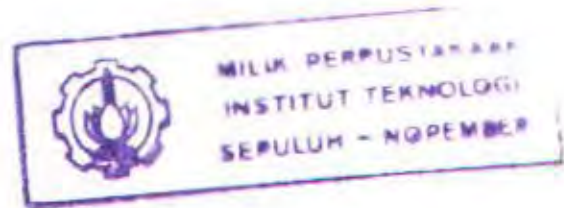


19.835/H/04

TUGAS AKHIR



PENGARUH VARIASI CAMPURAN MIX DESAIN DAN PENGGUNAAN BAHAN ADITIF BP-a DALAM PERKERASAN LENTUR METODE ASPHALT CONCRETE (AC) DAN HOT ROLLED SHEET (HRS)



RSS
666.893
Af9
P-1
2004

Oleh :

M. SUGIANTO AFANDI 3199 100 019

IBNU KURNIAWAN 3199 100 028

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	24-2-2004
Terima Dari	A1
No. Agenda Prp.	219 607

PROGRAM SARJANA (S-1)
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2004

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**PENGARUH VARIASI CAMPURAN MIX DESAIN
DAN PENGGUNAAN BAHAN ADITIF BP-a DALAM PERKERASAN LENTUR
METODE ASPHALT CONCRETE (AC) DAN HOT ROLLED SHEET (HRS)**

Surabaya, 30 Januari 2004

Mengetahui / Menyetujui

Dosen Pembimbing

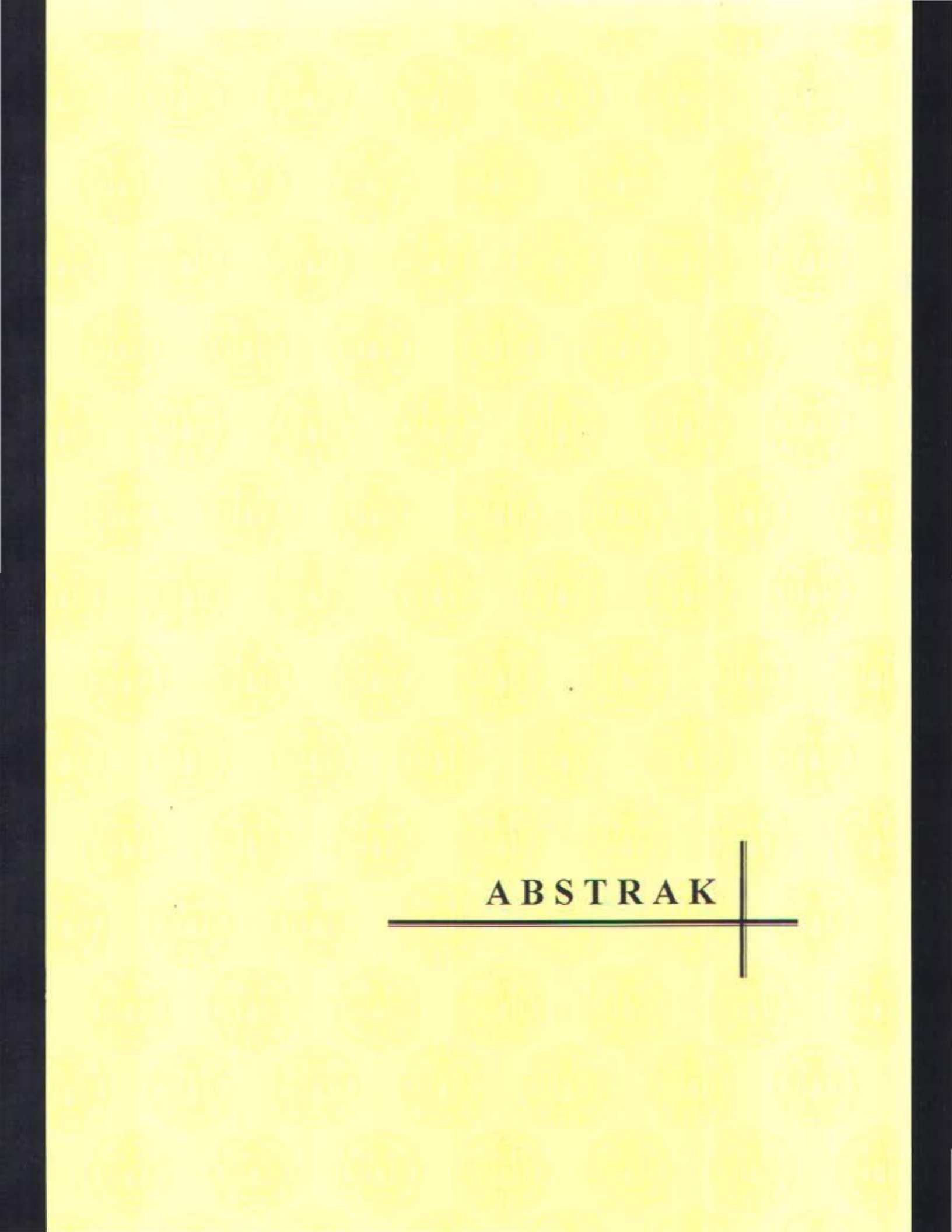


P. Uchida

Prof. Ir. INDRASURYA B. MOCHTAR, MSc, PhD.
NIP. 130.532.021

**PROGRAM SARJANA (S-1)
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2004**

ABSTRAK



**PENGARUH VARIASI CAMPURAN MIX DESAIN
DAN PENGGUNAAN BAHAN ADITIF BP-a DALAM PERKERASAN LENTUR
METODE ASPHALT CONCRETE (AC) DAN HOT ROLLED SHEET (HRS)**

Dosen Pembimbing

Prof. Ir. INDRASURYA B. MOCHTAR, MSc, PhD.

Oleh :

M. SUGIANTO AFANDI 3199 100 019

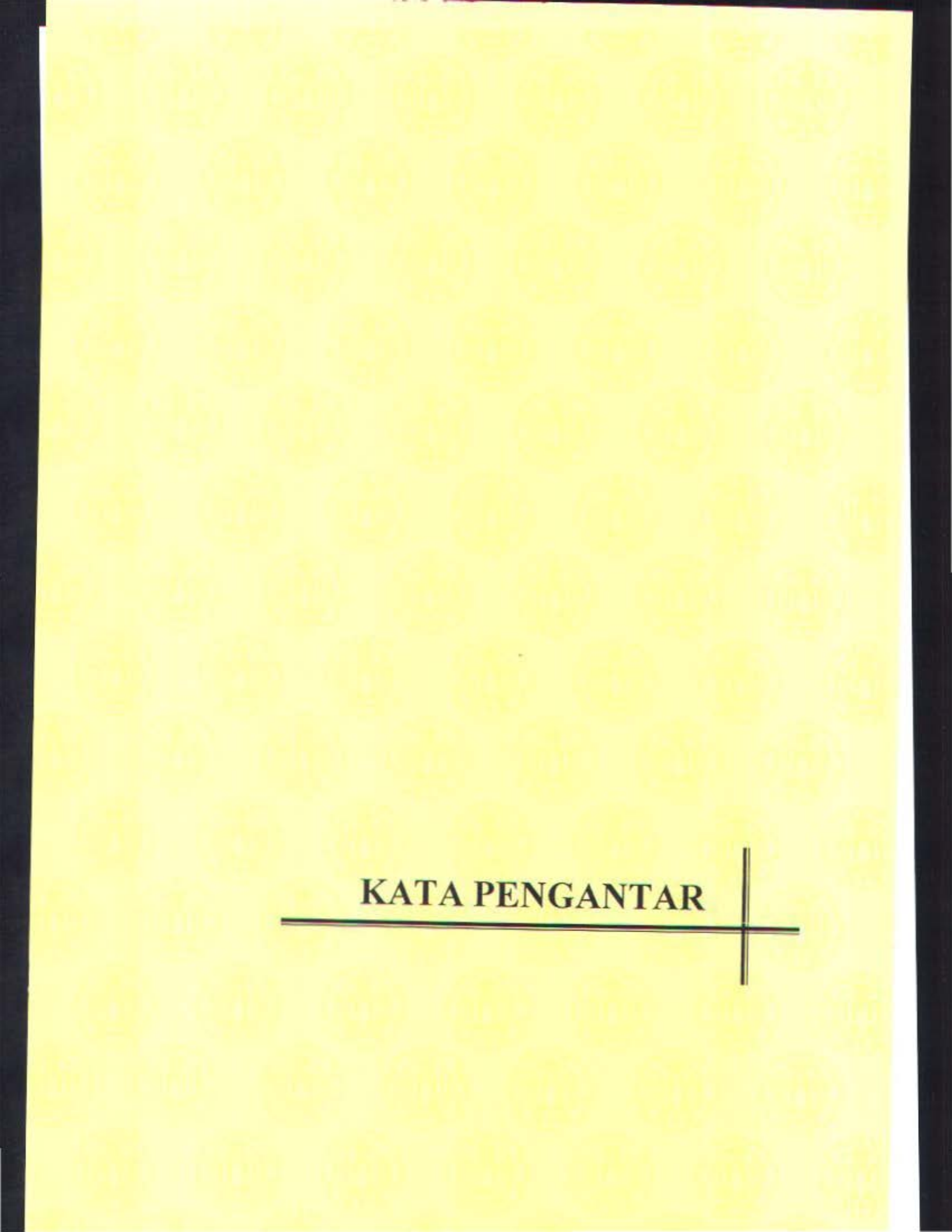
IBNU KURNIAWAN 3199 100 028

ABSTRAK

Jalan sebagai sarana transportasi darat merupakan unsur vital pengembangan wilayah. Sarana ini pada pengembangannya telah banyak mengalami perbaikan. Metode Laston / Asphalt Concrete (AC), Laston / Hot Rolled Sheet (HRS) sering digunakan sebagai lapis perkerasan. Tetapi masih banyak jalan-jalan di Indonesia yang rusak sebelum masa pelayanannya atau di bawah umur rencananya. Sedangkan kegunaan dari permukaan perkerasan jalan adalah untuk memberikan kenyamanan dan keselamatan di jalan raya. Persyaratan di atas dapat terpenuhi dengan baik bila digunakan campuran dengan mutu yang baik pula. Pada tugas akhir ini akan dibahas seberapa besar pengaruh variasi campuran (variasi gradasi agregat, variasi penetrasi aspal, variasi filler dan variasi tumbukan) serta penambahan bahan aditif BP-a, terhadap kualitas perkerasan.

Kata kunci : Perkerasan jalan, Metode AC, Metoda HRS, BP-a.

KATA PENGANTAR



Akhir kata, penulis mohon maaf apabila terdapat kesalahan – kesalahan dalam penyajian laporan ini, seperti kata pepatah “ tak ada gading yang tak retak “. Semoga laporan tugas akhir ini bermanfaat bagi yang memerlukan. Wassalam.

Surabaya, Januari 2004

Penulis

DAFTAR ISI

A decorative graphic consisting of a horizontal line and a vertical line intersecting at a right angle, positioned to the right of the title.

DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan	
Abstrak	
Kata Pengantar	i
Daftar Isi	iii
Daftar Tabel	vi
Daftar Gambar	viii
Daftar Simbol	x
Bab I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	3
Bab II DASAR TEORI	4
2.1 Aspal Concrete	5
2.1.1 Bahan	5
2.1.1.1 Agregat Kasar	5
2.1.1.2 Agregat Halus	6
2.1.1.3 Filler	6
2.1.1.4 Aspal Kasar	7
2.1.2 Gradasi Campuran	7
2.2 Hot Rolled Sheet (HRS)	10
2.2.1 Bahan	11
2.2.1.1 Agregat Kasar	11
2.2.1.2 Agregat Halus	12
2.2.1.3 Filler	12
2.2.1.4 Aspal Kasar	12
2.2.2 Gradasi Campuran	13
2.3 Metode Marshall	15

2.4 Persyaratan Void in Mineral Agregat (VMA)	15
2.5 Bahan Aditif BP-a (Bituminous Powder Additives)	16
Bab III METODE PENELITIAN	17
3.1 Pemeriksaan Terhadap Aspal	17
3.2 Pemeriksaan terhadap Agregat	17
3.2.1 Pemeriksaan Agregat Kasar	17
3.2.2 Pemeriksaan Agregat Halus	17
3.3 Mix Desain Campuran	18
3.4 Pemeriksaan Benda Uji	20
Bab IV HASIL DAN ANALISA PENGUJIAN	25
4.1 Hasil Pemeriksaan Aspal	25
4.1.1 Test Penetrasi	25
4.1.2 Test Daktilitas Aspal	27
4.1.3 Test Titik Lembek Aspal	28
4.1.4 Test Titik Nyala	30
4.2 Pemeriksaan Agregat	31
4.2.1 Abrasi Agregat	31
4.2.2 Analisa Saringan	32
4.2.3 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	32
4.2.4 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	33
4.3 Hasil dan Analisa Campuran	35
4.3.1 Campuran AC	35
4.3.2 Campuran HRS	48
Bab V KESIMPULAN DAN SARAN	69
5.1 Kesimpulan	69
5.1.1 Metode AC	69
5.1.2 Metode HRS	70
5.2 Saran	72
Daftar Pustaka	73
Lampiran I Tata Cara Pelaksanaan Pemeriksaan Bahan Campuran	74
A. Pemeriksaan Aspal	74
A.1 Penetrasi Aspal	74

A.2 Daktilitas Aspal	76
A.3 Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar	78
A.4 Pemeriksaan Titik Lembek	80
B. Pemeriksaan Agregat	82
B.1 Analisa Saringan (SIEVE ANALYSIS)	82
B.2 Pemeriksaan Agregat dan Mesin Los Angeles	84
B.3 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	85
b.4 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	87
C. Pembuatan dan Pengujian Briket	90
C.1 Pemeriksaan Campuran Dengan Alat Marshall	90
Lampiran II Mix Desain Dengan Variasi	94
A. Mix Desain AC	94
B. Mix Desain HRS	105
Lampiran III Perhitungan dan Hasilnya	108
A. Aspal Concrete	108
A.1 Perencanaan Kadar Bitumen	108
A.2 Perhitungan Gs Agregat	109
A.3 Contoh Perhitungan Hot Mix Desain	109
B. Hot Rolled Sheet	113

DAFTAR TABEL

A decorative graphic consisting of a horizontal line and a vertical line intersecting at a right angle, positioned to the right of the section header.

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Gradasi Filler	6
Tabel 2.2	Persyaratan aspal keras	7
Tabel 2.3	Gradasi campuran BM II, BM V dan BM IX	8
Tabel 2.4	Kriteria rencana campuran HRS	11
Tabel 2.5	Gradasi agregat kasar	12
Tabel 2.6	Gradasi agregat halus	12
Tabel 2.7	Persyaratan aspal keras	13
Tabel 2.8	Gradasi campuran HRS	14
Tabel 2.9	Persyaratan campuran aspal	15
Tabel 2.10	Kadar minimum dari VMA	16
Tabel 2.11	Sifat-sifat khusus BP-a	16
Tabel 4.1	Penetrasi aspal 30/40	26
Tabel 4.2	Penetrasi aspal 60 / 70	26
Tabel 4.3	Penetrasi aspal 80 / 100	26
Tabel 4.4	Daktilitas aspal pen 30/40	27
Tabel 4.5	Daktilitas aspal pen 60 /70	27
Tabel 4.6	Daktilitas aspal pen 80 / 100	28
Tabel 4.7	Titik lembek aspal pen 30/40	28
Tabel 4.8	Titik lembek aspal pen 60 / 70	29
Tabel 4.9	Titik lembek aspal pen 80 /100	29
Tabel 4.10	Titik nyala dan bakar aspal pen 30/40	30
Tabel 4.11	Titik nyala dan bakar aspal pen 60 / 70	30
Tabel 4.12	Titik nyala dan bakar aspal pen 80 / 100	31
Tabel 4.13	Test Abrasi (tipe C)	31
Tabel 4.14	Berat jenis dan penyerapan agregat kasar	33
Tabel 4.15	Berat jenis dan penyerapan agregat halus	34
LAMPIRAN II		94
Tabel A.1	Analisa saringan BM V fraksi 1 (kasar)	94
Tabel A.2	Analisa saringan BM V fraksi 2 (sedang)	94
Tabel A.3	Analisa saringan BM V fraksi 3 (halus)	95
Tabel A.4	Proporsi agregat campuran BM V	95
Tabel A.5	Perencanaan campuran BM V	96
Tabel A.6	Perencanaan campuran BM V	96
Tabel A.7	Analisa saringan BM II fraksi 1 (kasar)	97
Tabel A.8	Analisa saringan BM II fraksi 2 (sedang)	98
Tabel A.9	Analisa saringan BM II fraksi 3 (halus)	98
Tabel A.10	Proporsi agregat campuran BM II	99
Tabel A.11	Perencanaan campuran BM II	99
Tabel A.12	Analisa saringan BM IX fraksi 1 (kasar)	100
Tabel A.13	Analisa saringan BM IX fraksi 2 (sedang)	101
Tabel A.14	Analisa saringan BM IX fraksi 3 (halus)	101
Tabel A.15	Proporsi agregat campuran BM IX	102
Tabel A.16	Perencanaan campuran BM IX	102

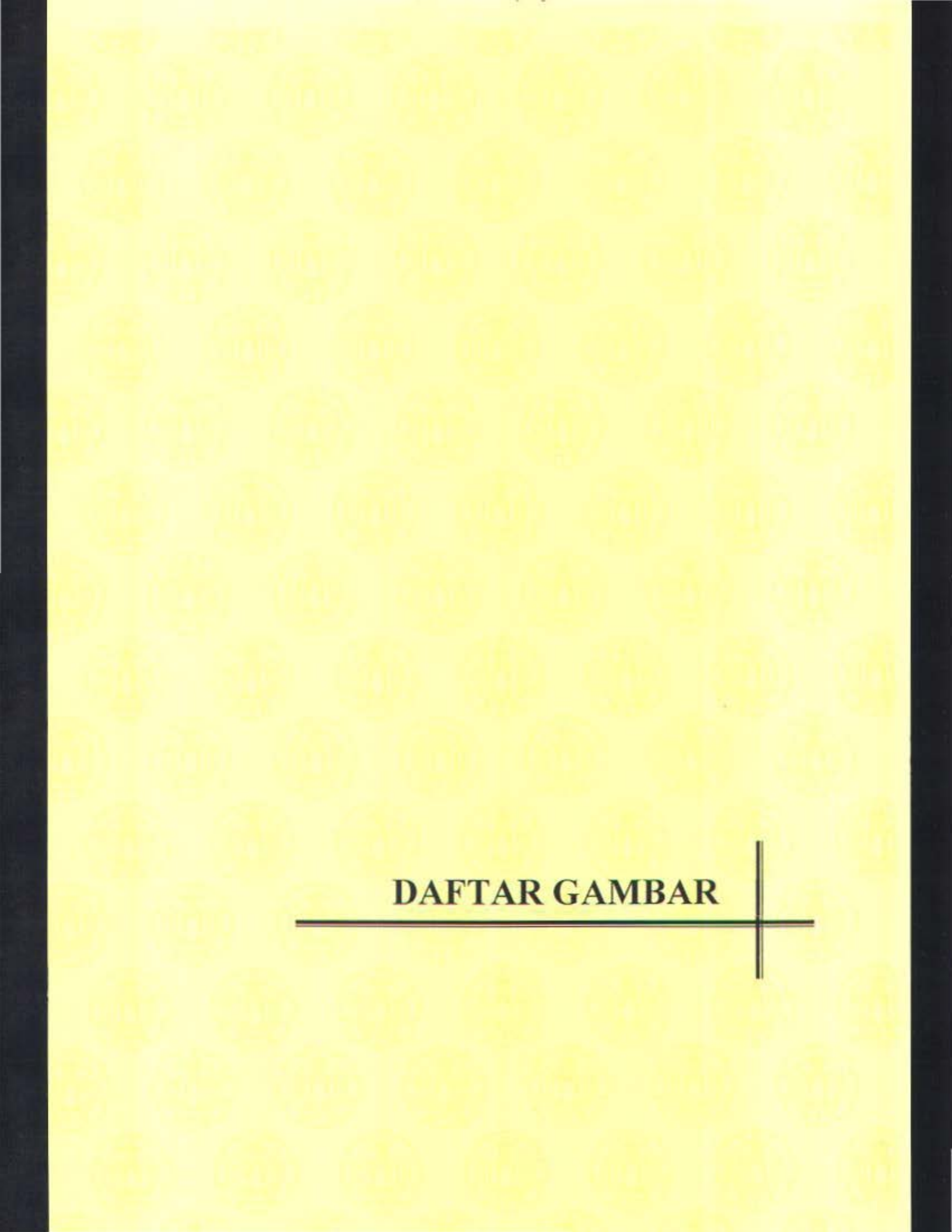
Tabel A.17	Mix desain AC Bina Marga	104
Tabel A.18	Mix desain HRS	105
Tabel A.19	Perencanaan campuran HRS WC batas bawah	105
Tabel A.20	Perencanaan campuran HRS WC batas tengah	106
Tabel A.21	Perencanaan campuran HRS WC batas atas	106

LAMPIRAN III 111

Tabel A.1	Hasil pengetesan benda uji langkah 1 untuk menentukan kadar aspal optimum	111
Tabel A.2	Hasil langkah 2 penetrasi 30/40	112
Tabel A.3	Hasil langkah 2 penetrasi 60 / 70	112
Tabel A.4	Hasil langkah 2 penetrasi 80 / 100	112
Tabel A.5	Hasil langkah 3 BM 2	112
Tabel A.6	Hasil langkah 3 BM 5	112
Tabel A.7	Hasil langkah 3 BM 9	112
Tabel A.8	Hasil langkah 4 tumbukan 75x	113
Tabel A.9	Hasil langkah 4 tumbukan 150x	113
Tabel A.10	Hasil langkah 4 tumbukan 300x	113
Tabel B.1	Hasil langkah 1 kadar filler batas bawah	113
Tabel B.2	Hasil langkah 1 kadar filler batas tengah	113
Tabel B.3	Hasil langkah 1 kadar filler batas atas	113
Tabel B.4	Hasil langkah 2 penetrasi 30 / 40	114
Tabel B.5	Hasil langkah 2 penetrasi 60 / 70	114
Tabel B.6	Hasil langkah 2 penetrasi 80 / 100	114
Tabel B.7	Hasil langkah 3 filler abu batu	114
Tabel B.8	Hasil langkah 3 filler semen	114
Tabel B.9	Hasil langkah 3 filler kapur	114
Tabel B.10	Hasil langkah 3 filler lempung	115
Tabel B.11	Hasil langkah 4 tumbukan 75x	115
Tabel B.12	Hasil langkah 4 tumbukan 150x	115
Tabel B.13	Hasil langkah 4 tumbukan 300x	115



DAFTAR GAMBAR



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Grafik gradasi campuran Bina Marga II	9
Gambar 2.2 Grafik gradasi campuran Bina Marga V	9
Gambar 2.3 Grafik gradasi campuran Bina Marga IX	10
Gambar 2.4 Grafik gradasi campuran HRS WC	14
Gambar 3.1 Flow Chart Metode Penelitian	22
Gambar 3.2 Flow Chart dari Metode AC	23
Gambar 3.3 Flow Chart dari Metode HRS	24
Gambar 4.1 Hubungan stabilitas & variasi penetrasi	35
Gambar 4.2 Hubungan flow & variasi penetrasi	36
Gambar 4.3 Hubungan Air Void & variasi penetrasi	37
Gambar 4.4 Hubungan Rongga Terisi Aspal & variasi penetrasi	38
Gambar 4.5 Hubungan stabilitas & variasi gradasi Bina Marga	39
Gambar 4.6 Hubungan flow & variasi gradasi Bina Marga	40
Gambar 4.7 Hubungan AV & variasi gradasi Bina Marga	41
Gambar 4.8 Hubungan RTA & variasi gradasi Bina Marga	42
Gambar 4.9 Hubungan stabilitas & variasi tumbukan	43
Gambar 4.10 Hubungan flow & variasi tumbukan	44
Gambar 4.11 Hubungan AV & variasi tumbukan	45
Gambar 4.12 Hubungan RTA & variasi tumbukan	46
Gambar 4.13 Hubungan stabilitas & variasi kadar filler	48
Gambar 4.14 Hubungan flow & variasi kadar filler	49
Gambar 4.15 Hubungan AV & variasi kadar filler	50
Gambar 4.16 Hubungan RTA & variasi kadar filler	51
Gambar 4.17 Hubungan MQ & variasi kadar filler	52
Gambar 4.18 Hubungan stabilitas & variasi penetrasi	53
Gambar 4.19 Hubungan flow & variasi penetrasi	54
Gambar 4.20 Hubungan AV & variasi penetrasi	55
Gambar 4.21 Hubungan RTA & variasi penetrasi	56
Gambar 4.22 Hubungan MQ & variasi penetrasi	57
Gambar 4.23 Hubungan stabilitas & variasi jenis filler	58
Gambar 4.24 Hubungan flow & variasi jenis filler	59
Gambar 4.25 Hubungan AV & variasi jenis filler	60
Gambar 4.26 Hubungan RTA & variasi jenis filler	61
Gambar 4.27 Hubungan MQ & variasi jenis filler	62
Gambar 4.28 Hubungan stabilitas & variasi tumbukan	63
Gambar 4.29 Hubungan flow & variasi tumbukan	64
Gambar 4.30 Hubungan AV & variasi tumbukan	65
Gambar 4.31 Hubungan RTA & variasi tumbukan	66

Gambar 4.32 Hubungan MQ & variasi tumbukan	67
LAMPIRAN II	97
Gambar A.1 Gradasi campuran BM V	97
Gambar A.2 Gradasi campuran BM II	100
Gambar A.3 Gradasi campuran BM IX	103
Gambar A.4 Gradasi campuran HRS WC	107

DAFTAR SIMBOL



DAFTAR SIMBOL

AC = Asphalt Concrete

HRS = Hot Rolled Sheet

BM = Bina Marga

VMA = Viod Mineral Agregat

Pen = Penetrasi

AV = Air Void

RTA = Rongga Terisi Aspal

MQ = Marshall Quotient

HRS – WC = Hot Rolled Sheet Wearing Course

HRS – BS = Hot Rolled Sheet Base

BP-a = Bituminous Powder Additives

Laston = Lapisan Aspal Beton

Lataston = Lapisan Tipis Aspal Beton



BAB I

PENDAHULUAN



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Jalan raya merupakan salah satu sarana yang paling vital dalam bidang transportasi darat. Namun pada kenyataannya jalan raya di Indonesia banyak sekali yang rusak dan usianya tidak dapat bertahan lama. Oleh sebab itu, sampai dengan saat ini pengembangan jalan telah banyak mengalami perbaikan, baik struktur perkerasannya, panjang ruas jalan yang ada dan pengetesan bahan jalan baik mengenai agregat, aspal maupun mix design.

Indonesia sering menghadapi dilema bahwa perkerasan jalan-jalan kita rusak sebelum waktunya, lebih dini daripada umur rencana untuk jalan tersebut. Perkerasan jalan yang direncanakan minimal untuk umur 5 tahun, biasanya sudah mulai menunjukkan kerusakan pada umur 1 atau 2 tahun dan yang direncanakan untuk umur 10 tahun ternyata telah mengalami kerusakan pada usia 5 tahun saja, bahkan kurang. Mengapa hal tersebut dapat terjadi dan apa yang salah ?.

Sebagian para ahli perkerasan jalan berpendapat bahwa “ *ageing process* ” (proses menua) dari aspal / bahan bitumen berlangsung relatif sangat cepat di daerah tropis, sehingga aspal menjadi getas dalam waktu relatif singkat dan lebih mudah menjadi retak. Di Inggris dan Amerika Utara, *ageing process* dari aspal ini berlangsung jauh lebih lambat sehingga sangat memungkinkan untuk merencanakan perkerasan jalan dengan umur rencana 20 tahun. Diperkirakan untuk Indonesia, *ageing process* yang terlalu cepat ini menyebabkan perkerasan jalan dapat bertahan hanya sekitar 5 tahun saja. Problema inilah yang menyebabkan Bina Marga di Indonesia pada pertengahan tahun 1980-an merubah sistem perancangan perkerasan jalan dari sistem AASHTO (Amerika) ke sistem BS (*Brithish Standartd*), dari sistem AC (*Asphaltic Concrete*, dengan gradasi agregat menerus cara Amerika) menjadi sistem HRS dan ATB cara Inggris, yang berdasarkan pada campuran agregat bergradasi selang (*gap – graded aggregate*) dan kadar bitumen yang lebih. Dengan cara ini dikatakan umur rencana perkerasan dapat ditingkatkan lebih lama, bahkan dapat mencapai umur rencana diatas



10 tahun. Tetapi pada kenyataannya di lapangan, penerapan sistem Inggris ternyata tidak sepenuhnya memberikan hasil seperti yang diharapkan.

Kondisi di lapangan dan cara pengerjaan juga mempengaruhi kualitas perkerasan jalan. Bahan-bahan (material agregat dan aspal) yang tersedia di lapangan, terkadang tidak sesuai dengan spesifikasi yang telah direncanakan, bahkan mungkin bahan-bahan tersebut sangat sulit diperoleh. Begitu pula dengan perilaku pekerja di Indonesia yang kurang disiplin dan tidak mengikuti aturan yang ada. Namun kondisi di lapangan yang seperti ini, menuntut kontraktor untuk tetap terus bekerja. Oleh sebab itu mereka berusaha mencari alternatif yang lain, tanpa harus mengubah kondisi yang ada, tetapi justru bagaimana mengkombinasikan bahan-bahan yang tersedia agar tetap diperoleh kualitas perkerasan yang baik.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka dalam tugas akhir ini akan diteliti bagaimana pengaruh penggunaan variasi campuran yang berbeda-beda, agar kualitas perkerasan jalan yang dihasilkan tetap memenuhi syarat. Selain itu, untuk dapat meningkatkan kualitas perkerasan dapat digunakan alternatif bahan aditif BP-a dalam proses pencampuran perkerasan. Bahan aditif BP-a ini adalah produksi dalam negeri yang harganya relatif murah dan merupakan keluaran terbaru dari PT. INDAH ASPAL yang berfungsi untuk meningkatkan kualitas perkerasan jalan.

1.2 PERMASALAHAN

Pada tugas akhir ini akan mengambil BP-a (sebagai bahan aditif), variasi gradasi, variasi penetrasi aspal, variasi filler dan variasi tumbukan untuk obyek penelitian dalam campuran bahan perkerasan jalan.

Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Bagaimanakah pengaruh variasi penetrasi aspal terhadap kualitas benda uji ?.
- Bagaimanakah pengaruh variasi gradasi terhadap kualitas benda uji ?.
- Bagaimanakah pengaruh variasi filler terhadap kualitas benda uji ?.
- Bagaimanakah pengaruh variasi tumbukan terhadap kualitas benda uji ?.
- Bagaimanakah pengaruh penambahan pemakaian BP-a terhadap kualitas benda uji?



1.3 TUJUAN

Tujuan diadakannya penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh berbagai variasi campuran dan penambahan bahan aditif BP-a terhadap kualitas campuran.

1.4 BATASAN MASALAH

Untuk memfokuskan pembahasan, maka pada penelitian ini dilakukan pembatasan masalah meliputi:

- Metode penelitian dilakukan sesuai spesifikasi yang ditetapkan oleh Bina Marga.
- Penelitian ini hanya lalu lintas berat.
- Metode yang digunakan adalah *asphalt concrete* (AC) dan *Hot Rolled Sheet* (HRS) , agregat spesifikasi Bina Marga dan bahan aditif BP-a.
- Bahan aditif BP-a diperoleh langsung dari pabrik (tidak dibuat sendiri).
- Digunakan bahan aditif sebesar 2,5 % dari total berat benda uji.
- Kadar aspal untuk HRS adalah 8 %.
- Pencampuran dengan cara Hot Mix.
- Metode AC dilakukan oleh saudara IBNU KURNIAWAN
- Metode HRS dilakukan oleh saudara M.SUGIANTO AFANDI

BAB II

DASAR TEORI

BAB II

DASAR TEORI

Campuran lapis perkerasan dengan durabilitas tinggi telah dikembangkan di Indonesia. Untuk memenuhi keperluan campuran lapis perkerasan dengan bitumen secara memuaskan, yaitu dengan cara meningkatkan kinerja durabilitas dan kelelahannya. Sehingga dapat menghasilkan campuran yang baik untuk jalan-jalan di daerah tropis yang kekuatannya relatif rendah disebabkan lendutan yang tinggi.

Dalam merencanakan campuran perkerasan aspal, dituntut perhatiannya pada tata cara pemeriksaan material dan campuran secara terinci. Artinya harus diadakan penelitian dan pemeriksaan material dan campuran yang memadai dalam teknik laboratorium dan hubungan pemeriksaan rencana campuran terhadap persyaratan spesifikasi. Adapun hal tersebut selain diatas, juga perlu diperhatikan masalah ketelitian dalam pengetesan benda uji. Hal ini juga sangat berpengaruh terhadap kebenaran dalam pengolahan data yang akan digunakan sebagai dasar pelaksanaan di lapangan.

Tujuan umum dari rencana campuran perkerasan aspal adalah menetapkan suatu penggabungan gradasi agregat yang ekonomis dan bitumen yang akan menghasilkan campuran dengan:

1. Bitumen yang cukup untuk menjamin keawetan perkerasan
2. Stabilitas yang memadai sehingga memenuhi kebutuhan lalu lintas tanpa terjadi pemindahan
3. Rongga yang memadai di dalam total campuran padat sehingga masih memungkinkan adanya sedikit tambahan pemadatan akibat beban lalu lintas tanpa *bleeding* dan kehilangan stabilitas, namun rongga tersebut cukup rendah untuk mencegah masuknya udara dan kelembaban yang berbahaya.
4. Cukup mudah untuk dikerjakan dan memungkinkan pelaksanaan penghamparan campuran secara efisien.

Di dalam Tugas Akhir ini digunakan campuran Asphalt Concrete (AC) dan Hot Rolled Sheet (HRS) sebagai alternatif rencana campuran.

2.1 ASPAL CONCRETE

Lapisan aspal concrete ini sering disebut dengan lapisan aspal beton (Laston) . Laston ini merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat dengan gradasi menerus kemudian dicampur menjadi satu lalu dipadatkan dengan suhu tertentu. Adapun menurut fungsi dari lapisan aspal beton ini adalah :

- Sebagai pendukung beban lalu lintas
- Sebagai lapisan aus
- Sebagai pelindung konstruksi di bawahnya dari kerusakan akibat pengaruh air dan cuaca
- Menyediakan permukaan jalan yang rata dan tidak licin

Sebagai lapisan geometrik bahan jalan yang mendukung fungsinya maka lapisan aspal beton ini diharapkan memiliki sifat-sifat :

- Tahan terhadap keausan akibat beban lalu lintas
- Kedap air
- Mempunyai nilai struktural
- Mempunyai stabilitas tinggi

2.1.1 Bahan

Bahan lapisan aspal beton terdiri dari agregat kasar, agregat halus, filler (jika diperlukan) dan aspal. Bahan harus terlebih dahulu diteliti mutu dan gradasinya. Hal ini sangat perlu dilakukan guna menjamin mutu dari lapisan aspal beton.

2.1.1.1 Agregat kasar

Agregat kasar merupakan agregat yang tertahan pada saringan # 4. Bahan agregat yang biasa digunakan adalah batu pecah atau kerikil dan dalam keadaan

kering. Adapun persyaratan dari Bina Marga yang diharapkan adalah sebagai berikut :

- Keausan agregat yang diperiksa dengan menggunakan mesin Los Angeles pada 500 putaran harus mempunyai nilai maksimum 40 %.
- Peresapan agregat terhadap air maksimum 3 %.
- Berat jenis semu agregat minimum 2,5.

2.1.1.2 Agregat halus

Agregat halus terdiri dari bahan-bahan berbidang kasar, bersudut tajam dan bersih dari kotoran-kotoran atau bahan lain yang tidak dikehendaki. Agregat halus bisa terdiri dari pasir bersih, bahan-bahan halus hasil pecahan batu atau kombinasi dari bahan tersebut dan dalam keadaan kering. Adapun syarat dari Bina Marga yang harus dipenuhi adalah :

- Berat jenis semu minimum 2,5.
- Peresapan agregat terhadap air maksimum 3 %.

2.1.1.3 Filler

Sebagai filler dapat di pergunakan abu batu, kapur, debu dolomite atau semen Portland. Perlu diperhatikan agar bahan tersebut tidak tercampur kotoran atau bahan lain yang tidak dikehendaki dan dalam keadaan kering. Adapun gradasi mineral filler sebagaimana tertera pada tabel 2.1 (Bina Marga, 1983)

Tabel 2.1 Gradasi filler

Ukuran saringan no (mm)		Filler % lolos
No.30	(0.59 mm)	100
No.50	(0.279 mm)	95 - 100
No.100	(0.149 mm)	90 - 100
No.200	(0.074 mm)	70 - 100



2.1.1.3 Aspal Keras

Aspal yang digunakan bisa merupakan aspal keras penetrasi 40, 60 dan 80. Adapun penentuan kadar aspal untuk campuran Bina Marga dengan rumus :

$$\% \text{ aspal} = 0,035 A + 0,045 B + 1,5$$

dimana : $A = 100 - 5 \text{ lolos ayakan \# 8}$

$$B = \% \text{ lolos ayakan \# 8} - \% \text{ lolos ayakan \# 200}$$

Untuk kadar aspal campuran lapisan aspal beton berkisar antara 4 % - 7 %.

