula (DMF)* yang direncanakan. Tentunya semua campuran gradasi gabungan *cold bin* harus memenuhi syarat spesifikasi umum 2018 surat edaran dirjen bina marga No: 02/SE/Db/2018.

3.10.3 Pengeringan Agregat Dengan *Unit Dryer*

Persiapan bahan baku setelah ditampung di *cold bin* dan ditimbang berdasarkan hasil *combine grading cold bin* barulah agregat-agregat tersebut diangkut menuju *unit dryer* menggunakan *belt conveyor* untuk dikeringkan dengan *unit dryer*. Tujuan dikeringkan menggunakan *unit dryer* ialah untuk menghilangkan kadar air dengan cara agregat didalam tabung *klien* diputar dan dikeringkan dengan suhu 150 °C menggunakan *unit dryer*. Lama pengeringan ialah 45 detik dengan kapasitas agregat didalam *klien* berputar ialah 80 ton/jam. Jika agregat masih mengandung kadar air hal itu akan membuat aspal terhalang untuk melekat pada agregat saat dilakukan *mix design* campuran nantinya.



Gambar 3.4 Alat *Unit Dryer* (dokumentasi,2019)

Berdasarkan Gambar 3.4 tempat berputarnya agregat sebelum dilakukan *mix design* campuran nantinya, didalam tabung *klien* sambil dikeringkan menggunakan *unit dryer*.



Gambar 3.5 *Belt Conveyor* (dokumentasi,2019)

Berdasarkan Gambar 3.5 semua agregat yang sudah ditimbang didalam *cold bin* berdasarkan *combine grading cold bin* dibawa menggunakan alat *belt conveyor* menuju alat *unit dryer*.

3.10.4 Dust Collector

Dust collector ialah alat yang memiliki fungsi utama sebagai pengontrol polusi udara dilingkungan *AMP (Aspal Mixing Plant)* (Tobey,2010). Gas buang tersebut akan keluar menggunakan kipas pengeluar (*Exsofan*) dari cerobong asap (*Cyclone*).



Gambar 3.6 *Dust Collector* (dokumentasi,2019)

Berdasarkan Gambar 3.6 terlihat jelas bagaimana *Dust Collector* mengumpulkan debu dan menyaringnya keluar dengan kadar udara yang rendah polusi.

3.10.5 Proses Pemisahan Agregat Menggunakan *Hot Screen*

Hot screen adalah ayakan panas yang dirancang sedikit miring agar dapat mengayak serta memisahkan agregat sesuai dengan ukurannya masing -masing (Susilo,2000). Agregat panas yang dihasilkan setelah melalui *unit dryer* diangkat menggunakan *hot elevator* menuju *hot screen*. *Hot screen* dibantu dengan *vibrator* yang berguna untuk menggetarkan *hot screen* sehingga hasil ayakan lebih maksimal. Agregat yang telah disaring dimasukkan kedalam hot bin guna untuk menampung sementara agregat sebelum masuk kedalam timbangan.



Gambar 3.7 *Hot Screen* (dokumentasi,2019)

Pada Gambar 3.7 terlihat jelas posisi letak *hot screen* pada *Asphalt Mixing Plant (AMP)* didalam *hot screen* suhu masih tetap dipertahankan yakni 150 °C. Agar didalam pencampuran agregat nanti terjadi campuran yang merata. Agregat setelah disaring akan terkumpul didalam *hot bin* sesuai *combine grading hot bin* nantinya. Setelah agregat *hot bin* sudah disesuaikan kadarnya pada *combine grading hot bin* pada rancangan *Design Mix Formula (DMF)*. Didalam *DMF* sudah terlihat jelas bagaimana kadar – kadar agregat dan kadar aspal mencapai kadar

optimum, maka oleh sebab itu *AMP* tinggal mengikuti apa yang sudah dirancang oleh *DMF*.



Gambar 3.8 *Hot Elevator* (dokumentasi,2019)

Berdasarkan Gambar 3.8 terlihat bagaimana *hot elevator* mengangkat material setelah dikeringkan menggunakan *unit dryer*, material selanjutnya diangkut menuju *hot screen*.

3.10.6 *Hot Bin*

Hot bin adalah tempat penampungan sementara hasil agregat panas yang disaring oleh *hot screen* yang memiliki takaran maksimal 3 *bin* – 6 *bin* dan terdapat takaran dengan ukuran masing - masing fraksi disetiap *bin* (Tobey,2010). Agregat yang sudah ditakar akan menuju ke alat timbangan. Penjelasan timbangan akan dibahas di subbab selanjutnya.



Gambar 3.9 *Hot Bin* (dokumentasi,2019)

Gambar 3.9 merupakan gambar *hot bin* yang sedang menampung material agregat yang disaring menggunakan *hot screen*.

3.10.7 Timbangan

Timbangan adalah alat yang digunakan untuk menentukan kadar agregat campuran pada agregat sebelum dilakukannya pencampuran / *mixing* dengan kadar aspal yang telah direncanakan (Susilo,2000). Semua material *hot bin* dibawa menuju timbangan dan pada timbangan ditakar masing-masing kadar sesuai rencana *DMF* yang dirancang setelah pengurangan kadar agregat hasil *combine grading hot bin*, akibat didapat kadar aspal yang optimum. Proses penimbangan dilakukan dengan cara otomatis serta menggunakan *system* komputerisasi.



Gambar 3.10 Timbangan (dokumentasi,2019)

Pada Gambar 3.10 terlihat jelas bagaimana alat timbangan bekerja pada *Asphalt Mixing Plant (AMP)*. Alat ini sangat memegang peran penting dalam penentuan kadar agregat dan bitumen serta *filler* yang sesuai dengan *Design Mix Formula (DMF)* yang dirancang sebelumnya.

3.10.8 Mixer

Mixer adalah alat proses pencampuran dimana agregat panas yang sudah ditakar pada proses timbangan agregat panas, agregat dicampur Bersama aspal dan semen sesuai kadar yang direncanakan pada *Design Mix Formula (DMF)* (Susilo,2000). Di dalam *mixer* ini agregat , *filler* dan aspal dicampur dalam suhu 150°C dan diaduk menggunakan motor listrik 30 – 40 detik pengadukan. Setelah

campuran perkerasan jadi, maka dituangkan kedalam truk pengangkut dengan cara membuka pintu bawah *mixer* menggunakan tenaga hidrolik. Maka campuran akan ditampung dalam bak truk dalam suhu 150°C.



Gambar 3.11 *Mixer* (dokumentasi,2019)

Dari Gambar 3.11 terlihat jelas bagaimana *mixer* setelah mengaduk rata semua campuran perkerasan lalu menjatuhkan semua hasil campuran tersebut kedalam bak truk.

3.10.9 *Asphalt Tank*

Asphalt tank adalah tangki tempat penyiapan *asphalt bitument* sebelum di campurnya *asphalt bitument* terhadap agregat hasil saringan panas didalam *mixer* (M.Neville,1998).



Gambar 3.12 *Asphalt Tank* (dokumentasi,2019)

Di dalam *asphalt tank* Gambar 3.12, *asphalt bitument* terus dipanaskan dalam suhu 150°C. Lalu, pipa penyalur akan menyedot *asphalt bitument* dan mendorong *asphalt bitument* menggunakan tenaga hidrolis sesuai kadar aspal optimum yang telah ditentukan menuju alat *mixer* untuk dicampur bersama agregat panas yang sudah ditimbang sesuai kadarnya masing – masing.



Gambar 3.13 Alat Pemanas Aspal (dokumentasi,2019)

Pada Gambar 3.13 terlihat jelas bagaimana alat pemanas aspal terus memanaskan *asphalt tank* dalam suhu 150°C. Agar aspal didalam tangki tidak membeku atau mengeras. Apabila *asphalt tank* tidak dipanaskan akan mengakibatkan tidak meratanya pencampuran antar agregat didalam *mixer* nantinya. Kita tahu bahwa kadar aspal memiliki peranan yang sangat penting terhadap berjalannya proses pencampuran perkerasan.

3.10.10 Cement Tank

Cement tank adalah tangki tempat penyiapan semen sebelum di campurnya *cement* terhadap agregat hasil saringan panas didalam *mixer* (M.Neville,1998). Didalam *cement tank*, semen disiapkan berdasarkan kadar *filler* yang telah ditentukan. Lalu, pipa penyalur akan membuka, semen akan keluar dan didorong menggunakan tenaga hidrolis sesuai kadar semen *filler* yang telah ditentukan menuju alat *mixer* untuk dicampur Bersama agregat panas yang sudah ditimbang

sesuai kadarnya masing – masing. Berikut gambar *cement tank* di lokasi AMP (*Asphalt Mixing Plant*) PT HAKAASTON, Muara Fajar.

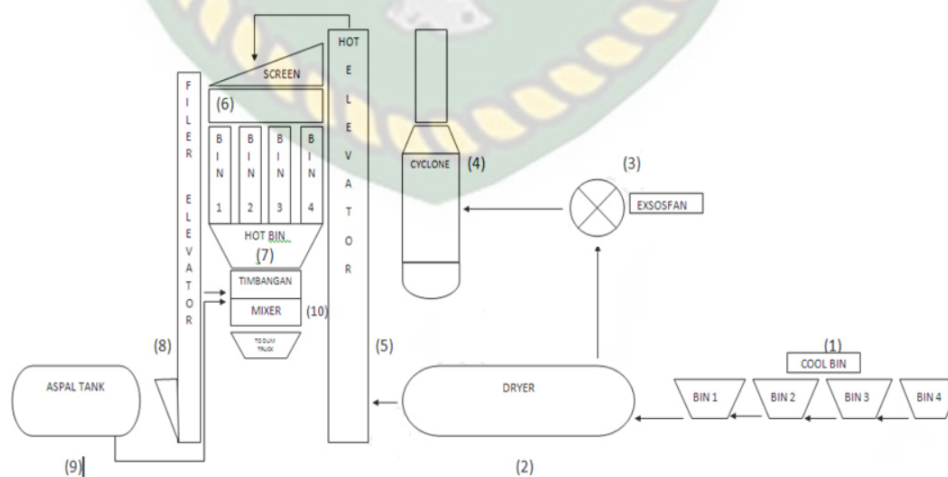


Gambar 3.14 *Cement Tank* (dokumentasi,2019)

Berdasarkan Gambar 3.14 dapat dilihat bagaimana *cement* dialirkan menuju *mixer* menggunakan pipa penyalur dari *cement tank*.

3.10.11 Deskripsi AMP (*Asphalt Mixing Plant*)

Dari pemaparan lengkap pada subbab – subbab sebelumnya, maka berikut ini adalah rangkaian pemrosesan *Asphalt Mixing Plant* (AMP) sesuai urutannya.



Gambar 3.15 AMP (*Asphalt Mixing Plant*) (Tobey, 2010)

Dari skema diatas Gambar 3.15 didapat jenis *AMP (Asphalt Mixing Plant)* yang digunakan ialah *AMP Batch Plant (Takaran)*. Penjelasan skema *AMP Batch Plant (Takaran)* yakni pertama material dan bahan untuk membuat perkerasan disiapkan dan setelah itu material dimasukkan kedalam *cold bin* menggunakan *dozer*, setelah material masuk kedalam *cold bin* material akan ditimbang sesuai kadar *combine grading cold bin* yang tertera pada *DMF (Design Mix Formula)*. Setelah material ditimbang material kemudian dibawa menggunakan *belt conveyor* menuju *unit dryer* untuk dikeringkan. Setelah material kering dalam suhu 150°C, material diangkut menggunakan *hot elevator* menuju *hot screen* untuk disaring lagi berdasarkan kadar *combine grading hot bin*. Setelah disaring material ditampung kedalam *hot bin* berdasarkan fraksi – fraksinya. Pintu *hot bin* terbuka lalu material ditimbang beserta bitumen dan *filler* setelah ukuran kadar sesuai dengan campuran *DMF* barulah material agregat, *filler* dan bitumen dicampur secara merata didalam *mixer*. Setelah merata, material dijatuhkan kedalam bak truk. Pembagian jenis *AMP (Asphalt Mixing Plant)* akan dijelaskan sebagai berikut.

1. *Asphalt Mixing Plant / AMP Jenis Takaran (Batch Plant)* merupakan jenis *AMP* yang proses pencampuran campuran beraspal dimulai dengan penimbangan agregat, bahan pengisi (*filler*) bila diperlukan dan aspal sesuai komposisi yang telah ditentukan berdasarkan *Design Mix Formula (DMF)* dan dicampur pada pencampur (*mixer/pugmill*) dalam waktu tertentu. Pengaturan besarnya bukaan pintu *cold bin* dilakukan untuk menyesuaikan gradasi agregat dengan rencana komposisi campuran, sehingga aliran material ke masing - masing *bin* pada *bin* panas menjadi lancar dan berimbang. *AMP* jenis takaran dilengkapi saringan panas (*hot screen*), bin panas (*hot bin*), timbangan (*weight hopper*) dan pencampur (*pugmill/mixer*).
2. *Asphalt Mixing Plant/ AMP Jenis Drum Pencampur (Drum Mix)* Merupakan jenis *AMP* dimana komposisi bahan dalam campuran ditentukan berdasarkan berat masing- masing bahan yang diubah ke dalam satuan volume atau dalam aliran berat per satuan waktu. *AMP* jenis pencampur drum, agregat panas langsung dicampur dengan aspal panas di dalam drum pemanas atau di dalam *silo* pencampur di luar drum pemanas.

Penggabungan agregat dilakukan dengan cara mengatur bukaan pintu pada *cold bin* dan pemberian aspal ditentukan berdasarkan kecepatan pengaliran dari pompa aspal.

3. *Asphalt Mixing Plant/ AMP* Jenis Menerus (*Continuous*) Merupakan jenis *AMP* yang jarang digunakan pada proyek- proyek jalan karena memiliki beberapa kekurangan antara lain :
 - 1) Gradasi agregat kurang terjamin kesesuaiannya dengan rencana pada *Design Mix Formula*. hal ini dikarenakan pengontrolan hanya bisa dilakukan dari bukaan pintu *cold bin* saja. Tidak ada pengontrol kedua seperti pada jenis *AMP* Takaran.
 - 2) Pengaturan jumlah pasokan agregat kurang teliti kalau hanya mengandalkan pengaturan bukaan pintu *cold bin* saja tanpa ada alat kontrol lain seperti pengontrol kecepatan ban berjalan.
 - 3) Jumlah pasokan aspal yang diberikan saat pencampuran dengan agregat panas sangat tergantung dari viskositas aspal. Jika terjadi penurunan temperatur aspal maka akan menyebabkan jumlah aspal yang diberikan tidak sesuai dengan kadar aspal optimum.
 - 4) Temperatur campuran aspal kadang terjadi penyimpangan.

3.11 *Combine Grading Cold-Bin*

Combine grading cold bin ialah kombinasi gabungan gradasi *cold bin* dari hasil masing – masing *sieve* analisis atau analisa ayakan komposisi perkerasan yang dalam penentuannya berdasarkan *MS-02 Asphalt Institute 1995* ialah sebagai berikut, pada *cold bin* perkerasan *AC-BASE* ialah “persentase medium agregat (*MA*) < % batu pecah (*CA 1-2*) < % batu pecah (*CA 2-3*) dan % abu batu mendekati 50% serta khusus untuk *filler 1-2%*”, *cold bin* perkerasan *AC-BC* ialah “persentase medium agregat (*MA*) < % batu pecah (*CA 1-2*) dan % abu batu mendekati 50% serta khusus untuk *filler 1-2%*”, *cold bin* perkerasan *AC-WC* ialah “persentase *medium aggregate (MA)* > % batu pecah (*CA 1-2*) dan % abu batu mendekati 50% serta khusus untuk *filler 1-2%*”. Hal-hal tersebut juga didukung oleh spesifikasi umum 2018 surat edaran dirjen bina marga No : 02/SE/Db/2018. Maka syarat-

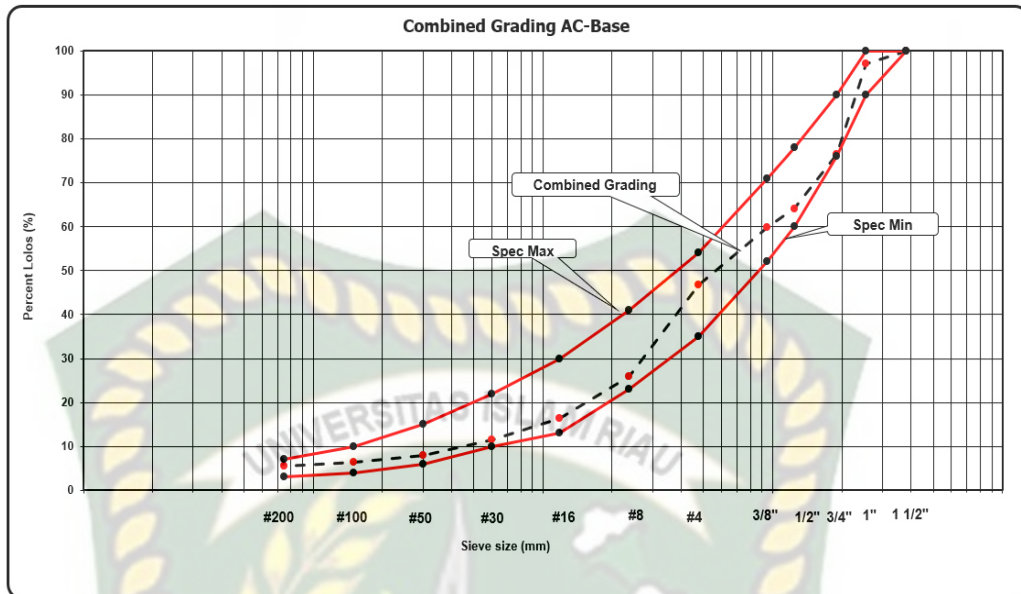
syarat tersebut menjadi patokan bagi penulis untuk menggunakan **Metode Trial and Error** pada penentuan kadar yang tepat untuk agregat atau komposisi perkerasan pada kombinasi gradasi *cold bin* tersebut. Setelah ditentukan kadar yang tepat bagi masing-masing agregat atau komposisi perkerasan maka hasil dari kadar yang didapat haruslah tidak lebih dari nilai maksimum dan tidak rendah dari nilai minimum yang telah disyaratkan oleh spesifikasi umum surat edaran dirjen bina marga No: 02/SE/Db/2018. Tabel syarat maksimum dan minimum amplop gradasi berdasarkan spesifikasi umum surat edaran dirjen bina marga No: 02/SE/Db/2018 ialah sebagai berikut.

Tabel 3.1 Amplop Gradasi Agregat Gabungan *Cold Bin* Untuk Campuran Beraspal

Ukuran Ayakan	(mm)	% Berat Yang Lolos terhadap Total Agregat							
		Stone Matrix Asphalt (SMA)			Lastaston (HRS)		Laston (AC)		
ASTM	(mm)	Tipis	Halus	Kasar	WC	Base	WC	BC	Base
1½"	37,5								100
1"	25			100				100	90 - 100
¾"	19		100	90 - 100	100	100	100	90 - 100	76 - 90
½"	12,5	100	90 - 100	50 - 88	90 - 100	90 - 100	90 - 100	75 - 90	60 - 78
⅜"	9,5	70 - 95	50 - 80	25 - 60	75 - 85	65 - 90	77 - 90	66 - 82	52 - 71
No.4	4,75	30 - 50	20 - 35	20 - 28			53 - 69	46 - 64	35 - 54
No.8	2,36	20 - 30	16 - 24	16 - 24	50 - 72	35 - 55	33 - 53	30 - 49	23 - 41
No.16	1,18	14 - 21					21 - 40	18 - 38	13 - 30
No.30	0,600	12 - 18			35 - 60	15 - 35	14 - 30	12 - 28	10 - 22
No.50	0,300	10 - 15					9 - 22	7 - 20	6 - 15
No.100	0,150						6 - 15	5 - 13	4 - 10
No.200	0,075	8 - 12	8 - 11	8 - 11	6 - 10	2 - 9	4 - 9	4 - 8	3 - 7

Sumber : Spesifikasi Umum 2018 No:02/SE/Db/2018

Dari Tabel 3.1 menjelaskan amplop gradasi mengenai persentase kelolosan maksimum dan minimum yang menjadi syarat dalam penentuan kadar yang tepat pada *combine grading cold bin*. Lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar grafik berikut.



Gambar 3.16 *Combine Grading Cold Bin AC-BASE*

Dari Gambar 3.16 terlihat jelas bahwa hasil kelolosan saringan yang didapat berdasarkan kadar yang telah ditentukan menggunakan metode trial and error dengan mengikuti kaidah *MS-02 Asphalt Institute 1995* masuk kedalam gradasi yang diyaratkan oleh dirjen bina marga No:02/SE/Db/2018. Dengan dibuktikan garis putus – putus diantara garis merah atas / batas maksimum kelolosan agregat dengan garis merah bawah / batas minimum kelolosan agregat.