Tabel 2.2 Persyaratan Aspal Keras

No	Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Persyaratan						Satuan
			Pen 30/40		Pen 60/70		Pen 80/100		
			min	max	min	max	min	max	
1	Penetrasi (25 °C, 5 detik)	PA.0301-76	40	59	60	79	80	99	0,1 mm
2	Titik lembek (<i>ring and ball</i>)	PA.0302-76	51	63	48	58	46	54	°C
3	Titik nyala (<i>clev. open cup</i>)	PA.0303-76	200	-	200	-	225	-	°C
4	Daktilitas (25 °C, 5 cm/menit)	PA.0306-76	75	0	100	-	100	-	cm
5	Berat jenis (25 °C)	PA.0307-76	1	-	1	-	1	-	gr/cc

2.1.2. Gradasi Campuran

Gradasi campuran AC harus memenuhi ketentuan-ketentuan sebagaimana yang disyaratkan oleh Bina Marga (lampiran C). Bina Marga memiliki 11 jenis gradasi campuran yang di golongan menjadi 2 golongan besar yaitu golongan bergradasi kasar (tercermin dalam BM I dan BM II) dan bergradasi rapat (untuk BM yang lainnya) Sedangkan ke-11 jenis campuran BM diatas, masing-masing memiliki fungsi sebagai berikut:

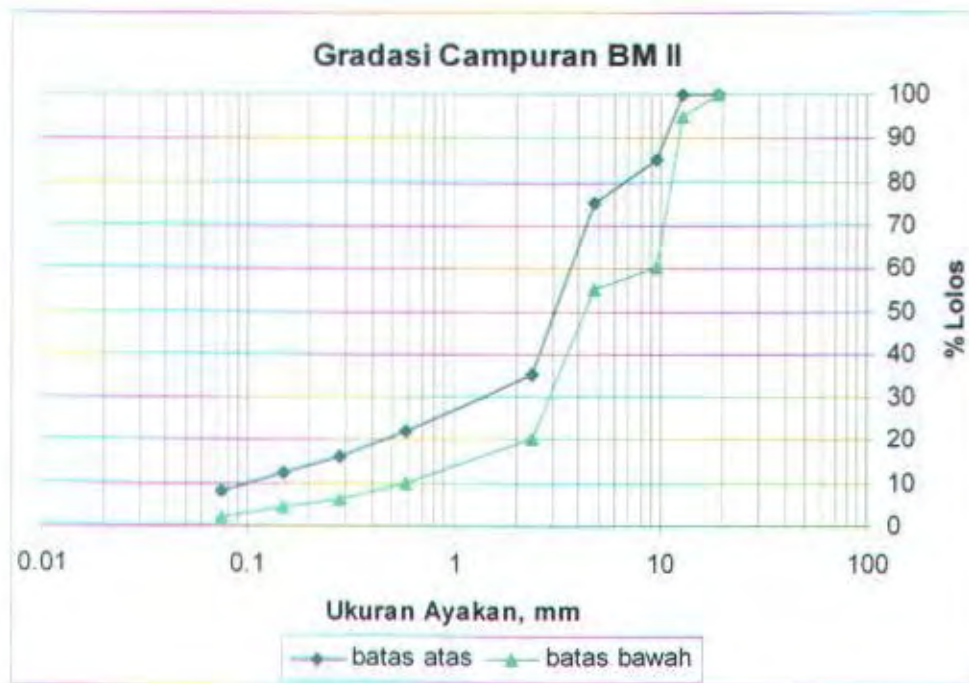


- No campuran : I, III, IV, VI, VIII, IX, X dan XI digunakan untuk lapisan permukaan
- No campuran : II digunakan untuk lapisan permukaan, leveling dan lapisan antara.
- No campuran : V digunakan untuk lapisan permukaan dan lapisan antara.

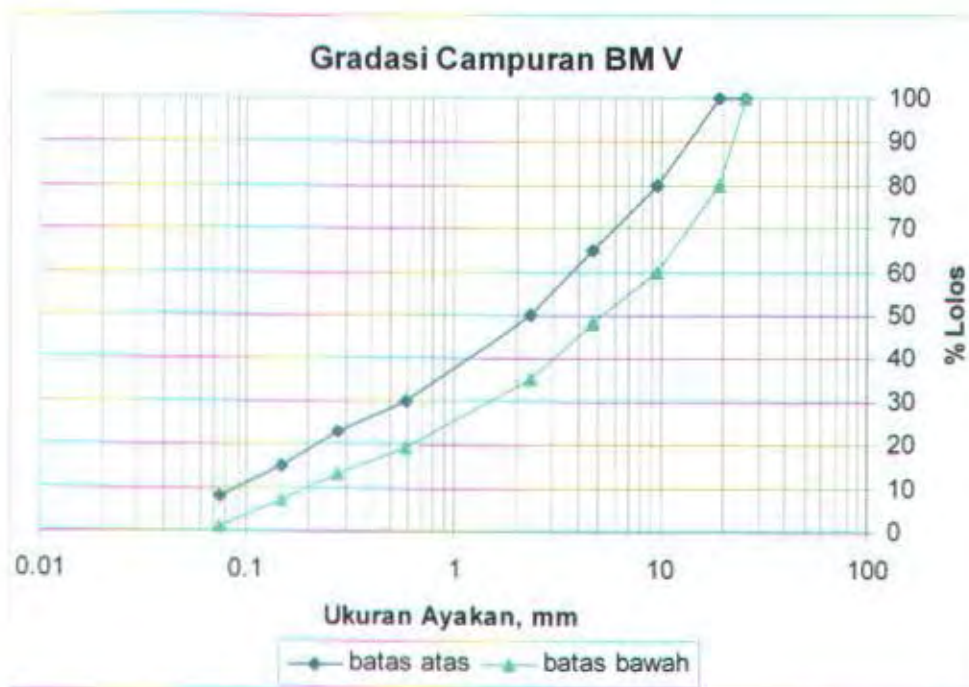
Dalam penelitian ini, digunakan gradasi campuran Bina Marga (BM) II, V dan IX agar mewakili 2 kondisi diatas, yaitu berdasarkan golongan dan fungsinya. Untuk batasan – batasan gradasi campuran yang digunakan dalam penelitian ini yaitu BM II, V dan IX dapat dilihat pada tabel 2.3 dan gambar 2.1, 2.2 dan 2.3 :

Tabel 2.3 Gradasi Campuran BM II, BM V dan BM IX.

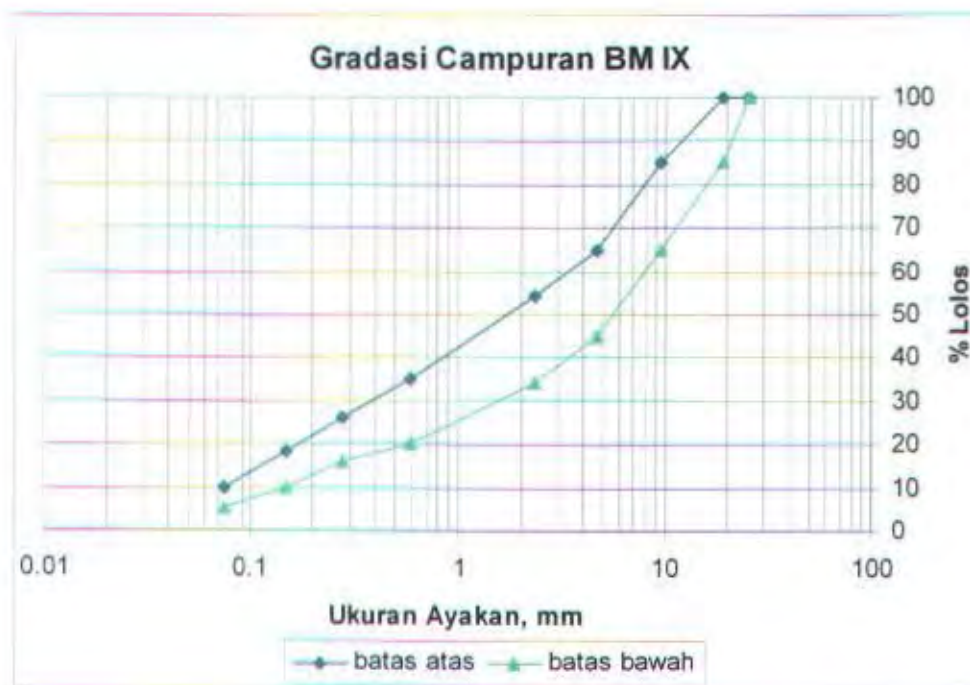
No campuran	II	V	IX
	% lolos		
Ukuran saringan (mm)			
38.1	-	-	-
25.4	-	100	100
19.1	100	80 - 100	85 - 100
12.7	95 - 100	-	-
9.52	60 - 85	60 - 80	65 - 85
4.76	55 - 75	48 - 65	45-65
2.38	20 - 35	35 - 50	34 - 54
0.59	10 - 22	19 - 30	20 - 35
0.279	6 - 16	13 - 23	16 - 26
0.149	4 - 12	7 - 15	10 - 18
0.074	2 - 8	1 - 8	5 - 10



Gambar 2.1 Grafik gradasi campuran Bina Marga II



Gambar 2.2 Grafik gradasi campuran Bina Marga V



Gambar 2.3 Grafik gradasi campuran Bina Marga IX

2.2 HOT ROLLED SHEET (HRS)

Metode HRS sering disebut sebagai Lapis Tipis Aspal Beton (LATASTON) yang merupakan lapis penutup dari campuran antara agregat gradasi timpang, filler dan aspal keras dengan perbandingan tertentu dan dipadatkan dalam keadaan panas. Tebal padat antara 2,5 cm atau 3 cm. HRS sebagai lapis perkerasan berfungsi sebagai lapis penutup untuk mencegah masuknya air dari permukaan ke dalam konstruksi perkerasan sehingga dapat mempertahankan kekuatan konstruksi sampai tingkat tertentu. HRS memiliki sifat – sifat sebagai berikut :

- Kedap air
- Kekenyalan yang tinggi
- Awet

HRS umumnya digunakan pada jalan – jalan yang telah beraspal dengan ketentuan sebagai berikut :

- Jalan yang stabil dan rata / dibuat rata.
- Jalan yang mulai retak – retak atau mengalami degradasi permukaan.



Sebagai campuran dengan durabilitas tinggi, HRS memiliki batas kriteria campuran seperti pada table 2.4 dibawah ini

Tabel 2.4 Kriteria rencana campuran HRS

Sifat-sifat Campuran		HRS – WC
Rongga Terisi Aspal (%)	Min	75
	Max	82
Stabilitas Marshall (Kg)	Min	800
Marshall Quotient (Kg/mm)	Min	200
	Max	500
Flow (mm)	Min	2

Sumber : Badan Sertifikasi Asosiasi-Pusat DPP-HPJI

Bahan yang digunakan untuk campuran Lataston terdiri dari agregat, filler dan aspal keras. Agregat yang digunakan terdiri dari dua macam yaitu agregat kasar dan agregat halus.

2.2.1 Bahan

Bahan lapis tipis aspal beton terdiri dari agregat kasar, agregat halus, filter (jika diperlukan) dan aspal. Bahan harus terlebih dahulu diteliti mutu dan gradasinya. Hal ini sangat perlu dilakukan guna menjamin mutu dari lapis tipis aspal beton.

2.2.1.1 Agregat Kasar

Secara umum agregat kasar harus sesuai dengan persyaratan – persyaratan gradasi di bawah ini dan terdiri dari batu pecah atau kerikil pecah atau bahan-bahan semacam itu dengan kerikil alamiah yang bersih. Agregat kasar harus benar-benar kuat, awet, bersih dari kotoran yang tidak kita kehendaki serta mempunyai persentase keausan sesuai dengan ketentuan spesifikasi (< 40 %).



Tabel 2.5 Gradasi agregat kasar

Ukuran Saringan		% lolos
inchi	mm	
3/4	20	100
1/2	12.7	95-100
3/8	9.5	50-100
# 4	4.75	0-50
# 200	0.075	0-5



2.2.1.2 Agregat Halus

Agregat halus termasuk setiap bahan pengisi mineral yang dapat ditambahkan dimana harus sesuai dengan persyaratan gradasi, dan terdiri dari satu atau lebih pasir alam atau batu pecah atau kombinasi hasil saringan yang cocok dari padanya dengan memakai (mesin abu pemecah) akan menghasilkan suatu campuran yang ekonomis.

Tabel 2.6 Gradasi Agregat Halus

Ukuran Saringan		% lolos
inchi	mm	
3/8	9.5	100
# 4	4.75	90-100
# 8	0.075	80-100

Material yang akan digunakan dalam pekerjaan ini harus terdiri dari partikel-partikel yang kuat, bebas dari gumpalan-gumpalan atau bola-bola tanah. Hasil saringan batu harus diproduksi dari batu yang memenuhi persyaratan kualitas untuk agregat kasar.

2.2.1.3 Filler

Bahan pengisi terdiri dari abu batu, kapur, abu dolomite dan semen Portland atau unsur mineral non plastis lainnya yang memenuhi persyaratan. Bahan pengisi harus kering dan bebas dari gumpalan -



gumpalan. Dalam Tugas Akhir ini, filler yang digunakan adalah abu batu, kapur, lempung dan semen.

2.2.1.4 Aspal Keras

Aspal keras yang digunakan dapat berupa aspal keras pen 30/40, 60/70 atau 80/100 yang harus memenuhi persyaratan Bina Marga, 1983 sebagai mana tertera pada table di bawah ini :

Tabel 2.7 Persyaratan Aspal Keras

No	Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Persyaratan						Satuan
			Pen 30/40		Pen 60/70		Pen 80/100		
			min	max	min	max	min	max	
1	Penetrasi (25 °C, 5 detik)	PA.0301-76	40	59	60	79	80	99	0.1 mm
2	Titik lembek (<i>ring and ball</i>)	PA.0302-76	51	63	48	58	46	54	°C
3	Titik nyala (<i>clev. open cup</i>)	PA.0303-76	200	-	200	-	225	-	°C
4	Daktilitas (25 °C, 5 cm/menit)	PA.0306-76	75	0	100	-	100	-	cm
5	Berat jenis (25 °C)	PA.0307-76	1	-	1	-	1	-	gr/cc

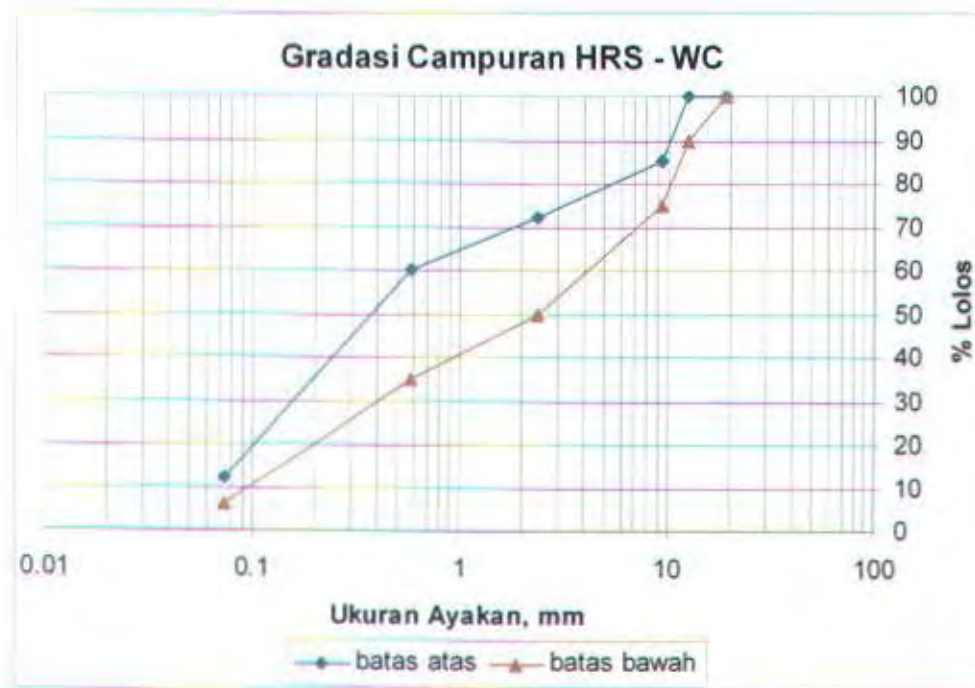
2.2.2 Gradasi Campuran

Gradasi agregat gabungan harus memenuhi batas – batas dan harus berada di luar daerah larangan (*Restriction Zone*). Gradasi agregat gabungan harus mempunyai jarak terhadap batas – batas toleransi.



Tabel 2.8 Gradasi campuran HRS

NO SARINGAN		HRS WC
mm	inchi	% berat lolos
19.1	no. 3/4	100
12.7	no. 1/2	90 - 100
9.52	no. 3/8	75 - 85
2.38	# 8	50 - 72
0.59	# 30	35 - 60
0.074	# 200	12 - 6



Gambar 2.4 Grafik gradasi campuran HRS - WC



2.3 METODE MARSHALL

Metode Marshall mix design adalah prosedur umum yang sering digunakan di dunia untuk mendesign hot mix aspal. Teknik ini merupakan penemuan Bruce Marshall. Pengetesan dengan metode Marshall memberikan hasil berupa analisa stabilitas flow.

Salah satu kelebihan metode ini adalah memberikan perhatian lebih kepada density / void dari material aspalnya. Analisa ini menjamin bahwa proporsi volume dari kandungan campuran sangat penting untuk menjaga agar campuran tersebut dapat bertahan lama. Kelebihan lain dari metode ini adalah peralatannya lebih murah dan mudah dibawa dan sebagainya dan pengoperasiannya lebih mudah.

Adapun uji stabilitas yang dilakukan dengan menggunakan Marshall Test akan memperoleh kadar aspal optimum, dimana kadar aspal tersebut memiliki persyaratan – persyaratan pada Bina Marga 1983 tertera pada table dibawah ini:

Tabel 2.9 Persyaratan campuran aspal

Kepadatan LL	Berat	Sedang	Ringan
Jenis Pemeriksaan			
Stabilitas (Kg)	>750	>650	>460
Flow (mm)	2-4	2-4,5	2-5
Rongga dalam campuran (%)	3-5	3-5	3-5
Rongga terisi aspal (%)	75-82	75-85	75-86
Tumbukan	75x	55x	35x

2.4 PERSYARATAN VOID IN MINERAL AGREGAT (VMA)

Salah satu kriteria yang juga digunakan untuk mengetahui kualitas campuran perkerasan adalah dengan mengetahui prosentase VMA dalam campuran. Adapun syarat yang dipakai bersumber pada Asphalt Institute (1983) dan dicantumkan pada tabel dibawah ini :



Tabel 2.10 Kadar minimum dari VMA

Ukuran agregat maksimum		Kadar minimum VMA
mm	inchi	%
1.18	0.047	23.5
2.36	0.093	21
4.75	0.187	18
9.5	0.375	16
12.5	0.5	15
19	0.75	14
25	1	13
37.5	1.5	12
50	2	11.5
63	2.5	11

2.5 BAHAN ADITIF BP-a (BITUMINOUS POWDER ADDITIVES)

BP-a adalah bahan tambah (*additives*) untuk mempertinggi dan menambah daya tahan campuran aspal (*hot mix*). Berasal dari bahan aspal alam yang diproses mulai dari bahan baku terpilih dan diproses secara modern menjadi aspal tepung yang halus, kadar aspal yang homogen, kering, tidak menggumpal, dan dikemas dalam karung hingga mudah penggunaannya.

Tabel 2.11 Sifat – sifat khusus BP-a

<i>Specific gravity @ 25 °C</i>	Gr/cc	1.843
<i>Softening point</i>	°C	138
<i>Penetration @ 25 °C, 100 g, 5 sec.</i>	Dmm	3
<i>Soluble bitumen content</i>	%	31
<i>Mineral matter</i>	%	69
<i>Water content</i>	%	2
<i>Maximum Particle size</i>	mm	1

BAB III
METODE PENELITIAN

A decorative graphic consisting of a horizontal line and a vertical line intersecting at a right angle, positioned to the right of the chapter title.



BAB III

METODE PENELITIAN

Metode penelitian dalam Tugas Akhir ini adalah dengan pengumpulan data material melalui test laboratorium yang disesuaikan dengan peraturan Bina Marga.

Adapun urutan metode penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

3.1. PEMERIKSAAN TERHADAP ASPAL.

1. Pemeriksaan penetrasi untuk mengetahui tingkat kekerasan aspal.
2. Pemeriksaan titik lembek untuk mengetahui suhu aspal mulai melembek.
3. pemeriksaan titik nyala dan titik bakar untuk mengetahui suhu saat aspal mulai menyala.
4. Pemeriksaan daktilitas untuk mengetahui tingkat penguluran aspal.

Tata cara pelaksanaan pemeriksaan aspal dapat dilihat pada lampiran I-A.

3.2. PEMERIKSAAN TERHADAP AGREGAT.

3.2.1. Pemeriksaan Agregat Kasar.

1. Pemeriksaan abrasi dengan mesin Los Angeles untuk mengetahui ketahanan agregat kasar.
2. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan untuk mengetahui besarnya density dan prosen penyerapan agregat.
3. Analisa ayakan untuk mengetahui gradasi agregat.

Tata cara pemeriksaan agregat kasar dapat dilihat pada lampiran I-B.

3.2.2. Pemeriksaan Agregat Halus

Pemeriksaan dilakukan pada agregat pasir alam.

1. Analisa ayakan untuk mengetahui gradasi agregat.



2. Berat jenis dan penyerapan untuk mengetahui besarnya density dan prosen penyerapan agregat.

Tata cara pemeriksaan agregat halus dapat dilihat pada lampiran I-B

3.3. MIX DESAIN CAMPURAN

Setelah persyaratan agregat campuran dipenuhi, maka langkah selanjutnya ialah membuat rencana campuran dan benda uji yang dimaksud. Dalam Tugas Akhir ini dibuat rencana campuran aspal dengan 2 (dua) metode pencampuran yaitu :

1. Metode Laston (AC)
2. Metode Laston (HRS)

Selain itu pada masing – masing metode tersebut juga dilakukan 4 macam variasi benda uji yaitu sebagai berikut

- Metode Laston (AC)
 1. Langkah 1 (Mencari kadar aspal optimum)

Untuk mengetahui kadar aspal optimum yang nanti seterusnya digunakan untuk mix desain variasi campuran berikutnya.

Dibuat benda uji dengan ketentuan :

 - a. Gradasi agregat Bina Marga V
 - b. Penetrasi aspal 60 / 70
 - c. Kadar aspal divariasi dengan selang 0.5 %, sampai diperoleh 5 variasi kadar aspal
 - d. Setelah itu dilakukan tes Marshall untuk mendapatkan kadar aspal terbaik.
 2. Langkah 2 (Variasi penetrasi aspal)

Untuk mengetahui pengaruh penetrasi terhadap kualitas campuran

Dibuat benda uji dengan ketentuan :

 - a. Gradasi agregat Bina Marga V (sama dengan langkah no 1).
 - b. Kadar aspal terbaik dari langkah no 1.
 - c. Penetrasi aspal divariasi (30/40, 60/70 dan 80/100).



3. Langkah 3 (Variasi gradasi campuran)

Untuk mengetahui pengaruh gradasi agregat Bina Marga terhadap kualitas campuran.

Dibuat benda uji dengan ketentuan :

- a. Kadar aspal terbaik dari langkah no 1
- b. Penetrasi aspal 60/70.
- c. Gradasi agregat Bina Marga divariasi sebanyak 3 variasi gradasi agregat (BM II, BM V dan BM IX).

4. Langkah 4 (Variasi tumbukan)

Untuk mengetahui pengaruh jumlah tumbukan terhadap kualitas campuran.

Dibuat benda uji dengan ketentuan :

- a. Komposisi campuran sama dengan langkah no 1, tetapi dengan kadar aspal terbaik.
- b. Dibuat variasi jumlah tumbukan 75 x, 150 x, dan 300 x.

▪ Metode Lataston (HRS)

1. Langkah 1 (Variasi kadar filler)

Untuk mengetahui pengaruh kadar filler terhadap kualitas campuran.

Dibuat benda uji dengan ketentuan :

- a. Gradasi agregat HRS – WC (*wearing course*)
- b. Kadar aspal ditentukan 8%.
- c. Penetrasi aspal 60/70.
- d. kadar filler divariasi (6 %, 9 % dan 12 %)

2. Langkah 2 (Variasi penetrasi aspal)

Untuk mengetahui pengaruh penetrasi terhadap kualitas campuran.

Dibuat benda uji dengan ketentuan :

- a. Gradasi agregat HRS – WC (*wearing course*)
- b. Kadar aspal ditentukan 8 %
- c. Penetrasi aspal divariasi (30/40, 60/70 dan 80/100)



3. Langkah 3 (Variasi jenis Filler)

Untuk mengetahui pengaruh jenis filler terhadap kualitas campuran

Dibuat benda uji dengan :

- a. Gradasi agregat HRS – WC (*wearing course*)
- b. Kadar aspal ditentukan 8 %
- c. Penetrasi aspal 60/70
- d. Jenis filler divariasi (Abu batu, Semen, Kapur, Lempung)

4. Langkah 3 (Variasi tumbukan).

Untuk mengetahui pengaruh jumlah tumbukan terhadap kualitas campuran

Dibuat benda uji dengan :

- a. Gradasi agregat HRS – WC (*wearing course*)
- b. Kadar aspal ditentukan 8 %
- c. Penetrasi aspal 60/70
- d. Jumlah tumbukan divariasi (75x, 150x, 300x)

Pada masing masing variasi dari kedua metode diatas dibuat 4 benda uji. 2 benda uji ditambah bahan aditif BP-a sebesar 2,5 % dari total berat campuran dan 2 benda uji yang lain tanpa BP-a.

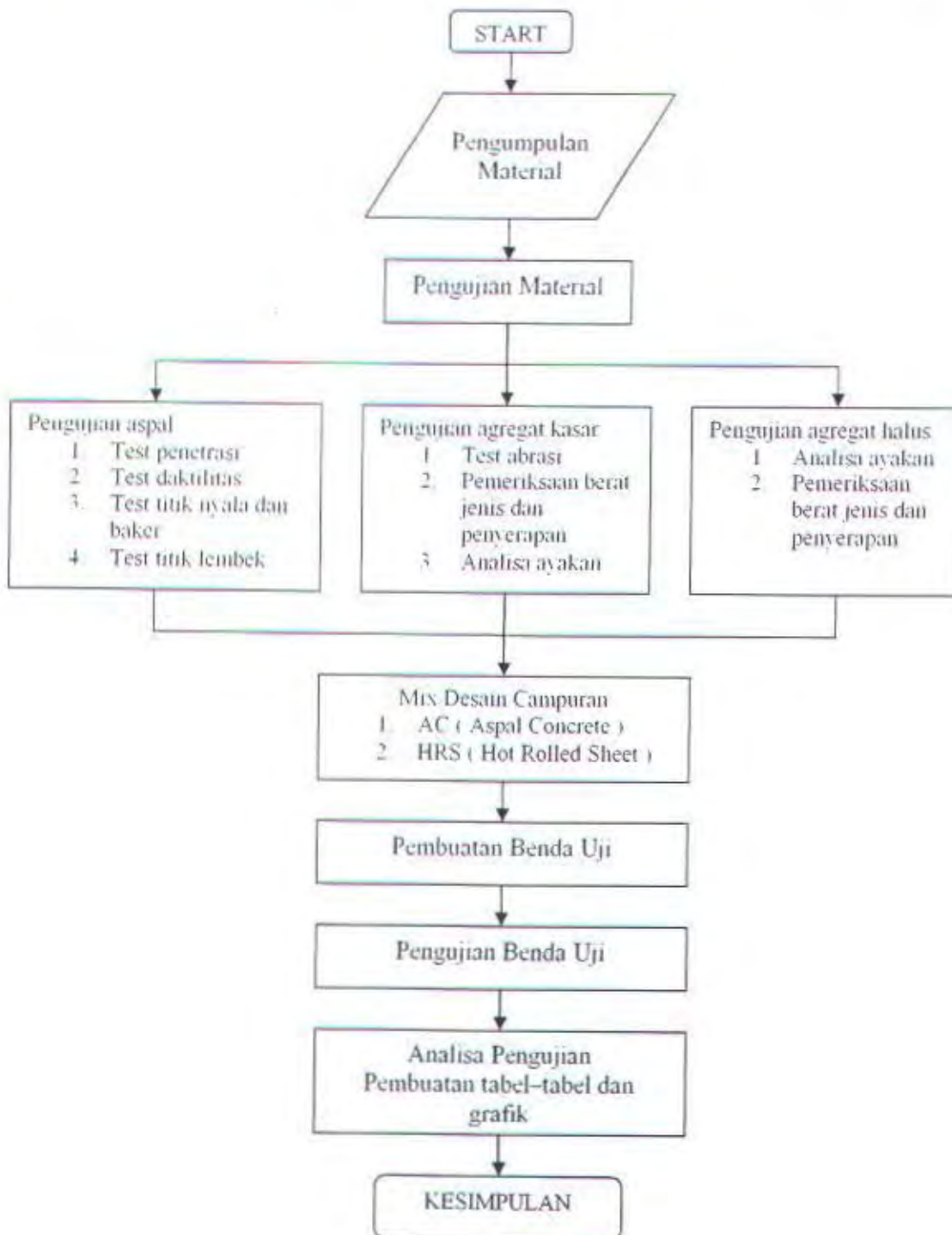
3.4 PEMERIKSAAN BENDA UJI

Pemeriksaan benda uji yang telah dilaksanakan adalah sebagai berikut :

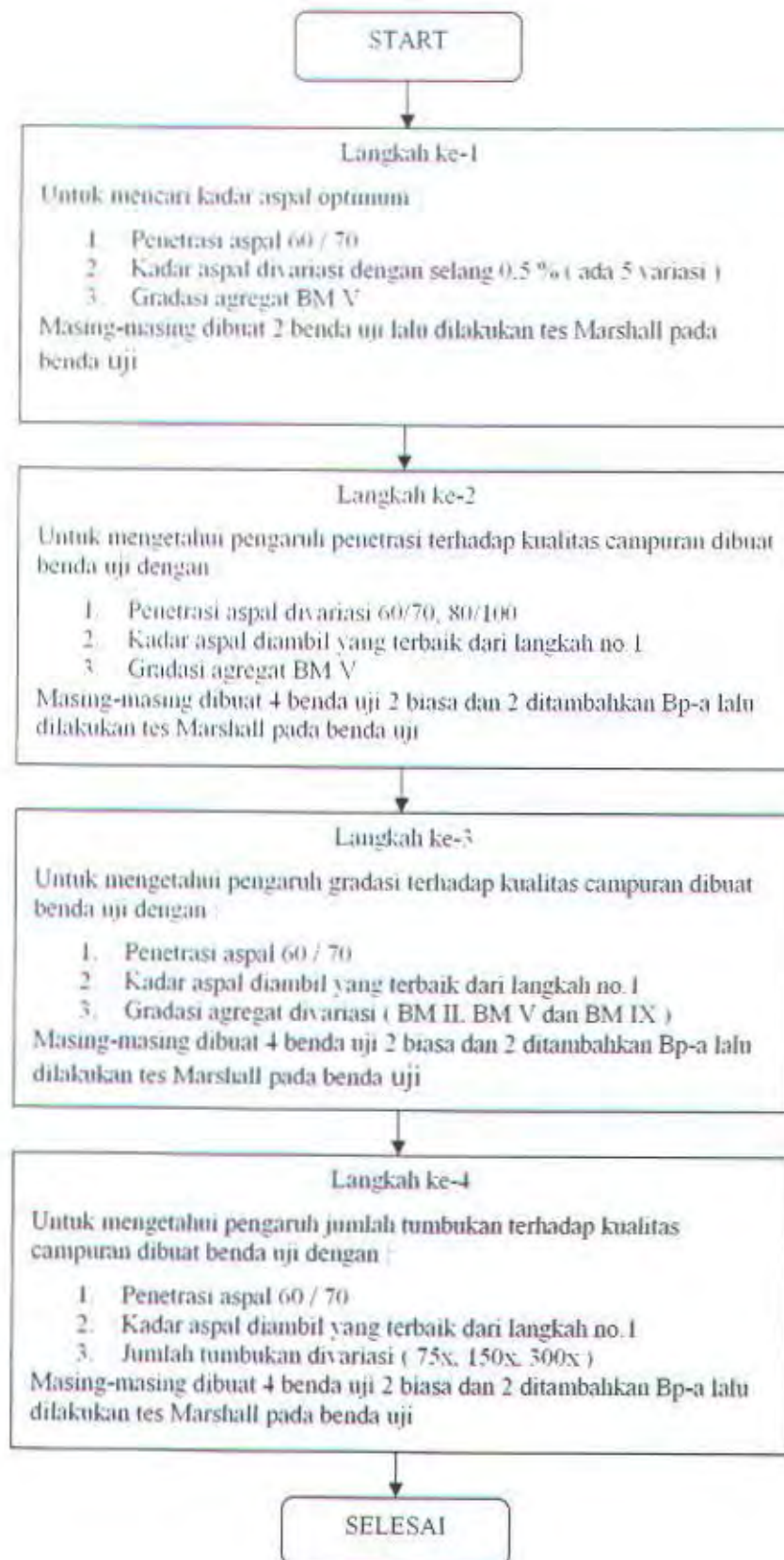
1. Pemeriksaan berat benda ijin kering di udara, berat benda uji kering permukaan (SSD), berat benda uji di dalam air untuk mengetahui density, kadar air void (AV), kadar air void in mineral aggregate (VMA) dalam campuran. Hasil pemeriksaan dan perhitungannya dapat dilihat pada lampiran III



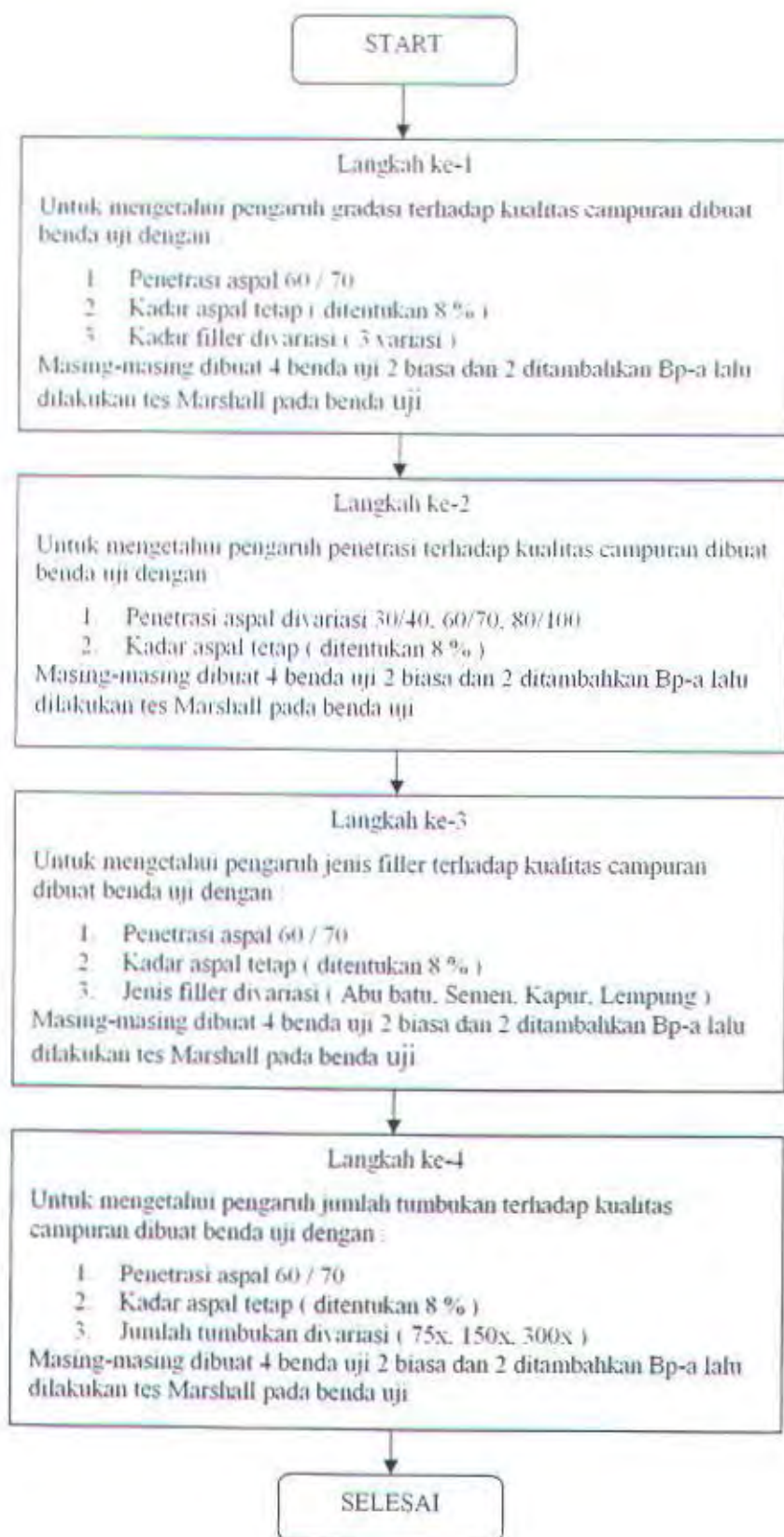
2. Pemeriksaan Test Marshall untuk mengetahui stabilitas, flow, dan Marshall Quotient. Hasil pemeriksaan dan perhitungannya dapat dilihat pada lampiran III
3. Pembuatan tabel dan dan grafik serta analisa hubungan antara :
 - Hubungan Stabilitas & Flow
 - Hubungan Stabilitas & Rongga Terisi Aspal (RTA)
 - Hubungan Stabilitas & Air Void (AV)
 - Hubungan Stabilitas & Variasi Campuran
 - Hubungan Flow & Variasi Campuran
 - Hubungan Rongga Terisi Aspal (RTA) & Variasi Campuran
 - Hubungan Air Void (AV) & Variasi Campuran
4. Kesimpulan



Gambar 3.1 Flow Chart Metode Penelitian



Gambar 3.2 Flow Chart dari metode AC



Gambar 3.3 Flow Chart dari metode HRS

BAB IV

HASIL DAN ANALISA PENGUJIAN



BAB IV

HASIL DAN ANALISA PENGUJIAN

Dengan mengikuti manual yang telah diisyaratkan, maka pemeriksaan terhadap material untuk campuran dapat disusun sebagai berikut :

4.1. HASIL PEMERIKSAAN ASPAL

4.1.1. Test Penetrasi

Pemeriksaan penetrasi dimaksudkan untuk menentukan penetrasi bitumen keras atau lembek dengan memasukkan jarum penetrasi ukuran tertentu, beban dan waktu tertentu ke dalam bitumen pada suhu tertentu pula.

Hasil percobaan, sebagaimana pada tabel 4.1, tabel 4.2 dan tabel 4.3 didapatkan nilai rata – rata penetrasi untuk aspal penetrasi 30/40 adalah sebesar 34,7 artinya selama 5 detik jarum bergerak menembus aspal sedalam 3,47 mm dan untuk aspal penetrasi 60/70 adalah sebesar 66,5 artinya selama 5 detik jarum bergerak menembus aspal sedalam 6,65 mm. Sedangkan untuk aspal penetrasi 80/100 adalah sebesar 90,4 artinya selama 5 detik jarum bergerak menembus aspal sedalam 9,04 mm

Angka penetrasi yang disyaratkan untuk pen 30/40 adalah antara 30 – 40, maka aspal yang diuji memenuhi syarat untuk digunakan dalam campuran ($30 < 34,7 < 40$) dan angka penetrasi yang disyaratkan untuk pen 60/70 adalah antara 60 – 70, maka aspal yang diuji memenuhi syarat untuk digunakan dalam campuran ($60 < 66,5 < 70$). Sedangkan angka penetrasi yang disyaratkan untuk aspal pen 80/100 adalah antara 80 – 100, maka aspal yang diuji memenuhi syarat untuk digunakan dalam campuran ($80 < 90,4 < 100$).