3.12 *Combine Grading Hot-Bin*

Combine grading hot bin ialah kombinasi gabungan gradasi *hot bin* dari hasil masing – masing *sieve* analisis atau analisa ayakan komposisi perkerasan yang dalam penentuannya berdasarkan *MS-02 Asphalt Institute 1995* ialah sebagai berikut, pada *hot bin* perkerasan *AC-BASE* ialah “pada *Hot-bin 2 – Hot-Bin 5* memiliki rasio perbandingan yang hampir sama , pada *Hot-bin 1* mendekati angka 50% dan untuk *filler* dengan rasio 1-2 %”. Pada *hot bin* perkerasan *AC-BC* ialah “pada *Hot-bin 2 – Hot-Bin 4* memiliki rasio perbandingan yang hampir sama , pada *Hot-bin 1* mendekati angka 50% dan untuk *filler* dengan rasio 1-2 %”. Pada *hot bin* perkerasan *AC – WC* ialah “pada *Hot-bin 2 > Hot-Bin 3*, pada *Hot-bin 1* mendekati angka 50% dan untuk *filler* dengan rasio 1-2 %” . Hal-hal tersebut juga didukung

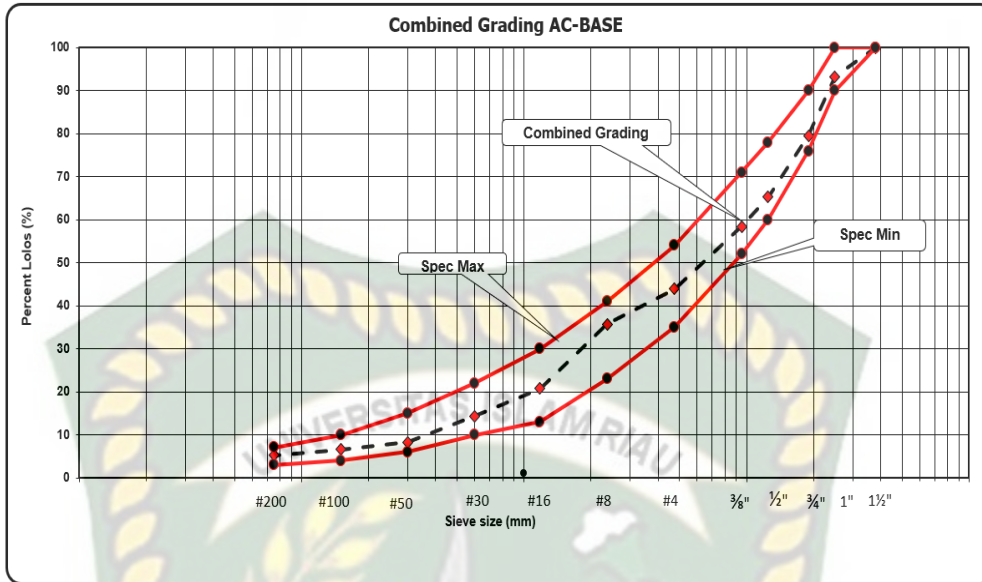
oleh spesifikasi umum 2018 surat edaran dirjen bina marga No : 02/SE/Db/2018. Maka syarat-syarat tersebut menjadi patokan bagi penulis untuk menggunakan **Metode *Trial and Error*** dalam penentuan kadar yang tepat untuk agregat atau komposisi perkerasan (*Hot Bin dan filler*) pada kombinasi gradasi *hot bin* tersebut. Setelah ditentukan kadar yang tepat bagi masing-masing agregat atau komposisi perkerasan maka hasil dari kadar yang didapat haruslah tidak lebih dari nilai maksimum dan tidak rendah dari nilai minimum yang telah disyaratkan oleh spesifikasi umum surat edaran dirjen bina marga No: 02/SE/Db/2018. Tabel syarat maksimum dan minimum amplop gradasi berdasarkan spesifikasi umum surat edaran dirjen bina marga No: 02/SE/Db/2018 ialah sebagai berikut.

Tabel 3.2 Amplop Gradasi Agregat Gabungan *Hot Bin* Untuk Campuran Beraspal

Ukuran Ayakan		% Berat Yang Lolos terhadap Total Agregat							
		Stone Matrix Asphalt (SMA)			Laston (HRS)		Laston (AC)		
ASTM	(mm)	Tipis	Halus	Kasar	WC	Base	WC	BC	Base
1½"	37,5								100
1"	25			100				100	90 - 100
¾"	19		100	90 - 100	100	100	100	90 - 100	76 - 90
½"	12,5	100	90 - 100	50 - 88	90 - 100	90 - 100	90 - 100	75 - 90	60 - 78
⅜"	9,5	70 - 95	50 - 80	25 - 60	75 - 85	65 - 90	77 - 90	66 - 82	52 - 71
No.4	4,75	30 - 50	20 - 35	20 - 28			53 - 69	46 - 64	35 - 54
No.8	2,36	20 - 30	16 - 24	16 - 24	50 - 72	35 - 55	33 - 53	30 - 49	23 - 41
No.16	1,18	14 - 21					21 - 40	18 - 38	13 - 30
No.30	0,600	12 - 18			35 - 60	15 - 35	14 - 30	12 - 28	10 - 22
No.50	0,300	10 - 15					9 - 22	7 - 20	6 - 15
No.100	0,150						6 - 15	5 - 13	4 - 10
No.200	0,075	8 - 12	8 - 11	8 - 11	6 - 10	2 - 9	4 - 9	4 - 8	3 - 7

Sumber : Spesifikasi Umum 2018 No:02/SE/Db/2018

Dari Tabel 3.2 menjelaskan amplop gradasi mengenai persentase kelolosan maksimum dan minimum yang menjadi syarat dalam penentuan kadar yang tepat pada *combine grading hot bin*. Lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar grafik berikut.



Gambar 3.17 Combine Grading Hot Bin AC-BASE

Pada Gambar 3.17 terlihat jelas bagaimana garis putus-putus hasil kelolosan gradasi *hot bin* yang dirancang masuk diantara spesifikasi maksimum dan minimum yang disyaratkan oleh spesifikasi umum No:02/SE/Db/2018. Jika hasil kombinasi gradasi dari komposisi masing-masing sudah memenuhi syarat dari spesifikasi umum 2018, maka komposisi tersebut sudah dikatakan komposisi optimal. Perlu diketahui bahwa untuk *AC – BASE* memiliki material *hot bin* 1-5 + 1 *filler*, untuk *AC – BC* memiliki *hot – bin* 1-4 + 1 *filler*, serta *AC - WC* memiliki *hot bin* 1- 3 + 1 *filler*.



Gambar 3.18 Material *Hot Bin* (dokumentasi 2019)

Berdasarkan Gambar 3.18 dapat dilihat dengan jelas bentuk masing – masing *hot bin* dari *hot bin* 1-5 yang digunakan dalam membuat suatu lapisan perkerasan baik *AC-BASE, AC-BC* maupun *AC-WC*.

3.13 Kadar Aspal Optimum

Kadar aspal optimum adalah kadar aspal yang diperoleh dengan persamaan pendekatan kadar optimum dan apabila dicampur bersama agregat komposisi perkerasan lainnya menghasilkan perkerasan yang memiliki sifat – sifat karakteristik *marshall* yang memenuhi syarat spesifikasi umum (Wahyu,1998). Didalam penentuan kadar aspal optimum ini penulis menggunakan metode formula dari *asphalt institute MS-02 1995*.

Metode formula dari *Asphalt Institute MS-02 1995* adalah metode formula pendekatan dalam penentuan kadar aspal yang didapat dari hasil *combine grading hot bin* , yang mana memiliki persamaan pendekatan sebagai berikut ini :

$$KA = 0,035 CA + 0,045 FA + 0,18 FF + K \quad (3.11)$$

Dengan keterangan sebagai berikut.

KA : Kadar Aspal (%)

CA : (*Coarse Aggregate*) Agregat yang lolos saringan $\frac{3}{4}$ " dan tertahan no #8 (%)

FA : (*Fine Aggregate/Abu batu*) Agregat yang lolos saringan #8 dan tertahan no #200 (%)

FF : (*Fine Filler/Semen*) Agregat yang lolos saringan no #200 (%)

K : Konstanta (K = 0,5 -1 untuk Laston dan K = 2 – 3 untuk Lataston)

Pada metode formula dari *Asphalt Institute MS-02 1995* ini kita mendapatkan kadar aspal yang menjadi penengah untuk mendapatkan kadar aspal optimum. Maka oleh sebab itu didalam metode ini untuk mendapatkan kadar aspal optimum, kita melakukan percobaan pada kadar aspal (KA + n%), (KA) dan (KA – n%), yang mana n% kisaran 0,1-0,5%. Untuk mengetahui dari masing-masing percobaan tersebut agar kita mendapatkan kadar aspal optimum maka kita melakukan uji *marshall*. Yang mana hasil uji *marshall* tersebut harus memenuhi spesifikasi umum surat edaran dirjen bina marga nomor : 02/SE/Db/2018 yang

disusun oleh kementerian pekerjaan umum dan perumahan rakyat direktorat jenderal bina marga sebagai berikut.

Tabel 3.3 Ketentuan Karakteristik *Marshall* Campuran Laston

Sifat-sifat Campuran		Laston		
		Lapis Aus	Lapis Antara	Fondasi
Jumlah tumbukan per bidang		75		112 ⁽³⁾
Rasio partikel lolos ayakan 0,075mm dengan kadar aspal efektif	Min.	0,6		
	Maks.	1,2		
Rongga dalam campuran (%) ⁽⁴⁾	Min.	3,0		
	Maks.	5,0		
Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	Min.	15	14	13
Rongga Terisi Aspal (%)	Min.	65	65	65
Stabilitas Marshall (kg)	Min.	800		1800 ⁽³⁾
Pelelehan (mm)	Min.	2		3
	Maks.	4		6 ⁽³⁾
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 °C ⁽⁵⁾	Min.	90		
Rongga dalam campuran (%) pada Kepadatan membal (refusal) ⁽⁶⁾	Min.	2		

Sumber : Spesifikasi Umum 2018 No:02/SE/Db/2018

Berdasarkan Tabel 3.3 dapat terlihat jelas karakteristik *marshall* yang disyaratkan oleh spesifikasi umum No:02/SE/Db/2018. Maka untuk mendapatkan kadar aspal optimum baik *AC-BASE*, *AC-BC* maupun *AC-WC* hasil karakteristik *marshall* dari perkerasan tersebut harus memenuhi sifat karakteristik *marshall* spesifikasi umum. Oleh sebab itu jika semua karakteristik memenuhi syarat spesifikasi berarti kadar aspal tersebut dapat dikatakan optimum.

3.14 Surface Area

Surface area adalah luas permukaan agregat yang didapat dari hasil perkalian antara hasil *combine grading hot bin* dengan *factor surface area*. *factor surface area* yakni (0.41 , 0.41 , 0.82 , 1.64 , 2.87 , 6.14 , 12.29 , dan 32.77) (MS-02-1995). Khusus untuk *AC-BASE* ialah untuk saringan 11/2” – 3/8” dianggap 0.41, untuk *AC – BC* ialah untuk saringan 1” – 3/8” dianggap 0.41, *AC – WC* ialah untuk saringan 3/4” – 3/8” dianggap 0.41. Pemaparan lebih jelas dapat dilihat pada bab V pembahasan di bab selanjutnya setelah ini.

3.15 Berat Jenis Campuran Maksimum (G_{mm})

Berat jenis campuran maksimum adalah perbandingan berat isi benda campuran beraspal dalam keadaan rongga udara sama dengan nol (AASHTO T209). Berat jenis campuran maksimum dapat diperoleh secara teoritis pada metode *marshall* dan bisa juga dicari secara langsung berdasarkan AASHTO T209.

Sebelum melakukan *marshall test* maka penulis melakukan uji berat jenis campuran maksimum. Data berat jenis campuran maksimum dibutuhkan untuk *marshall test*, karena dari data berat jenis campuran maksimum penulis dapat mencari nilai *VIM* (*Void In Mix*) atau persentase rongga udara dalam campuran. Didalam spesifikasi umum 2018 surat edaran dirjen bina marga No: 02/SE/Db/2018 nilai minimum – nilai maksimum dari *VIM* ialah 3-5 %. Berikut prosedur pengujian berat jenis campuran maksimum (SNI 1970, 2008).

1. Timbang berat sampel aspal.
2. Masukkan air kedalam piknometer sampai penuh.
3. Piknometer berisi air ditimbang.
4. Setelah ditimbang air dalam piknometer dikeluarkan 1/3 bagian.
5. Masukkan material aspal kedalam piknometer berisi 1/3 bagian air.
6. Selanjutnya dikeluarkan udara yang terperangkap di material aspal dalam piknometer menggunakan *Vakum Pump*.
7. Tunggu sampai gelembung tidak keluar lagi.
8. Lalu masukkan air kembali penuh kedalam piknometer.
9. Timbang sebagai berat piknometer + air kalibrasi + sampel.
10. Selanjutnya lakukan analisis data.

Setelah di dapat data yang akurat melalui tahap demi tahap pengujian, maka analisa dari data – data menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$G_{mm} = \frac{W_s}{(W_s + W_p) - W_t} \quad (3.12)$$

W_s = Berat sampel aspal

W_p = Berat piknometer + air kalibrasi

W_t = Berat piknometer + air kalibrasi + sampel aspal

Setelah itu maka didapat berat jenis campuran maksimum (G_{mm}) yang mana data tersebut sangat berguna dalam penentuan nilai *VIM (Void In Mix)* atau persentase rongga udara dalam campuran.

3.16 Marshall Test

Marshall test adalah suatu pengujian yang dilakukan untuk mengetahui nilai stabilitas dan kelelahan (*flow*), serta analisa kepadatan dan pori atau rongga dari campuran padat yang terbentuk (SNI 1970, 2008). Dalam hal ini benda uji atau *briket* beton aspal padat dibentuk dari gradasi agregat campuran tertentu, sesuai spesifikasi campuran (SNI 1970, 2008). Metode *Marshall* dikembangkan untuk rancangan campuran aspal beton. Sebelum membuat *briket* campuran aspal beton maka perkiraan kadar aspal optimum dicari dengan menggunakan rumus pendekatan dengan metode *asphalt institute MS-02-1995*. Setelah menentukan proporsi dari masing-masing fraksi agregat yang tersedia, selanjutnya menentukan kadar aspal total dalam campuran. Kadar aspal total dalam campuran beton aspal adalah kadar aspal efektif yang membungkus atau menyelimuti butir-butir agregat, mengisi pori antara agregat, ditambah dengan kadar aspal yang akan terserap masuk ke dalam pori masing-masing butir agregat. Setelah diketahui estimasi kadar aspalnya maka dapat dibuat benda uji. Untuk mendapatkan kadar aspal optimum umumnya dibuat 6 buah benda uji dengan 6 variasi kadar aspal yang masing-masing berbeda 0,1% - 0,5%. Sebelum dilakukan pengujian *Marshall* terhadap *briket*, maka dicari dulu berat jenisnya dan diukur ketebalan dan diameternya di tiga sisi yang berbeda.

Melakukan uji *Marshall* untuk mendapatkan stabilitas dan kelelahan (*flow*) benda uji mengikuti prosedur SNI 06-2489-1991 dan AASHTO T245-90. Parameter *Marshall* yang dihitung antara lain: *VIM*, *VMA*, *VFB*, berat volume, dan parameter lain sesuai parameter yang ada pada spesifikasi campuran. Setelah semua parameter *briket* didapat, maka setiap parameter disesuaikan dengan spesifikasi umum 2018 surat edaran dirjen bina marga No:02/SE/Db/2018. Kadar aspal optimum adalah kadar aspal yang memenuhi spesifikasi umum 2018.

Hubungan antara presentase kadar aspal dengan presentase rongga terisi aspal (*VFB*), presentase rongga dalam campuran (*VIM*), kelelehan (*flow*), stabilitas, dan perbandingan antara stabilitas dan kelelehan (*MQ*). Berikut ini penjelasan mengenai pemaparan diatas (Suryo,1998).

1. *Void Filled With Bitumen (VFB)*. *VFB* adalah rongga terisi aspal pada campuran setelah mengalami proses pemadatan yang dinyatakan dalam persen terhadap rongga antar butiran agregat (*VMA*), sehingga antara nilai *VMA* dan *VFB* mempunyai kaitan yang sangat erat. Faktor – faktor yang mempengaruhi *VFB* antara lain kadar aspal, gradasi agregat, energi pemadat (jumlah dan temperatur pemadatan), dan absorpsi agregat. Mengecilnya nilai *VMA* pada kadar aspal yang tetap, berakibat memperbesar presentase rongga terisi aspal *VFB*. Semakin tinggi nilai *VFB* maka akan semakin tercegah perkerasan dari retak *rutting* atau alur, tetapi jika sangat besar nilai *VFB* berarti kadar aspal semakin besar, akibatnya jika dilalui beban lalu lintas yang besar akan terjadinya *bleeding* atau leleh pada perkerasan. Semakin kecil nilai *VFB* maka perkerasan semakin mudah retak atau *crack* serta *rutting*. *VFB* minimum 65% pada *AC-BASE, AC-BC* serta *AC-WC* berdasarkan spesifikasi umum No:02/SE/Db/2018.
2. *Void in Mineral Aggregate (VMA)*. *VMA* adalah rongga antar butiran pada perkerasan. *VMA* semakin besar berarti kadar aspal semakin kecil, akibatnya campuran aspal mudah lepas, retak dan umur masa layanan semakin pendek. *VMA* semakin kecil maka akan mengakibatkan *VFB* semakin besar maka hal ini akan terjadi *bleeding* atau leleh pada perkerasan. *VMA* minimum 13% pada *AC-BASE*, 14% pada *AC-BC* serta 15% pada *AC-WC* berdasarkan spesifikasi umum No:02/SE/Db/2018.
3. *Void in the Mix (VIM)*. *VIM* menunjukkan presentase rongga dalam campuran. Nilai *VIM* berpengaruh terhadap keawetan dari campuran aspal agregat, semakin tinggi nilai *VIM* menunjukkan semakin besar rongga dalam campuran sehingga campuran bersifat *porrus* atau memiliki banyak rongga akibatnya perkerasan tidak kedap air. Jika nilai *VIM* semakin kecil maka akan *bleeding*. *VIM* nilai minimum dan maksimum 3 - 5% pada *AC-*

BASE, AC-BC serta *AC-WC* berdasarkan spesifikasi umum No:02/SE/Db/2018.

4. Kelelahan (*flow*) adalah deformasi vertikal yang terjadi mulai awal pembebanan sampai kondisi stabilitas menurun, yang menunjukkan besarnya deformasi yang terjadi pada lapis perkerasan akibat menahan beban yang diterimanya. Besarnya nilai *flow* dinyatakan dalam mm atau 0,01". Nilai *flow* dipengaruhi oleh kadar aspal, viskositas aspal, gradasi agregat, jumlah dan temperatur pemadatan. Semakin besar kadar aspal maka akan semakin besar pula nilai *flow* (kelelahan plastis), akibatnya akan terjadi gelombang pada permukaan perkerasan. Semakin kecil kadar aspal maka akan semakin kecil pula nilai *flow* pada perkerasan, akibatnya perkerasan mudah terjadi *crack*. *Flow* nilai minimum dan maksimum 3 – 6 mm pada *AC-BASE*, 2 - 4 mm *AC-BC* dan *AC-WC* berdasarkan spesifikasi umum No:02/SE/Db/2018.
5. Stabilitas merupakan kemampuan lapis perkerasan menerima beban lalu-lintas tanpa mengalami perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) seperti gelombang, alur (*rutting*), maupun mengalami *bleeding*. Nilai stabilitas dipengaruhi oleh kohesi atau penetrasi aspal, kadar aspal, gesekan (*internal friction*), sifat saling mengunci (*interlocking*) dari partikel-partikel agregat, bentuk dan tekstur permukaan, serta gradasi agregat. Semakin tinggi kadar aspal maka stabilitas akan semakin besar, akibatnya penguncian *interlocking* antar agregat semakin besar maka perkerasan akan lebih kuat dalam menahan beban di atasnya. Jika kadar aspal semakin tinggi maka perkerasan itu tidak stabil lagi atau tidak efektif dan aspal tidak mampu menyelimuti agregat dengan baik. Akibatnya terjadi leleh atau *bleeding*. Jika perkerasan memiliki stabilitas rendah maka perkerasan akan kaku dan jika terjadi deformasi akan mengakibatkan perkerasan hancur. Stabilitas minimum 1800 kg pada *AC-BASE*, 800 kg pada *AC-BC* dan *AC-WC* berdasarkan spesifikasi umum No:02/SE/Db/2018.
6. *Marshall Quotient (MQ)*. Nilai *MQ* menyatakan sifat kekakuan suatu campuran. Bila nilai *MQ* terlalu tinggi, maka campuran akan cenderung

terlalu kaku dan mudah retak. Sebaliknya bila nilai MQ terlalu rendah, maka perkerasan menjadi terlalu lentur dan cenderung kurang stabil.

Maka oleh sebab itu kadar aspal penentu dari semua karakteristik campuran, campuran dengan kadar aspal yang optimum memungkinkan untuk perkerasan memberikan masa layan yang cukup sesuai umur rencana atau lebih. Untuk lebih detail mendapatkan data sebelum analisis, dilakukan pengujian *marshall*. Berikut prosedur pengujian *marshall* (SNI 1970,2008) :

1. Bahan yang digunakan telah memenuhi spesifikasi
2. Kombinasi agregat memenuhi gradasi yang disyaratkan
3. Untuk keperluan analisa volumetrik (*density-voids*), berat jenis *bulk* dari semua agregat yang digunakan pada kombinasi agregat, dan berat jenis aspal keras harus dihitung terlebih dahulu.
4. Jumlah benda uji, minimum tiga buah untuk masing-masing kombinasi.
5. *Oven* dalam kaleng (*loyang*) agregat yang sudah terukur gradasi dan sifat mutu lainnya, sampai temperatur yang diinginkan
6. Panaskan aspal terpisah sesuai panas yang diinginkan pula.
7. Cetakan dimasukkan dalam *oven* dengan temperatur 93°C.
8. Campur agregat dan aspal sampai merata.
9. Keluarkan dari *oven* cetakan dan siapkan untuk pengisian campuran, setelah campuran dimasukkan kedalam cetakan tusuk-tusuk dengan spatula 10 x bagian tengah dan 15 x bagian tepi.
10. Tumbuk 2×75 kali untuk *AC-WC* dan *AC-BC* serta tumbukan 2×112 kali untuk *AC-BASE*.
11. Keluarkan benda uji dari *mold* dengan *Extruder* pada kondisi dingin.
12. Diamkan benda uji dalam satu malam, kemudian periksa berat isinya.
13. Langkah pengujian
14. Rendam dalam *water bath* pada temperatur 60°C selama 30 menit dan keringkan permukaan benda uji serta letakkan pada tempat yang tersedia pada alat uji *Marshall*.

15. Setel dial pembacaan stabilitas dan kelelahan yang telah terpasang pada alat *Marshall*.
16. Lakukan pengujian *Marshall* dengan menjalankan mesin penekan dengan kecepatan deformasi konstan 51 mm (2 in.) per menit sampai terjadi keruntuhan pada benda uji.
17. Baca dan catat besar angka pada dial untuk memperoleh nilai stabilitas (*stability*) dan kelelahan (*flow*)
18. Dengan faktor koreksi dan kalibrasi *proving ring* pada alat *Marshall* dapat diperoleh nilai stabilitas dan kelelahan (*flow*).