Tabel 4.1 Penetrasi aspal 30/40

No. pengujian	Penetrasi		Keterangan
	I	II	
1	33	36	Penetrasi rata - rata aspal yang diuji = (34 + 35,4)
2	34	35	
3	35	35	
4	34	36	2
5	34	35	
Rata - rata	34	35.4	34.7

Tabel 4.2 Penetrasi aspal 60/70

No. pengujian	Penetrasi		Keterangan
	I	II	
1	65	66	Penetrasi rata - rata aspal yang diuji = (66,6 + 66,4)
2	67	66	
3	68	67	
4	66	67	2
5	67	66	
Rata - rata	66.6	66.4	66.5

Tabel 4.3 Penetrasi aspal 80/100

No. pengujian	Penetrasi		Keterangan
	I	II	
1	90	89	Penetrasi rata - rata aspal yang diuji = (90,8 + 90)
2	91	90	
3	92	90	
4	90	90	2
5	91	91	
Rata - rata	90.8	90	90.4

Keterangan : penetrasi pada suhu 25° C, untuk berat jarum penetrasi 100 gr, selama 5 detik, untuk pembacaan dengan interval 0,1 mm



4.1.2. Test Daktilitas Aspal

maksud pemeriksaan ini untuk mengukur jarak terpanjang yang dapat ditarik antara dua cetakan yang berisi bitumen keras sebelum putus pada suhu dan kecepatan tarik tertentu, kegunaan :

1. Untuk mengetahui daya penguluran dari suatu jenis aspal. Aspal yang mampu mempunyai daktilitas tinggi biasanya mempunyai sifat semen yang aktif dan banyak terpengaruhi oleh suhu.
2. Hubungannya dengan pelaksanaan adalah untuk menentukan jenis aspal yang dipakai berkaitan dengan sifat kerapuhannya. Aspal yang baik daktilitasnya lebih besar dari 100 cm dengan tarikan 5 cm/menit.

Hasil pemeriksaan, sebagaimana pada tabel 4.4, tabel 4.5 dan tabel 4.6, daktilitas rata - rata aspal uji adalah **82,5 cm** > 75 cm untuk pen 30/40 dan **114,5 cm** > 100 cm untuk pen 60/70 sedangkan **139,5 cm** > 100 cm untuk pen 80/100, maka aspal yang diuji memenuhi syarat untuk digunakan dalam campuran.

Tabel 4.4 Daktilitas aspal pen 30/40

No. pengujian	II	Keterangan
1	80	
2	85	
Rata - rata	82.5	

Tabel 4.5 Daktilitas aspal pen 60/70

No. pengujian	II	Keterangan
1	115	
2	114	
Rata - rata	114.5	



Tabel 4.6 Daktilitas aspal pen 80/100

No. pengujian	hasil uji	Keterangan
1	139	
2	140	
Rata - rata	139.5	

Keterangan penetrasi pada suhu 25° C, kecepatan 5 cm/detik.

4.1.3. Test Titik Lembek Aspal

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui suhu titik lembek aspal. Titik lembek adalah suhu pada saat bola baja dengan berat tertentu mendesak turun suatu lapisan aspal yang tertahan dalam cincin berukuran tertentu, sehingga aspal itu menyentuh pelat dasar yang terletak dibawah cincin pada besaran waktu tertentu, sebagai akibat pemanasan dengan kepadatan tertentu. Dari hasil pengujian di laboratorium deapat dilihat pada tabel 4.7, tabel 4.8 dan tabel 4.9.

Tabel 4.7 Titik lembek aspal pen 30/40

No.	Suhu yang diamati °C	Waktu (detik)		Titik lembek °C		Titik lembek °C Rata - rata
		a	b	a	b	
1	5	60	60			
2	10	120	120			
3	15	180	180			
4	20	240	240			
5	25	300	300			
6	30	360	360			
7	35	420	420			
8	40	480	480			
9	45	540	540			
10	50	600	600			
11	55	660	660			
12	60	720	720	62	63	62.5
13	65	780	780			



Tabel 4.8 Titik lembek aspal pen 60/70

No.	Suhu yang diamati °C	Waktu (detik)		Titik lembek °C		Titik lembek °C Rata - rata
		a	b	a	b	
1	5	60	60			
2	10	120	120			
3	15	180	180			
4	20	240	240			
5	25	300	300			
6	30	360	360			
7	35	420	420			
8	40	480	480			
9	45	540	540			
10	50	600	600			
11	55	660	660	54	56,5	55.75

Tabel 4.9 Titik lembek aspal pen 80/100

No.	Suhu yang diamati °C	Waktu (detik)		Titik lembek °C		Titik lembek °C Rata - rata
		a	b	a	b	
1	5	60	60			
2	10	120	120			
3	15	180	180			
4	20	240	240			
5	25	300	300			
6	30	360	360			
7	35	420	420			
8	40	480	480			
9	45	540	540			
10	50	600	600	51	52	51.5
11	55	660	660			

Hasil pemeriksaan titik lembek rata – rata aspal uji adalah $51^{\circ}\text{C} < 62,5^{\circ}\text{C} < 63^{\circ}\text{C}$ untuk pen 30/40 dan $48^{\circ}\text{C} < 55,75^{\circ}\text{C} < 58^{\circ}\text{C}$ untuk pen 60/70. Sedangkan $46^{\circ}\text{C} < 51,5^{\circ}\text{C} < 54^{\circ}\text{C}$ untuk pen 80/100.



4.1.4. Test Titik Nyala

Titik nyala adalah suhu pada saat terlihat nyala singkat pada suhu titik di atas aspal. Dari hasil pengujian di laboratorium dapat dilihat pada tabel 4.10, tabel 4.11 dan tabel 4.12.

Tabel 4.10 Titik nyala dan bakar aspal pen 30/40

No.	°C dibawah titik nyala	waktu (detik)	Temperatur °C	Titik nyala/ bakar
1	106	60	250	340°C Titik nyala
2	101	120	255	
3	96	180	260	
4				
15	36	900	320	
16	31	960	325	
17	26	1020	330	
18	21	1080	335	
19	16	1140	340	
20	11	1200	345	
21	6	1260	350	
22	1	1320	355	355°C Titik bakar

Tabel 4.11 Titik nyala dan bakar aspal pen 60/70

No.	°C dibawah titik nyala	waktu (detik)	Temperatur °C	Titik nyala/ bakar
1	56	60	250	287°C Titik nyala 302°C Titik bakar
2	51	120	255	
3	46	180	260	
4	41	240	265	
5	36	300	270	
6	31	360	275	
7	26	420	280	
8	21	480	285	
9	16	540	290	
10	11	600	295	
11	6	660	300	
12	1	720	305	

MILIA GELANGSARI
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH - NOPEMBER





Tabel 4.12 Titik nyala dan bakar aspal pen 80/100

No.	°C dibawah titik nyala	waktu (detik)	Temperatur °C	Titik nyala/ bakar
1	56	60	250	292°C Titik nyala 305°C Titik bakar
2	51	120	255	
3	46	180	260	
4	41	240	265	
5	36	300	270	
6	31	360	275	
7	26	420	280	
8	21	480	285	
9	16	540	290	
10	11	600	295	
11	6	660	300	
12	1	720	305	

Persyaratan Bina Marga untuk titik nyala adalah min 200°C (untuk pen 30/ 40 dan pen 60/70) dan min 225°C (untuk pen 80/100), maka aspal uji memenuhi syarat dan dapat dipakai untuk aspal campuran.

4.2. PEMERIKSAAN AGREGAT

4.2.1. Abrasi Agregat

Menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan menggunakan mesin " Los Angeles " . Keausan tersebut dinyatakan dengan perbandingan antara berat bahan aus lewat saringan No.12 terhadap berat semula dalam prosentase. Hasil pengujian di laboratorium dapat dilihat pada tabel 4.13.

Tabel 4.13 Test (Abrasi tipe C)

Ukuran Saringan		Berat (gram) (I)		Berat (gram) (II)	
Lolos	Tertahan	sebelum	sesudah	sebelum	sesudah
1"	3/4"				
3/4"	1/2"				
1/2"	3/8"	2500		2500	
3/8"	No.4	2500		2500	
No.4	No.8				
	No.12		3677,5		3655



Keterangan

- Jumlah bola besi = 8 buah
- Berat bola = 3330 ± 20 gram
- Jumlah putaran = 500 x

Perhitungan hasil test abrasi :

$$\begin{aligned} 2. \text{ material (1) yang aus} &= 5000 - 3677,5 \\ &= 1322,5 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ keausan} &= (1322,5/5000) \times 100 \% \\ &= 26,45 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. \text{ material (2) yang aus} &= 5000 - 3655 \\ &= 1345 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ keausan} &= (1345/5000) \times 100 \% \\ &= 26,9 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Hasil rata - rata } \% \text{ keausan} &= (26,45 + 26,9) / 2 \\ &= 26,675 \% < 40 \% \end{aligned}$$

Persyaratan Bina Marga untuk abrasi adalah max 40 %, maka agregat kasar memenuhi syarat dan dapat dipakai untuk campuran aspal.

4.2.2 Analisa saringan

Analisa saringan dilakukan tujuannya adalah untuk menentukan pembagian butir. Hasil pengujian dapat dilihat pada lampiran II tabel A.1, A.2, A.3, A.7,A.8,A.9,A.12,A.13 dan A.14 (untuk metode AC).

4.2.3 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis (*bulk*), berat jenis kering permukaan jenuh (*saturated surface dry*), berat jenis semua (*apparent*) dari agregat kasar.



Berat Jenis (*bulk specific gravity*) ialah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.

Berat jenis kering permukaan (SSD) ialah perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dan berat air suling.

Berat jenis semu (*apparent specific gravity*) ialah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering pada suhu tertentu.

Penyerapan ialah prosentase berat air yang dapat diserap pori terhadap berat agregat kering.

Hasil pengujian terhadap agregat di laboratorium dapat dilihat pada tabel di bawah ini

Tabel 4.14 Berat jenis dan penyerapan agregat kasar

Jenis Pengujian	Percobaan		Rata-rata
	I	II	
Berat benda uji kering oven gram (Bk)	5000		
Berat benda uji kering permukaan jenuh gram (Bj)	5087		
Berat benda uji dalam air gram (Ba)	3216		
Berat jenis (<i>bulk spec.gravity</i>) = $Bk / (Bj - Ba)$	2.672		
Berat jenis SSD = $Bj / (Bj - Ba)$	2.719		
Berat jenis semu (<i>app.spec.garvity</i>) = $Bk / (Bk - Ba)$	2.803		
Penyerapan = $(Bj - Bk) / Bk \times 100 \%$	1.74		

4.2.4 Berat jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis (*bulk*), berat jenis kering permukaan jenuh (*saturated surface dry*), berat jenis semua (*apparent*) dari agregat halus.



Berat Jenis (*bulk specific gravity*) ialah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu

Berat jenis kering permukaan (SSD) ialah perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dan berat air suling.

Berat jenis semu (*apparent specific gravity*) ialah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering pada suhu tertentu.

Penyerapan ialah prosentase berat air yang dapat diserap pori terhadap berat agregat kering.

Hasil pengujian terhadap agregat di laboratorium dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

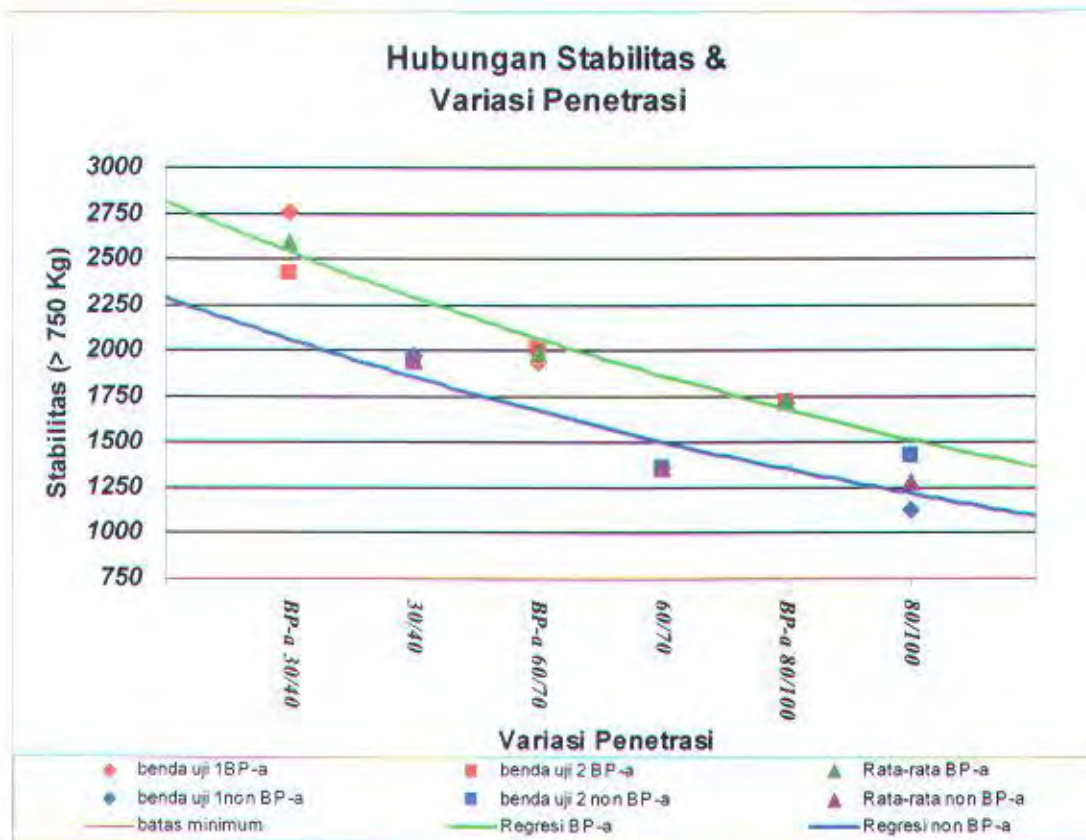
Tabel 4.15 Berat jenis dan penyerapan agregat halus

Jenis Pengujian	Percobaan		Rata-rata
	I	II	
Berat benda uji kering permukaan jenuh 500 gram	500		
Berat picnometer + air suling gram (B)	632.9		
Berat picnometer + benda uji SSD + air gram (Bt)	948.1		
Berat benda uji kering oven	486.9		
Berat jenis (<i>bulk spec. gravity</i>) = $B_k / (B + 500 - B_t)$	2.635		
Berat jenis SSD = $500 / (B + 500 - B_t)$	2.706		
Berat jenis semu (<i>app. spec. garvity</i>) = $B_k / (B + B_k - B_t)$	2.836		
Penyerapan = $((500 - B_k) / B_k) \times 100 \%$	2.69		

4.3. Hasil dan Analisa Campuran

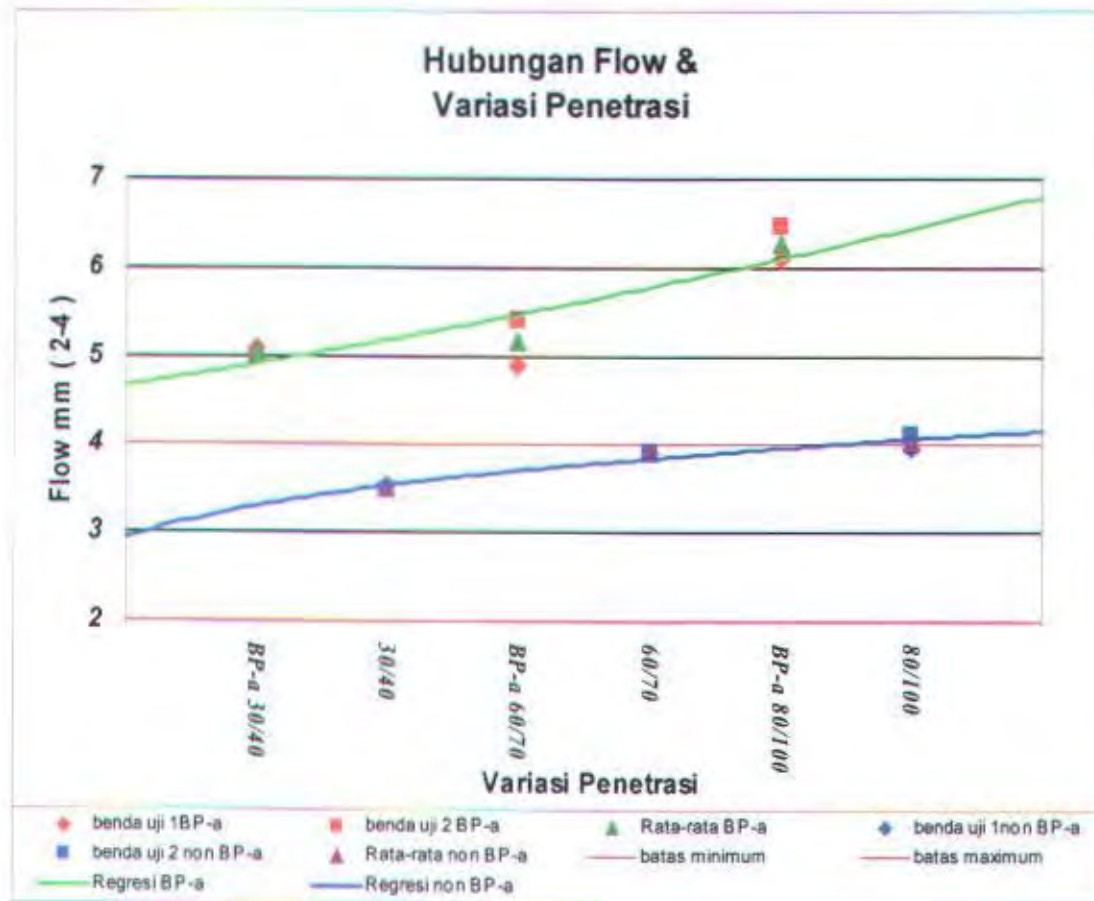
4.3.1. Campuran AC

1. Variasi Penetrasi



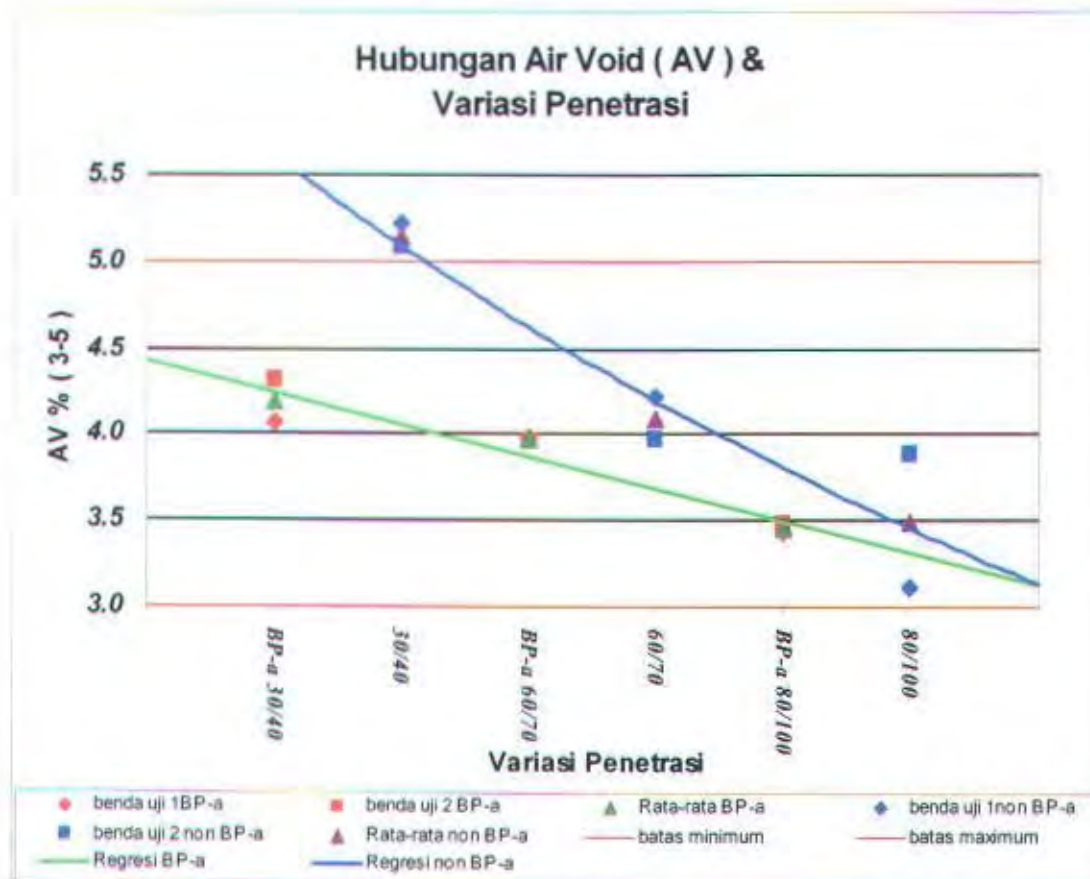
Gambar 4.1 Hubungan stabilitas & variasi penetrasi

Dari Gambar 4.1 di atas dapat dilihat bahwa seluruh variasi penetrasi aspal memberikan nilai stabilitas campuran yang memenuhi syarat Bina Marga ($> 750 \text{ Kg}$). Semakin besar nilai penetrasi aspal, stabilitas campuran yang dihasilkan semakin rendah. Hal ini disebabkan karena semakin besar nilai penetrasi aspal, aspal tersebut semakin lunak. Penggunaan BP-a ternyata memberikan nilai stabilitas campuran yang lebih tinggi dibanding benda uji tanpa BP-a. Dari gambar di atas juga dapat dilihat bahwa nilai stabilitas campuran tertinggi didapat dari variasi penetrasi 30/40 dengan menggunakan BP-a. Sedangkan hasil terendah didapat dari variasi penetrasi 80/100 tanpa menggunakan BP-a. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Lampiran III tabel A.2, A.3 dan A.4.



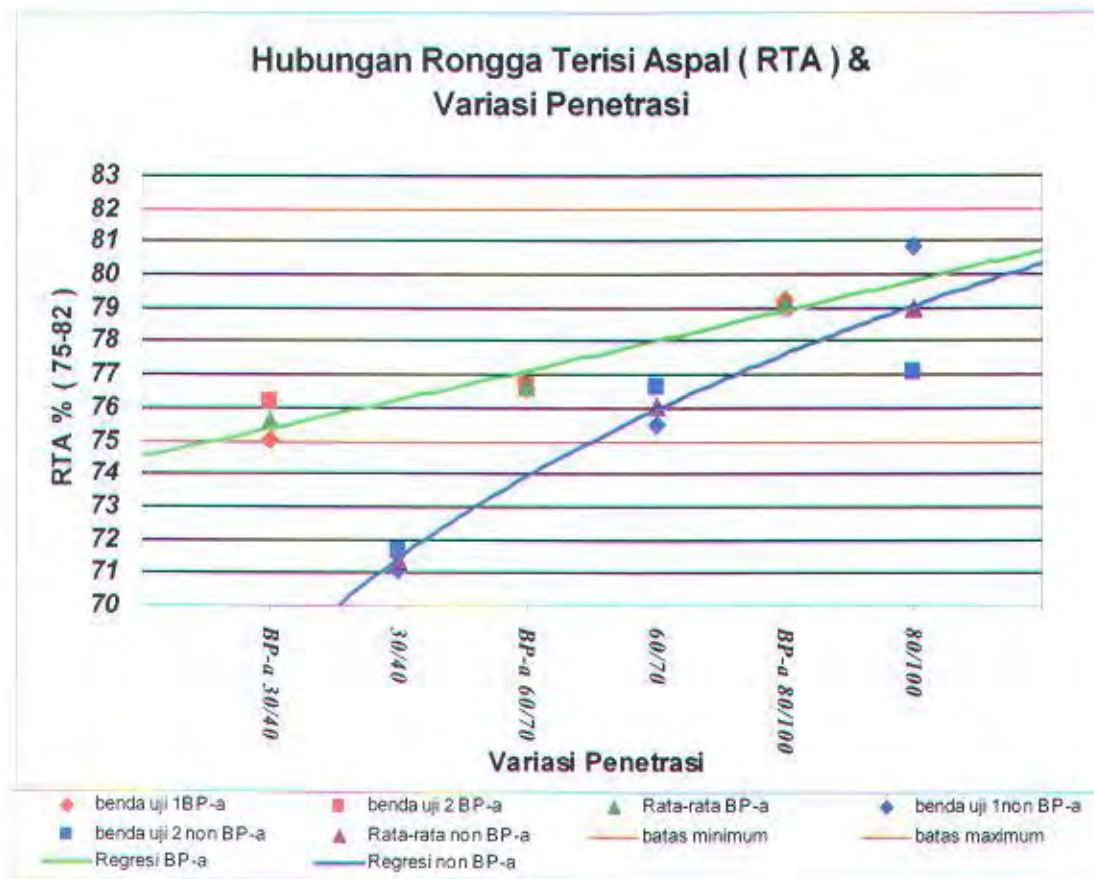
Gambar 4.2 Hubungan flow & variasi penetrasi

Dari Gambar 4.2 di atas, dapat dilihat bahwa dengan berbagai variasi penetrasi aspal, hampir tidak memberikan perbedaan nilai flow yang sangat jauh. Tetapi semakin besar nilai penetrasi aspal, semakin tinggi pula nilai flow yang didapatkan. Penggunaan BP-a, ternyata memberikan nilai flow yang lebih tinggi dibandingkan dengan campuran yang tanpa menggunakan BP-a tetapi nilai flownya berada di luar persyaratan Bina Marga (2 - 4 mm). Hal ini mungkin terjadi karena adanya penambahan kadar aspal dari BP-a sehingga membuat nilai flownya semakin tinggi. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Lampiran III tabel A.2, A.3 dan A.4.



Gambar 4.3 Hubungan Air Void & variasi penetrasi

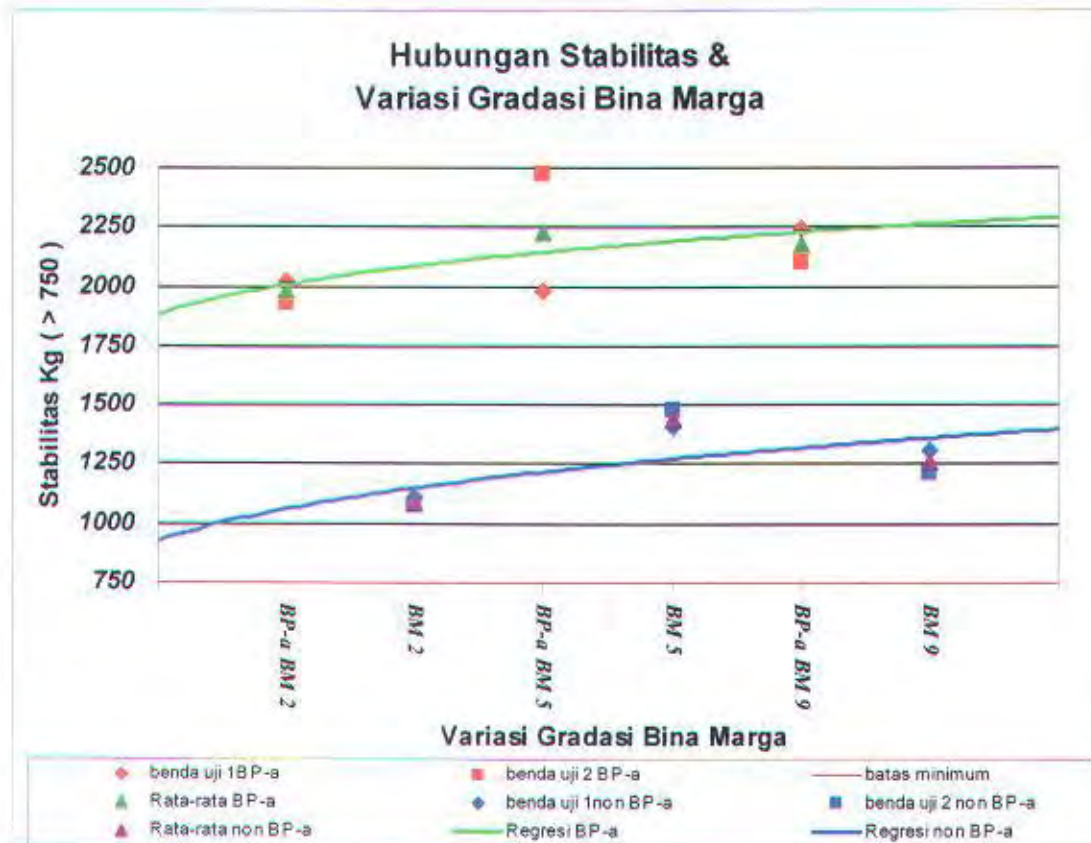
Dari Gambar 4.3 di atas, dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai penetrasi aspal yang digunakan, nilai AV yang dihasilkan akan semakin rendah. Untuk variasi penetrasi 30/40 tanpa menggunakan BP-a, nilai AV nya diluar persyaratan Bina Marga (3 – 5 %). Jika nilai AV > 5 %, air akan mudah meresap dalam perkerasan aspal dan menyebabkan ikatan antar butiran mudah lepas sehingga dapat mempercepat kerusakan jalan. Penggunaan BP-a ternyata memberikan nilai AV yang lebih rendah dibandingkan yang tanpa menggunakan BP-a. Untuk variasi penetrasi aspal 30/40, ternyata dengan penggunaan BP-a, mutu campuran yang dihasilkan lebih baik karena nilai AV nya memenuhi syarat. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Lampiran III tabel A.2, A.3 dan A.4.



Gambar 4.4 Hubungan Rongga terisi aspal & variasi penetrasi

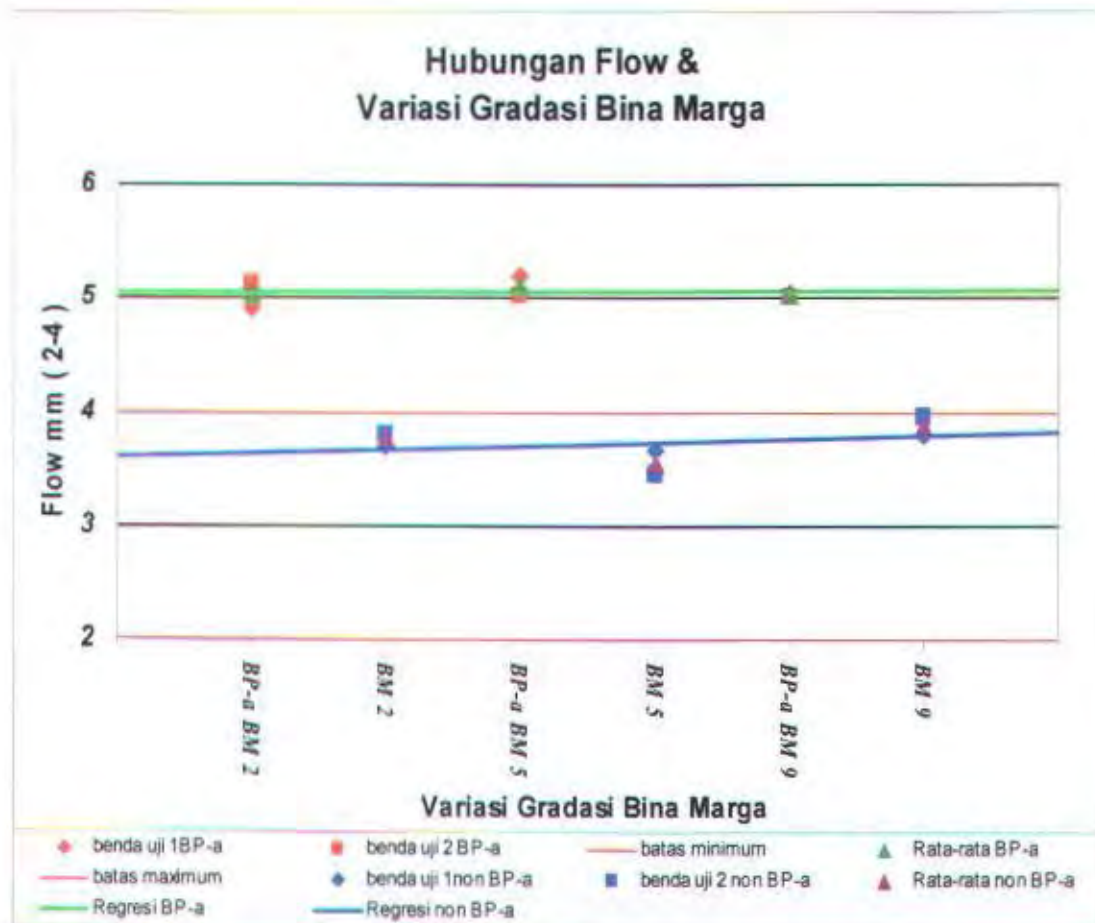
Dari Gambar 4.4 di atas, semakin besar nilai penetrasi aspal maka nilai RTA yang dihasilkan semakin tinggi. Variasi penetrasi memberikan nilai RTA yang sebagian besar telah memenuhi syarat (75 – 82 %), kecuali untuk benda uji dengan penetrasi 30/40 tanpa menggunakan BP-a. Untuk variasi penetrasi 30/40, nilai RTA nya cenderung rendah, karena aspal dengan penetrasi rendah mempunyai sifat lebih keras dibandingkan aspal dengan penetrasi tinggi. Karena sifatnya yang lebih keras maka aspal lebih sulit untuk masuk kedalam rongga antar agregat sehingga nilai RTA nya kecil. Selain itu, dalam pelaksanaan pencampuran, penggunaan aspal dengan penetrasi rendah lebih sulit pengerjaannya. Penggunaan BP-a memberikan nilai RTA yang cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan benda uji tanpa menggunakan BP-a. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Lampiran III tabel A.2, A.3 dan A.4.

2. Variasi Gradasi Bina Marga



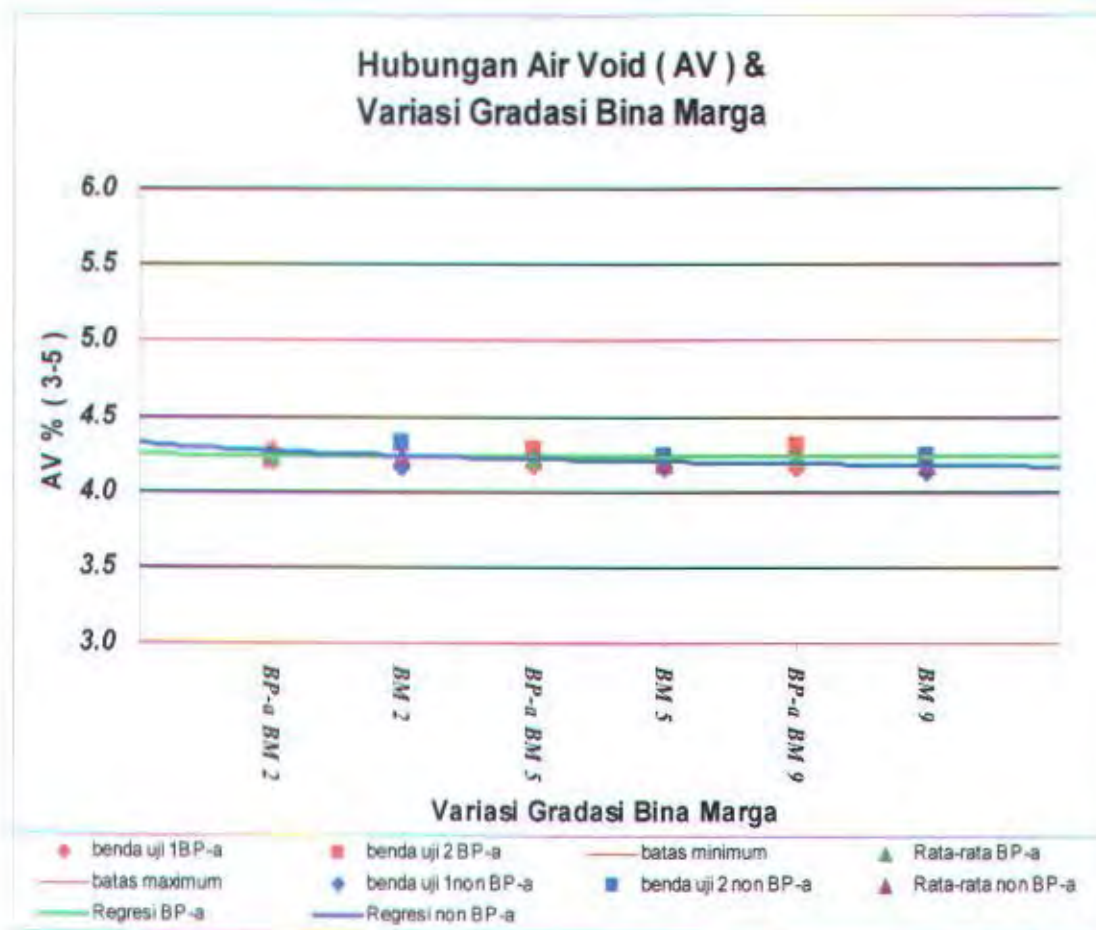
Gambar 4.5 Hubungan stabilitas & variasi gradasi Bina Marga

Dari Gambar 4.5 di atas dapat dilihat bahwa dengan berbagai variasi gradasi Bina Marga seluruhnya memberikan nilai stabilitas campuran yang memenuhi syarat Bina Marga (> 750 Kg). Untuk benda uji yang menggunakan BP-a, nilai stabilitasnya lebih tinggi dibandingkan dengan benda uji tanpa menggunakan BP-a. Untuk gradasi rapat (yang diwakili oleh BM V dan BM IX) nilai stabilitas cenderung lebih besar dibandingkan gradasi kasar (BM II). Untuk gradasi BM V memberikan nilai stabilitas campuran yang lebih tinggi dari BM IX, karena BM V mempunyai gradasi agregat yang lebih rapat dibanding BM IX. Hal ini menunjukkan, bahwa semakin besar nomor gradasi Bina Marga, belum tentu gradasinya semakin rapat. Jadi fungsi dari penomoran tersebut hanya untuk memberikan nama saja. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Lampiran III tabel A.5, A.6 dan A.7.