Dari semua prosedur tersebut barulah melakukan analisis untuk mendapatkan nilai % aspal terhadap agregat, volume benda uji, berat isi benda uji, % rongga diantara butir (*VMA*), % udara terhadap campuran (*VIM*), % rongga terisi aspal (*VFB*), kelelahan atau *flow*, *Marshall Quotient (MQ)*, % aspal efektif, serta tebal selimut aspal (bitumen film micron). Analisis nilai – nilai tersebut sebagai berikut (SNI-06-2489-1991).

% Kadar aspal terhadap agregat.

$$= \% \text{ kadar aspal terhadap campuran} \times \frac{100}{100 - \% \text{ kadar aspal terhadap campuran}} \quad (3.13)$$

Volume benda uji.

$$= \text{berat benda uji dalam keadaan jenuh} - \text{berat benda uji didalam air} \quad (3.14)$$

Berat isi benda uji / *density*.

$$= \frac{\text{berat benda uji dalam keadaan kering}}{\text{volume contoh uji}} \quad (3.15)$$

% Rongga diantara butir (*VMA*).

$$= 100 - \frac{\text{berat isi benda uji (density)} \times \% \text{ agregat}}{\text{berat jenis bulk}} \quad (3.16)$$

$$= 100 - \frac{\text{berat isi benda uji (density)} \times (100 - \% \text{ kadar aspal campuran})}{\text{berat jenis bulk}}$$

% Udara terhadap campuran (*VIM*).

$$= 100 - \frac{100 \times \text{berat isi benda uji}}{\text{berat jenis campuran maksimum (Gmm)}} \quad (3.17)$$

% Rongga terisi aspal bitumen (*VFB*).

$$= 100 \times \frac{VMA - VIM}{VMA} \quad (3.18)$$

Stabilitas setelah koreksi.

$$= (\text{kalibrasi } \textit{proving ring} \times \text{bacaan arloji}) \times 1.06 \quad (3.19)$$

Flow atau kelelahan

$$= \text{hasil pembacaan dial dari alat } \textit{marshall} \text{ maka didapat nilai } \textit{flow} \quad (3.20)$$

Hasil bagi *marshall* / *Marshall Quotient (MQ)*

$$= \frac{\text{stabilitas setelah koreksi}}{\text{kelelahan (flow)}} \quad (3.21)$$

% Kadar aspal efektif

$$= \% \text{ kadar aspal terhadap campuran} - \left(\frac{\% \text{ penyerapan aspal} \times (\% \text{ agregat})}{100} \right) \quad (3.22)$$

Tebal selimut aspal atau bitumen *film* (micron)

$$= \frac{10 \times (\text{kadar aspal \% terhadap campuran} - \% \text{ penyerapan aspal}) \times Gmm}{BJ \text{ aspal} \times \text{surface agregat} \times \text{berat isi benda uji}} \quad (3.23)$$

Setelah didapat hasil analisis tersebut pada masing – masing kadar aspal yang diuji cobakan maka selanjutnya dilakukan uji *refusal density*, uji *refusal density* akan dibahas pada subbab selanjutnya.

3.17 *Refusal Density*

Refusal density merupakan pengujian untuk mendapatkan rongga dalam campuran pada kepadatan mutlak atau membal. Penentuan rongga dalam campuran dengan kepadatan mutlak atau membal menggunakan metode *Percentage Of Refusal Density (PRD)*, dalam metode tersebut dijelaskan bahwa dalam melakukan uji *refusal density* maka tebal benda uji cukup 6-7 cm dan diameter 10 cm dengan tumbukan *vibratory hammer* (penumbuk bergetar) 2x400 kali serta dipertegas pada spesifikasi umum 2018 disyaratkan persentase rongga kepadatan mutlak atau membal minimal 2%.

Jika, rongga dalam campuran aspal relative lebih tinggi maka dapat memicu penuaan aspal relative akan lebih cepat akibat oksidasi sehingga menimbulkan retak dan menjadi kurang lentur. *Bleeding* dapat terhindar dikarenakan kadar aspal

campuran yang optimum terhadap agregat komposisi aspal. Jika rongga aspal sangat padat atau dibawah 2% akan mengakibatkan aspal mengisi rongga perkerasan, nilai rongga terisi aspal perkerasan akan semakin tinggi dan akibatnya akan berefek pada kenaikan nilai *VFB*. Jika *VFB* semakin tinggi maka perkerasan akan tidak memenuhi spesifikasi yang disyaratkan dan akibatnya tidak berimbang antara rasio agregat dan aspal serta kualitas perkerasan juga menurun. Untuk analisa lebih jelas mengenai pemaparan diatas dapat dilihat pada persamaan berikut ini.

$$\text{Kepadatan mutlak atau } \textit{membal} = \frac{\text{berat benda uji diudara}}{\text{berat benda uji kering permukaan} - \text{berat benda uji dalam air}} \quad (3.24)$$

$$\text{Rongga dalam campuran pada kepadatan mutlak / } \textit{membal} = 100 - \frac{(100 \times \text{kepadatan mutlak})}{\text{berat jenis maksimum (Gmm)}} \quad (3.25)$$

Dari kedua persamaan diatas maka terlihat jelas bagaimana menganalisis rongga dalam campuran pada kepadatan mutlak yang dapat dicapai / *refusal density*.

3.18 Komposisi Campuran *DMF*

Dari hasil pemaparan sebelumnya telah di bahas secara jelas mengenai semua karakteristik campuran perkerasan LASTON. Maka setiap rancangan optimum campuran hasil *DMF* harus mengikuti spesifikasi umum 2018 surat edaran dirjen bina marga No: 02/SE/Db/2018. Untuk mendapatkan komposisi campurannya dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 3.4 Komposisi Campuran *DMF AC-BASE*

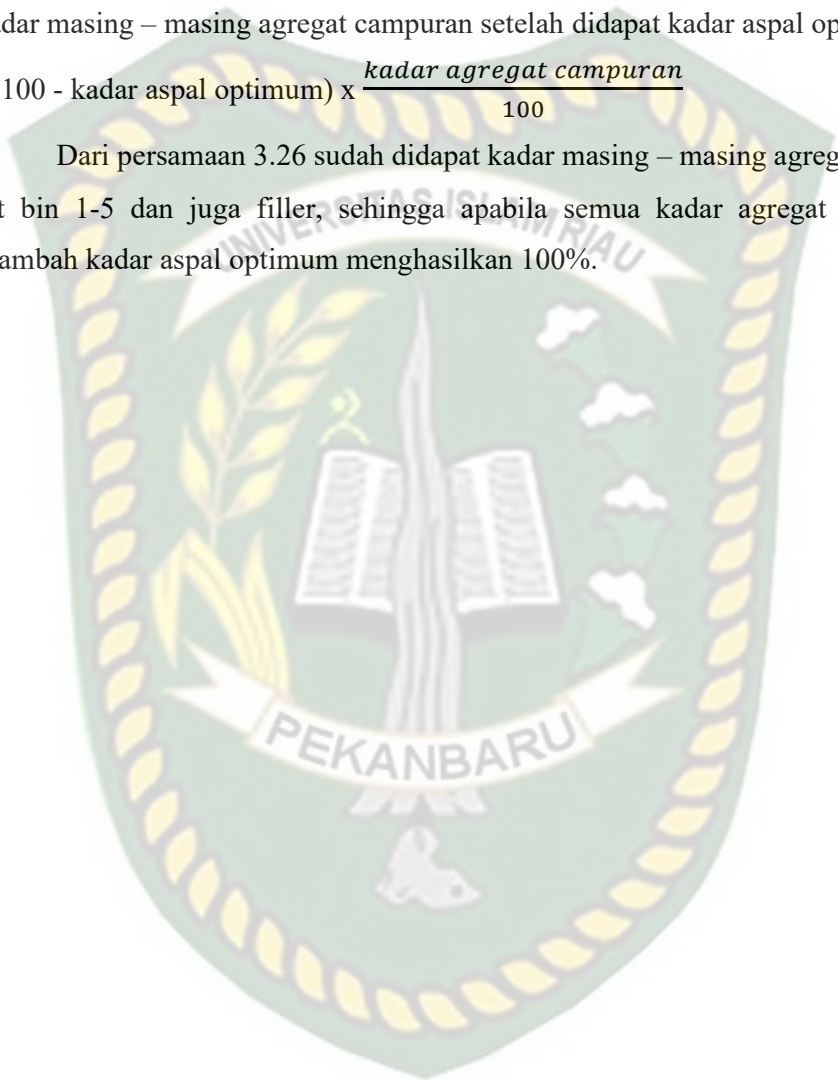
MATERIAL COLD BIN	KOMPOSISI (%)	MATERIAL HOT BIN	KOMPOSISI (%)	
			BY AGREGAT	BY MIX
Abu Batu 0 - 5 mm	48.0	HOT BIN I (#4 ~ 0)	45.0	42.71
Batu Pecah (MA) 5 - 12 mm	9.5	HOT BIN II (1/2" ~ #4)	16.0	15.18
Batu Pecah (CA) 10 - 20 mm	11.0	HOT BIN III (3/4" ~ 1/2")	10.0	9.49
Batu Pecah (CA) 20 - 30 mm	30.0	HOT BIN IV (1" ~ 3/4")	10.5	9.97
Filler	1.5	HOT BIN V (1 1/2" ~ 1")	17.0	16.13
		FILLER	1.5	1.42
		KADAR ASPAL	5.1	5.10

Dari Tabel 3.4 dapat terlihat jelas bagaimana analisis komposisi kadar agregat campuran setelah didapat kadar aspal optimum. Untuk mendapatkan hasil kadar masing – masing agregat campuran setelah didapat kadar aspal optimum dapat dilihat pada persamaan sebagai berikut.

Kadar masing – masing agregat campuran setelah didapat kadar aspal optimum

$$= (100 - \text{kadar aspal optimum}) \times \frac{\text{kadar agregat campuran}}{100} \quad (3.26)$$

Dari persamaan 3.26 sudah didapat kadar masing – masing agregat baik itu hot bin 1-5 dan juga filler, sehingga apabila semua kadar agregat campuran ditambah kadar aspal optimum menghasilkan 100%.



BAB IV

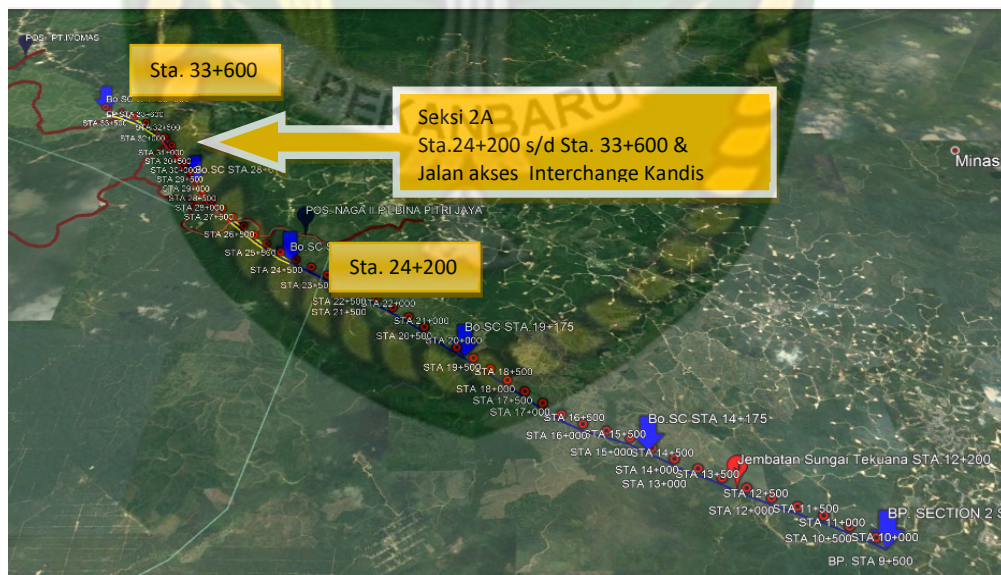
METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Umum

Penyusunan dalam penelitian ini hanya dititik beratkan pada analisa perancangan *Design Mix Formula (DMF)* optimum pada masing – masing lapisan perkerasan (*AC-BASE* , *AC-BC* serta *AC-WC*) pada jalan tol Pekanbaru – Dumai seksi 2A (Minas – Kandis) serta menganalisa campuran masing-masing lapisan yang didapat terhadap spesifikasi umum surat edaran dirjen bina marga No:02/SE/Db/2018.

4.2 Lokasi Penelitian

Lokasi pembangunan Jalan Tol Trans Sumatra Pekanbaru – Dumai seksi 2A (Minas – Kandis) terletak di Kec. Kandis dan Kec. Minas Kota Pekanbaru,Provinsi Riau.



Gambar 4.1 Lokasi Penelitian

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa area penelitian penulis yang terletak di dekat *interchange* jalan tol Pekanbaru – Dumai seksi 2A (Minas – Kandis) STA 24 +200 sampai STA 33 + 600. Dengan total Panjang 9.4 km atau 9400 m.

4.3 Teknik Penelitian

Teknik penelitian pada tugas akhir ini menggunakan Teknik observasi atau pengumpulan data dengan cara dilakukannya pengujian atau sejenis *test-test* tertentu untuk mendapatkan kadar aspal yang optimum serta agregat yang optimum. Sehingga akhir dari penelitian ini mampu menghasilkan campuran perkerasan *AC-BASE*, *AC-BC* serta *AC-WC* yang optimum dan berkualitas serta sesuai dengan spesifikasi yang berlaku. Data yang digunakan ialah data sekunder karena penelitian ini selalu berpedoman terhadap spesifikasi umum 2018 surat edaran dirjen bina marga No : 02/SE/Db/2018 serta menggunakan gambar *shop drawing* yang berisikan denah proyek jalan tol serta potongan melintang penampang jalan tol.

4.4 Tahap Pelaksanaan Penelitian

Tahapan penelitian adalah tahap – tahap yang dilakukan penulis secara berurutan selama berlangsungnya penelitian. Tahapan penelitian ini memberikan gambaran secara garis besar langkah – langkah pelaksanaan penelitian yang akan menuntun penulis agar lebih terarah selama berjalannya penelitian. Adapun tahapan pelaksanaan penelitian dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mulai

Mulai adalah langkah awal sebelum melakukan persiapan dalam penelitian.

2. Tahapan Persiapan

Tahapan persiapan merupakan langkah utama yang dilakukan yaitu, mempersiapkan gambaran tentang skripsi yang akan dilakukan serta memilih masalah yang pantas untuk diteliti. Kemudian mencari tempat atau lokasi penelitian yang akan dilakukan.

3. Pengumpulan data

Dalam penelitian ini penulis memerlukan beberapa data yaitu data sekunder (literatur / jurnal – jurnal, *shopdrawing*, data hasil *sieve analysis*, data spesifikasi umum 2018 serta data – data lainnya yang berkaitan terhadap penelitian penulis) hal itu berguna untuk pembahasan dalam menyelesaikan penelitian ini.

4. Analisa data

Setelah pengumpulan data dilanjutkan dengan analisa data, yaitu menghitung analisis kadar aspal optimum dan kadar agregat optimum sehingga terciptanya campuran perkerasan *AC-BASE*, *AC-BC* serta *AC-WC* yang berkualitas dan memenuhi spesifikasi umum 2018 yang berlaku.

5. Hasil dan pembahasan

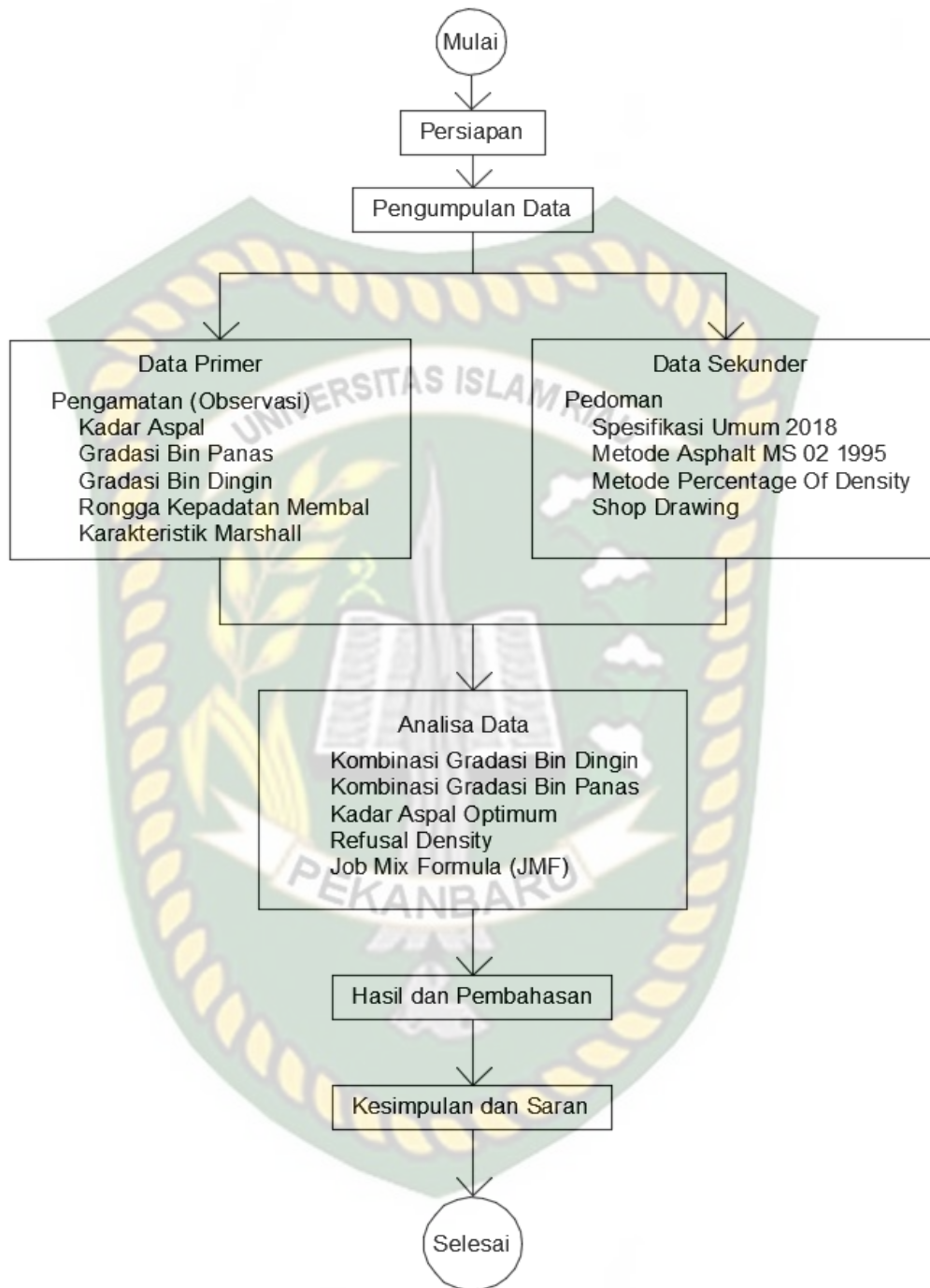
Hasil dan pembahasan yaitu membahas hasil-hasil yang disederhanakan dalam bentuk tabel, grafik atau lainnya, agar mempermudah pemahaman hasil analisa bagi para pembaca.

6. Kesimpulan dan saran

Kesimpulan dan saran yaitu membuat kesimpulan yang diambil dari hasil penelitian dan memberikan saran kepada pembaca tentang kajian mengenai analisis ke-optimalan *DMF (Design Mix Formula)* yang disusun penulis serta metode yang digunakan penulis dalam melakukan penelitian ini.

7. Selesai.

Tahapan pelaksanaan penelitian untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar 4.2** Bagan Alir Penelitian.



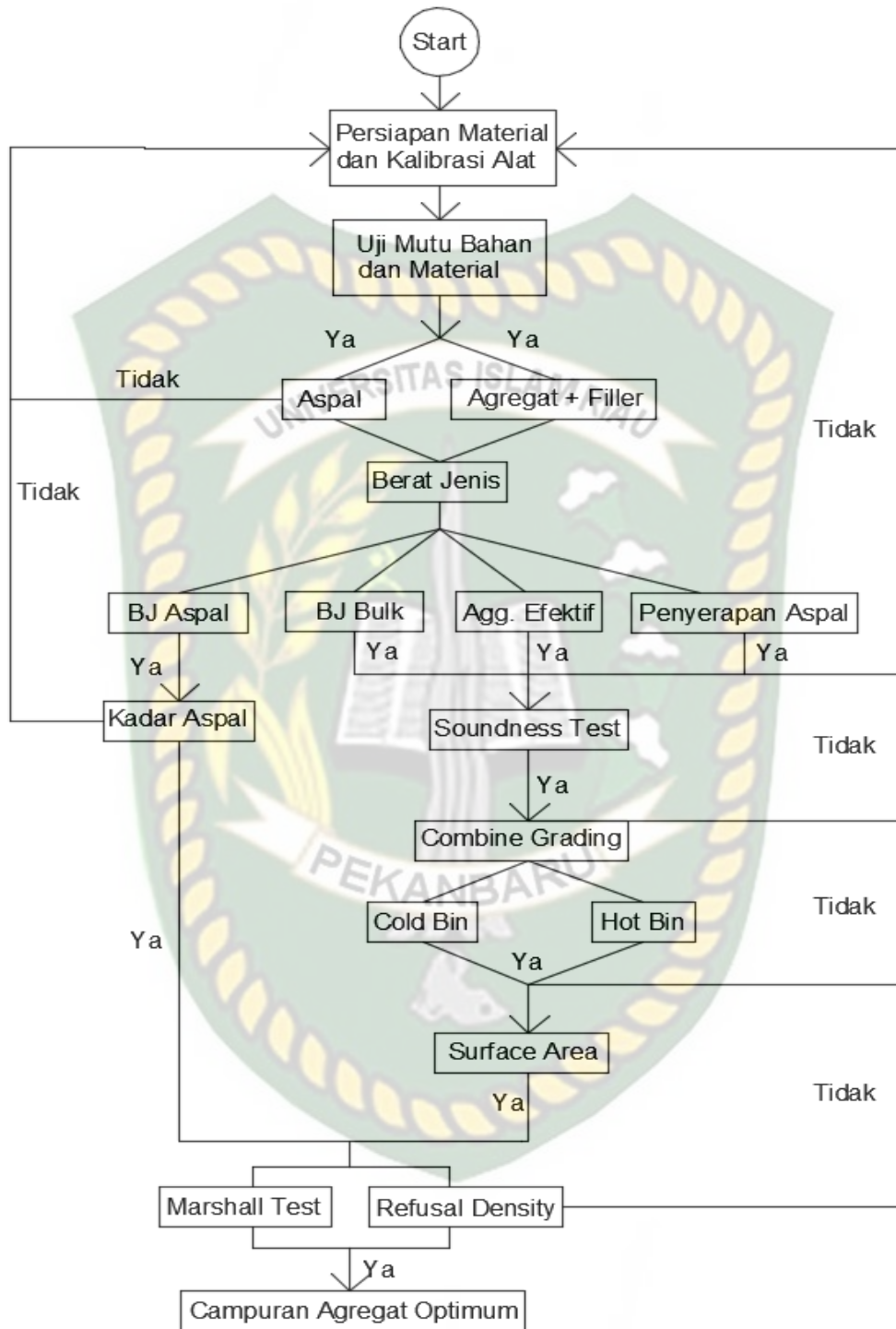
Gambar 4.2 Bagan Alir Penelitian

4.5 Analisis Data Pengujian

Setelah data terkumpul, kemudian data dianalisa dengan cara sebagai berikut :

1. Melakukan analisis berat jenis aspal bitumen.
2. Melakukan analisis berat jenis *bulk/kering* , berat jenis efektif dan penyerapan aspal dengan cara melakukan beberapa pengujian.
3. Melakukan analisa ketahanan agregat dengan *soundness test*
4. Melakukan analisis *combine grading cold bin* dan *hot bin* untuk mendapatkan komposisi masing – masing agregat yang optimum dan memenuhi spesifikasi umum yang telah di syaratkan.
5. Setelah didapat datanya, setelah itu melakukan uji penentuan kadar aspal menggunakan metode *asphalt institute MS 02 1995*. Sampai didapat data kadar aspal yang paling optimum dengan cara melakukan *uji marshall* terhadap sampel kadar aspal yang telah dihitung.
6. Sebelum melakukan uji *marshall test* sebaiknya dilakukan perhitungan atau kalkulasi luas permukaan agregat dan berat jenis maksimum (G_{mm}). karena kedua data tersebut sangat dibutuhkan dalam melakukan uji *marshall test*.
7. Ketika melakukan uji marshall test dilakukan juga uji *refusal density* menggunakan metode *percentage of refusal density*. Supaya dapat diketahui kualitas perkerasan dalam keadaan membal apakah baik atau tidaknya.
8. Setelah melakukan semua uji dan analisis, barulah penulis melakukan analisa komposisi campuran perkerasan agar didapat kadar persentase yang pas untuk campuran perkerasan *AC-BASE* , *AC-BC* serta *AC-WC*.
9. Setelah didapat hasil uji, lalu disesuaikan terhadap spesifikasi umum 2018. Jika belum sesuai maka kadar aspal tersebut belum optimal dan jika sudah sesuai terhadap spesifikasi maka kadar aspal tersebut sangat optimal dan baik dilaksanakan dilapangan nantinya.

Analisis Pengujian pada penelitian ini untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar 4.3** Bagan Alir Analisis Pengujian.



Gambar 4.3 Bagan Alir Analisis Pengujian

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Deskripsi Umum

Proyek jalan tol yang menjadi objek dalam penelitian ini adalah Jalan Tol Pekanbaru - Dumai sepanjang 143.092 km yang terdiri dari 131.475 km jalan utama dan 11.617 km jalan akses, terletak di 2 (dua) kota madya dan 3 (tiga) kabupaten. Sehingga dalam pelaksanaannya ruas Jalan Tol Pekanbaru - Dumai terbagi beberapa seksi yaitu seksi I,II,III,IV, dan seksi V, yang menjadi objek penelitian studi penulis yakni jalan tol seksi 2A yang terletak dikecamatan Kandis dan Minas kota Pekanbaru, provinsi Riau. Dari STA 24+200 – STA 33+600, sepanjang 9,4 km atau 9400 meter dan memiliki lebar 12,65 meter per jalur.

Pada studi analisis perancangan campuran jalan tol membahas detail mengenai perancangan kadar aspal dan *combine grading hot-bin* dan *cold-bin* yang pas untuk perkerasan jalan tol seksi 2A yang terletak dikecamatan Kandis dan Minas kota Pekanbaru, provinsi Riau yakni dari STA 24+200 – STA 33+600. Dan tentunya penentuan kadar aspal dan *combine grading hot-bin* dan *cold-bin* ditentukan melalui beberapa uji berat jenis aspal, berat jenis kering/*bulk*, berat jenis agregat efektif, penyerapan aspal, *sieve and combine analysis*, *soundness*, *surface area*, *gmm*, *refusal* serta *marshall*. Yang mana setiap hasil pengujian nantinya harus sesuai spesifikasi umum surat edaran dirjen bina marga No: 02/SE/Db/2018 untuk menentukan kadar aspal optimum serta kadar *hot-bin* dan *cold-bin* yang pas untuk masing – masing lapisan struktur perkerasan antara lain *AC-Base*, *AC-BC* serta *AC-WC*. Perkerasan jalan tol tergolong Laston (Lapisan Aspal Beton).

5.2 Material

Pada proyek jalan tol seksi 2A yang terletak dikecamatan Kandis dan Minas kota Pekanbaru provinsi Riau dari STA 24+200 – STA 33+600 menggunakan material yang berbeda – beda yakni abu batu dari Lampung, batu pecah dari Pangkalan serta *filler* menggunakan semen *Portland*.

5.3 Berat Jenis Aspal

Berat jenis aspal ini didapat dari pengujian dua kali percobaan pada aspal bitumen menggunakan berat contoh aspal 51,6 gram dan 55,7 gram serta menggunakan piknometer dengan berat 183.6 dan 188.8 gram. Untuk air kalibrasi serta perhitungan lainnya dapat dilihat pada Tabel 5.1 dibawah ini.

Tabel 5.1 Pengujian Berat Jenis Aspal

		Kode Piknometer	
		NO. 3	NO.4
A	Berat Contoh Aspal (gr)	51.6	55.7
B	Berat Piknometer + Air Batas Kalibrasi	682.4	681.4
C	Berat Piknometer	183.6	188.8
D	Berat Piknometer + Contoh Aspal + Air Batas Kalibrasi	683.8	682.8
E	Berat Air Kalibrasi B - C	498.8	492.6
F	Berat Air Yang Ditambahkan D - (A + C)	448.6	438.3
G	Berat Air Yang Dipindahkan (cm ³) E - F	50.2	54.3
H	Berat Jenis Aspal (gr/cm ³) A / G	1.028	1.026
	Rata-rata (gr/cm ³)	1.027	

Dari Tabel 5.1 dapat terlihat jelas hasil analisis berat jenis aspal yang didapat setelah melakukan pengujian berat jenis aspal. Hasil berat jenis aspal ialah hasil rata – rata dari kedua berat jenis aspal yang diuji cobakan dengan perbedaan berat dan piknometer yang digunakan.

5.4 Analisis AC-BASE

5.4.1 Berat Jenis Kering / *Bulk*, Agregat Efektif dan Penyerapan Aspal AC-BASE

Dari hasil pengujian tersebut didapat bahwa berat jenis kering/*bulk*, agregat efektif serta penyerapan aspal ialah sebagai berikut.

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Berat Jenis Kering, Agregat Efektif dan Penyerapan Aspal AC-BASE

BJ	HASIL
BJ BULK (Gr/cm ³)	2.572
BJ EFF (Gr/cm ³)	2.583
PENYERAPAN ASPAL (%)	0.172

Dari Tabel 5.2 hasil perhitungan dilampiran A.3 dan pengujian didapat berat jenis kering/*bulk* 2.572 gr/cm³, berat jenis agregat efektif 2.583 gr/cm³ dan penyerapan aspal 0.172 %.

5.4.2 Soundness Test AC-BASE

Hasil uji *soundness test* / uji ketahanan agregat terhadap zat-zat kimia tertentu, dalam pengujian ini penulis menggunakan zat kimia Natrium Sulfat (Na₂SO₄) dengan berat 41,6 gram berdasarkan *MS-02 Asphalt Institute 1995*.

Tabel 5.3 Pengujian *Soundness Test AC-BASE*

ANALISA SARINGAN		BERAT CONTOH				SOUNDNESS TEST	
LOLOS SARINGAN	TERTAHAN SARINGAN	% BERAT (%) B	BERAT SEBELUM TEST (gr) C	BERAT SESUDAH TEST (gr) D	BERAT LOLOS (gr) C - D	% LOLOS (%) (C-D)/CX100	% KOREKSI LOLOS (%) (C-D)/CX100)XB/100
1 ½"	1"	0.64	250	249.0	1.0	0.4	0.00
1"	¾"	16.08	250	249.3	0.7	0.3	0.05
¾"	½"	16.62	250	249.1	0.9	0.4	0.06
½"	⅜"	8.08	250	248.5	1.5	0.6	0.05
⅜"	# 4	16.88	250	249.0	1.0	0.4	0.07
# 4	# 8	9.58	250	248.7	1.3	0.5	0.05
# 8	# 16	17.57	250	248.5	1.5	0.6	0.11
# 16	# 30	7.51	250	247.3	2.7	1.1	0.08
# 30	# 50	7.05	250	247.1	2.9	1.2	0.08
TOTAL		100.00	2250	2236.5	13.5	5.40	0.54

Didapat dari Tabel 5.3 hasil agregat yang lolos atau terurai oleh Natrium Sulfat (Na₂SO₄) ialah 5.40 %. Sementara menurut spesifikasi umum 2018 surat

edaran dirjen bina marga %lolos maksimum akibat dari zat kimia Natrium Sulfat (Na_2SO_4) ialah 10% untuk agregat halus dan 12 % untuk Agregat kasar, untuk gabungan kurang lebih ialah 11 %, yang merupakan rata-rata dari kedua persentase tersebut. Dari hasil uji gabungan 5.40 % < 11%, berarti agregat yang digunakan memenuhi spesifikasi umum 2018 dan agregat yang digunakan tergolong agregat dengan kualitas tinggi.

Tabel 5.4 Batas Maksimum Ketahanan Agregat *AC-BASE*

Sifat-sifat		Metode Pengujian	Batas Maksimum yang diizinkan	
			Halus	Kasar
Keausan agregat dengan mesin Los Angeles		SNI 2417:2008	-	40%
Kekakuan bentuk agregat terhadap larutan natrium sulfat atau magnesium sulfat	Natrium	SNI 3407:2008	10%	12%
	Magnesium		15%	18%
Gumpalan lempung dan partikel yang mudah pecah		SNI 03-4141-1996	3%	2%
Bahan yang lolos saringan No.200.		SNI ASTM C117: 2012	5% untuk kondisi umum, 3% untuk kondisi permukaan terabrasi	1%
Kotoran Organik		SNI 2816:2014	Pelat Organik No.3	-

Sumber : Spesifikasi Umum 2018 No:02/SE/Db/2018

Dari Tabel 5.4 dapat terlihat jelas batas maksimum kelolosan yang diizinkan oleh spesifikasi umum dirjen bina marga No:02/SE/Db/2018. Dan apabila kelolosan yang didapat dalam pengujian melebihi nilai tersebut maka dapat dikatakan suatu agregat tersebut memiliki kualitas rendah dan buruk.

5.4.3 *Combine Grading Cold Bin AC-BASE*

Combine grading cold bin AC-BASE dalam penentuannya berdasarkan *MS-02 Asphalt Institute 1995* ialah sebagai berikut, “persentase medium agregat (MA) < % batu pecah (CA 1-2) < % batu pecah (CA 2-3) dan % abu batu mendekati 50% serta khusus untuk *filler* 1-2%”. Hal-hal tersebut juga didukung oleh spesifikasi umum 2018 surat edaran dirjen bina marga No : 02/SE/Db/2018. Maka syarat-syarat tersebut menjadi patokan bagi penulis untuk menggunakan metode *trial and error* pada penentuan kadar yang tepat untuk agregat atau komposisi perkerasan pada kombinasi gradasi *cold bin* tersebut. Setelah ditentukan kadar yang tepat bagi masing-masing agregat atau komposisi perkerasan maka hasil dari kadar yang

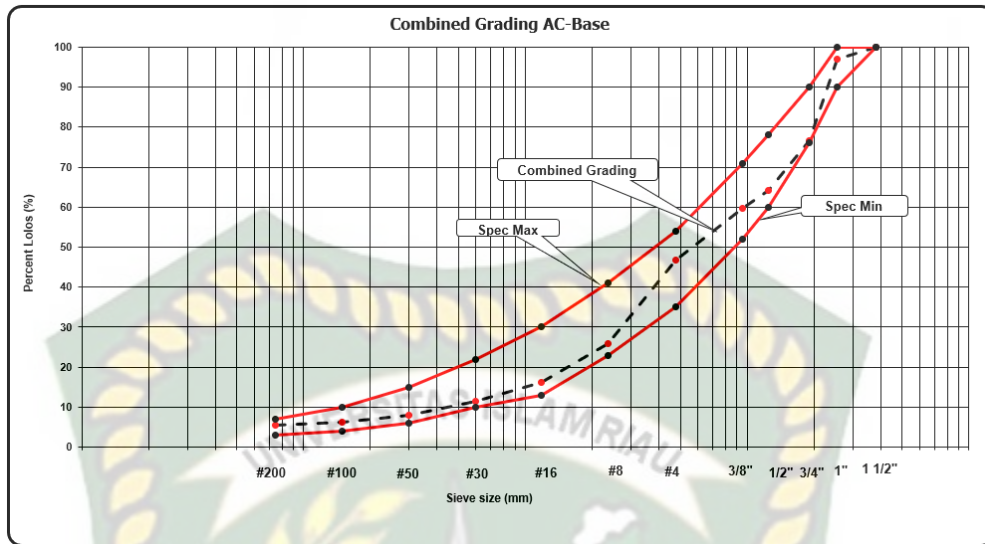
didapat haruslah tidak lebih dari nilai maksimum dan tidak rendah dari nilai minimum yang telah disyaratkan oleh spesifikasi umum surat edaran dirjen bina marga No: 02/SE/Db/2018. Tabel syarat maksimum dan minimum amplop gradasi *cold bin* berdasarkan spesifikasi umum surat edaran dirjen binamarga No: 02/SE/Db/2018 dapat dilihat pada Tabel 3.1 di bab 3 sebelumnya.

Jika hasil *combine grading* dari komposisi masing-masing sudah memenuhi syarat dari spesifikasi umum 2018, maka komposisi tersebut sudah dikatakan komposisi optimal. Berikut hasil dari *combine grading cold bin* dapat dilihat pada Tabel 5.5 dibawah ini.

Tabel 5.5 *Combine Grading Cold Bin AC-BASE*

Description		Sieve Size											
Inch		1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	# 4	# 8	# 16	# 30	# 50	# 100	# 200
mm		38.1	25.4	19.0	12.5	9.5	4.75	2.36	1.18	0.600	0.300	0.150	0.075
Grading Material													
Abu Batu (Lampung)		100.00	100.00	100.00	100.00	99.01	87.60	49.34	29.88	20.12	12.66	9.55	8.00
Medium Agg. (Pangkalan)		100.00	100.00	100.00	100.00	97.18	33.15	5.97	4.35	3.63	2.98	1.97	1.34
CA 1 - 2 (Pangkalan)		100.00	100.00	100.00	45.04	12.83	0.98	0.63	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58
CA 2 - 3 (Pangkalan)		100.00	90.31	21.83	0.89	0.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Filler		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Combined Grading													
Abu Batu (Lampung)	48.0%	48.00	48.00	48.00	48.00	47.52	42.05	23.68	14.34	9.66	6.08	4.58	3.84
Medium Agg. (Pangkalan)	9.5%	9.50	9.50	9.50	9.50	9.23	3.15	0.57	0.41	0.34	0.28	0.19	0.13
CA 1 - 2 (Pangkalan)	11.0%	11.00	11.00	11.00	4.95	1.41	0.11	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
CA 2 - 3 (Pangkalan)	30.0%	30.00	27.09	6.55	0.21	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Filler	1.5%	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Total	100%	100.00	97.09	76.55	64.16	59.81	46.80	25.82	16.32	11.57	7.92	6.33	5.53
Spec Max		100.0	100.0	90.0	78.0	71.0	54.0	41.0	30.0	22.0	15.0	10.0	7.0
Spec Min		100.0	90.0	76.0	60.0	52.0	35.0	23.0	13.0	10.0	6.0	4.0	3.0

Dari Tabel 5.5 dapat dilihat dengan jelas hasil perkalian kadar agregat *cold bin* yang telah didapat menggunakan metode *trial and error* sebelumnya dengan hasil kelulusan masing - masing agregat hasil *sieve analysis*. Sehingga didapat angka persen kelulusan masuk kedalam spesifikasi yang disyaratkan. Hasil *combine grading cold bin* tersebut tidak lebih tinggi dari batas maksimum dan tidak lebih rendah dari batas minimum yang disyaratkan oleh spesifikasi umum 2018 No:02/SE/Db/2018.



Gambar 5.1 Grafik *Combine Grading Cold Bin AC-BASE*

Dari Gambar 5.1 membuktikan bahwa hasil dari kombinasi tersebut optimal, karena masuk kedalam spesifikasi yang telah disyaratkan oleh spesifikasi umum 2018 surat edaran dirjen bina marga No:02/SE/Db/2018. Dari gambar, garis merah tersebut ialah nilai yang maksimum dan minimum yang disepakati dalam spesifikasi umum 2018 dan garis hitam putus-putus ialah nilai hasil dari komposisi *combine grading cold bin*. Khusus untuk data *sieve analysis/ analisis saringan per-item* sudah ada tersedia di lampiran A.6.

5.4.4 *Combine Grading Hot Bin AC-BASE*

Combine grading hot bin AC-BASE dalam penentuannya berdasarkan *MS-02 Asphalt Institute 1995* ialah sebagai berikut, “pada *hot bin 2 – hot bin 5* memiliki rasio perbandingan yang hampir sama , pada *hot bin 1* mendekati angka 50% dan untuk *filler* dengan rasio 1-2 %”. Hal-hal tersebut juga didukung oleh spesifikasi umum 2018 surat edaran dirjen bina marga No : 02/SE/Db/2018. Maka syarat-syarat tersebut menjadi patokan bagi penulis untuk menggunakan metode *trial and error* dalam penentuan kadar yang tepat untuk agregat atau komposisi perkerasan (*hot bin I – V dan filler*) pada *combine grading hot bin* tersebut. Setelah ditentukan kadar yang tepat bagi masing-masing agregat atau komposisi perkerasan maka hasil dari kadar yang didapat haruslah tidak lebih tinggi dari nilai maksimum dan tidak

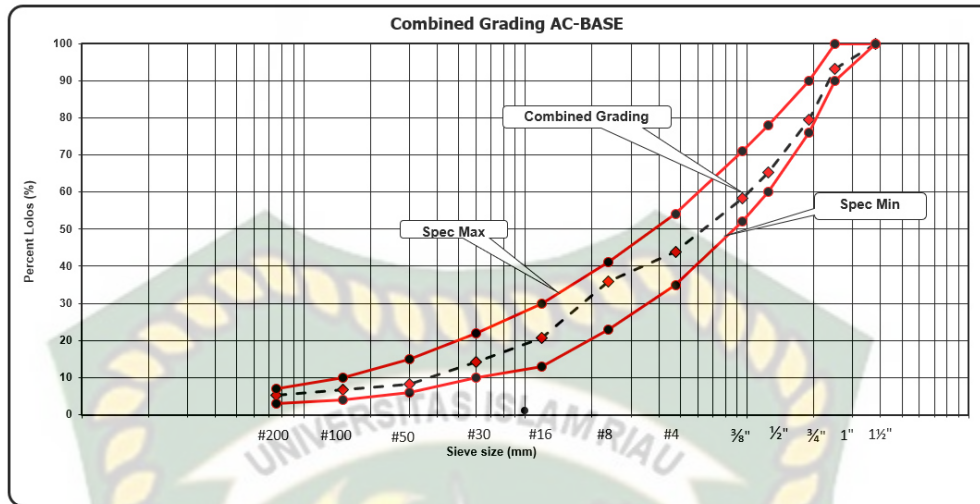
lebih rendah dari nilai minimum yang telah disyaratkan oleh spesifikasi umum surat edaran dirjen bina marga No: 02/SE/Db/2018. Tabel syarat maksimum dan minimum amplop gradasi *hot bin* berdasarkan spesifikasi umum surat edaran dirjen bina marga No: 02/SE/Db/2018 dapat dilihat pada Tabel 3.2 pada bab 3 sebelumnya.

Jika hasil *combine grading* dari komposisi masing-masing sudah memenuhi syarat dari spesifikasi umum 2018, maka komposisi tersebut sudah dikatakan komposisi optimal. Berikut hasil dari *combine grading hot bin* dapat dilihat pada Tabel 5.6 dibawah ini.