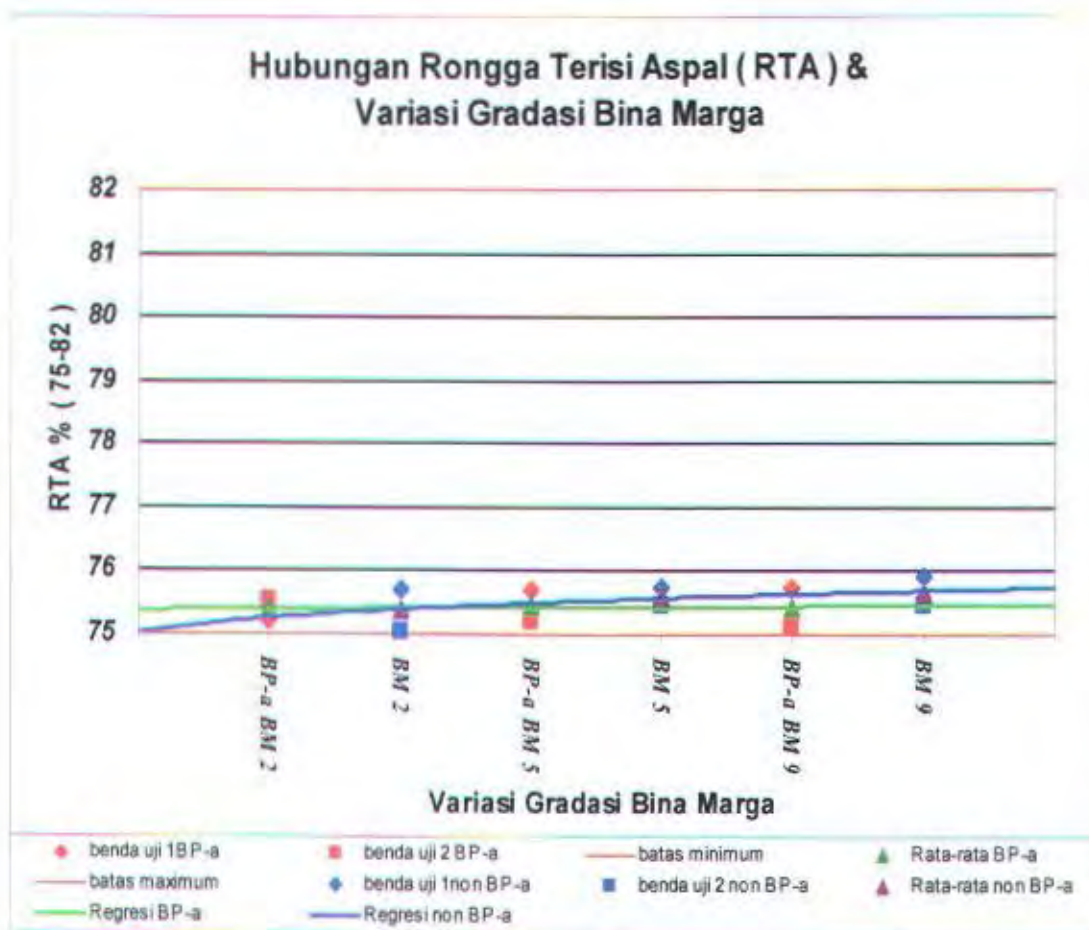
Gambar 4.6 Hubungan flow & variasi gradasi Bina Marga

Dari Gambar 4.6 diatas, dapat dilihat bahwa dengan berbagai variasi gradasi Bina Marga, hampir tidak memberikan perbedaan yang jauh pada nilai flownya. Hal ini kemungkinan terjadi disebabkan karena gradasi BM II, BM V dan BM IX semuanya adalah agregat dengan gradasi rapat. Walaupun BM II mewakili golongan bergradasi kasar sedangkan BM V, BM IX mewakili golongan bergradasi rapat, (BM V dan BM IX lebih rapat dari pada BM II), tapi semuanya itu sebenarnya bergradasi rapat. Penggunaan BP-a pada campuran menyebabkan nilai flownya tidak memenuhi syarat Bina Marga (2 - 4 mm). Hasil perhitungan dapat dilihat pada Lampiran III tabel A.5, A.6 dan A.7.



Gambar 4.7 Hubungan AV & variasi Bina Marga

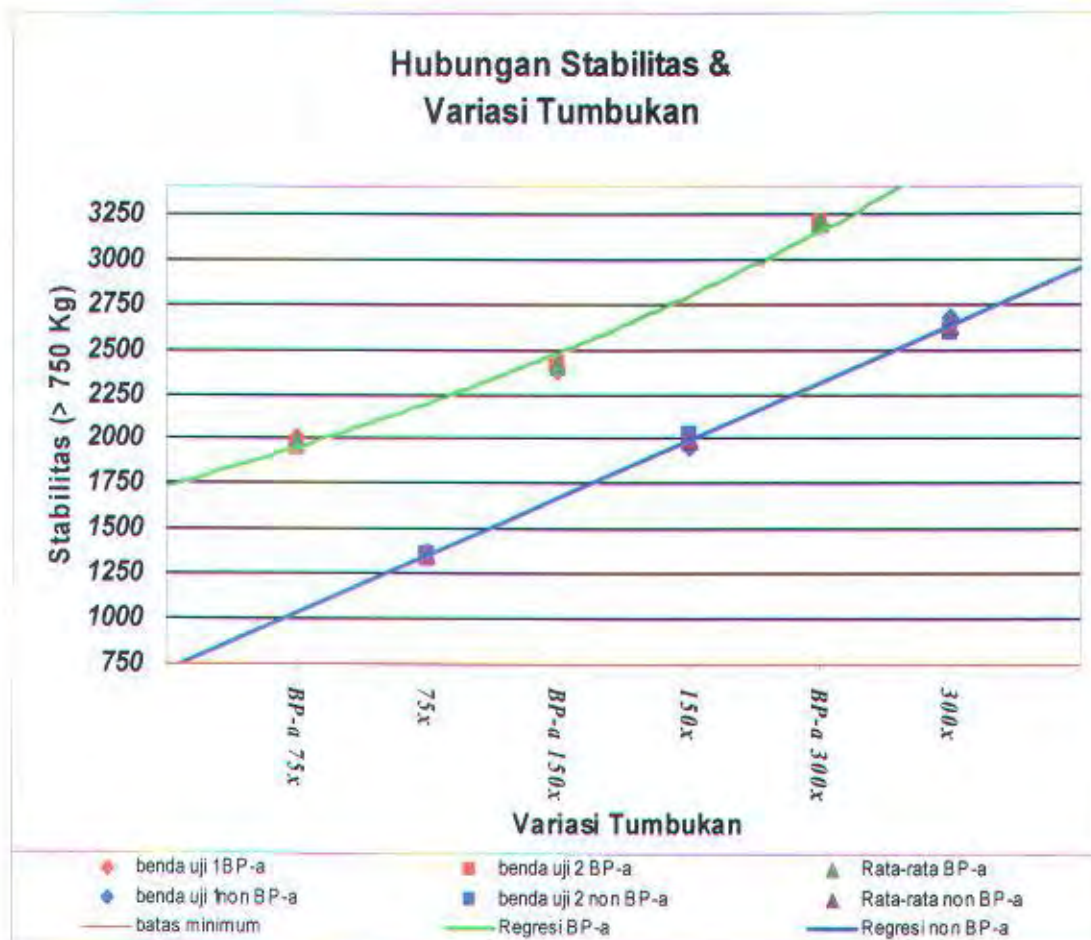
Dari Gambar 4.7 di atas, dapat dilihat bahwa dengan berbagai variasi gradasi Bina Marga, seluruhnya memberikan nilai AV yang memenuhi syarat Bina Marga (3 – 5 %) dan nilainya tidak berbeda jauh. Penggunaan BP-a pada benda uji memberikan nilai AV yang hampir sama dengan benda uji tanpa menggunakan BP-a. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Lampiran III tabel A.5, A.6 dan A.7.



Gambar 4.8 Hubungan RTA & variasi gradasi Bina Marga

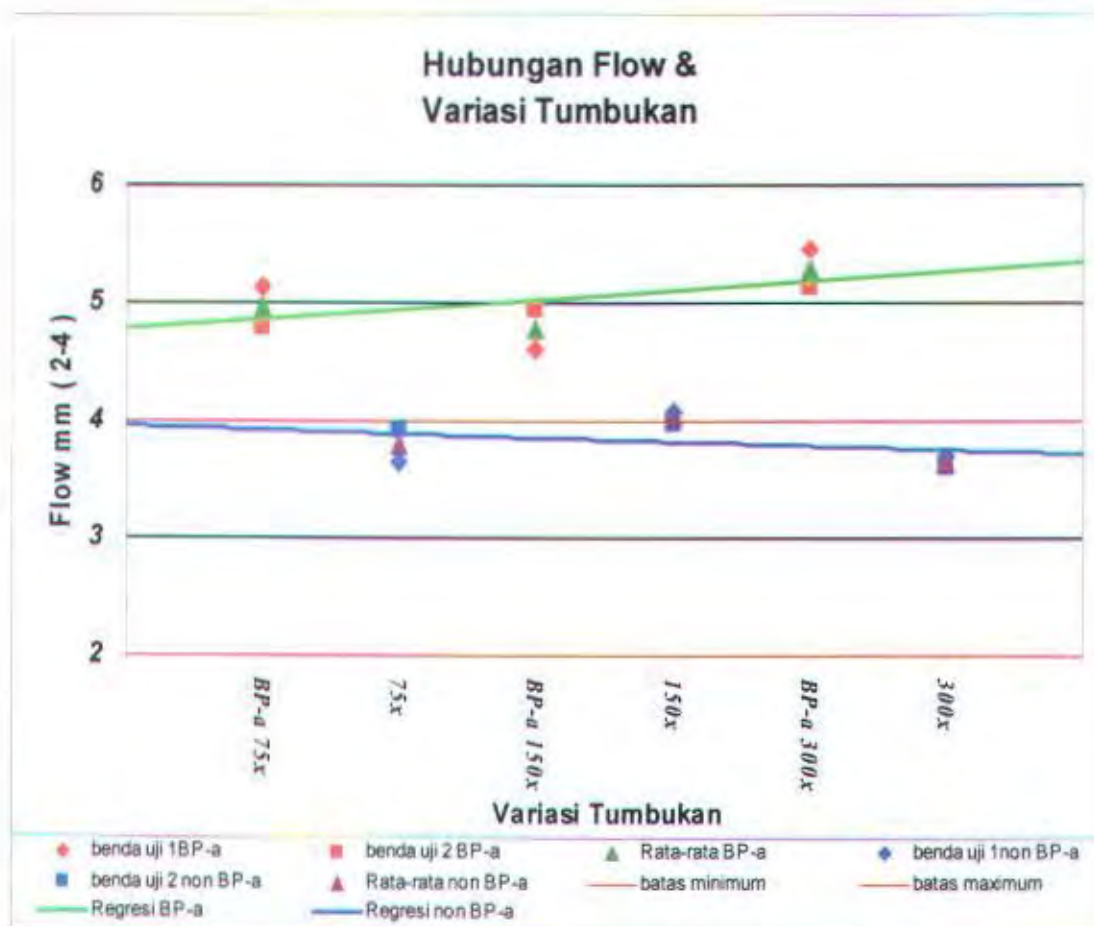
Dari Gambar 4.8 di atas, dapat dilihat bahwa variasi gradasi Bina Marga memberikan nilai RTA yang memenuhi syarat (75 – 82 %), tetapi hampir mendekati batas bawah yaitu 75 %. Jika nilai RTA < 75 %, kemungkinan yang akan terjadi adalah jalan cepat rusak, karena aspal yang berfungsi sebagai pengikat antar agregat jumlahnya sedikit (rongga yang terisi aspal sangat sedikit) dan jika nilai RTA rendah maka nilai AV nya tinggi, hal ini dapat menyebabkan lapisan perkerasan jalan mudah dimasuki air (tidak kedap air), yang nantinya dapat mengakibatkan butiran agregat cepat lepas karena adanya air. Penggunaan BP-a pada campuran benda uji memeberikan nilai RTA yang cenderung lebih rendah dibanding dengan benda uji tanpa menggunakan BP-a. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Lampiran III tabel A.5, A.6 dan A.7.

3. Variasi Tumbukan



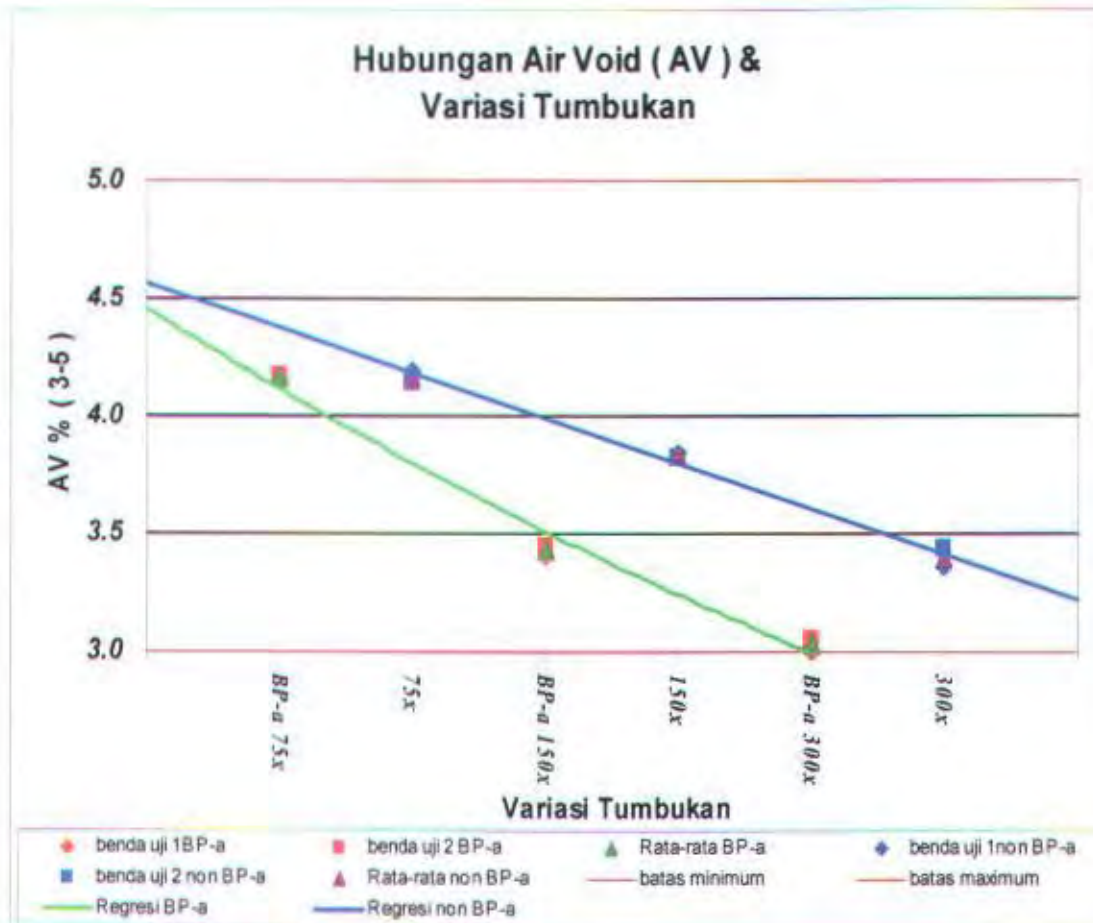
Gambar 4.9 Hubungan stabilitas & variasi tumbukan

Dari Gambar 4.9 di atas dapat dilihat bahwa variasi tumbukan mempengaruhi nilai stabilitas campuran. Makin banyak jumlah tumbukan, makin tinggi nilai stabilitas campuran dan seluruhnya memenuhi syarat ($> 750 \text{ Kg}$). Penggunaan BP-a dapat memepertinggi nilai stabilitas campuran. Nilai stabilitas campuran tertinggi diperoleh dari variasi tumbukan 300x dengan menggunakan BP-a. Dan nilai stabilitas campuran terendah diperoleh dari variasi tumbukan 75x tanpa menggunakan BP-a. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Lampiran III tabel A.8, A.9 dan A.10.



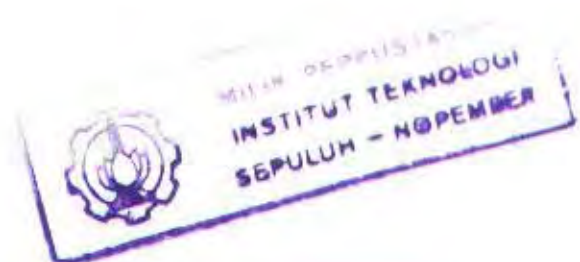
Gambar 4.10 Hubungan flow & variasi tumbukan

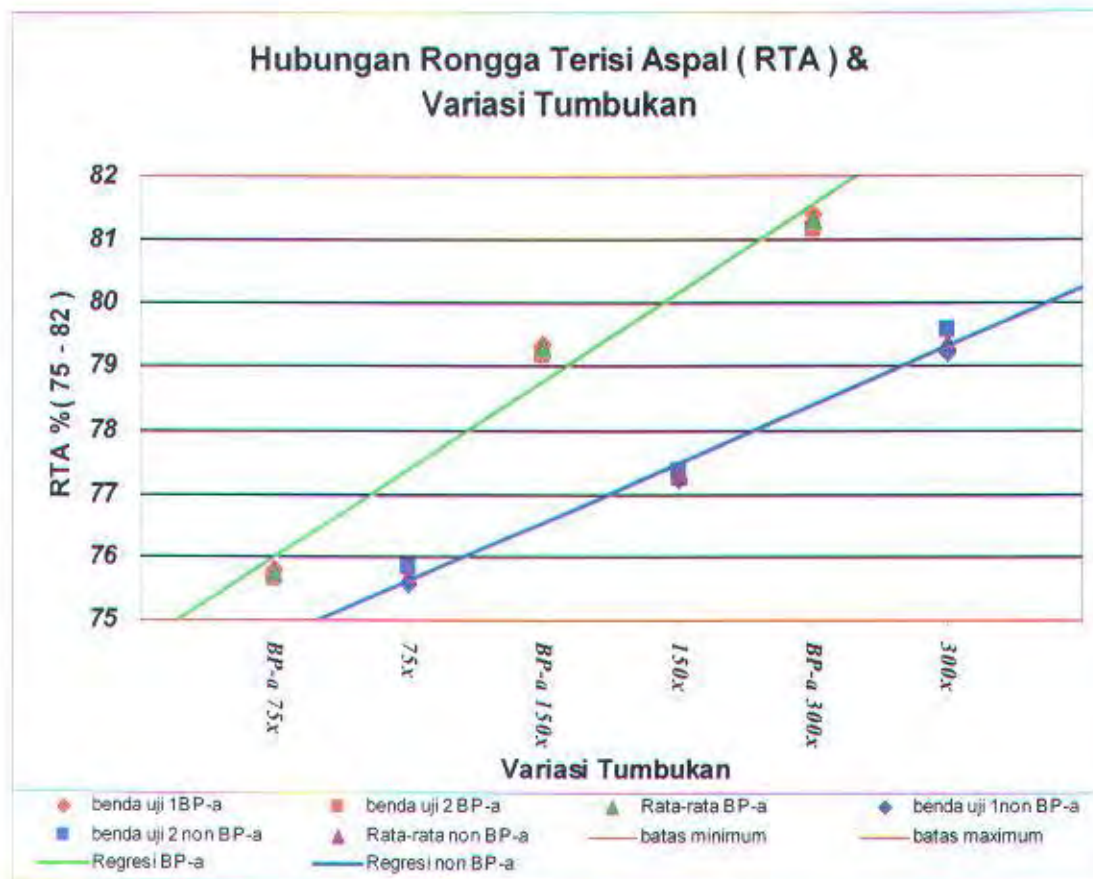
Dari Gambar 4.10 di atas, ternyata variasi tumbukan memberikan nilai flow yang tidak berbeda jauh. Penggunaan BP-a memberikan nilai flow yang lebih tinggi dibanding benda uji tanpa menggunakan BP-a dan nilainya tidak memenuhi syarat Bina Marga (2 – 4 mm), dan apabila jumlah tumbukan diperbanyak, nilai flow semakin naik. Untuk benda uji tanpa menggunakan BP-a nilai flownya memenuhi syarat (tetapi nilai flownya mendekati batas atas yaitu 4 mm) dan makin banyak jumlah tumbukan, nilai flow makin rendah. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Lampiran III tabel A.8, A.9 dan A.10.



Gambar 4.11 Hubungan Air Void & variasi tumbukan

Dari Gambar 4.11 di atas, dapat dilihat bahwa semakin banyak jumlah tumbukan maka nilai AV semakin rendah. Hal ini terjadi karena jika benda uji ditumbuk terus, rongga antar agregat akan semakin kecil dan akan menyebabkan nilai AV semakin kecil pula. Penggunaan BP-a memberikan nilai AV yang lebih rendah dibanding benda uji tanpa menggunakan BP-a. Variasi tumbukan memberikan nilai AV yang memenuhi syarat (3 – 5 %). Hasil perhitungan dapat dilihat pada Lampiran III tabel A.8, A.9 dan A.10.





Gambar 4.12 Hubungan Rongga terisi aspal & variasi tumbukan

Dari Gambar 4.12 di atas, dapat dilihat bahwa semakin banyak jumlah tumbukan maka nilai RTA semakin tinggi. Tetapi masih memberikan nilai RTA yang memenuhi syarat (75 – 82 %). Penggunaan BP-a memberikan nilai RTA yang lebih tinggi dibanding benda uji tanpa menggunakan BP-a Hasil perhitungan dapat dilihat pada Lampiran III tabel A.8, A.9 dan A.10.

Analisa akhir dari hasil penelitian dengan metode AC :

Manfaat dari penelitian yang telah dilakukan dengan berbagai variasi campuran adalah apabila dalam suatu campuran salah satu persyaratan atau semuanya tidak memenuhi, dapat dilakukan perubahan komposisi campuran dengan cara melakukan variasi terhadap benda uji agar semua persyaratan terpenuhi. Contoh kasus dapat diambil dari hasil penelitian dalam tugas akhir ini.

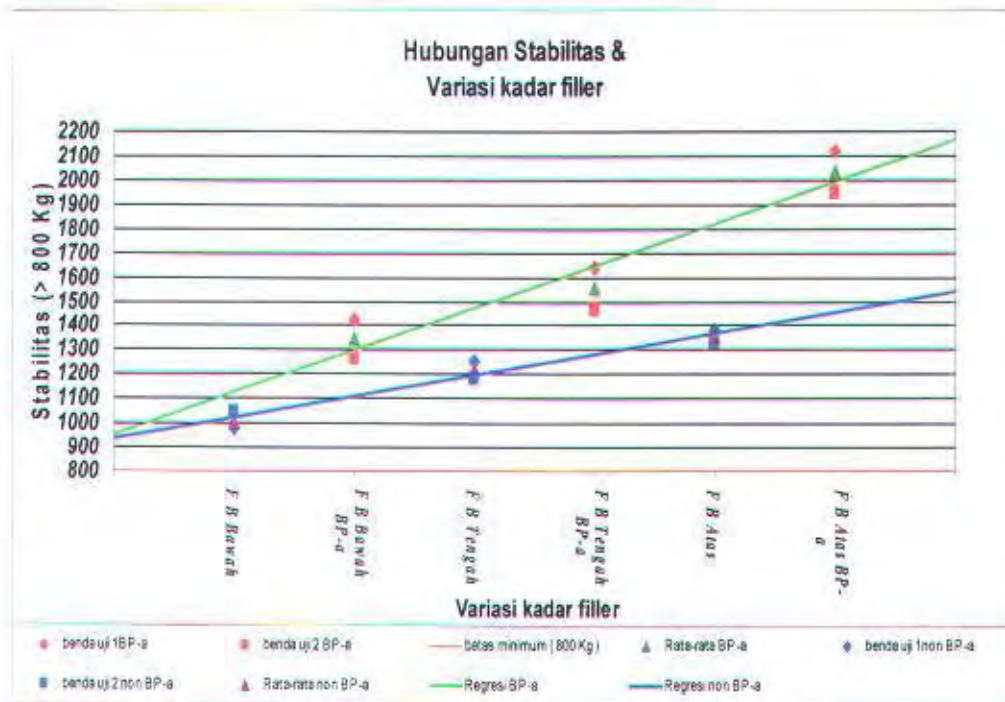


Benda uji yang menggunakan aspal dengan penetrasi 80/100, stabilitas campuran yang diperoleh rendah. Untuk menaikkan stabilitas campuran maka jumlah tumbukan diperbanyak. Hasil yang diperoleh, stabilitas campuran meningkat dan selain itu nilai flow juga semakin baik (makin turun dan memenuhi syarat). Tetapi dengan penambahan jumlah tumbukan, nilai AV yang diperoleh semakin buruk (makin rendah), hal ini bisa diatasi dengan cara menggunakan agregat bergradasi lebih kasar. Dengan penggunaan gradasi yang lebih kasar dapat meningkatkan nilai AV, karena rongga antar agregat yang dihasilkan lebih besar, dan untuk nilai RTA nya makin turun tetapi memenuhi syarat.

Untuk memperoleh hasil yang terbaik, selain dengan melakukan variasi terhadap campuran benda uji, sebenarnya langkah yang terpenting dalam metode AC adalah penentuan kadar aspal optimum. Kadar aspal optimum diperoleh dari grafik fungsi antara kadar aspal vs stabilitas, flow, AV, RTA, dan density, sehingga apabila digunakan kadar aspal optimum sudah barang tentu seluruh nilai parameter tersebut memenuhi syarat. Apabila mempunyai kelebihan dana, hal lain yang dapat dijadikan pertimbangan untuk memperbaiki kualitas campuran adalah dengan menambahkan bahan aditif BP-a.

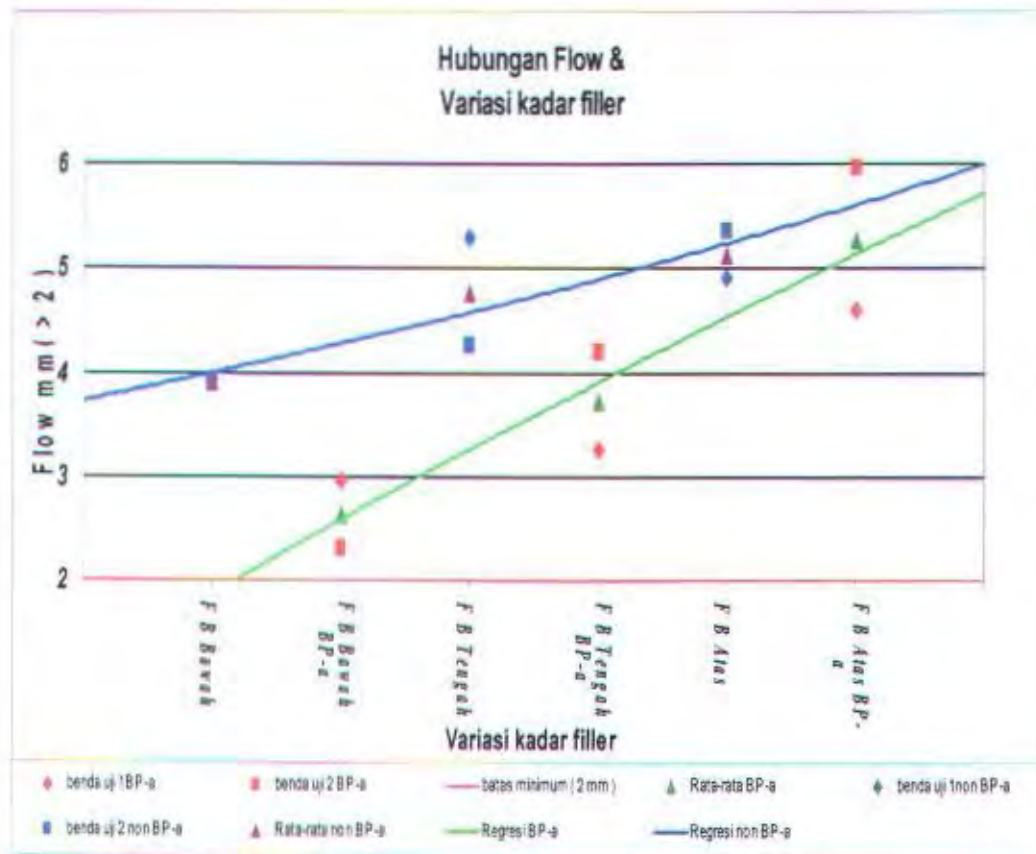
4.3.2. Campuran HRS

1. Variasi kadar filler



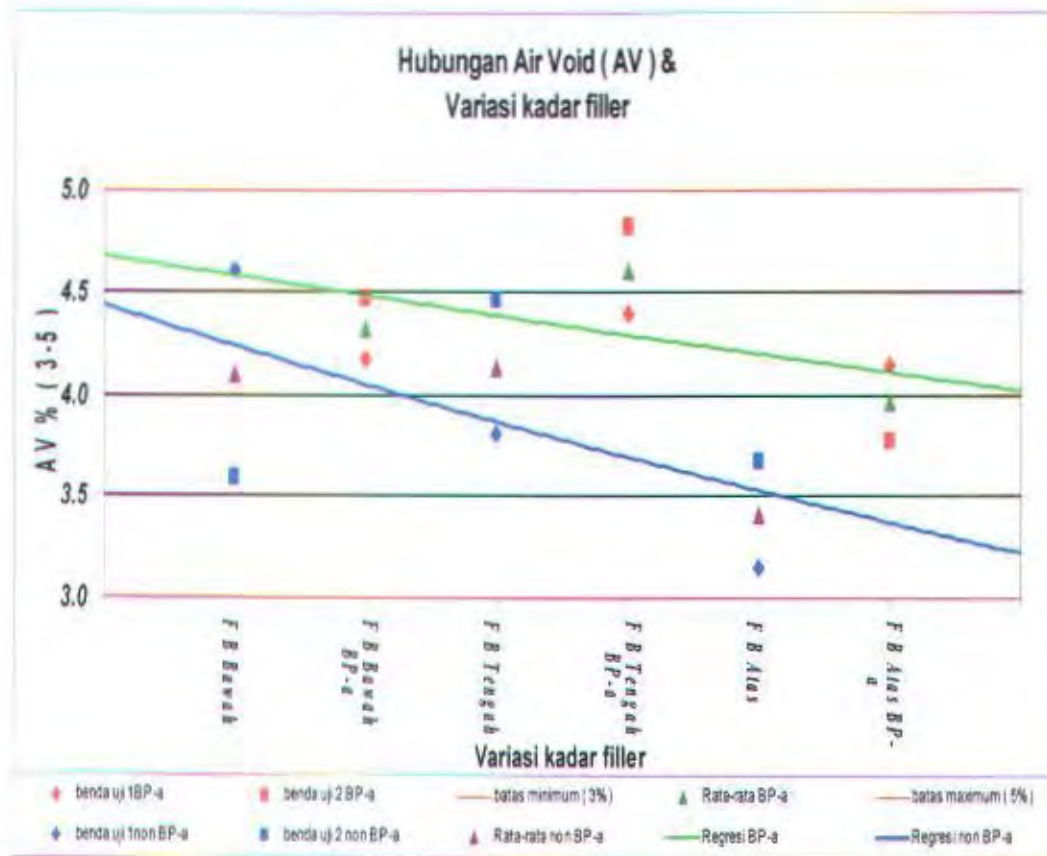
Gambar 4.13 Hubungan stabilitas & variasi kadar filler

Dari Gambar 4.13 di atas dapat dilihat bahwa nilai stabilitas campuran dari semua variasi kadar filler memenuhi syarat Bina Marga (> 800 Kg). Ternyata kadar filler sangat mempengaruhi stabilitas campuran, yaitu makin besar kadar filler maka makin tinggi nilai stabilitas campuran. Hal ini terjadi karena dengan semakin banyaknya jumlah filler, ikatan antar butiran agregat semakin rapat dan kuat. Tetapi apabila jumlah filler diperbanyak lagi sampai melebihi spec yang telah disyaratkan, justru mengakibatkan penurunan nilai stabilitas campuran. Semakin banyak jumlah filler dalam campuran mengakibatkan tempat yang seharusnya terisi oleh aspal tidak dapat terjangkau sehingga aspal yang berfungsi sebagai pengikat antar butiran agregat tidak dapat bekerja dengan baik dan butirannya mudah lepas. Penggunaan BP-a dapat meningkatkan nilai stabilitas campuran. Nilai stabilitas campuran tertinggi diperoleh dari variasi kadar filler batas atas (12 %). Hasil perhitungan dapat dilihat pada Lampiran III tabel B.1, B.2 dan B.3.



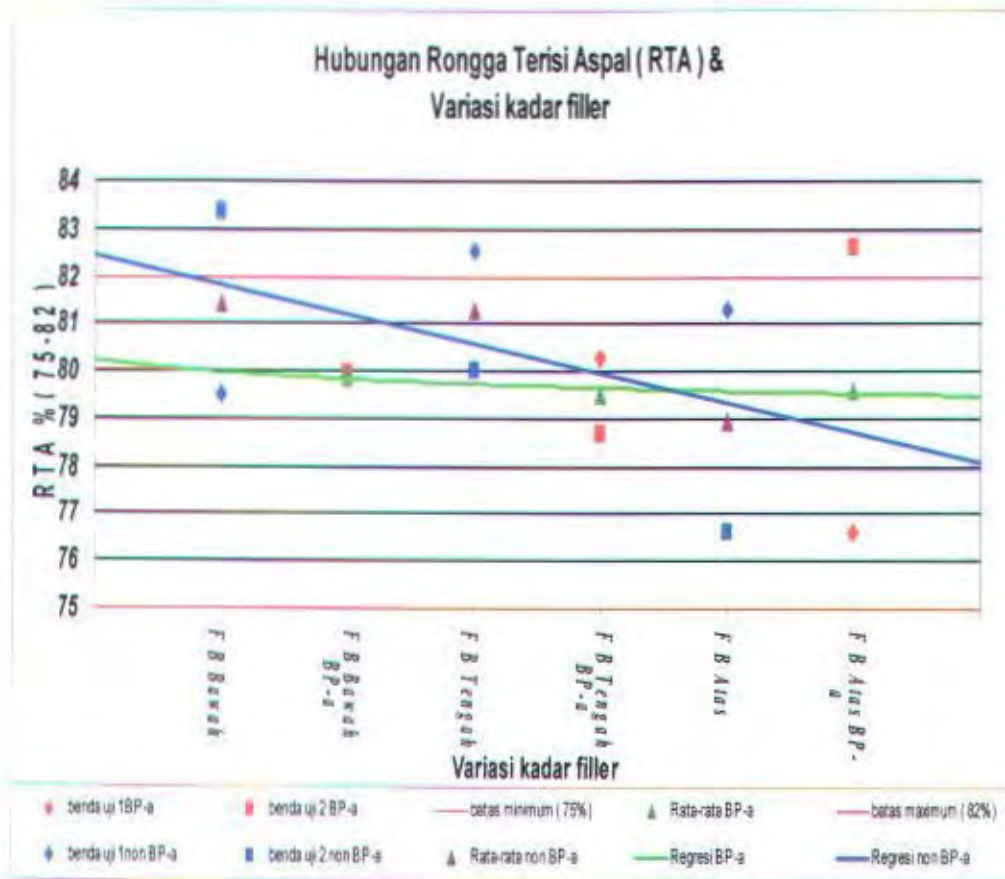
Gambar 4.14 Hubungan flow & variasi kadar filler

Dari Gambar 4.14 di atas, dapat dilihat bahwa makin besar kadar filler maka nilai flow makin tinggi dan memenuhi syarat (> 2 mm). Walaupun tidak ada batasan maksimal tentang nilai flow, bukan berarti semakin tinggi nilai flow suatu campuran maka semakin baik kualitas campuran tersebut. Oleh karena itu untuk mengetahui kualitas suatu campuran maka perlu diperhatikan juga MQ nya. Jika nilai flow tinggi tapi nilai MQ nya memenuhi persyaratan maka kualitasnya bisa dikatakan baik. Penggunaan BP-a ternyata memberikan nilai flow yang lebih rendah dibanding benda uji tanpa BP-a. Nilai flow tertinggi diperoleh dari variasi kadar filler batas atas. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Lampiran III tabel B.1, B.2 dan B.3.



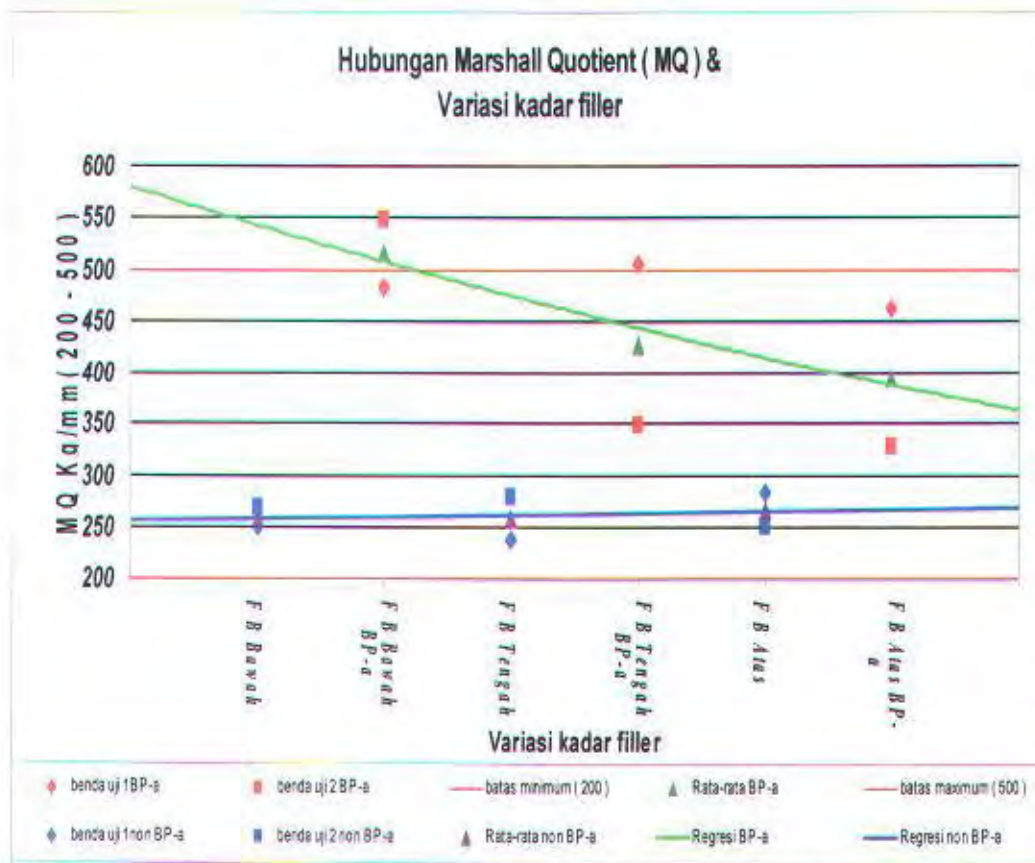
Gambar 4.15 Hubungan AV & variasi kadar filler

Dari Gambar 4.15 di atas, dapat dilihat bahwa makin tinggi kadar filler nilai AV cenderung turun tetapi perbedaannya kecil. Hal ini disebabkan oleh semakin rapat atau semakin sempitnya rongga antar butiran agregat karena rongga-rongganya terisi butiran yang lebih halus (filler). Semua nilai AV memenuhi syarat Bina Marga (3-5 %). Penggunaan BP-a, memberikan nilai AV yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang tanpa menggunakan BP-a. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Lampiran III tabel B.1, B.2 dan B.3.