Tabel 5.6 *Combine Grading Hot Bin AC-BASE*

Description	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	# 4	# 8	# 16	# 30	# 50	# 100	# 200
Inch	38.1	25	19.0	12.5	9.5	4.75	2.36	1.18	0.600	0.300	0.150	0.075
mm												
Grading Material												
Filler	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Hot Bin I	100.00	100.00	100.00	100.00	98.88	80.34	72.57	39.88	25.80	12.88	10.34	7.55
Hot Bin II	100.00	100.00	100.00	99.85	70.34	35.74	7.74	6.51	6.26	5.11	2.11	1.55
Hot Bin III	100.00	100.00	98.61	22.87	5.80	1.65	1.28	0.83	0.57	0.54	0.46	0.39
Hot Bin IV	100.00	100.00	37.70	2.02	2.41	1.57	1.16	0.63	0.52	0.45	0.39	0.30
Hot Bin V	100.00	60.34	18.76	1.91	1.81	1.52	0.72	0.67	0.64	0.50	0.43	0.33
Combined Grading												
Filler	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Hot Bin I	45.0%	45.00	45.00	45.00	44.50	36.15	32.66	17.95	11.61	5.80	4.65	3.40
Hot Bin II	16.0%	16.00	16.00	16.00	15.98	11.25	5.72	1.24	1.04	1.00	0.82	0.34
Hot Bin III	10.0%	10.00	10.00	9.86	2.29	0.58	0.16	0.13	0.08	0.06	0.05	0.04
Hot Bin IV	10.5%	10.50	10.50	3.96	0.21	0.25	0.17	0.12	0.07	0.05	0.04	0.03
Hot Bin V	17.0%	17.00	10.26	3.19	0.33	0.31	0.26	0.11	0.11	0.09	0.07	0.06
Total	100.0%	100.00	93.26	79.51	65.30	58.39	43.96	35.77	20.75	14.33	8.30	6.65
Spec Max.	100.0	100.0	90.0	78.0	71.0	54.0	41.0	30.0	22.0	15.0	10.0	7.0
Spec Min.	100.0	90.0	76.0	60.0	52.0	35.0	23.0	13.0	10.0	6.0	4.0	3.0

Dari Tabel 5.6 dapat dilihat dengan jelas hasil perkalian kadar agregat *hot bin* yang telah didapat menggunakan metode *trial and error* sebelumnya dengan hasil kelulusan masing - masing agregat hasil *sieve analysis*. Sehingga didapat angka persen kelulusan masuk kedalam spesifikasi yang disyaratkan. Hasil *combine grading hot bin* tersebut tidak lebih tinggi dari batas maksimum dan tidak lebih rendah dari batas minimum yang disyaratkan oleh spesifikasi umum 2018 No:02/SE/Db/2018.



Gambar 5.2 Grafik *Combine Grading Hot Bin AC-BASE*

Dari Gambar 5.2 membuktikan bahwa hasil dari kombinasi tersebut optimal, karena masuk kedalam spesifikasi yang telah disyaratkan oleh spesifikasi umum 2018 surat edaran dirjen bina marga No:02/SE/Db/2018. Dari gambar, garis merah tersebut ialah nilai maksimum dan minimum yang disepakati dalam spesifikasi umum 2018 dan garis hitam putus-putus ialah nilai hasil dari komposisi *combine grading hot bin*. Khusus untuk data *sieve analysis per-item* sudah ada tersedia di lampiran A.8.

5.4.5 Kadar Aspal Optimum *AC-BASE*

Dalam penentuan kadar aspal optimum pada *AC-BASE* penulis menggunakan metode formula dari *Asphalt Institute MS 02 1995*, persamaannya dapat dilihat pada persamaan 3.11 pada bab 3 sebelumnya. Penjelasan analisis kadar aspal optimum dapat dilihat sebagai berikut.

Dari hasil *combine grading hot bin AC-BASE* :

CA (Agregat yang lolos saringan 3/4" dan tertahan no #8) :

$$79,51 \% - 35,77 \% = 43,74 \%$$

FA (Agregat yang lolos saringan #8 dan tertahan no #200) :

$$35,77 \% - 5,27 \% = 30,50 \%$$

FF (Agergat yang lolos saringan no #200) : 5,27 %

K (Konstanta) : 1

$$KA = 0,035 CA + 0,045 FA + 0,18 FF + K$$

$$KA = 0,035 (43,74 \%) + 0,045 (30,50 \%) + 0,18 (5,27 \%) + 1$$

$$KA = 4,9 \% = 5 \%$$

Jadi kadar aspal (KA) yang menjadi penengah menurut metode formula dari *Asphalt Institute Ms-02 1995* yakni 5 %, Maka oleh sebab itu didalam metode ini untuk mendapatkan kadar aspal optimum kita melakukan percobaan pada kadar aspal (KA + n%), (KA) dan (KA – n%). Nilai (n%) setiap penambahan (0.1%-0.5 %) ditambahkan pada hasil (KA) yang menjadi penengah berdasarkan *Asphalt Institute MS-02 1995*.

$$(KA + n\%) = (5\% + 1\%) = 6 \%$$

$$(KA + n\%) = (5\% + 0,5\%) = 5,5 \%$$

$$(KA + n\%) = (5\% + 0,1\%) = 5,1 \%$$

$$(KA) = 5 \%$$

$$(KA – n\%) = (5\% - 0,5\%) = 4,5 \%$$

$$(KA – n\%) = (5\% - 1\%) = 4 \%$$

Dari ke-enam kadar aspal tersebut akan dilakukan pengujian *marshall* dan beserta pengujian lainnya untuk mengetahui kadar aspal yang paling optimum diantara ke-enam kadar aspal tersebut. Maka dari pengujian tersebut (*marshall test*), didapat Kadar Aspal (KA) Optimum yakni 5,1 %. Hasil pengujian dari ke-enam kadar aspal tersebut dapat dilihat pada lampiran A.10 - A.27. Untuk membuktikan kadar aspal optimum ini maka dapat dilihat pada Tabel 5.7 dibawah ini.

Tabel 5.7 Hasil Tes Kadar Aspal Optimum *AC-BASE* Terhadap Spesifikasi 2018

Uraian	Unit	Hasil Test	Spesifikasi
Penyerapan Aspal	%	0.172	
Kadar Aspal Bitumen	%	5.10	
Kadar Aspal Efektif	%	4.94	
Density	gr/cc	2.357	
Stability Marshall Perendaman 30 menit 60°C	kg	2664	Min. 1800
Pelelehan	mm	4.70	3 - 6
Hasil Bagi Marshall (MQ)	kg/mm	544	
Rongga Dalam Campuran (VIM)	%	4.39	3 - 5
Rongga Dalam Agregat (VMA)	%	13.04	Min.13
Rongga Terisi Aspal (VFB)	%	66.47	Min. 65
Stabilitas Marshall Sisa Setelah Perendaman Selama 24 Jam 60°C	%	91.67	Min. 90
Tebal Selimut Aspal (Bitumen Film Thickness)	micron	10.70	Min 8
Rongga Dalam Campuran Pada Kepadatan Mutlak/Membal (Refusal)	%	2.06	Min. 2

Dari hasil Tabel 5.7 diatas membuktikan perkerasan dengan kadar aspal optimum memiliki karakteristik *marshall* yang sesuai dengan spesifikasi umum 2018 surat edaran dirjen bina marga No:02/SE/Db/2018. Oleh sebab itu kadar aspal 5,1% dapat dikatakan kadar aspal optimum dalam campuran perkerasan *AC-BASE* yang dirancang.

5.4.6 Berat Jenis Maksimum Pada Campuran (G_{mm}) *AC-BASE*

Sebelum melakukan uji *marshall* maka penulis melakukan uji berat jenis maksimum. Data berat jenis maksimum dibutuhkan untuk uji *marshall*, karena dari data berat jenis maksimum peneliti dapat mencari nilai *VIM* (*Void In Mix*) atau persentase rongga udara dalam campuran. Didalam spesifikasi umum 2018 surat edaran dirjen bina marga No: 02/SE/Db/2018 nilai minimum – nilai maksimum dari *VIM AC-Base* ialah 3-5%. Hasil uji berat jenis maksimum campuran (G_{mm}) *AC-BASE* pada Tabel 5.8 sebagai berikut.

Tabel 5.8 Hasil Uji Berat Jenis Maksimum Campuran (G_{mm}) AC-BASE

NO	DESCRIPTION	UNIT	1	2
1	WEIGHT OF FLASK	gr	1359.1	1361.6
2	WEIGHT OF FLASK + SAMPLE	gr	2444.6	2481.1
3	WEIGHT OF SAMPLE (2-1)	gr	1085.5	1119.5
4	WEIGHT OF FLASK FIELD WITH WATER TO CALIBRATION MARK	gr	3520.0	3517.7
5	WEIGHT OF FLASK + SAMPLE + WATER (After Test By Vacuum Pump)	gr	4164.6	4183.6
6	SPECIFIC GRAVITY (3) / (3+4) -5	gr	2.462	2.468
8	TEMPERATUR	25	1	1
9	GMM	gr / cc	2.462	2.468
	RATA-RATA	gr / cc	2.465	

Dari Tabel 5.8 hasil uji (G_{mm}) diatas didapat nilai (G_{mm}) rata-rata 2.465 gr/cc. Dengan begitu itulah nilai (G_{mm}) yang digunakan pada uji *marshall* kadar aspal optimum 5.1 %. Untuk kadar aspal 6, 5.5, 5, 4.5 dan 4% berat jenis maksimum campuran (G_{mm}) semua sudah ada tertera di lampiran A.11 – A.26.

5.4.7 Surface Area AC-BASE

Surface area ialah luas permukaan dari agregat hasil *combine grading hot-bin* yang dikalikan dengan *factor surface area* yakni (0.41 , 0.41 , 0.82 , 1.64 , 2.87 , 6.14 , 12.29 , dan 32.77). Khusus untuk saringan 11/2” – 3/8” dianggap 0.41 dan untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.9 berikut ini.

Tabel 5.9 Surface Area AC-BASE

Ukuran Ayakan	Spesifikasi		Kombinasi Gradasi A	Faktor Surface Area B			Surface Area (cm ² /kg) C = A x B
	Min	Max					
1½ "	100	100	100.00				
1 "	90	100	93.26				
¾ "	76	90	79.51				
½ "	60	78	65.30	1	x	0.41	0.41
3/8 "	52	71	58.39				
#4	35	54	43.96		x	0.41	0.18
#8	23	41	35.77		x	0.82	0.29
#16	13	30	20.75		x	1.64	0.34
#30	10	22	14.33		x	2.87	0.41
#50	6	15	8.30		x	6.14	0.51
#100	4	10	6.65		x	12.29	0.82
#200	3	7	5.27		x	32.77	1.73
						TOTAL	4.69

Dari Tabel 5.9 hasil uji *surface area AC-BASE* didapat luas totalnya yaitu, 4,69 cm²/kg. Maka data ini berlaku untuk semua uji *marshall AC-BASE* yang kadar aspalnya berbeda-beda.

5.4.8 Refusal Density AC-BASE

Uji *refusal density* bertujuan untuk mendapatkan rongga dalam campuran pada kepadatan mutlak atau membal. Disini penulis menggunakan metode *Percentage of Refusal Density*, dalam metode tersebut dijelaskan bahwa dalam melakukan uji *refusal density* maka tebal benda uji cukup 6-7 cm dan diameter 10 cm dengan tumbukan *vibratory hammer* (penumbuk bergetar) 2x400 kali serta dipertegas pada spesifikasi umum 2018 disyaratkan persentase rongga kepadatan mutlak atau membal minimal 2%. Berikut Tabel 5.10 hasil analisis *refusal density* pada kadar aspal optimum 5.1 %.

Tabel 5.10 Refusal Density AC-BASE

		Nomor Benda Uji		
		1	2	3
Tebal benda uji	T	6.30	6.35	6.30
Berat benda uji di udara	A	2548.2	2579.2	2588.6
Berat benda uji dalam air	B	1537.6	1529.3	1539.0
Berat benda uji kering permukaan	C	2615.7	2580.2	2606.5
Kepadatan mutlak/membal (refusal)	A / (C-B)	2.364	2.454	2.425
Rata-rata		2.414		
Kepadatan mutlak/membal (refusal)	A	2.414		
Berat Jenis Maksimum (GMM)	B	2.465		
Rongga dalam campuran pada kepadatan mutlak/membal (refusal)	$100 - \frac{(100 \times A)}{B}$	2.06		

Pada kadar aspal 6% didapat rongga kepadatan 0.70%, 5.5% didapat rongga kepadatan 1.68%, 5.0% didapat rongga kepadatan 3.25%, 4.5% didapat rongga kepadatan 4.04% dan 4% didapat rongga kepadatan 5.21%. Maka didapat bahwa dari Tabel 5.10 yang memenuhi spesifikasi umum 2018 ialah rongga kepadatan

2.06% pada kadar aspal optimum 5.1 % *AC-BASE*. Selengkapnya tabel *refusal density AC-BASE* untuk kadar aspal yang berbeda-beda sudah ada di lampiran A.12 – A.27.

Jika rongga dalam campuran aspal relative lebih tinggi maka dapat memicu penuaan aspal relative akan lebih cepat akibat oksidasi sehingga menimbulkan retak dan menjadi kurang lentur. *Bleeding* dapat terhindar dikarenakan kadar aspal campuran yang optimum terhadap agregat komposisi perkerasan. Jika rongga aspal sangat padat atau dibawah 2% akan mengakibatkan aspal mengisi rongga perkerasan, nilai rongga terisi aspal perkerasan akan semakin tinggi dan akibatnya akan berefek pada kenaikan nilai *VFB*. Jika *VFB* semakin tinggi maka perkerasan akan tidak memenuhi spesifikasi yang disyaratkan dan akibatnya tidak berimbang antara rasio agregat dan aspal serta kualitas perkerasan juga menurun.

5.4.9 Hasil *Design Mix Formula (DMF) AC-BASE*

Hasil *Design Mix Formula (DMF) AC-BASE* dari kadar aspal optimum 5,1% dapat dilihat pada Tabel 5.11 sebagai berikut.

Tabel 5.11 Hasil *Design Mix Formula (DMF) AC-BASE*

HOT BIN	% CAMPURAN		BERAT MASING - MASING CAMPURAN (KG)	BERAT GABUNGAN (KG)	KETERANGAN					
	By Agregat	By Campuran								
I (#4 - 0)	45.0	42.705	854.1	854.1	MATERIAL DALAM KEADAAN KERING OVEN					
II (1/2" - #4)	16.0	15.184	303.7	1157.8						
III (3/4" - 1/2")	10.0	9.490	189.8	1347.6						
IV (1" - 3/4")	10.5	9.965	199.3	1546.9						
V (1½" - 1")	17.0	16.133	322.7	1869.5						
FILLER	1.5	1.424	28.5	1898.0						
KADAR ASPAL	5.1	5.1	102.0	2000.0						
JUMLAH		100.00	2000.0	2000.0						
COLD BIN					HOT BIN					
CA 2-3	CA 1-2	MA	ABU BATU	FILLER	FILLER	V	IV	III	II	I
30.0	11.0	9.5	48.0	1.5	1.5	17.0	10.5	10.0	16	45

Tabel 5.12 Rangkuman Hasil *Design Mix Formula (DMF) AC-BASE*

MATERIAL COLD BIN	KOMPOSISI (%)	MATERIAL HOT BIN	KOMPOSISI (%)										
			BY AGREGAT					BY MIX					
Abu Batu 0 - 5 mm	48.0	HOT BIN I (#4 ~ 0)	45.0					42.71					
Batu Pecah (MA) 5 - 12 mm	9.5	HOT BIN II (1/2" ~ #4)	16.0					15.18					
Batu Pecah (CA) 10 - 20 mm	11.0	HOT BIN III (3/4" ~ 1/2")	10.0					9.49					
Batu Pecah (CA) 20 - 30 mm	30.0	HOT BIN IV (1" ~ 3/4")	10.5					9.97					
Filler	1.5	HOT BIN V (1 1/2" ~ 1")	17.0					16.13					
		FILLER	1.5					1.42					
		KADAR ASPAL	5.1					5.10					
AYAKAN	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	# 4	# 8	# 16	# 30	# 50	# 100	# 200	
HOT BIN (JMF)	100.00	93.26	79.51	65.30	58.39	43.96	35.77	20.75	14.33	8.30	6.65	5.27	
COLD BIN (DMF)	100.00	97.09	76.55	64.16	59.81	46.80	25.82	16.32	11.57	7.92	6.33	5.53	
SPESIFIKASI	Maks	100	100	90	78	71	54	41	30	22	15	10	7
	Min.	100	90	76	60	52	35	23	13	10	6	4	3

Dari kedua Tabel 5.11 dan 5.12 diatas dapat dilihat dengan jelas komposisi baik dari segi agregat maupun dari segi campuran serta hasil gradasi masing-masing agregat. Data tabel hasil *DMF* itulah yang menjadi pedoman bagi pihak kontraktor dan konsultan dalam melaksanakan proyek jalan tol tersebut nantinya.

5.5 Analisis AC-BC

5.5.1 Berat Jenis Kering / Bulk, Agregat Efektif dan Penyerapan Aspal AC-BC

Dari hasil pengujian tersebut didapat bahwa berat jenis kering/bulk, agregat efektif serta penyerapan aspal ialah sebagai berikut.

Tabel 5.13 Hasil Pengujian Berat Jenis Kering, Agregat Efektif dan Penyerapan Aspal AC-BC

BJ	HASIL (Gr/cm3)
BJ BULK (Gr/cm3)	2.630
BJ EFF (Gr/cm3)	2.651
PENYERAPAN ASPAL (%)	0.307

Dari Tabel 5.13 hasil perhitungan dilampiran A.32 dan pengujian didapat berat jenis kering/*bulk* 2.630 gr/cm³, berat jenis agregat efektif 2.651 gr/cm³ dan penyerapan aspal 0.307 %.

5.5.2 Soundness Test AC-BC

Hasil uji *soundness test* / uji ketahanan agregat terhadap zat-zat kimia tertentu, dalam pengujian ini penulis menggunakan zat kimia Natrium Sulfat (Na₂SO₄) dengan berat 41,6 gram berdasarkan *MS-02 Asphalt Institute 1995*.

Tabel 5.14 Pengujian *Soundness Test AC-BC*

ANALISA SARINGAN		BERAT CONTOH				SOUNDNESS TEST	
LOLOS SARINGAN	TERTAHAN SARINGAN	% BERAT (%) B	BERAT SEBELUM TEST (gr) C	BERAT SESUDAH TEST (gr) D	BERAT LOLOS (gr) C - D	% LOLOS (%) (C-D)/CX100	% KOREKSI LOLOS (%) (C-D)/CX100)XB
1"	3/4"	6.98	250	249.1	0.9	0.4	0.03
3/4"	1/2"	16.37	250	248.0	2.0	0.8	0.13
1/2"	3/8"	6.70	250	248.0	2.0	0.8	0.05
3/8"	# 4	13.80	250	247.0	3.0	1.2	0.17
# 4	# 8	23.76	250	247.1	2.9	1.2	0.28
# 8	# 16	17.39	250	248.0	2.0	0.8	0.14
# 16	# 30	10.66	250	248.1	1.9	0.8	0.08
# 30	# 50	4.35	250	247.0	3.0	1.2	0.05
TOTAL		100.00	2000	1982.3	17.7	7.08	0.92

Didapat dari Tabel 5.14 hasil agregat yang lolos atau terurai oleh Natrium Sulfat (Na₂SO₄) ialah 7.08 %. Sementara menurut spesifikasi umum 2018 surat edaran dirjen bina marga %lolos maksimum akibat dari zat kimia Natrium Sulfat (Na₂SO₄) ialah 10% untuk agregat halus dan 12 % untuk Agregat kasar, untuk gabungan kurang lebih ialah 11 %, yang merupakan rata-rata dari kedua persentase tersebut. Dari hasil uji gabungan 7.08 % < 11%, berarti agregat yang digunakan memenuhi spesifikasi umum 2018 dan agregat yang digunakan tergolong agregat dengan kualitas tinggi.

Tabel 5.15 Batas Maksimum Ketahanan Agregat *AC-BC*

Sifat-sifat	Metode Pengujian	Batas Maksimum yang diizinkan	
		Halus	Kasar
Keausan agregat dengan mesin Los Angeles	SNI 2417:2008	-	40%
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan natrium sulfat atau magnesium sulfat	Natrium	10%	12%
	Magnesium	15%	18%
Gumpalan lempung dan partikel yang mudah pecah	SNI 03-4141-1996	3%	2%
Bahan yang lolos saringan No.200.	SNI ASTM C117:2012	5% untuk kondisi umum, 3% untuk kondisi permukaan terabrasi	1%
Kotoran Organik	SNI 2816:2014	Pelat Organik No.3	-

Sumber : Spesifikasi Umum 2018 No:02/SE/Db/2018

Dari Tabel 5.15 dapat terlihat jelas batas maksimum kelolosan yang diizinkan oleh spesifikasi umum dirjen bina marga No:02/SE/Db/2018. Dan apabila kelolosan yang didapat dalam pengujian melebihi nilai tersebut maka dapat dikatakan suatu agregat tersebut memiliki kualitas rendah dan buruk.

5.5.3 *Combine Grading Cold Bin AC-BC*

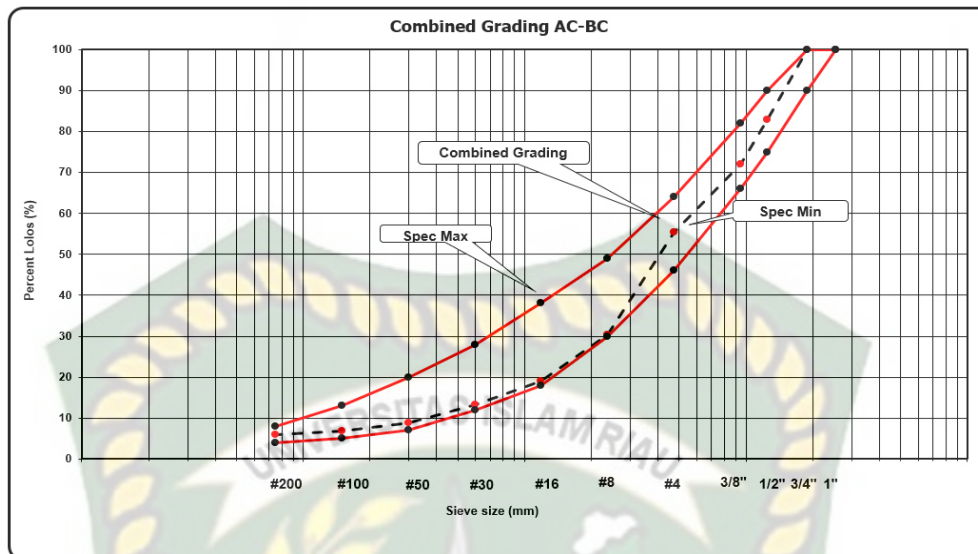
Combine grading cold bin AC-BC dalam penentuannya berdasarkan *MS-02 Asphalt Institute 1995* ialah sebagai berikut, “persentase medium agregat (MA) < % batu pecah (CA 1-2) dan % abu batu mendekati 50% serta khusus untuk *filler* 1-2%”. Hal-hal tersebut juga didukung oleh spesifikasi umum 2018 surat edaran dirjen bina marga No : 02/SE/Db/2018. Maka syarat-syarat tersebut menjadi patokan bagi penulis untuk menggunakan metode *trial and error* pada penentuan kadar yang tepat untuk agregat atau komposisi perkerasan pada kombinasi gradasi *cold bin* tersebut. Setelah ditentukan kadar yang tepat bagi masing-masing agregat atau komposisi perkerasan maka hasil dari kadar yang didapat haruslah tidak lebih dari nilai maksimum dan tidak rendah dari nilai minimum yang telah disyaratkan oleh spesifikasi umum surat edaran dirjen bina marga No: 02/SE/Db/2018. Tabel syarat maksimum dan minimum amplop gradasi *cold bin* berdasarkan spesifikasi umum surat edaran dirjen binamarga No: 02/SE/Db/2018 dapat dilihat pada Tabel 3.1 di bab 3 sebelumnya.

Jika hasil *combine grading* dari komposisi masing-masing sudah memenuhi syarat dari spesifikasi umum 2018, maka komposisi tersebut sudah dikatakan komposisi optimal. Berikut hasil dari *combine grading cold bin* dapat dilihat pada Tabel 5.16 dibawah ini.

Tabel 5.16 *Combine Grading Cold Bin AC-BC*

Description		Sieve Size										
Inch	1"	3/4"	1/2"	3/8"	# 4	# 8	# 16	# 30	# 50	# 100	# 200	
mm	25.4	19.0	12.5	9.5	4.75	2.36	1.18	0.600	0.300	0.150	0.075	
Grading Material												
Abu Batu (Lampung)	100.00	100.00	100.00	99.01	87.60	49.34	29.88	20.12	12.66	9.55	8.00	
Medium Agg. (Pangkalan)	100.00	100.00	100.00	97.18	33.15	5.97	4.35	3.63	2.98	1.97	1.34	
CA 1 - 2 (Pangkalan)	100.00	100.00	45.04	12.83	0.98	0.63	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	
Filler	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	
Combined Grading												
Abu Batu (Lampung)	58.0%	58.00	58.00	58.00	57.42	50.81	28.62	17.33	11.67	7.34	5.54	4.64
Medium Agg. (Pangkalan)	10.0%	10.00	10.00	10.00	9.72	3.31	0.60	0.43	0.36	0.30	0.20	0.13
CA 1 - 2 (Pangkalan)	31.0%	31.00	31.00	13.96	3.98	0.30	0.20	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
Filler	1.0%	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Total	100%	100.00	100.00	82.96	72.12	55.43	30.41	18.94	13.21	8.82	6.91	5.95
Spec Max	100.0	100.0	90.0	82.0	64.0	49.0	38.0	28.0	20.0	13.0	8.0	
Spec Min	100.0	90.0	75.0	66.0	46.0	30.0	18.0	12.0	7.0	5.0	4.0	

Dari Tabel 5.16 dapat dilihat dengan jelas hasil perkalian kadar agregat *cold bin* yang telah didapat menggunakan metode *trial and error* sebelumnya dengan hasil kelulusan masing - masing agregat hasil *sieve analysis*. Sehingga didapat angka persen kelulusan masuk kedalam spesifikasi yang disyaratkan. Hasil *combine grading cold bin* tersebut tidak lebih tinggi dari batas maksimum dan tidak lebih rendah dari batas minimum yang disyaratkan oleh spesifikasi umum 2018 No:02/SE/Db/2018.



Gambar 5.3 Grafik *Combine Grading Cold Bin AC-BC*

Dari Gambar 5.3 membuktikan bahwa hasil dari kombinasi tersebut optimal, karena masuk kedalam spesifikasi yang telah disyaratkan oleh spesifikasi umum 2018 surat edaran dirjen bina marga No:02/SE/Db/2018. Dari gambar, garis merah tersebut ialah nilai yang maksimum dan minimum yang disepakati dalam spesifikasi umum 2018 dan garis hitam putus-putus ialah nilai hasil dari komposisi *combine grading cold bin*. Khusus untuk data *sieve analysis/* analisis saringan per-*item* sudah ada tersedia di lampiran A.35.

5.5.4 *Combine Grading Hot Bin AC-BC*

Combine grading hot bin AC-BC dalam penentuannya berdasarkan MS-02 Asphalt Institute 1995 ialah sebagai berikut, “pada *hot bin 2 – hot bin 4* memiliki rasio perbandingan yang hampir sama, pada *hot bin 1* mendekati angka 50% dan untuk *filler* dengan rasio 1-2 %”. Hal-hal tersebut juga didukung oleh spesifikasi umum 2018 surat edaran dirjen bina marga No : 02/SE/Db/2018. Maka syarat-syarat tersebut menjadi patokan bagi penulis untuk menggunakan metode *trial and error* dalam penentuan kadar yang tepat untuk agregat atau komposisi perkerasan (*hot bin I – IV dan filler*) pada *combine grading hot bin* tersebut. Setelah ditentukan kadar yang tepat bagi masing-masing agregat atau komposisi perkerasan maka hasil dari kadar yang didapat haruslah tidak lebih tinggi dari nilai maksimum dan tidak

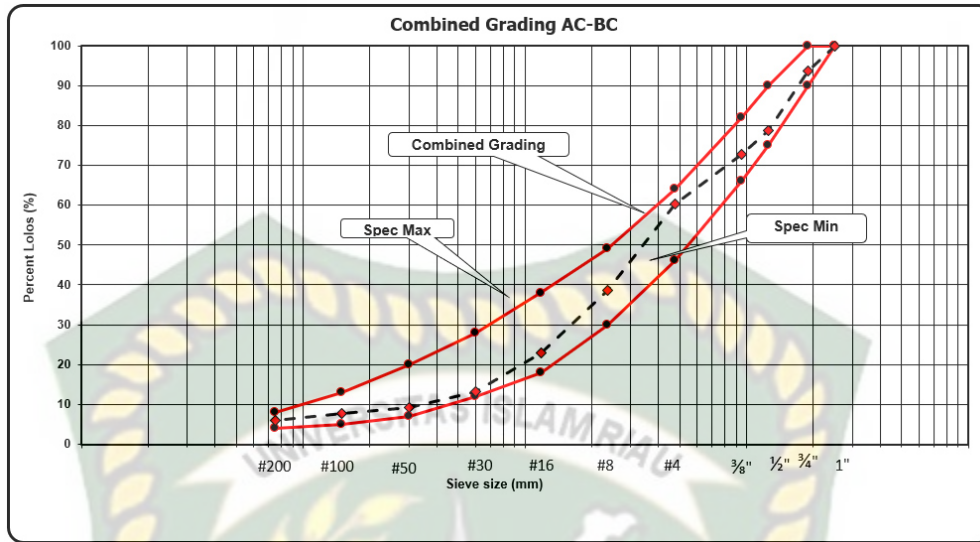
lebih rendah dari nilai minimum yang telah disyaratkan oleh spesifikasi umum surat edaran dirjen bina marga No: 02/SE/Db/2018. Tabel syarat maksimum dan minimum amplop gradasi *hot bin* berdasarkan spesifikasi umum surat edaran dirjen bina marga No: 02/SE/Db/2018 dapat dilihat pada Tabel 3.2 pada bab 3 sebelumnya.

Jika hasil *combine grading* dari komposisi masing-masing sudah memenuhi syarat dari spesifikasi umum 2018, maka komposisi tersebut sudah dikatakan komposisi optimal. Berikut hasil dari *combine grading hot bin* dapat dilihat pada Tabel 5.17 dibawah ini.

Tabel 5.17 Combine Grading Hot Bin AC-BC

Description												
Inch	1"	3/4"	1/2"	3/8"	# 4	# 8	# 16	# 30	# 50	# 100	# 200	
mm	25	19.0	12.5	9.5	4.75	2.36	1.18	0.600	0.300	0.150	0.075	
Grading Material												
Filler	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	
Hot Bin I	100.00	100.00	100.00	100.00	98.69	72.11	39.89	20.14	12.28	10.08	7.11	
Hot Bin II	100.00	100.00	99.75	88.75	44.96	12.33	10.15	9.25	8.40	6.96	5.58	
Hot Bin III	100.00	97.91	24.36	3.67	3.25	1.71	1.44	0.71	0.64	0.56	0.51	
Hot Bin IV	100.00	39.78	2.16	2.05	1.76	1.41	1.28	0.77	0.70	0.62	0.50	
Hot Bin V												
Combined Grading												
Filler	1.0%	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Hot Bin I	47.0%	47.00	47.00	47.00	46.39	33.89	18.75	9.47	5.77	4.74	3.34	
Hot Bin II	27.0%	27.00	27.00	26.93	23.96	12.14	3.33	2.74	2.50	2.27	1.88	
Hot Bin III	15.0%	15.00	14.69	3.65	0.55	0.49	0.26	0.22	0.11	0.10	0.08	
Hot Bin IV	10.0%	10.00	3.98	0.22	0.20	0.18	0.14	0.13	0.08	0.07	0.06	
Hot Bin V												
Total	100.0%	100.00	93.66	78.80	72.72	60.19	38.62	22.83	13.15	9.20	7.76	5.98
Spec Max.	100.0	100.0	90.0	82.0	64.0	49.0	38.0	28.0	20.0	13.0	8.0	
Spec Min.	100.0	90.0	75.0	66.0	46.0	30.0	18.0	12.0	7.0	5.0	4.0	

Dari Tabel 5.17 dapat dilihat dengan jelas hasil perkalian kadar agregat *hot bin* yang telah didapat menggunakan metode *trial and error* sebelumnya dengan hasil kelolosan masing - masing agregat hasil *sieve analysis*. Sehingga didapat angka persen kelolosan masuk kedalam spesifikasi yang disyaratkan. Hasil *combine grading hot bin* tersebut tidak lebih tinggi dari batas maksimum dan tidak lebih rendah dari batas minimum yang disyaratkan oleh spesifikasi umum 2018 No:02/SE/Db/2018.



Gambar 5.4 Grafik *Combine Grading Hot Bin AC-BC*

Dari Gambar 5.4 membuktikan bahwa hasil dari kombinasi tersebut optimal, karena masuk kedalam spesifikasi yang telah disyaratkan oleh spesifikasi umum 2018 surat edaran dirjen bina marga No:02/SE/Db/2018. Dari gambar, garis merah tersebut ialah nilai maksimum dan minimum yang disepakati dalam spesifikasi umum 2018 dan garis hitam putus-putus ialah nilai hasil dari komposisi *combine grading hot bin*. Khusus untuk data *sieve analysis per-item* sudah ada tersedia di lampiran A.37.

5.5.5 Kadar Aspal Optimum AC-BC

Dalam penentuan kadar aspal optimum pada AC-BC penulis menggunakan metode formula dari *Asphalt Institute MS 02 1995*, persamaannya dapat dilihat pada persamaan 3.11 pada bab 3 sebelumnya. Penjelasan analisis kadar aspal optimum dapat dilihat sebagai berikut.

Dari hasil *combine grading hot bin AC-BC* :

CA (Agregat yang lolos saringan 3/4" dan tertahan no #8) :

$$93,66 \% - 38,62 \% = 55,04 \%$$

FA (Agregat yang lolos saringan #8 dan tertahan no #200) :

$$38,62 \% - 5,98 \% = 32,64 \%$$

FF (Agergat yang lolos saringan no #200) : 5,98 %

K (Konstanta) : 1

$$KA = 0,035 CA + 0,045 FA + 0,18 FF + K$$

$$KA = 0,035 (55,04 \%) + 0,045 (32,64 \%) + 0,18 (5,98 \%) + 1$$

$$KA = 5,5 \%$$

Jadi kadar aspal (KA) yang menjadi penengah menurut metode formula dari *Asphalt Institute Ms-02 1995* yakni 5,5 %, Maka oleh sebab itu didalam metode ini untuk mendapatkan kadar aspal optimum kita melakukan percobaan pada kadar aspal (KA + n%), (KA) dan (KA – n%). Nilai (n%) setiap penambahan (0.1%-0.5 %) ditambahkan pada hasil (KA) yang menjadi penengah berdasarkan *Asphalt Institute MS-02 1995*.

$$(KA + n\%) = (5,5\% + 1\%) = 6,5 \%$$

$$(KA + n\%) = (5,5\% + 0,5\%) = 6 \%$$

$$(KA) = 5,5 \%$$

$$(KA – n\%) = (5,5\% - 0,5\%) = 5 \%$$

$$(KA – n\%) = (5,5\% - 1\%) = 4,5 \%$$

Dari ke-lima kadar aspal tersebut akan dilakukan pengujian *marshall* dan beserta pengujian lainnya untuk mengetahui kadar aspal yang paling optimum diantara ke-lima kadar aspal tersebut. Maka dari pengujian tersebut (*marshall test*), didapat Kadar Aspal (KA) Optimum yakni 5,5 %. Hasil pengujian dari ke-lima kadar aspal tersebut dapat dilihat pada lampiran A.39 - A.51 Untuk membuktikan kadar aspal optimum ini maka dapat dilihat pada Tabel 5.18 dibawah ini.

Tabel 5.18 Hasil Tes Kadar Aspal Optimum *AC-BC* Terhadap Spesifikasi 2018

Uraian	Unit	Hasil Test	Spesifikasi
Penyerapan Aspal	%	0.307	
Kadar Aspal Bitumen	%	5.50	
Kadar Aspal Efektif	%	5.21	
Density	gr/cc	2.302	
Stability Marshall Perendaman 30 menit 60°C	kg	1594	Min. 800
Pelelehan	mm	3.78	2 - 4
Hasil Bagi Marshall (MQ)	kg/mm	409	
Rongga Dalam Campuran (VIM)	%	4.51	3 - 5
Rongga Dalam Agregat (VMA)	%	17.29	Min.14
Rongga Terisi Aspal (VFB)	%	74.03	Min. 65
Stabilitas Marshall Sisa Setelah Perendaman Selama 24 Jam 60°C	%	92.97	Min. 90
Tebal Selimut Aspal (Bitumen Film Thickness)	micron	10.76	Min 8
Rongga Dalam Campuran Pada Kepadatan Mutlak/Membal (Refusal)	%	2.03	Min. 2

Dari hasil Tabel 5.18 diatas membuktikan perkerasan dengan kadar aspal optimum memiliki karakteristik *marshall* yang sesuai dengan spesifikasi umum 2018 surat edaran dirjen bina marga No:02/SE/Db/2018. Oleh sebab itu kadar aspal 5,5% dapat dikatakan kadar aspal optimum dalam campuran perkerasan *AC-BC* yang dirancang.

5.5.6 Berat Jenis Maksimum Pada Campuran (G_{mm}) *AC-BC*

Sebelum melakukan uji *marshall* maka penulis melakukan uji berat jenis maksimum. Data berat jenis maksimum dibutuhkan untuk uji *marshall*, karena dari data berat jenis maksimum peneliti dapat mencari nilai *VIM* (*Void In Mix*) atau persentase rongga udara dalam campuran. Didalam spesifikasi umum 2018 surat edaran dirjen bina marga No: 02/SE/Db/2018 nilai minimum – nilai maksimum dari *VIM AC-BC* ialah 3-5 %. Hasil uji berat jenis maksimum campuran (G_{mm}) *AC-BC* pada Tabel 5.19 sebagai berikut.

Tabel 5.19 Hasil Uji Berat Jenis Maksimum Campuran (G_{mm}) AC-BC

NO	DESCRIPTION	UNIT	1	2
1	WEIGHT OF FLASK	gr	1316.8	1361.8
2	WEIGHT OF FLASK + SAMPLE	gr	2520.9	2527.2
3	WEIGHT OF SAMPLE (2-1)	gr	1159.1	1165.4
4	WEIGHT OF FLASK FIELD WITH WATER TO CALIBRATION MARK	gr	3511.8	3511.8
5	WEIGHT OF FLASK + SAMPLE + WATER (After Test By Vacuum Pump)	gr	4194.9	4189.0
6	SPECIFIC GRAVITY (3) / (3+4) -5	gr	2.435	2.387
8	TEMPERATUR	25	1	1
9	GMM	gr / cc	2.435	2.387
		gr / cc	2.411	

Dari Tabel 5.19 hasil uji (G_{mm}) diatas didapat nilai (G_{mm}) rata-rata 2.411 gr/cc. Dengan begitu itulah nilai (G_{mm}) yang digunakan pada uji *marshall* kadar aspal optimum 5.5 %. Untuk kadar aspal 6.5, 6, 5, dan 4.5% berat jenis maksimum campuran (G_{mm}) semua sudah ada tertera di lampiran A.40 - A.52.

5.5.7 Surface Area AC-BC

Surface area ialah luas permukaan dari agregat hasil *combine grading hot-bin* yang dikalikan dengan *factor surface area* yakni (0.41 , 0.41 , 0.82 , 1.64 , 2.87 , 6.14 , 12.29 dan 32.77). Khusus untuk saringan 1” – 3/8” dianggap 0.41 dan untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.20 berikut ini.

Tabel 5.20 Surface Area AC-BC

Ukuran Ayakan	Spesifikasi		Kombinasi Gradasi	Faktor Surface Area			Surface Area C = A x B
	Min	Max	A	B			
1"	100	100	100.00				
3/4"	90	100	100.00				
1/2"	75	90	82.96	1	x	0.41	0.41
3/8"	66	82	72.12				
#4	46	64	55.43		x	0.41	0.23
#8	30	49	30.41		x	0.82	0.25
#16	18	38	18.94		x	1.64	0.31
#30	12	28	13.21		x	2.87	0.38
#50	7	20	8.82		x	6.14	0.54
#100	5	13	6.91		x	12.29	0.85
#200	4	8	5.95		x	32.77	1.95
						TOTAL	4.92

Dari Tabel 5.20 hasil uji *surface area AC-BC* didapat luas totalnya yaitu, 4,92 cm²/kg. Maka data ini berlaku untuk semua uji *marshall AC-BC* yang kadar aspalnya berbeda-beda.

5.5.8 Refusal Density AC-BC

Uji *refusal density* bertujuan untuk mendapatkan rongga dalam campuran pada kepadatan mutlak atau membal. Disini penulis menggunakan metode *Percentage of Refusal Density*, dalam metode tersebut dijelaskan bahwa dalam melakukan uji *refusal density* maka tebal benda uji cukup 6-7 cm dan diameter 10 cm dengan tumbukan *vibratory hammer* (penumbuk bergetar) 2x400 kali serta dipertegas pada spesifikasi umum 2018 disyaratkan persentase rongga kepadatan mutlak atau membal minimal 2%. Berikut Tabel 5.21 hasil analisis *refusal density* pada kadar aspal optimum 5.5%.

Tabel 5.21 Refusal Density AC-BC

		Nomor Benda Uji	
		1	
Tebal benda uji	T	6.40	6.35
Berat benda uji di udara	A	2648.0	2647.6
Berat benda uji dalam air	B	1532.5	1531.0
Berat benda uji kering permukaan	C	2654.2	2651.3
Kepadatan mutlak/membal (refusal)	$A / (C - B)$	2.361	2.363
Rata - rata		2.362	
Kepadatan mutlak/membal (refusal)	A	2.362	
Berat Jenis Maksimum (GMM)	B	2.411	
Rongga dalam campuran pada kepadatan mutlak/membal (refusal)	$100 - \frac{(100 \times A)}{B}$	2.03	

Pada kadar aspal 6.5% didapat rongga kepadatan 1.01%, 6% didapat rongga kepadatan 1.43%, 5.0% didapat rongga kepadatan 3.26% dan 4.5% didapat rongga kepadatan 4.16%. Maka didapat bahwa dari Tabel 5.21 yang memenuhi spesifikasi umum 2018 ialah rongga kepadatan 2.03% pada kadar aspal optimum 5.5 % AC-

BC. Selengkapnya tabel *refusal density AC-BC* untuk kadar aspal yang berbeda-beda sudah ada di lampiran A.41 - A.53.

Jika rongga dalam campuran aspal relative lebih tinggi maka dapat memicu penuaan aspal relative akan lebih cepat akibat oksidasi sehingga menimbulkan retak dan menjadi kurang lentur. *Bleeding* dapat terhindar dikarenakan kadar aspal campuran yang optimum terhadap agregat komposisi perkerasan. Jika rongga aspal sangat padat atau dibawah 2% akan mengakibatkan aspal mengisi rongga perkerasan, nilai rongga terisi aspal perkerasan akan semakin tinggi dan akibatnya akan berefek pada kenaikan nilai *VFB*. Jika *VFB* semakin tinggi maka perkerasan akan tidak memenuhi spesifikasi yang disyaratkan dan akibatnya tidak berimbang antara rasio agregat dan aspal serta kualitas perkerasan juga menurun.

5.5.9 Hasil *Design Mix Formula (DMF) AC-BC*

Hasil *Design Mix Formula (DMF) AC-BC* dari kadar aspal optimum 5,5% dapat dilihat pada Tabel 5.22 sebagai berikut.