Gambar 4.16 Hubungan RTA & variasi kadar filler

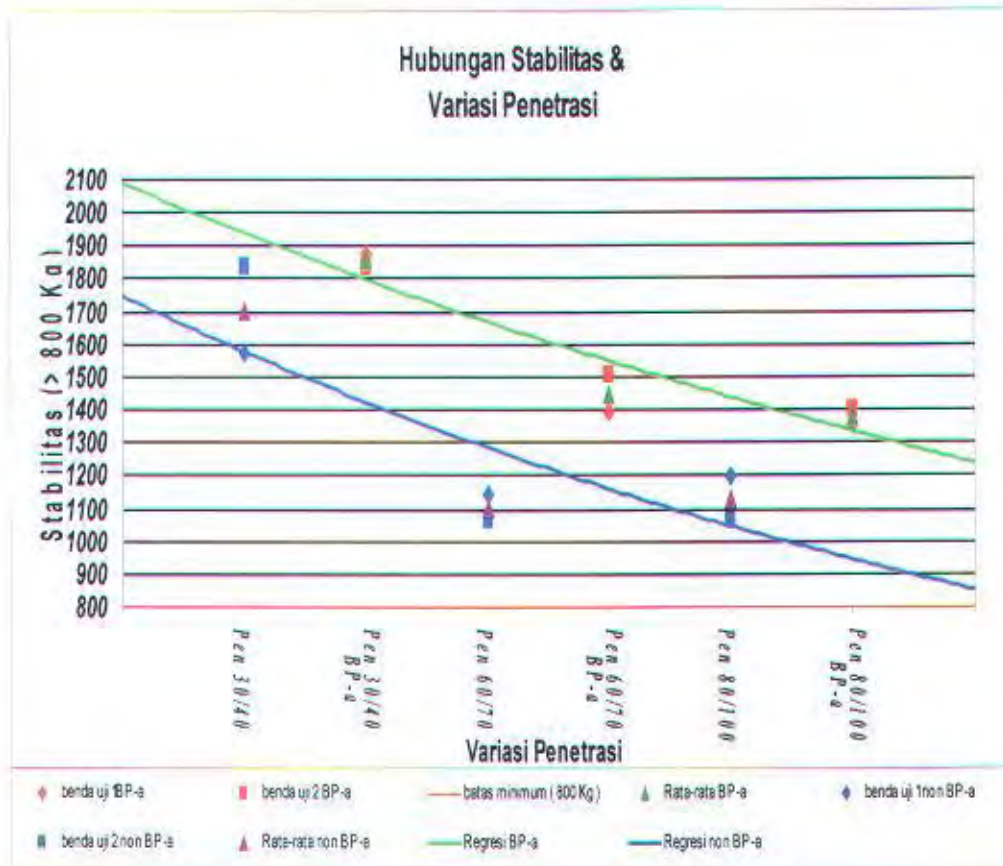
Dari Gambar 4.16 dapat dilihat bahwa variasi kadar filler tidak memberikan perbedaan nilai RTA yang terlalu jauh tetapi cenderung turun dan sebagian besar memenuhi syarat Bina Marga (75-82 %). Hasil perhitungan dapat dilihat pada Lampiran III tabel B.1, B.2 dan B.3.



Gambar 4.17 Hubungan MQ & variasi kadar filler

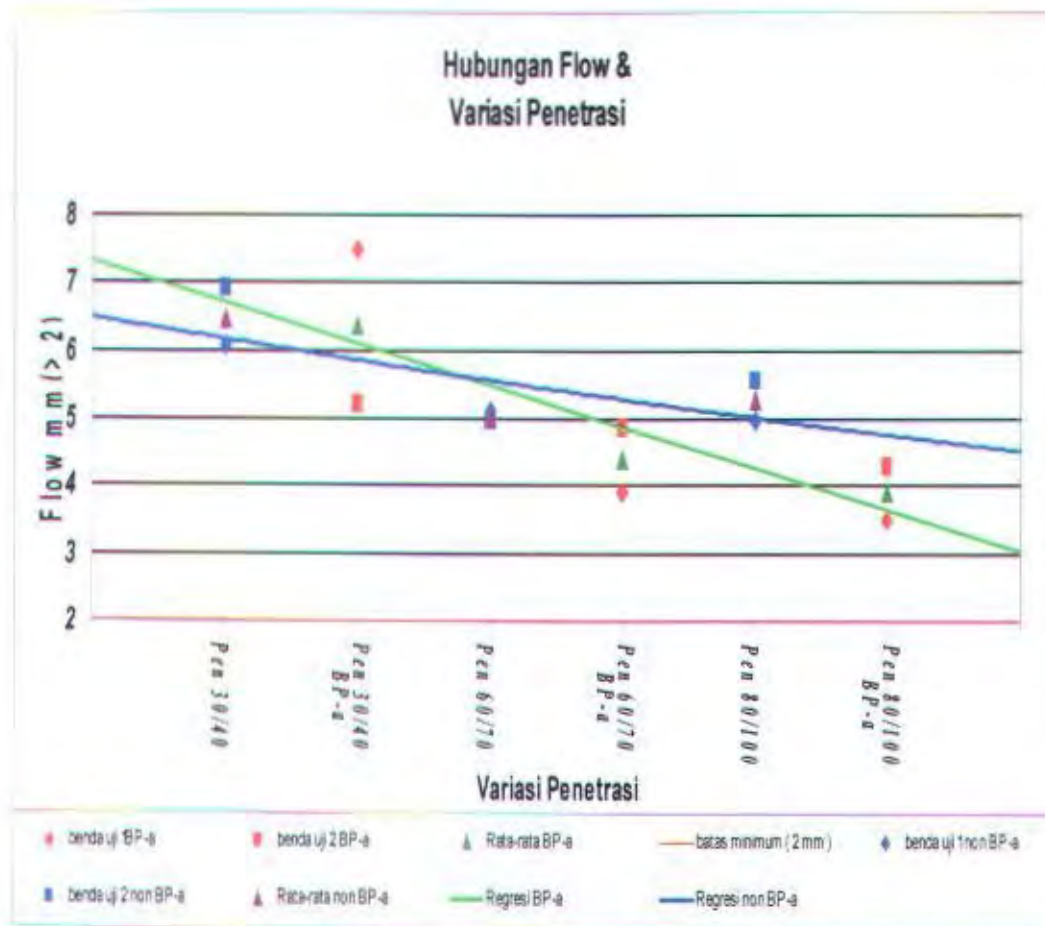
Dari Gambar 4.17 di atas, untuk benda uji yang menggunakan BP-a, nilai MQ nya lebih tinggi dibandingkan yang tanpa BP-a dan nilai MQ nya cenderung turun mendekati batas bawah yaitu 200 Kg/mm dan ini menunjukkan bahwa perkerasan tersebut lentur. Tapi untuk benda uji tanpa menggunakan BP-a, nilai MQ nya stabil atau konstan. Untuk benda uji dengan menggunakan BP-a, nilai MQ nya ada yang melebihi 500 Kg/mm dan ini menunjukkan bahwa perkerasan tersebut getas atau mudah patah (retak). Hasil perhitungan dapat dilihat pada Lampiran III tabel B.1, B.2 dan B.3.

2. Variasi Penetrasi



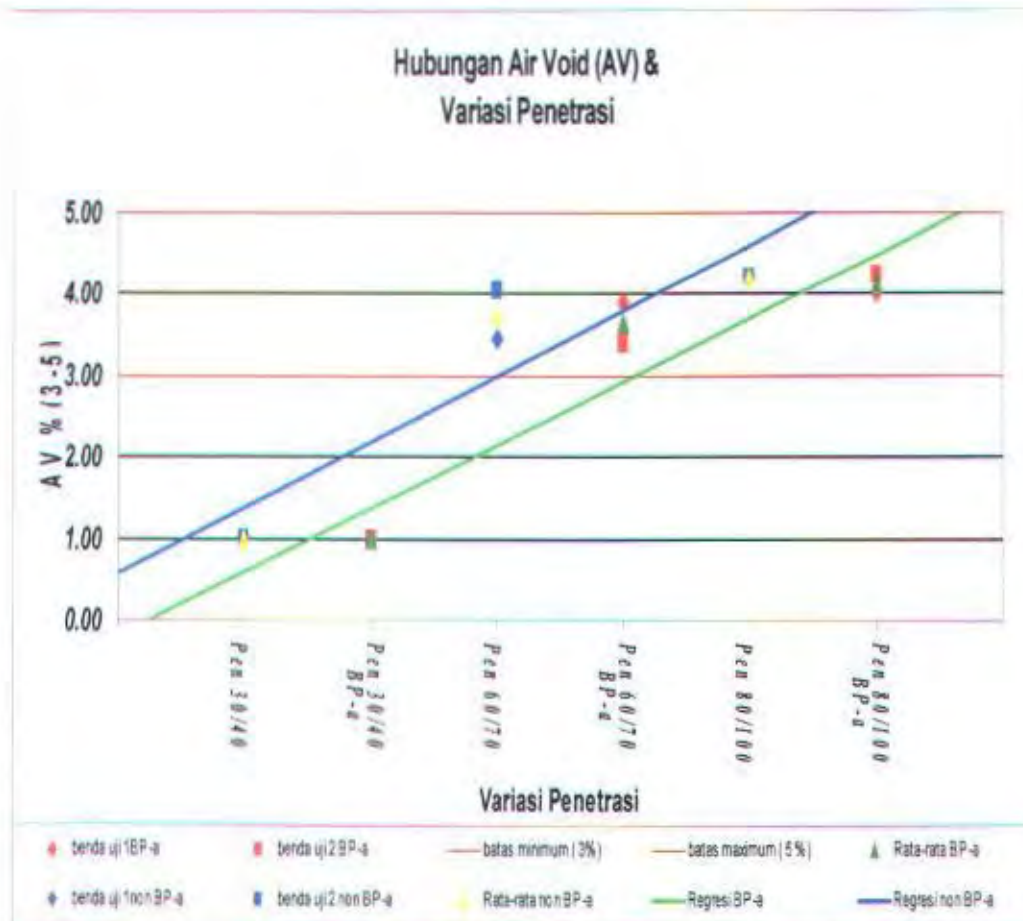
Gambar 4.18 Hubungan stabilitas & variasi penetrasi

Dari Gambar 4.18 dapat dilihat bahwa makin tinggi penetrasi aspal maka makin rendah stabilitas campuran. Semua variasi penetrasi aspal memberikan nilai stabilitas campuran yang tetap memenuhi syarat (> 800 Kg). Penggunaan BP-a dalam campuran dapat meningkatkan nilai stabilitas campuran. Nilai stabilitas tertinggi diperoleh dari penetrasi 30/40 dengan menggunakan BP-a. Stabilitas terendah diperoleh dari penetrasi 80/100 tanpa BP-a. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Lampiran III Tabel B.4, B.5 dan B.6.



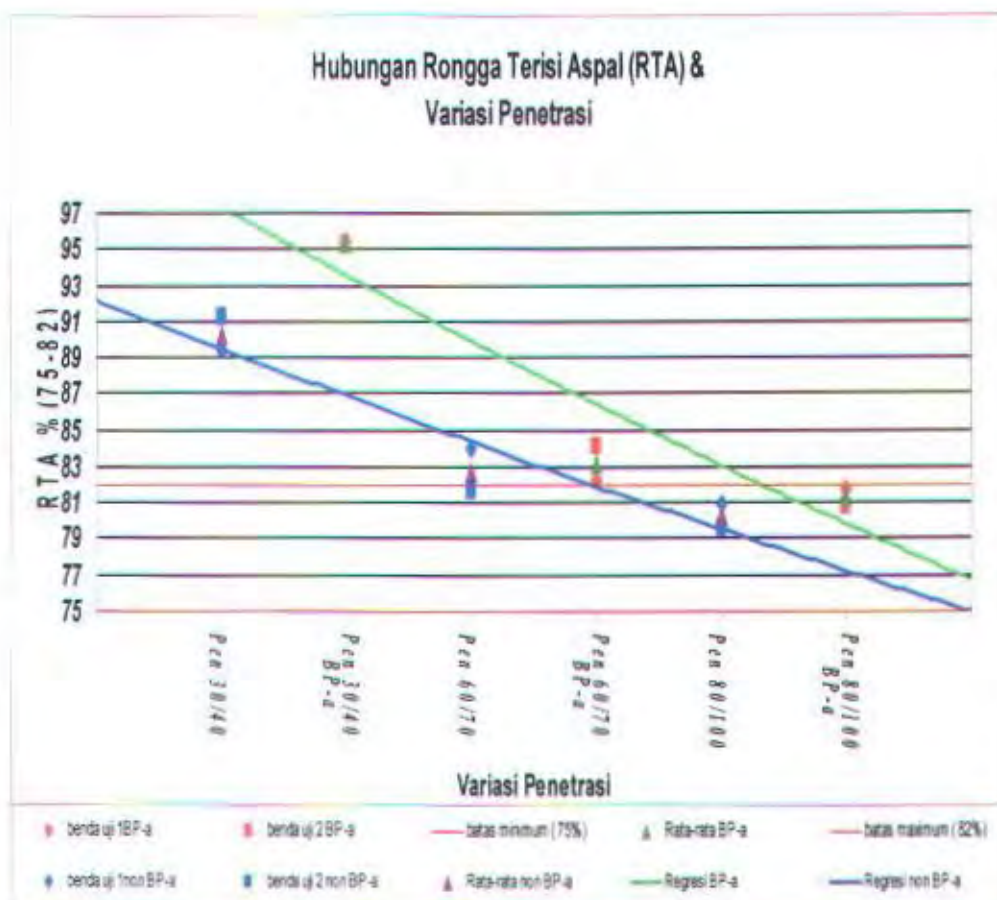
Gambar 4.19 Hubungan flow & variasi penetrasi

Dari Gambar 4.19 dapat dilihat bahwa seluruh variasi penetrasi tetap memberikan nilai flow yang cenderung turun tetapi tetap memenuhi syarat (> 2). Nilai flow tertinggi diperoleh dari variasi penetrasi 30/40 tanpa menggunakan BP-a, sedangkan nilai flow terendah diperoleh dari variasi 80/100 dengan menggunakan BP-a. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Lampiran III Tabel B.4, B.5 dan B.6.



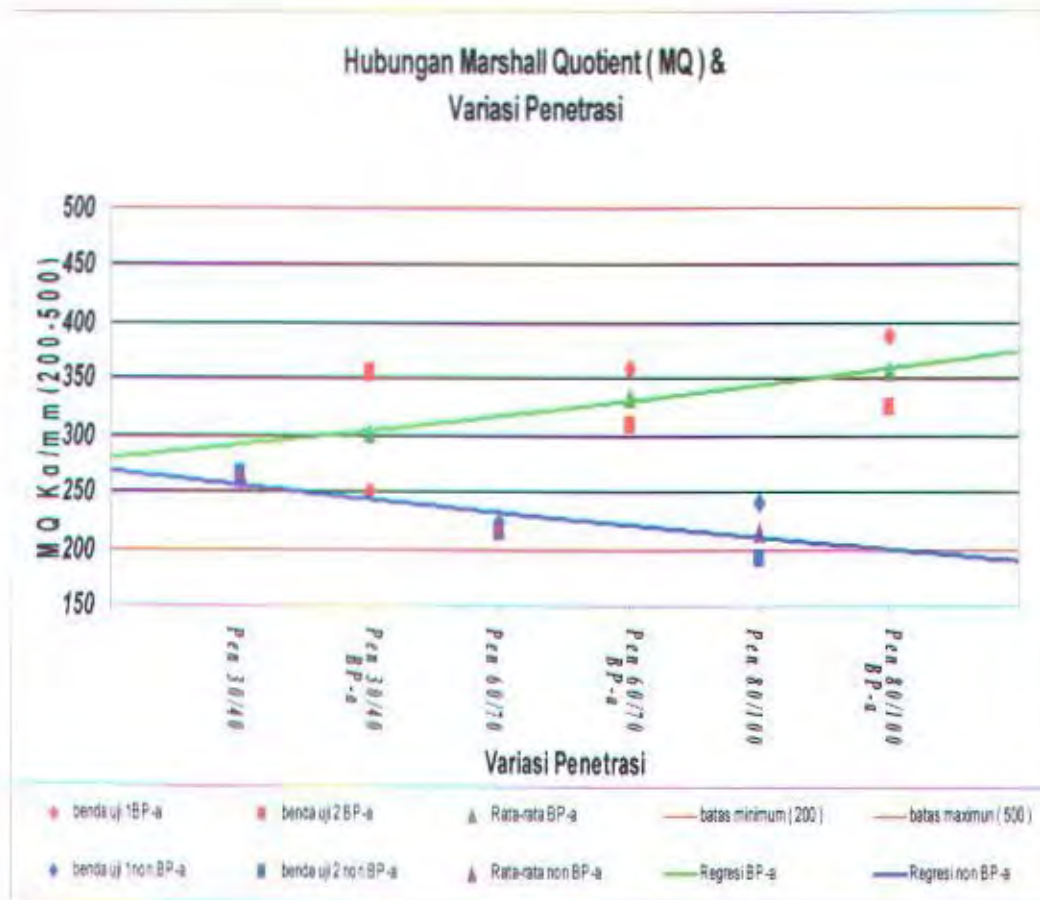
Gambar 4.20 Hubungan AV & variasi penetrasi

Dari Gambar 4.20 dapat dilihat bahwa makin tinggi penetrasi aspal makin tinggi pula nilai AV. Sebagian besar nilai AV memenuhi syarat (3-5 %), kecuali untuk penetrasi 30/40. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Lampiran III Tabel B.4, B.5 dan B.6.



Gambar 4.21 Hubungan RTA & variasi penetrasi

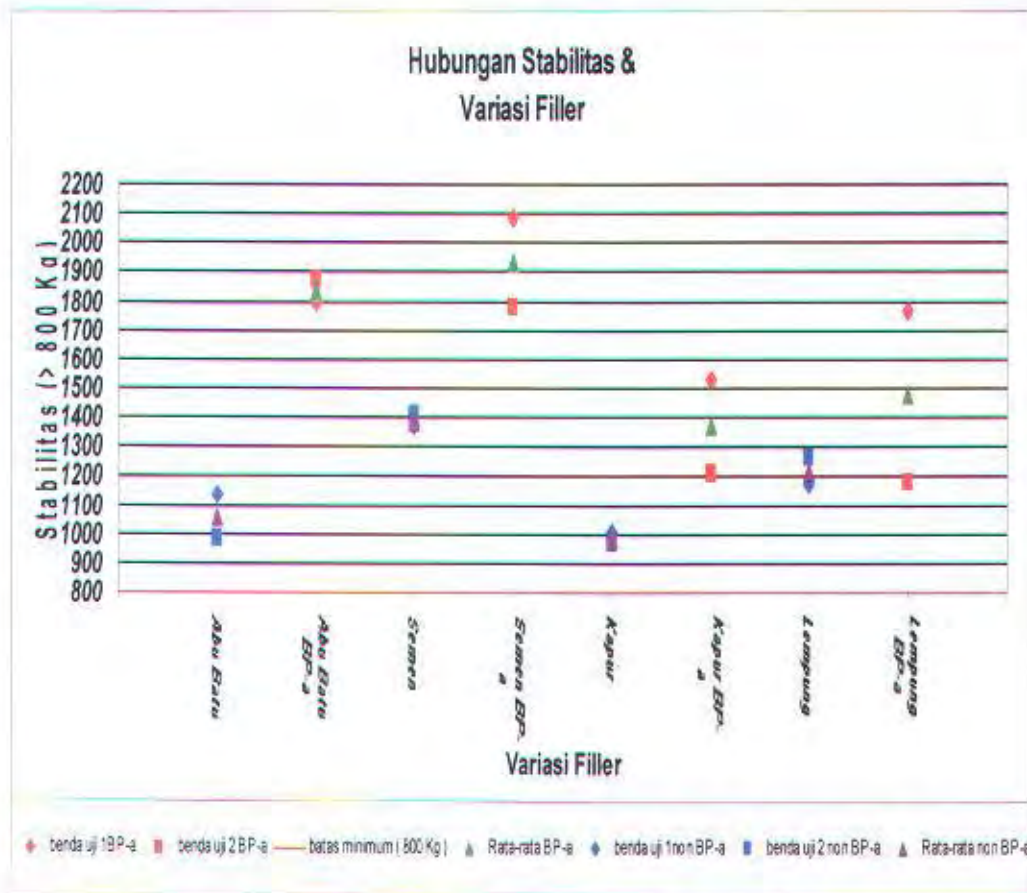
Dari Gambar 4.21 dapat dilihat bahwa makin tinggi penetrasi maka nilai RTA makin rendah dan sebagian besar nilai RTA tidak memenuhi syarat ($> 82\%$), kecuali untuk penetrasi 80/100. Penggunaan BP-a memberikan nilai RTA lebih tinggi dibanding yang tidak menggunakan BP-a. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Lampiran III Tabel B.4, B.5 dan B.6.



Gambar 4.22 Hubungan MQ & variasi penetrasi

Dari Gambar 4.22 dapat dilihat bahwa variasi penetrasi memberikan nilai MQ yang tidak terlalu jauh berbeda dan semua nilai MQ memenuhi syarat. Untuk pen 60/70, nilai MQ mendekati batas bawah yaitu 200 Kg/mm. Penggunaan BP-a memberikan nilai MQ yang lebih tinggi dibandingkan tanpa menggunakan BP-a dan nilai MQ nya cenderung naik. Sedangkan untuk benda uji tanpa BP-a, semakin besar nilai penetrasi maka nilai MQ nya semakin rendah. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Lampiran III Tabel B.4, B.5 dan B.6.

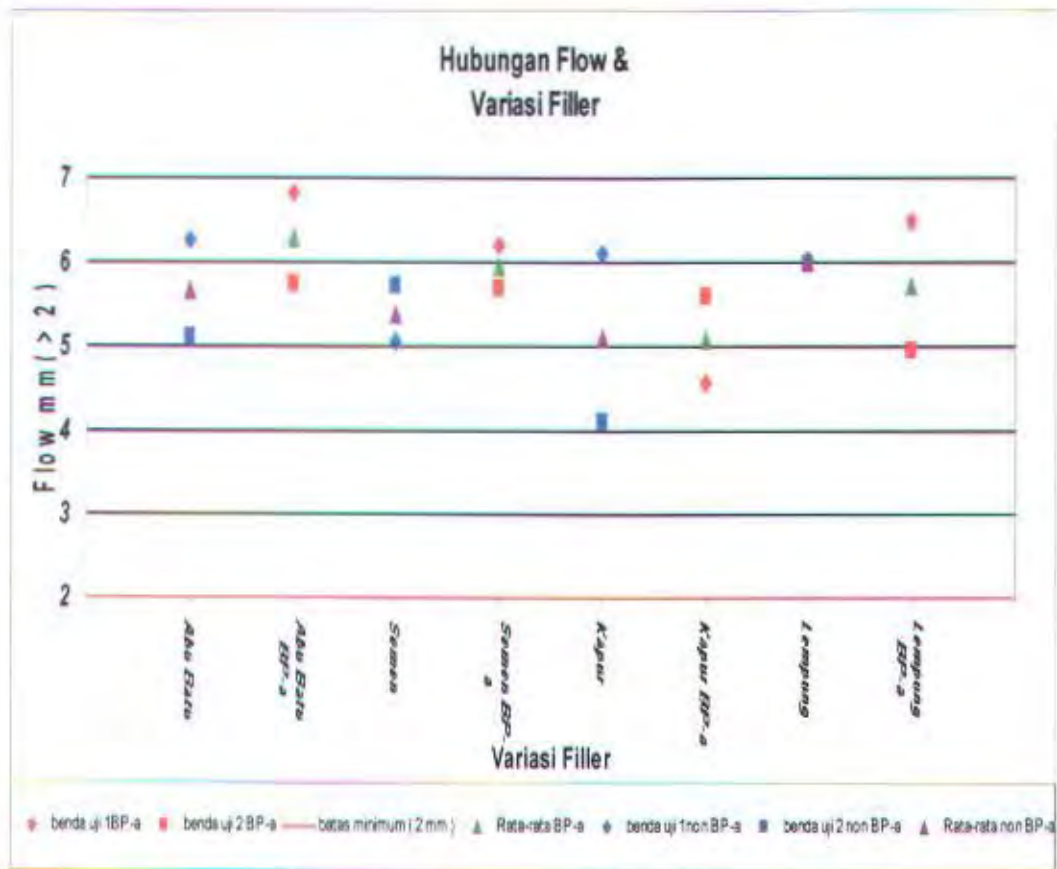
3. Variasi Jenis Filler



Gambar 4.23 Hubungan stabilitas & variasi jenis filler

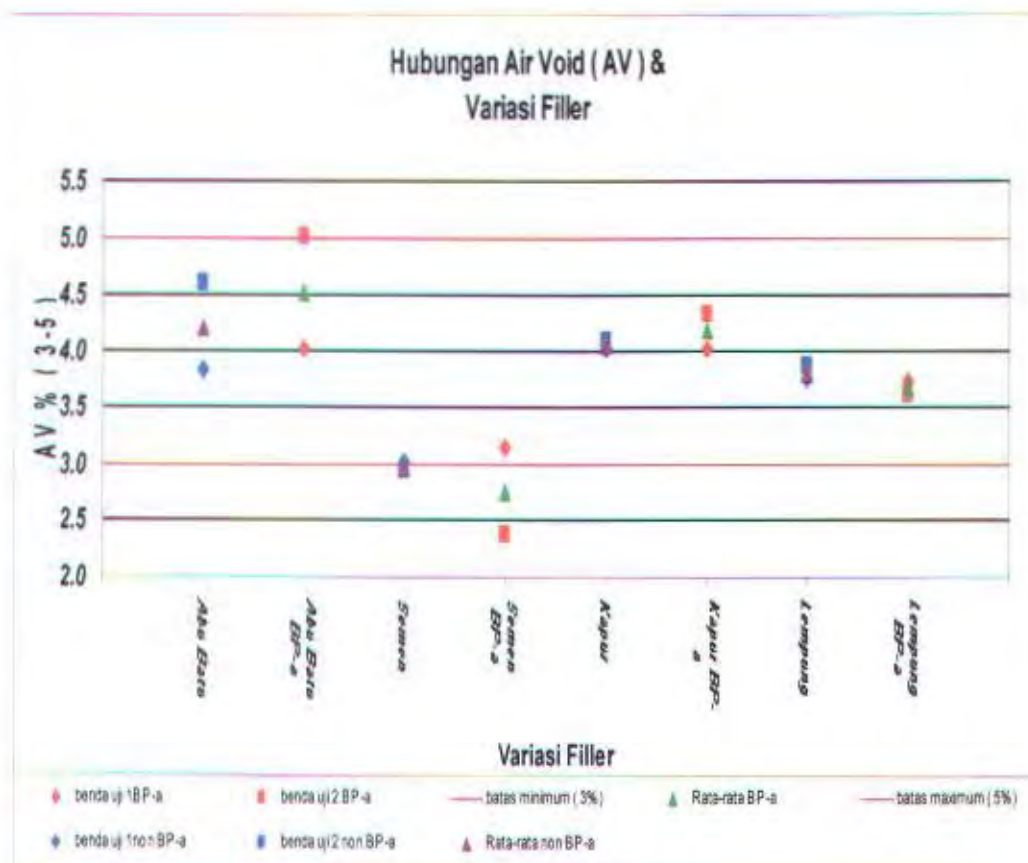
Dari Gambar 4.23 dapat dilihat bahwa variasi filler tetap memberikan nilai stabilitas yang memenuhi persyaratan (> 800 Kg). Penggunaan BP-a dapat meningkatkan nilai stabilitas. Nilai stabilitas tertinggi diperoleh dari variasi filler semen yang menggunakan BP-a. Stabilitas terendah diperoleh dari variasi filler kapur tanpa BP-a. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Lampiran III Tabel B.7, B.8, B.9 dan B.10.





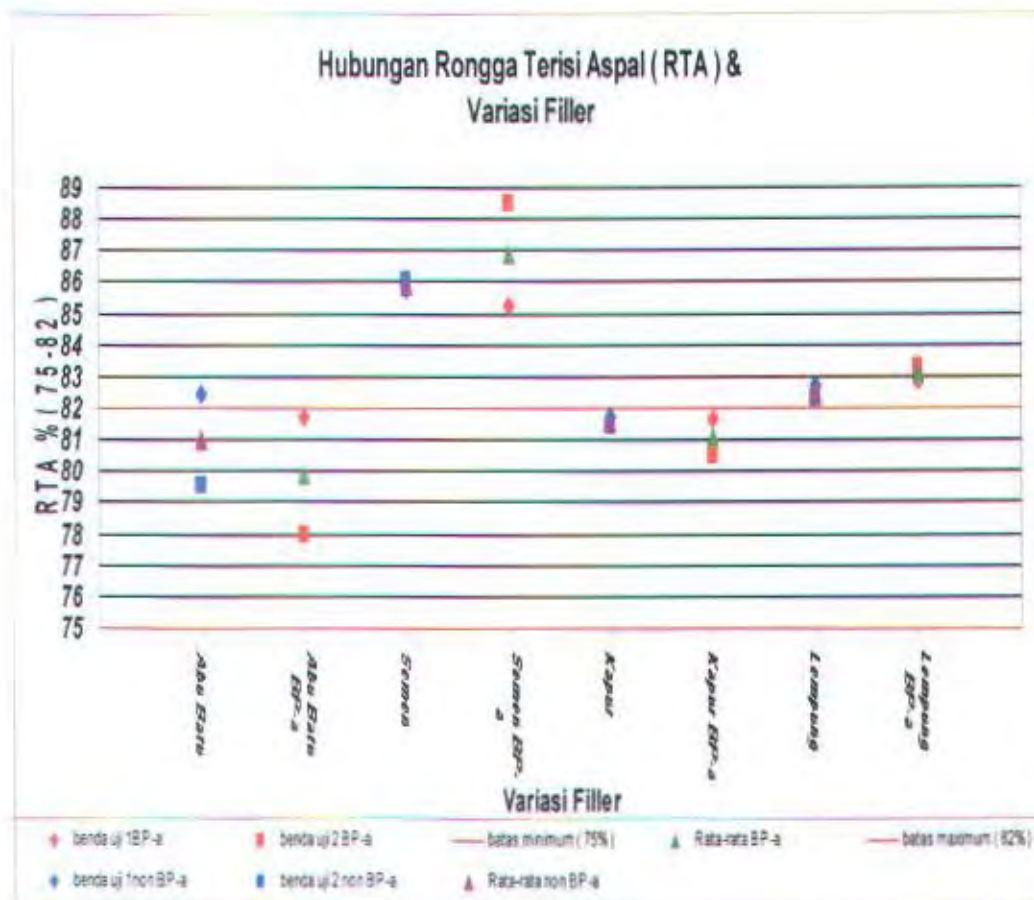
Gambar 4.24 Hubungan flow & variasi jenis filler

Dari Gambar 4.24 dapat dilihat bahwa variasi filler tidak memberikan perbedaan nilai flow yang terlalu jauh dan seluruh nilai flownya memenuhi syarat, sebagian besar berkisar (5-7 %). Nilai flow tertinggi diperoleh dari variasi filler abu batu yang menggunakan BP-a, sedangkan nilai flow terendah diperoleh dari variasi filler kapur tanpa BP-a. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Lampiran III Tabel B.7, B.8, B.9 dan B.10.



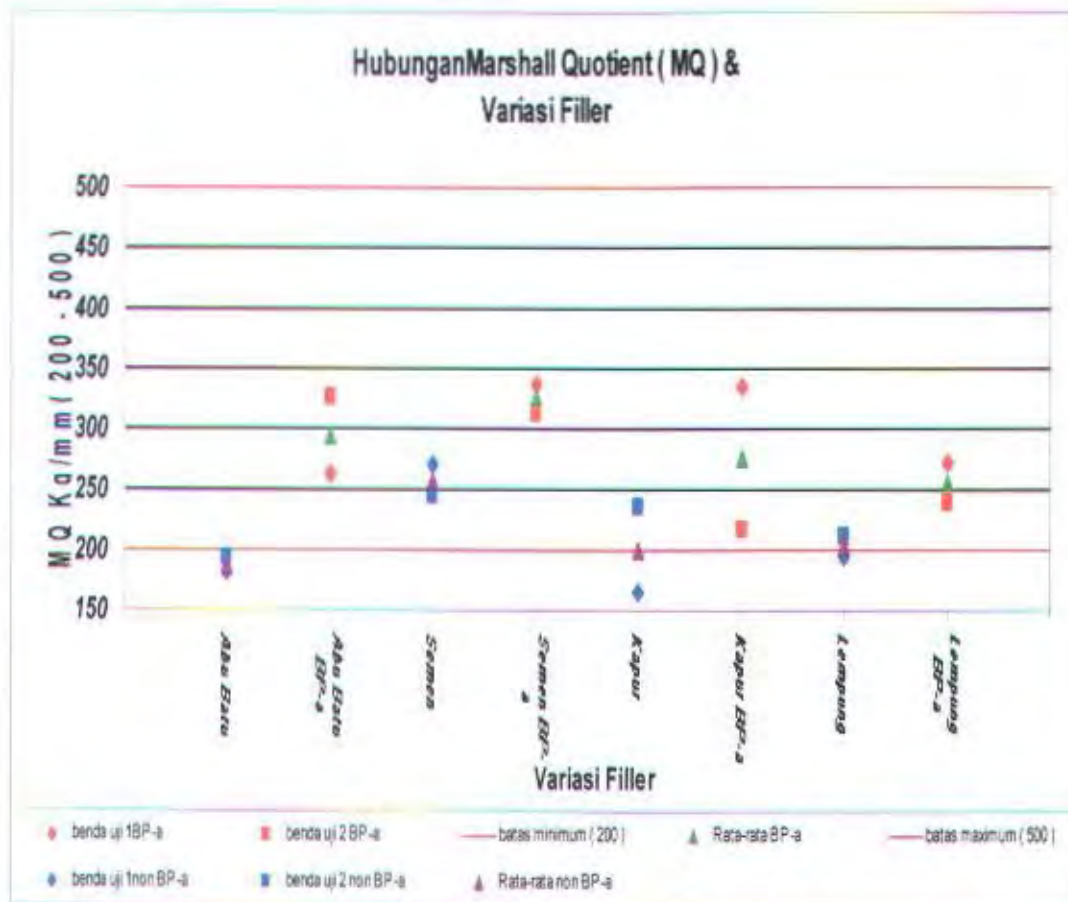
Gambar 4.25 Hubungan AV & variasi jenis filler

Dari Gambar 4.25 dapat dilihat bahwa sebagian besar nilai AV memenuhi syarat (3-5 %), kecuali untuk variasi filler semen. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Lampiran III Tabel B.7, B.8, B.9 dan B.10.



Gambar 4.26 Hubungan RTA & variasi jenis filler

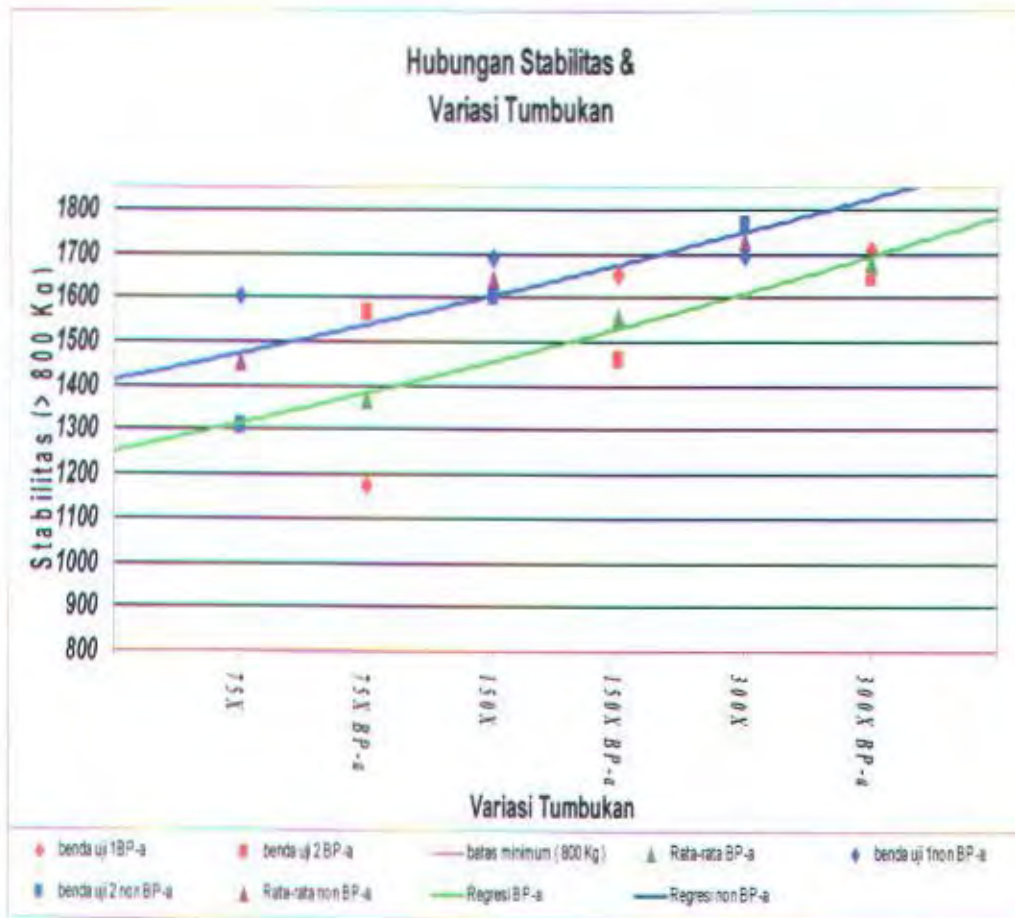
Dari Gambar 4.26 dapat dilihat bahwa sebagian nilai RTA tidak memenuhi syarat, yaitu untuk variasi filler semen dan lempung sedangkan untuk variasi filler abu batu dan kapur nilai RTA-nya memenuhi syarat. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Lampiran III Tabel B.7, B.8, B.9 dan B.10.



Gambar 4.27 Hubungan MQ & variasi jenis filler

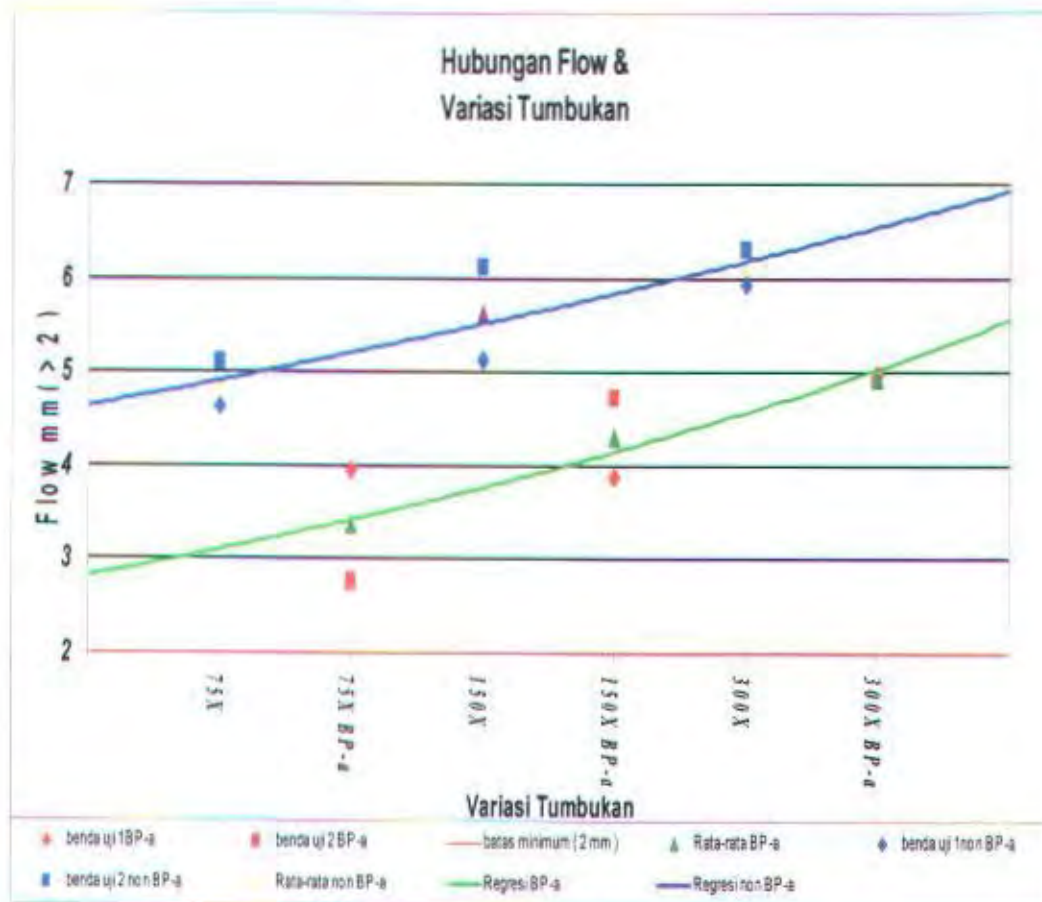
Dari Gambar 4.27 dapat dilihat bahwa sebagian besar nilai MQ memenuhi syarat. Penggunaan BP-a menyebabkan peningkatan nilai MQ. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Lampiran III Tabel B.7, B.8, B.9 dan B.10.

4. Variasi Tumbukan



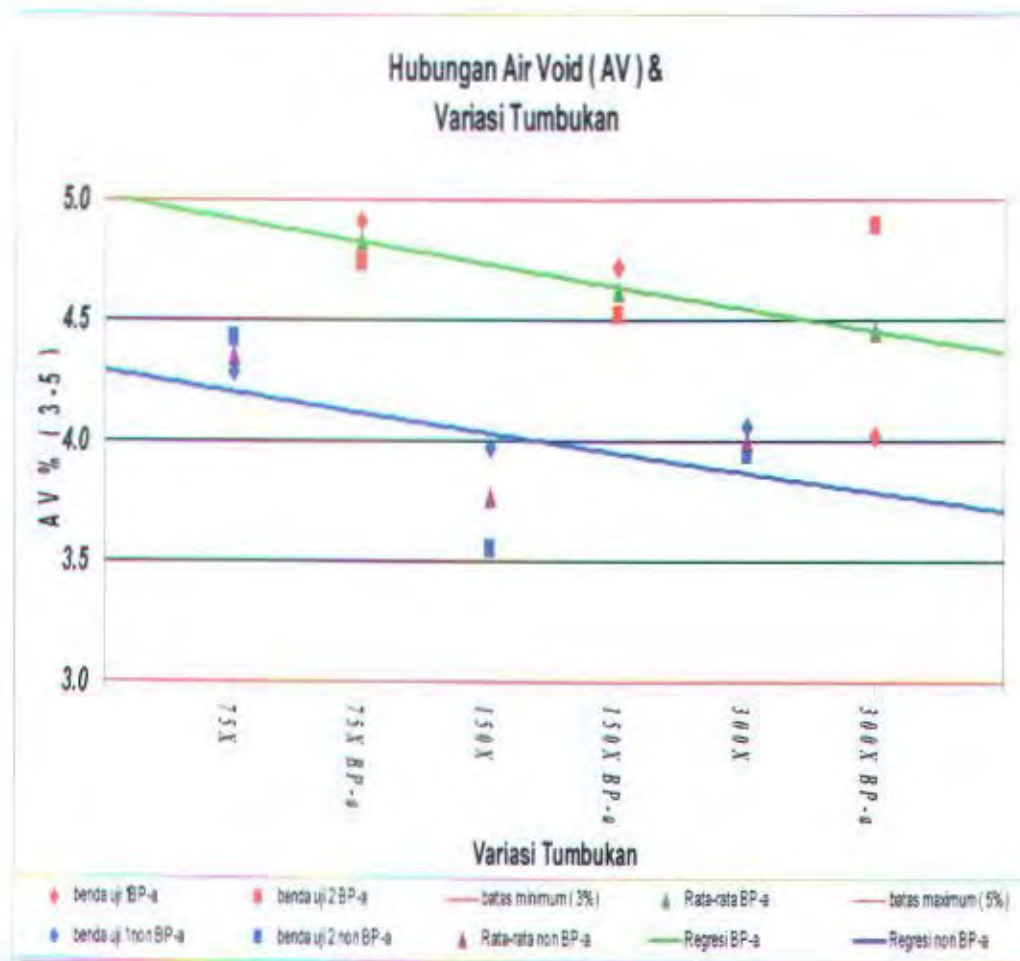
Gambar 4.28 Hubungan stabilitas & variasi tumbukan

Dari Gambar 4.28 dapat dilihat bahwa variasi tumbukan tetap memberikan nilai stabilitas yang memenuhi syarat (> 800 Kg). Makin banyak jumlah tumbukan makin tinggi stabilitas campuran. Ternyata benda uji yang tidak menggunakan BP-a menghasilkan stabilitas campuran yang lebih rendah daripada benda uji yang menggunakan BP-a. Nilai stabilitas tertinggi diperoleh dari tumbukan 300x tanpa BP-a. Stabilitas terendah diperoleh dari tumbukan 75x dengan BP-a. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Lampiran III Tabel B.11, B.12 dan B.13.



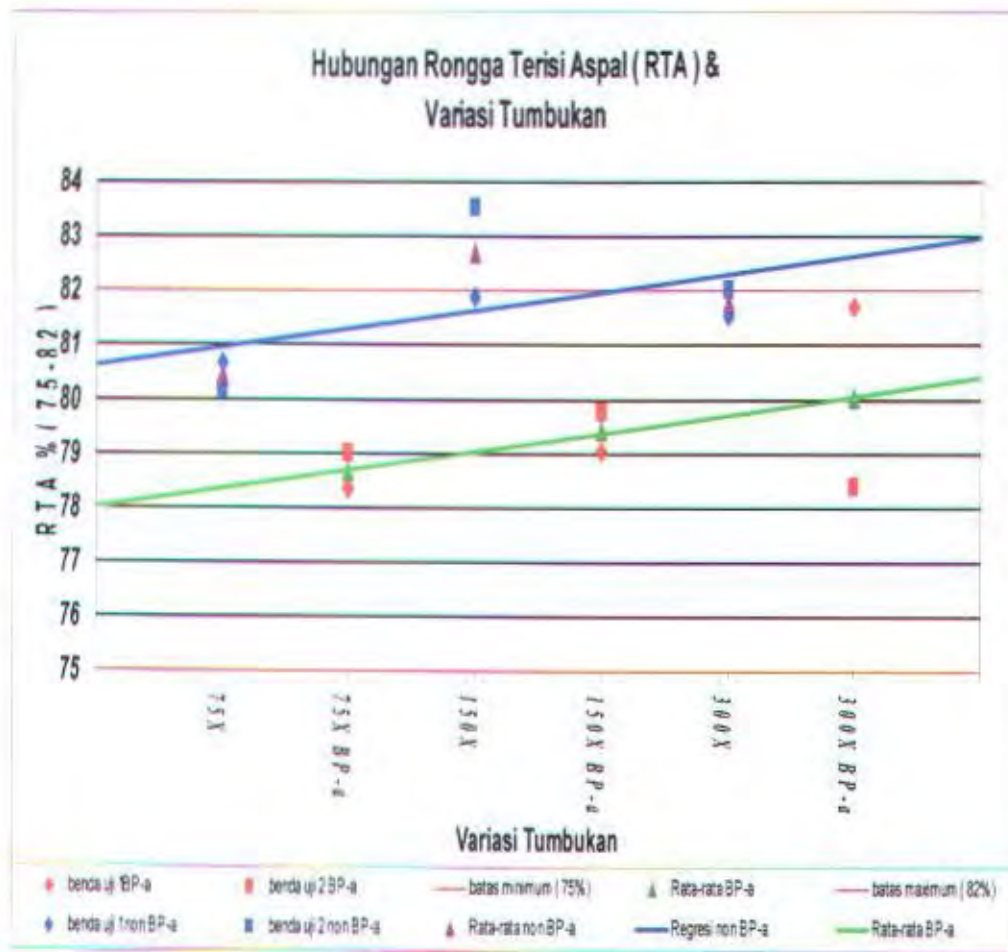
Gambar 4.29 Hubungan flow & variasi tumbukan

Dari Gambar 4.29 dapat dilihat bahwa variasi tumbukan memberikan nilai flow yang memenuhi syarat (> 2 mm). Penggunaan BP-a pada benda uji ternyata menghasilkan nilai flow yang lebih rendah dibanding benda uji yang tidak menggunakan BP-a. Nilai flow tertinggi diperoleh dari variasi tumbukan 300x tanpa BP-a, sedangkan nilai flow terendah diperoleh dari variasi tumbukan 75x dengan BP-a. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Lampiran III Tabel B.11, B.12 dan B.13.



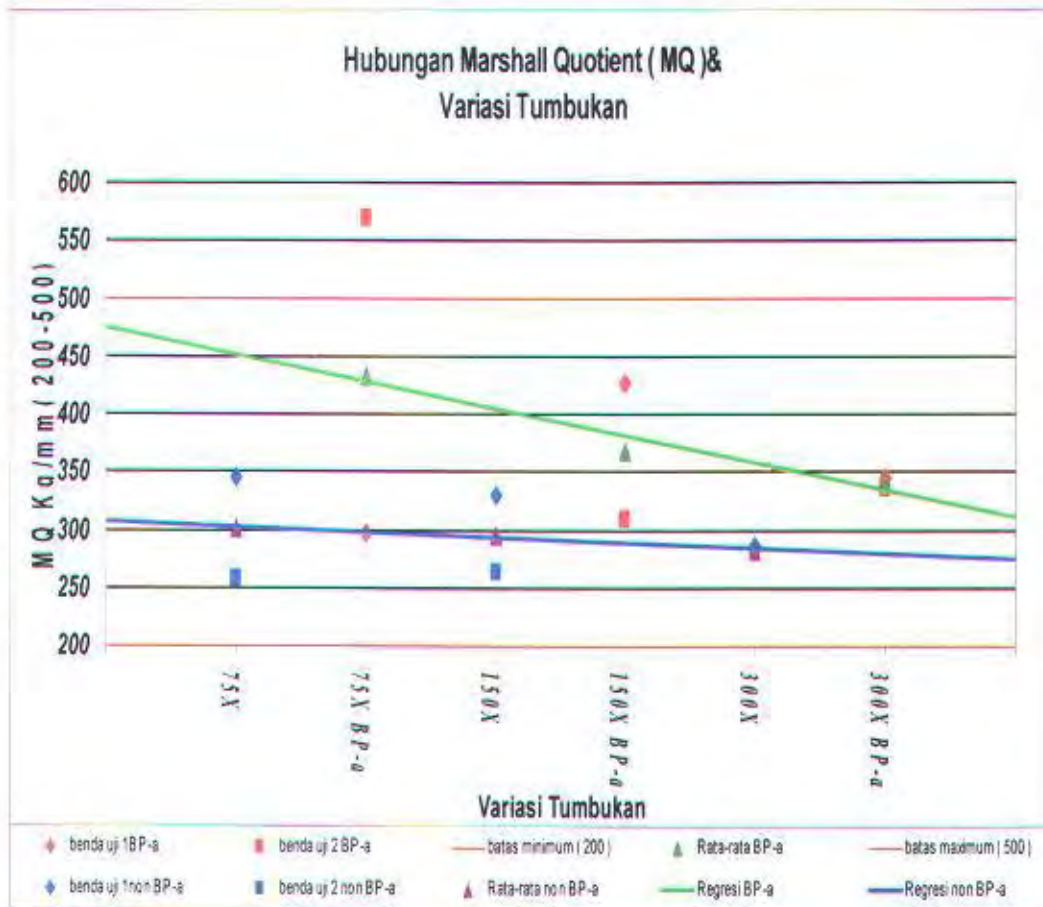
Gambar 4.30 Hubungan AV & variasi tumbukan

Dari Gambar 4.30 dapat dilihat bahwa dengan bertambahnya jumlah tumbukan maka nilai AV menurun tetapi tetap memenuhi syarat (3-5 %). Hasil perhitungan dapat dilihat pada Lampiran III Tabel B.11, B.12 dan B.13.



Gambar 4.31 Hubungan RTA & variasi tumbukan

Dari Gambar 4.31 dapat dilihat bahwa sebagian besar nilai RTA memenuhi syarat, kecuali untuk tumbukan 150x tanpa BP-a. Penggunaan BP-a ternyata dapat membuat nilai RTA menjadi rendah (membuat lebih baik). Hasil perhitungan dapat dilihat pada Lampiran III Tabel B.11, B.12 dan B.13.



Gambar 4.32 Hubungan MQ & variasi tumbukan

Dari Gambar 4.32 dapat dilihat bahwa sebagian besar nilai MQ memenuhi syarat. Semakin banyak jumlah tumbukan menyebabkan nilai MQ nya semakin rendah. Penggunaan BP-a pada benda uji dapat membuat nilai MQ menjadi lebih tinggi dibanding benda uji tanpa menggunakan BP-a. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Lampiran III Tabel B.11, B.12 dan B.13.

Analisa akhir dari hasil penelitian dengan metode HRS :

Manfaat dari penelitian yang telah dilakukan dengan berbagai variasi campuran adalah apabila dalam suatu campuran salah satu persyaratan atau semuanya tidak memenuhi, dapat dilakukan perubahan komposisi campuran dengan cara melakukan variasi terhadap benda uji agar semua persyaratan terpenuhi. Contoh kasus dapat diambil dari hasil penelitian dalam tugas akhir ini.



Benda uji yang menggunakan filler semen menghasilkan stabilitas campuran yang tinggi tetapi nilai AV dan RTA nya tidak memenuhi syarat. (AV nya $< 3\%$ dan RTA nya $> 82\%$). Agar nilai AV nya memenuhi persyaratan, dapat dilakukan dengan cara mengurangi kadar filler atau menggunakan aspal dengan penetrasi tinggi. Namun jika dilihat dari segi biaya lebih ekonomis dengan cara mengurangi kadar filler. Sedangkan untuk meningkatkan nilai RTA nya dapat dilakukan dengan cara memperbanyak jumlah tumbukan.

Untuk memperoleh hasil yang terbaik dalam metode HRS, selain dengan melakukan variasi terhadap campuran benda uji perlu juga diperhatikan kadar aspalnya agar diperoleh campuran yang memenuhi semua persyaratan. Jika mempunyai kelebihan dari segi dana maka dapat dipertimbangkan untuk menambahkan bahan aditif BP-a. Secara umum penambahan BP-a pada campuran dengan metode HRS dapat meningkatkan kualitas campuran terutama pada stabilitasnya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. KESIMPULAN

5.1.1 Metode AC

1. Variasi penetrasi aspal

- Secara umum, akibat adanya variasi penetrasi aspal, perilaku campuran yang terjadi adalah apabila nilai penetrasi aspal diperbesar maka : makin rendah nilai stabilitas campuran, makin tinggi nilai flow, makin rendah nilai AV dan makin tinggi nilai RTA.
- Penggunaan Bp-a dalam variasi penetrasi aspal :
 - ✓ Dapat mempertinggi nilai stabilitas campuran yang diikuti oleh naiknya nilai flow. Namun hal ini tidak menjadi masalah sepanjang nilai stabilitas dibagi nilai flownya memenuhi syarat Bina Marga ($> 200 \text{ Kg/mm}$).
 - ✓ Dapat menurunkan nilai AV
 - ✓ Dapat mempertinggi nilai RTA

2. Variasi gradasi agregat Bina Marga

- Secara umum, akibat adanya variasi gradasi agregat Bina Marga, perilaku campuran yang terjadi adalah apabila gradasi (Bina Marga) semakin rapat maka : makin tinggi nilai stabilitas, nilai flow, AV dan RTA cenderung konstan.
- Penggunaan BP-a dalam variasi gradasi :
 - ✓ Dapat mempertinggi nilai stabilitas campuran dan flow
 - ✓ Tidak memberikan perbedaan yang jauh terhadap nilai AV dan RTA bila dibandingkan dengan benda uji tanpa BP-a



3. Variasi tumbukan

- Secara umum, akibat adanya variasi tumbukan, perilaku campuran yang terjadi adalah apabila jumlah tumbukan diperbanyak maka : makin tinggi nilai stabilitas campuran, nilai flow cenderung turun tetapi tidak terlalu drastis, makin turun nilai AV dan makin tinggi nilai RTA
- Penggunaan BP-a dalam variasi tumbukan :
 - ✓ Dapat mempertinggi stabilitas campuran dan nilai flow
 - ✓ Dapat menurunkan nilai AV
 - ✓ Dapat mempertinggi nilai RTA

5.1.2 Metode HRS

1. Variasi kadar filler

- Secara umum, akibat adanya variasi kadar filler, perilaku campuran yang terjadi adalah apabila kadar filler diperbanyak maka : makin tinggi nilai stabilitas campuran, makin tinggi nilai flow, makin rendah nilai AV, makin rendah nilai RTA dan makin rendah nilai MQ nya.
- Penggunaan Bp-a dalam variasi penetrasi aspal :
 - ✓ Dapat mempertinggi nilai stabilitas campuran yang diikuti oleh naiknya nilai flow.
 - ✓ Dapat mempertinggi nilai AV
 - ✓ Dapat menurunkan nilai RTA
 - ✓ Dapat menurunkan nilai MQ

2. Variasi penetrasi

- Secara umum, akibat adanya variasi penetrasi aspal, perilaku campuran yang terjadi adalah apabila nilai penetrasi aspal diperbesar maka : makin rendah nilai stabilitas campuran, makin rendah nilai flow, makin rendah nilai AV, makin tinggi nilai RTA, makin naik nilai MQ untuk benda uji dengan BP-a tetapi makin turun nilai MQ untuk benda uji tanpa BP-a.



- Penggunaan Bp-a dalam variasi penetrasi aspal :
 - ✓ Dapat menurunkan nilai stabilitas campuran
 - ✓ Dapat menurunkan nilai AV
 - ✓ Dapat mempertinggi nilai RTA
 - ✓ Dapat mempertinggi nilai MQ

3 Variasi jenis filler

- Dari beberapa jenis filler yang digunakan (abu batu, semen, kapur, dan lempung) dapat diketahui bahwa benda uji dengan filler semen yang menggunakan BP-a menghasilkan stabilitas tertinggi.
- Nilai flow dari semua variasi telah memenuhi syarat dan sebagian besar nilainya tinggi berkisar antara 5 – 7 mm.
- Nilai AV dari semua variasi telah memenuhi syarat kecuali AV dari benda uji dengan filler semen ($< 3\%$).
- Benda uji dengan filler semen dan lempung menghasilkan nilai RTA yang terlalu tinggi ($> 82\%$) sehingga tidak memenuhi persyaratan.
- Sebagian besar nilai MQ telah memenuhi syarat meskipun ada sebagian yang nilainya terlalu rendah ($< 200 \text{ Kg/mm}$)

4 Variasi tumbukan

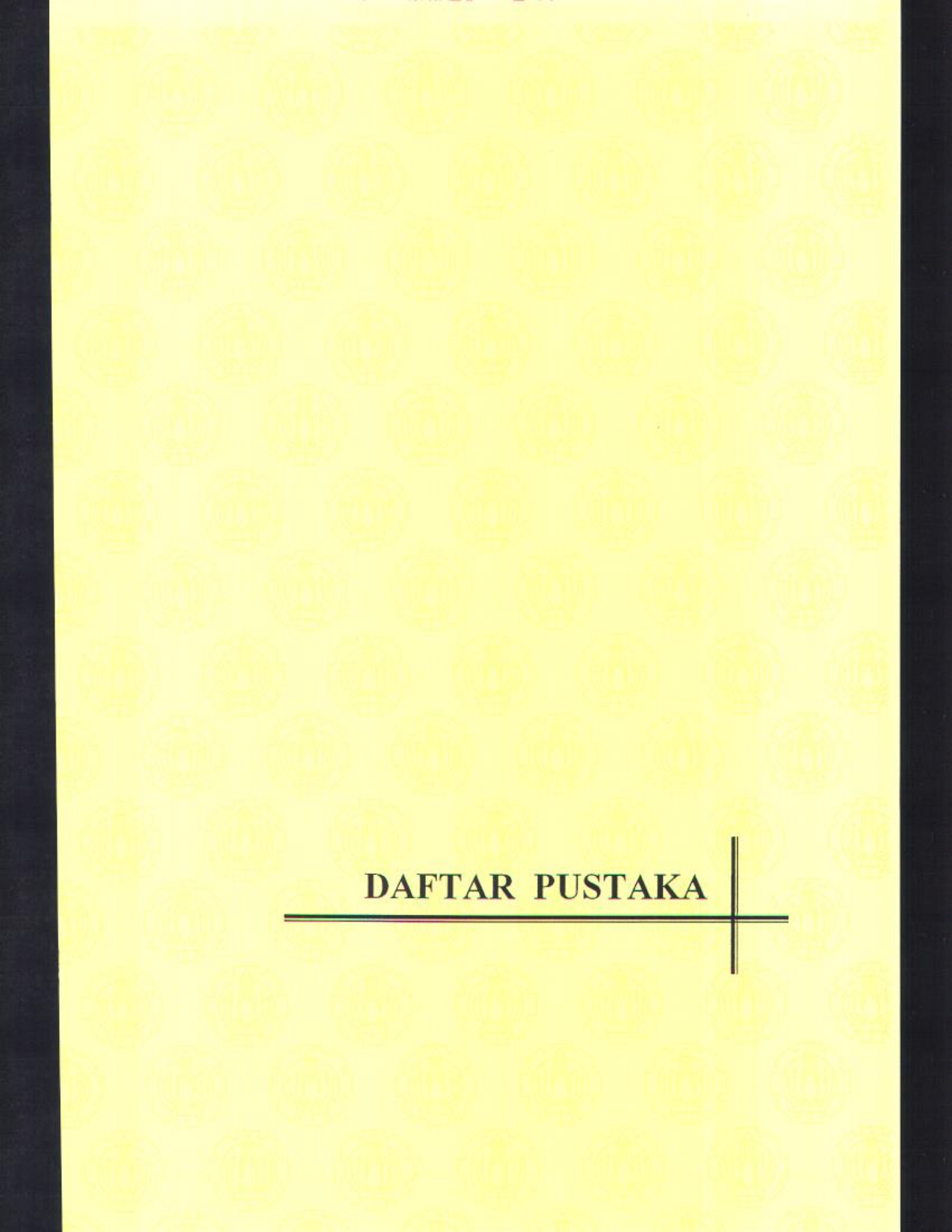
- Secara umum, akibat adanya variasi tumbukan, perilaku campuran yang terjadi adalah apabila jumlah tumbukan diperbanyak maka : makin tinggi nilai stabilitas campuran, makin tinggi nilai flow, makin turun nilai AV, makin tinggi nilai RTA dan makin turun nilai MQ nya.
- Penggunaan BP-a dalam variasi tumbukan :
 - ✓ Dapat menurunkan stabilitas campuran dan nilai flow
 - ✓ Dapat mempertinggi nilai AV
 - ✓ Dapat menurunkan nilai RTA
 - ✓ Dapat mempertinggi nilai MQ



5.2 SARAN

Sebaiknya dalam perencanaan campuran mix disain, haruslah diperhitungkan secara cermat dan baik agar diperoleh hasil campuran yang optimum. Material (bahan) yang akan digunakan harus memenuhi semua spesifikasi yang telah disyaratkan. Pada saat pencampuran harus dilakukan dengan prosedur yang benar. Suhu harus sesuai dengan ketentuan, pencampuran aspal dengan agregat harus benar-benar merata, jumlah rojokan harus tepat. Selain itu suhu dan waktu perendaman di waterbath harus benar-benar tepat, karena jika melebihi suhu dan waktu yang ditentukan maka pada waktu pengetesan Marshall hasilnya (stabilitas dan flow) jelek. Hal ini menunjukkan bahwa ketentuan-ketentuan diatas yang terkadang kurang kita perhatikan ternyata sangat menentukan terhadap kualitas benda uji yang dihasilkan.





DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Sertifikasi Asosiasi Pusat DPP – HPJL, **Sertifikasi Ahli Pengawas Jalan / Ahli Pengawas Jembatan Materi Pembekalan Modul VII Pekerjaan Lapis Permukaan Aspal.**
- Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Bina Marga, 1983, **Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Fleksible) / Laston .**
- Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Bina Marga, 1983, **Petunjuk Pelaksanaan Lapis Tipis Aspal Beton (Fleksible) / Lataston .**
- Mochtar, Indrasurya B, 1993, **Teknik Perkerasan Jalan**, Diktat kuliah di jurusan Teknik Sipil ITS.
- Sukirman, Silvia, **Perkerasan Lentur Jalan Raya**, Penerbit Nova, Bandung.
- The Asphalt Institute, March 1974, **Mix Design Methodes for Asphalt Concrete.**

LAMPIRAN I
TATA CARA PELAKSANAAN
PEMERIKSAAN BAHAN CAMPURAN

Lampiran I. Tata Cara Pemeriksaan Bahan Campuran

A. PEMERIKSAAN ASPAL

A.1. PENETRASI ASPAL

Pemeriksaan ini disesuaikan dengan :

- PA -301 -76
- (AASTHO T - 45 - 68)
- (ASTM D - 71)

1. MAKSUD

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk :

Menentukan penetrasi Bitumen keras atau lembek (solid atau semi solid) dengan memasukkan jarum penetrasi ukuran tertentu, beban dan waktu tertentu kedalam bitumen pada suhu tertentu pula.

2. PERALATAN

- a. Alat penetrasi yang dapat menggerakkan pemegang jarum naik turun tanpa gesekan dan dapat mengukur penetrasi sampai 0,1 mm.
- b. Pemegang jarum seberat ($47 \pm 0,05$) gram yang dapat dilepas dengan mudah dari alat penetrasi untuk penetran.
- c. Pemberat dari ($50 \pm 0,05$) gram dan ($100 \pm 0,05$) gram masing-masing digunakan untuk pengukuran penetrasi dengan beban 100 gram dan 200 gram.
- d. Jarum penetrasi stainless steel dengan mutu 440 C atau HRC 54 sampai 60 dengan ukuran dan bentuk menurut gambar dibawah, ujung jarum harus berbentuk kerucut terpancung.
- e. Cawan contoh terbuat dari logam atau gelas berbentuk silinder dengan dasar yang rata-rata berukuran :

PENETRASI	DIAMETER	KEDALAMAN
<200	55 mm	35 mm
200 - 300	70 mm	45 mm



- f. Bak peredam (Waterbath), terdiri dari bejana tidak kurang 10 liter dan dapat menahan suhu tertentu dengan ketelitian $\pm 0,1$ °C. Bejana ini dilengkapi dengan pelat dasar berlubang-lubang terletak 50 mm di atas bejana dan tidak kurang dari 100 mm di bawah permukaan air dalam bejana.
- g. Tempat air untuk benda uji ditempatkan di bawah alat penetrasi. Tempat tersebut mempunyai isi tidak kurang dari 350 ml dan tinggi yang cukup untuk meredam benda uji tanpa bergerak.
- h. Pengukur waktu (Stopwatch). Pengukuran waktu penetrasi dengan skala pembagian terkecil 0,1 detik atau kurang dan kesalahan tertinggi 0,1 detik per jam.
- i. Termometer.

3. BENDA UJI

Contoh dipanaskan perlahan-lahan serta diaduk-aduk sehingga cukup air untuk dituangkan. Pemanasan contoh ter tidak boleh lebih dari 60 °C diatas titik lembek, dan untuk Bitumen tidak boleh lebih dari 90 °C di atas titik lembek. Waktu pemanasan tidak boleh lebih dari 30 menit, diaduk-aduk perlahan-lahan agar udara tidak masuk ke dalam contoh. Setelah cair dituang hingga dingin. Tinggi contoh dalam tempat tersebut tidak kurang dari angka penetrasi ditambah 18 mm. Benda uji dibuat dua, benda uji ditutup agar bebas dari debu dan didiamkan dalam suhu ruang selama 1 sampai 1,5 jam untuk benda uji kecil, 1,5 sampai 2 jam untuk benda uji besar.

4. CARA KERJA DAN PELAKSANAAN

- a. Benda uji diletakkan dalam tempat air yang kecil dan tempat air tersebut dimasukkan dalam bak peredam yang bersuhu ($25 \pm 0,1$) °C, didiamkan dalam bak tersebut selama 1 – 1,5 jam.
- b. Pemegang jarum diperiksa agar jarum dapat dipasang dengan baik dan jarum penetrasi dibersihkan dengan toluena, kemudian jarum tersebut dikeringkan dengan lap bersih dan dipasang pada pemegang jarum.
- c. Pemberat 100 gram diletakkan diatas jarum untuk memperoleh beban ($100 \pm 0,01$) gram.



- d. Tempat air dipindahkan dari bak peredam ke bawah alat penetrasi.
- e. Jarum diturunkan perlahan-lahan sehingga menyentuh permukaan benda uji, kemudian angka nol di arloji penetrometer diatur sehingga jarum penunjuk berhimpit.
- f. Pemegang jarum dilepaskan dan stopwatch serentak dijalankan selama jangka waktu ($5 \pm 0,1$) detik.
- g. Arloji penetrometer diputar dan dibaca angka penetrasi yang berhimpit dengan jarum penunjuk, angka dibulatkan hingga 0,1 mm terdekat.
- h. Jarum dilepaskan dari pemegangnya dan disiapkan untuk test penetrasi berikutnya.
- i. Pekerjaan a – g diatas dilakukan berulang kali sebanyak 5 kali untuk setiap benda uji yang sama dengan ketentuan setiap titik pemeriksaan berjarak 1 cm, dan dari tepi dinding lebih dari 1 cm.

5. CATATAN

- a. Termometer bak perendam diatur
- b. Bitumen dan penetrasi kurang dari 150 dapat diuji dengan alat-alat dan cara pemeriksaan ini, sedangkan Bitumen dengan penetrasi antara 350 – 500 perlu dilakukan dengan alat – alat lain.
- c. Apabila pembacaan stopwatch lebih dari ($5 \pm 0,1$) detik, hasil tersebut tidak berlaku (diabaikan).
- d. Bacalah harga putaran jarum penetrasi selama waktu tersebut.
- e. Satu defisi pada pembacaan putaran jarum sama dengan 0,1 mm, jadi kalau harga penetrasi aspal tersebut 68 artinya selama 5 detik jarum tersebut bergerak menembus aspal $68 \times 0,1 \text{ mm} = 6,8 \text{ mm}$.

A.2. DAKTILITAS ASPAL

Pemeriksaan ini disesuaikan dengan :

- PA – 0306 – 76
- (AASTHO T – 51 – 74)
- (ASTM D – 113 – 69)



1. MAKSUD

Maksud pemeriksaan ini untuk :

Mengukur jarak terpanjang yang dapat ditarik antara dua cetakan yang berisi bitumen keras sebelum putus pada suhu dan kecepatan tarik tertentu, kegunaan :

- a. Untuk mengetahui daya penguluran dari suatu jenis aspal. Aspal yang mempunyai daktilitas tinggi biasanya mempunyai sifat semen yang aktif dan banyak terpengaruhi oleh suhu.
- b. Hubungannya dengan pelaksanaan adalah untuk menentukan jenis aspal yang dipakai berkaitan dengan sifat kerapuhannya. Aspal yang baik daktilitasnya lebih besar dari 100 cm dengan tarikan 5 cm/detik.

2. PERALATAN

- a. Termometer.
- b. Cetakan daktilitas kuningan.
- c. Bak perendam isi 10 liter yang dapat menjaga suhu tertentu selama pengujian dengan ketelitian $0,1^{\circ}\text{C}$, dan benda uji dapat direndam sekurang-kurangnya 10 cm di bawah permukaan air. Bak tersebut dilengkapi dengan pelat dasar yang berlubang diletakkan 5 cm dari dasar bak perendam untuk meletakkan benda uji.
- d. Mesin dengan ketentuan sebagai berikut :
 - Dapat menarik benda uji dengan kecepatan yang tetap.
 - Dapat menjaga benda uji tetap terendam dan tidak menimbulkan getaran selama pemeriksaan.
- e. Methyl alkohol teknik dan sodium chlorida teknik.

3. BENDA UJI

- a. Cetakan benda uji diletakkan pada posisinya dan dilapisi dengan campuran gliserin dan dextrin atau gliserin dan talk. Kemudian cetakan daktilitas dipasang di atas pelat dasar.
- b. Contoh aspal (100 gr) dipanaskan sehingga menjadi cair dan dapat dituangkan. Untuk menghindari pemanasan setempat dilakukan dengan hati-hati, pemanasan dilakukan sampai suhu 80°C sampai dengan 100°C dibawah



titik lembek, kemudian contoh disaring dengan saringan No. 50 dan setelah diaduk dituangkan dalam cetakan.

- c. Pada waktu mengisi cetakan, contoh dituangkan hati-hati dari ujung ke ujung hingga penuh.
- d. Cetakan didinginkan pada suhu ruang antara 30 – 40 menit, lalu dipindahkan ke dalam bak perendam yang telah disiapkan pada suhu pemeriksaan (sesuai dengan spesifikasi) selama 30 menit, kemudian contoh yang berlebihan diratakan dengan pisau yang panas sehingga cetakan terisi penuh dan rata.

4. CARA KERJA DAN PELAKSANAAN

- a. Benda uji didiamkan pada suhu 25°C dalam bak perendam selama 85 – 95 menit kemudian benda uji dilepaskan dari pelat dasar dan sisi-sisi cetakan
- b. Benda uji dipasang pada mesin uji dan benda uji ditarik secara teratur dengan kecepatan 5 cm/menit sampai benda uji putus. Perbedaan kecepatan lebih kurang 5% masih diijinkan. Jarak antara pemegang cetakan dibaca, pada saat benda uji putus (dalam cm). Selama percobaan berlangsung benda uji harus terendam sekurang-kurangnya 2,5 cm dari muka air dan suhu harus dipertahankan ($25 \pm 0,5$)°C.

A.3. PEMERIKSAAN TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR

Pemeriksaan ini disesuaikan dengan :

- PA – 0303 – 78
- (AASTHO T – 48 - 74)
- (ASTM D – 92 – 52)

1. MAKSUD

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk :

Menentukan titik nyala dan titik bakar dari aspal.

Titik nyala adalah suhu pada saat terlihat nyala singkat pada suatu titik di atas permukaan aspal.

Titik bakar adalah suhu pada saat terlihat nyala sekurang-kurangnya 5 detik pada suatu titik di atas permukaan aspal.



2. PERALATAN

- a. Termometer.
- b. Cawan kuningan.
- c. Pelat pemanas, terdiri dari logam untuk melekatkan cawan dan bagian atas dilapisi seluruhnya oleh asbes setebal 0,8 cm.
- d. Sumber pemanas, dipakai pembakaran gas yang tidak menimbulkan asap.
- e. Penahan angin, yaitu alat yang dapat menahan hembusan angin.
- f. Nyala penguji yang dapat diatur dan memberikan nyala dengan diameter 3,2 – 4,8 mm dengan panjang tabung 7,5 cm.

3. BENDA UJI

Panaskan contoh aspal antara 130 – 140°C sampai cukup cair, kemudian isi cawan kuningan sampai garis dan hilangkan gelembung udara yang ada pada permukaan cairan.

4. CARA KERJA DAN PELAKSANAAN

- a. Letakkan cawan di atas pelat pemanas dan diatur sumber pemanas hingga terletak di bawah titik tengah cawan.
- b. Letakkan nyala penguji dengan poros pada jarak 7,5 cm dari titik tengah cawan.
- c. Tempatkan termometer tegak lurus di dalam benda uji dengan jarak 6,4 mm di atas dasar cawan dan terletak pada satu garis yang menghubungkan titik poros nyala penguji, kemudian diatur hingga poros termometer terletak pada jarak $\frac{1}{4}$ diameter cawan dari tepi.
- d. Tempatkan penahan angin di depan nyala penguji.
- e. Nyalakan sumber pemanas dan atur pemanasan sehingga kenaikan suhu 15°C permenit hingga benda uji mencapai suhu 56°C di bawah titik nyala perkiraan.
- f. Atur kecepatan pemanasan 5°C – 6°C per menit pada suhu 50°C dan 28°C di bawah titik nyala perkiraan.

- g. Nyala penguji dinyalakan dan diatur agar diameter nyala penguji 3,2 sampai 4,8 mm.
- h. Putar nyala penguji hingga melalui permukaan cawan (dari tepi ke tepi cawan) dalam selang waktu 1 detik, ulangi pekerjaan setiap kenaikan 2°C .
- i. Lanjutkan pekerjaan f & h sampai terlihat nyala singkat pada suatu titik di atas permukaan benda uji, dibaca suhu pada termometer dan dicatat.
- j. Lanjutkan pekerjaan ini sampai terlihat nyala yang agak lama (5 detik) di atas permukaan benda uji . Bacalah suhu pada termometer dan catat.

A.4. PEMERIKSAAN TITIK LEMBЕК

Pemeriksaan ini disesuaikan dengan :

- PA - 0302 - 76
- (AASTHO T - 53 - 74)
- (ASTM D - 36 - 70)

1. MAKSUD

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk

Menentukan titik lembek aspal yang berkisar antara $30 - 200^{\circ}\text{C}$.

Titik Lembek adalah suhu pada saat bola baja dengan berat tertentu mendesak turun suatu lapisan aspal yang tertahan dalam cincin berukuran tertentu, sehingga aspal itu menyentuh pelat dasar yang terletak di bawah cincin pada besaran waktu tertentu, sebagai akibat pemanasan dengan kepadatan tertentu.

2. PERALATAN

- a. Termometer.
- b. Cincin kuningan.
- c. Bola baja, diameter 9,53 mm dengan berat = 3,45 - 3,55 gr.
- d. Alat pengarah bola.
- e. Bejana gelas, tahan pemanasan mendadak dengan diameter dalam = 8,5 cm dan tinggi sekurang-kurangnya 12 cm.
- f. Dudukan benda uji.



g. Penjepit.

3. BENDA UJI

- Panaskan contoh perlahan-lahan sambil diaduk terus menerus hingga cairan menjadi rata. Pemanasan dan pengadukan dilakukan perlahan-lahan agar gelembung udara tidak masuk. Setelah merata, tuanglah contoh ke dalam dua buah cincin, suhu pemanasan tidak lebih dari 111°C di atas titik lembeknya. Waktu untuk pemanasan ≤ 30 menit.
- Panaskan dua buah cincin sampai mencapai suhu tuang contoh dan letakkan kedua cincin di atas pelat kuningan yang telah diberi lapisan dari campuran talk dan sabun.
- Tuangkan contoh ke dalam 2 buah cincin, diamkan pada suhu sekurang-kurangnya 8°C di bawah titik lembeknya sekurang-kurangnya selama 30 menit.
- Setelah dingin permukaan contoh diratakan dalam cincin dengan pisau yang dipanaskan.

4. CARA KERJA DAN PELAKSANAAN

- a. Pasang dan atur kedua cincin di atas tempat duduknya, letakkan pengarah bola di atasnya kemudian masukkan semua peralatan tersebut ke dalam bejana gelas. Bejana diisi dengan air suling dengan suhu $(5 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ hingga tinggi permukaan air berkisar 101,6 sampai 108 mm. Letakkan termometer yang sesuai untuk pekerjaan ini di antara kedua benda uji ($\pm 12,7$ mm dari tiap cincin). Periksa dan atur jarak antara permukaan plat dasar dengan benda uji sehingga menjadi 25,4 mm.
- b. Letakkan bola-bola baja bersuhu 5°C di atas dan di tengah permukaan masing-masing benda uji dengan menggunakan penjepit dan memasang kembali pengarah bola.
- c. Panaskan bejana sehingga kenaikan suhu menjadi 5°C per menit. Kecepatan pemanasan ini tidak boleh diambil dari kecepatan pemanasan rata-rata dari akhir pekerjaan ini. Untuk 3 menit pertama, perbedaan kecepatan pemanasan $\leq 0,5^{\circ}\text{C}$.

B. PEMERIKSAAN AGREGAT

B.1. ANALISA SARINGAN (SIEVE ANALYSIS)

Pemeriksaan analisa saringan ini disesuaikan dengan manual :

- PB-0201-76
- (AASTHO T-27-74)
- (ASTM C-136-46)

1. MAKSUD

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk :

- Menentukan pembagian butir (gradasi) agregat halus dan agregat kasar dengan menggunakan saringan (Standart ASTM).
- Mengetahui ukuran butiran agar dapat menentukan suatu komposisi campuran agregat yang memenuhi spesifikasi yang ditentukan.

2. PERALATAN

- a. Timbangan dan neraca dengan ketelitian 0,2 % dari berat benda uji
- b. Satu set saringan : 25 mm (1") ; 19,1 mm (3/4") ; 12,5mm (1/2 ") ; 9,5 mm (3/8") ; No. 4 ; No. 8 ; No. 30 ; No. 50 ; No. 100 ; No. 200 ; Pan (standart ASTM).
- c. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai pada suhu (110 ± 5) °C.
- d. Alat pemisah contoh
- e. Mesin pengguncang saringan
- f. Talam-talam untuk tempat agregat
- g. Kuas, sikat kuningan, sendok dan alat lainnya

3. BENDA UJI

Fraksi Agregat, digolongkan menjadi 3 fraksi :

- F1, berbutir kasar (rata-rata ukurannya 1 1/2 - 1"), berat contoh 4000 gram

- F2, berbutir sedang (rata-rata ukurannya 1” - No. 4), berat contoh 2500 gram
- F3, berbutir halus (rata-rata ukurannya No. 4 - pan), berat contoh 2000 gram

Semua contoh yang digunakan sebagai benda uji diambil pada berat tetap.

Berat tetap adalah berat agregat kering oven pada suhu kamar dan diulang dioven satu jam lagi setelah didinginkan pada suhu kamar lagi maka beratnya tetap, oven harus senantiasa pada suhu (110 ± 5) °C, karena air pada suhu 100 °C akan menguap sehingga kandungan air pada agregat itu akan hilang.

Klasifikasi Agregat :

- Agregat kasar yaitu agregat yang tertahan pada saringan No. 4
- Agregat halus yaitu agregat yang lolos melalui saringan No. 4

Bila agregat berupa campuran dari agregat halus dan agregat kasar, agregat tersebut dipisahkan menjadi 2 bagian dengan saringan No. 4, selanjutnya agregat halus dan agregat kasar disediakan sebanyak jumlah seperti tercantum diatas.

Benda uji disiapkan sesuai dengan persyaratan (PB-0208-76) kecuali apabila butiran yang melalui saringan No. 200 tidak perlu diketahui jumlahnya dan bila syarat-syarat ketelitian tidak menghendaki pencucian.

4. CARA KERJA DAN PELAKSANAAN

Pelaksanaan disini disesuaikan buku petunjuk dengan nomor kode PB-0201-76.

1. Benda uji dikeringkan didalam oven dengan suhu (110 ± 5) °C sampai berat tetap
2. Benda uji disaring lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas. Saringan diguncang dengan tangan atau mesin pengguncang selama 15 menit

5. PERHITUNGAN

Menghitung prosentase berat benda uji yang tertahan di atas masing-masing saringan terhadap berat total benda uji.



B.2. PEMERIKSAAN AGREGAT DENGAN MESIN LOS ANGELES

Pemeriksaan ini dengan mesin Los Angeles dan disesuaikan dengan manual :

- PB-0206-76
- (AASTHO T-96-76)
- (ASTM C-131-35)
- (ASTM C-535-9)

1. MAKSUD

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk :

Menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan menggunakan mesin "*Los Angeles*". Keausan tersebut dinyatakan dengan perbandingan antara berat bahan aus lewat saringan No. 12 terhadap berat semula dalam prosentase.

2. PERALATAN

- a. Mesin Los Angeles, mesin terdiri atas silinder baja tertutup pada kedua sisinya dengan diameter 71 cm (28"), panjang 50 cm (20"). Silinder bertumpu pada dua poros pendek yang tak menerus dan berputar pada poros mendatar. Silinder berlubang untuk memasukkan benda uji. Penutup lubang terpasang rapat sehingga permukaan dalam silinder tidak terganggu. Di dalam silinder terdapat bilah baja melintang penuh setinggi 8,9 cm (3,56").
- b. Saringan No. 12 dan saringan-saringan lainnya seperti berikut : $3/8"$, $3/4"$, $1/2"$.
- c. Timbangan dengan ketelitian 5 gram.
- d. Bola - bola baja (12 buah) dengan diameter rata-rata sebesar 4,86 cm ($1\ 7/8"$), dengan berat masing-masing antara 390 – 445 gram.
- e. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

3. BENDA UJI

- a. Berat dan gradasi benda uji sesuai daftar No. 1
- b. Benda uji dibersihkan dan dikeringkan dalam oven pada suhu $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ sampai berat tetap.



4. CARA KERJA DAN PELAKSANAAN

Pelaksanaan disini disesuaikan buku petunjuk dengan nomor kode PB-0209-76.

- a. Benda uji diambil kemudian disaring dengan ketentuan sebagai berikut:
 - Lolos $1\frac{1}{2}$ " dan tertahan 1" = 1250 gram
 - Lolos 1" dan tertahan $\frac{3}{4}$ " = 1250 gram
 - Lolos $\frac{3}{4}$ " dan tertahan $\frac{1}{2}$ " = 1250 gram
 - Lolos $\frac{1}{2}$ " dan tertahan $\frac{3}{8}$ " = 1250 gram
- b. Benda uji dicuci, dan dipanaskan dalam oven selama (24 ± 4) jam
- c. Diambil 5000 gram dan dicampur, kemudian dimasukkan dalam mesin Los Angeles bersama bola-bola sebanyak 12 buah
- d. Mesin diputar dengan kecepatan antara 30-33 rpm, dengan jumlah putaran 500 kali
- e. Setelah selesai pemutaran benda uji dikeluarkan dari mesin, kemudian disaring dengan saringan No. 12. Butiran yang tertahan dicuci bersih, selanjutnya dikeringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ sampai berat menjadi tetap.

B.3. BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT KASAR

Pemeriksaan ini disesuaikan dengan :

- PB-0202-76
- (AASTHO T-85-74)
- (ASTM C-127-68)

1. MAKSUD

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk :

Menentukan berat jenis (bulk), berat jenis kering permukaan jenuh (saturated surface dry) dan berat jenis semu (apparent) dari agregat kasar, dimana

- a. **Berat jenis** (*bulk specific gravity*) ialah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.



- b. **Berat jenis kering permukaan (SSD)** yaitu perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.
- c. **Berat jenis semu (*apparent specific gravity*)** ialah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering pada suhu tertentu.
- d. **Penyerapan** adalah prosentase berat air yang dapat diserap pori terhadap berat agregat kering.

2. PERALATAN

Peralatan yang dipakai dalam praktikum ini adalah :

- a. Keranjang kawat No. 6 atau No. 8 (ukuran 3,35 mm atau 2,36 mm) dengan kapasitas kira-kira 5 kg.
- b. Tempat air dengan kapasitas dan bentuk yang sesuai untuk pemeriksaan, tempat ini harus dilengkapi dengan pipa sehingga permukaan air selalu tetap.
- c. Timbangan dengan kapasitas 5 kg dengan ketelitian 0,1 % dari berat contoh yang ditimbang dan dilengkapi dengan alat penggantung keranjang.
- d. Oven dengan pengatur suhu dengan temperatur (110 ± 5) °C
- e. Alat pemisah contoh.
- f. Saringan No. 4

3. BENDA UJI

Benda uji adalah agregat yang tertahan pada saringan no. 4 yang diperoleh dari alat pemisah contoh sebanyak ± 5 kg

4. CARA KERJA DAN PELAKSANAAN

- a. Benda uji dicuci untuk menghilangkan debu yang melekat pada permukaan agregat.
- b. Benda uji dioven pada suhu 105 °C sampai pada berat tetap.
- c. Benda uji didinginkan pada suhu kamar selama 1-3 jam, kemudian ditimbang dengan ketelitian 0,5 gram (**Bk**).
- d. Benda uji direndam dalam air pada suhu kamar selama ± 24 jam

- c. Mengeluarkan benda uji dari air dan mengelap dengan kain penyerap sampai kering permukaan (SSD), untuk butiran besar dilap satu persatu.
- f. Menimbang benda uji permukaan jenuh (SSD)
- g. Meletakkan benda uji dalam keranjang lalu mengguncang untuk mengeluarkan udara yang tersekap diantara batu dan mengamati berapa beratnya dalam air (Ba).
- h. Suhu air diukur untuk penyesuaian hitungan pada suhu standart (25 °C)

5. CATATAN

Bila penyerapan dan harga berat jenis digunakan dalam pekerjaan beton, dimana agregatnya digunakan pada keadaan kadar air aslinya, maka tidak perlu dilakukan pengeringan oven. Banyak jenis bahan campuran yang mempunyai bagian butir-butir berat dan ringan. Bahan semacam ini memberikan harga-harga berat jenis yang tidak tetap, walaupun pemeriksaan dilakukan dengan sangat hati-hati. Dalam hal ini beberapa pemeriksaan ulangan diperlukan untuk mendapatkan harga rata-rata yang memuaskan.

B.4. BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT HALUS

Pemeriksaan ini disesuaikan dengan :

- PB - 0203-76
- (AASTHO T-84-74)
- (ASTM C-128-68)

1. MAKSUD

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan :

- a. **Berat jenis (bulk specific gravity)** adalah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh dalam suhu tertentu.
- b. **Berat jenis kering permukaan (saturated dry)** adalah perbandingan antara agregat kering permukaan jenuh dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.



- c. **Berat jenis semu** (*apparent specific gravity*) adalah perbandingan antara agregat kering dengan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan pada suhu tertentu.
- d. **Penyerapan** adalah prosentase berat air yang dapat diserap pori terhadap berat agregat kering.

2. PERALATAN

- a. Timbangan, kapasitas 1 kg atau lebih dengan ketelitian 0,1 gram.
- b. Piknometer dengan kapasitas 500 ml.
- c. Kerucut terpancung (cone), diameter bagian atas (40 ± 3) mm, diameter bagian bawah (90 ± 3) mm dan tinggi (75 ± 3) mm, dibuat dari logam tebal minimum 0,8 mm.
- d. Batang penumbuk yang mempunyai bidang penumbuk rata, berat (350 ± 15) gram, diameter permukaan (25 ± 3) mm.
- e. Saringan No. 4
- f. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai (110 ± 5) °C.
- g. Pengukur suhu dengan ketelitian pembacaan 1 °C.
- h. Talam.
- i. Bejana tempat air.
- j. Pompa hampa udara (Vacuum pump) atau tungku.
- k. Air suling.
- l. Desikator.

3. BENDA UJI

Benda uji adalah agregat yang lewat saringan No. 4, diperoleh dari alat pemisah contoh sebanyak 500 gram.

4. CARA KERJA DAN PELAKSANAAN

- a. Benda uji dikeringkan dalam oven pada suhu (110 ± 5) °C, sampai mencapai berat yang tetap. Yang dimaksud berat tetap adalah keadaan benda uji selama 3 kali proses penimbangan dan pemanasan dalam oven dengan



selang waktu 2 jam berturut-turut, tidak akan mengalami perubahan kadar air lebih besar dari pada 0,1 %. Didinginkan dalam suhu ruang, kemudian direndam dalam air selama (24 ± 4) jam.

- b. Membuang air perendam dengan hati-hati supaya tidak ada butiran yang hilang, lalu menebarkan agregat diatas talam dan mengeringkan diudara panas dengan cara membalikkan benda uji. Pengeringan dilakukan sampai mencapai kering permukaan jenuh.
- c. Memeriksa keadaan kering permukaan jenuh dengan cara memasukkan benda uji kedalam kerucut terpancung, padatkan dengan batang penumbuk sebanyak 25 kali, angkat kerucut terpancung. Keadaan kering permukaan jenuh tercapai bila benda uji runtuh tetapi masih dalam keadaan tercetak.
- d. Setelah tercapai keadaan kering permukaan jenuh, 500 gram benda uji dimasukkan ke dalam piknometer. Masukkan air suling dijaga agar jangan sampai terlihat gelembung udara di dalamnya. Untuk mempercepat proses ini, dapat digunakan pompa hampa udara, tetapi harus diperhatikan jangan sampai ada air yang ikut terhisap, dapat juga dilakukan dengan cara merebus piknometer.
- e. Merendam piknometer dalam air dan mengukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standart 25 °C.
- f. Menambah air sampai mencapai tanda batas.
- g. Menimbang piknometer yang berisi air dan benda uji sampai ketelitian 0,1 gram (**Bt**).
- h. Benda uji dikeluarkan, dikeringkan dalam oven dengan suhu 110 °C sampai mencapai berat tetap, kemudian didinginkan dalam desikator.
- i. Setelah benda uji dingin kemudian ditimbang (**Bk**).
- j. Menentukan berat piknometer berisi air penuh dan ukur suhu air guna penyesuaian dengan suhu standart 25 °C (**B**).



C. PEMBUATAN DAN PENGUJIAN BRIKET

C.1. PEMERIKSAAN CAMPURAN DENGAN ALAT MARSHALL

• AASHTO T – 245 – 78

1. MAKSUD

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk :

Menentukan ketahanan (stabilitas) campuran aspal dengan agregat terhadap kelelahan plastis (flows).

Ketahanan (stabilitas) adalah kemampuan suatu campuran aspal untuk menerima beban sampai terjadi kelelahan plastis, yang dinyatakan dalam kilogram atau pound.

Kelelahan plastis adalah keadaan perubahan bentuk suatu campuran aspal yang terjadi akibat suatu beban sampai batas runtuh yang dinyatakan dalam mm atau 0,1 inch.

2. PERALATAN

- a. Tiga buah cetakan benda uji yang berdiameter 10 cm (4") dan tinggi 7,7 cm (3") lengkap dengan plat atas dan leher sambung
- b. Alat pengeluar benda uji. Untuk benda uji yang sudah didapatkan dari dalam cetakan dikeluarkan dengan alat ejektor
- c. Penumbuk yang mempunyai permukaan tumbuk rata berbentuk silinder, dengan berat 4,536 kg (10 pound), dan tinggi jatuh bebas 35,7 cm (18")
- d. Landasan pemadat terdiri dari balok kayu (jati atau sejenis) berukuran kira-kira 20 x 20 x 45 cm yang dilapisi dengan plat baja berukuran 30 x 30 x 2,3 cm dan diikat pada lantai beton dengan 4 bagian siku
- e. Silinder cetakan benda uji
- f. Mesin tekan lengkap :
 - kepala penekan berbentuk lengkung (breaking head)
 - cincin penguji berkapasitas 2500 kg (5000 pound) dengan ketelitian 12,5 kg (25 pound) dilengkapi arloji tekan dengan ketelitian 0,0025 cm (0,0001")



- arloji kelelehan dengan ketelitian 0,25 mm (0,01") dengan perlengkapannya
- g. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai (200 ± 3)°C
- h. Bak perendam (waterbath) yang dilengkapi dengan pengatur suhu minimum 20°C
- i. Perlengkapan lainnya :
 - panci untuk memanaskan agregat, aspal dan campuran aspal
 - pengukur suhu dari logam (metal thermometer) berkapasitas 250°C dan 100°C dengan ketelitian 0,5 atau 1 % dari kapasitas
 - timbangan yang dilengkapi dengan penggantung benda uji berkapasitas 2 kg dengan ketelitian 0,1 gram dan timbangan berkapasitas 5 kg dengan ketelitian 1 gram
 - kompor
 - sarung asbes dan karet
 - sendok pengaduk dan perlengkapan lain



3. BENDA UJI

a. Persiapan benda uji :

Agregat dikeringkan sampai berat tetap pada suhu (105 ± 5)°C. Agregat dipisahkan dengan cara penyaringan kering ke dalam fraksi-fraksi yang dikehendaki.

b. Penentuan suhu pencampuran dan pematatan

Suhu campuran ditetapkan pada daftar berikut :

Bahan Pengikat	Campuran			Pematatan		
	Kinematik	Saybolt	ENGLE	Kinematik	Saybolt	ENGLE
	k k	Furol	R	k k	Furol	R
	C,St	Det,S,F	-	C,St	Det,S,F	-
Aspal Panas	170±20	85±10	-	280±30	140±45	-
Aspal Dingin	170±20	85±10	-	280±30	140±45	-
Ter	-	-	25±3	-	-	40±5

c. Persiapan campuran

Untuk setiap benda uji diperlukan agregat sebanyak 1200 gram sehingga menghasilkan tinggi benda uji sekitar $6,25 \pm 0,125$ cm ($2,5'' \pm 0,05''$).

Panci dipanaskan beserta campuran agregat 28°C di atas suhu pencampur untuk aspal panas dan ter dan diaduk sampai merata. Aspal dituangkan sebanyak yang dibutuhkan ke dalam agregat yang sudah dipanaskan, kemudian diaduk sesuai point 3b sampai agregat melapis merata.

d. Pemadatan benda uji

Perlengkapan cetakan benda uji dan penumbuk dibersihkan dengan seksama dan dipanaskan dengan suhu $93,3^{\circ}\text{C}$ dan $148,9^{\circ}\text{C}$. Selembar kertas saring atau kertas penghisap yang sudah digunting sesuai bentuk cetakan diletakkan ke dalam dasar cetakan, kemudian seluruh campuran dimasukkan ke dalam cetakan tersebut dan ditusuk dengan keras dengan sendok semen. Leher alat dilepaskan, permukaan campuran diratakan dengan sendok, sehingga menjadi sedikit cembung. Saat akan dipadatkan, suhu campuran harus dalam batas-batas pemadatan (3b). Cetakan diletakkan di atas landasan pemadat, kemudian ditumbuk dengan penumbuk sebanyak 75, 50 dan 35 kali dengan tinggi jatuh 45 cm.

Setelah itu benda uji dikeluarkan dari cetakannya ke atas permukaan rata yang halus, kemudian didiamkan selama 24 jam pada suhu ruang.

4. CARA MELAKUKAN

- Benda uji dibersihkan dari kotoran-kotoran yang menempel
- Masing-masing benda uji diberi tanda pengenal
- Tinggi dari benda uji diukur dengan ketelitian 0,1 mm
- Benda uji ditimbang
- Benda uji direndam dalam air selama 24 jam
- Benda uji ditimbang dalam air untuk mendapatkan isi



- g. Sebelum melakukan pengujian, batang penuntun (guide rod) dan permukaan dalam test head dibersihkan dan dilumasi, sehingga batang penekan dapat meluncur dengan cepat dan bebas. Segmen dipasang di atas benda uji dan keseluruhannya diletakkan dalam mesin penguji. Arloji kelelahan (flow meter) dipasang pada kedudukannya, sementara selubung tangki arloji dipegang teguh terhadap segmen atas kepala penekan (breaking head). Selubung tangki arloji ditekan selama pembebanan berlangsung. Kedudukan arloji tekan diatur pada angka nol. Kemudian diberikan pembebanan kepada benda uji dengan kecepatan 50 mm/menit sampai pembebanan maksimum tercapai. Waktu tidak boleh melebihi 30 menit.

LAMPIRAN II
MIX DESAIN DENGAN VARIASI

Lampiran II. Mix Desain Campuran dengan Variasi

A. MIX DESAIN AC

Tabel A.1. Analisa saringan BM V Fraksi 1 (kasar)

NOMOR SARINGAN	BERAT MASAING-2 TERTAHAN (GRAM)	BERAT JUMLAH TERTAHAN (GRAM)	% JUMLAH TERTAHAN (GRAM)	% JUMLAH MELALUI (GRAM)	KETERANGAN
1"	0	0	0	100	
3/4"	530.5	530.5	10.61	89.39	
1/2"	1908	2438.5	48.77	51.23	
3/8"	920	3358.5	67.17	32.83	
NO. 4	817	4175.5	83.51	16.49	
NO. 8	496	4671.5	93.43	6.57	
NO. 30	66.5	4738	94.76	5.24	
NO. 50	66	4804	96.08	3.92	
NO. 100	159	4963	99.26	0.74	
NO. 200	11.5	4974.5	99.49	0.51	
PAN	23	4997.5	99.95	0.05	

Tabel A.2. Analisa saringan BM V Fraksi 2 (sedang)

NOMOR SARINGAN	BERAT MASAING-2 TERTAHAN (GRAM)	BERAT JUMLAH TERTAHAN (GRAM)	% JUMLAH TERTAHAN (GRAM)	% JUMLAH MELALUI (GRAM)	KETERANGAN
1"	0	0	0.00	100.00	
3/4"	0	0	0.00	100.00	
1/2"	340.8	340.8	11.36	88.64	
3/8"	805.5	1146.3	38.21	61.79	
NO. 4	986.7	2133	71.10	28.90	
NO. 8	492.9	2625.9	87.53	12.47	
NO. 30	171	2796.9	93.23	6.77	
NO. 50	32.7	2829.6	94.32	5.68	
NO. 100	41.1	2870.7	95.69	4.31	
NO. 200	52.8	2923.5	97.45	2.55	
PAN	75	2998.5	99.95	0.05	

Tabel A.3 Analisa saringan BM V Fraksi 3 (halus)

NOMOR SARINGAN	BERAT MASAING-2 TERTAHAN (GRAM)	BERAT JUMLAH TERTAHAN (GRAM)	% JUMLAH TERTAHAN (GRAM)	% JUMLAH MELALUI (GRAM)	KETERANGAN
1"	0	0	0	100	
3/4"	0	0	0	100	
1/2"	0	0	0	100	
3/8"	0	0	0	100	
NO 4	21.2	21.2	1.06	98.94	
NO 8	244.4	265.6	13.28	86.72	
NO 30	893.8	1159.4	57.97	42.03	
NO 50	263.8	1423.2	71.16	28.84	
NO 100	219	1642.2	82.11	17.89	
NO 200	210.6	1852.8	92.64	7.36	
PAN	146.4	1999.2	99.96	0.04	

Tabel A.4 Proporsi agregat campuran BM V

Ukuran Saringan	% Passing			Proporsi Agregat Campuran			Total Campuran	Spec.	Mid. Spec	Ket.
	F I	F II	F III	F I = 49.14%	F II = 9 %	F III = 41.86 %				
1"	100	100	100	49.14	9.00	41.86	100.00	100	100	ok
3/4"	89.39	100	100	43.93	9.00	41.86	94.79	80 - 100	90	ok
1/2"	51.23	88.64	100	25.17	7.98	41.86	75.01	-	-	0
3/8"	32.83	61.79	100	16.13	5.56	41.86	63.55	60 - 80	70	ok
# 4	16.49	28.9	96.94	8.10	2.60	41.42	52.12	48 - 65	56.5	ok
# 8	6.57	12.47	86.72	3.23	1.12	36.30	40.65	35 - 50	42.5	ok
# 20	5.24	6.77	42.03	2.57	0.61	17.59	20.78	19 - 30	24.5	ok
# 50	3.92	5.68	28.84	1.93	0.51	12.07	14.51	13 - 23	18	ok
# 100	0.74	4.31	17.89	0.36	0.39	7.49	8.24	7 - 15	11	ok
# 200	0.51	2.55	7.36	0.25	0.23	3.08	3.56	1 - 8	4.5	ok
PAN	0.05	0.05	0.04	0.02	0.00	0.02	0.05			

Tabel A 5 Perencanaan campuran BM V

Berat benda uji (gram)			1200	1200	1200	1200	1200
Kadar aspal (%)			4.5	5	5.5	6	6.5
Berat aspal (gram)			54	60	66	72	78
Berat agregat (gram)			1146	1140	1134	1128	1122
Saringan		%	Berat masing- masing gradasi				
Lolos	Tertahan		I	II	III	IV	V
1"	3/4"	5.21	59.71	59.39	59.08	58.77	58.46
3/4"	1/2"	19.78	226.68	225.49	224.31	223.12	221.93
1/2"	3/8"	11.46	131.33	130.64	129.96	129.27	128.58
3/8"	# 4	11.43	130.99	130.30	129.62	128.93	128.24
# 4	# 8	11.47	131.45	130.76	130.07	129.38	128.69
# 8	# 20	19.87	227.71	226.52	225.33	224.13	222.94
# 20	# 50	6.27	71.85	71.48	71.10	70.73	70.35
# 50	# 100	6.27	71.85	71.48	71.10	70.73	70.35
# 100	# 200	4.68	53.63	53.35	53.07	52.79	52.51
# 200	PAN	3.56	40.80	40.58	40.37	40.16	39.94

Tabel A 6 Perencanaan campuran BM V

Berat Benda Uji (gram)		1200	
Kadar Aspal (%)		5.6	
Berat Aspal (gram)		67.2	
Berat Agregat (gram)		1132.8	
Saringan		%	
Lolos	Tertahan		
1	3/4	5.21	59.02
3/4	1/2	19.78	224.07
1/2	3/8	11.46	129.82
3/8	4	11.43	129.48
4	8	11.47	129.93
8	30	19.87	225.09
30	50	6.27	71.03
50	100	6.27	71.03
100	200	4.68	53.02
200	Pan	3.56	40.33



Gambar A.1 Gradasi campuran BM V

Tabel A.7. Analisa saringan BM II Fraksi 1 (kasar)

NOMOR SARINGAN	BERAT MASAING-2 TERTAHAN (GRAM)	BERAT JUMLAH TERTAHAN (GRAM)	% JUMLAH TERTAHAN (GRAM)	% JUMLAH MELALUI (GRAM)	KETERANGAN
3/4"	0	0	0	100	
1/2"	388.5	388.5	7.77	92.23	
3/8"	2060	2448.5	48.97	51.03	
NO.4	1426.5	3875	77.5	22.5	
NO.8	950	4825	96.5	3.5	
NO.30	28	4853	97.06	2.94	
NO.50	101	4954	99.08	0.92	
NO.100	9	4965	99.26	0.74	
NO.200	11.5	4974.5	99.49	0.51	
PAN	23	4997.5	99.95	0.05	

Tabel A 8. Analisa saringan BM II Fraksi 2 (sedang)

NOMOR SARINGAN	BERAT MASAMBA2 TERTAHAN (GRAM)	BERAT JUMLAH TERTAHAN (GRAM)	% JUMLAH TERTAHAN (GRAM)	% JUMLAH MELALUI (GRAM)	KETERANGAN
3.4"	0	0	0	100	
1.2"	0	0	0	100	
3.8"	1140.3	1140.3	38.21	61.79	
NO.4	440.1	1580.4	52.88	47.12	
NO.8	1039.5	2621.9	87.53	12.47	
NO.30	171	2790.9	93.23	6.77	
NO.50	32.8	2823.6	94.32	5.68	
NO.100	41.1	2850.7	95.69	4.31	
NO.200	52.8	2923.5	97.45	2.55	
PAN	74	2998.5	99.95	0.05	

Tabel A 9. Analisa saringan BM II Fraksi 3 (halus)

NOMOR SARINGAN	BERAT MASAMBA2 TERTAHAN (GRAM)	BERAT JUMLAH TERTAHAN (GRAM)	% JUMLAH TERTAHAN (GRAM)	% JUMLAH MELALUI (GRAM)	KETERANGAN
3.4"	0	0	0	100	
1.2"	0	0	0	100	
3.8"	0	0	0	100	
NO.4	0	0	0	100	
NO.8	625.6	625.6	31.28	68.72	
NO.30	533.6	1159.2	57.96	42.04	
NO.50	224	1383.2	69.16	30.84	
NO.100	259	1642.2	82.11	17.89	
NO.200	207.8	1850	92.5	7.5	
PAN	149.2	1999.2	99.96	0.04	

Tabel A.10. Proporsi agregat campuran BM II

ukuran saringan	% passing			proporsi agregat campuran			Total campuran	spec.	mid.spec	ket
	F1	F2	F3	F1 = 48.4 %	F2 = 12 %	F3 = 39.6 %				
3/4	100	100	100	48.40	12.00	39.60	100.00	100	100	ok
1/2	92.23	100	100	44.64	12.00	39.60	96.24	95-100	97.5	ok
3/8	51.03	61.79	100	24.70	7.41	39.60	71.71	60-85	72.5	ok
4	22.5	47.12	100	10.89	5.65	39.60	56.14	55-75	65	ok
8	3.5	12.47	68.72	1.69	1.50	27.21	30.40	20-35	27.5	ok
30	2.94	6.77	42.04	1.42	0.81	16.65	18.88	10-22	16	ok
50	0.92	5.68	30.84	0.45	0.68	12.21	13.34	6-16	11	ok
100	0.74	4.31	17.89	0.36	0.52	7.08	7.96	4-12	8	ok
200	0.51	2.55	7.5	0.25	0.31	2.97	3.52	2-8	5	ok

Tabel A.11 Perencanaan campuran BM II

Berat Benda Uji (gram)		1200	
Kadar Aspal (%)		5.6	
Berat Aspal (gram)		67.2	
Berat Agregat (gram)		1132.8	
Saringan			
Lolos	Tertahan	%	
3/4	1/2	3.76	42.60
1/2	3/8	24.53	277.83
3/8	4	15.57	176.36
4	8	25.74	291.59
8	30	11.52	130.50
30	50	5.54	62.80
50	100	5.38	60.94
100	200	4.44	50.26
200	Pan	3.52	39.91



Gambar A.2 Gradasi campuran BM II

Tabel A.12. Analisa saringan BM IX Fraksi 1 (kasar)

NOMOR SARINGAN	BERAT MASAING-2 TERTAHAN (GRAM)	BERAT JUMLAH TERTAHAN (GRAM)	% JUMLAH TERTAHAN (GRAM)	% JUMLAH MELALUI (GRAM)	KETERANGAN
1"	0	0	0	100	
3/4"	530.5	530.5	10.61	89.39	
1/2"	808	1338.5	26.77	73.23	
3/8"	1360	2698.5	53.97	46.03	
NO.4	1476.5	4175	83.5	16.5	
NO.8	271.5	4446.5	88.93	11.07	
NO.30	91.5	4538	90.76	9.24	
NO.50	116	4654	93.08	6.92	
NO.100	159	4813	96.26	3.74	
NO.200	111.5	4924.5	98.49	1.51	
PAN	73	4997.5	99.95	0.05	



Tabel A.13. Analisa saringan BM IX Fraksi 2 (sedang)

NOMOR SARINGAN	BERAT MASAING-2 TERTAHAN (GRAM)	BERAT JUMLAH TERTAHAN (GRAM)	% JUMLAH TERTAHAN (GRAM)	% JUMLAH MELALUT (GRAM)	KETERANGAN
1"	0	0	0	100	
3/4"	0	0	0	100	
1/2"	340.8	340.8	11.36	88.64	
3/8"	805.5	1146.3	38.21	61.79	
NO.4	986.7	2133	71.1	28.9	
NO.8	492.9	2625.9	87.53	12.47	
NO.30	51	2676.9	89.23	10.77	
NO.50	62.7	2739.6	91.32	8.68	
NO.100	131.1	2870.7	95.69	4.31	
NO.200	52.8	2923.5	97.45	2.55	
PAN	75	2998.5	99.95	0.05	

Tabel A.14. Analisa saringan BM IX Fraksi 3 (halus)

NOMOR SARINGAN	BERAT MASAING-2 TERTAHAN (GRAM)	BERAT JUMLAH TERTAHAN (GRAM)	% JUMLAH TERTAHAN (GRAM)	% JUMLAH MELALUT (GRAM)	KETERANGAN
1"	0	0	0	100	
3/4"	0	0	0	100	
1/2"	0	0	0	100	
3/8"	0	0	0	100	
NO.4	21.2	21.2	1.06	98.94	
NO.8	244.4	265.6	13.28	86.72	
NO.30	893.8	1159.4	57.97	42.03	
NO.50	183.8	1343.2	67.16	32.84	
NO.100	239	1582.2	79.11	20.89	
NO.200	207.8	1790	89.5	10.5	
PAN	209.2	1999.2	99.96	0.04	

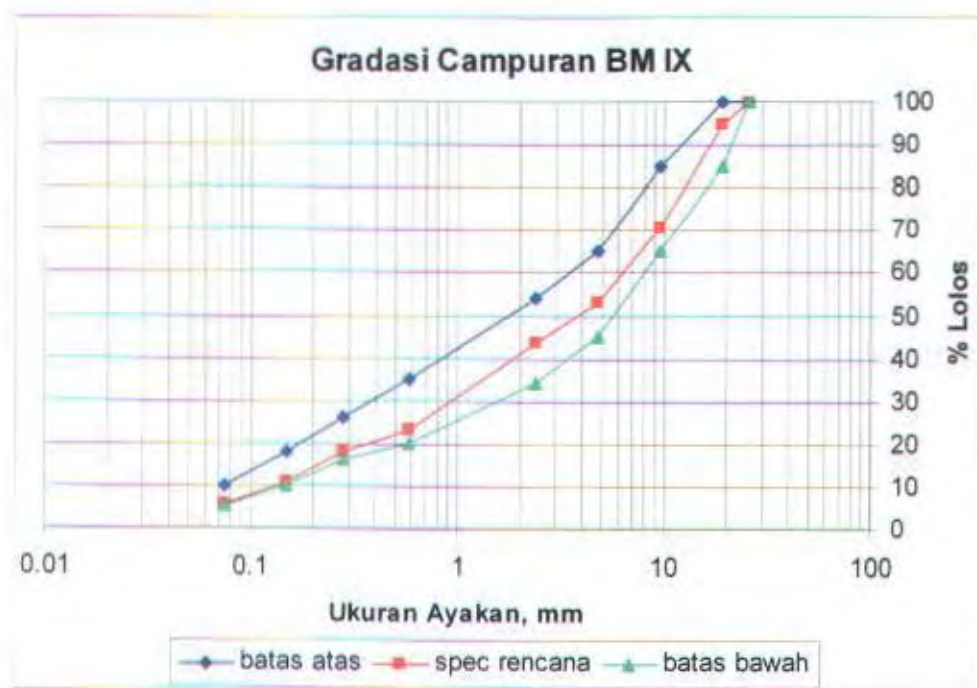


Tabel A.15. Proporsi agregat campuran BM IX

ukuran saringan	% passing			proporsi agregat campuran			Total campuran	spec.	mid.spec	ket
	F1	F2	F3	F1 = 47.25 %	F2 = 10 %	F3 = 42.75 %				
1	100	100	100	47.25	10.00	42.75	100.00	100	100	ok
3/4	89.39	100	100	42.24	10.00	42.75	94.99	85-100	92.5	ok
1/2	73.23	88.64	100	34.60	8.86	42.75	86.22			ok
3/8	46.03	61.79	100	21.75	6.18	42.75	70.68	65-85	75	ok
4	16.5	28.9	98.94	7.80	2.89	42.30	52.98	45-65	55	ok
8	11.07	12.47	86.72	5.23	1.25	37.07	43.55	34-54	44	ok
30	9.24	10.77	42.04	4.37	1.08	17.97	23.42	20-35	27.5	ok
50	6.92	8.68	32.84	3.27	0.87	14.04	18.18	16-26	21	ok
100	3.74	4.31	20.89	1.77	0.43	8.93	11.13	10-18	14	ok
200	1.51	2.55	10.5	0.71	0.26	4.49	5.46	5-10	7.5	ok

Tabel A.16 Perencanaan campuran BM IX

Berat Benda Uji (gram)			1200
Kadar Aspal (%)			5.6
Berat Aspal (gram)			67.2
Berat Agregat (gram)			1132.8
Saringan			
Lolos	Tertahan	%	
1	3/4	5.01	56.79
3/4	1/2	8.77	99.36
1/2	3/8	15.54	176.00
3/8	4	17.70	200.45
4	8	9.43	106.85
8	30	20.14	228.09
30	50	5.24	59.34
50	100	7.05	79.84
100	200	5.67	64.25
200	Pan	5.46	61.82



Gambar A.3 Gradasi campuran BM IX

Tabel A.17 Mix desain AC Bina Marga

NO CAMPURAN GRADASI		BM I	BM II	BM III	BM IV	BM V	BM VI	BM VII	BM VIII	BM IX	BM X	BM XI
UKURAN SARINGAN		KASAR	KASAR	RAPAT	RAPAT	RAPAT	RAPAT	RAPAT	RAPAT	RAPAT	RAPAT	RAPAT
38.1	no. 1 1/2	-	-	-	-	-	100	-	-	-	-	-
25.4	no. 1	-	-	-	-	100	90 - 100	-	-	100	100	-
19.1	no. 3/4	-	100	-	100	80 - 100	82 - 100	100	-	85 - 100	95 - 100	100
12.7	no. 1/2	100	95 - 100	100	80 - 100	-	72 - 90	80 - 100	100	-	-	-
9.52	no. 3/8	75 - 100	60 - 85	80 - 100	70 - 90	60 - 80	-	-	-	65 - 85	56 - 78	74 - 92
4.76	# 4	35 - 55	55 - 75	50 - 70	50 - 70	48 - 65	52 - 70	54 - 72	62 - 80	45 - 65	38 - 60	48 - 70
2.38	# 8	20 - 35	20 - 35	35 - 50	35 - 50	35 - 50	40 - 56	42 - 58	44 - 60	34 - 54	27 - 47	33 - 53
0.59	# 30	10 - 15	10 - 22	18 - 29	18 - 29	19 - 30	24 - 36	26 - 38	28 - 40	20 - 35	13 - 28	15 - 30
0.279	# 50	6 - 16	6 - 16	13 - 23	13 - 23	13 - 23	16 - 26	18 - 28	20 - 30	16 - 26	9 - 20	10 - 20
0.149	# 100	4 - 12	4 - 12	8 - 16	8 - 16	7 - 15	10 - 18	12 - 20	12 - 20	10 - 18	-	-
0.074	# 200	2 - 8	2 - 8	4 - 10	4 - 10	1 - 8	6 - 12	6 - 12	6 - 12	5 - 10	4 - 8	4 - 9



B. MIX DESAIN HRS

Tabel A 18 Mix desain HRS

NO		HRS			
SARINGAN		WC	Spec renc	Spec renc	Spec renc
			filler batas bawah	filler batas tengah	filler batas atas
mm	inchi	% berat lolos			
19.1	no. 3/4	100	100	100	100
12.7	no. 1/2	90 - 100	95.34	95.34	95.34
9.52	no. 3/8	75 - 85	84.48	84.48	84.48
4.76	# 4		63.9	63.9	63.9
2.38	# 8	50 - 72	54.3	54.3	54.3
0.59	# 30	35 - 60	54.3	54.3	54.3
0.279	# 50		35	36.8	38
0.149	# 100		21	23	25
0.074	# 200	6 - 12	6	9	12

Tabel A. 19 Perencanaan campuran HRS – WC filler batas rendah

Berat Benda Uji (gram)			1200
Kadar Aspal (%)			8
Berat Aspal (gram)			96
Berat Agregat (gram)			1104
Saringan			
Lolos	Tertahan	%	
3/4	1/2	4.66	51.45
1/2	3/8	10.86	119.89
3/8	4	20.58	227.20
4	8	9.60	105.98
8	30	0.00	0.00
30	50	19.30	213.07
50	100	14.00	154.56
100	200	15.00	165.60
200	Pan	6.00	66.24

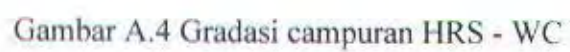


Tabel A.20 Perencanaan campuran HRS – WC filler batas tengah

Berat Benda Uji (gram)		1200	
Kadar Aspal (%)		8	
Berat Aspal (gram)		96	
Berat Agregat (gram)		1104	
Saringan			
Lolos	Tertahan	%	
3/4	1/2	4.66	51.45
1/2	3/8	10.86	119.89
3/8	4	20.58	227.20
4	8	9.60	105.98
8	30	0.00	0.00
30	50	17.50	193.20
50	100	13.80	152.35
100	200	14.00	154.56
200	Pan	9.00	99.36

Tabel A.21 Perencanaan campuran HRS – WC filler batas atas

Berat Benda Uji (gram)		1200	
Kadar Aspal (%)		8	
Berat Aspal (gram)		96	
Berat Agregat (gram)		1104	
Saringan			
Lolos	Tertahan	%	
3/4	1/2	4.66	51.45
1/2	3/8	10.86	119.89
3/8	4	20.58	227.20
4	8	9.60	105.98
8	30	0.00	0.00
30	50	16.30	179.95
50	100	13.00	143.52
100	200	13.00	143.52
200	Pan	12.00	132.48



LAMPIRAN III
PERHITUNGAN DAN HASILNYA

LAMPIRAN III PERHITUNGAN DAN HASIL-HASILNYA

A. ASPHALT CONCRETE

A.1 PERENCANAAN KADAR BITUMEN

Kadar bitumen yang akan dipakai disesuaikan pula dengan gradasi campuran yang terjadi di atas

Rumus untuk menentukan kadar bitumen

$$\% \text{ bitumen (Fx)} = 0,035 A + 0,045 B + 1,5$$

dimana :

$$A = 100 - \% \text{ lolos ayakan \# 8}$$

$$B = \% \text{ lolos ayakan \# 8} - \% \text{ lolos ayakan \# 200}$$

$$\text{Maka : } A = 100 - 40,65 = 59,35$$

$$B = 40,65 - 4,05 = 36,6$$

$$\begin{aligned} \text{diperoleh : } \% \text{ bitumen (Fx)} &= 0,035 (59,35) + 0,045 (36,6) + 1,5 \\ &= 5,46 \% \approx 5,5\% \end{aligned}$$

Benda uji dibuat dalam 5 variasi kadar aspal (4,5; 5; 5,5; 6 ; 6,5)%.

A.2 .PERHITUNGAN Gs AGREGAT

- $G_s \text{ efektif agregat kasar} = \frac{1}{2} \cdot (G_{sa} + G_{sb}) = \frac{1}{2} \cdot (2.672 + 2.803) = 2.738$
- $G_s \text{ efektif agregat halus} = \frac{1}{2} \cdot (G_{sa} + G_{sb}) = \frac{1}{2} \cdot (2.635 + 2.836) = 2.736$
- $G_s \text{ efektif agregat sedang} = \frac{1}{2} \cdot (2.738 + 2.736) = 2.737$
- $(F_1 / G_{se \text{ agr. kasar}}) + (F_2 / G_{se \text{ agr. Sedang}}) + (F_3 / G_{se \text{ agr. Halus}})$
 $= (41.63 / 2.738) + (9.5 / 2.736) + (48.87 / 2.737)$
 $= 36.53 \%$
 $G_s \text{ agr. campuran} = 100 / 36.53 = 2.737$

A.3 CONTOH PERHITUNGAN HOT MIX DESAIN

PERHITUNGAN TES MARSHALL

CONTOH : PERHITUNGAN UNTUK KADAR ASPAL 4,5 % DENGAN 75 X PUKULAN

- * $a = (\text{berat aspal} / \text{berat agregat}) \times 100 \%$
 $= (54 / 1146) \times 100 \% = 4,49 \%$
- * $b = \text{kadar aspal} = 4,5 \%$
- * $c = \text{berat kering} = 1192,4 \text{ gr}$

- * $d = \text{berat SSD} = 1197,5 \text{ gr}$
- * $e = \text{berat dalam air} = 685 \text{ gr}$
- * $f = d - e = 1197,5 - 685 = 512,55 \text{ cc}$
- * $g = c / f = 1192,4 / 512,55 = 2,33 \text{ gr/cc}$
- * $h = 100 / ((\% \text{ Agg} / G_s \text{ Agg}) + (\% \text{ Binder} / G_s \text{ Binder}))$
 $= 100 / (((100 - 4,5) / 2,737) + (4,5 / 1,036)) = 2,55$
- * $l = (b \times g) / G_s \text{ Binder} = (4,5 \times 2,33) / 1,036 = 10,11 \%$
- * $j = ((100 - b) \times g) / G_s \text{ Agg} = ((100 - 4,5) \times 2,33) / 2,737 = 81,19 \%$
- * $k = 100 - l - j = 100 - 10,11 - 81,19 = 8,71 \%$
- * $l = 100 - j = 100 - 81,19 = 18,81 \%$
- * $m = ((h - g) / h) \times 100 = ((2,55 - 2,33) / 2,55) \times 100 = 53,71 \%$
- * $n = ((100 - j - m) / (100 - j)) \times 100$
 $= ((100 - 81,19 - 53,71) / (100 - 81,19)) \times 100 = 8,71 \%$
- * $o = \text{stabilitas} = 391 \text{ lbs}$
- * $p = o \times \text{koreksi proving ring} = 391 \times 7,28 \times 0,454 = 1437,86 \text{ Kg}$
- * $q = p \times \text{angka korelasi volume benda uji} = 951,87 \times 1,09 = 1274,7,54 \text{ Kg}$
- * $r = \text{flow} = 290 \times 0,01 = 2,9$

Tabel A.1 Hasil Pengetesan benda uji langkah 1 untuk menentukan kadar aspal optimum

BENDA UJI KE 1

A	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r
4.71	4.50	1192.40	1197.55	685.00	512.55	2.33	2.55	10.11	81.19	8.71	18.81	53.71	8.71	391.00	1437.86	1279.70	2.90
5.26	5.00	1187.50	1191.40	693.00	498.40	2.38	2.53	11.50	82.71	5.79	17.29	66.52	5.79	397.00	1459.93	1299.34	3.50
5.82	5.50	1182.80	1185.25	696.00	489.25	2.42	2.51	12.83	83.48	3.68	16.52	77.71	3.68	456.00	1676.89	1609.82	3.80
6.38	6.00	1192.50	1195.90	692.00	503.90	2.37	2.49	13.71	81.29	5.00	18.71	73.25	5.00	398.00	1463.61	1258.70	4.10
6.95	6.50	1192.70	1196.60	688.00	508.60	2.35	2.47	14.71	80.12	5.16	19.88	74.02	5.16	364.00	1338.57	1338.57	5.60

BENDA UJI KE 2

A	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r
4.71	4.50	1195.90	1199.40	691.00	508.40	2.35	2.55	10.22	82.09	7.69	17.91	57.05	7.69	340.00	1250.32	1075.27	3.10
5.26	5.00	1194.60	1195.85	697.00	498.85	2.39	2.53	11.56	83.13	5.31	16.87	68.52	5.31	388.00	1426.83	1269.88	3.60
5.82	5.50	1192.30	1195.20	699.00	496.20	2.40	2.51	12.76	82.98	4.27	17.02	74.93	4.27	430.00	1581.28	1359.90	3.70
6.38	6.00	1181.10	1185.20	695.00	490.20	2.41	2.49	13.95	82.76	3.28	17.24	80.95	3.28	418.00	1537.15	1429.55	4.30
6.95	6.50	1182.70	1187.70	692.00	495.70	2.39	2.47	14.97	81.52	3.51	18.48	81.00	3.51	354.00	1301.80	1301.80	5.40

Tabel A.2 Hasil Langkah 2 Penetrasi 30 / 40

Pen 30/40	Benda Uji	Kadar Aspal	Pukulan	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	W Kering (gram)	W SSD (gram)	W dalam air (gram)	Density (> 2)	RTA % (75-82)	RTA % Rata2	AV % (3-5 %)	AV % Rata2	Stabilitas (Kg)	Stabilitas Rata2	Flow mm (2-4)	Flow Rata2	VMA % (> 15)	VMA % Rata2
tanpa BP-a	1	5.6%	75 x	10.1	6.6	1191.4	1196.56	695	2.38	71.11	71.39	5.22	5.15	1993.73	1947.37	3.53	3.60	18.06	18.00
BP-a	2	5.6%	75 x	10.1	6.6	1193.9	1197.9	696	2.38	71.66	71.39	5.08	5.15	1931	1947.37	3.47	3.60	17.64	18.00
dengan BP-a	1	5.6%	75 x	10.1	6.5	1225.4	1228	717	2.40	75.07	75.59	4.32	4.20	2426.2	2560.65	5	5.05	17.26	17.17
BP-a	2	5.6%	75 x	10.1	6.5	1226.4	1228.1	718	2.40	76.16	75.59	4.07	4.20	2710.1	2560.65	5.1	5.05	17.09	17.17

Tabel A.3 Hasil Langkah 2 Penetrasi 60 / 70

Pen 60/70	Benda Uji	Kadar Aspal	Pukulan	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	W Kering (gram)	W SSD (gram)	W dalam air (gram)	Density (> 2)	RTA % (75-82)	RTA % Rata2	AV % (3-5 %)	AV % Rata2	Stabilitas (Kg)	Stabilitas Rata2	Flow mm (2-4)	Flow Rata2	VMA % (> 15)	VMA % Rata2
tanpa BP-a	1	5.6%	75 x	10.1	6.6	1193.6	1194.2	697	2.4	75.5	76.06	4.21	4.09	1304.31	1357.73	3.9	3.90	17.19	17.08
BP-a	2	5.6%	75 x	10.1	6.6	1189.4	1191.2	697	2.41	76.62	76.06	3.97	4.09	1361.15	1357.73	3.8	3.90	16.96	17.08
dengan BP-a	1	5.6%	75 x	10.1	6.7	1224.2	1225.7	717	2.41	76.69	76.64	3.98	3.97	1938.43	1975.63	4.9	5.15	16.99	16.98
BP-a	2	5.6%	75 x	10.1	6.6	1220.6	1223.1	716	2.41	76.68	76.64	3.96	3.97	2012.62	1975.63	5.4	5.15	16.97	16.98

Tabel A.4 Hasil Langkah 2 Penetrasi 80 / 100

Pen 80/100	Benda Uji	Kadar Aspal	Pukulan	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	W Kering (gram)	W SSD (gram)	W dalam air (gram)	Density (> 2)	RTA % (75-82)	RTA % Rata2	AV % (3-5 %)	AV % Rata2	Stabilitas (Kg)	Stabilitas Rata2	Flow mm (2-4)	Flow Rata2	VMA % (> 15)	VMA % Rata2
tanpa BP-a	1	5.6%	75 x	10.1	6.6	1199.6	1201	707	2.43	80.86	78.96	3.11	3.50	1125.67	1277.62	3.95	4.03	16.23	16.52
BP-a	2	5.6%	75 x	10.1	6.5	1185.8	1196.3	703	2.41	77.06	78.96	3.85	3.50	1426.72	1277.62	4.1	4.03	16.9	16.52
dengan BP-a	1	5.6%	75 x	10.1	6.5	1217.2	1219.9	717	2.42	79.25	79.13	3.42	3.45	1716.831	1713.41	6.1	6.26	16.51	16.53
BP-a	2	5.6%	75 x	10.1	6.5	1221.9	1222.4	717	2.42	79.01	79.13	3.47	3.45	1709.991	1713.41	6.45	6.26	16.55	16.53

Tabel A.5 Hasil Langkah 3 BM 2

BM 2	Benda Uji	Kadar Aspal	Pukulan	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	W Kering (gram)	W SSD (gram)	W dalam air (gram)	Density (> 2)	RTA % (75-82)	RTA % Rata2	AV % (3-5 %)	AV % Rata2	Stabilitas (Kg)	Stabilitas Rata2	Flow mm (2-4)	Flow Rata2	VMA % (> 15)	VMA % Rata2
tanpa BP-a	1	5.80%	75 x	10.1	6.7	1185.3	1187.5	694	2.4	75.71	75.36	4.16	4.24	1110.06	1092.67	3.7	3.75	18.31	17.96
BP-a	2	5.80%	75 x	10.1	6.8	1176.3	1176.5	686	2.4	75.05	75.36	4.31	4.24	1075.27	1092.67	3.8	3.75	17.61	17.96
dengan BP-a	1	5.60%	75 x	10.1	6.6	1219.95	1220.5	712	2.4	75.22	75.35	4.27	4.24	2022.64	1976.62	4.2	4.40	17.24	17.21
BP-a	2	5.60%	75 x	10.1	6.6	1216.9	1220.7	713	2.4	75.53	75.35	4.2	4.24	1931	1976.62	4.6	4.40	17.16	17.21

Tabel A.6 Hasil Langkah 3 BM 5

BM 5	Benda Uji	Kadar Aspal	Pukulan	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	W Kering (gram)	W SSD (gram)	W dalam air (gram)	Density (> 2)	RTA % (75-82)	RTA % Rata2	AV % (3-5 %)	AV % Rata2	Stabilitas (Kg)	Stabilitas Rata2	Flow mm (2-4)	Flow Rata2	VMA % (> 15)	VMA % Rata2
tanpa BP-a	1	5.60%	75 x	10.1	6.6	1184.9	1185.3	692	2.4	75.74	75.59	4.16	4.19	1407.34	1440.07	3.65	3.55	17.14	17.50
BP-a	2	5.60%	75 x	10.1	6.6	1184.8	1187.6	694	2.4	75.44	75.59	4.22	4.19	1472.8	1440.07	3.45	3.55	17.95	17.50
dengan BP-a	1	5.80%	75 x	10.1	6.6	1222.3	1222.9	714	2.4	75.72	75.46	4.16	4.22	1960.1	2295.57	5.2	5.11	17.15	17.20
BP-a	2	5.80%	75 x	10.1	6.6	1223.5	1224	714	2.4	75.2	75.46	4.26	4.22	2471.03	2295.57	5.02	5.11	17.24	17.20

Tabel A.7 Hasil Langkah 3 BM 9

BM 9	Benda Uji	Kadar Aspal	Pukulan	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	W Kering (gram)	W SSD (gram)	W dalam air (gram)	Density (> 2)	RTA % (75-82)	RTA % Rata2	AV % (3-5 %)	AV % Rata2	Stabilitas (Kg)	Stabilitas Rata2	Flow mm (2-4)	Flow Rata2	VMA % (> 15)	VMA % Rata2
tanpa BP-a	1	5.80%	75 x	10.1	6.4	1168.1	1168.3	694	2.4	75.91	75.68	4.17	4.17	1306.21	1260.32	3.8	3.88	17.11	17.16
BP-a	2	5.80%	75 x	10.1	6.4	1164.8	1166.6	693	2.4	75.44	75.68	4.22	4.17	1214.42	1260.32	3.95	3.88	17.2	17.16
dengan BP-a	1	5.60%	75 x	10.1	6.5	1217.05	1220.7	714	2.4	75.73	75.41	4.16	4.23	2246.93	2174.06	5.05	5.03	17.14	17.20
BP-a	2	5.60%	75 x	10.1	6.6	1224.4	1225.5	715	2.4	75.09	75.41	4.3	4.23	2401.19	2174.06	5	5.03	17.20	17.20

Tabel A.8 Hasil Langkah 4 Tumbukan 75x

Tumbukan 75X	Benda Uji	Kadar Aspal	Pukulan	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	W Kering (gram)	W SSD (gram)	W dalam air (gram)	Density (> 2)	RTA % (75-82)	RTA % Rata2	AV % (3-5 %)	AV % Rata2	Stabilitas (Kg)	Stabilitas Rata2	Flow mm (2-4)	Flow Rata2	VMA % (> 15)	VMA % Rata2
tanpa BP.a	1	5.80%	75 x	10.1	8.4	1194.8	1199.8	690	2.40	75.58	75.709	4.19	4.17	1362.6973	1356.7951	3.64	3.79	17.17	17.15
dengan BP.a	2	5.80%	75 x	10.1	8.5	1184.9	1186.2	689	2.40	75.83	75.721	4.14	4.16	1350.8929	1356.7951	3.93	4.07	17.12	17.15
dengan BP.a	1	5.80%	75 x	10.1	8.6	1220.3	1224	716	2.40	75.78	75.721	4.15	4.16	1783.7229	1782.4491	5.13	4.97	17.14	17.15
dengan BP.a	2	5.80%	75 x	10.1	8.6	1227.2	1229	716	2.40	75.67	75.721	4.17	4.16	1741.1754	1782.4491	4.8	4.97	17.16	17.15

Tabel A.9 Hasil Langkah 4 Tumbukan 150x

Tumbukan 150X	Benda Uji	Kadar Aspal	Pukulan	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	W Kering (gram)	W SSD (gram)	W dalam air (gram)	Density (> 2)	RTA % (75-82)	RTA % Rata2	AV % (3-5 %)	AV % Rata2	Stabilitas (Kg)	Stabilitas Rata2	Flow mm (2-4)	Flow Rata2	VMA % (> 15)	VMA % Rata2
tanpa BP.a	1	5.60%	150 x	10.1	8.4	1191.2	1192.3	688	2.51	77.22	77.252	3.84	3.8297	1878.1217	1838.1293	4.08	4.03	16.87	16.88
dengan BP.a	2	5.60%	150 x	10.1	8.4	1167.2	1169.5	697	2.51	77.35	77.252	3.82	3.8297	1838.1293	1838.1293	3.98	4.03	16.85	16.88
dengan BP.a	1	5.60%	150 x	10.1	8.5	1215.5	1218.1	716	2.42	79.35	79.264	3.41	3.42	2383.7275	2402.5374	4.6	4.775	16.49	16.51
dengan BP.a	2	5.60%	150 x	10.1	8.5	1217.5	1219.1	716	2.42	79.18	79.264	3.44	3.42	2401.3473	2402.5374	4.95	4.775	16.52	16.51

Tabel A.10 Hasil Langkah 4 Tumbukan 300x

Tumbukan 300X	Benda Uji	Kadar Aspal	Pukulan	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	W Kering (gram)	W SSD (gram)	W dalam air (gram)	Density (> 2)	RTA % (75-82)	RTA % Rata2	AV % (3-5 %)	AV % Rata2	Stabilitas (Kg)	Stabilitas Rata2	Flow mm (2-4)	Flow Rata2	VMA % (> 15)	VMA % Rata2
tanpa BP.a	1	5.60%	300 x	10.1	8.2	1185.8	1186.8	697	2.42	79.57	79.395	3.38	3.40	2065.6737	2631.9887	3.7	3.65	16.45	16.82
dengan BP.a	2	5.60%	300 x	10.1	8.4	1185.4	1186.8	697	2.42	79.22	79.395	3.43	3.40	2598.3037	2631.9887	3.6	3.65	17.19	16.82
dengan BP.a	1	5.60%	300 x	10.1	8.3	1213.3	1215.1	716	2.43	81.41	81.288	3.00	3.02	3191.9832	3195.6906	5.45	5.29	16.14	16.16
dengan BP.a	2	5.60%	300 x	10.1	8.3	1210.3	1213.1	715	2.43	81.698	81.288	3.05	3.02	3199.338	3195.6906	5.13	5.29	16.18	16.16

B.HOT ROLLED SHEET

Tabel B.1 Hasil Langkah 1 Kadar Filler Batas Bawah

Kadar Filler Batas Bawah	Benda Uji	Kadar Aspal	Pukulan	Ø (cm)	Tinggi (cm)	W Kering (gram)	W SSD (gram)	W dalam air (gram)	Density (> 2)	RTA % (75-82 %)	RTA % Rata2	AV % (3-5 %)	AV % Rata2	Stabilitas (Kg)	Stabilitas Rata2	Flow (> 2 mm)	Flow Rata2	MQ (Kg/mm) (200-500)	MQ Rata2
tanpa BP.a	1	8%	75 x	10.1	6.5	1184.4	1199.5	685	2.32	79.5	81.44	4.6	4.1	678.11	1010.8	3.92	3.91	249.52	258.49
dengan BP.a	2	8%	75 x	10.1	6.5	1196	1199.8	682	2.31	83.37	81.44	3.59	4.1	1043.09	1010.8	3.9	3.91	287.46	258.49
dengan BP.a	1	8%	75 x	10.1	6.7	1222	1227.1	700	2.32	81.11	80.53	4.17	4.32	1423.71	1343.52	2.95	2.629	482.61	515.94
dengan BP.a	2	8%	75 x	10.1	6.7	1214.9	1220.7	695	2.31	79.96	80.53	4.47	4.32	1283.33	1343.52	2.3	2.629	549.26	515.94

Tabel B.2 Hasil Langkah 1 Kadar Filler Batas Tengah

Kadar Filler Batas Tengah	Benda Uji	Kadar Aspal	Pukulan	Ø (cm)	Tinggi (cm)	W Kering (gram)	W SSD (gram)	W dalam air (gram)	Density (> 2)	RTA % (75-82 %)	RTA % Rata2	AV % (3-5 %)	AV % Rata2	Stabilitas (Kg)	Stabilitas Rata2	Flow (> 2 mm)	Flow Rata2	MQ (Kg/mm) (200-500)	MQ Rata2
tanpa BP.a	1	8%	75 x	10.1	6.3	1184.4	1197.1	684	2.33	82.53	81.27	3.81	4.14	1253.99	1215.56	5.29	4.77	237.05	257.25
dengan BP.a	2	8%	75 x	10.1	6.4	1182.2	1194.8	679	2.31	80.01	81.27	4.46	4.14	1179.12	1215.56	4.25	4.77	277.44	257.25
dengan BP.a	1	8%	75 x	10.1	6.7	1213.8	1217.8	693	2.31	80.28	79.48	4.39	4.61	1642.99	1554.82	3.20	3.73	505.54	427.33
dengan BP.a	2	8%	75 x	10.1	6.7	1217.2	1223.6	697	2.27	78.68	79.48	4.82	4.61	1406.25	1554.82	4.2	3.73	349.11	427.33

Tabel B.3 Hasil Langkah 1 Kadar Filler Batas Atas

Kadar Filler Batas Atas	Benda Uji	Kadar Aspal	Pukulan	Ø (cm)	Tinggi (cm)	W Kering (gram)	W SSD (gram)	W dalam air (gram)	Density (> 2)	RTA % (75-82 %)	RTA % Rata2	AV % (3-5 %)	AV % Rata2	Stabilitas (Kg)	Stabilitas Rata2	Flow (> 2 mm)	Flow Rata2	MQ (Kg/mm) (200-500)	MQ Rata2
tanpa BP.a	1	8%	75 x	10.1	6.2	1184.4	1189.5	684	2.34	81.27	81.27	3.15	3.41	1384.47	1357.84	4.9	5.125	262.54	265.89
dengan BP.a	2	8%	75 x	10.1	6.3	1182.5	1189.4	682	2.33	78.62	78.94	3.67	3.41	1331.22	1357.84	5.35	5.125	248.83	265.89
dengan BP.a	1	8%	75 x	10.1	6.4	1216.4	1217.5	693	2.32	76.59	78.63	4.14	4.67	2121.71	2035.22	4.6	5.275	461.24	394.38
dengan BP.a	2	8%	75 x	10.1	6.4	1207.4	1210.7	682	2.26	76.68	78.63	5.6	4.67	1948.73	2035.22	5.05	5.275	327.52	394.38

Tabel B.4 Hasil Langkah 2 Penetrasi 30 / 40

Pen 60/70	Benda Uji	Kadar Aspal	Pukulan	d ₁₅ (cm)	Tinggi (cm)	W Kering (gram)	W SSD (gram)	W dalam air (gram)	Density (> 2)	RTA (75-82 %)	RTA Rata2	AV (3-5 %)	AV Rata2	Stabilitas (Kg)	Stabilitas Rata2	Flow (> 2 mm)	Flow Rata2	MQ (Kg/mm) (200-500)	MQ Rata2
tanpa BP-a	1	8%	75 x	10.1	6.3	1194	1196	698	2.4	95.39	95.31	0.99	0.99	1675.47	1657.08	7.5	6.35	250.36	301.83
	2			10.1	6.3	1193	1191.5	695	2.4	95.22		0.99		1638.7		5.2		353.6	
dengan BP-a	1	8%	75 x	10.1	6.6	1220.1	1226.6	711	2.37	89.32	90.3	0.98	0.98	1570.95	1701.9	6.05	6.48	259.67	262.85
	2			10.1	6.6	1220	1224.3	711	2.36	91.27		0.98	0.98	1632.62		6.9	6.48	269.61	

Tabel B.5 Hasil Langkah 2 Penetrasi 60 / 70

Pen 60/70	Benda Uji	Kadar Aspal	Pukulan	d ₁₅ (cm)	Tinggi (cm)	W Kering (gram)	W SSD (gram)	W dalam air (gram)	Density (> 2)	RTA (75-82 %)	RTA Rata2	AV (3-5 %)	AV Rata2	Stabilitas (Kg)	Stabilitas Rata2	Flow (> 2 mm)	Flow Rata2	MQ (Kg/mm) (200-500)	MQ Rata2
tanpa BP-a	1	8%	75 x	10.1	6.3	1163.2	1169.5	663	2.34	83.99	82.79	3.44	3.74	1139.99	1103.22	5.1	5.025	223.53	219.49
	2			10.1	6.3	1177.9	1182.4	675	2.32	81.6		4.04		1066.45		4.95		215.44	
dengan BP-a	1	8%	75 x	10.1	6.4	1210	1211.4	691	2.33	82.19	83.17	3.89	3.64	1394.47	1449.26	3.9	4.375	357.56	353.84
	2			10.1	6.3	1203.6	1205.1	690	2.34	84.15		3.4	3.64	1304.05		4.85		310.11	

Tabel B.6 Hasil Langkah 2 Penetrasi 80 / 100

Pen 80/100	Benda Uji	Kadar Aspal	Pukulan	d ₁₅ (cm)	Tinggi (cm)	W Kering (gram)	W SSD (gram)	W dalam air (gram)	Density (> 2)	RTA (75-82 %)	RTA Rata2	AV (3-5 %)	AV Rata2	Stabilitas (Kg)	Stabilitas Rata2	Flow (> 2 mm)	Flow Rata2	MQ (Kg/mm) (200-500)	MQ Rata2
tanpa BP-a	1	8%	75 x	10.1	6.2	1180	1188.2	679	2.32	80.95	80.94	4.21	4.21	1193.24	1126.005	4.98	5.265	239.61	215.55
	2			10.1	6.3	1190.2	1196.6	683	2.32	80.92		4.22		1062.77		5.55		191.46	
dengan BP-a	1	8%	75 x	10.1	6.4	1208.9	1212.5	692	2.32	81.78	81.31	4	4.12	1355.64	1378.82	3.5	3.9	387.32	356.22
	2			10.1	6.4	1224.1	1225.4	697	2.32	80.83		4.24		1306		4.5		326.12	

Tabel B.7 Hasil Langkah 3 Filler Abu Batu

Filler Abu Batu	Benda Uji	Kadar Aspal	Pukulan	d ₁₅ (cm)	Tinggi (cm)	W Kering (gram)	W SSD (gram)	W dalam air (gram)	Density (> 2)	RTA (75-82 %)	RTA Rata2	AV (3-5 %)	AV Rata2	Stabilitas (Kg)	Stabilitas Rata2	Flow (> 2 mm)	Flow Rata2	MQ (Kg/mm) (200-500)	MQ Rata2
tanpa BP-a	1	8%	75 x	10.1	6.4	1184	1195.9	687	2.33	82.43	80.98	3.83	4.21	1133.23	1059.09	6.25	5.675	181.32	187.22
	2			10.1	6.5	1189.2	1196.2	681	2.31	79.53		4.59		984.95		5.1		193.13	
dengan BP-a	1	8%	75 x	10.1	6.5	1222.9	1228.6	700	2.32	81.73	79.84	4.01	4.51	1795.49	1836.04	6.62	6.285	283.27	294.84
	2			10.1	6.4	1215.6	1217.1	688	2.3	77.96		6.02		1674.59		5.75		326.02	

Tabel B.8 Hasil Langkah 3 Filler Semen

Filler Semen	Benda Uji	Kadar Aspal	Pukulan	d ₁₅ (cm)	Tinggi (cm)	W Kering (gram)	W SSD (gram)	W dalam air (gram)	Density (> 2)	RTA (75-82 %)	RTA Rata2	AV (3-5 %)	AV Rata2	Stabilitas (Kg)	Stabilitas Rata2	Flow (> 2 mm)	Flow Rata2	MQ (Kg/mm) (200-500)	MQ Rata2
tanpa BP-a	1	8%	75 x	10.1	6.4	1183.9	1188.6	684	2.35	85.72	85.97	3.02	2.98	1369.78	1387.41	5.05	5.38	271.24	256.25
	2			10.1	6.4	1180.1	1195.6	683	2.35	86.03		2.94		1405.06		5.73		245.21	
dengan BP-a	1	8%	75 x	10.1	6.5	1220.4	1222.8	702	2.34	85.22	86.88	3.14	2.75	2080.61	1934	6.2	5.94	337.93	325.07
	2			10.1	6.5	1210	1221.3	699	2.36	88.5		2.37		1778.39		5.68		313.1	

Tabel B.9 Hasil Langkah 3 Filler Kapur

Filler Kapur	Benda Uji	Kadar Aspal	Pukulan	d ₁₅ (cm)	Tinggi (cm)	W Kering (gram)	W SSD (gram)	W dalam air (gram)	Density (> 2)	RTA (75-82 %)	RTA Rata2	AV (3-5 %)	AV Rata2	Stabilitas (Kg)	Stabilitas Rata2	Flow (> 2 mm)	Flow Rata2	MQ (Kg/mm) (200-500)	MQ Rata2
tanpa BP-a	1	8%	75 x	10.1	6.6	1195.9	1200.4	685	2.32	81.73	81.59	4.01	4.05	1004.78	984.91	8.1	5.1	164.72	199.87
	2			10.1	6.5	1196.2	1199.5	684	2.32	81.44		4.08		984.43		4.1		235.23	
dengan BP-a	1	8%	75 x	10.1	6.6	1214.1	1220.9	695	2.32	81.67	81.09	4.02	4.18	1526.44	1271.34	4.58	5.08	336.18	276.01
	2			10.1	6.6	1220	1222.1	695	2.31	80.51		4.33		1214.24		5.6		216.83	

Tabel B.10 Hasil Langkah 3 Filler Lempong

Filler Lempong	Benda Uji	Kadar Aspal	Pondasi	Ø (cm)	Tinggi (cm)	W Kering (gram)	W SSD (gram)	W dalam air (gram)	Density (ρ = 2)	RTA (75-82 %)	RTA (3-5 %)	AV (3-5 %)	AV	Stabilitas (Kg)	Stabilitas Rata2	Flow (ρ = 2 mm)	Flow Rata2	MD (kg/mm)	MD Rata2
tanpa BP-a	1	8%	75 x	10.1	6.5	1101.5	1105.7	684	2.33	80.74	82.5	3.75	3.61	1170.47	1200.93	0.03	0.025	592.1	203.36
	2			10.1	6.5	1168.1	1182.9	682	2.33	82.25		3.67		1255.29		5.06		211.6	
dengan BP-a	1	8%	75 x	10.1	6.7	1218.3	1220.1	697	2.31	82.82	83.04	3.73	3.67	1767.36	1414.44	0.5	5.725	271.9	255.3
	2			10.1	6.6	1227.4	1229.4	703	2.33	83.27		3.62		1181.51		3.05		223.69	

Tabel B.11 Hasil Langkah 4 Tumbukan 75x

Tumbukan 75x	Benda Uji	Kadar Aspal	Pondasi	Ø (cm)	Tinggi (cm)	W Kering (gram)	W SSD (gram)	W dalam air (gram)	Density (ρ = 2)	RTA (75-82 %)	RTA (3-5 %)	AV (3-5 %)	AV	Stabilitas (Kg)	Stabilitas Rata2	Flow (ρ = 2 mm)	Flow Rata2	MD (kg/mm)	MD Rata2
tanpa BP-a	1	8%	75 x	10.1	6.4	1168.6	1183.3	680	2.32	80.67	80.42	4.28	4.36	1589.25	1454.49	4.63	4.695	345.41	301.11
	2			10.1	6.4	1169.7	1180.5	678	2.31	80.16		4.42		1309.14		2.1		256.81	
dengan BP-a	1	8%	76 x	10.1	6.6	1211.1	1223.6	692	2.33	78.35	76.665	4.91	4.625	1174.97	1369.7	3.05	3.35	297.46	433.17
	2			10.1	6.7	1212	1214.9	696	2.34	78.98		4.74		1564.44		2.75		565.89	

Tabel B.12 Hasil Langkah 4 Tumbukan 150x

Tumbukan 150x	Benda Uji	Kadar Aspal	Pondasi	Ø (cm)	Tinggi (cm)	W Kering (gram)	W SSD (gram)	W dalam air (gram)	Density (ρ = 2)	RTA (75-82 %)	RTA (3-5 %)	AV (3-5 %)	AV	Stabilitas (Kg)	Stabilitas Rata2	Flow (ρ = 2 mm)	Flow Rata2	MD (kg/mm)	MD Rata2
tanpa BP-a	1	8%	150 x	10.1	6.4	1169.9	1190.9	680	2.32	81.87	82.7	3.97	3.76	1687.49	1643.66	5.52	5.61	329.56	295.915
	2			10.1	6.3	1150.4	1195.9	680	2.33	83.53		3.55		1596.67		6.1		260.24	
dengan BP-a	1	8%	150 x	10.1	6.6	1203.5	1208.4	685	2.31	79.05	79.42	4.72	4.62	1652.81	1556.26	3.67	4.295	427.08	368.17
	2			10.1	6.6	1211.6	1213.6	689	2.31	79.79		4.52		1459.71		4.72		300.20	

Tabel B.13 Hasil Langkah 4 Tumbukan 300x

Tumbukan 300x	Benda Uji	Kadar Aspal	Pondasi	Ø (cm)	Tinggi (cm)	W Kering (gram)	W SSD (gram)	W dalam air (gram)	Density (ρ = 2)	RTA (75-82 %)	RTA (3-5 %)	AV (3-5 %)	AV	Stabilitas (Kg)	Stabilitas Rata2	Flow (ρ = 2 mm)	Flow Rata2	MD (kg/mm)	MD Rata2
tanpa BP-a	1	8%	300 x	10.1	6.1	1181.2	1186.9	678	2.32	81.54	81.77	4.08	4	1680.43	1728.02	5.93	6.115	295.00	262.34
	2			10.1	6.4	1192.4	1198.8	680	2.32	81.09		3.94		1781.62		9.3		279.62	
dengan BP-a	1	8%	300 x	10.1	6.5	1208.1	1209.3	689	2.32	81.68	80.05	4.02	4.46	1709.69	1677.5	4.97	4.935	344.06	336.68
	2			10.1	6.5	1216.1	1220.4	691	2.3	78.41		4.89		1645.01		4.9		339.72	