Tabel 5.22 Hasil *Design Mix Formula (DMF) AC-BC*

HOT BIN	BY AGREGAT	BY CAMPURAN	BERAT MASING - MASING CAMPURAN (KG)	BERAT GABUNGAN (KG)	KETERANGAN
I (#4 - 0)	47.0	44.415	888.3	888.3	- MATERIAL
II (1/2" - #4)	27.0	25.515	510.3	1398.6	DALAM
III (3/4" - 1/2")	15.0	14.175	283.5	1682.1	KEADAAN
IV (1" - 3/4")	10.0	9.450	189.0	1871.1	KERING
FILLER	1.0	0.945	18.9	1890.0	OVEN
KADAR ASPAL	5.5	5.50	110.0	2000.0	
JUMLAH		100.0	2000.0	2000.0	

Tabel 5.23 Rangkuman Hasil *Design Mix Formula (DMF) AC-BC*

MATERIAL COLD BIN	KOMPOSISI (%)	MATERIAL HOT BIN	KOMPOSISI (%)									
			BY AGREGAT					BY MIX				
Abu Batu 0 - 5 mm	58.0	HOT BIN I (#4 ~ 0)	47.0					44.415				
Batu Pecah (MA) 5 - 12 mm	10.0	HOT BIN II (1/2" ~ #4)	27.0					25.515				
Batu Pecah (CA) 10 - 20 mm	31.0	HOT BIN III (3/4" ~ 1/2")	15.0					14.175				
Batu Pecah (CA) 20 - 30 mm	-	HOT BIN IV (1" ~ 3/4")	10.0					9.450				
Filler	1.0	HOT BIN V (1 1/2" ~ 1")	-					-				
		FILLER	1.0					0.945				
		KADAR ASPAL	5.5					5.50				
AYAKAN												
		1"	3/4"	1/2"	3/8"	# 4	# 8	# 16	# 30	# 50	# 100	# 200
HOT BIN (JMF)		100.00	93.66	78.80	72.72	60.19	38.62	22.83	13.15	9.20	7.76	5.98
COLD BIN (DMF)		100.00	100.00	82.96	72.12	55.43	30.41	18.94	13.21	8.82	6.91	5.95
SPESIFIKASI	Maks	100	100	90	82	64	49	38	28	20	13	8
	Min.	100	90	75	66	46	30	18	12	7	5	4

Dari kedua Tabel 5.22 dan 5.23 diatas dapat dilihat dengan jelas komposisi baik dari segi agregat maupun dari segi campuran serta hasil gradasi masing-masing agregat. Data tabel hasil *DMF* itulah yang menjadi pedoman bagi pihak kontraktor dan konsultan dalam melaksanakan proyek jalan tol tersebut nantinya.

5.6 Analisis AC-WC

5.6.1 Berat Jenis Kering / Bulk, Agregat Efektif dan Penyerapan Aspal AC-WC

Dari hasil pengujian tersebut didapat bahwa berat jenis kering/*bulk*, agregat efektif serta penyerapan aspal ialah sebagai berikut.

Tabel 5.24 Hasil Pengujian Berat Jenis Kering, Agregat Efektif dan Penyerapan Aspal AC-WC

BJ	HASIL (Gr/cm3)
BJ BULK (Gr/cm3)	2.687
BJ EFF (Gr/cm3)	2.705
PENYERAPAN ASPAL (%)	0.257

Dari Tabel 5.24 hasil perhitungan dilampiran A.58 dan pengujian didapat berat jenis kering/*bulk* 2.687 gr/cm³, berat jenis agregat efektif 2.705 gr/cm³ dan penyerapan aspal 0.257 %.

5.6.2 Soundness Test AC-WC

Hasil uji *soundness test* / uji ketahanan agregat terhadap zat-zat kimia tertentu, dalam pengujian ini penulis menggunakan zat kimia Natrium Sulfat (Na₂SO₄) dengan berat 41,6 gram berdasarkan *MS-02 Asphalt Institute 1995*.

Tabel 5.25 Pengujian *Soundness Test AC-WC*

ANALISA SARINGAN		BERAT CONTOH				SOUNDNESS TEST	
LOLOS SARINGAN	TERTAHAN SARINGAN	% BERAT (%) B	BERAT SEBELUM TEST (gr) C	BERAT SESUDAH TEST (gr) D	BERAT LOLOS (gr) C - D	% LOLOS (%) (C-D)/CX100	% KOREKSI LOLOS (%) (C-D)/CX100)XB
3/4"	1/2"	8.54	250	249.0	1.0	0.4	0.03
1/2"	3/8"	8.59	250	248.5	1.5	0.6	0.05
3/8"	# 4	29.89	250	248.0	2.0	0.8	0.24
# 4	# 8	23.77	250	247.0	3.0	1.2	0.29
# 8	# 16	14.09	250	249.0	1.0	0.4	0.06
# 16	# 30	9.15	250	246.0	4.0	1.6	0.15
# 30	# 50	5.98	250	245.0	5.0	2.0	0.12
TOTAL		100.00	1750	1732.5	17.5	7.00	0.93

Didapat dari Tabel 5.25 hasil agregat yang lolos atau terurai oleh Natrium Sulfat (Na₂SO₄) ialah 7.00 %. Sementara menurut spesifikasi umum 2018 surat edaran dirjen bina marga %lolos maksimum akibat dari zat kimia Natrium Sulfat (Na₂SO₄) ialah 10% untuk agregat halus dan 12 % untuk Agregat kasar, untuk gabungan kurang lebih ialah 11 %, yang merupakan rata-rata dari kedua persentase tersebut. Dari hasil uji gabungan 7.00 % < 11%, berarti agregat yang digunakan memenuhi spesifikasi umum 2018 dan agregat yang digunakan tergolong agregat dengan kualitas tinggi.

Tabel 5.26 Batas Maksimum Ketahanan Agregat *AC-WC*

Sifat-sifat		Metode Pengujian	Batas Maksimum yang diizinkan	
			Halus	Kasar
Keausan agregat dengan mesin Los Angeles		SNI 2417:2008	-	40%
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan natrium sulfat atau magnesium sulfat	Natrium	SNI 3407:2008	10%	12%
	Magnesium		15%	18%
Gumpalan lempung dan partikel yang mudah pecah		SNI 03-4141-1996	3%	2%
Bahan yang lolos saringan No.200.		SNI ASTM C117: 2012	5% untuk kondisi umum, 3% untuk kondisi permukaan terabrasi	1%
Kotoran Organik		SNI 2816:2014	Pelat Organik No.3	-

Sumber : Spesifikasi Umum 2018 No:02/SE/Db/2018

Dari Tabel 5.26 dapat terlihat jelas batas maksimum kelolosan yang diizinkan oleh spesifikasi umum dirjen bina marga No:02/SE/Db/2018. Dan apabila kelolosan yang didapat dalam pengujian melebihi nilai tersebut maka dapat dikatakan suatu agregat tersebut memiliki kualitas rendah dan buruk.

5.6.3 *Combine Grading Cold Bin AC-WC*

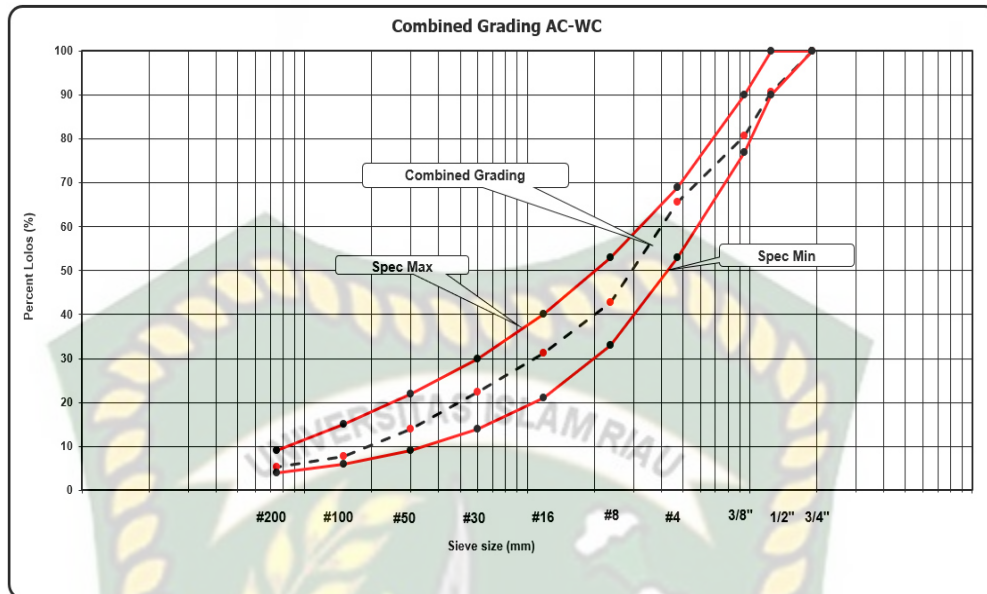
Combine grading cold bin AC-WC dalam penentuannya berdasarkan *MS-02 Asphalt Institute 1995* ialah sebagai berikut, “persentase medium agregat (MA) > % batu pecah (CA 1-2) dan % abu batu mendekati 50% serta khusus untuk *filler* 1-2%”. Hal-hal tersebut juga didukung oleh spesifikasi umum 2018 surat edaran dirjen bina marga No : 02/SE/Db/2018. Maka syarat-syarat tersebut menjadi patokan bagi penulis untuk menggunakan metode *trial and error* pada penentuan kadar yang tepat untuk agregat atau komposisi perkerasan pada kombinasi gradasi *cold bin* tersebut. Setelah ditentukan kadar yang tepat bagi masing-masing agregat atau komposisi perkerasan maka hasil dari kadar yang didapat haruslah tidak lebih dari nilai maksimum dan tidak rendah dari nilai minimum yang telah disyaratkan oleh spesifikasi umum surat edaran dirjen bina marga No: 02/SE/Db/2018. Tabel syarat maksimum dan minimum amplop gradasi *cold bin* berdasarkan spesifikasi umum surat edaran dirjen binamarga No: 02/SE/Db/2018 dapat dilihat pada Tabel 3.1 di bab 3 sebelumnya.

Jika hasil *combine grading* dari komposisi masing-masing sudah memenuhi syarat dari spesifikasi umum 2018, maka komposisi tersebut sudah dikatakan komposisi optimal. Berikut hasil dari *combine grading cold bin* dapat dilihat pada Tabel 5.27 dibawah ini.

Tabel 5.27 *Combine Grading Cold Bin AC-WC*

Description		Sieve Size									
Inch		3/4"	1/2"	3/8"	# 4	# 8	# 16	# 30	# 50	# 100	# 200
mm		19.0	12.5	9.5	4.75	2.36	1.18	0.600	0.300	0.150	0.075
Grading Material											
Abu Batu (Lampung)		100.00	100.00	100.00	98.33	69.16	52.06	36.47	25.94	13.39	8.72
Medium Agg. (Pangkalan)		100.00	100.00	82.92	45.82	21.74	13.02	9.28	0.00	0.00	0.00
CA 1 - 2 (Pangkalan)		100.00	37.60	9.64	0.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Filler		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Combined Grading											
Abu Batu (Lampung)	49.5%	49.50	49.50	49.50	48.67	34.23	25.77	18.05	12.84	6.63	4.32
Medium Agg. (Pangkalan)	34.6%	34.60	34.60	28.69	15.85	7.52	4.50	3.21	0.00	0.00	0.00
CA 1 - 2 (Pangkalan)	14.9%	14.90	5.60	1.44	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Filler	1.0%	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Total	100%	100.00	90.70	80.63	65.60	42.76	31.27	22.26	13.84	7.63	5.32
Spec Max		100.0	100.0	90.0	69.0	53.0	40.0	30.0	22.0	15.0	9.0
Spec Min		100.0	90.0	77.0	53.0	33.0	21.0	14.0	9.0	6.0	4.0

Dari Tabel 5.27 dapat dilihat dengan jelas hasil perkalian kadar agregat *cold bin* yang telah didapat menggunakan metode *trial and error* sebelumnya dengan hasil kelulusan masing - masing agregat hasil *sieve analysis*. Sehingga didapat angka persen kelulusan masuk kedalam spesifikasi yang disyaratkan. Hasil *combine grading cold bin* tersebut tidak lebih tinggi dari batas maksimum dan tidak lebih rendah dari batas minimum yang disyaratkan oleh spesifikasi umum 2018 No:02/SE/Db/2018.



Gambar 5.5 Grafik *Combine Grading Cold Bin AC-WC*

Dari Gambar 5.5 membuktikan bahwa hasil dari kombinasi tersebut optimal, karena masuk kedalam spesifikasi yang telah disyaratkan oleh spesifikasi umum 2018 surat edaran dirjen bina marga No:02/SE/Db/2018. Dari gambar, garis merah tersebut ialah nilai yang maksimum dan minimum yang disepakati dalam spesifikasi umum 2018 dan garis hitam putus-putus ialah nilai hasil dari komposisi *combine grading cold bin*. Khusus untuk data *sieve analysis/* analisis saringan per-item sudah ada tersedia di lampiran A.61.

5.6.4 *Combine Grading Hot Bin AC-WC*

Combine grading hot bin AC-WC dalam penentuannya berdasarkan MS-02 Asphalt Institute 1995 ialah sebagai berikut, “pada *hot bin 2 > hot bin 3*, pada *hot bin 1* mendekati angka 50% dan untuk *filler* dengan rasio 1-2 %”. Hal-hal tersebut juga didukung oleh spesifikasi umum 2018 surat edaran dirjen bina marga No : 02/SE/Db/2018. Maka syarat-syarat tersebut menjadi patokan bagi penulis untuk menggunakan metode *trial and error* dalam penentuan kadar yang tepat untuk agregat atau komposisi perkerasan (*hot bin I – III dan filler*) pada *combine grading hot bin* tersebut. Setelah ditentukan kadar yang tepat bagi masing-masing agregat atau komposisi perkerasan maka hasil dari kadar yang didapat haruslah tidak lebih

tinggi dari nilai maksimum dan tidak lebih rendah dari nilai minimum yang telah disyaratkan oleh spesifikasi umum surat edaran dirjen bina marga No: 02/SE/Db/2018. Tabel syarat maksimum dan minimum amplop gradasi *hot bin* berdasarkan spesifikasi umum surat edaran dirjen bina marga No: 02/SE/Db/2018 dapat dilihat pada Tabel 3.2 pada bab 3 sebelumnya.

Jika hasil *combine grading* dari komposisi masing-masing sudah memenuhi syarat dari spesifikasi umum 2018, maka komposisi tersebut sudah dikatakan komposisi optimal. Berikut hasil dari *combine grading hot bin* dapat dilihat pada Tabel 5.28 dibawah ini.

Tabel 5.28 *Combine Grading Hot Bin AC-WC*

Description										
Inch	3/4"	1/2"	3/8"	# 4	# 8	# 16	# 30	# 50	# 100	# 200
mm	19.0	12.5	9.5	4.75	2.36	1.18	0.600	0.300	0.150	0.075
Grading Material										
Filler	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Hot Bin I	100.00	100.00	100.00	97.27	76.31	52.50	37.00	26.89	17.29	12.51
Hot Bin II	100.00	100.00	87.62	27.22	1.92	1.81	1.78	1.75	1.66	1.56
Hot Bin III	100.00	34.19	10.64	1.31	0.67	0.66	0.63	0.61	0.60	0.57
Hot Bin IV										
Hot Bin V										
Combined Grading										
Filler	1.0%	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Hot Bin I	50.0%	50.00	50.00	50.00	48.63	38.15	26.25	18.50	13.45	8.65
Hot Bin II	38.0%	38.00	38.00	33.30	10.34	0.73	0.69	0.68	0.66	0.63
Hot Bin III	11.0%	11.00	3.76	1.17	0.14	0.07	0.07	0.07	0.07	0.06
Hot Bin IV										
Hot Bin V										
Total	100.0%	100.00	92.76	85.47	60.12	39.96	28.01	20.25	15.18	10.34
Spec Max.	100.0	100.0	90.0	69.0	53.0	40.0	30.0	22.0	15.0	9.0
Spec Min.	100.0	90.0	77.0	53.0	33.0	21.0	14.0	9.0	6.0	4.0

Dari Tabel 5.28 dapat dilihat dengan jelas hasil perkalian kadar agregat *hot bin* yang telah didapat menggunakan metode *trial and error* sebelumnya dengan hasil kelolosan masing - masing agregat hasil *sieve analysis*. Sehingga didapat angka persen kelolosan masuk kedalam spesifikasi yang disyaratkan. Hasil *combine grading hot bin* tersebut tidak lebih tinggi dari batas maksimum dan tidak lebih rendah dari batas minimum yang disyaratkan oleh spesifikasi umum 2018 No:02/SE/Db/2018.



Gambar 5.6 Grafik *Combine Grading Hot Bin AC-WC*

Dari Gambar 5.6 membuktikan bahwa hasil dari kombinasi tersebut optimal, karena masuk kedalam spesifikasi yang telah disyaratkan oleh spesifikasi umum 2018 surat edaran dirjen bina marga No:02/SE/Db/2018. Dari gambar, garis merah tersebut ialah nilai maksimum dan minimum yang disepakati dalam spesifikasi umum 2018 dan garis hitam putus-putus ialah nilai hasil dari komposisi *combine grading hot bin*. Khusus untuk data *sieve analysis per-item* sudah ada tersedia di lampiran A.63.

5.6.5 Kadar Aspal Optimum AC-WC

Dalam penentuan kadar aspal optimum pada AC-WC penulis menggunakan metode formula dari *Asphalt Institute MS 02 1995*, persamaannya dapat dilihat pada persamaan 3.11 pada bab 3 sebelumnya. Penjelasan analisis kadar aspal optimum dapat dilihat sebagai berikut.

Dari hasil *combine grading hot bin AC-WC* :

CA (Agregat yang lolos saringan 3/4" dan tertahan no #8) :

$$100 \% - 39,96 \% = 60,04 \%$$

FA (Agregat yang lolos saringan #8 dan tertahan no #200) :

$$39,96 \% - 7,91 \% = 32,05 \%$$

FF (Agergat yang lolos saringan no #200) : 7,91 %

K (Konstanta) : 1

$$KA = 0,035 CA + 0,045 FA + 0,18 FF + K$$

$$KA = 0,035 (60,04 \%) + 0,045 (32,05 \%) + 0,18 (7,91 \%) + 1$$

$$KA = 6 \%$$

Jadi kadar aspal (KA) yang menjadi penengah menurut metode formula dari *Asphalt Institue Ms-02 1995* yakni 6%, Maka oleh sebab itu didalam metode ini untuk mendapatkan kadar aspal optimum kita melakukan percobaan pada kadar aspal (KA + n%), (KA) dan (KA – n%). Nilai (n%) setiap penambahan (0.1%-0.5 %) ditambahkan pada hasil (KA) yang menjadi penengah berdasarkan *Asphalt Institue MS-02 1995*.

$$(KA + n\%) = (6\% + 1\%) = 7 \%$$

$$(KA + n\%) = (6\% + 0,5\%) = 6,5 \%$$

$$(KA) = 6 \%$$

$$(KA – n\%) = (6\% - 0,5\%) = 5,5 \%$$

$$(KA – n\%) = (6\% - 1\%) = 5 \%$$

Dari ke-lima kadar aspal tersebut akan dilakukan pengujian *marshall* dan beserta pengujian lainnya untuk mengetahui kadar aspal yang paling optimum diantara ke-lima kadar aspal tersebut. Maka dari pengujian tersebut (*marshall test*), didapat Kadar Aspal (KA) Optimum yakni 6 %. Hasil pengujian dari ke-lima kadar aspal tersebut dapat dilihat pada lampiran A.65 – A.77 Untuk membuktikan kadar aspal optimum ini maka dapat dilihat pada Tabel 5.29 dibawah ini.

Tabel 5.29 Hasil Tes Kadar Aspal Optimum *AC-WC* Terhadap Spesifikasi 2018

Uraian	Unit	Hasil Test	Spesifikasi
Penyerapan Aspal	%	0.257	
Kadar Aspal Bitumen	%	6.00	
Kadar Aspal Efektif	%	5.76	
Density	gr/cc	2.279	
Stability Marshall Perendaman 30 menit 60°C	kg	1306	Min. 800
Pelelehan	mm	3.57	2 - 4
Hasil Bagi Marshall (MQ)	kg/mm	359	
Rongga Dalam Campuran (VIM)	%	4.85	3 - 5
Rongga Dalam Agregat (VMA)	%	20.28	Min.15
Rongga Terisi Aspal (VFB)	%	76.16	Min. 65
Stabilitas Marshall Sisa Setelah Perendaman Selama 24 Jam 60°C	%	95.94	Min. 90
Tebal Selimut Aspal (Bitumen Film Thickness)	micron	10.29	Min 8
Rongga Dalam Campuran Pada Kepadatan Mutlak/Membal (Refusal)	%	2.05	Min. 2

Dari hasil Tabel 5.29 diatas membuktikan perkerasan dengan kadar aspal optimum memiliki karakteristik *marshall* yang sesuai dengan spesifikasi umum 2018 surat edaran dirjen bina marga No:02/SE/Db/2018. Oleh sebab itu kadar aspal 6% dapat dikatakan kadar aspal optimum dalam campuran perkerasan *AC-WC* yang dirancang.

5.6.6 Berat Jenis Maksimum Pada Campuran (G_{mm}) *AC-WC*

Sebelum melakukan uji *marshall* maka penulis melakukan uji berat jenis maksimum. Data berat jenis maksimum dibutuhkan untuk uji *marshall*, karena dari data berat jenis maksimum peneliti dapat mencari nilai *VIM* (*Void In Mix*) atau persentase rongga udara dalam campuran. Didalam spesifikasi umum 2018 surat edaran dirjen bina marga No: 02/SE/Db/2018 nilai minimum – nilai maksimum dari *VIM AC-WC* ialah 3-5 %. Hasil uji berat jenis maksimum campuran (G_{mm}) *AC-WC* pada Tabel 5.30 sebagai berikut.

Tabel 5.30 Hasil Uji Berat Jenis Maksimum Campuran (G_{mm}) AC-WC

NO	DESCRIPTION	UNIT	1	2
1	WEIGHT OF FLASK	gr	1361.8	1359.2
2	WEIGHT OF FLASK + SAMPLE	gr	2520.6	2115.6
3	WEIGHT OF SAMPLE (2-1)	gr	1158.8	756.4
4	WEIGHT OF FLASK FILL WITH WATER TO CALIBRATION MARK	gr	3511.8	3510.7
5	WEIGHT OF FLASK + SAMPLE + WATER (After Test By Vacuum Pump)	gr	4189.4	3949.4
6	SPECIFIC GRAVITY (3) / (3+4) -5	gr	2.408	2.381
8	TEMPERATUR	25	1	1
9	GMM	gr / cc	2.408	2.381
	Rata - rata		2.395	

Dari Tabel 5.30 hasil uji (G_{mm}) diatas didapat nilai (G_{mm}) rata-rata 2.395 gr/cc. Dengan begitu itulah nilai (G_{mm}) yang digunakan pada uji *marshall* kadar aspal optimum 6 %. Untuk kadar aspal 7, 6.5, 5.5 dan 5% berat jenis maksimum campuran (G_{mm}) semua sudah ada tertera di lampiran A.66 – A.78.

5.6.7 Surface Area AC-WC

Surface area ialah luas permukaan dari agregat hasil *combine grading hot-bin* yang dikalikan dengan *factor surface area* yakni (0.41 , 0.41 , 0.82 , 1.64 , 2.87 , 6.14 , 12.29 dan 32.77). Khusus untuk saringan 3/4” – 3/8” dianggap 0.41 dan untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.31 berikut ini.

Tabel 5.31 *Surface Area AC-WC*

Ukuran Ayakan	Spesifikasi		Kombinasi Gradasi A	Faktor Surface Area		Surface Area C = A x B
	Min	Max		B		
3/4"	100	100	100.00			
1/2"	90	100	90.70	1	x 0.41	0.41
3/8"	77	90	80.63			
#4	53	69	65.60		x 0.41	0.27
#8	33	53	42.76		x 0.82	0.35
#16	21	40	31.27		x 1.64	0.51
#30	14	30	22.26		x 2.87	0.64
#50	9	22	13.84		x 6.14	0.85
#100	6	15	7.63		x 12.29	0.94
#200	4	9	5.32		x 32.77	1.74
					TOTAL	5.71

Dari Tabel 5.31 hasil uji *surface area AC-WC* didapat luas totalnya yaitu, 5,71 cm²/kg. Maka data ini berlaku untuk semua uji *marshall AC-WC* yang kadar aspalnya berbeda-beda.

5.6.8 Refusal Density AC-WC

Uji *refusal density* bertujuan untuk mendapatkan rongga dalam campuran pada kepadatan mutlak atau membal. Disini penulis menggunakan metode *Percentage of Refusal Density*, dalam metode tersebut dijelaskan bahwa dalam melakukan uji *refusal density* maka tebal benda uji cukup 6-7 cm dan diameter 10 cm dengan tumbukan *vibratory hammer* (penumbuk bergetar) 2x400 kali serta dipertegas pada spesifikasi umum 2018 disyaratkan persentase rongga kepadatan mutlak atau membal minimal 2%. Berikut Tabel 5.32 hasil analisis *refusal density* pada kadar aspal optimum 6%.

Tabel 5.32 Refusal Density AC-WC

		Nomor Benda Uji	
		1	
Tebal benda uji	T	6.35	6.35
Berat benda uji di udara	A	2658.9	2650.1
Berat benda uji dalam air	B	1537.6	1514.7
Berat benda uji kering permukaan	C	2660.3	2654.9
Kepadatan mutlak/membal (refusal)	$A / (C-B)$	2.368	2.324
Rata - rata		2.346	
Kepadatan mutlak/membal (refusal)	A	2.346	
Berat Jenis Maksimum (GMM)	B	2.395	
Rongga dalam campuran pada kepadatan mutlak/membal (refusal)	$100 - \frac{(100 \times A)}{B}$	2.05	

Pada kadar aspal 7% didapat rongga kepadatan 0.55%, 6.5% didapat rongga kepadatan 1.91%, 5.5% didapat rongga kepadatan 4.63% dan 5% didapat rongga kepadatan 5.82%. Maka didapat Tabel 5.32 bahwa yang memenuhi spesifikasi umum 2018 ialah rongga kepadatan 2.05% pada kadar aspal optimum 6 % *AC-WC*.

Selengkapnya tabel *refusal density AC-WC* untuk kadar aspal yang berbeda-beda sudah ada di lampiran A.67 – A.79.

Jika rongga dalam campuran aspal relative lebih tinggi maka dapat memicu penuaan aspal relative akan lebih cepat akibat oksidasi sehingga menimbulkan retak dan menjadi kurang lentur. *Bleeding* dapat terhindar dikarenakan kadar aspal campuran yang optimum terhadap agregat komposisi perkerasan. Jika rongga aspal sangat padat atau dibawah 2% akan mengakibatkan aspal mengisi rongga perkerasan, nilai rongga terisi aspal perkerasan akan semakin tinggi dan akibatnya akan berefek pada kenaikan nilai *VFB*. Jika *VFB* semakin tinggi maka perkerasan akan tidak memenuhi spesifikasi yang disyaratkan dan akibatnya tidak berimbang antara rasio agregat dan aspal serta kualitas perkerasan juga menurun.

5.6.9 Hasil *Design Mix Formula (DMF) AC-WC*

Hasil *Design Mix Formula (DMF) AC-WC* dari kadar aspal optimum 6% dapat dilihat pada Tabel 5.33 sebagai berikut.

Tabel 5.33 Hasil *Design Mix Formula (DMF) AC-WC*

HOT BIN	100 % BY AGREGAT	100 % BY CAMPURAN	BERAT MASING - MASING CAMPURAN (KG)	BERAT GABUNGAN (KG)	KETERANGAN
I (#4 - 0)	50.0	47.00	940.0	940.0	MATERIAL
II (1/2" - #4)	38.0	35.72	714.4	1654.4	DALAM
III (3/4" - 1/2")	11.0	10.34	206.8	1861.2	KEADAAN
FILLER	1.0	0.94	18.8	1880.0	KERING
KADAR ASPAL	6.0	6.00	120.0	2000.0	OVEN
JUMLAH		100.00	2000.0	2000.0	

Tabel 5.34 Rangkuman Hasil *Design Mix Formula (DMF) AC-WC*

MATERIAL COLD BIN	KOMPOSISI (%)	MATERIAL HOT BIN		KOMPOSISI (%)							
				BY AGREGAT				BY MIX			
Abu Batu 0 - 5 mm	49.5	HOT BIN I (#4 ~ 0)		50.0				47.00			
Batu Pecah (MA) 5 - 12 mm	34.6	HOT BIN II (1/2" ~ #4)		38.0				35.72			
Batu Pecah (CA) 10 - 20 mm	14.9	HOT BIN III (3/4" ~ 1/2")		11.0				10.34			
Filler	1.0	FILLER		1.0				0.94			
		KADAR ASPAL		6.0				6.0			
AYAKAN		3/4"	1/2"	3/8"	# 4	# 8	# 16	# 30	# 50	# 100	# 200
HOT BIN (JMF)		100.00	92.76	85.47	60.12	39.96	28.01	20.25	15.18	10.34	7.91
COLD BIN (DMF)		100.00	90.70	80.63	65.60	42.76	31.27	22.26	13.84	7.63	5.32
SPESIFIKASI	Maks	100	100	90	69	53	40	30	22	15	9
	Min.	100	90	77	53	33	21	14	9	6	4

Dari kedua Tabel 5.33 dan 5.34 diatas dapat dilihat dengan jelas komposisi baik dari segi agregat maupun dari segi campuran serta hasil gradasi masing-masing agregat. Data tabel hasil *DMF* itulah yang menjadi pedoman bagi pihak kontraktor dan konsultan dalam melaksanakan proyek jalan tol tersebut nantinya.

5.7 Analisis Perbandingan *Design Mix Formula (DMF)*

Dari semua pembahasan sebelumnya maka dapat diambil *resume* analisis perbandingan *DMF* sebagai berikut ditinjau dari segi karakteristik *marshall* perkerasan.

1. Kadar aspal bitumen didapat dari penelitian diatas ialah untuk *AC-BASE* 5,1%, *AC-BC* 5,5% serta *AC-WC* 6%. Hal itu menandakan bahwa semakin keatas lapisan perkerasan kadar aspal optimumnya semakin besar, dikarenakan *AC-WC* merupakan lapis yang harus kedap air atau aus sehingga air tidak dapat masuk untuk merusak struktur lapisan perkerasan dibawahnya. Karena dapat berakibat fatal bagi struktur perkerasan dibawahnya.
2. Dari penelitian ini didapat bahwa semakin keatas lapisan perkerasan maka nilai *VFB*nya semakin tinggi dapat dilihat pada *VFB AC-BASE* 66,47%, *AC-*

BC 74,03% dan *AC-WC* 76,15% hal itu dikarenakan semakin optimum nilai *VFB* maka perkerasan dapat tercegah dari retak *rutting*/alur. Jika semakin besar atau berlebih nilai *VFB* dari yang disyaratkan akibatnya perkerasan bila dilalui beban lalu lintas yang besar akan memungkinkan terjadinya *bleeding* atau leleh pada perkerasan, semakin kecil nilai *VFB* maka perkerasan semakin mudah retak atau *crack* serta *rutting*. Dan kita tahu bahwa lapisan *AC-WC* adalah lapisan yang bersentuhan langsung dengan beban lalu lintas, maka nilai *VFB*nya harus lebih besar dari nilai *VFB* lapisan perkerasan lain dibawahnya dikarenakan lapisan *AC-WC* sangat rawan terjadi *bleeding* atau retak / *crack* serta *rutting*. Dari ketiga lapisan tersebut masih memenuhi syarat spesifikasi umum 2018 yakni minimal untuk *VFB* ialah 65%.

3. Dari penelitian ini didapat bahwa semakin keatas lapisan perkerasan maka nilai *VIM* akan semakin besar tetapi masih dalam kondisi optimum dengan nilai *VIM AC-BASE* 4,39% *AC-BC* 4,51% dan *AC-WC* 4,85%. Nilai *VIM* berpengaruh terhadap keawetan dari campuran aspal agregat. Semakin tinggi nilai *VIM* maka semakin besar rongga dalam campuran sehingga campuran bersifat *porrus* / memiliki banyak rongga akibatnya perkerasan tidak kedap air. Jika nilai *VIM* semakin kecil maka akan terjadi *bleeding*. Dan kita tahu bahwa dari ketiga lapisan tersebut masih dalam kondisi optimal atau memenuhi syarat spesifikasi umum 2018 untuk *VIM AC-BASE*, *AC-BC* dan *AC-WC* minimal 3% - maksimal 5%.
4. Dari penelitian ini didapat bahwa semakin keatas lapisan perkerasan maka nilai *VMA* akan semakin besar tetapi masih dalam kondisi optimum dengan nilai *VMA AC-BASE* 13,04% *AC-BC* 17,29% serta *AC-WC* 20,28%. *VMA* semakin besar berarti kadar aspal semakin kecil. Akibatnya campuran aspal mudah lepas, retak dan umur masa layanan semakin pendek. *VMA* semakin kecil akibatnya *VFB* akan semakin besar maka akan terjadi *bleeding* atau leleh pada perkerasan. Dan kita tahu bahwa dari ketiga lapisan tersebut masih dalam kondisi optimum atau memenuhi syarat spesifikasi umum

2018 yakni untuk *VMA AC-BASE* minimal 13%, untuk *VMA AC-BC* minimal 14% serta untuk *VMA AC-WC* minimal 15%.

5. *Marshall Quotient (MQ)* / hasil bagi *marshall* didapat dari penelitian ini bahwa nilai *MQ AC-BASE* 544 kg/mm, *AC-BC* 409 kg/mm serta *AC-WC* 359 kg/mm. Hal ini membuktikan bahwa semakin keatas lapisan perkerasan maka nilai *MQ* semakin kecil. Dikarenakan *AC-WC* adalah lapisan yang langsung bersentuhan dengan beban lalu lintas maka *AC-WC* harus lebih lentur dari lapisan perkerasan dibawahnya. Nilai *MQ* menyatakan sifat kekakuan suatu campuran bila nilai *MQ* terlalu tinggi maka campuran akan cenderung terlalu kaku dan mudah retak sebaliknya jika nilai *MQ* terlalu rendah maka perkerasan akan menjadi terlalu lentur dan cenderung kurang stabil.
6. Dari penelitian ini didapat bahwa semakin keatas lapisan perkerasan maka nilai *flow* semakin kecil. Tetapi masih masuk dalam spesifikasi umum 2018, untuk nilai *flow* didapat *AC-BASE* 4,70 mm, *AC-BC* 3,78 mm serta *AC-WC* 3,57 mm. Semakin besar nilai *flow* (kelelehan plastis), akibatnya akan terjadi gelombang pada permukaan perkerasan jalan. Semakin kecil nilai *flow* maka perkerasan mudah retak atau crack. Ketiga lapisan masih memenuhi syarat bila ditinjau nilai *flow* atau kelelehan untuk lapis *AC-WC* dan *AC-BC* 2 - 4 mm serta untuk *AC-BASE* 3 - 6 mm.
7. Dari penelitian ini didapat bahwa semakin keatas lapisan perkerasan maka nilai stabilitas akan semakin kecil, dikarenakan lapisan *AC-BASE* adalah lapisan perkerasan yang memiliki fungsi utama sebagai pondasi pada perkerasan. Maka stabilitas pada lapis perkerasan tersebut harus lebih besar dibandingkan lapisan perkerasan lain diatasnya. Berikut didapat dari penelitian hasil nilai stabilitas *AC-BASE* 2664 kg, *AC-BC* 1594 kg dan *AC-WC* 1306 kg. Semakin tinggi dalam keadaan optimum kadar aspal maka stabilitas akan semakin besar. Akibatnya penguncian *interlocking* antar agregat akan semakin besar. Maka perkerasan akan lebih kuat dalam menahan beban diatasnya. Jika kadar aspal terlalu berlebih maka perkerasan itu tidak stabil lagi atau tidak efektif dan aspal tidak mampu menyelimuti

agregat dengan baik, akibatnya akan terjadi leleh atau bleeding. Jika perkerasan memiliki stabilitas rendah maka perkerasan akan kaku dan jika terjadi deformasi akan mengakibatkan perkerasan hancur. Ketiga lapisan masih memenuhi syarat bila ditinjau nilai stabilitasnya untuk *AC-WC* dan *AC-BC* minimal 800 kg dan untuk *AC-BASE* minimal 1800 kg. khusus stabilitas berbanding lurus dengan *density* / kepadatan masing – masing lapisan, didapat dari penelitian untuk kepadatan atau *density AC-BASE* 2,357 gr/cc, *AC-BC* 2,302 gr/cc serta untuk *AC-WC* 2,279 gr/cc. Semakin besar *density* suatu lapisan maka akan semakin besar pula stabilitasnya begitu pula sebaliknya.

Dari penjelasan diatas sudah dijelaskan secara detail mengenai analisis perbandingan karakteristik *marshall* pada *DMF (Design Mix Formula)*. Rangkuman dari penjelasan diatas dapat dilihat pada Tabel 5.35 sebagai berikut.

Tabel 5.35 Rangkuman Perbandingan Karakteristik *Marshall*

Karakteristik Marshall Lapisan Perkerasan	Satuan	AC-BASE	AC-BC	AC-WC
VFB (Void Filled Bitument)	%	66,47	74,03	76,16
VMA (Void in Mineral Aggregate)	%	13,04	17,29	20,28
VIM (Void In Mix)	%	4,39	4,51	4,85
Flow	mm	4,7	3,78	3,57
Stability	kg	2664	1594	1306
MQ (Marshall Quotient)	kg/mm	544	409	359
Density	gr/cc	2,357	2,302	2,279
Kadar Aspal Optimum	%	5,1	5,5	6

Dari Tabel 5.35 sudah terlihat jelas rangkuman penggambaran penjelasan sebelumnya mengenai analisis perbandingan karakteristik *marshall* perkerasan baik pada *AC-BASE*, *AC-BC* dan *AC-WC*.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Dari analisis pembahasan menggunakan metode formula dari *asphalt institute MS-02 1995* didapat pada *AC-BASE* kadar aspal optimum : 5.1 %, *AC-BC* kadar aspal optimum : 5.5 % dan untuk *AC-WC* didapat kadar aspal optimum ialah 6 %. Dari data tersebut membuktikan bahwa semakin keatas lapis perkerasan maka semakin tinggi pula nilai kadar aspalnya, dikarenakan lapis paling atas atau *AC-WC* harus dalam keadaan aus / kedap air. Agar air tidak dapat masuk kedalam lapisan struktur perkerasan dibawahnya yang dapat mengakibatkan rusaknya keseluruhan struktur perkerasan tersebut.
2. Dari hasil analisis pembahasan *Design Mix Formula (DMF)* yang dibuat penulis dengan berpedoman pada syarat *asphalt institute MS-02 1995* dan spesifikasi umum 2018 didapat kadar masing-masing agregat campuran *DMF* sebagai berikut :

AC-BASE : *Hot-bin I* (42.71%) ,*Hot-bin II* (15.18%), *Hot-bin III* (9.49%) ,
Hot-bin IV (9.97%), *Hot-bin V* (16.13%) dan *Filler* (1.42%) serta
Kadar aspal (5.1%).

AC-BC : *Hot-bin I* (44.415%) ,*Hot-bin II* (25.515%), *Hot-bin III*
(14.175%) ,*Hot-bin IV* (9.450%) dan *Filler* (0.945%) serta Kadar
aspal (5.5%).

AC-WC : *Hot-bin I* (47%) ,*Hot-bin II* (35.72%), *Hot-bin III* (10.34%) , dan
Filler (0.94%) serta Kadar aspal (6%).

3. Dari hasil analisis menggunakan metode *percentage of refusal density* didapat rongga kepadatan mutlak atau membal sebagai berikut:

AC-BASE : 2.06 %

AC-BC : 2.03 %

AC-WC : 2.05 %

Dari ketiga lapisan perkerasan diatas membuktikan bahwa rongga dalam keadaan membal atau maksimum melebihi 2%. Berarti rongga dalam keadaan membal masih memenuhi syarat spesifikasi umum 2018 yang berlaku.

Sehingga retak atau *bleeding* dapat dihindarkan dari lapisan perkerasan tersebut.

4. Semua *DMF (Design Mix Formula)* lapisan perkerasan yang dirancang oleh penulis baik *AC-BASE*, *AC-BC* maupun *AC-WC* sudah memenuhi spesifikasi umum 2018 surat edaran dirjen bina marga No: 02/SE/Db/2018.
5. Dari ketiga lapisan perkerasan *AC-BASE*, *AC-BC* maupun *AC-WC* memiliki nilai karakteristik perkerasan *VFB*, *VIM*, *VMA*, *MQ*, *flow*, *stability* dan *density* yang sudah memenuhi syarat spesifikasi umum No:02/SE/Db/2018.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini maka dapat diambil saran atau masukan sebagai berikut.

1. Penelitian ini menggunakan metode formula dari *asphalt institute MS 02 1995*, yang mana dalam penentuan kadar aspal setiap lapisannya terlebih dahulu dilakukan pendekatan kadar aspal. Sehingga penulis membuat banyak sampel kadar aspal untuk di uji sampai didapat kadar aspal optimumnya. Maka penulis berharap adanya metode lebih cepat, efektif dan efisien pada penentuan kadar aspalnya dan hasilnya juga akurat.
2. Metode dan penelitian seperti ini sangat bagus digunakan pada proyek jalan lainnya. Dikarenakan JMF yang dihasilkan lebih optimum dan memiliki kualitas yang mumpuni.



Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau



Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau



Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau



Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau



Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR PUSTAKA

- Andra, 1995. *Analisis Berat Jenis Aspal Bitumen*. Skripsi, Bandung: ITB.
- Annisa, 2012. *Sampel Pengujian Kadar Pori Berasal Dari Agregat Quarry Ujung Batu, Bangkinang dan Solok*. Fakultas Teknik Universitas Islam Riau, UIR.
- Aqif, 2012. *Optimasi Kadar Aspal Beton AC 60/70 Terhadap Karakteristik Marshall Pada Lahu Lintas Berat Menggunakan Material Local Bantak*. Fakultas Teknik Universitas Islam Riau, UIR.
- Brandon, 2012. *Analisis Kadar Agregat didalam Cold Bin*. Tugas Akhir no. 20014036/SIP/2012. Surabaya : Jurusan Teknik Sipil Universitas Kristen Petra.
- Departemen Pekerjaan Umum, Standar Nasional Indonesia, “*Cara Uji Berat Jenis*”, SNI 1969-2008
- Departemen Pekerjaan Umum, Standar Nasional Indonesia, “*Tata Cara Pengambilan Bahan*”, SNI 1969-2008
- Departemen Pekerjaan Umum, Standar Nasional Indonesia, “*Tata Cara Pengujian Dalam Pembuatan JMF (Job Mix Formula)*”, SNI 1970-2008
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 2018, “*Spesifikasi Umum 2018 Surat Edaran No : 02/SE/Db/2018*”
- Hanip, 2019. “*Spesifikasi Puslitbang, Untuk Nilai Ketebalan Laston 4 cm*”. Fakultas Teknik Universitas Islam Riau, UIR.
- Hidayat, 2002. *Analisis Job Mix Formula (JMF) Pada Perkerasan Laston*. Jilid 1. Yogyakarta: Kanisius.
- Hidayat, 2002. *Analisis Job Mix Formula (JMF) Pada Perkerasan Laston*. Jilid 2. Yogyakarta: Kanisius.
- M. Neville, 1991. *Pengaruh Bahan Baku Material Terhadap Proses Pemasakan Perkerasan AC-BASE, AC-BC dan AC-WC*. Edisi Ketiga, STIE YPKN, Yogyakarta.
- Noerman, 1996. *Pengaruh Interlocking Antar Agregat Ketika Kadar Aspal Optimum*. Alfabeta. Sinar cahaya.
- Putri, 2014. *Kajian Kadar Aspal Hasil Ekstraksi Penghamparan dan Mix Design ACWC* Fakultas Teknik Universitas Islam Riau, UIR.

- Setiawan, 2013. *Estimasi Kadar Aspal Optimum Pada Laston Berdasarkan Data Historis Penelitian di Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura*. Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
- Suryo,1998. *Pengaruh VIM, Flow, VFB dan MQ terhadap karakteristik Aspal.*, Jakarta Selatan : Penerbit Jagaraksa.
- Syaidin,2006. *Pengaruh Mutu Material Terhadap Kualitas Bahan Baku Material*. Edisi II. Jakarta: Penerbit LPPM dan PT. Pusataka Binaan.
- Tobey,2010. *Alat Unit Dryer dan Dust Collector Pada Proses AMP (Asphalt Mixing Plant)*. Kalimantan : Gudang cahaya
- Wahyu,2007. *Hubungan Bahan Baku Material Terhadap Perkerasan*. Edisi IV. Jakarta : Graha Ilmu.
- Wahyu,2009. *Hubungan Bahan Baku Material Terhadap Perkerasan*. Edisi VII. Jakarta : Graha Ilmu.
- Widhiawati, 2010. *Pengaruh Gradasi Agregat Terhadap Karakteristik Campuran Laston*. Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
- Wirahaji, 2012. *Analisis Kadar Aspal Optimum Lapis Aus Pada Ruas Jalan Simpang Sakah – Simpang Blahbatu*. Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi.