



TUGAS AKHIR

“STUDI PEMANFAATAN BATOK KELAPA SEBAGAI BAHAN

ALTERNATIF AGREGAT HALUS PADA

CAMPURAN BETON ASPAL”



PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN	
Tgl. Terima	22-10-09
Asal Buku	Ilmu
Bangrak	1 sh.
Parga	Indra
No. Inventar	72
No. Klas	SKR-TOG SUK 3

Disusun Oleh :

SUKIMAN
D111 04 066

NURFADHILA M. ETA
D111 04 082

JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2009



LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mengikuti seminar dan ujian akhir guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.

Judul Tugas Akhir:

**“STUDI PEMANFAATAN BATOK KELAPA SEBAGAI BAHAN
ALTERNATIF AGREGAT HALUS
PADA CAMPURAN BETON ASPAL”**

Disusun oleh:

Nama : SUKIMAN
Nomor Stambuk : D 111 04 066
Nama : NURFADHILA M. ETA
Nomor Stambuk : D 111 04 082

Makassar, Agustus 2009

Pembimbing I

Ir. H. NUR ALLI, MT
NIP. 130 520 683

Pembimbing II

Ir. AMIRUDDIN BASIR
NIP. 138 535 962

Mengetahui,

Ketua Jurusan Sipil
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Ir. H. Abdul Manjid Akkas, MT.
NIP. 130 936 995

KATA PENGANTAR

Assalamu Alaikum Wr. Wb

Segala puji syukur alhamdulillah kehadiran Allah S.W.T yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.

Dalam tugas akhir ini judul yang diambil adalah "**Studi Pemanfaatan Batok Kelapa sebagai Bahan Alternatif Agregat Halus pada Campuran Beton Aspal**" yang merupakan salah satu bentuk implementasi bidang keahlian transportasi. Tugas akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) di Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Hasanuddin.

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini tentunya tidak lepas dari bantuan dan dorongan dari berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini penulis ingin mengungkapkan rasa terima kasih kepada :

1. Ayahanda dan ibunda yang senantiasa berdoa dan terus memberikan semangat sampai skripsi ini selesai.
2. Bapak **Prof.Dr. Ir. H. M.Saleh Pallu, M.Eng** selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.
3. Bapak **Ir. H. Abdul Madjid Akkas, MT** dan Bapak **Ir. Rahman Djamaluddin,MT** selaku ketua dan sekertaris Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.

4. Bapak **Ir. H. Nur Ali, MT.**, selaku pembimbing I dan Bapak **Ir. Amiruddin Basir**, selaku pembimbing II.
5. Bapak dan Ibu dosen pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.
6. Bapak dan ibu staf jurusan dan staf laboratorium pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.
7. Teman-teman angkatan 2004 yang selalu memberikan motivasi..

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa hasil penyusunan skripsi ini jauh dari sempurna, sehingga penulis sangat berharap adanya kritik dan saran yang membangun dari pembaca.

Demikian akhir ini dari kata pengantar ini, semoga skripsi ini dapat menjadi suatu masukan dan pengetahuan bagi pembaca di Jurusan Sipil khususnya bidang transportasi.

Wassalamu alaikum Wr. Wb.

Makassar, Agustus 2009

Penulis

DAFTAR ISI :

LEMBAR JUDUL TUGAS AKHIR	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan	1
1.3 Pokok Bahasan dan Batasan Masalah	2
1.4 Sistematika penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Campuran Aspal Beton	5
2.2 Jenis Beton Aspal	5
2.3 Karakteristik Campuran Beton Aspal	8
2.3.1 Stabilitas	8
2.3.2 Keawetan (Durabilitas)	9
2.3.3 Kelenturan (Fleksibilitas)	10
2.3.4 Ketahanan terhadap Kelelahan (Fatigue Resistance)	10
2.3.5 Kekesatan/Tahanan Geser (Skid Resistance)	10

2.3.6 Kedap Air (Impermeabilitas)	11
2.3.7 Mudah Dilaksanakan (Workability)	11
2.4 Agregat	12
2.4.1 Jenis Agregat	12
2.4.2 Sifat Agregat Sebagai Material Perkerasan jalan	16
2.5 Batok Kelapa Sebagai Bahan Pengganti Agregat Halus	33
2.5.1 Karakteristik Tempurung kelapa	34
BAB III METODOLOGI DAN PROSES PENELITIAN	36
3.1 Diagram Alir Penelitian	36
3.2 Studi Pendahuluan	38
3.3 Penyiapan Bahan dan Alat	38
3.3.1 Penyiapan Bahan	38
3.3.2 Penyiapan Alat	39
3.4 Pengujian Sifat Bahan	39
3.4.1 Sifat Bahan Agregat	40
3.4.2 Pengujian Sifat Bahan Aspal Minyak	41
3.5 Penentuan Jumlah dan Persiapan Benda Uji	41
3.5.1 Penentuan Jumlah Benda Uji	41
3.5.2 Penyiapan Bahan campuran (Benda Uji)	42
3.6 Rancangan campuran	43
3.7 Pembuatan Benda Uji dan Penentuan Kadar Aspal Optimum	45
3.8 Pengujian Perendaman <i>Marshall (Marshall Immersion)</i>	46
3.9 Penyajian Dan Analisis Data	46
3.9.1 Penyajian Data	46



3.9.2 Analisis Data	46
3.10Kesimpulan Dan Saran	47
BAB IV PEMBAHASAN DAN ANALISIS	48
4.1 Penyajian Data	48
4.1.1 Data Sifat Bahan Agregat	48
4.1.2 Data Sifat Bahan Aspal Minyak	50
4.1.3 Data Gradasi Agregat Gabungan	51
4.1.4 Data Berat Jenis Total Agregat dan Penyerapan Campuran	56
4.1.5 Data Uji <i>Marshall</i> Penentuan Kadar Aspal Optimum	57
4.2 Penentuan Kadar Aspal Optimum	64
4.3 Analisis Pengujian Perendaman <i>Marshall</i>	90
4.3.1 Perendaman Marshall 30 menit	90
4.3.2 Perendaman Marshall 24 Jam	91
4.4 Analisis Indeks Kekuatan Sisa (IKS)	91
BAB V PENUTUP	94
5.1 Kesimpulan	94
5.2 Saran	95
DAFTAR PUSTAKA	96
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR :

Gambar 1.	Satu set saringan	17
Gambar 2.	Ilustrasi rentang ukuran butir pada berbagai gradasi	22
Gambar 3.	Alat abrasi Los Angeles	25
Gambar 4.	Skematis susunan butir-butir agregat berbentuk bulat	26
Gambar 5.	Skematis susunan butir-butir agregat berbentuk kubus	27
Gambar 6.	Bentuk-bentuk agregat	28
Gambar 7.	Flustrasi efek tekstur permukaan agregat	29
Gambar 8.	Skematis bagian dari butir agregat	31
Gambar 9.	Diagram Alir Program kerja	37
Gambar 10.	Kurva Gradasi Agregat Gabungan (Pasir 30% : Batok Kelapa 0%)	51
Gambar 11.	Kurva Gradasi Agregat Gabungan (Pasir 22,5% : Batok Kelapa 7,5%) ...	52
Gambar 12.	Kurva Gradasi Agregat Gabungan (Pasir 15,0% : Batok Kelapa 15,0%) .	53
Gambar 13.	Kurva Gradasi Agregat Gabungan (Pasir 7,5% : Batok Kelapa 22,5%) ...	54
Gambar 14.	Kurva Gradasi Agregat Gabungan (Pasir 0% : Batok Kelapa 30%)	55
Gambar 15.	Grafik hubungan parameter Marshall dengan komposisi pencampuran <i>Agregat Halus 30% Pasir dan 0% Batok Kelapa</i>	65
Gambar 16.	Grafik hubungan parameter Marshall dengan komposisi pencampuran <i>Agregat Halus 22,5% Pasir dan 7,5% Batok Kelapa</i>	66
Gambar 17.	Grafik hubungan parameter Marshall dengan komposisi pencampuran <i>Agregat Halus 15% Pasir dan 15% Batok Kelapa</i>	67
Gambar 18.	Grafik hubungan parameter Marshall dengan komposisi pencampuran <i>Agregat Halus 7.5% Pasir dan 22.5% Batok Kelapa</i>	68

Gambar 19.	Grafik hubungan parameter Marshall dengan komposisi pencampuran	
	<i>Agregat Halus 0% Pasir dan 30% Batok Kelapa</i>	69
Gambar 20.	Penentuan Kadar Aspal Optimum dengan komposisi pencampuran	
	<i>Agregat Halus 30% Pasir dan 0% Batok Kelapa</i>	70
Gambar 21.	Penentuan Kadar Aspal Optimum dengan komposisi pencampuran	
	<i>Agregat Halus 22,5% Pasir dan 7,5% Batok Kelapa</i>	71
Gambar 22.	Penentuan Kadar Aspal Optimum dengan komposisi pencampuran	
	<i>Agregat Halus 15% Pasir dan 15% Batok Kelapa</i>	71
Gambar 23.	Penentuan Kadar Aspal Optimum dengan komposisi pencampuran	
	<i>Agregat Halus 7.5% Pasir dan 22.5% Batok Kelapa</i>	72
Gambar 24.	Penentuan Kadar Aspal Optimum dengan komposisi pencampuran	
	<i>Agregat Halus 0% Pasir dan 30% Batok Kelapa</i>	72
Gambar 25.	Kurva Gradasi Agregat Gabungan (Pasir 25% : Batok Kelapa 5%).....	74
Gambar 26.	Kurva Gradasi Agregat Gabungan (Pasir 20% : Batok Kelapa 10%)	75
Gambar 27.	Grafik hubungan parameter Marshall dengan komposisi pencampuran	
	<i>Agregat Halus 25% Pasir dan 5% Batok Kelapa</i>	79
Gambar 28.	Grafik hubungan parameter Marshall dengan komposisi pencampuran	
	<i>Agregat Halus 20% Pasir dan 10% Batok Kelapa</i>	80
Gambar 29.	Penentuan Kadar Aspal Optimum dengan komposisi pencampuran <i>Agregat Halus</i>	
	<i>Halus 25% Pasir dan 5% Batok Kelapa</i>	81
Gambar 30.	Penentuan Kadar Aspal Optimum dengan komposisi pencampuran <i>Agregat Halus</i>	
	<i>Halus 20% Pasir dan 10% Batok Kelapa</i>	81
Gambar 31.	Grafik Rekapitulasi Spesifikasi Karakteristik Marshall Void in Mix ...	82

Gambar 32. Grafik Rekapitulasi Spesifikasi Karakteristik Marshall Voin Material	
Aggregate	83
Gambar 33. Grafik Rekapitulasi Spesifikasi Karakteristik Marshall VFB	84
Gambar 34. Grafik Rekapitulasi Spesifikasi Karakteristik Marshall Stability	85
Gambar 35. Grafik Rekapitulasi Spesifikasi Karakteristik Marshall Quotient	86
Gambar 36. Grafik Rekapitulasi Spesifikasi Karakteristik Marshall Flow	87
Gambar 37. Grafik Hubungan IKS Laston (AC) dengan Durasi Perendaman	92

DAFTAR TABEL :

Tabel 1.	Ukuran Bukaan Saringan	18
Tabel 2.	Contoh perhitungan gradasi agregat	19
Tabel 3.	Batas-Batas Gradasi Menerus Agregat Campuran	21
Tabel 4.	Sifat Agregat Campuran	22
Tabel 5.	Contoh gradasi agregat	23
Tabel 6.	Jenis pengujian kebersihan agregat	24
Tabel 7.	Spesifikasi Pemeriksaan Karakteristik Agregat	40
Tabel 8.	Spesifikasi Pemeriksaan Karakteristik Aspal	41
Tabel 9.	Penentuan Jumlah Benda Uji	42
Tabel 10.	Spesifikasi Gradasi Agregat campuran	43
Tabel 11.	Komposisi Agregat Dalam campuran	44
Tabel 12.	Karakteristik Bahan Agregat	48
Tabel 13.	Karakteristik Bahan aspal Minyak	50
Tabel 14.	Gradasi Agregat Gabungan (Pasir 30% : Batok Kelapa 0%)	51
Tabel 15.	Gradasi Agregat Gabungan (Pasir 22,5% : Batok Kelapa 7,5%)	52
Tabel 16.	Gradasi Agregat Gabungan (Pasir 15% : Batok Kelapa 15%)	53
Tabel 17.	Gradasi Agregat Gabungan (Pasir 7,5% : Batok Kelapa 22,5%)	54
Tabel 18.	Gradasi Agregat Gabungan (Pasir 0% : Batok Kelapa 30%)	55
Tabel 19.	Berat Jenis Campuran dan Penyerapan Campuran	56
Tabel 20.	Karakteristik <i>Marshall</i> Campuran Aspal Beton komposisi pencampuran <i>Agregat Halus 30% Pasir dan 0% Batok Kelapa</i>	58
Tabel 21.	Karakteristik <i>Marshall</i> Campuran Aspal Beton komposisi pencampuran	



Agregat Halus 22,5% Pasir dan 7,5% Batok Kelapa 59

Tabel 22. Karakteristik *Marshall* Campuran Aspal Beton komposisi pencampuran
Agregat Halus 15,0% Pasir dan 15,0% Batok Kelapa 60

Tabel 23. Karakteristik *Marshall* Campuran Aspal Beton komposisi pencampuran
Agregat Halus 7,5% Pasir dan 22,5% Batok Kelapa 62

Tabel 24. Karakteristik *Marshall* Campuran Aspal Beton komposisi pencampuran
Agregat Halus 0% Pasir dan 30% Batok Kelapa 63

Tabel 25. Gradasi Agregat Gabungan (Pasir 25% : Batok Kelapa 5%) 74

Tabel 26. Gradasi Agregat Gabungan (Pasir 20% : Batok Kelapa 10%) 75

Tabel 27. Berat Jenis Campuran dan Penyerapan Campuran 76

Tabel 28. Karakteristik *Marshall* Campuran Aspal Beton komposisi pencampuran
Agregat Halus 25,0% Pasir dan 5,0% Batok Kelapa 76

Tabel 29. Karakteristik *Marshall* Campuran Aspal Beton komposisi pencampuran
Agregat Halus 20,0% Pasir dan 10,0% Batok Kelapa 77

Tabel 30. Rekapitulasi Spesifikasi Karakteristik *Marshall* Void in Mix 82

Tabel 31. Rekapitulasi Spesifikasi Karakteristik *Marshall* Voin Material Aggregate 83

Tabel 32. Rekapitulasi Spesifikasi Karakteristik *Marshall* VFB 84

Tabel 33. Rekapitulasi Spesifikasi Karakteristik *Marshall* Stability 85

Tabel 34. Rekapitulasi Spesifikasi Karakteristik *Marshall* Quotient 86

Tabel 35. Rekapitulasi Spesifikasi Karakteristik *Marshall* Flow 87

Tabel 36. Nilai Karakteristik *Marshall* Campuran pada Kondisi Optimum 88

Tabel 37. Nilai Karakteristik *Marshall* Campuran pada perendaman 30 menit 90

Tabel 38. Nilai Karakteristik *Marshall* Campuran pada perendaman 24 jam 91

Tabel 39. Data Hasil Perendaman *Marshall* 92

DAFTAR LAMPIRAN :

- Lampiran A1 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Chipping
- Lampiran A2 Hasil Pengujian Analisa Saringan Pasir
- Lampiran A3 Hasil Pengujian Analisa Saringan Batok Kelapa
- Lampiran A4 Hasil Pengujian Analisa Saringan Abu batu
- Lampiran A5 Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar
- Lampiran A6 Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus Pasir
- Lampiran A7 Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus Batok Kelapa
- Lampiran A8 Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Air Abu Batu
- Lampiran A9 Pemeriksaan Keausan Agregat Dengan Mesin Los Angeles
- Lampiran A10 Pemeriksaan Indeks Kepipihan Agregat
- Lampiran A11 Pemeriksaan Indeks Kelonjongan Agregat
- Lampiran A12 Pemeriksaan Kadar Lumpur Pasir (Sand Equivalent Test)
- Lampiran A13 Pemeriksaan Kelekatan Agregat Terhadap Aspal
- Lampiran A14 Pemeriksaan Berat Volume Agregat Kasar
- Lampiran A15 Pemeriksaan Berat Volume Agregat Halus Pasir
- Lampiran A16 Pemeriksaan Berat Volume Agregat Halus Batok Kelapa
- Lampiran A17 Pemeriksaan Berat Volume Abu Batu
- Lampiran A18 Rekapitulasi Data Pemeriksaan Agregat
- Lampiran B1 Pemeriksaan Berat Jenis Aspal
- Lampiran B2 Pemeriksaan Penetrasi Aspal Sebelum Kehilangan Berat



- Lampiran B3 Pemeriksaan Penetrasi Aspal Setelah Kehilangan Berat
- Lampiran B4 Pemeriksaan Penurunan Berat Aspal
- Lampiran B5 Pemeriksaan Titik Lembek Aspal
- Lampiran B6 Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar
- Lampiran B7 Pemeriksaan Daktilitas (Kelenturan) aspal
- Lampiran B8 Rekapitulasi Data Pemeriksaan Aspal
- Lampiran C Penentuan Proporsi Agregat Campuran Trial & Error
- Lampiran D Perhitungan Berat Material Untuk Proporsi Rancangan Campuran
- Lampiran E Berat Jenis Gabungan Agregat dan Penyerapan Agregat
- Lampiran F Pengujian Karakteristik Marshall
- Lampiran G Pengujian Berat Material untuk Kadar Aspal Optimum
- Lampiran H Rekapitulasi Pengujian Karakteristik Marshall untuk setiap Rancangan Campuran
- Lampiran I Pengujian Marshall untuk Variasi Perendaman
- Lampiran J Angka Korelasi Stabilitas
- Lampiran K Tabel Kalibrasi Alat Marshall Test

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara kepulauan dengan lebih dari 17.000 pulau dan 81.000 km garis pantai. Oleh karena itu, kelapa yang merupakan tanaman pantai, selain mangrove, banyak tersebar diseluruh pulau. Berdasarkan data dari menteri pertanian, Indonesia memiliki 1.559.955 Ha daerah perkebunan kelapa yang menghasilkan 3.610.225 ton per tahun.

Batok kelapa adalah bagian dari kelapa yang memiliki tekstur yang keras. Berangkat dari pemikiran itu, batok kelapa bisa diolah dan digunakan sebagai material agregat halus.

Dengan uraian diatas mendorong penulis untuk mengadakan penelitian dan pemeriksaan agregat dilaboratorium untuk dapat meneliti layak tidaknya material tersebut untuk digunakan sebagai bahan agregat halus pada campuran aspal beton berdasarkan ketentuan dan syarat yang berlaku dan menuliskannya kedalam bentuk Tugas Akhir dengan judul :

“Studi Pemanfaatan Batok Kelapa sebagai Bahan Alternatif Agregat Halus pada Campuran Beton Aspal”

1.2 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah untuk memperoleh gambaran kinerja campuran aspal beton dengan menggunakan batok kelapa sebagai bahan agregat halus.

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- a. Untuk mengetahui apakah penggunaan batok kelapa sebagai bahan agregat halus dalam komposisi campuran aspal beton dapat memenuhi standar spesifikasi Bina Marga.
- b. Untuk mendapatkan data dari karakteristik material agregat halus sebagai bahan campuran aspal beton dari pengujian marshall test.

1.3 Pokok Bahasan dan Batasan Masalah

- a. Pokok bahasan didalam pemeriksaan ini adalah penggunaan agregat halus yang terdiri dari pasir dan batok kelapa sebagai bahan campuran aspal beton.
- b. Ruang lingkup penulisan adalah:
 - 1) Jenis material Agregat halus yang diteliti yaitu pasir dan batok kelapa yang lolos saringan no.4 dan tertahan di saringan no.200.
 - 2) Batok kelapa diperoleh dari Kab. Sidrap yang benar-benar kering dan bersih yang kemudian ditumbuk menjadi agregat halus.
 - 3) Pemeriksaan karakteristik Batok Kelapa meliputi pemeriksaan karakteristik agregat halus dengan pengujian berat jenis dan penyerapan air, analisa saringan, dan berat isi.
 - 4) Jumlah agregat halus dipakai yaitu 30%.
 - 5) Aspal yang digunakan adalah penetrasi 60/70 yang diambil dari PT. Aspalindo Sejahtera Mandiri Makassar.

- 6) Agregat kasar, agregat halus yang berupa pasir dan debu batu yang digunakan berasal dari Bili – bili (sungai Je'neberang 45 km dari Sunggu Minasa)
- 7) Komposisi campuran agregat halus antara pasir dan batok kelapa dibuat dengan perbandingan 30% - 0%, 25% - 5%, 22.5% - 7.5%, 15% - 15%, 7.5% - 22.5%, dan 0% - 30%.
- 8) Jenis campuran beraspal yang digunakan adalah tipe Aspal Beton
- 9) Sebagai contoh campuran, maka dibuat rancangan komposisi campuran, yang mana pemeriksaan benda uji dari hasil mix design dilakukan dengan pengujian Marshall Test.

1.4 Sistematika penulisan

Gambaran singkat tentang penulisan tugas akhir sebagai berikut:

- Bab I : Bab ini berisikan latar belakang masalah, maksud dan tujuan, penulisan pokok bahasan dan batasan masalah, Sistematika penulisan
- Bab II : Meliputi gambaran umum dan metodologi penelitian, membahas mengenai pengambilan sampel, waktu penelitian, metode pengumpulan data metodologi pengujian
- Bab III : Meliputi kajian pustaka, spesifikasi agregat, campuran aspal beton dan rancangan komposisi aspal beton



Bab IV : Meliputi pelaksanaan pengujian, hasil dan pembahasan penelitian

Bab V : Bab ini merupakan penutup yang memberikan kesimpulan dari hasil penelitian disertai saran – saran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Campuran Aspal Beton

Aspal beton campuran panas merupakan salah satu jenis dari lapis perkerasan konstruksi perkerasan lentur. Jenis perkerasan ini merupakan campuran merata antara agregat dan aspal sebagai bahan pengikat pada suhu tertentu. Untuk mengeringkan agregat dan mendapatkan tingkat kecairan yang cukup dari aspal sehingga diperoleh kemudahan untuk mencampurnya, maka kedua material harus dipanaskan dulu sebelum dicampur. Karena dicampur dalam keadaan panas maka seringkali disebut sebagai "hot mix". Pekerjaan pencampuran dilakukan di pabrik pencampur, kemudian dibawa kelokasi dan dihampar dengan mempergunakan alas penghampar (paving machine) sehingga diperoleh lapisan lepas yang seragam dan merata untuk selanjutnya dipadatkan dengan mesin pemadat dan akhirnya diperoleh lapisan padat aspal beton.

2.2 Jenis Beton Aspal

Beton aspal dapat dibedakan berdasarkan suhu pencampuran material pembentuknya dan berdasarkan fungsinya.

Berdasarkan temperatur pencampuran material pembentuknya, beton aspal dapat dibedakan atas :

- a) Beton aspal campuran panas (*Hot Mix*), adalah beton aspal yang material pembentuknya dicampur pada suhu pencampuran sekitar 140°C.

- b) Beton aspal campuran hangat (*Warm Mix*), adalah beton aspal yang material pembentuknya dicampur pada suhu pencampuran sekitar 60°C.
- c) Beton aspal campuran dingin (*Cold Mix*), adalah beton aspal yang material pembentuknya dicampur pada suhu ruang sekitar 25°C.

Sedangkan berdasarkan fungsinya, beton aspal dapat dibedakan atas :

- a) Beton aspal untuk lapisan aus (*Wearing Course*), adalah lapisan perkerasan yang berhubungan langsung dengan ban kendaraan, merupakan lapisan yang kedap air, tahan terhadap cuaca dan mempunyai kekesatan yang disyaratkan.
- b) Beton aspal untuk lapisan pondasi (*Binder Course*), adalah lapisan perkerasan yang terletak di bawah lapisan aus. Tidak berhubungan langsung dengan cuaca, tetapi perlu memiliki stabilitas untuk memikul beban lalu lintas yang dilimpahkan melalui ban kendaraan.
- c) Beton aspal untuk pembentuk dan perata lapisan beton aspal yang sudah lama, yang pada umumnya sudah aus dan seringkali tidak lagi berbentuk crown.

Saat ini, di Indonesia terdapat berbagai macam jenis beton aspal campuran panas yang digunakan untuk lapisan perkerasan jalan. Perbedaannya terletak pada jenis gradasi agregat dan kadar aspal yang digunakan.

Jenis beton aspal campuran panas yang ada di Indonesia saat ini adalah :

1. Laston (Lapisan aspal beton) adalah beton aspal bergradasi menerus yang umum digunakan untuk jalan – jalan dengan beban lalu lintas berat tebal nominal minimum laston 4 – 6 cm.

- a) Laston sebagai lapis aus, dikenal dengan nama *AC - WC (Asphalt Concrete - Wearing Course)*. Tebal nominal minimum *AC - WC* adalah 4 cm.
 - b) Laston sebagai lapis pengikat, dikenal dengan nama *AC - BC (Asphalt Concrete - Binder Course)*. Tebal minimal *AC - BC* adalah 5 cm.
 - c) Laston lapis pembentuk pondasi, dikenal dengan nama *AC - Base (Asphalt Concrete - Base)*. Tebal nominal minimum *AC-Base* adalah 6 cm.
2. Lataston (lapisan tipis aspal beton) adalah beton aspal bergradasi senjang.
- a). Lataston sebagai lapisan aus dikenal dengan nama *HRS - WC*. Tebal nominal minimum *HRS - WC* adalah 3 cm.
 - b). Lataston sebagai lapisan pondasi dikenal dengan nama *HRS - Base*. Tebal nominal minimum *HRS - Base* adalah 3,5 cm.
3. Latasir (Lapisan tipis aspal pasir) adalah beton aspal untuk jalan – jalan dengan lalu lintas yang ringan khususnya dimana agregat kasar tidak atau sulit diperoleh.
- a) Latasir kelas A dikenal dengan nama *HRSS - A* atau *SSA*. Tebal nominal minimum *HRSS – A* adalah 1,5 cm.
 - b) Latasir kelas B dikenal dengan nama *HRSS – B* atau *SSB*. Tebal nominal minimum *HRSS – B* adalah 2 cm.
4. Lapisan perata adalah beton aspal yang digunakan sebagai lapisan perata dan pembentuk penampang melintang pada permukaan jalan lama.
5. *SMA (Split Mastic Asphalt)* adalah beton aspal bergradasi terbuka dengan selimut aspal yang tebal
- a) *SMA 0 / 5* dengan tebal perkerasan 1,5 – 3 cm

b) SMA 0 / 8 dengan tebal perkerasan 2 – 4 cm.

c) SMA 0 / 11 dengan tebal perkerasan 3 – 5 cm.

6. HSMA (*High Stiffness Modulus Asphalt*) adalah beton aspal yang mempergunakan aspal penetrasi rendah yaitu 30 / 45. Berdasarkan gradasinya HSMA dibedakan atas 3 jenis yaitu :

a) HSMA – 28.

b) HSMA – 20

c) HSMA – 14

2.3 Karakteristik Campuran Beton Aspal

Tujuh karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh beton aspal adalah stabilitas, keawetan atau durabilitas, kelenturan atau fleksibilitas, ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue resistance*), kekesatan permukaan atau ketahanan geser, kedap air, dan kemudahan pelaksanaan.

2.3.1 Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur dan *bleeding*. Kebutuhan akan stabilitas sebanding dengan fungsi jalan dan beban lalu lintas yang akan dilayani. Jalan yang melayani volume lalu lintas tinggi dan dominan terdiri dari kendaraan berat, membutuhkan perkerasan jalan dengan stabilitas tinggi. Sebaliknya perkerasan jalan yang diperuntukkan untuk melayani lalu lintas kendaraan ringan tentu tidak perlu mempunyai nilai stabilitas yang tinggi.

Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai stabilitas beton aspal adalah:

1. Gesekan internal, yang dapat berasal dari kekasaran permukaan dari butir-butir agregat, luas bidang kontak antar butir atau bentuk butir, gradasi agregat, kepadatan campuran, dan tebal film aspal. Stabilitas terbentuk dari kondisi gesekan internal yang terjadi di antara butir-butir agregat, saling mengunci dan mengisinya butir-butir agregat, dan masing-masing butir saling terikat, akibat gesekan antar butir dan adanya aspal. Kepadatan campuran menentukan pula tekanan kontak dan nilai stabilitas campuran. Pemilihan agregat bergradasi baik atau rapat akan memperkecil rongga antara agregat, sehingga aspal yang dapat ditambahkan dalam campuran menjadi sedikit. Hal ini berakibat film aspal menjadi tipis. Kadar aspal yang optimal akan memberikan nilai stabilitas yang maksimum.
2. Kohesi, adalah gaya ikat aspal yang berasal dari daya lekatnya, sehingga mampu memelihara tekanan kontak antar butir agregat. Daya kohesi terutama ditentukan oleh penetrasi aspal, perubahan viskositas akibat temperatur, tingkat pembebanan, komposisi kimiawi aspal, efek dari waktu dan umur aspal.

2.3.2 Keawetan (Durabilitas)

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

campuran, kepadatan dan kedap airnya campuran. selimut aspal yang tebal akan membungkus agregat secara baik, beton aspal akan lebih kedap air, sehingga kemampuannya menahan keausan semakin baik. Tetapi semakin tebal selimut aspal, maka semakin mudah terjadi *bleeding* yang mengakibatkan jalan semakin licin. Besarnya pori yang tersisa dalam campuran setelah pemadatan, mengakibatkan durabilitas beton aspal menurun. Semakin *besar pori yang tersisa semakin tidak kedap air dan semakin* banyak udara di dalam beton aspal, yang menyebabkan semakin mudahnya selimut aspal beroksidasi dengan udara dan menjadi getas serta durabilitasnya menurun.

2.3.3 Kelenturan (Fleksibilitas)

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

2.3.4 Ketahanan terhadap Kelelahan (Fatigue Resistance)

Ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue resistance*) adalah kemampuan beton aspal menerima lendutan berulang akibat repetisi beban, tanpa terjadinya kelelahan berupa alur dan retak. Hal ini dapat tercapai jika mempergunakan kadar aspal yang tinggi.

2.3.5 Kekesatan/Tahanan Geser (Skid Resistance)

Kekesatan/tahanan geser (*skid resistance*) adalah kemampuan permukaan

beton aspal terutama pada kondisi basah, memberikan gaya gesek pada roda kendaraan sehingga kendaraan tidak tergelincir, ataupun slip. Faktor-faktor untuk mendapatkan kekesatan jalan sama dengan untuk mendapatkan stabilitas yang tinggi, yaitu kekasaran permukaan dari butir-butir agregat, luas bidang kontak antar butir atau bentuk butir, gradasi agregat, kepadatan campuran dan tebal film aspal. Ukuran maksimum butir agregat ikut menentukan kekesatan permukaan. Dalam hal ini agregat yang digunakan tidak saja harus mempunyai permukaan yang kasar, tetapi juga mempunyai daya tahan untuk permukaannya tidak mudah menjadi licin akibat repetisi kendaraan.

2.3.6 Kedap Air (Impermeabilitas)

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

2.3.7 Mudah Dilaksanakan (Workability)

Mudah dilaksanakan (*workability*) adalah kemampuan campuran beton aspal untuk mudah dihamparkan dan dipadatkan. Tingkat kemudahan dalam pelaksanaan, menentukan tingkat efisiensi pekerjaan. Faktor yang mempengaruhi tingkat kemudahan dalam proses penghamparan dan pemadatan adalah viskositas aspal, kepekaan aspal terhadap perubahan temperature, dan gradasi serta kondisi agregat. Revisi atau koreksi terhadap rancangan campuran dapat dilakukan jika

ditemukan kesukaran dalam pelaksanaan.

Ketujuh sifat campuran beton aspal ini tak mungkin dapat dipenuhi sekaligus oleh satu jenis campuran. Sifat-sifat beton aspal mana yang dominan lebih diinginkan, akan menentukan jenis beton aspal yang dipilih. Hal ini sangat perlu diperhatikan ketika merancang tebal perkerasan jalan. Jalan yang melayani lalu lintas ringan, seperti mobil penumpang, sepantasnya lebih memilih jenis beton aspal yang mempunyai sifat durabilitas dan fleksibilitas yang tinggi, daripada memilih jenis beton aspal dengan stabilitas tinggi.

2.4 Agregat

Agregat didefinisikan secara umum sebagai formasi kulit bumi yang keras dan padat. ASTM mendefinisikan agregat sebagai suatu bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa masa berukuran besar ataupun berupa fragmen-fragmen.

Agregat merupakan komponen utama dari struktur perkerasan jalan, yaitu 90-95% agregat berdasarkan persentase berat, atau 75-85% agregat berdasarkan persentase volume. Dengan demikian kualitas perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain.

2.4.1 Jenis Agregat

a) Berdasarkan Proses Terjadinya

Berdasarkan proses terjadinya agregat dapat dibedakan atas agregat beku (*igneous rock*), agregat sedimen (*sedimentary rock*) dan agregat metamorfik (*metamorphic rock*).

1. Agregat Beku (igneous rock)

Agregat beku (*igneous rock*) adalah agregat yang berasal dari magma yang mendingin dan membeku. Agregat beku luar dibentuk dari magma yang keluar ke permukaan bumi di saat gunung berapi meletus dan akibat pengaruh cuaca mengalami pendinginan dan membeku. Umumnya agregat beku luar berbutir halus seperti batu apung, andesit, basalt, obsidian, pumice.

Agregat beku dalam (*intrusive igneous rock*) dibentuk dari magma yang tak dapat keluar ke permukaan bumi, mengalami pendinginan dan membeku secara perlahan-lahan di dalam bumi, dapat ditemui di permukaan bumi karena proses erosi dan atau gerakan bumi. Agregat beku dalam umumnya bertekstur kasar seperti: gabbro, diorit, syenit.

2. Agregat Sedimen (sedimentary rock)

Agregat sedimen (*sedimentary rock*) dapat berasal dari campuran partikel mineral, sisa-sisa hewan dan tanaman yang mengalami pengendapan dan pembekuan. Pada umumnya merupakan lapisan-lapisan pada kulit bumi, hasil endapan di danau, laut dan sebagainya.

Berdasarkan proses pembentukannya agregat sedimen dapat dibedakan atas:

- Agregat sedimen yang dibentuk dengan proses mekanik, seperti: breksi, konglomerat, batu pasir, batu lempung. Agregat ini banyak mengandung silica.
- Agregat sedimen yang dibentuk dengan proses organis, seperti:

batu gamping, batu bara, opal.

- Agregat sedimen yang dibentuk dengan proses kimiawi, seperti: batu gamping, garam, gips, flint.

3. Agregat metamorfik (metamorphic rocks)

Agregat metamorfik (*metamorphic rocks*) adalah agregat sedimen ataupun agregat beku yang mengalami proses perubahan bentuk akibat adanya perubahan tekanan dan temperatur kulit bumi. Berdasarkan strukturnya dapat dibedakan atas agregat metamorf yang masif seperti marmer, kwarsit, dan agregat metamorf yang berfoliasi, berlapis seperti batu sabak, filit, sekis.

b) Berdasarkan Pengolahannya

Berdasarkan pengolahannya agregat dapat dibedakan atas agregat siap pakai, dan agregat yang perlu diolah terlebih dahulu sebelum dipakai.

1. Agregat siap pakai

Agregat siap pakai adalah agregat yang dapat dipergunakan sebagai material perkerasan jalan dengan bentuk dan ukuran sebagaimana diperoleh di lokasi asalnya, atau dengan sedikit proses pengolahan. Agregat ini terbentuk melalui proses erosi dan degradasi. Agregat siap pakai sering disebut sebagai agregat alam. Bentuk partikel agregat alam ditentukan berdasarkan proses yang dialaminya. Aliran air menyebabkan erosi pada agregat, sehingga partikel agregatnya cenderung bulat-bulat, dengan tekstur permukaan licin. Proses degradasi agregat di bukit-bukit akan membentuk agregat bersudut, dan kasar. Dua bentuk dan ukuran



agregat alam yang sering dipergunakan sebagai material perkerasan jalan yaitu kerikil dan pasir.

2. Agregat yang perlu diolah

Agregat yang perlu diolah terlebih dahulu sebelum dipakai, adalah agregat yang diperoleh di bukit-bukit, di gunung-gunung, ataupun di sungai-sungai. Agregat di gunung dan di bukit umumnya ditemui dalam bentuk masif, sehingga perlu dilakukan pemecahan dahulu supaya dapat diangkat ke tempat mesin pemecah batu (*stone crusher*). Sungai-sungai yang membawa agregat di musim hujan, umumnya membawa agregat berukuran besar sehingga tidak memenuhi persyaratan ukuran yang ditentukan. Guna dapat dipergunakan sebagai material perkerasan jalan, agregat ini harus diolah dahulu secara manual, dengan mempergunakan tenaga manusia, atau melalui proses mekanis di mesin pemecah batu. Agregat yang berasal dari gunung, bukit, sungai yang perlu melalui proses pengolahan terlebih dahulu di mesin pemecah batu, umumnya lebih baik sebagai material perkerasan jalan, karena mempunyai bidang pecahan, bertekstur kasar dan ukuran agregat sesuai yang diinginkan.

Di samping itu terdapat pula agregat yang merupakan hasil olahan pabrik seperti semen dan kapur, atau limbah industri seperti abu terbang.

c) Berdasarkan Ukuran Butirnya

Berdasarkan ukuran butirnya agregat dapat dibedakan atas agregat kasar, agregat halus dan bahan pengisi (*filler*). Batasan dari masing-masing agregat ini seringkali berbeda, sesuai institusi yang menentukannya.

Bina Marga membedakan agregat menjadi:

- Agregat kasar, adalah agregat dengan ukuran butir lebih besar dari saringan No.4 (= 4,75 mm).
- Agregat halus, adalah agregat dengan ukuran butir lebih halus dari saringan No.4 (= 4,75 mm).
- Bahan pengisi (*filler*), adalah bagian dari agregat halus yang minimum 75% lolos saringan No. 200 (= 0,075 mm).

2.4.2 Sifat Agregat Sebagai Material Perkerasan jalan

Sifat agregat merupakan salah satu faktor penentu kemampuan perkerasan jalan memikul beban lalu lintas dan daya tahan terhadap cuaca. Oleh karena itu perlu pemeriksaan yang teliti sebelum diputuskan suatu agregat dapat dipergunakan sebagai material perkerasan jalan. Sifat agregat yang menentukan kualitasnya sebagai material perkerasan jalan adalah gradasi, kebersihan, kekerasan dan ketahanan agregat, bentuk butir, tekstur permukaan, porositas, kemampuan untuk menyerap air, berat jenis, dan daya pelekatan dengan aspal. Gradasi agregat merupakan sifat yang sangat luas pengaruhnya terhadap kualitas perkerasan secara keseluruhan.

a) Gradasi Agregat

Gradasi adalah susunan butir agregat sesuai ukurannya. Ukuran butir agregat dapat diperoleh melalui pemeriksaan analisis saringan. Satu set saringan umumnya terdiri dari saringan berukuran 4 inci, 3¹/₂ inci, 3 inci, 2¹/₂ inci, 2 inci, 1¹/₂ inci, 1 inci, ³/₄ inci, ¹/₂ inci, ³/₈ inci, No.4, No.8, No.30, No.50, No.100, dan No.200. Ukuran saringan dalam ukuran panjang menunjukkan ukuran bukaan, sedangkan nomor saringan menunjukkan banyaknya bukaan dalam 1 inci panjang.



Gambar 1. Satu set saringan

Tabel 1. Ukuran Bukaan Saringan

Ukuran Saringan	Bukaan (mm)
1 ½ inci	38,1
1 inci	25,4
¾ inci	19,1
½ inci	12,7
3/8 inchi	9,52
No.4	4,76
No.8	2,38
No.30	0,59
No. 50	0,279
No.100	0,149
No.200	0,074

Gradasi agregat diperoleh dari hasil analisis pemeriksaan dengan mempergunakan 1 set saringan. Saringan berukuran bukaan paling besar diletakkan teratas dan yang paling halus (No.200) terbawah sebelum pan. Jadi satu set saringan dimulai dari pan dan diakhiri dengan tutup saringan (Gambar 1).

Analisis saringan dapat dilakukan secara basah atau kering (saringan basah atau saringan kering). Analisis basah dilakukan untuk menentukan jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan No.200, mengikuti manual SNI-M-02-1994-03 atau AASHTO T11-90. Persentase lolos saringan ditentukan melalui pengujian analisa saringan agregat halus dan kasar (saringan kering) sesuai manual SNI 03-1968-1990 atau AASHTO T27-88. Pemeriksaan jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan No.200 dengan mempergunakan saringan basah dapat dilanjutkan dengan mengeringkan benda uji dan selanjutnya melakukan pengujian analisis saringan agregat halus dan kasar.

Gradasi agregat dinyatakan dalam persentase lolos, atau persentase tertahan yang dihitung berdasarkan berat agregat.

Tabel 2. memberikan contoh penentuan gradasi agregat sebagai hasil dari pengujian analisis saringan.

Gradasi agregat menentukan besarnya rongga atau pori yang mungkin terjadi dalam agregat campuran. Agregat campuran yang terdiri dari agregat berukuran sama akan berongga atau berpori banyak, karena tak terdapat agregat berukuran lebih kecil yang dapat mengisi rongga yang terjadi. Sebaliknya, jika campuran agregat terdistribusi dari agregat berukuran besar sampai kecil secara merata, maka rongga atau pori yang terjadi sedikit. Hal ini disebabkan karena rongga yang terbentuk oleh susunan agregat berukuran besar, akan diisi oleh agregat berukuran lebih kecil.

Tabel 2. Contoh perhitungan gradasi agregat

Ukuran Saringan	Bukaan saringan	Berat tertahan saringan		Persentase	
		setiap	kumulatif	tertahan	Lolos
	Mm	gram	gram		
1 inci	25,4	0	0	0,0	100,0
3/4 inci	19,1	27	27	2,5	97,5
3/8 inci	9,5	121	148	14,0	86,0
No 4	4,75	345	493	46,5	53,5
No . 8	2,36	211	704	66,4	33,6
No.30	0,6	54	837	79,0	21,0
No.50	0,3	50	887	83,7	16,3
No. 100	0,15	49	936	88,3	11,7
No.200	0,075	99	1035	97,6	2,4
		Berat total agregat		1060 gram	

Jenis Gradasi Agregat

Distribusi butir-butir agregat dengan ukuran tertentu yang dimiliki oleh suatu campuran menentukan jenis gradasi agregat. Gradasi agregat dapat dikelompokkan ke dalam agregat bergradasi baik dan agregat bergradasi buruk.

Agregat bergradasi baik adalah agregat yang ukuran butirnya terdistribusi merata dalam satu rentang ukuran butir. Agregat bergradasi baik disebut pula agregat bergradasi rapat. campuran agregat bergradasi baik mempunyai pori sedikit, mudah dipadatkan, dan mempunyai stabilitas tinggi. Tingkat stabilitas ditentukan dari ukuran butir agregat terbesar yang ada. Berdasarkan ukuran butir agregat yang dominan menyusun campuran agregat, maka agregat bergradasi baik dapat dibedakan atas:

- Agregat bergradasi kasar adalah agregat bergradasi baik yang mempunyai susunan ukuran menerus dari kasar sampai dengan halus, tetapi dominan berukuran agregat kasar.
- Agregat bergradasi halus adalah agregat bergradasi baik yang mempunyai susunan ukuran menerus dari kasar sampai dengan halus, tetapi dominan berukuran agregat halus.
- Agregat bergradasi seragam adalah agregat yang hanya terdiri dari butir-butir agregat berukuran sama atau hampir sama. Campuran agregat ini mempunyai pori antar butir yang cukup besar, sehingga sering dinamakan juga agregat bergradasi terbuka. Rentang distribusi ukuran butir yang ada pada agregat bergradasi seragam tersebar pada rentang yang sempit.
- Agregat bergradasi terbuka adalah agregat yang distribusi ukuran butirnya sedemikian rupa sehingga pori-porinya tidak terisi dengan baik.
- Agregat bergradasi senjang adalah agregat yang distribusi ukuran butirnya tidak menerus, atau ada bagian ukuran yang tidak ada, jika ada hanya sedikit sekali.

Tabel 3. Batas-Batas Gradasi Menerus Agregat Campuran

No. Campuran	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Gradasi /Tekstur	Kasar	Kasar	Rapat	Rapat	Rapat	Rapat	Rapat	Rapat	Rapat	Rapat	Rapat
Tebal Padat(mm)	20-40	25-50	20-40	25-50	40-65	50-75	40-50	20-40	40-65	40-60	40-50
Ukuran Saringan	% Berat yang Lolos Saringan										
1 1/2" (38,1 mm)	-	-	-	-	-	100	-	-	-	-	-
1,0" (25,4 mm)	-	-	-	-	100	90-100	-	-	100	100	-
3/4" (19,1 mm)	-	100	-	100	80-100	82-100	100	-	85-100	85-100	100
1/2" (12,7 mm)	100	75-100	100	80-100	-	72-90	80-100	100	-	-	-
3/8" (9,52 mm)	75-100	60-80	80-100	70-90	60-90	-	-	-	65-85	56-78	74-92
No. 4 (4,76 mm)	35-55	35-55	55-75	50-70	48-65	52-70	54-72	62-80	45-65	38-60	48-70
No. 8 (2,38 mm)	20-35	20-35	35-50	35-50	35-50	40-56	42-58	44-60	34-54	27-47	35-53
No. 30 (0,59 mm)	10-20	10-20	18-29	18-29	19-30	24-36	26-38	28-40	20-35	13-28	15-30
No. 50 (0,279 mm)	6-16	6-16	13-23	13-23	13-13	16-26	18-28	20-30	16-26	9-20	10-20
No. 100 (0,149 mm)	4-12	4-12	8-16	8-16	7-15	10-18	12-20	12-20	10-18	-	-
No. 200 (0,074 mm)	2-8	2-8	4-10	4-10	1-8	6-12	6-12	6-12	5-10	4-8	4-9

Sumber : (SNI, 1990)

Keterangan :

- Nomor campuran I, III, IV, VI, VII, VIII, IX, X dan XI digunakan untuk lapisan permukaan
- Nomor campuran II digunakan untuk lapis permukaan, perata (*levelling*), dan lapis antara (*binder*)
- Nomor campuran V digunakan untuk lapis permukaan dan lapis antara.

Secara umum terdapat perbedaan yang mendasar dari sifat campuran agregat bergradasi baik dan buruk seperti yang terlihat pada Tabel 4.



Gambar 2. Ilustrasi rentang ukuran butir pada berbagai gradasi

Tabel 4. Sifat Agregat Campuran

Sifat	Agregat bergradasi buruk	Agregat bergradasi baik
Stabilitas	buruk	baik
Permeabilitas	baik	buruk
Tingkat kepadatan	buruk	baik
Rongga pori	besar	sedikit

Gradasi agregat merupakan kondisi agregat yang dapat dibentuk untuk mencapai persyaratan yang diinginkan. Perbaikan dilaksanakan dengan metode pencampuran. Jika agregat yang tersedia terlalu kasar, maka dicampur dengan agregat yang lebih halus, demikian pula sebaliknya.

b) Ukuran Maksimum Agregat

Ukuran maksimum butir agregat dapat dinyatakan dengan mempergunakan:

1. Ukuran maksimum agregat, yaitu menunjukkan ukuran saringan terkecil dimana agregat yang lolos saringan tersebut sebanyak 100%.
2. Ukuran nominal maksimum agregat, menunjukkan ukuran saringan terbesar dimana agregat yang tertahan saringan tersebut sebanyak tidak

lebih dari 10%. Ukuran maksimum agregat adalah satu saringan atau ayakan yang lebih besar dari ukuran nominal maksimum.

Sebagai contoh adalah agregat campuran yang mempunyai gradasi seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Contoh gradasi agregat

Nomor	Ukuran	Persentase lolos
	Saringan	
	(mm)	
3/4 inci	19	100
1/2 inci	12,5	100
3/8 inci	9,5	98
No. 4	4,75	91
No. 8	2,36	78
No. 50	0,3	21
No. 100	0,15	8

Dari Tabel 5. terlihat bahwa ukuran terkecil dimana agregat lolos 100% adalah 1/2 inci, oleh karena itu ukuran maksimum agregat adalah 1/2 inci. Ukuran terbesar dimana agregat yang tertahan kurang atau sama dengan 10% adalah 3/8 inci, oleh karena itu ukuran nominal maksimum adalah 3/8 inci.

· Ukuran maksimum agregat ikut menentukan tebal minimum lapisan perkerasan yang mungkin dapat dilaksanakan. Sebagai patokan awal, tebal lapisan minimum sama dengan dua kali ukuran agregat maksimum. Penggunaan agregat berukuran besar akan membutuhkan butir-butir agregat yang terdistribusi dalam rentang yang lebih lebar untuk mendapatkan agregat bergradasi baik. Di samping itu kemungkinan terjadinya segregasi, yaitu pemisahan butir-butir berukuran kecil dan besar semakin mudah.

c) Kebersihan Agregat (cleanliness)

Kebersihan agregat ditentukan dari banyaknya butir-butir halus yang lolos saringan No.200, seperti adanya lempung, lanau, ataupun adanya tumbuh-tumbuhan pada campuran agregat. Agregat yang banyak mengandung material yang lolos saringan No.200, jika dipergunakan sebagai bahan campuran beton aspal, akan menghasilkan beton aspal berkualitas rendah. Hal ini disebabkan material halus membungkus partikel agregat yang lebih kasar, sehingga ikatan antara agregat dan bahan pengikat, yaitu aspal, akan berkurang, dan berakibat mudah lepasnya ikatan antara aspal dan agregat.

Pemeriksaan kebersihan agregat dilakukan melalui pengujian seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Jenis pengujian kebersihan agregat

Jenis Pengujian	SNI	AASHTO
Pengujian jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan No.200	SNI-M-02-1994-03	T 11-90
Pengujian agregat halus atau pasir yang mengandung bahan plastis dengan cara setara pasir	Pd M-03-1996-03	T 176-86
Pengujian adanya gumpalan lempung dalam agregat	-	T 112-87

d) Daya Tahan Agregat

Daya tahan agregat merupakan ketahanan agregat terhadap adanya penurunan mutu akibat proses mekanis dan kimiawi. Agregat dapat mengalami degradasi, yaitu perubahan gradasi, akibat pecahnya butir-butir agregat.

Kehancuran agregat dapat disebabkan oleh proses mekanis, seperti gaya-gaya yang terjadi selama proses pelaksanaan perkerasan jalan (penimbunan,

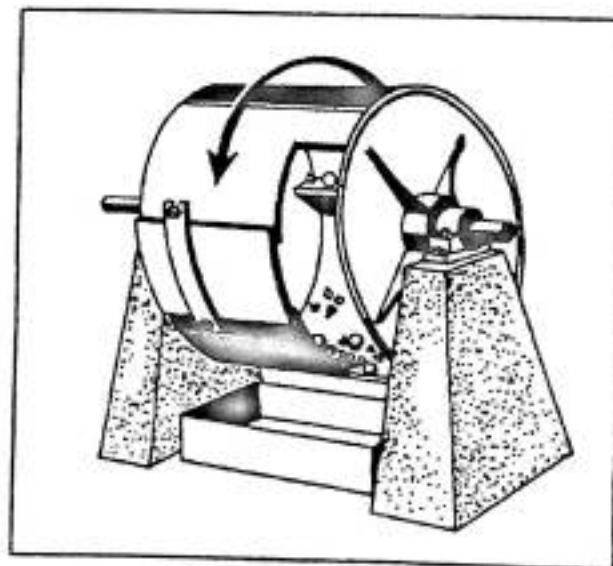


penghamparan, pemadatan), pelayanan terhadap beban lalu lintas, dan proses kimiawi, seperti pengaruh kelembaban, kepanasan dan perubahan suhu sepanjang hari.

Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat degradasi yang terjadi sangat ditentukan oleh jenis agregat, gradasi campuran, ukuran partikel, bentuk agregat, dan besarnya energi yang dialami oleh agregat tersebut.

Daya tahan agregat terhadap beban mekanis diperiksa dengan melakukan pengujian abrasi menggunakan alat abrasi Los Angeles, sesuai dengan SNI-03-2417-1991 atau AASHTO T 96-87. Gaya mekanis pada pemeriksaan dengan alat abrasi Los Angeles (Gambar 2.3) diperoleh dari bola-bola baja yang dimasukkan bersama dengan agregat yang hendak diuji.

Daya tahan terhadap proses kimiawi diperiksa dengan pengujian soundness atau dinamakan juga pengujian sifat kekekalan bentuk batu terhadap larutan natrium sulfat (Na_2SO_4) atau magnesium sulfat (MgSO_4), sesuai dengan SNI-03-3407-1994 atau AASHTO T 104-86.



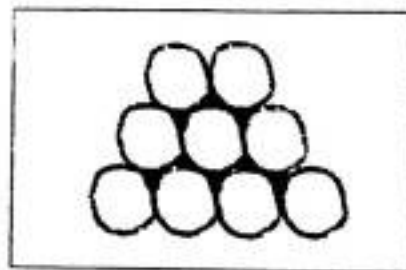
Gambar 3. Alat abrasi Los Angeles

e) *Bentuk Dan Tekstur Agregat*

Berdasarkan bentuknya, partikel atau butir agregat dikelompokkan sebagai berbentuk bulat, lonjong, pipih, kubus, tak beraturan, atau mempunyai bidang pecahan.

- **Bulat (rounded)**

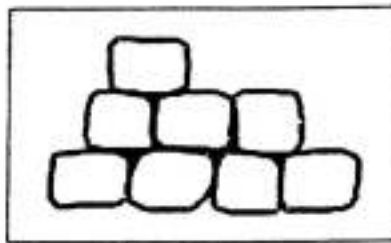
Agregat yang ditemui di sungai umumnya telah mengalami erosi, sehingga berbentuk bulat (*rounded*) dan licin. Bidang kontak antar agregat berbentuk bulat sangat sempit, hanya berupa titik singgung, sehingga menghasilkan penguncian antar agregat yang tidak baik, dan menghasilkan kondisi kepadatan lapisan perkerasan yang kurang baik.



Gambar 4. Skematis susunan butir-butir agregat berbentuk bulat

- **Kubus (cubical)**

Agregat berbentuk kubus (*cubical*) pada umumnya merupakan agregat hasil pemecahan batu masif, atau hasil pemecahan mesin pemecah batu. Bidang kontak agregat ini luas, sehingga mempunyai daya saling mengunci yang baik. Kestabilan yang diperoleh lebih baik dan lebih tahan terhadap deformasi. Agregat ini merupakan agregat yang terbaik untuk dipergunakan sebagai material perkerasan jalan.



Gambar 5. Skematis susunan butir-butir agregat berbentuk kubus

- **Lonjong (elongated)**

Agregat berbentuk lonjong (*elongated*) dapat ditemui di sungai atau bekas endapan sungai. Agregat dikatakan lonjong jika ukuran terpanjangnya lebih besar dari 1,8 kali diameter rata-rata. Indeks kelonjongan (*elongated index*) adalah persentase berat agregat lonjong terhadap berat total. Sifat campuran agregat berbentuk lonjong ini hampir sama dengan agregat berbentuk bulat.

- **Pipih (flaky)**

Agregat berbentuk pipih (*flaky*) dapat merupakan hasil produksi dari mesin pemecah batu dan biasanya agregat ini memang cenderung pecah dengan bentuk pipih. Agregat pipih yaitu agregat yang ketebalannya lebih tipis dari 0,6 kali diameter rata-rata. Indeks kepipihan (*flakiness index*) adalah berat total agregat yang lolos slot dibagi berat total agregat yang tertahan slot pada ukuran nominal tertentu.

- **Tak beraturan (irregular)**

Agregat berbentuk tak beraturan (*irregular*) adalah bentuk agregat yang tak mengikuti salah satu bentuk di atas.

Pada Gambar 2.6 dapat dilihat berbagai bentuk agregat.



Gambar 6. Bentuk-bentuk agregat

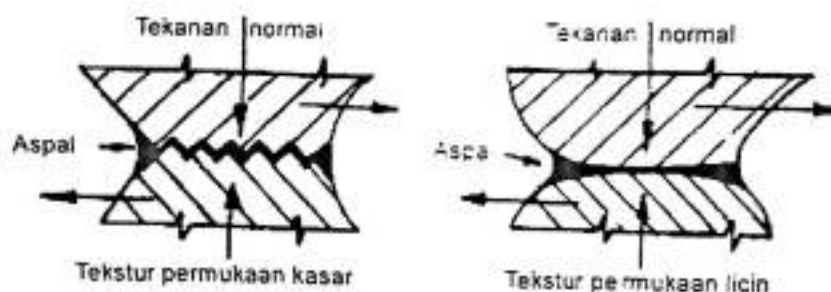
Agregat kasar terbaik yang dipergunakan untuk material perkerasan jalan adalah berbentuk kubus, tetapi jika tak ada, maka agregat yang mempunyai minimal satu bidang pecahan dapat dipergunakan.

Tekstur permukaan agregat dapat dibedakan atas licin, kasar, atau berpori. Agregat berbentuk bulat pada umumnya mempunyai permukaan yang licin dan seringkali dijumpai di sungai. Permukaan agregat yang licin menghasilkan daya penguncian antar agregat rendah dan mempunyai tingkat kestabilan rendah.

Tekstur permukaan agregat dapat dibedakan atas licin, kasar, atau berpori. Agregat berbentuk bulat pada umumnya mempunyai permukaan yang licin dan seringkali dijumpai di sungai. Permukaan agregat yang licin menghasilkan daya penguncian antar agregat rendah dan mempunyai tingkat kestabilan rendah.

Permukaan agregat kasar mempunyai gaya gesek yang baik, ikatan antara butir agregat kuat, sehingga lebih mampu menahan deformasi akibat beban lalu lintas. Agregat berbentuk kubus biasanya mempunyai tekstur permukaan yang kasar, sehingga agregat berbentuk kubus dengan permukaan bertekstur kasar akan menghasilkan stabilitas lapisan yang baik. Agregat ini merupakan agregat yang terbaik untuk dipergunakan sebagai material perkerasan jalan.

Agregat berpori (*porous*) dapat dibedakan atas agregat berpori sedikit dan agregat berpori banyak. Agregat berpori banyak pada umumnya mempunyai tingkat kekerasan rendah, sehingga mudah pecah dan terjadi degradasi. Degradasi merupakan kondisi yang tak diinginkan pada perkerasan jalan. Pori sedikit pada agregat berguna untuk menyerap aspal, sehingga terjadi ikatan yang baik antara aspal dan agregat. Pemeriksaan banyaknya pori agregat dapat diperkirakan dari banyaknya air yang terabsorpsi oleh agregat. Pengujian nilai absorpsi air dilakukan mengikuti manual AASHTO T 84-88 untuk agregat halus dan T 85-88 untuk agregat kasar.



Gambar 7. Flustrasi efek tekstur permukaan agregat

$$\text{Penyerapan (absorpsi) air} = \frac{(S_j - S_k)}{S_k} \times 100\% \dots \dots \dots (2.1)$$

dengan:

B_j = berat benda uji kering permukaan

B_k = berat benda uji kering oven

Air yang terabsorpsi oleh agregat, sukar untuk dihilangkan seluruhnya walaupun melalui proses pengeringan. Hal ini mempengaruhi pula ikatan antara agregat dan aspal.

f) Daya Lekat Aspal Terhadap Agregat (*Affinity for asphalt*)

Daya lekat aspal terhadap agregat dipengaruhi oleh sifat agregat terhadap air. Granit dan agregat yang mengandung silica merupakan agregat yang bersifat *hydrophilic*, yaitu agregat yang mudah diresapi air, hal ini mengakibatkan agregat tersebut tak mudah dilekati aspal, ikatan aspal dengan agregat mudah lepas. Sebaliknya agregat seperti diorit, andesit, merupakan agregat *hydrophobic* yaitu agregat yang tidak mudah terikat dengan air, tetapi mudah terikat dengan aspal.

Pengujian kelekatan aspal terhadap agregat dilakukan mengikuti standar SNI-03-2439-1991 atau manual AASHTO T182-84. Kelekatan agregat terhadap aspal dinyatakan dalam persen, yaitu persentase luas permukaan agregat yang dilapisi aspal terhadap seluruh luas permukaan.

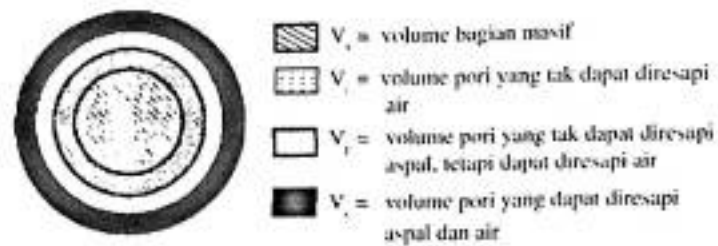
g) Berat Jenis Agregat

Di dalam perhitungan rancangan campuran dibutuhkan parameter penunjuk berat, yaitu berat jenis agregat. Berat jenis agregat adalah perbandingan antara berat volume agregat dan berat volume air. Agregat dengan berat jenis kecil, mempunyai volume yang besar, atau berat yang ringan.

Pada Gambar 8. terlihat skema volume butir agregat, yang terdiri dari volume agregat masif (V_s), volume pori yang tidak dapat diresapi oleh air (V_i), volume pori yang dapat diresapi air ($V_p + V_c$), dan volume pori yang dapat diresapi aspal (V_e).

$$V_s + V_p + V_i + V_e = \text{volume total butir agregat} \dots\dots\dots (2.2)$$

$$V_p + V_i + V_e = \text{volume pori agregat} \dots\dots\dots (2.3)$$



Gambar 8. Skematis bagian dari butir agregat

Terdapat tiga jenis berat jenis (*specific gravity*) yaitu:

- Berat jenis *bulk* (*bulk specific gravity*), adalah berat jenis dengan memperhitungkan berat agregat dalam keadaan kering dan seluruh volume agregat ($V_s + V_i + V_p + V_o$).
- Berat jenis kering permukaan (*saturated surface dry*), adalah berat jenis dengan memperhitungkan berat agregat dalam keadaan kering permukaan, jadi merupakan berat agregat kering + berat air yang dapat meresap ke dalam pori agregat dan seluruh volume agregat ($V_s + V_i + V_p + V_o$).
- Berat jenis semu (*apparent specific gravity*), adalah berat jenis dengan memperhitungkan berat agregat dalam keadaan kering, dan volume agregat yang tak dapat diresapi oleh air ($V_s + V_i$).
- Berat jenis efektif (*effective specific gravity*), adalah berat jenis dengan memperhitungkan berat agregat dalam keadaan kering, jadi merupakan berat agregat kering, dan volume agregat yang tak dapat diresapi aspal ($V_s + V_i + V_p$).

Pengukuran volume agregat dalam proses penentuan berat jenis agregat dilakukan dengan mempergunakan hukum Archimedes, yaitu berat benda di dalam air akan berkurang sebanyak berat zat cair yang dipindahkan. Dengan

mengasumsikan berat jenis dan berat volume air adalah selalu sama dengan satu, maka volume agregat sama dengan berat zat cair yang dipindahkan.

Pengujian berat jenis agregat kasar dilaksanakan dengan mengikuti Standar Nasional Indonesia, Metode Pengujian Berat jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar, SNI 03-1969-1990; SK SNI M-09-1989-F, atau AASHTO T 85-88.

Sebaiknya berat jenis dihitung dengan ketelitian sampai dengan tiga desimal.

Prosedur penentuan volume agregat dilakukan sebagai berikut:

- Agregat dicuci, untuk menghilangkan bagian-bagian halus yang melekat.
- Agregat dikeringkan di dalam oven, untuk mendapatkan berat kering agregat, B_k
- Agregat direndam dalam air, untuk mendapatkan kondisi kering permukaan.

B_j adalah berat agregat dalam keadaan kering permukaan.

- Agregat ditimbang dalam air, diperoleh berat B_a
- Volume agregat yang masif dan yang tak dapat diresapi air ditentukan sebagai berat kering dikurangi berat dalam air.

$$(V_s + V_j) = B_k - B_a \quad \dots\dots\dots (2.4)$$

- Volume agregat termasuk pori atau volume total dari agregat yaitu volume yang dapat diresapi air ditentukan sebagai berat kering permukaan dikurangi berat dalam air.

$$(V_s + V_i + V_p + V_c) = B_j - B_a \quad \dots\dots\dots (2.5)$$

jadi:

$$\text{Berat jenis bulk} = \frac{S_k}{(V_s + V_i + V_p + V_c)\gamma_s} = \frac{S_k}{(S_j - S_a)} \dots\dots\dots (2.6)$$

$$\text{Berat jenis kering permukaan} = \frac{S_j}{(V_s + V_i + V_p + V_c)\gamma_s} = \frac{S_j}{(S_j - S_a)} \dots\dots\dots (2.7)$$

$$\text{Berat jenis semu (apparent)} = \frac{S_k}{(V_s + V_i)\gamma_s} = \frac{S_k}{(S_k - S_a)} \dots\dots\dots (2.8)$$

$$\text{Berat jenis efektif} = \frac{S_k}{(V_s + V_i + V_p)\gamma_s} \dots\dots\dots (2.9)$$

Metode penentuan berat jenis efektif agregat tidak terdapat pada Manual AASHTO ataupun ASTM. Umumnya berat jenis efektif agregat kasar diasumsikan sama dengan nilai rata-rata dari berat jenis bulk dan berat jenis semu.

Ketiga jenis berat jenis agregat halus ditentukan dengan mempergunakan metode pengujian SNI 03-1969-1990; SK SNI M-09- 1989-F atau AASHTO T 84-88. Volume agregat halus ditentukan dengan mempergunakan piknometer.

Bahan pengisi (filler) berbutir sangat halus, sehingga sukar menentukan berat jenis kering permukaan, oleh karena itu pada umumnya dipergunakan berat jenis semu untuk bahan pengisi (filler). Jadi tidak perlu ditentukan berat jenis *bulknya*.

2.5 Batok Kelapa Sebagai Bahan Pengganti Agregat Halus

Kelapa (*Cocos nucifera* L.) merupakan salah satu komoditi perkebunan yang banyak dijumpai di Indonesia. Pemanfaatan buah kelapa umumnya hanya daging buahnya saja untuk dijadikan kopra, minyak dan santan untuk keperluan rumah tangga, sedangkan hasil sampingan lainnya seperti batok kelapa belum begitu banyak dimanfaatkan. Batok kelapa selain digunakan sebagai sumber

energi karena mempunyai nilai panas yang tinggi, juga dapat digunakan untuk aneka olahan yang mempunyai nilai ekonomi dan prospek pasar yang baik diantaranya untuk kerajinan tangan, arang aktif dan lain sebagainya.

Kenyataannya potensi yang besar ini belum dapat dikembangkan. Arang aktif yang dihasilkan dari batok kelapa banyak sekali manfaatnya baik dalam industri kimia, industri makanan dan minuman, serta industri farmasi. Di samping itu, arang aktif digunakan sebagai bahan penyerap, penjernih dan sebagai katalisator. Arang aktif digunakan untuk pemurnian pada industri gula, minyak kelapa, farmasi dan kimia, juga banyak digunakan untuk proses penjernihan air.

Arang aktif adalah suatu bahan yang berupa karbon *amorf* yang sebagian besar terdiri atas karbon bebas serta memiliki kemampuan daya serap yang tinggi. Daya serap dari arang aktif itu umumnya bergantung pada jumlah senyawa karbon yang berkisar antara 85 % sampai dengan 95 % karbon bebas. Selain untuk arang aktif, batok kelapa bisa juga digunakan sebagai bahan alternatif agregat halus pada campuran aspal beton.

2.5.1 Karakteristik Batok Kelapa :

1. Bahan Organik

Batok Kelapa adalah bahan organik yang bisa lapuk atau habis akibat pembakaran, tetapi berdasarkan sifat dan tekstur dari batok kelapa itu sendiri yaitu keras dan kasar serta mengacuh pada studi-studi sebelumnya yang menggunakan bahan organik lain seperti serat batang pisang atau limbah jagung, maka batok kelapa bisa dijadikan sebagai bahan pengisi dari campuran aspal beton.

2. Kekerasan batok kelapa

Kekerasan adalah nilai yang menunjukkan sifat kekuatan dan merupakan ukuran untuk mempertahankan bentuk datar akibat adanya pembebanan pada batok yang dilakukan sejajar permukaan.

Kekerasan pada batok disebabkan karena kandungan lignin 20-30 %, selulosa 40-50 %, metoksil, dan berbagai mineral lainnya seperti hemiselulosa 39-55 %, pentosa 21-24 %, zat ekstraktif 2-6 %, dan kadar abu 0,2-2 % yang tinggi. Batok juga mengandung silikat (SiO_2) yang cukup tinggi kadarnya. Silikat (SiO_2) dapat dengan mudah menumpulkan mata gergaji.

3. Kekuatan batok kelapa

Nilai kekuatan dipengaruhi oleh kerapatan dari batok dan semakin tinggi nilai kekuatannya menunjukkan kestabilan partikel penyusunnya. Semakin tinggi kerapatan partikel penyusun batok, maka semakin tinggi pula sifat kekuatan dari batok yang dihasilkan.

Pengujian kekuatan batok dapat dilakukan dengan pembebanan ditengah benda uji sampai benda uji itu patah/rusak. Pengujian kekuatan ini dipengaruhi oleh ketebalan dari benda uji dan juga kandungan mineral dari batok kelapa tersebut.

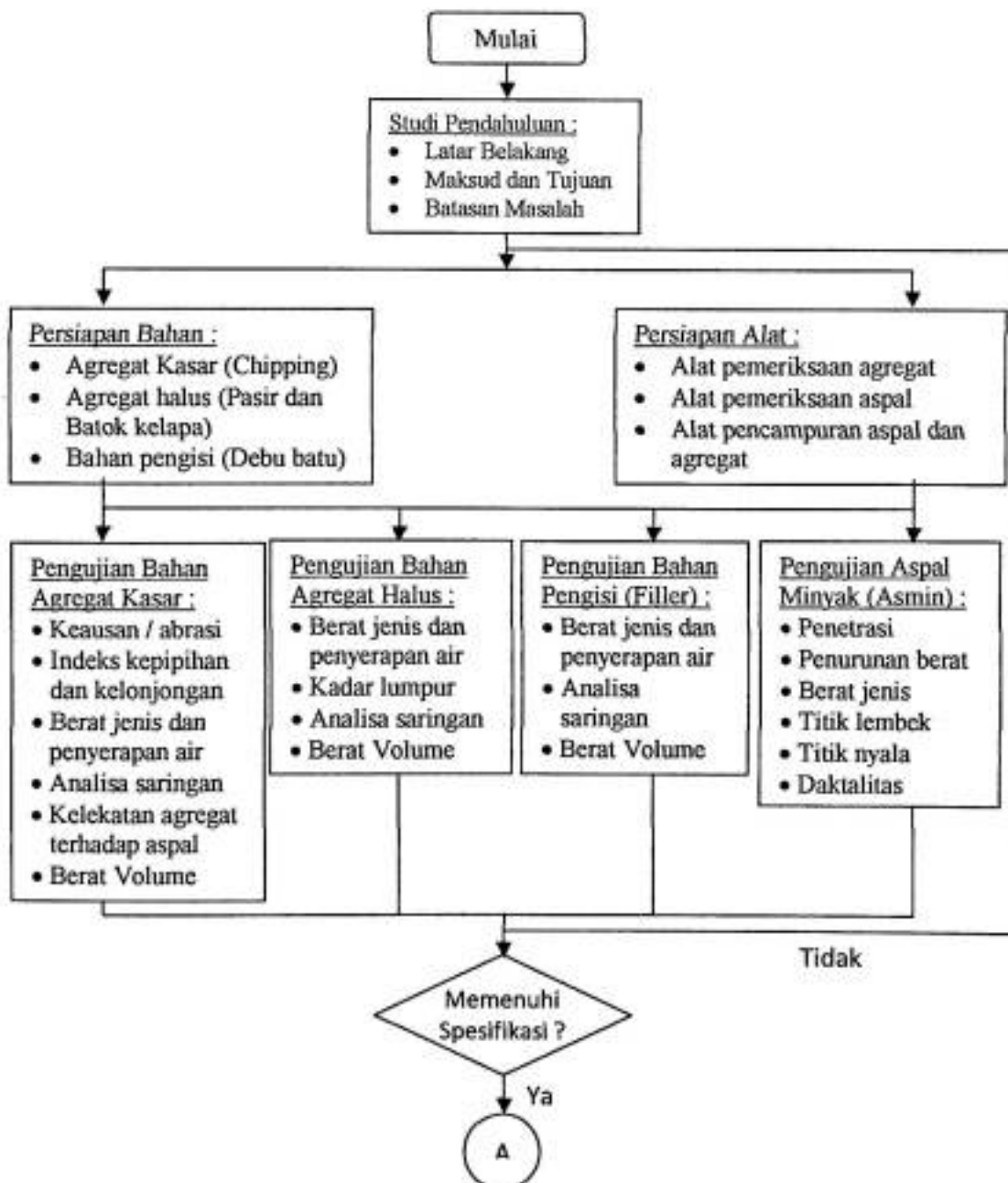


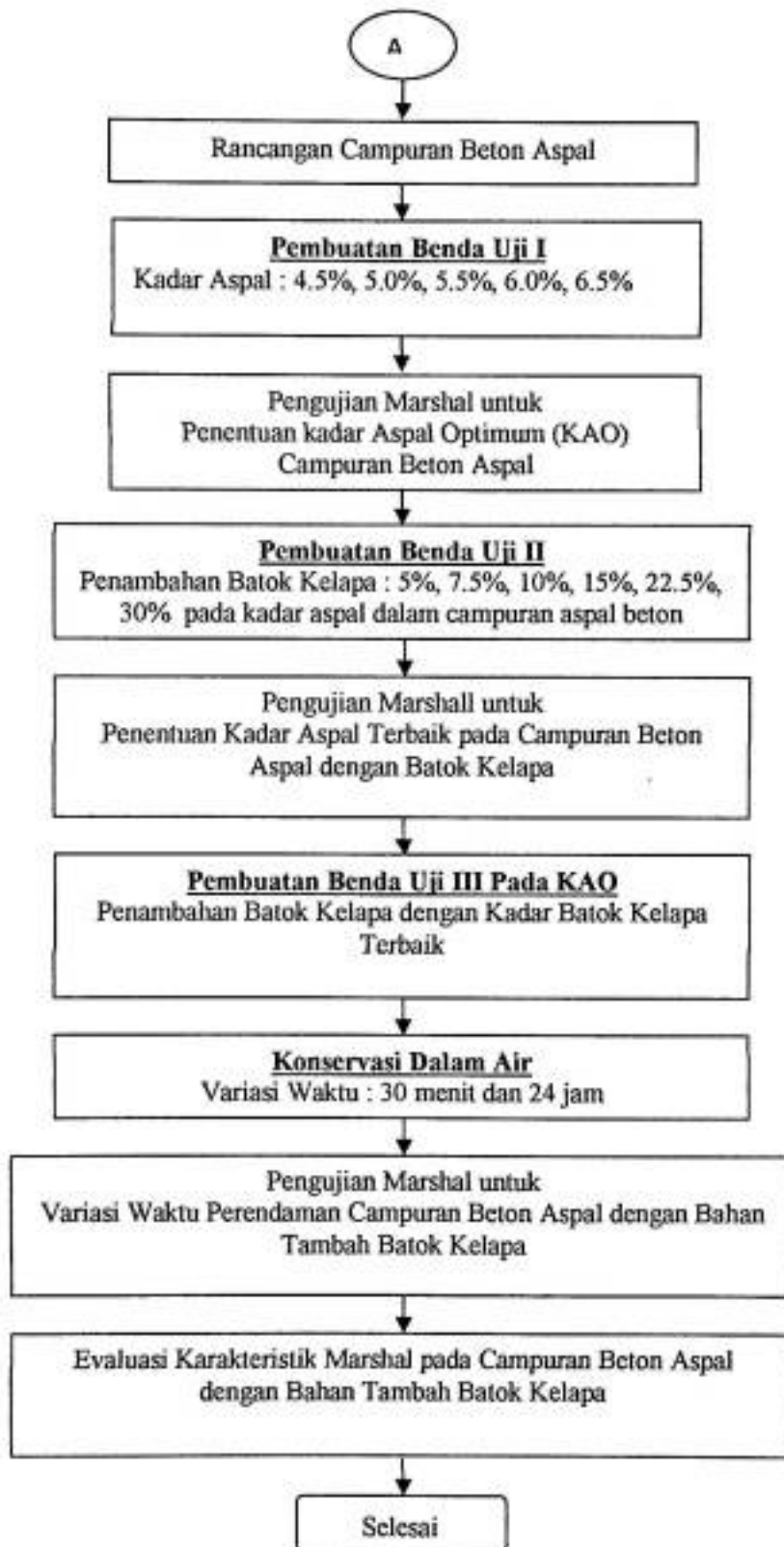
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian

Garis besar program kerja penelitian berupa diagram alir, dapat dilihat pada gambar 9. berikut :





Gambar 9. Diagram Alir Program kerja

3.2. Studi Pendahuluan

Langkah awal yang dilakukan didalam melakukan penelitian ini ialah melakukakan studi pendahuluan yang meliputi : latar belakang masalah, permasalahan yang muncul dalam penelitian, menentukan tujuan serta batasan masalah atau ruang lingkup dari penelitian yang akan dikaji.

3.3. Penyiapan Bahan dan Alat

Sebelum kegiatan penelitian terhadap bahan campuran yang dilakukan di laboratorium yang meliputi pengujian sifat bahan agregat dan aspal terlebih dahulu bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian dipersiapkan.

3.3.1 Penyiapan Bahan

Kegiatan penyiapan bahan bertujuan untuk mempersiapkan bahan-bahan yang akan diuji dalam penelitian ini. Penyiapan ini meliputi Survei lokasi bahan yang akan dipergunakan, pengangkutan dan mendatangkan bahan uji ke laboratorium.

Bahan uji yang digunakan dalam penelitian ini berupa agregat kasar (chipping), agregat halus (pasir dan batok kelapa) dan bahan pengisi (*filler*) dari debu batu serta bahan pengikat (aspal minyak pen. 60/70) yang merupakan bahan campuran beton aspal.

Sampel material agregat halus yang berupa batok kelapa yang berasal dari Kab. Sidrap. Batok kelapa yang di pakai yaitu batok kelapa benar-benar kering dan bersih kemudian ditumbuk sampai memenuhi spesifikasi Bina Marga yaitu lolos saringan no. 4 dan tertahan saringan no. 200.

Sedangkan untuk agregat kasar, halus (pasir) dan bahan pengikat debu batu diambil dari Bili-bili. Untuk bahan pengikat berupa aspal minyak diambil dari PT. Aspalindo Sejahtera Mandiri. Adapun alasan memilih campuran beton aspal karena berdasarkan fungsinya beton aspal tahan terhadap cuaca, gaya geser, dan tekanan roda serta memberikan lapisan kedap air yang dapat melindungi lapisan dibawahnya dari rembesan air.

3.3.2 Penyiapan Alat

Kegiatan penyiapan alat dimaksudkan sebagai penunjang didalam melakukan penelitian didalam mendapatkan hasil-hasil dari pengujian sifat bahan dan pemeriksaan karakteristik *Marshall* campuran dengan menggunakan alat *Marshall*. Adapun alat-alat yang akan digunakan dalam penelitian ini semuanya terdapat dalam Laboratorium Rekayasa Transportasi Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

3.4. Pengujian Sifat Bahan

Kegiatan pengujian sifat bahan dimaksudkan untuk mengetahui karakteristik dari setiap bahan uji, apakah bahan tersebut mempunyai karakteristik yang memenuhi spesifikasi untuk digunakan.

Kegiatan ini meliputi pengujian terhadap karakteristik bahan untuk campuran beton aspal termasuk bahan *agregat halus* yang bukan merupakan bahan dari *batok kelapa* dalam hal ini bahan *agregat halus* yang digunakan adalah pasir yang digunakan sebagai pembanding. Adapun metode pengujian dan spesifikasi mengacu pada AASHTO (1998), BSI (1975), dan SNI (1989).

3.4.1. Sifat Bahan Agregat

Bahan agregat yang akan diuji berupa agregat kasar, agregat halus dan *filler*. Yang dimaksud dengan agregat kasar ialah bahan agregat yang tertahan diatas saringan No.4 atau 4,76 mm (menurut SNI, 1989) berupa batu pecah atau kerikil pecah, Sedangkan agregat halus adalah bahan agregat yang lolos saringan No. 4 atau 4,76 mm (menurut SNI, 1989), berupa pasir dan batok kelapa, untuk bahan pengisi (*filler*) yang akan diuji untuk bahan campuran beton aspal berupa debu batu yang lolos saringan no. 200 atau 0,075 mm.

Jenis dan metode pengujian yang dilakukan dari bahan agregat kasar, halus dan filler harus memenuhi spesifikasi berikut :

Tabel 7. Spesifikasi Pemeriksaan Karakteristik Agregat

No.	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Spesifikasi
I	Agregat Kasar (<i>coarse aggregate</i>)		
1	Analisa Saringan	SNI – 03 – 2419 – 1991	-
2	Berat Jenis	SNI – 03 – 1969 - 1990	Min 2.5
3	Penyerapan	SNI – 03 – 1969 - 1990	Maks 3.0%
4	Keausan Agregat	SNI 03 - 2417 – 1991	Maks 40%
5	Indeks Kepipihan dan Kelonjongan	ASTM D - 4791	Maks 10%
6	Kelekatan Agregat terhadap Aspal	SNI – 03 – 2439 – 1991	Min 95
II	Agregat Halus (<i>fine Aggregate</i>)		
1	Analisa Saringan	SNI – 03 – 2419 – 1991	-
2	Berat Jenis	SNI – 03 – 1969 - 1990	Min 2.5
3	Penyerapan	SNI – 03 – 1969 - 1990	Maks 3.0%
4	Kadar Lumpur (Sand Equivalent)	AASHTO T176-73	Min 50%
III	Bahan Pengisi (<i>filler</i>) Debu Batu		
1	Analisa Saringan	SNI – 03 – 2419 – 1991	-
2	Berat Jenis	SNI – 03 – 1969 - 1990	Min 2.5
3	Penyerapan	SNI – 03 – 1969 - 1990	Maks 3.0%

3.4.2. Pengujian Sifat Bahan Aspal Minyak

Didalam penelitian ini jenis bahan aspal minyak yang digunakan adalah jenis aspal dengan penetrasi 60/70, karena aspal dengan penetrasi 60/70 lebih umum digunakan terutama di daerah Sulawesi yang mempunyai suhu yang cukup tinggi. Jenis pengujian dan metode pengujian berdasarkan table berikut :

Tabel 8. Spesifikasi Pemeriksaan Karakteristik Aspal

No.	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Spesifikasi		Satuan
			Min	Maks	
1	Penetrasi Sebelum Kehilangan Berat	SNI - 06 - 2456 - 1991	60	79	0.1 mm
2	Penurunan Berat	SNI 06 - 2440 - 1991	-	0.8	% berat SML
3	Penetrasi Setelah Kehilangan Berat	SNI - 06 - 2432 - 1991	54	-	0.1 mm
4	Berat Jenis	SNI - 06 - 2441 - 1991	1.0	-	gr/cc
5	Titik Lembek Aspal	SNI - 06 - 2434 - 1991	48	58	°C
6	Titik Nyala dan	SNI - 06 - 2433 - 1991	200	-	°C
7	Titik Bakar	SNI - 06 - 2433 - 1991	-	-	-
8	Viskositas	AASHTO T - 72 - 97	130	165	°C
9	Daktilitas (Kelenturan) aspal	SNI - 06 - 2432- 1991	100	-	cm

3.5. Penentuan Jumlah dan Persiapan Benda Uji

Setelah semua bahan yang diperlukan lulus uji, tahap selanjutnya adalah penentuan jumlah benda uji dan penyiapan bahan campuran sesuai dengan komposisi rancangan campuran (*mix design*) yang diperoleh.

3.5.1. Penentuan Jumlah Benda Uji

Untuk penentuan jumlah benda uji dari masing-masing Jenis campuran dapat dilihat pada tabel 9. berikut :

Tabel 9. Penentuan Jumlah Benda Uji

1. PENENTUAN KADAR ASPAL OPTIMUM						
Kadar Aspal (%)	Jumlah Benda Uji					Jumlah Benda Uji
	Perbandingan Pemakaian Agregat Halus dalam Campuran AC % Pasir : % Batok Kelapa					
	30%:0%	22.5%:7.5%	15%:15%	7.5%:22.5%	0%:30%	
4.5	2	2	2	2	2	10
5.0	2	2	2	2	2	10
5.5	2	2	2	2	2	10
6.0	2	2	2	2	2	10
6.5	2	2	2	2	2	10
2. PENENTUAN KADAR ASPAL OPTIMUM						
Kadar Aspal (%)	Jumlah Benda Uji			Jumlah Benda Uji		
	Perbandingan Pemakaian Agregat Halus dalam Campuran AC Pasir : Batok Kelapa					
	25%:5%	22.5%:7.5%	20%:10%			
4.5	2	2	2	6		
5.0	2	2	2	6		
5.5	2	2	2	6		
6.0	2	2	2	6		
6.5	2	2	2	6		
3. PENGUJIAN						
Kadar Aspal (%)	Waktu (Jam)	Jumlah Benda Uji		Jumlah Benda Uji		
		Perbandingan Pemakaian Anggregat Halus dalam Campuran AC Pasir : Batok Kelapa				
		25%:5%	22.5%:7.5%			
Opt	1/2	3	3	6		
Opt	24	3	3	6		
<i>Jumlah Total Benda Uji</i>				92		

Sumber : Hasil Perhitungan

3.5.2. Penyiapan Bahan campuran (Benda Uji)

Dalam penyiapan bahan campuran untuk komposisi campuran beton aspal, masing-masing fraksi agregat terlebih dahulu harus diperiksa gradasinya dan selanjutnya digabungkan menurut perbandingan yang akan menghasilkan agregat campuran untuk beton aspal (AC) yang digunakan adalah gradasi ideal dari campuran No. V dapat dilihat pada tabel 10. berikut :

Tabel 10. Spesifikasi Gradasi Agregat campuran

<i>Ukuran Saringan</i>		<i>% Lolos Saringan</i>	
Inch	Mm	Spesifikasi	Spesifikasi Ideal
1	25,4	100	100
¾	19,1	80-100	90
3/8	9,52	70-90	80
No.4	4,76	50-70	60
No.8	2,38	35-50	42,5
No.30	0,59	18-29	23,5
No.50	0,279	13-23	18
No.100	0,149	8-16	12
No.200	0,075	4-10	7

Sumber: (SNI, 1990)

Komposisi rancangan campuran agregat dibagi atas 3 (tiga) fraksi, yaitu : fraksi agregat kasar ; fraksi agregat halus ; dan fraksi bahan pengisi (*filler*) Dimana ukuran agregat dari setiap fraksi didasarkan pada standar SNI.

3.6. Rancangan campuran

Untuk beton aspal diambil komposisi rancangan campuran No. V pada Tabel 3, dengan mengambil nilai tengah dari spesifikasi campuran. Jumlah total campuran agregat adalah 1200 gram, komposisi agregat dalam campuran dapat dilihat dalam tabel 11.

Tabel 11. Komposisi Agregat Dalam campuran

Ukuran Saringan		% Lolos Saringan		Tertahan Saringan	
Inch	Mm	Spesifikasi	Spesifikasi Ideal	% Berat	Berat
1	25,4	100	100	100	100,0
3/4	19,1	80-100	90	80-100	89
3/8	9,52	70-90	80	70-90	60,84
No . 4	4,76	50-70	60	50-70	54,97
No . 8	2,38	35-50	42,5	35-50	40,68
No . 30	0,59	18-29	23,5	18-29	23,98
No . 50	0,279	13-23	18	13-23	14,55
No . 100	0,149	8-16	12	8-16	9,28
No. 200	0,075	4-10	7	4-10	3,52
Pan (<i>filler</i>)		0	100	100	0
Jumlah				100	1500

Sumber : (SNI, 1990)

Berdasarkan tabel 11 diatas, setelah diperoleh berat masingmasing agregat untuk tiap saringan selanjutnya dilakukan proses pencampuran sebagai berikut

1. Agregat kasar, agregat halus, bahan pengisi dicampur menjadi satu dalam satu tempat yang selanjutnya dipanaskan di atas kompor sampai mencapai suhu 150°C
2. Disamping agregat dipanaskan, aspal terlebih dahulu telah disiapkan dimana prosentase aspal untuk setiap benda uji mulai 4,5 % sampai 6,5 % dengan interval 0,5 %. Aspal yang disiapkan ini dalam keadaan cair (dari proses pemanasan) siap untuk dituang.
3. Setelah agregat mencapai suhu yang telah ditentukan selanjutnya dilakukan pecampuran antara agregat dan aspal, dalam proses pecampuran ini diusahakan semua permukaan agregat terselimuti oleh aspal

Semua material/bahan yang telah dicampur rata setelah dimasukkan kedalam mold selanjutnya dilakukan pemadatan, pada proses pemadatan ini suhu campuran tidak boleh kurang dari 140 ° C.

3.7. Pembuatan Benda Uji dan Penentuan Kadar Aspal Optimum

Dalam pembuatan benda uji bahan campuran yang telah disiapkan, dicampur dan dipadatkan dengan 75 kali tumbukan, untuk setiap sisi dari benda uji tersebut yaitu sisi atas dan bawah (sesuai spesifikasi untuk lalu lintas berat). Dimana bentuk akhir dari benda uji yaitu berbentuk selinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 7,5 cm, sedangkan pemakaian kadar aspal dalam campuran untuk beton aspal berkisar antar 4 sampai 7 persen "kutipan buku (SNI,1990)".

Komposisi agregat dalam campuran fraksi agregat kasar (CA) =50%, fraksi agregat halus (FA) = 30 % dan fraksi bahan pengisi (*Filler*) 20 %. Sedangkan kadar aspal minyak mulai 4,5 % sampai 6,5 % dengan interval 0,5 % persyaratan campuran harus dipenuhi dalam penentuan kadar aspal optimum untuk beton aspal (lalu lintas berat) dapat dilihat pada Tabel 8.

Kadar aspal optimum ditentukan dari hasil pengujian *Marshall test* terhadap benda uji, dimana nilai – nilai karakteristik *Marshall* yang memenuhi spesifikasi diplot kedalam grafik yang menunjukkan hubungan antara kadar aspal dengan nilai-nilai karakteristik *Marshall* dan hasil dari semua itu dibuat dalam bentuk grafik untuk mendapatkan kadar aspal optimum. Dan selajutnya dibuatkan benda uji pada kadar aspal optimum.

3.8. Pengujian Perendaman *Marshall* (*Marshall Immeersion*)

Pengujian perendaman *Marshall* merupakan pengujian perendaman benda uji selama 30 menit dan 24 jam pada bak berisi air dengan suhu konstan $60^{\circ} C$. Setelah perendaman selesai dilakukan uji *Marshall* untuk mendapatkan Indeks Kekuatan sisa (IKS) campuran. (M.I.Ramli,2001).

Dalam pengujian ini dilakukan terhadap campuran beton aspal, dimana campuran menggunakan Batok Kelapa yang menjadi fokus utama dalam penelitian ini dalam penentuan kadar aspal optimum.

3.9. Penyajian Dan Analisis Data

Penyajian dan analisis data disajikan setelah semua proses penelitian berupa seluruh pengujian sifat bahan dan pengujian karakteristik *Marshall* campuran telah tercapai atau telah diselesaikan.

3.9.1. Penyajian Data

Penyajian data yang dimaksud adalah penyajian data sifat bahan dan karakteristik campuran *Marshall* dari hasil pengujian yang telah dilakukan yaitu pengujian sifat bahan dan pengujian karakteristik (*Marshall*) campuran. Pengujian ini dimaksudkan sebagai bahan didalam menganalisis data dari pengujian yang dimaksud, yaitu analisis penentuan karakteristik *Marshall*, penentuan Indeks Kekuatan Sisa.

3.9.2. Analisis Data

Analisis meliputi penentuan karakteristik *Marshall* dan penentuan Indeks Kekuatan Sisa.

3.10. Kesimpulan Dan Saran

Dalam bagian ini akan diuraikan hasil-hasil penting yang diperoleh dari tahap analisis data sehubungan dengan tujuan penelitian. Uraian hasil-hasil tersebut merupakan kesimpulan dari penelitian ini. Selanjutnya berdasarkan kesimpulan tersebut diberikan saran yang dapat menjadi acuan/rekomendasi terhadap penelitian lebih lanjut dalam rangka melengkapi dan mengembangkan topik penelitian ini.

BAB IV

PEMBAHASAN DAN ANALISIS

4.1 Penyajian Data

4.1.1 Data Sifat Bahan Agregat

Agregat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari : Agregat kasar, Agregat halus, dan bahan pengisi (*Filler*), dimana agregat kasar (chipping), agregat halus (pasir) dan bahan pengisi (debu batu) berasal dari Bili-bili, sedangkan agregat halus berupa Batok Kelapa diambil dari Pasar Sentral Daya.

Hasil pemeriksaan karakteristik agregat untuk rancangan campuran aspal beton disajikan dalam tabel 12.

Tabel 12. Karakteristik Bahan Agregat

No.	Karakteristik	Sat.	Metode Pengujian	Hasil	Spesifikasi	
					Min.	Maks.
I. Agregat Kasar						
1.	Berat Jenis Bulk	-	SNI 03-1969-1990	2,588	2,5	-
2.	Berat Jenis SSD	-	SNI 03-1969-1990	2,637	2,5	-
3.	Berat Jenis Semu	-	SNI 03-1969-1990	2,720	2,5	-
4.	Penyerapan air	%	SNI 03-1969-1990	1,876	-	3
5.	Keausan (<i>Abration</i>)	%	SNI 03-2417-1991	10,24	-	40
6.	Indeks Kepipihan	%	ASTM D-4791	4,55	-	40
7.	Indeks Kelonjongan	%	ASTM D-4791	71,68	-	-
8.	Analisis Saringan	%	SNI 03-1968-1990	Lihat Lampiran A1		

Tabel 12. Karakteristik Bahan Agregat (lanjutan)

No.	Karakteristik	Sat.	Metode Pengujian	Hasil	Spesifikasi	
					Min.	Maks.
II. Agregat Halus Pasir						
1.	Berat Jenis Bulk	-	SNI 03-1971-1990	2,510	2,5	-
2.	Berat Jenis SSD	-	SNI 03-1971-1990	2,572	2,5	-
3.	Berat Jenis Semu	-	SNI 03-1971-1990	2,676	2,5	-
4.	Penyerapan air	%	SNI 03-1971-1990	2,492	-	3
5.	Sand Equivalent	%	SNI 03-4428-1997	92,59	50	-
6.	Analisis Saringan	%	SNI 03-1968-1990	Lihat Lampiran A 2		
II. Agregat Halus Batok Kelapa						
1.	Berat Jenis Bulk	-	SNI 03-1971-1990	2,374	2,5	-
2.	Barat Jenis SSD	-	SNI 03-1971-1990	2,441	2,5	-
3.	Berat Jenis Semu	-	SNI 03-1971-1990	2,544	2,5	-
4.	Penyerapan air	%	SNI 03-1971-1990	2,807	-	3
5.	Analisis Saringan	%	SNI 03-1968-1990	Lihat Lampiran A 3		
III. Bahan Pengisi (Filler) Debu Batu						
1.	Berat Jenis Bulk	-	SNI 03-1971-1990	2,504	2,5	-
2.	Berat Jenis SSD	-	SNI 03-1971-1990	2,571	2,5	-
3.	Berat Jenis Semu	-	SNI 03-1971-1990	2,684	2,5	-
4.	Penyerapan air	%	SNI 03-1971-1990	2,680	-	3
5.	Analisis Saringan	%	SNI 03-1968-1990	Lihat Lampiran A 4		

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan data karakteristik bahan agregat pada tabel 12, didapat nilai percobaan antara lain: Berat Jenis Bulk, Berat Jenis SSD, Berat Jenis Semu, Penyerapan Air serta Analisa Saringan pada masing-masing agregat yang memenuhi spesifikasi. Percobaan Keausan dan Indeks Kepipihan pada agregat kasar, percobaan Sand Equivalent pada agregat halus juga memenuhi spesifikasi yang disyaratkan.



4.1.2 Data Sifat Bahan Aspal Minyak

Jenis aspal minyak yang digunakan dalam studi ini adalah aspal minyak dengan penetrasi 60/70 produksi Pertamina, yang diperoleh dari gudang aspal Departemen Pekerjaan Umum (DPU) Baddoka Propinsi Sulawesi Selatan. Hasil pengujian sifat-sifat fisik aspal minyak dengan menggunakan metode AASHTO dan menggunakan spesifikasi SNI 1990. Data sifat bahan untuk aspal minyak disajikan dalam tabel 13.

Tabel 13. Karakteristik Bahan aspal Minyak

Pemeriksaan	Hasil	Metode Pengujian	Spesifikasi		Satuan
			Min.	Max	
Penetrasi (25°C, 5 detik, 100 gr)	71,30	SNI 06 2456-1991	60	79	0.1 mm
Titik nyala (Clev. Open Cup)	216	SNI 06 2433-1991	200	-	°C
Titik bakar (Clev. Open Cup)	269	SNI 06 2433-1991	-	-	-
Titik lembek (Ring and Ball)	53,828	SNI 06 2434-1991	48	58	°C
Berat jenis	1,040	SNI 06 2441-1991	1.0	-	gr/cc
Daktalitas	112,0	SNI 06 2432-1991	100	-	cm
Penurunan Berat	0,253	SNI 06 2440-1991	-	0.8	%Brt semula
Penetrasi Setelah Penurunan Berat	65,60	SNI 06 2456-1991	54	-	0.1 mm

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari hasil data yang disajikan dalam tabel 13 di atas, diperoleh data-data percobaan pada bahan aspal antara lain: Penetrasi, Titik Nyala, Titik Bakar, Titik Lembek, Berat Jenis, Kehilangan Berat, Daktalitas, Penurunan Berat, Penetrasi Setelah Kehilangan Berat serta Percobaan Viscositas untuk suhu pencampuran dan pemadatan aspal. Berdasarkan data percobaan tersebut maka dapat disimpulkan bahwa karakteristik bahan aspal yang digunakan dalam penelitian ini telah memenuhi spesifikasi yang dipersyaratkan.

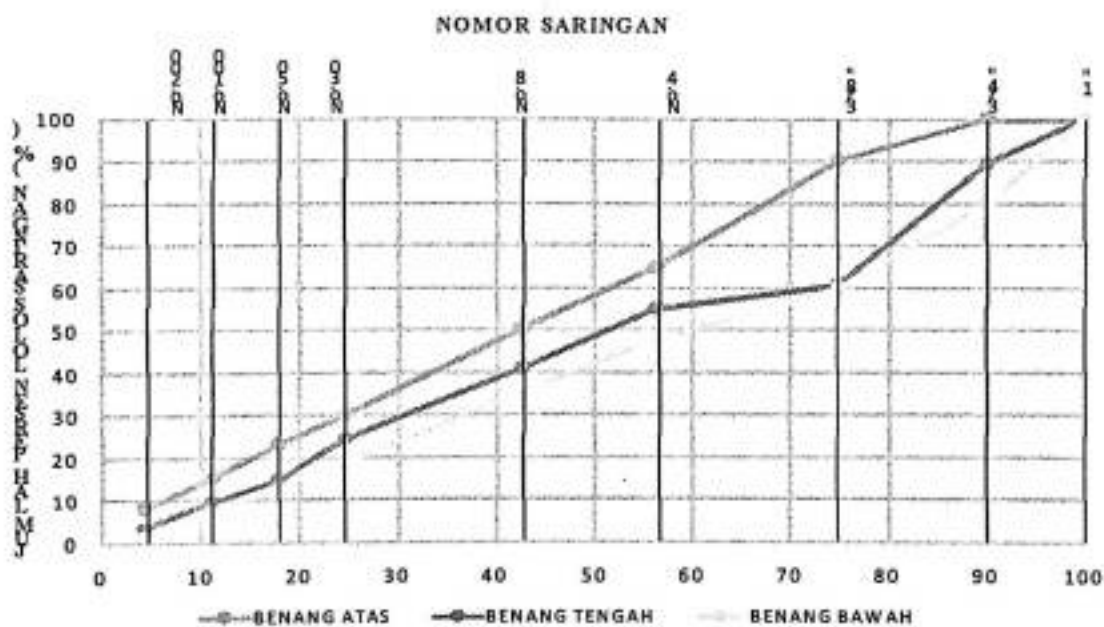
4.1.3 Data Gradasi Agregat Gabungan

Persentase gradasi agregat gabungan dengan trial and error didapat nilai persentase Agregat Kasar 50%, untuk Agregat Halus (Pasir dan Batok Kelapa) 30%, dan untuk Filler 20%. Dari hasil persentase gradasi maka untuk agregat halus dilakukan beberapa variasi atau perbandingan antara Pasir dan Batok Kelapa.

Tabel 14. Gradasi Agregat Gabungan (Pasir 30% : Batok Kelapa 0%)

Saringan		Cipping	Pasir	Batok	Abu batu	Ag.Gab.	Spesifikasi
Bukaan	Mm	50,0%	30,0%	0%	20,0%	100%	
1"	25,4	50	30	0	20	100	100
3/4"	19,1	39	30	0	20	89,00	80 - 100
3/8"	9,25	10,84	30	0	20	60,84	60 - 90
No. 4	4,76	4,97	30	0	20	54,97	48 - 65
No. 8	2,32	2,29	22,197	0	16,188	40,68	35 - 50
No. 30	0,59	1,01	12,56	0	10,41	23,98	19 - 30
No. 50	0,279	0,52	7,56	0	6,47	14,55	13 - 23
No. 100	0,149	0,23	4,55	0	4,5	9,28	7 - 15
No. 200	0,074	0,04	1,53	0	1,96	3,52	1 - 8

Sumber : Hasil Perhitungan

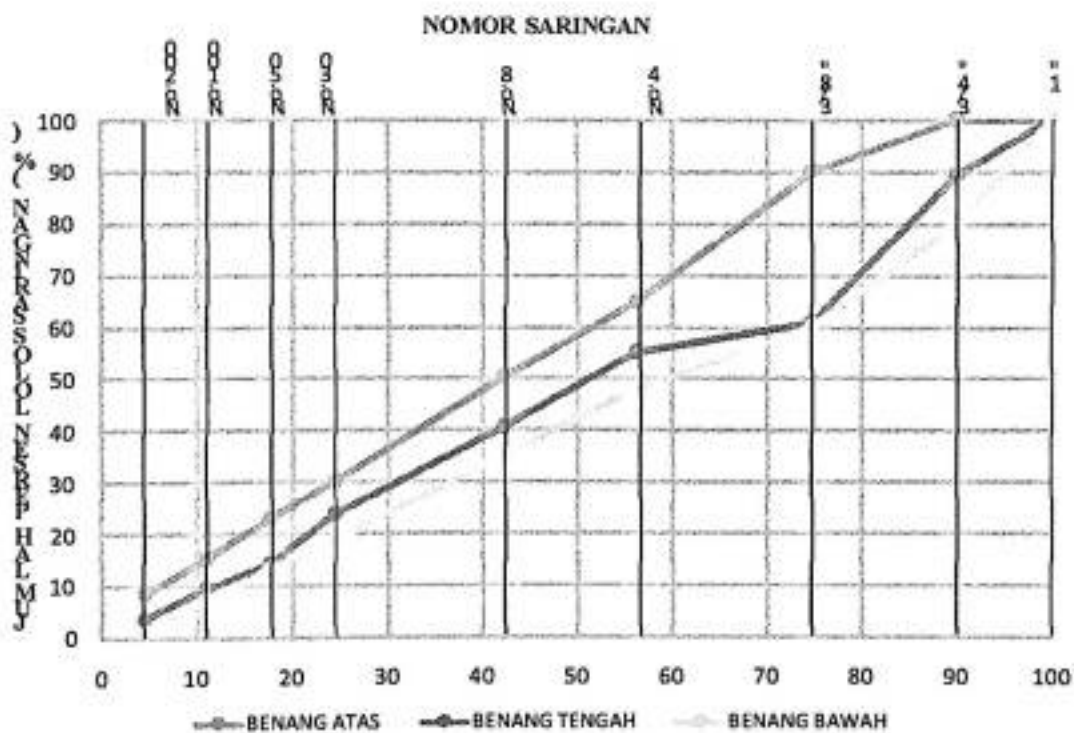


Gambar 10. Kurva Gradasi Agregat Gabungan (Pasir 30% : Batok Kelapa 0%)

Tabel 15. Gradasi Agregat Gabungan (Pasir 22,5% : Batok Kelapa 7,5%)

Saringan		Cipping	Pasir	Batok	Abu batu	Ag.Gab.	Spesifikasi
Bukaan	Mm	50,0%	22,5%	7,5%	20,0%	100%	
1"	25,4	50	22,5	7,5	20	100	100
3/4"	19,1	39	22,5	7,5	20	89,00	80 - 100
3/8"	9,25	10,84	22,5	7,5	20	60,84	60 - 90
No. 4	4,76	4,97	22,5	7,5	20	54,97	48 - 65
No. 8	2,32	2,29	16,65	5,25	16,19	40,38	35 - 50
No. 30	0,59	1,01	9,42	2,60	10,41	23,44	19 - 30
No. 50	0,279	0,52	5,67	1,66	6,47	14,32	13 - 23
No. 100	0,149	0,23	3,41	0,98	4,50	9,12	7 - 15
No. 200	0,074	0,04	1,15	0,45	1,96	3,60	1 - 8

Sumber : Hasil Perhitungan

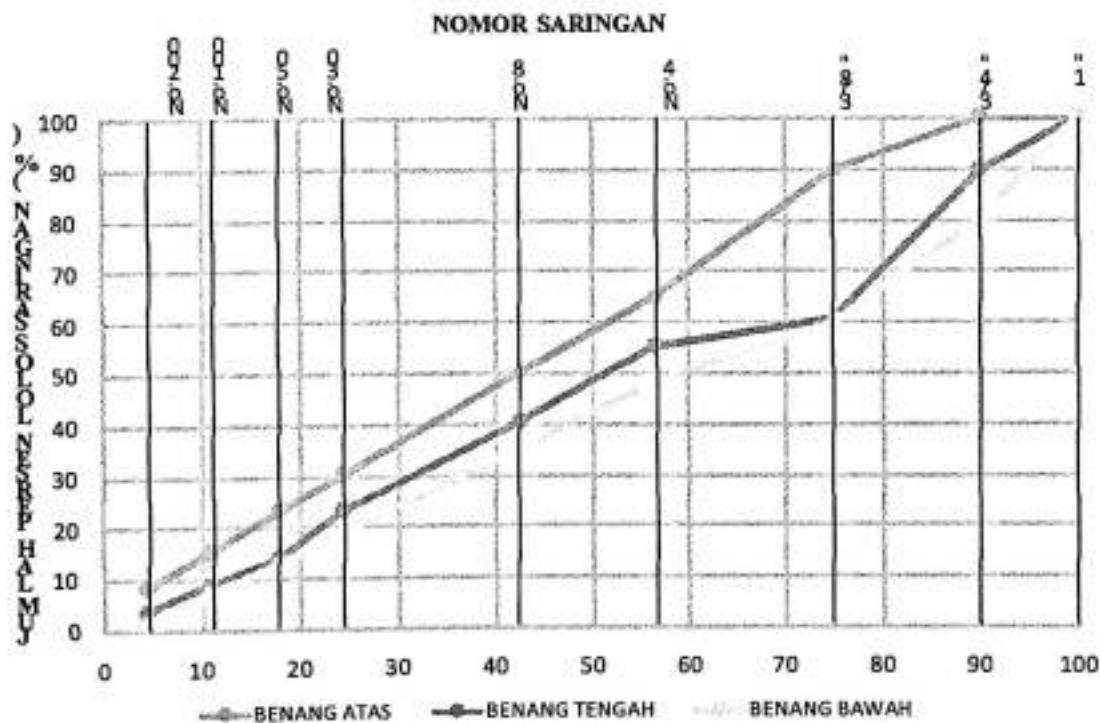


Gambar 11. Kurva Gradasi Agregat Gabungan (Pasir 22,5% : Batok Kelapa 7,5%)

Tabel 16. Gradasi Agregat Gabungan (Pasir 15,0% : Batok Kelapa 15,0%)

Saringan		Cipping	Pasir	Batok	Abu batu	Ag.Gab.	Spesifikasi
Bukaan	Mm	50,0%	15,0%	15,0%	20,0%	100%	
1"	25,4	50	15,0	15,0	20	100	100
3/4"	19,1	39	15,0	15,0	20	89,0	80 -100
3/8"	9,25	10,84	15,0	15,0	20	60,84	60 - 90
No. 4	4,76	4,97	15,0	15,0	20	54,97	48 - 65
No. 8	2,32	2,29	11,10	10,50	16,19	40,08	35 - 50
No. 30	0,59	1,01	6,28	5,19	10,41	22,90	19 - 30
No. 50	0,279	0,52	3,78	3,32	6,47	14,10	13 - 23
No. 100	0,149	0,23	2,27	1,96	4,50	8,97	7 - 15
No. 200	0,074	0,04	0,76	0,91	1,96	3,67	1 - 8

Sumber : Hasil Perhitungan

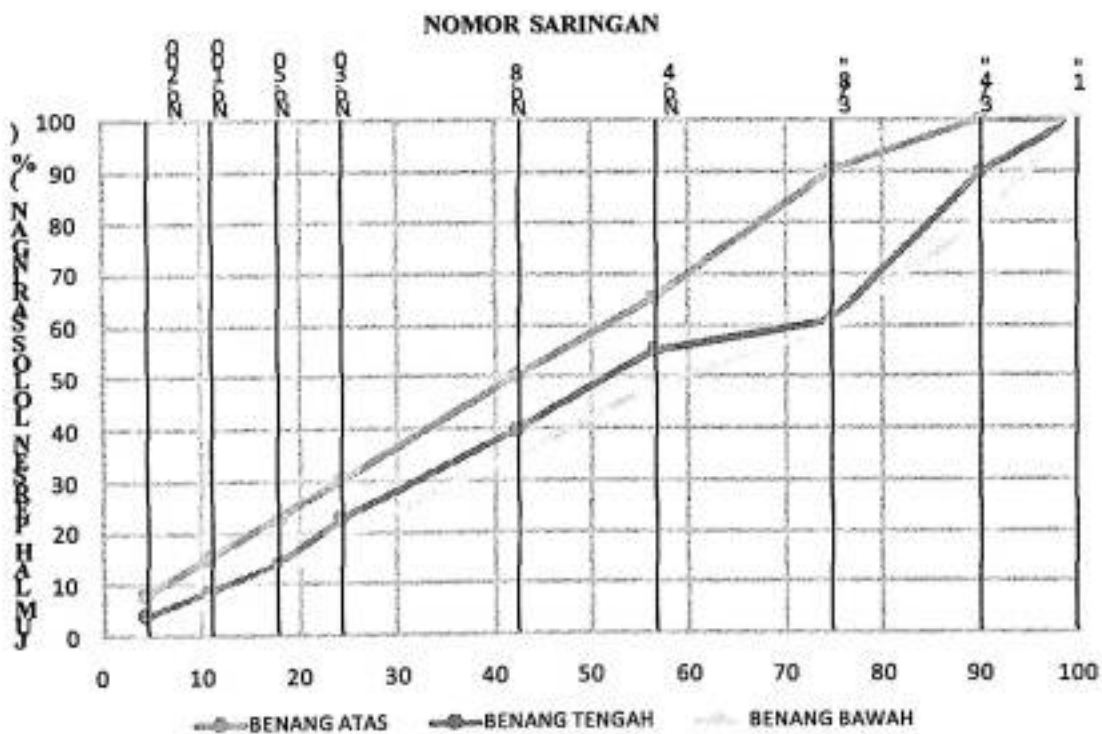


Gambar 12. Kurva Gradasi Agregat Gabungan (Pasir 15,0% : Batok Kelapa 15,0%)

Tabel 17. Gradasi Agregat Gabungan (Pasir 7,5% : Batok Kelapa 22,5%)

Saringan		Cipping	Pasir	Batok	Abu batu	Ag.Gab.	Spesifikasi
Bukaan	Mm	50,0%	7,5%	22,5%	20,0%	100%	
1"	25,4	50	7,5	22,5	20	100	100
3/4"	19,1	39	7,5	22,5	20	89	80 - 100
3/8"	9,25	10,84	7,5	22,5	20	60,84	60 - 90
No. 4	4,76	4,97	7,5	22,5	20	54,97	48 - 65
No. 8	2,32	2,29	5,55	15,75	16,19	39,78	35 - 50
No. 30	0,59	1,01	3,14	7,79	10,41	22,35	19 - 30
No. 50	0,279	0,52	1,89	4,98	6,47	13,87	13 - 23
No. 100	0,149	0,23	1,14	2,94	4,50	8,81	7 - 15
No. 200	0,074	0,04	0,34	1,36	1,96	3,74	1 - 8

Sumber : Hasil Perhitungan

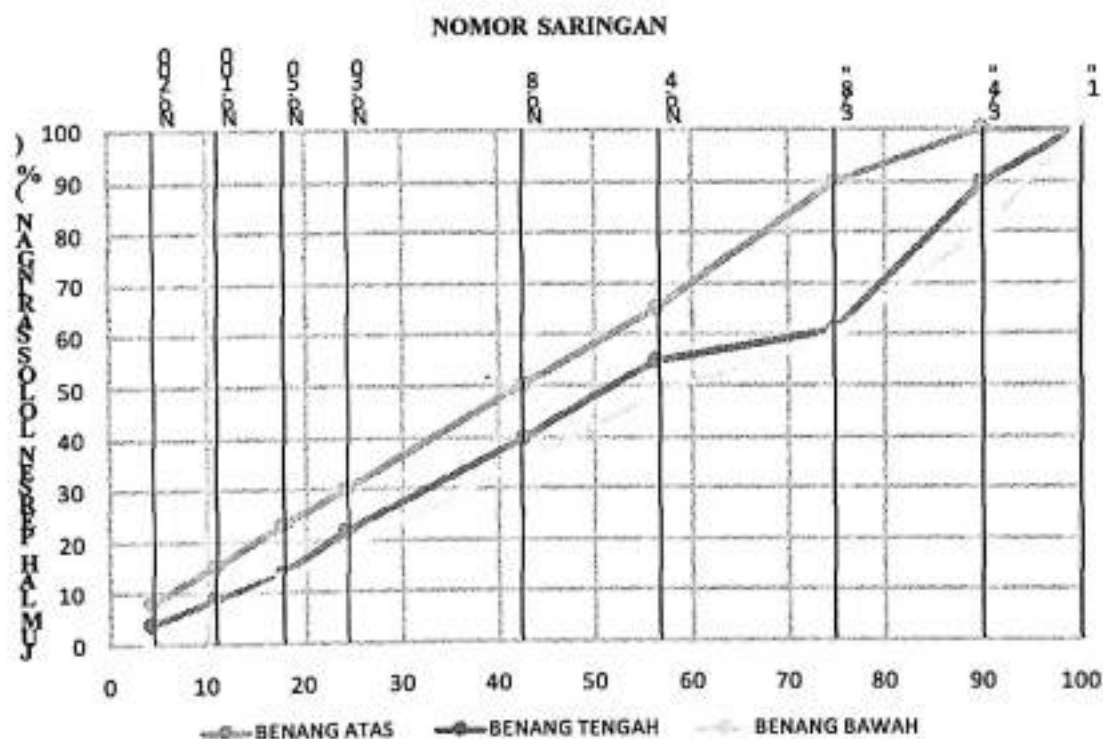


Gambar 13. Kurva Gradasi Agregat Gabungan (Pasir 7,5% : Batok Kelapa 22,5%)

Tabel 18. Gradasi Agregat Gabungan (Pasir 0% : Batok Kelapa 30%)

Saringan		Cipping	Pasir	Batok	Abu batu	Ag.Gab.	Spesifikasi
Bukaan	Mm	50,0%	0,0%	30,0%	20,0%	100%	
1"	25,4	50	0,0	30,0	20	100	100
3/4"	19,1	39	0,0	30,0	20	89	80 -100
3/8"	9,25	10,84	0,0	30,0	20	60,84	60 - 90
No. 4	4,76	4,97	0,0	30,0	20	54,97	48 - 65
No. 8	2,32	2,29	0,0	21,0	16,19	39,48	35 - 50
No. 30	0,59	1,01	0,0	10,39	10,41	21,81	19 - 30
No. 50	0,279	0,52	0,0	6,65	6,47	13,64	13 - 23
No. 100	0,149	0,23	0,0	3,92	4,50	8,65	7 - 15
No. 200	0,074	0,04	0,0	1,82	1,96	3,81	1 - 8

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 14. Kurva Gradasi Agregat Gabungan (Pasir 0% : Batok Kelapa 30%)

Dari hasil variasi campuran agregat halus (Pasir : Batok Kelapa), semuanya memenuhi spesifikasi untuk campuran agregat gabungan.

Sehingga variasi campuran agregat gabungan yang akan dilakukan pengujian marshall yaitu :

- Variasi perbandingan Agregat Halus (Pasir 30,0% : Batok Kelapa 0%)
- Variasi perbandingan Agregat Halus (Pasir 22,5% : Batok Kelapa 7,5%)
- Variasi perbandingan Agregat Halus (Pasir 15,0% : Batok Kelapa 15,0%)
- Variasi perbandingan Agregat Halus (Pasir 7,5% : Batok Kelapa 22,5%)
- Variasi perbandingan Agregat Halus (Pasir 0% : Batok Kelapa 30%).

4.1.4 Data Berat Jenis Total Agregat dan Penyerapan Campuran

Berat Jenis Total Agregat dan Penyerapan dari setiap Jenis campuran harus ditentukan sebagai acuan didalam perhitungan parameter *Marshall*. Adapun data dari perhitungan penentuan dan penyerapan dari setiap jenis campuran disajikan dalam Tabel 19.

Tabel 19. Berat Jenis Campuran dan Penyerapan Campuran

No	Jenis Campuran	Berat Jenis campuran Kering (Gsb)	Berat Jenis Campuran Semu (Gsa)	Berat Jenis Campuran Efektif (Gsb)	Penyerapan Campuran
1	30 % Pasir 0 % Batok Kelapa	2,547	2,699	2,623	1,184
2.	22,5 % Pasir 7,5 % Batok Kelapa	2,536	2,689	2,613	1,198
3.	15,0 % Pasir 15,0 % Batok Kelapa	2,525	2,678	2,602	1,212
4.	7,5 % Pasir 22,5 % Batok Kelapa	2,514	2,668	2,591	1,226
5.	0 % Pasir 30 % Batok Kelapa	2,504	2,658	2,581	1,240

Sumber : Hasil Perhitungan



Dari Tabel 19. di atas diperoleh data-data Berat Jenis Campuran Kering, Berat Jenis Campuran Semu, Berat Jenis Campuran Efektif, dan Penyerapan Campuran untuk masing-masing komposisi aspal beton yang menggunakan 30 % pasir dan 0% Batok Kelapa, 22,5% pasir dan 7,5% Batok Kelapa, 15% pasir dan 15% Batok Kelapa, 7,5% pasir dan 22,5% Batok Kelapa, serta 0% pasir dan 30% Batok Kelapa.

4.1.5 Data Uji *Marshall* Penentuan Kadar Aspal Optimum

Kadar aspal Optimum (KAO) adalah kadar aspal yang mengalami Overlap dari selang yang memenuhi semua spesifikasi dan parameter-parameter.

Di dalam penelitian ini kadar aspal yang digunakan untuk penentuan Kadar aspal optimum adalah kadar aspal 4,5% - 6,5% dengan interval 0,5%. Data hasil pengujian untuk penentuan kadar aspal optimum untuk masing-masing campuran dengan perbandingan penggunaan jenis *agregat halus* yang bervariasi disajikan pada Tabel 20, 21, 22, 23, dan 24 sebagai berikut :

Tabel 20. Karakteristik *Marshall* Campuran Aspal Beton komposisi pencampuran *Agregat Halus* 30% Pasir dan 0% Batok Kelapa.

Kadar Aspal (%)	Parameter Marshall					
	VIM (%)	VMA (%)	VFB (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)
4,5 (a)	5.42	12.94	58.12	1951.13	4.97	392.58
4,5 (b)	3.53	11.20	68.48	1210.53	2.40	504.39
<i>Rata-rata</i>	<i>4.48</i>	<i>12.07</i>	<i>63.30</i>	<i>1580.83</i>	<i>3.69</i>	<i>448.48</i>
5,0 (a)	3.93	12.66	68.92	1889.77	2.60	726.83
5,0 (b)	3.96	12.69	68.77	1120.34	3.50	320.10
<i>Rata-rata</i>	<i>3.95</i>	<i>12.67</i>	<i>68.84</i>	<i>1505.05</i>	<i>3.05</i>	<i>523.47</i>
5,5 (a)	6.22	15.78	60.58	1444.68	4.82	299.73
5,5 (b)	3.45	13.29	74.05	661.30	4.10	161.29
<i>Rata-rata</i>	<i>4.84</i>	<i>14.54</i>	<i>67.32</i>	<i>1052.99</i>	<i>4.46</i>	<i>230.51</i>
6,0 (a)	5.40	16.08	66.44	1775.54	3.18	558.35
6,0 (b)	1.75	12.85	86.39	659.61	3.47	190.09
<i>Rata-rata</i>	<i>3.57</i>	<i>14.46</i>	<i>76.42</i>	<i>1217.57</i>	<i>3.33</i>	<i>374.22</i>
6,5 (a)	3.08	15.07	79.58	1445.34	5.40	267.66
6,5 (b)	3.06	15.06	79.65	495.47	4.60	107.71
<i>Rata-rata</i>	<i>3.07</i>	<i>15.07</i>	<i>79.62</i>	<i>970.40</i>	<i>5.00</i>	<i>187.68</i>

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari Tabel 20. Karakteristik *Marshall* Campuran Aspal Beton komposisi pencampuran *Agregat Halus* 30% Pasir dan 0% Batok Kelapa didapat nilai-nilai:

- VIM terendah pada kadar aspal 6,5% yaitu 3,07% dan tertinggi pada kadar aspal 5,5% yaitu 4,84%.
- VMA terendah pada kadar aspal 4,5% yaitu 12,07% dan tertinggi pada kadar aspal 6,5% yaitu 15,07%.
- VFB terendah pada kadar aspal 4,5% yaitu 63,3% dan tertinggi pada kadar aspal 6,5% yaitu 79,62%.
- Stabilitas terendah pada kadar aspal 6,5% yaitu 970,40 kg dan tertinggi pada kadar aspal 4,5% yaitu 1580,83 kg.

- Flow terendah pada kadar aspal 5,0% yaitu 3,05 mm dan tertinggi pada kadar aspal 6,5% yaitu 5.00 mm.
- MQ terendah pada kadar aspal 6,5% yaitu 187.68 kg/mm dan tertinggi pada kadar aspal 5,0% yaitu 523,47 kg/mm.

Tabel 21. Karakteristik *Marshall* Campuran Aspal Beton komposisi pencampuran *Agregat Halus* 22,5% Pasir dan 7,5% Batok Kelapa.

Kadar Aspal (%)	Parameter Marshall					
	VIM (%)	VMA (%)	VFB (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)
4,5 (a)	4.99	12.49	60.02	1416.55	3.90	363.22
4,5 (b)	4.56	12.09	62.30	1301.03	4.30	302.56
<i>Rata-rata</i>	<i>4.78</i>	<i>12.29</i>	<i>61.16</i>	<i>1358.79</i>	<i>4.10</i>	<i>332.89</i>
5,0 (a)	7.92	16.22	51.19	1656.58	2.76	600.21
5,0 (b)	1.08	10.01	89.16	1221.03	5.00	244.21
<i>Rata-rata</i>	<i>4.50</i>	<i>13.11</i>	<i>70.18</i>	<i>1438.80</i>	<i>3.88</i>	<i>422.21</i>
5,5 (a)	5.95	15.48	61.55	1740.24	3.90	446.22
5,5 (b)	1.32	11.31	88.34	713.38	3.98	179.24
<i>Rata-rata</i>	<i>3.64</i>	<i>13.40</i>	<i>74.94</i>	<i>1226.81</i>	<i>3.94</i>	<i>312.73</i>
6,0 (a)	5.46	16.07	66.04	1464.20	3.37	434.48
6,0 (b)	1.42	12.48	88.66	666.03	3.75	177.61
<i>Rata-rata</i>	<i>3.44</i>	<i>14.27</i>	<i>77.35</i>	<i>1065.11</i>	<i>3.56</i>	<i>306.04</i>
6,5 (a)	4.91	16.61	70.46	1597.56	3.86	413.88
6,5 (b)	4.43	16.19	72.62	626.84	3.97	157.89
<i>Rata-rata</i>	<i>4.67</i>	<i>16.40</i>	<i>71.54</i>	<i>1112.20</i>	<i>3.92</i>	<i>285.89</i>

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari Tabel 21. Karakteristik *Marshall* Campuran Aspal Beton komposisi pencampuran *Agregat Halus* 22,5% Pasir dan 7,5% Batok Kelapa didapat nilai-nilai:

- VIM terendah pada kadar aspal 6,0% yaitu 3,44% dan tertinggi pada kadar aspal 4,5% yaitu 4,78%.
- VMA terendah pada kadar aspal 4,5% yaitu 12,29% dan tertinggi pada kadar

aspal 6,5% yaitu 16,40%.

- VFB terendah pada kadar aspal 4,5% yaitu 61,16% dan tertinggi pada kadar aspal 6,0% yaitu 77,35%.
- Stabilitas terendah pada kadar aspal 6,0% yaitu 1065,11 kg dan tertinggi pada kadar aspal 5,0% yaitu 1438,80 kg.
- Flow terendah pada kadar aspal 6,0% yaitu 3,56 mm dan tertinggi pada kadar aspal 4,5% yaitu 4,10 mm.
- MQ terendah pada kadar aspal 6,5% yaitu 285,89 kg/mm dan tertinggi pada kadar aspal 5,0% yaitu 422,21 kg/mm.

Tabel 22. Karakteristik *Marshall* Campuran Aspal Beton komposisi pencampuran *Agregat Halus* 15,0% Pasir dan 15,0% Batok Kelapa.

Kadar Aspal (%)	Parameter Marshall					
	VIM (%)	VMA (%)	VFB (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)
4,5 (a)	13.35	20.13	33.71	1240.82	2.92	424.94
4,5 (b)	12.77	19.60	34.85	1107.17	1.90	582.72
Rata-rata	13.06	19.87	34.28	1173.99	2.41	503.83
5,0 (a)	13.97	21.67	35.55	1142.99	3.98	287.18
5,0 (b)	16.01	23.54	31.95	1148.68	3.48	330.08
Rata-rata	14.99	22.60	33.75	1145.84	3.73	308.63
5,5 (a)	10.59	19.59	45.93	1260.90	3.52	358.21
5,5 (b)	14.07	22.72	38.05	1037.96	3.70	280.53
Rata-rata	12.33	21.15	41.99	1149.43	3.61	319.37
6,0 (a)	7.88	18.15	56.61	1624.97	3.90	416.66
6,0 (b)	14.53	24.06	39.61	1136.90	3.20	355.28
Rata-rata	11.20	21.11	48.11	1380.94	3.55	385.97
6,5 (a)	7.39	18.71	60.53	1246.88	3.55	351.23
6,5 (b)	6.91	18.29	62.24	1282.60	2.80	458.07
Rata-rata	7.15	18.50	61.39	1264.74	3.18	404.65

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari Tabel 22. Karakteristik *Marshall* Campuran Aspal Beton komposisi pencampuran *Agregat Halus* 15% Pasir dan 15% Batok Kelapa didapat nilai-nilai:

- VIM terendah pada kadar aspal 6,5% yaitu 7,15% dan tertinggi pada kadar aspal 5,0% yaitu 14,99%.
- VMA terendah pada kadar aspal 6,5% yaitu 18,50% dan tertinggi pada kadar aspal 5,0% yaitu 22,60%.
- VFB terendah pada kadar aspal 5,0% yaitu 33,75% dan tertinggi pada kadar aspal 6,5% yaitu 61,39%.
- Stabilitas terendah pada kadar aspal 5,0% yaitu 1145,84 kg dan tertinggi pada kadar aspal 6,0% yaitu 1380,94 kg.
- Flow terendah pada kadar aspal 4,5% yaitu 2,41 mm dan tertinggi pada kadar aspal 5,0% yaitu 3,73 mm.
- MQ terendah pada kadar aspal 5,0% yaitu 308,63 kg/mm dan tertinggi pada kadar aspal 4,5% yaitu 503,83 kg/mm.

Tabel 23. Karakteristik *Marshall* Campuran Aspal Beton komposisi pencampuran *Agregat Halus* 7,5% Pasir dan 22,5% Batok Kelapa.

Kadar Aspal (%)	Parameter Marshall					
	VIM (%)	VMA (%)	VFB (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)
4,5 (a)	8.94	16.02	44.19	804.29	1.65	487.45
4,5 (b)	7.48	14.67	49.01	1088.51	3.40	320.15
<i>Rata-rata</i>	<i>8.21</i>	<i>15.34</i>	<i>46.60</i>	<i>946.40</i>	<i>2.53</i>	<i>403.80</i>
5,0 (a)	-1.15	7.84	114.66	1178.65	2.77	425.51
5,0 (b)	14.30	21.92	34.76	1098.08	2.75	399.30
<i>Rata-rata</i>	<i>6.58</i>	<i>14.88</i>	<i>74.71</i>	<i>1138.36</i>	<i>2.76</i>	<i>412.40</i>
5,5 (a)	14.09	22.68	37.86	903.46	2.75	328.53
5,5 (b)	15.25	23.72	35.70	531.32	3.00	177.11
<i>Rata-rata</i>	<i>14.67</i>	<i>23.20</i>	<i>36.78</i>	<i>717.39</i>	<i>2.88</i>	<i>252.82</i>
6,0 (a)	14.03	23.56	40.46	616.21	2.80	220.07
6,0 (b)	14.64	24.10	39.26	495.15	4.00	123.79
<i>Rata-rata</i>	<i>14.33</i>	<i>23.83</i>	<i>39.86</i>	<i>555.68</i>	<i>3.40</i>	<i>171.93</i>
6,5 (a)	15.49	26.66	41.90	371.31	3.61	102.86
6,5 (b)	17.75	27.75	36.04	260.63	3.75	69.50
<i>Rata-rata</i>	<i>16.62</i>	<i>27.20</i>	<i>38.97</i>	<i>315.97</i>	<i>3.68</i>	<i>86.18</i>

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari Tabel 23. Karakteristik *Marshall* Campuran Aspal Beton komposisi pencampuran *Agregat Halus* 7,5% Pasir dan 22,5% Batok Kelapa didapat nilai-nilai:

- VIM terendah pada kadar aspal 5,0% yaitu 6,58% dan tertinggi pada kadar aspal 6,5% yaitu 16,62%.
- VMA terendah pada kadar aspal 5,0% yaitu 14,88% dan tertinggi pada kadar aspal 6,5% yaitu 27,20%.
- VFB terendah pada kadar aspal 5,5% yaitu 36,78% dan tertinggi pada kadar aspal 5,0% yaitu 74,71%.
- Stabilitas terendah pada kadar aspal 6,5% yaitu 315,97 kg dan tertinggi pada

kadar aspal 5,0% yaitu 1138,36 kg.

- Flow terendah pada kadar aspal 4,5% yaitu 2,53 mm dan tertinggi pada kadar aspal 6,5% yaitu 3,68 mm.
- MQ terendah pada kadar aspal 6,5% yaitu 86,18 kg/mm dan tertinggi pada kadar aspal 5,0% yaitu 412,40 kg/mm.

Tabel 24. Karakteristik *Marshall* Campuran Aspal Beton komposisi pencampuran *Agregat Halus* 0% Pasir dan 30% Batok Kelapa.

Kadar Aspal (%)	Parameter Marshall					
	VIM (%)	VMA (%)	VFB (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)
4,5 (a)	6.36	13.58	53.19	1008.22	3.75	268.86
4,5 (b)	7.31	14.46	49.44	1261.39	2.40	525.58
<i>Rata-rata</i>	<i>6.83</i>	<i>14.02</i>	<i>51.32</i>	<i>1134.81</i>	<i>3.08</i>	<i>397.22</i>
5,0 (a)	9.34	17.35	46.14	1110.54	3.80	292.25
5,0 (b)	3.78	12.28	69.19	1473.66	2.50	589.46
<i>Rata-rata</i>	<i>6.56</i>	<i>14.81</i>	<i>57.67</i>	<i>1292.10</i>	<i>3.15</i>	<i>440.86</i>
5,5 (a)	4.56	14.03	67.53	1227.90	2.40	511.62
5,5 (b)	7.99	17.13	53.33	1120.22	4.45	251.74
<i>Rata-rata</i>	<i>6.28</i>	<i>15.58</i>	<i>60.43</i>	<i>1174.06</i>	<i>3.43</i>	<i>381.68</i>
6,0 (a)	8.81	18.86	53.26	571.85	3.45	165.75
6,0 (b)	2.79	13.50	79.32	1216.50	5.60	217.23
<i>Rata-rata</i>	<i>5.80</i>	<i>16.18</i>	<i>66.29</i>	<i>894.17</i>	<i>4.53</i>	<i>191.49</i>
6,5 (a)	0.63	12.64	95.04	555.45	4.00	138.86
6,5 (b)	8.87	19.89	55.38	539.39	4.50	119.87
<i>Rata-rata</i>	<i>4.75</i>	<i>16.26</i>	<i>75.21</i>	<i>547.42</i>	<i>4.25</i>	<i>129.36</i>

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari Tabel 24. Karakteristik *Marshall* Campuran Aspal Beton komposisi pencampuran *Agregat Halus* 0% Pasir dan 30% Batok Kelapa didapat nilai-nilai:

- VIM terendah pada kadar aspal 6,5% yaitu 4,75% dan tertinggi pada kadar aspal 4,5% yaitu 6,83%.
- VMA terendah pada kadar aspal 4,5% yaitu 14,02% dan tertinggi pada kadar

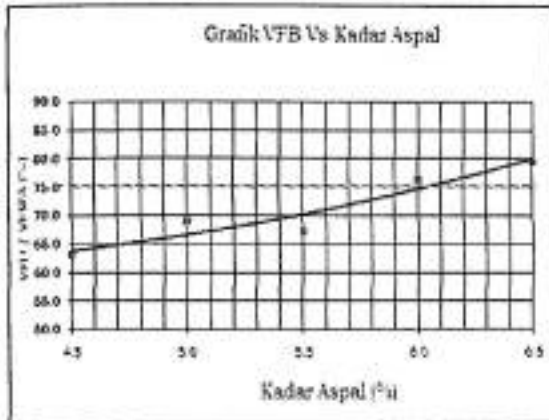
aspal 6,5% yaitu 16,26%.

- VFB terendah pada kadar aspal 4,5% yaitu 51,32% dan tertinggi pada kadar aspal 6,5% yaitu 75,21%.
- Stabilitas terendah pada kadar aspal 6,5% yaitu 547,42 kg dan tertinggi pada kadar aspal 5,0% yaitu 1292,10 kg.
- Flow terendah pada kadar aspal 4,5% yaitu 3,08 mm dan tertinggi pada kadar aspal 6,0% yaitu 4,53 mm.
- MQ terendah pada kadar aspal 6,5% yaitu 129,36 kg/mm dan tertinggi pada kadar aspal 5,0% yaitu 440,86 kg/mm.

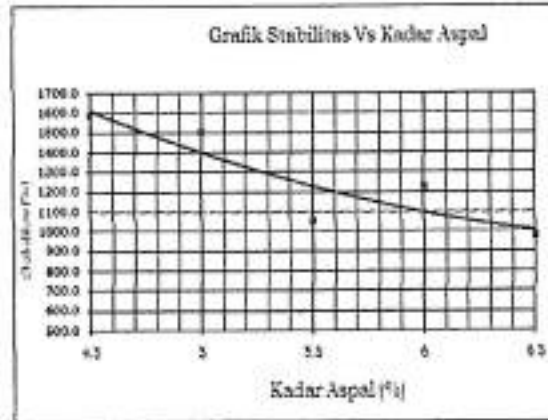
4.2 Penentuan Kadar Aspal Optimum

Dari tabel tersebut diatas dapat diperoleh grafik berdasarkan hubungan antara masing-masing parameter *Marshall* tersebut disajikan pada gambar 15, 16, 17, 18, dan 19 sebagai berikut :

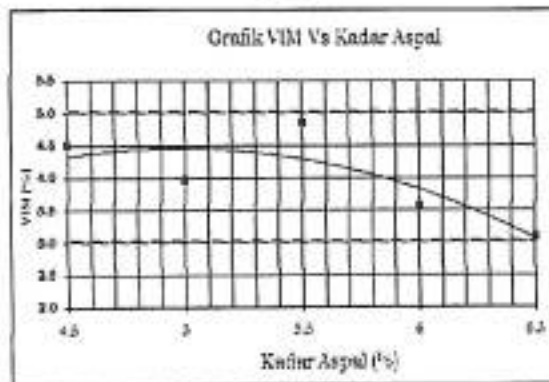
VFB /VFVA (%) Min. 68



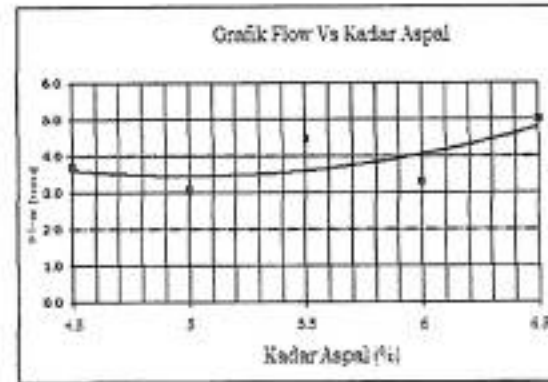
Stabilitas Marshall (kg) Min. 800



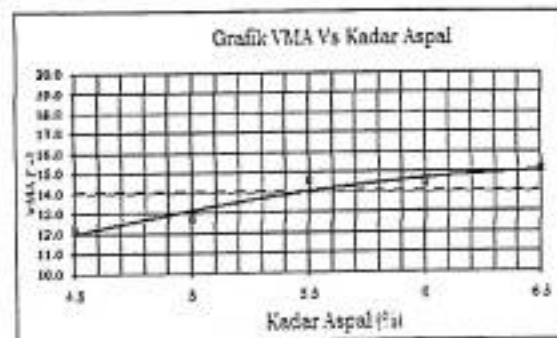
VIM (%) 3 - 5



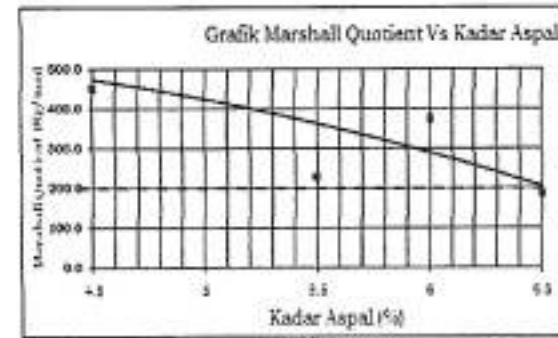
Flow (mm) 2 - 4



VMA (%) Minimum 14

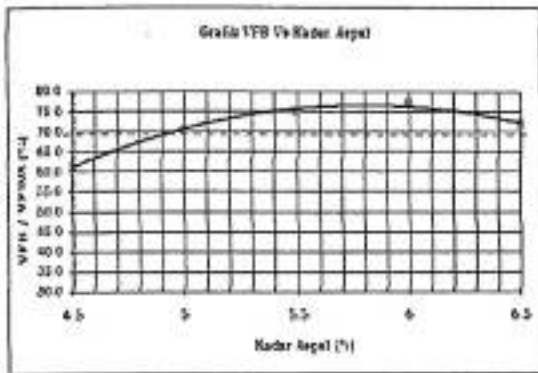


Marshall Quotient (kg/mm) Min. 200

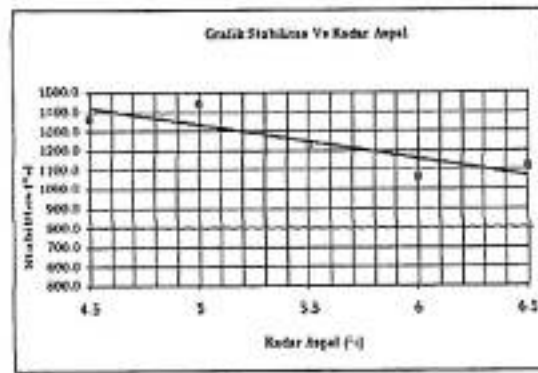


Gambar 15. Grafik hubungan parameter Marshall dengan komposisi pencampuran *Agregat Halus* 30% Pasir dan 0% Batok Kelapa

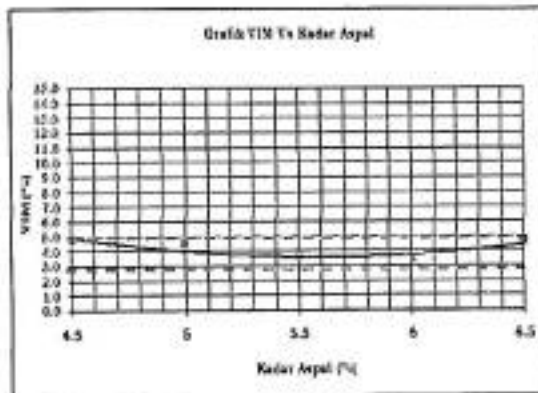
VFB /VFWA (%) Min. 68



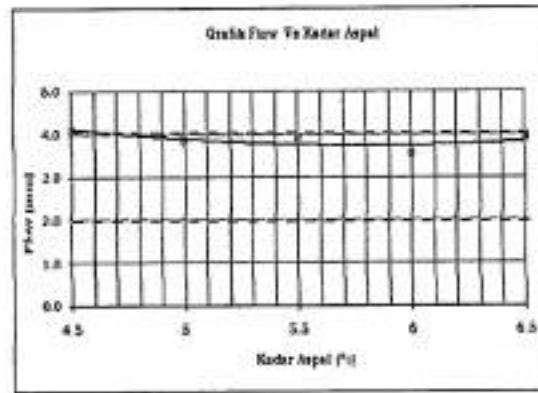
Stabilitas Marshall (kg) Min. 800



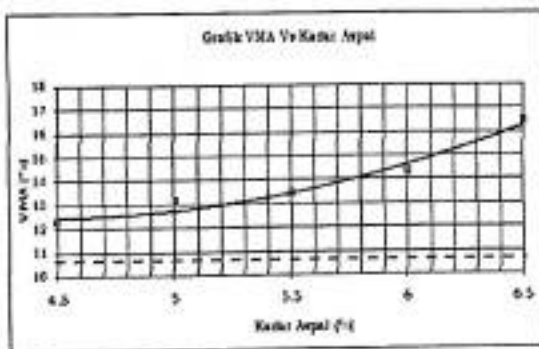
VIM (%) 3 - 5



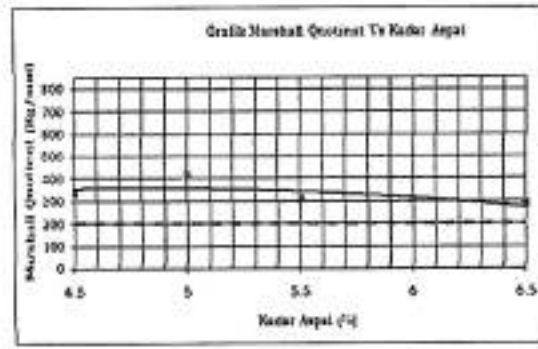
Flow (mm) 2 - 4



VMA (%) Minimum 14

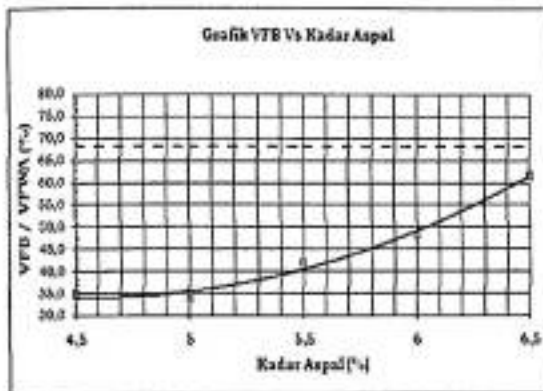


Marshall Quotient (kg/mm) Min. 200

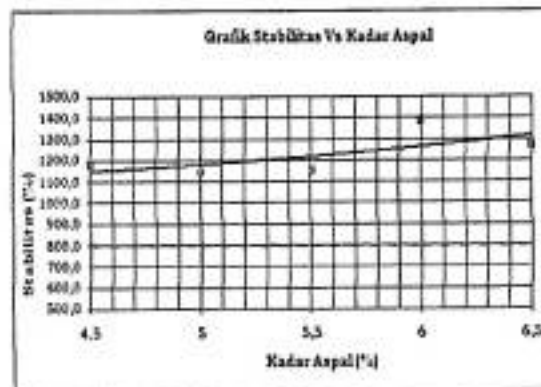


Gambar 16. Grafik hubungan parameter Marshall dengan komposisi pencampuran Agregat Halus 22,5% Pasir dan 7,5% Batok Kelapa

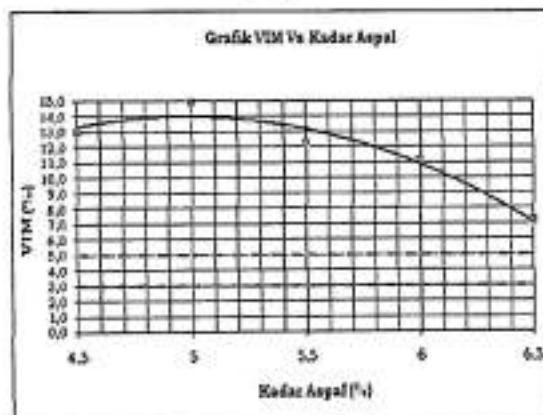
VFB / VFWA (%) Min. 68



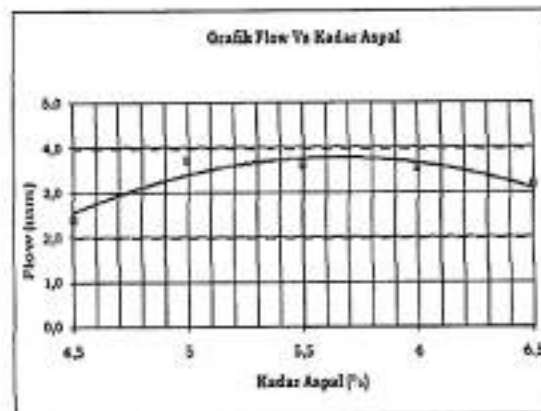
Stabilitas Marshall (kg) Min. 800



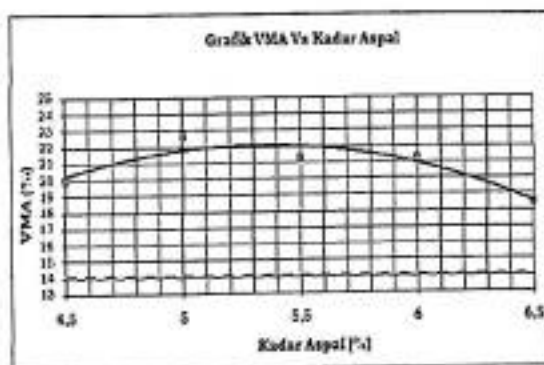
VIM (%) 3 - 5



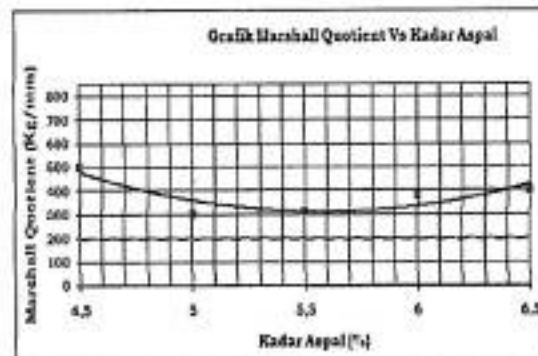
Flow (mm) 2 - 4



VMA (%) Minimum 14



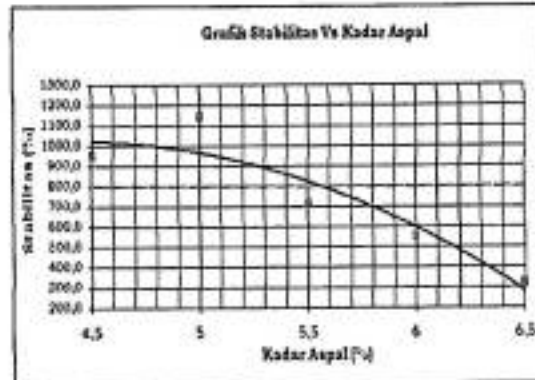
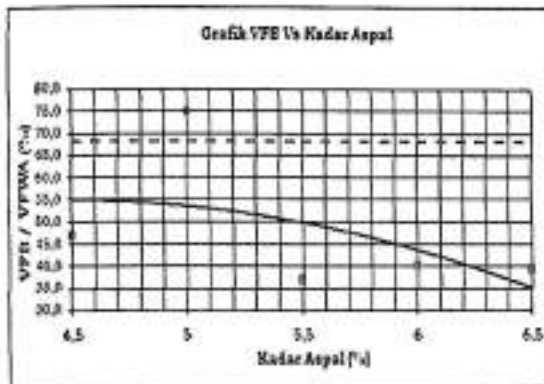
Marshall Quotient (kg/mm) Min. 200



Gambar 17. Grafik hubungan parameter Marshall dengan komposisi pencampuran *Agregat Halus* 15% Pasir dan 15% Batok Kelapa

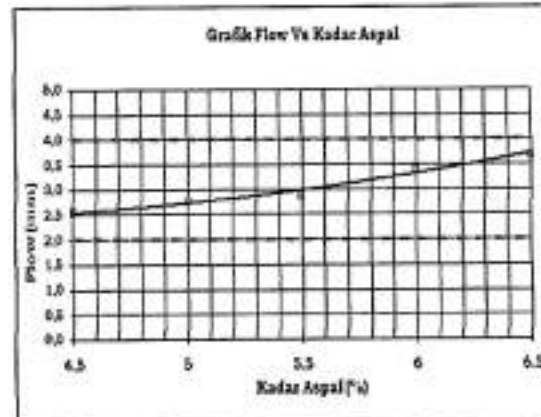
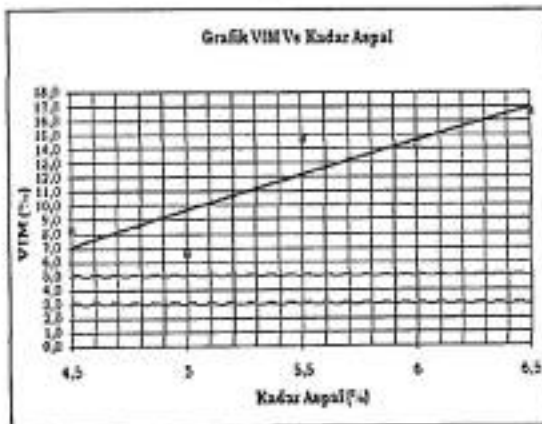
VFB / VFWA (%) Min. 68

Stabilitas Marshall (kg) Min. 800



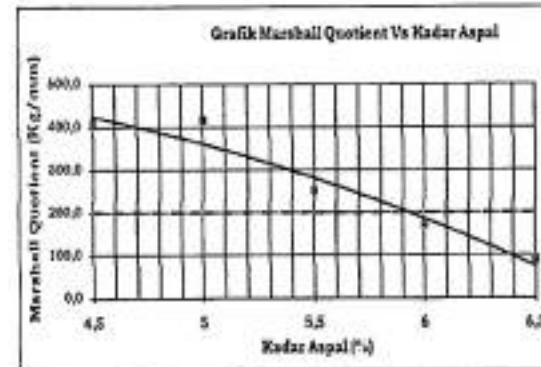
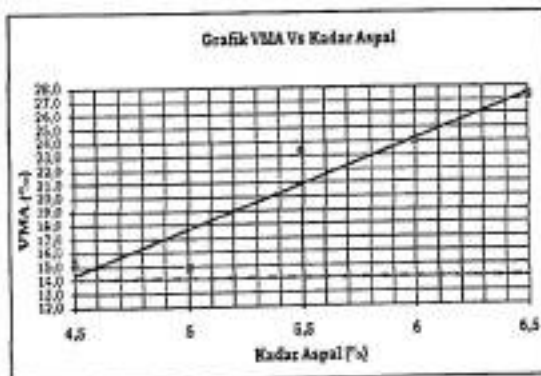
VIM (%) 3 - 6

Flow (mm) 2 - 4



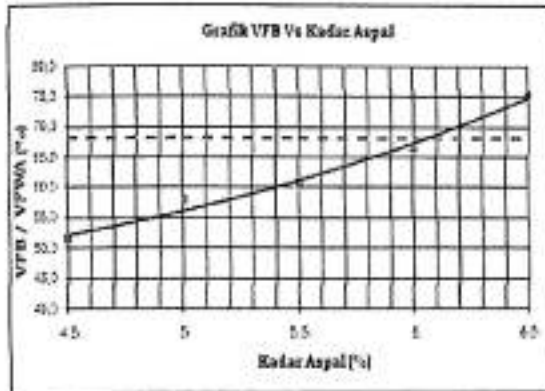
VMA (%) Minimum 14

Marshall Quotient (kg/mm) Min. 200

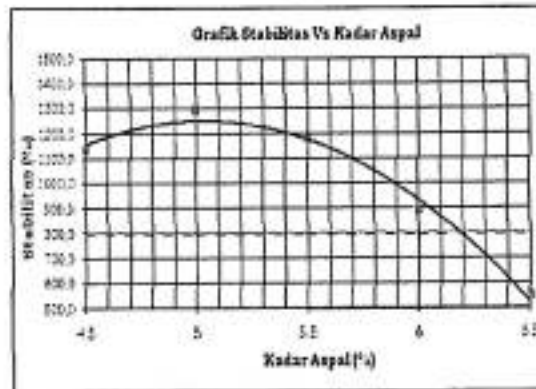


Gambar 18. Grafik hubungan parameter Marshall dengan komposisi pencampuran Agregat Halus 7.5% Pasir dan 22.5% Batok Kelapa

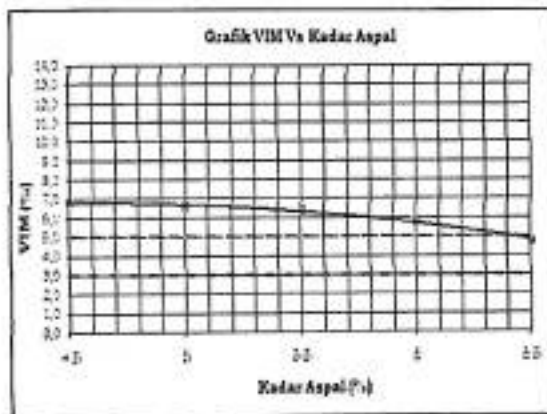
VFB / VFWA [%] Min. 68



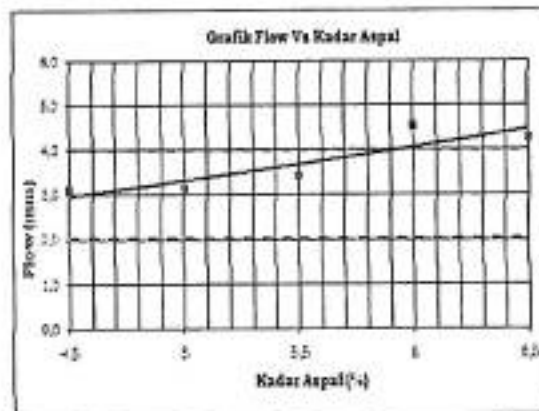
Stabilitas Marshall (kg) Min. 800



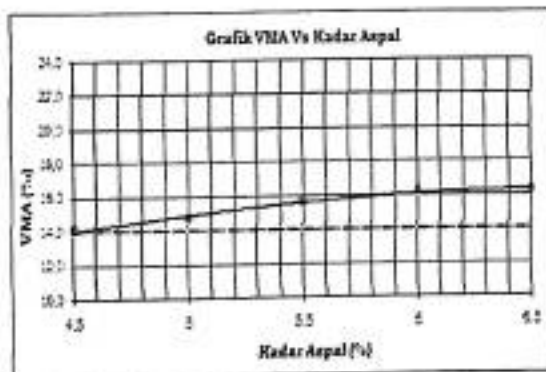
VIM [%] 3 - 5



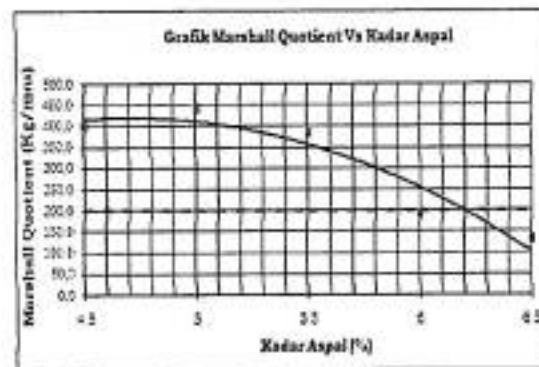
Flow (mm) 2 - 4



VMA [%] Minimum 14



Marshall Quotient (kg/mm) Min. 200

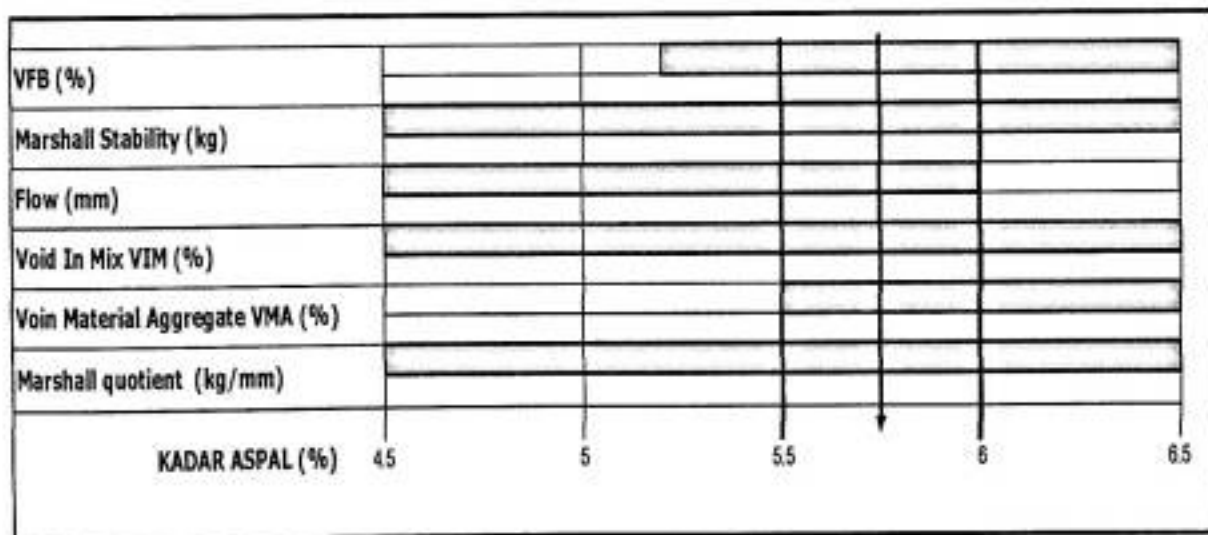


Gambar 19. Grafik hubungan parameter Marshall dengan komposisi pencampuran *Agregat Halus* 0% Pasir dan 30% Batok Kelapa

Gambar 15, 16, 17, 18, dan 19 memperlihatkan hubungan parameter – parameter Marshall yaitu Stabilitas, Kelelahan (*Flow*), *Marshall Quotient (MQ)*, Rongga dalam Campuran (VIM), Rongga dalam Agregat (VMA) masing-masing dengan menggunakan komposisi pencampuran 30% Pasir : 0% Batok Kelapa , 22.7% Pasir : 7.5 % Batok Kelapa, 15% Pasir : 15% Batok Kelapa, 7.5% Pasir : 22.5 % Batok Kelapa , 0% Pasir : 30% Batok Kelapa

Dari grafik hubungan parameter Marshall tersebut dapat diperoleh nilai kadar aspal optimum pada masing-masing komposisi campuran.

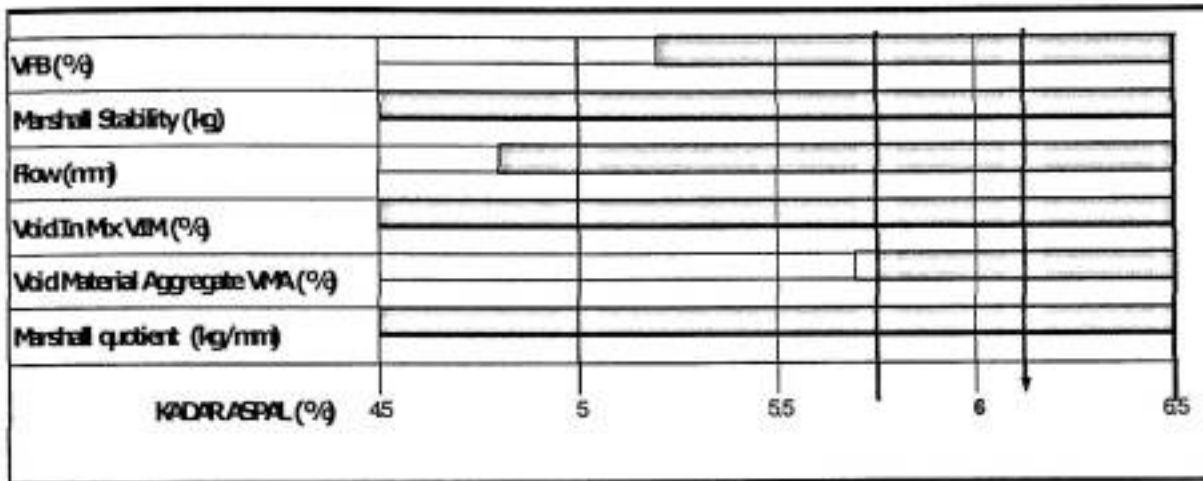
DIAGRAM PENENTUAN KADAR ASPAL OPTIMUM



$$\text{KADAR ASPAL OPTIMUM} = \frac{5.50 + 6.0}{2} = 5.75 \%$$

Gambar 20. Penentuan Kadar Aspal Optimum dengan komposisi pencampuran *Agregat Halus* 30% Pasir dan 0% Batok Kelapa

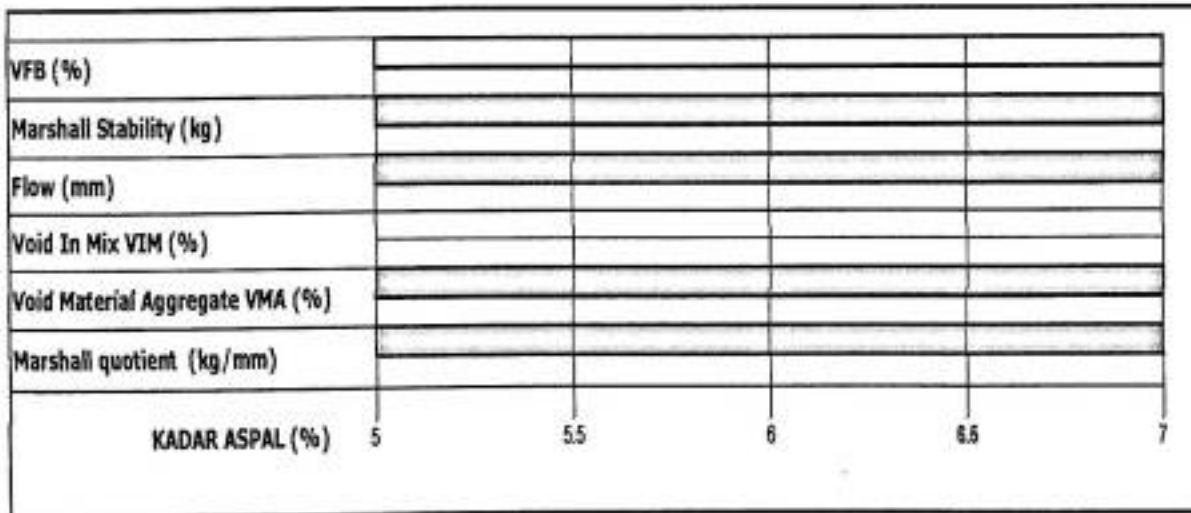
DIAGRAM PENENTUAN KADAR ASPAL OPTIMUM



$$\text{KADAR ASPAL OPTIMUM} = \frac{58 + 65}{2} = 61.5 \%$$

Gambar 21. Penentuan Kadar Aspal Optimum dengan komposisi pencampuran Agregat Halus 22,5% Pasir dan 7,5% Batok Kelapa

DIAGRAM PENENTUAN KADAR ASPAL OPTIMUM

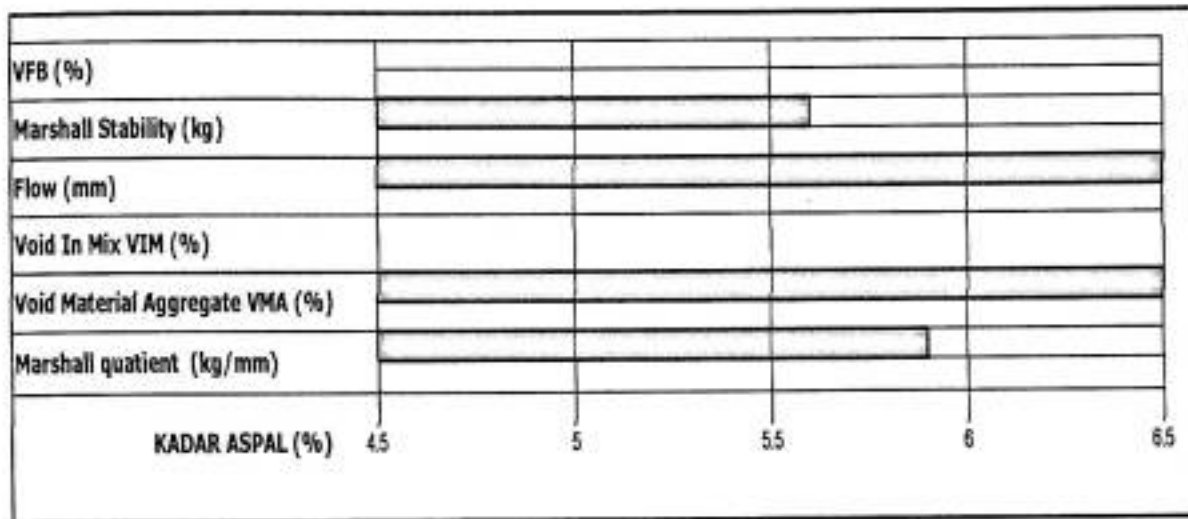


$$\text{KADAR ASPAL OPTIMUM} = \frac{0.0 + 0.0}{2} = 0.00 \%$$

Gambar 22. Penentuan Kadar Aspal Optimum dengan komposisi pencampuran Agregat Halus 15% Pasir dan 15% Batok Kelapa



DIAGRAM PENENTUAN KADAR ASPAL OPTIMUM

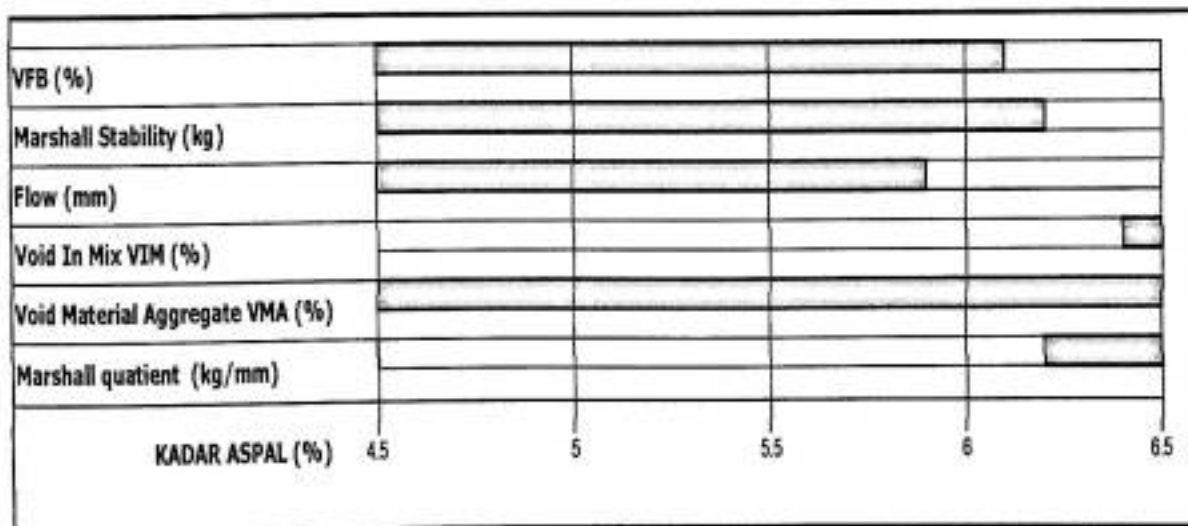


$$\text{KADAR ASPAL OPTIMUM} = \frac{0.0 + 0.0}{2} = 0.00 \%$$

Gambar 23. Penentuan Kadar Aspal Optimum dengan komposisi pencampuran

Agregat Halus 7.5% Pasir dan 22.5% Batok Kelapa

DIAGRAM PENENTUAN KADAR ASPAL OPTIMUM



$$\text{KADAR ASPAL OPTIMUM} = \frac{0.0 + 0.0}{2} = 0.00 \%$$

Gambar 24. Penentuan Kadar Aspal Optimum dengan komposisi pencampuran

Agregat Halus 0% Pasir dan 30% Batok Kelapa

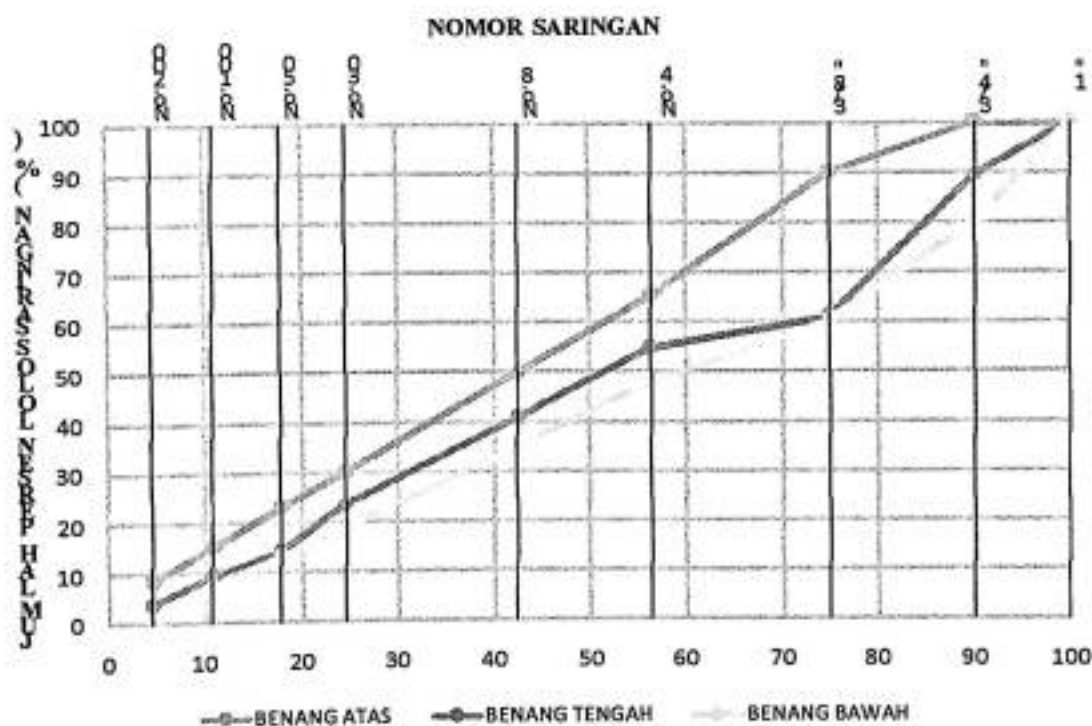
Dari grafik penentuan kadar aspal optimum didapat Kadar Aspal Optimum dari perbandingan komposisi pencampuran *agregat halus* yang berbeda dapat dilihat bahwa untuk pemakaian *agregat halus* dengan perbandingan 30 % Pasir dan 0% Batok Kelapa diperoleh nilai KAO = 5,75 %, dan agregat halus dengan perbandingan 22.5 % Pasir dan 7.5 % Batok Kelapa diperoleh nilai KAO = 6.13 %. Sedangkan untuk penentuan nilai KAO pada komposisi pencampuran agregat halus 15 % Pasir dan 15 % Batok Kelapa, 7.5%Pasir dan 22.5%Batok Kelapa serta 0%Pasir dan 30% Batok Kelapa tidak dapat dilakukan karena VMA dan VIM tidak memenuhi karakteristik Marshall.

Berdasarkan hasil penelitian di atas, campuran agregat menggunakan batok kelapa yang mempunyai nilai KAO hanya campuran 22.5 % Pasir dan 7.5 % Batok Kelapa. Jadi kami melanjutkan penelitian dengan menambah kombinasi campuran yang berpatokan pada campuran agregat 22.5 % Pasir dan 7.5 % Batok Kelapa yaitu campuran 25% Pasir dan 5% Batok Kelapa serta 20% Pasir dan 10% Batok Kelapa.

Tabel 25. Gradasi Agregat Gabungan (Pasir 25,0% : Batok Kelapa 5,0%)

Saringan		Cipping	Pasir	Batok	Abu batu	Ag.Gab.	Spesifikasi
Bukaan	Mm	50,0%	25,0%	5,0%	20,0%	100%	
1"	25,4	50	25,0	5,0	20	100	100
3/4"	19,1	39	25,0	5,0	20	89,00	80 - 100
3/8"	9,25	10,84	25,0	5,0	20	60,84	60 - 90
No. 4	4,76	4,97	25,0	5,0	20	54,97	48 - 65
No. 8	2,32	2,29	18,50	3,50	16,19	40,48	35 - 50
No. 30	0,59	1,01	10,47	1,73	10,41	23,62	19 - 30
No. 50	0,279	0,52	6,30	1,11	6,47	14,40	13 - 23
No. 100	0,149	0,23	3,79	0,65	4,50	9,17	7 - 15
No. 200	0,074	0,04	1,27	0,30	1,96	3,57	1 - 8

Sumber : Hasil Perhitungan

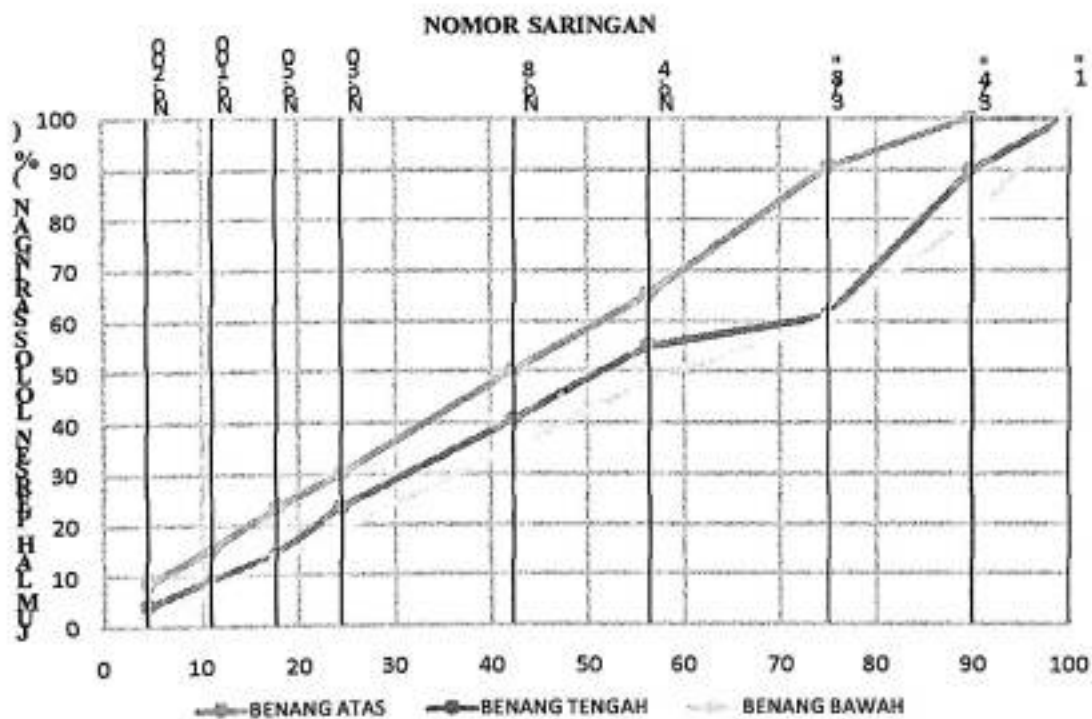


Gambar 25. Kurva Gradasi Agregat Gabungan (Pasir 25% : Batok Kelapa 5%)

Tabel 26. Gradasi Agregat Gabungan (Pasir 20,0% : Batok Kelapa 10,0%)

Saringan		Cipping	Pasir	Batok	Abu batu	Ag.Gab.	Spesifikasi
Bukaan	Mm	50,0%	20,0%	10,0%	20,0%	100%	
1"	25,4	50	20,0	10,0	20	100	100
3/4"	19,1	39	20,0	10,0	20	89,00	80 -100
3/8"	9,25	10,84	20,0	10,0	20	60,84	60 - 90
No. 4	4,76	4,97	20,0	10,0	20	54,97	48 - 65
No. 8	2,32	2,29	14,80	7,00	16,19	40,28	35 - 50
No. 30	0,59	1,01	8,38	3,46	10,41	23,26	19 - 30
No. 50	0,279	0,52	5,04	2,22	6,47	14,25	13 - 23
No. 100	0,149	0,23	3,03	1,31	4,50	9,07	7 - 15
No. 200	0,074	0,04	1,02	0,61	1,96	3,62	1 - 8

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 26. Kurva Gradasi Agregat Gabungan (Pasir 20,0% :
Batok Kelapa 10,0%)

Tabel 27. Berat Jenis Campuran dan Penyerapan Campuran

No	Jenis Campuran	Berat Jenis campuran Kering (Gsb)	Berat Jenis Campuran Semu (Gsa)	Berat Jenis Campuran Efektif (Gsb)	Penyerapan Campuran
1.	Laston 25,0 % Pasir 5,0 % Batok Kelapa	2,540	2,692	2,616	1,193
2.	Laston 20,0 % Pasir 10,0 % Batok Kelapa	2,533	2,685	2,609	1,203

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 28. Karakteristik *Marshall* Campuran Aspal Beton komposisi pencampuran *Agregat Halus* 25,0% Pasir dan 5,0% Batok Kelapa.

Kadar Aspal (%)	Parameter Marshall					
	VIM (%)	VMA (%)	VFB (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)
4,5 (a)	9.62	16.77	42.63	1409.29	2.65	531.81
4,5 (b)	6.12	13.55	54.81	1277.60	3.40	375.76
<i>Rata-rata</i>	<i>7.87</i>	<i>15.16</i>	<i>48.72</i>	<i>1343.44</i>	<i>3.03</i>	<i>453.79</i>
5,0 (a)	5.01	13.60	63.13	1617.06	3.30	490.02
5,0 (b)	5.55	14.09	60.62	1245.42	2.75	452.88
<i>Rata-rata</i>	<i>5.28</i>	<i>13.84</i>	<i>61.88</i>	<i>1431.24</i>	<i>3.03</i>	<i>471.45</i>
5,5 (a)	4.39	14.09	68.87	1362.88	2.90	469.96
5,5 (b)	0.19	10.32	98.15	1495.58	3.00	498.53
<i>Rata-rata</i>	<i>2.29</i>	<i>12.21</i>	<i>83.51</i>	<i>1429.23</i>	<i>2.95</i>	<i>484.24</i>
6,0 (a)	5.80	16.39	64.63	1377.90	3.60	382.75
6,0 (b)	1.70	12.75	86.69	1560.22	4.00	390.05
<i>Rata-rata</i>	<i>3.75</i>	<i>14.57</i>	<i>75.66</i>	<i>1469.06</i>	<i>3.80</i>	<i>386.40</i>
6,5 (a)	4.03	15.87	74.57	1907.45	3.70	515.53
6,5 (b)	0.60	12.85	95.34	1513.32	3.75	403.55
<i>Rata-rata</i>	<i>2.32</i>	<i>14.36</i>	<i>84.96</i>	<i>1710.39</i>	<i>3.73</i>	<i>459.54</i>

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari Tabel 28. Karakteristik *Marshall* Campuran Aspal Beton komposisi pencampuran *Agregat Halus* 25,0% Pasir dan 5,0% Batok Kelapa didapat nilai-nilai:

- VIM terendah pada kadar aspal 5,5% yaitu 2,29% dan tertinggi pada kadar

aspal 4,5% yaitu 7,87%.

- VMA terendah pada kadar aspal 5,5% yaitu 12,21% dan tertinggi pada kadar aspal 4,5% yaitu 15,16%.
- VFB terendah pada kadar aspal 4,5% yaitu 48,72% dan tertinggi pada kadar aspal 6,5% yaitu 84,96%.
- Stabilitas terendah pada kadar aspal 4,5% yaitu 1343,44 kg dan tertinggi pada kadar aspal 6,5% yaitu 1710,39 kg.
- Flow terendah pada kadar aspal 5,5% yaitu 2,95 mm dan tertinggi pada kadar aspal 6,0% yaitu 3,80 mm.
- MQ terendah pada kadar aspal 6,0% yaitu 386,4 kg/mm dan tertinggi pada kadar aspal 5,5% yaitu 484,24 kg/mm.

Tabel 29. Karakteristik *Marshall* Campuran Aspal Beton komposisi pencampuran *Agregat Halus* 20,0% Pasir dan 10,0% Batok Kelapa.

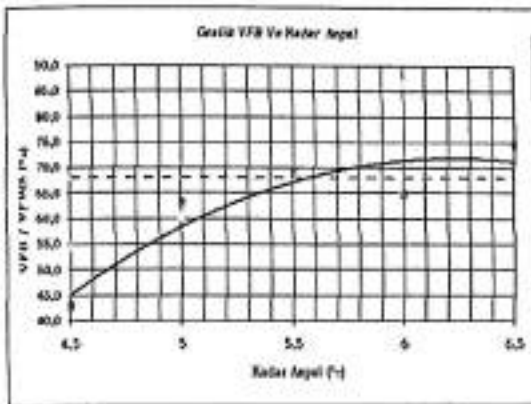
Kadar Aspal (%)	Parameter Marshall					
	VIM (%)	VMA (%)	VFB (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)
4,5 (a)	5.53	12.96	57.37	1773.23	3.60	492.56
4,5 (b)	1.94	9.66	79.92	1538.81	3.00	512.94
Rata-rata	3.73	11.31	68.64	1656.02	3.30	502.75
5,0 (a)	11.04	19.05	42.03	1789.08	3.50	511.17
5,0 (b)	18.42	25.76	28.49	1335.13	3.33	400.94
Rata-rata	14.73	22.40	35.26	1562.11	3.42	456.05
5,5 (a)	11.18	20.16	44.54	1423.39	5.25	271.12
5,5 (b)	16.44	24.88	33.94	1026.58	3.84	267.34
Rata-rata	13.81	22.52	39.24	1224.98	4.55	269.23
6,0 (a)	10.70	20.70	48.31	1447.16	3.82	378.84
6,0 (b)	19.74	28.73	31.28	950.73	4.50	211.27
Rata-rata	15.22	24.72	39.80	1198.95	4.16	295.06
6,5 (a)	7.28	18.67	61.00	1542.68	4.30	358.76
6,5 (b)	17.51	27.64	36.65	1049.23	3.80	276.11
Rata-rata	12.40	23.15	48.82	1295.95	4.05	317.44

Sumber : Hasil Perhitungan

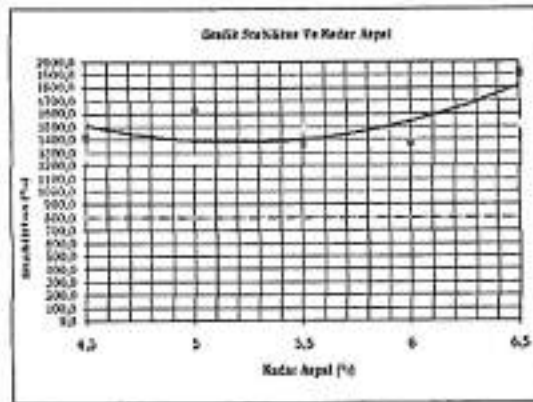
Dari Tabel 29. Karakteristik *Marshall* Campuran Aspal Beton komposisi pencampuran *Agregat Halus* 20% Pasir dan 10% Batok Kelapa didapat nilai-nilai:

- VIM terendah pada kadar aspal 4,5% yaitu 3,73% dan tertinggi pada kadar aspal 6,0% yaitu 15,22%.
- VMA terendah pada kadar aspal 4,5% yaitu 11,31% dan tertinggi pada kadar aspal 6,0% yaitu 24,72%.
- VFB terendah pada kadar aspal 5,0% yaitu 35,26% dan tertinggi pada kadar aspal 4,5% yaitu 68,64%.
- Stabilitas terendah pada kadar aspal 6,0% yaitu 1198,95 kg dan tertinggi pada kadar aspal 4,5% yaitu 1656,02 kg.
- Flow terendah pada kadar aspal 4,5% yaitu 3,30 mm dan tertinggi pada kadar aspal 5,5% yaitu 4,55 mm.
- MQ terendah pada kadar aspal 5,5% yaitu 269,23 kg/mm dan tertinggi pada kadar aspal 4,5% yaitu 502,75 kg/mm.

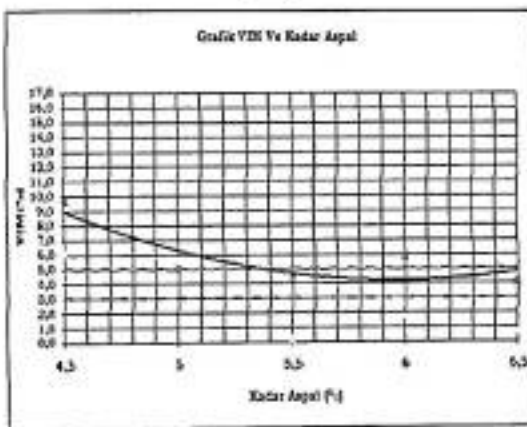
VFB / VFWA (%) Min. 68



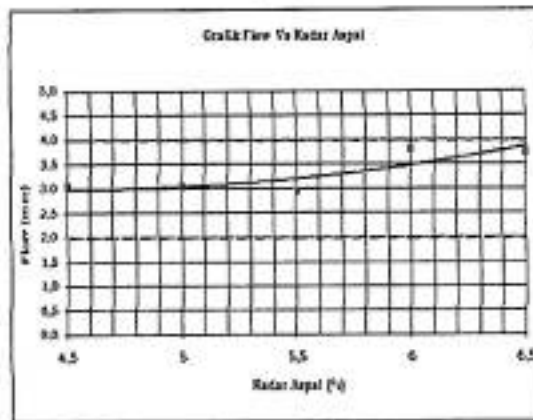
Stabilitas Marshall (kg) Min. 800



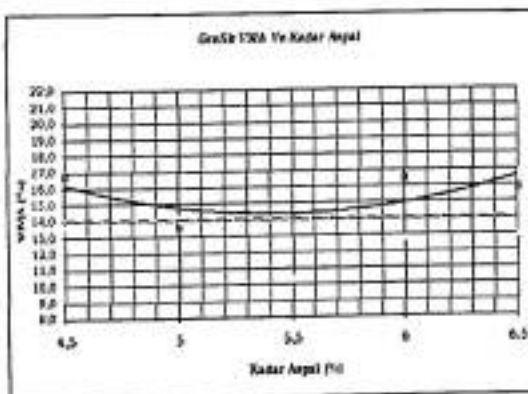
VIM (%) 3 - 5



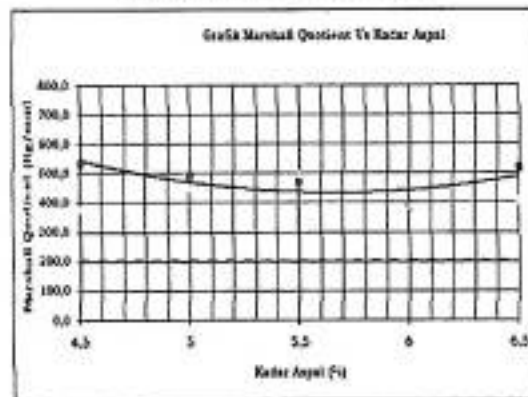
Flow (mm) 2 - 4



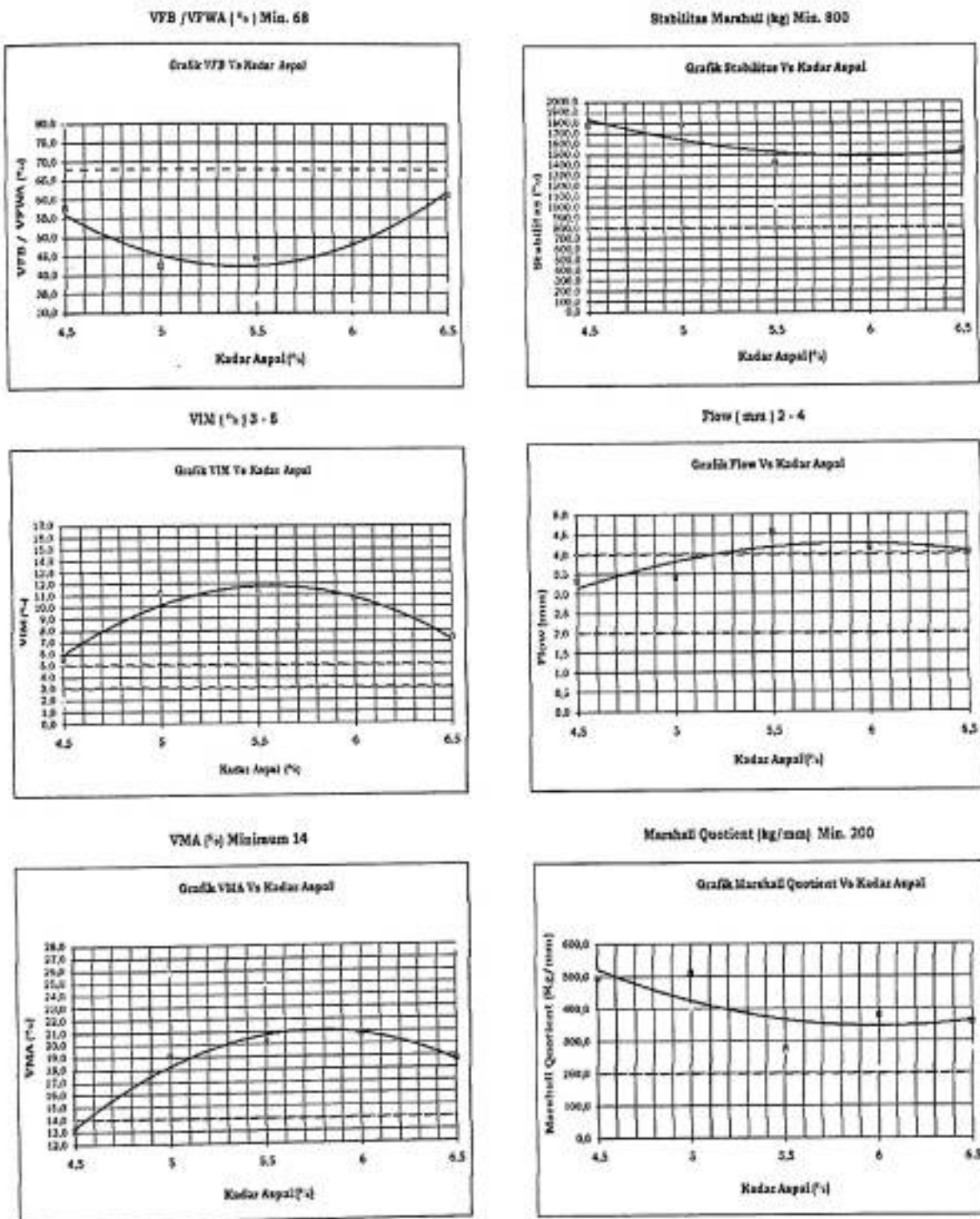
VMA (%) Minimum 14



Marshall Quotient (kg/mm) Min. 200



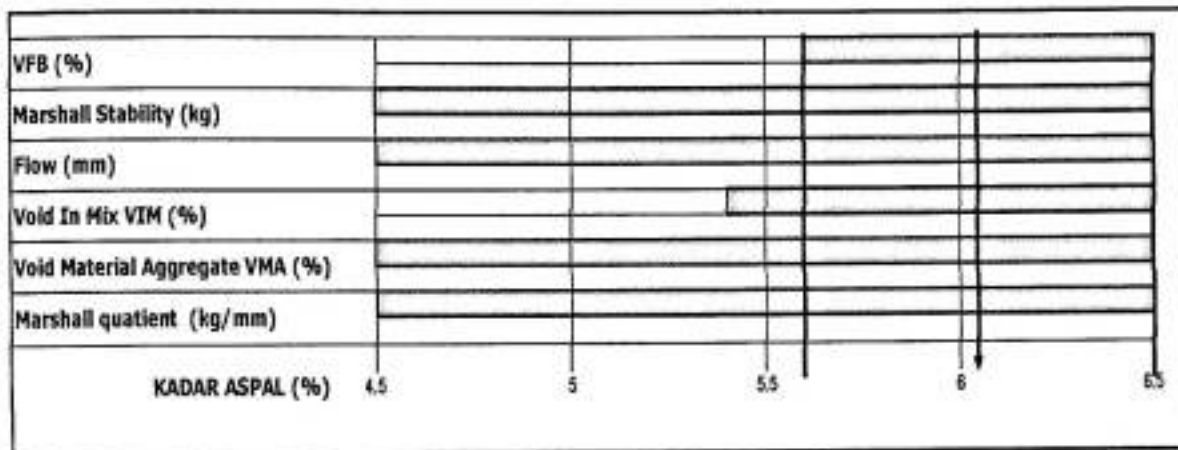
Gambar 27. Grafik hubungan parameter Marshall dengan komposisi pencampuran Agregat Halus 25% Pasir dan 5% Batok Kelapa



Gambar 28. Grafik hubungan parameter Marshall dengan komposisi pencampuran *Agregat Halus 20% Pasir dan 10% Batok Kelapa*

Dari grafik hubungan parameter Marshall tersebut dapat diperoleh nilai kadar aspal optimum pada masing-masing komposisi campuran.

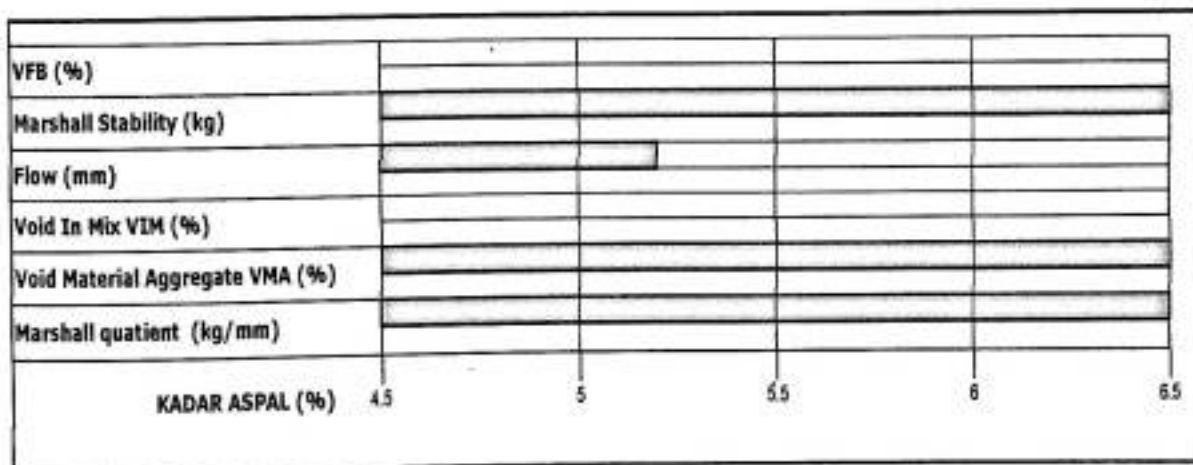
DIAGRAM PENENTUAN KADAR ASPAL OPTIMUM



$$\text{KADAR ASPAL OPTIMUM} = \frac{5.6 + 6.5}{2} = 6.05 \%$$

Gambar 29. Penentuan Kadar Aspal Optimum dengan komposisi pencampuran *Agregat Halus 25% Pasir dan 5% Batok Kelapa*

DIAGRAM PENENTUAN KADAR ASPAL OPTIMUM

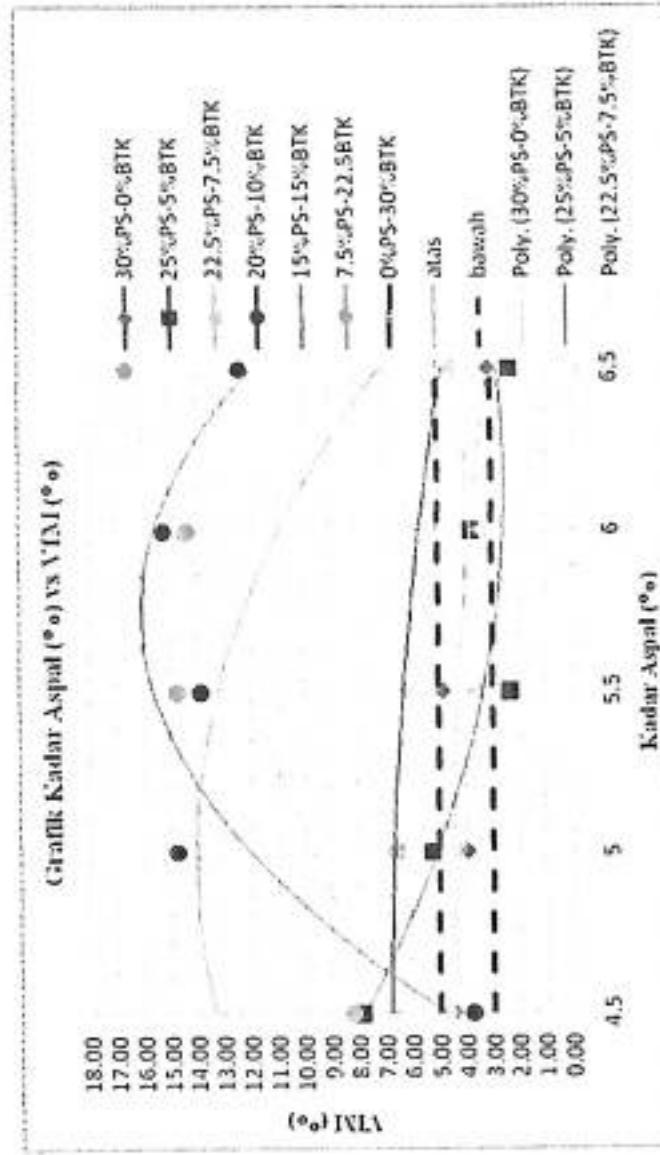


$$\text{KADAR ASPAL OPTIMUM} = \frac{0.0 + 0.0}{2} = 0.00 \%$$

Gambar 30. Penentuan Kadar Aspal Optimum dengan komposisi pencampuran *Agregat Halus 20% Pasir dan 10% Batok Kelapa*

Tabel 30. Rekapitulasi Spesifikasi Karakteristik Marshall Void in Mix

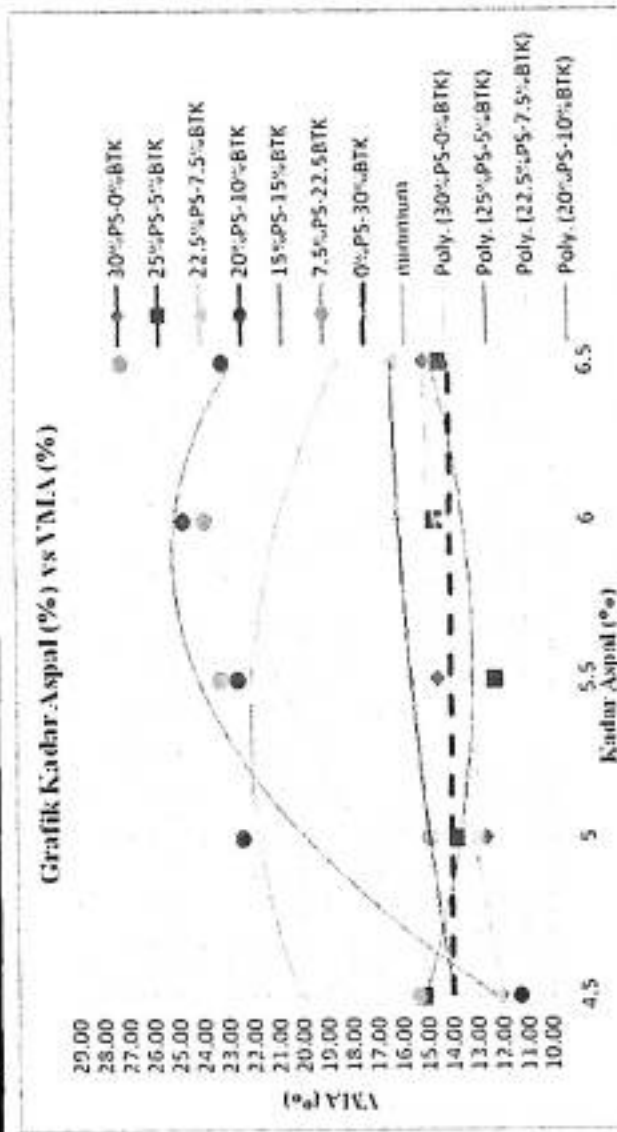
Kadar Aspal (%)	VIM (%)									
	30%PS:0%BTK	25%PS:5%BTK	22,5%PS:7,5%BTK	20%PS:10%BTK	15%PS:15%BTK	7,5%PS:22,5%BTK	0%PS:30%BTK			
4,5	4.48	7.87	4.78	3.73	13.06	8.21	6.83			
5,0	3.95	5.28	4.50	14.73	14.99	6.58	6.56			
5,5	4.84	2.29	3.64	13.81	12.33	14.67	6.28			
6,0	3.57	3.75	3.44	15.22	11.20	14.33	5.80			
6,5	3.07	2.32	4.67	12.40	7.15	16.62	4.75			



Gambar 31. Grafik Rekapitulasi Spesifikasi Karakteristik Marshall Void in Mix

Tabel 31. Rekapitulasi Spesifikasi Karakteristik Marshall Voin Material Aggregate

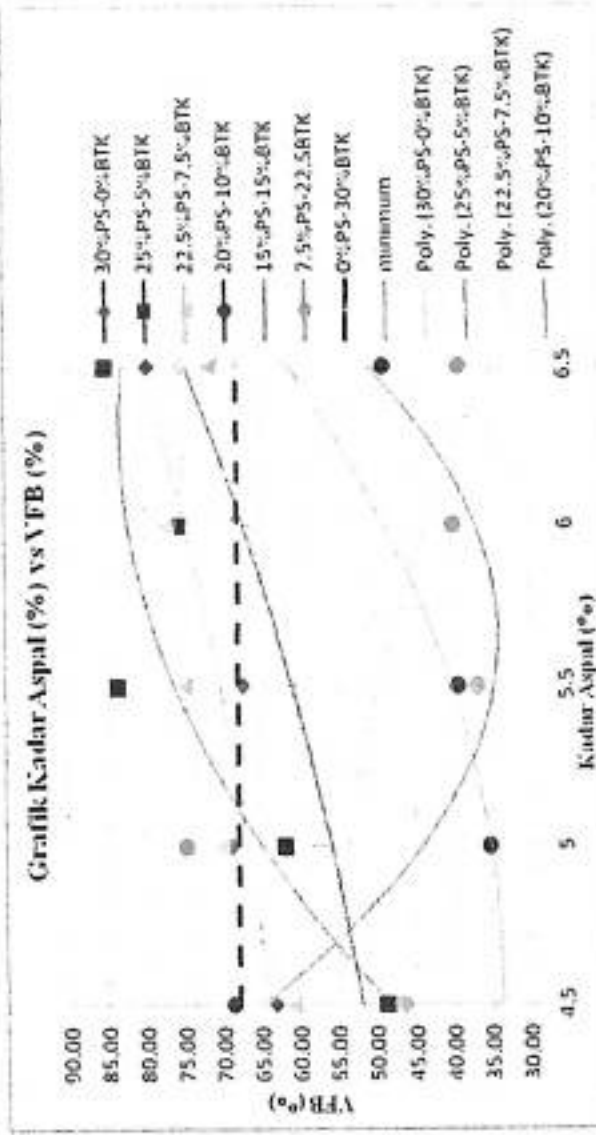
Kadar Aspal (%)	VMA (%)							
	30%PS-0%BTK	25%PS-5%BTK	22,5%PS-7,5%BTK	20%PS-10%BTK	15%PS-15%BTK	7,5%PS-22,5%BTK	0%PS-30%BTK	
4,5	12,07	15,16	12,29	11,31	19,87	15,34	14,02	
5,0	12,67	13,84	13,11	22,40	22,60	14,88	14,81	
5,5	14,54	12,21	13,40	22,52	21,15	23,20	15,58	
6,0	14,46	14,57	14,27	24,72	21,11	23,83	16,18	
6,5	15,07	14,36	16,40	23,15	18,50	27,20	16,26	



Gambar 32. Grafik Rekapitulasi Spesifikasi Karakteristik Marshall Voin Material Aggregate

Tabel 32. Rekapitulasi Spesifikasi Karakteristik Marshall VFB

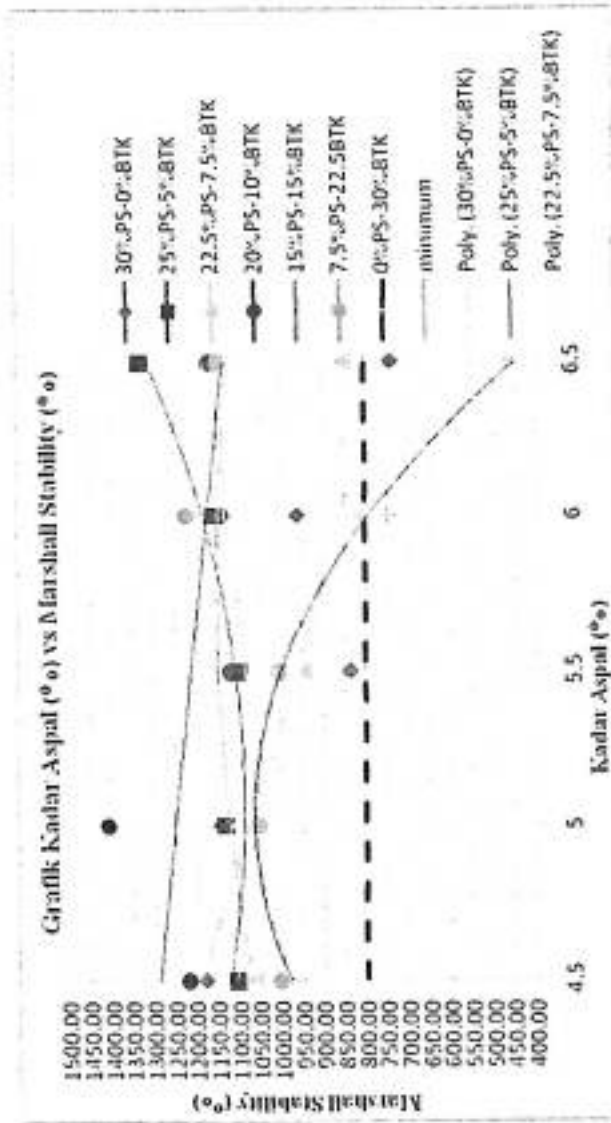
Kadar Aspal (%)	VFB (%)									
	30%PS-0%BTK	25%PS-5%BTK	22,5%PS-7,5%BTK	20%PS-10%BTK	15%PS-15%BTK	7,5%PS-22,5%BTK	0%PS-30%BTK			
4,5	63,30	48,72	61,16	68,64	34,28	46,60	51,32			
5,0	68,84	61,88	70,18	35,26	33,75	74,71	57,67			
5,5	67,32	83,51	74,94	39,24	41,99	36,78	60,43			
6,0	76,42	75,66	77,35	39,80	48,11	39,86	66,29			
6,5	79,62	84,96	71,54	48,82	61,39	38,97	75,21			



Gambar 33. Grafik Rekapitulasi Spesifikasi Karakteristik Marshall VFB

Tabel 33. Rekapitulasi Spesifikasi Karakteristik Marshall Stability

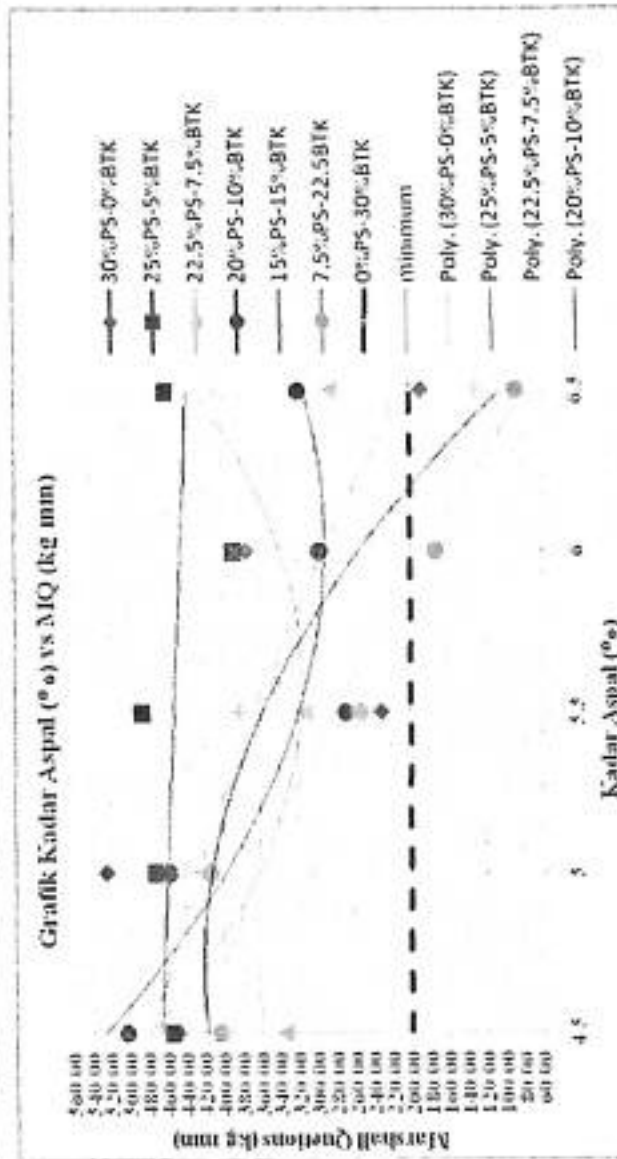
Kadar Aspal (%)	MARSHALL STABILITY (%)									
	30%PS:0%BTK	25%PS:5%BTK	22.5%PS:7.5%BTK	20%PS:10%BTK	15%PS:15%BTK	7.5%PS:22.5%BTK	0%PS:30%BTK			
4.5	1180.00	1105.00	1071.50	1222.00	1079.50	1007.00	964.00			
5.0	1145.50	1129.00	1106.00	1409.00	1136.50	1054.50	1094.00			
5.5	835.00	1098.50	948.00	1115.00	1047.50	1005.00	1013.50			
6.0	957.00	1153.00	819.50	1137.50	1258.00	1220.50	745.50			
6.5	738.00	1326.50	851.00	1164.50	1078.00	1146.00	463.50			



Gambar 34. Grafik Rekapitulasi Spesifikasi Karakteristik Marshall Stability

Tabel 34. Rekapitulasi Spesifikasi Karakteristik Marshall Questions

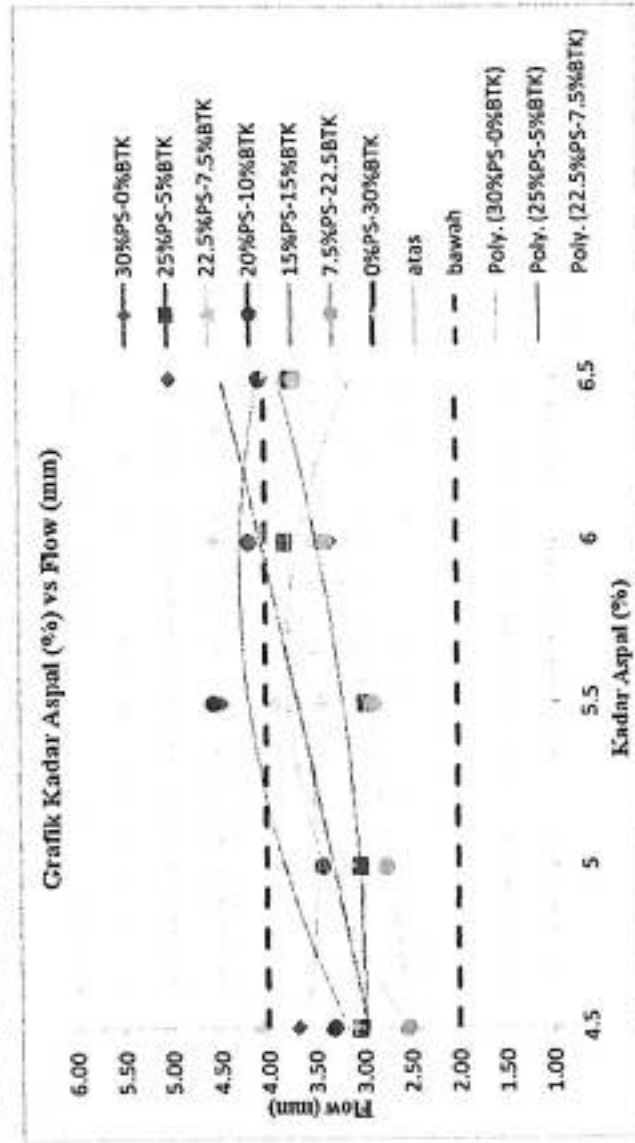
Kadar Aspal (%)	Marshall Questions (kg/mm)									
	30%PS-0%BTK	25%PS-5%BTK	22,5%PS-7,5%BTK	20%PS-10%BTK	15%PS-15%BTK	7,5%PS-22,5%BTK	0%PS-30%BTK			
4,5	448,48	453,79	335,30	502,75	503,83	403,80	397,22			
5,0	523,47	471,45	422,21	456,05	308,63	412,40	440,86			
5,5	230,51	484,24	312,73	269,23	319,37	252,82	381,68			
6,0	374,22	386,40	306,11	295,06	385,97	171,93	191,49			
6,5	187,68	459,54	285,89	317,44	404,65	86,18	129,36			



Gambar 35. Grafik Rekapitulasi Spesifikasi Karakteristik Marshall Questions

Tabel 35. Rekapitulasi Spesifikasi Karakteristik Marshall Flow

Kadar Aspal (%)	FLOW (mm)							
	30% PS:0%BTK	25%PS:5%BTK	22.5%PS:7.5%BTK	20%PS:10%BTK	15%PS:15%BTK	7.5% PS:22.5%BTK	0% PS:30%BTK	
4,5	3.69	3.03	4.10	3.30	2.41	2.53	3.08	
5,0	3.05	3.03	3.88	3.42	3.73	2.76	3.15	
5,5	4.46	2.95	3.94	4.55	3.61	2.88	3.43	
6,0	3.33	3.80	3.56	4.16	3.55	3.40	4.53	
6,5	5.00	3.73	3.92	4.05	3.18	3.68	4.25	



Gambar 36. Grafik Rekapitulasi Spesifikasi Karakteristik Marshall Flow

Dari grafik penentuan kadar aspal optimum didapat Kadar Aspal Optimum dari perbandingan komposisi pencampuran *agregat halus* yang berbeda dapat dilihat bahwa untuk pemakaian *agregat halus* dengan perbandingan 25 % Pasir dan 5% Batok Kelapa diperoleh nilai KAO = 6,05 %, Sedangkan untuk penentuan nilai KAO pada komposisi pencampuran agregat halus 20,0 % Pasir dan 10,0% Batok Kelapa tidak dapat dilakukan karena VMA dan VIM tidak memenuhi karakteristik Marshall.

Jadi campuran yang memenuhi spesifikasi untuk di uji lebih lanjut yaitu pencampuran Agregat halus dengan variasi campuran 25% Pasir dan 5% Batok Kelapa, serta 22,5% Pasir dan 7,5% Batok Kelapa.

Tabel 36. Nilai Karakteristik *Marshall* Campuran pada Kondisi Optimum

Variasi Pencampuran Agregat Halus	Sampel	Kadar Aspal (%)	Karakteristik Marshall					
			VIM (%)	VMA (%)	VF _B (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)
25 % Pasir : 5 % Batok Kelapa	I	6.05	3.78	14.71	74.29	1397	3.60	471.54
	II	6.05	4.51	15.23	70.41	1385	3.90	431.52
	III	6.05	6.09	19.07	68.05	1286	3.40	459.47
	<i>Rata-rata</i>		4.79	16.34	70.92	1356	3.63	454.18
22.5 % Pasir : 7.5 % Batok Kelapa	I	6.13	4.75	15.71	69.75	1329	3.40	442.61
	II	6.13	4.88	15.83	69.16	1342	3.20	477.13
	III	6.13	4.64	15.61	70.30	1327	3.30	451.37
	<i>Rata-rata</i>		4.76	15.72	69.73	1332.67	3.30	457.04

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari tabel 36. Nilai Karakteristik *Marshall* Campuran Aspal Beton untuk Kondisi Optimum didapat nilai-nilai:

- VIM pada komposisi pencampuran Agregat Halus 25% pasir dan 5% Batok Kelapa lebih tinggi dari pada pencampuran Agregat Halus 22.5% pasir dan 7.5% Batok Kelapa yaitu 4,79% : 4,76%. Hal ini mengindikasikan bahwa presentase rongga dalam campuran Agregat Halus 25% pasir dan 5% Batok Kelapa lebih



tinggi daripada pencampuran Agregat Halus 22.5% pasir dan 7.5% Batok Kelapa.

- VMA pada komposisi pencampuran Agregat Halus 25% pasir dan 5% Batok Kelapa lebih tinggi daripada pencampuran Agregat Halus 22.5% pasir dan 7.5% Batok Kelapa yaitu 16,34% : 15,72%. Hal ini mengindikasikan bahwa rongga antar butir diantara partikel yang dipadatkan dalam campuran Agregat Halus 25% pasir dan 5% Batok Kelapa lebih tinggi daripada pencampuran Agregat Halus 22.5% pasir dan 7.5% Batok Kelapa.
- VFB pada komposisi pencampuran Agregat Halus 25% pasir dan 5% Batok Kelapa lebih rendah daripada pencampuran Agregat Halus 22.5% pasir dan 7.5% Batok Kelapa yaitu 70,92% : 69,73%. Hal ini mengindikasikan bahwa rongga pada aspal dalam campuran Agregat Halus 25% pasir dan 5% Batok Kelapa lebih tinggi daripada pencampuran Agregat Halus 22.5% pasir dan 7.5% Batok Kelapa.
- Stabilitas pada komposisi pencampuran Agregat Halus 25% pasir dan 5% Batok Kelapa lebih tinggi daripada pencampuran Agregat Halus 22.5% pasir dan 7.5% Batok Kelapa yaitu 1356 kg : 1332.67 kg. Hal ini mengindikasikan bahwa kemampuan campuran beraspal memikul beban maksimum sebelum hancur dalam campuran Agregat Halus 25% pasir dan 5% Batok Kelapa lebih tinggi daripada pencampuran Agregat Halus 22.5% pasir dan 7.5% Batok Kelapa.
- Flow pada komposisi pencampuran Agregat Halus 25% pasir dan 5% Batok Kelapa lebih tinggi daripada pencampuran Agregat Halus 22.5% pasir dan 7.5% Batok Kelapa yaitu 3.63 mm : 3,30 mm. Hal ini mengindikasikan bahwa campuran Agregat Halus 25% pasir dan 5% Batok Kelapa lebih lentur daripada pencampuran Agregat Halus 22.5% pasir dan 7.5% Batok Kelapa.

- MQ pada komposisi pencampuran Agregat Halus 25% pasir dan 5% Batok Kelapa lebih rendah daripada pencampuran Agregat Halus 22.5% pasir dan 7.5% Batok Kelapa yaitu 454.18 kg/mm : 457,04 kg/mm.

Secara keseluruhan komposisi campuran 25% pasir dan 5% Batok Kelapa memiliki nilai parameter marshall yang tinggi dibandingkan dengan komposisi campuran 22.5% pasir dan 7,5% Batok Kelapa pada kondisi optimum.

4.3 Analisis Pengujian Perendaman *Marshall*

4.3.1 Perendaman Marshall 30 menit

Dari hasil pengujian perendaman Marshall dengan kondisi optimum selama 30 menit dengan masing-masing komposisi campuran filler yang berbeda, diperoleh hasil seperti terlihat pada Tabel 37. sebagai berikut :

Tabel 37. Nilai Karakteristik *Marshall* Campuran pada perendaman 30 menit

Variasi Pencampuran Agregat Halus	Benda Uji	Kadar Aspal (%)	Karakteristik Marshall					
			VIM (%)	VMA (%)	VFB (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)
25 % Pasir : 5 % Batok Kelapa	I	6.05	3.78	14.71	74.29	1397	3.60	471.54
	II	6.05	4.51	15.23	70.41	1385	3.90	431.52
	III	6.05	6.09	19.07	68.05	1286	3.40	459.47
	<i>Rata-rata</i>		4.79	16.34	70.92	1356	3.63	454.18
22.5 % Pasir : 7.5 % Batok Kelapa	I	6.13	4.75	15.71	69.75	1329	3.40	442.61
	II	6.13	4.88	15.83	69.16	1342	3.20	477.13
	III	6.13	4.64	15.61	70.30	1327	3.30	451.37
	<i>Rata-rata</i>		4.76	15.72	69.73	1332.67	3.30	457.04

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari Tabel 37. dapat diperoleh nilai parameter Marshall tertinggi pada komposisi campuran 25 % pasir dan 5 % Batok Kelapa yaitu nilai VIM, VMA, VFB,

Stabilitas, dan Flow sedangkan pada komposisi campuran 22.5% pasir dan 7.5% Batok Kelapa nilai tertinggi yaitu MQ.

4.3.2 Perendaman Marshall 24 Jam

Dari hasil pengujian perendaman Marshall dengan kondisi optimum selama 24 jam dengan masing-masing komposisi campuran filler yang berbeda, diperoleh hasil seperti terlihat pada tabel 38. berikut:

Tabel 38. Nilai Karakteristik *Marshall* Campuran pada perendaman 24 jam

Variasi Pencampuran Agregat Halus	Benda Uji	Kadar Aspal (%)	Karakteristik Marshall Campran Beraspal					
			VIM (%)	VMA (%)	VFB (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)
25 % Pasir : 5 % Batok Kelapa	I	6.05	5.02	15.80	68.25	1217	3.60	471.54
	II	6.05	4.72	15.41	69.41	1279	3.90	431.52
	III	6.05	4.91	18.06	72.79	1185	3.40	459.47
	Rata-rata			4.88	16.42	70.15	1227	3,63
22.5 % Pasir : 7.5 % Batok Kelapa	I	6.13	4.84	15.79	69.37	1137	3.40	442.61
	II	6.13	4.69	15.65	70.07	1146	3.20	477.13
	III	6.13	4.39	15.39	71.47	1172	3.30	451.37
	Rata-rata			4.64	15,61	70.30	1151	3,30

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari Tabel 38. dapat diperoleh nilai parameter Marshall tertinggi pada komposisi campuran 25 % pasir dan 5% Batok Kelapa yaitu nilai VIM, VMA, dan Stabilitas, Flow, dan MQ sedangkan pada komposisi campuran 22.5% pasir dan 7.5% Batok Kelapa nilai tertinggi yaitu VFB.

4.4 Analisis Indeks Kekuatan Sisa (IKS)

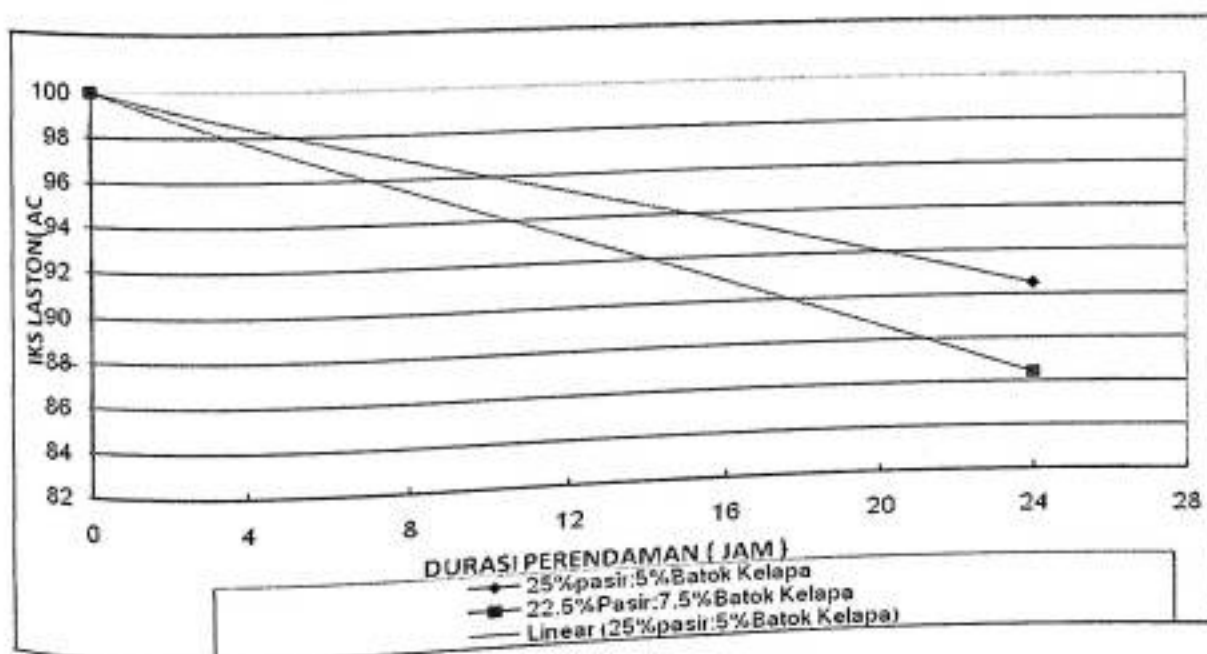
Pengujian perendaman *Marshall* dilakukan menurut prosedur pengujian dimana waktu perendaman dibagi atas 2 kelompok, yaitu Kelompok 1 benda uji direndam selama 30 menit dan kelompok, II benda uji direndam selama 24 jam, dengan kondisi suhu air selama perendaman adalah 60°. Kemudian dilakukan uji

Marshall dimana nilai stabilitas kelompok I adalah S1 dan nilai stabilitas kelompok II adalah S2, dengan membandingkan S2/S1 maka akan diperoleh nilai Indeks Kekuatan Sisa (IKS) untuk masing-masing jenis campuran. Nilai rata-rata karakteristik *Marshall* kedua jenis campuran dalam kondisi optimum setelah perendaman 30 menit dan 24 jam dapat dilihat pada Tabel 37. dan Tabel 38. sedangkan nilai IKS yang diperoleh, dapat dilihat pada Tabel 39.

Tabel 39. Data Hasil Perendaman *Marshall*

No.	Durasi Perendaman (jam)	Kadar Aspal (%)	Stabilitas (kg)		Indeks Kekuatan Sisa (IKS) (%)		Spesifikasi
			25% PS : 5% BTK	22.5% PS : 7.5% BTK	25% PS : 5% BTK	22.5% PS : 7.5% BTK	
1	0,5	Opt.	1397.00	1137.00	100	100	Min. 75 %
2	0,5	Opt.	1384.00	1342.00			
3	0,5	Opt.	1286.00	1327.00			
Rata-rata			1356.00	1332.67			
1	24	Opt.	1217.00	1137.00	90,49	86,42	
2	24	Opt.	1279.00	1146.00			
3	24	Opt.	1185.00	1172.00			
Rata-rata			1227.00	1151.67			

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 37. Grafik Hubungan IKS Laston (AC) dengan Durasi Perendaman

Tabel 39. dan Gambar 37. memperlihatkan hubungan IKS terhadap lama perendaman. Dari gambar tersebut terlihat Nilai IKS campuran beton aspal yang menggunakan *agregat halus* dengan komposisi campuran 25 % pasir dan 5 % Batok Kelapa berada diatas 22.5 % pasir dan 7.5 % Batok Kelapa.

Nilai IKS untuk campuran beton aspal pada KAO yang menggunakan komposisi campuran agregat halus 25 % pasir dan 5 % Batok Kelapa adalah 90.49 %, dibandingkan komposisi campuran agregat halus 22.5 % pasir dan 7.5 % Batok Kelapa yang memiliki nilai 86.42 %. Hal ini mengindikasikan bahwa *agregat halus* berupa *Batok Kelapa* memberikan perbedaan kenaikan IKS yang memberikan arti bahwa *agregat halus* berupa *Batok Kelapa* dengan komposisi 25 % pasir dan 5 % Batok Kelapa masih sedikit lebih kuat dibandingkan dengan komposisi 22.5 % pasir dan 7.5 % Batok Kelapa terhadap kondisi perendaman pada air dengan suhu 6°C.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis data yang dilakukan pada penelitian ini, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil pengujian pemeriksaan sifat bahan untuk *agregat halus* berupa Batok Kelapa yang diambil dari Kab. Sidrap memenuhi spesifikasi Bina Marga sehingga dapat digunakan sebagai bahan alternatif agregat halus pada campuran aspal beton.
2. Hasil pengujian Laboratorium, rencana campuran aspal beton dengan menggunakan Batok Kelapa diperoleh campuran yang efektif yaitu campuran 25% pasir dan 5% Batok Kelapa.
3. Nilai Indeks Kekuatan Sisa (IKS) campuran aspal beton untuk agregat halus Batok Kelapa akibat perlakuan perendaman Marshall (Marshall Immersion) selama 24 jam masih berada diatas nilai batas minimum 75 %.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian yang dilakukan ada beberapa hal yang disarankan, adalah sebagai berikut

1. Pengujian karakteristik agregat halus berupa Batok Kelapa dan Pasir sebagai campuran aspal beton perlu dilakukan studi lebih lanjut, dengan menggunakan campuran dari tipe aspal beton lainnya.
2. Diperlukan studi lebih lanjut untuk kejelasan dari posisi batok kelapa itu sendiri. Baik dari sifatnya sebagai bahan organik dan fungsinya didalam campuran aspal beton.
3. Diperlukan perhatian khusus berupa pengeringan dan pembersihan Batok Kelapa agar spesifikasi karakteristiknya memenuhi spesifikasi Bina Marga.

DAFTAR PUSTAKA

1. Departemen Pekerjaan Umum. (1990). *Standar Nasional Indonesia (SNI) Mengenai Perkerasan Jalan*. Edisi Akhir. Jakarta.
2. (1999), *Pedoman Perencanaan Campuran Beraspal Panas Dengan Pendekatan Kepadatan Mutlak* No: 028/T/BM/I999, Pedoman Teknik. Jakarta.
3. (2007). *Bahan Aspal dan Asbuton untuk Perkerasan Jalan*, Februari, Jakarta.
4. Dinas Prasarana Wilayah Pemerintah Provinsi Sulawesi Selatan. (2007). *Spesifikasi Teknis*. Makassar.
5. Hustim, Muralia, S.T., Ramli, M.I., S.T. (2004). *Studi Pengaruh Prosentase Pasir dalam Campuran Beraspal Terhadap Kinerja Campuran yang Dirancang dengan Pendekatan Metode Kepadatan Mutlak*, Simposium VII FSTPT. Universitas Katolik Parahyangan: Bandung.
6. Santosa, Andasuryani, dan Yusriah. 2007. *Studi Mekanik Tempurung Kelapa*. Jurnal Teknologi Pertanian Andalas. Vol. 11. No. 1, Maret 2007.
7. Sukirman, Silvia. (1993). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Nova: Bandung.
8. (2003). *Beton Aspal Campuran Panas*. Nova: Bandung.



**Laboratorium Rekayasa Transportasi
Jurusan Sipil Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin**

Nama : - Sukiman / D111 04 066
 - Nurfadhila M. Eta / D111 04 082
 Jenis Material : Chipping
 Sumber Material : Bili - Bili
 Tgl. Pengujian : Mei 2009

TABEL ANALISA SARINGAN AGREGAT CHIPPING

Berat Kering = 1500gram

Saringan		Berat tertahan	Berat Kumulatif	Jumlah Persen	
Bukaan	mm			tertahan	Lolos
1"	25.400	0.00	0.0	0.00	100.0
3/4"	19.100	320.00	320.0	21.33	78.7
3/8"	9.520	854.90	1174.90	78.33	21.67
No. 4	4.760	176.00	1350.90	90.06	9.94
No. 8	2.320	80.40	1431.30	95.42	4.58
No. 30	0.590	38.50	1469.80	97.99	2.01
No. 50	0.300	14.50	1484.30	98.95	1.05
No. 100	0.140	8.70	1493.00	99.53	0.47
No. 200	0.075	5.80	1498.80	99.92	0.08
PAN		1.20	1500.00	100.00	0.00
		1500.00			

Diperiksa Oleh:
 Kepala Laboratorium
 Rekayasa Transprtasi FT - UH

Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly, MT.
 Nip. 131 570 851

LAMPIRAN A.2

**Laboratorium Rekayasa Transportasi
Jurusan Sipil Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin**

Nama : - Sukiman / D111 04 066
- Nurfadhila M. Eta / D111 04 082
Jenis Material : Pasir
Sumber Material : Bili - Bili
Tgl. Pengujian : Mei 2009

TABEL ANALISA SARINGAN AGREGAT PASIR

Berat Kering = 1000gram

Saringan		Berat tertahan	Berat Kumulatif	Jumlah Persen	
Bukaan	mm			tertahan	Lolos
1"	25.400	0.00	0.0	0.00	100.0
3/4"	19.100	0.00	0.0	0.00	100.0
3/8"	9.520	0.00	0.00	0.00	100.00
No. 4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00
No. 8	2.320	260.10	260.10	26.01	73.99
No. 30	0.590	321.10	581.20	58.12	41.88
No. 50	0.300	166.70	747.90	74.79	25.21
No. 100	0.140	100.50	848.40	84.84	15.16
No. 200	0.075	100.70	949.10	94.91	5.09
PAN		50.90	1000.00	100.00	0.00
		1000.00			

Diperiksa Oleh:
Kepala Laboratorium
Rekayasa Transprtasi FT - UH

Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly, MT.
Nlp. 131 570 851

LAMPIRAN A.3

**Laboratorium Rekayasa Transportasi
Jurusan Sipil Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin**

Nama : - Sukiman / D111 04 066
 - Nurfadhila M. Eta / D111 04 082
 Jenis Material : Batok Kelapa
 Sumber Material : Pasar Daya
 Tgl. Pengujian : Mei 2009

TABEL ANALISA SARINGAN BATOK KELAPA

Berat Kering = 1000gram

Saringan		Berat tertahan	Berat Kumulatif	Jumlah Persen	
Bukaan	mm			tertahan	Lolos
1"	25.400	0.00	0.0	0.00	100.0
3/4"	19.100	0.00	0.0	0.00	100.0
3/8"	9.520	0.00	0.00	0.00	100.00
No. 4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00
No. 8	2.320	300.00	300.00	30.00	70.00
No. 30	0.590	353.80	653.80	65.38	34.62
No. 50	0.300	124.70	778.50	77.85	22.15
No. 100	0.140	90.70	869.20	86.92	13.08
No. 200	0.075	70.30	939.50	93.95	6.05
PAN		60.50	1000.00	100.00	0.00
		1000.00			

Diperiksa Oleh:
 Kepala Laboratorium
 Rekayasa Transprtasi FT - UH

Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly, MT.
 Nip. 131 570 851

LAMPIRAN A.4

**Laboratorium Rekayasa Transportasi
Jurusan Sipil Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin**

Nama : - Sukiman / D111 04 066
 - Nurfadhila M. Eta / D111 04 082
 Jenis Material : Debu Batu
 Sumber Material : Bili - Bili
 Tgl. Pengujian : Mei 2009

TABEL ANALISA SARINGAN AGREGAT ABU BATU

Berat Kering = 1000gram

Saringan		Berat tertahan	Berat Kumulatif	Jumlah Persen	
Bukaan	mm			tertahan	Lolos
1"	25.400	0.00	0.0	0.00	100.0
3/4"	19.100	0.00	0.0	0.00	100.0
3/8"	9.520	0.00	0.00	0.00	100.00
No. 4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00
No. 8	2.320	190.60	190.60	19.06	80.94
No. 30	0.590	288.70	479.30	47.93	52.07
No. 50	0.300	197.30	676.60	67.66	32.34
No. 100	0.140	98.60	775.20	77.52	22.48
No. 200	0.075	126.90	902.10	90.21	9.79
PAN		97.90	1000.00	100.00	0.00
		1000.00			

Diperiksa Oleh:
 Kepala Laboratorium
 Rekayasa Transprtasi FT - UH

Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly, MT.
 Nip. 131 570 851

LAMPIRAN A.5



Laboratorium Rekayasa Transportasi
Jurusan Sipil Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR AGREGAT KASAR
Tgl. , Mei 2009

PENGUJI: - SUKIMAN D 111 04 066
- NURFADHILA M. ETA D 111 04 082

BERAT BAHAN : 1000 GRAM

AGREGAT KASAR : CHIPPING

NO. CONTOH		I	II	Rata-rata
Berat contoh kering oven (gr)	A	996.3	997.7	997.00
Berat contoh kering permukaan (gr)	B	1015.0	1016.4	1015.70
Berat contoh dalam air (gr)	C	631.0	630.0	630.50
Berat jenis bulk (atas dasar kering oven)	$\frac{A}{B - C}$	2.595	2.582	2.588
Berat jenis bulk (atas dasar kering permukaan)	$\frac{B}{B - C}$	2.643	2.630	2.637
Berat jenis semu	$\frac{A}{A - C}$	2.727	2.713	2.720
Penyerapan air	$\frac{B - A}{A} \times 100\%$	1.877	1.874	1.876

Makassar, , Mei 2009
Diperiksa oleh :
Kepala Laboratorium
Rekayasa Transportasi

Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly, MT.
Nip. 131 570 851

LAMPIRAN A.6



Laboratorium Rekayasa Transportasi
Jurusan Sipil Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin

**PEMERIKSAAN
BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR AGREGAT HALUS**
Tgl. , Mei 2009

PENGUJI: SUKIMAN D 111 04 066
NURFADHILA M. ETA D 111 04 082

BERAT BAHAN : 1000 GRAM

AGREGAT HALUS : PASIR

NO. CONTOH		I	II	Rata-rata
Berat contoh kering oven (gr)	A	486.3	489.4	487.9
Berat botol+air sampai batas kalibrasi (gr)	B	780.8	780.8	780.8
Berat contoh+botol+air sampai batas kalibrasi (gr)	C	1074.7	1096.9	1085.8
Berat jenis bulk (atas dasar kering oven)	$\frac{A}{B+500-C}$	2.360	2.661	2.510
Berat jenis bulk (atas dasar kering permukaan)	$\frac{500}{B+500-C}$	2.426	2.719	2.572
Berat jenis semu	$\frac{A}{B+A-C}$	2.528	2.824	2.676
Penyerapan air	$\frac{500-A}{A} \times 100\%$	2.817	2.166	2.492

Makassar, , Mei 2009
Diperiksa oleh :
Kepala Laboratorium
Rekayasa Transportasi

Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly, MT.
Nip. 131 570 851

LAMPIRAN A.8



Laboratorium Rekayasa Transportasi
Jurusan Sipil Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR AGREGAT HALUS

Tgl. , Mei 2009

PEMERIKSA : SUKIMAN
NURFADHILA M. ETA

D 111 04 066
D 111 04 082

BERAT BAHAN : 1000 GRAM

AGREGAT HALUS : DEBU BATU

NO. CONTOH		I	II	Rata-rata
Berat contoh kering oven (gr)	A	487.2	486.7	486.95
Berat botol+air sampai batas kalibrasi (gr)	B	790.0	790.0	790.00
Berat contoh+botol+air sampai batas kalibrasi (gr)	C	1095.0	1096.0	1095.50
Berat jenis bulk (atas dasar kering oven)	$\frac{A}{B+500-C}$	2.498	2.509	2.504
Berat jenis bulk (atas dasar kering permukaan)	$\frac{500}{B+500-C}$	2.564	2.577	2.571
Berat jenis semu	$\frac{A}{B+A-C}$	2.674	2.693	2.684
Penyerapan air	$\frac{500-A}{A} \times 100\%$	2.627	2.733	2.680

Makassar, , Mei 2009

Diperiksa oleh :
Kepala Laboratorium
Rekayasa Transportasi

Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly, MT.

Nip. 131 570 851

LAMPIRAN A.9

Laboratorium Rekayasa Transportasi
Jurusan Sipil Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin

**PEMERIKSAAN
KEAUSAN AGREGAT DENGAN MESIN LOS ANGELES
Tgl. , Mei 2009**

PEMERIKSA : SUKIMAN

D 111 04 066

NURFADHILA M. ETA

D 111 04 082

Gradasi Saringan		No. Sampel			
		I		II	
Lolos	Tertahan	A	B	C	D
		Berat Sebelum (gr)	Berat Sesudah (gr)	Berat Sebelum (gr)	Berat Sesudah (gr)
3/4"	1/2"	2500	4350.1	2500	4625.8
1/2"	3/8"	2500		2500	
Jumlah Berat (gram)		5000		5000	
Berat Tertahan Saringan No. 12 (gram)		4350.1		4625.8	
Keausan $\frac{A - B}{A} \times 100\%$		$\frac{5000 - 4350}{5000} \times 100\% = 13.00\%$		$\frac{5000 - 4626}{5000} \times 100\% = 7.48\%$	
Rata - rata		10.24%			

Makassar, , Mei 2009

Diperiksa oleh :
Kepala Laboratorium
Rekayasa Transportasi

Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly, MT.

Nip. 131 570 851

LAMPIRAN A.10



**Laboratorium Rekayasa Transportasi
Jurusan Sipil Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin**

**PEMERIKSAAN
INDEKS KEPIPIHAN AGREGAT**

Tgl. , Mei 2009

**PEMERIKSA : SUKIMAN
 NURFADHILA M. ETA**

**D 111 04 066
D 111 04 082**

BERAT BAHAN : 1000 GRAM

MATERIAL : CHIPPING

Nomor	Gradasi Saringan		Ukuran		Berat Lolos (Gram)	Berat Tertahan (Gram)	Total Berat (Gram)
			Thickness Gauge				
			Lebar (mm)	Panjang (mm)			
I	3/4"	1/2"	6.67	38.2	14.5	485.5	500
II	1/2"	3/8"	4.8	25.4	31	469	500
Total					45.5	954.5	1000
Indeks Kepipihan = $\frac{\text{Total Berat A}}{\text{Total Berat C}} \times 100 \%$					$\frac{45.5}{1000} \times 100\% = 4.55\%$		

Makassar, , Mei 2009

Diperiksa oleh :
Kepala Laboratorium
Rekayasa Transportasi

Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly, MT.

Nip. 131 570 851

LAMPIRAN A.11



**Laboratorium Rekayasa Transportasi
Jurusan Sipil Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin**

**PEMERIKSAAN
INDEKS KELONJONGAN AGREGAT**

Tgl. , Mei 2009

PEMERIKSA : SUKIMAN
NURFADHILA M. ETA

D 111 04 066
D 111 04 082

BERAT BAHAN : 1000 GRAM

MATERIAL : CHIPPING

Nomor	Gradasi Saringan	Ukuran Thickness Gauge		Berat Lolos (Gram)	Berat Tertahan (Gram)	Total Berat (Gram)
		Lebar (mm)		A	B	C
I	3/4" 1/2"	10 - 14		153	347	500
II	1/2" 3/8"	6.3 - 10		130.2	369.8	500
Total				283.2	716.8	1000
Indeks Kelonjongan = $\frac{\text{Total Berat B}}{\text{Total Berat C}} \times 100 \%$				$\frac{716.8}{1000} \times 100\% = 71.68\%$		

Makassar, , Mei 2009

Diperiksa oleh :
Kepala Laboratorium
Rekayasa Transportasi

Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly, MT.

Nip. 131 570 851

LAMPIRAN A.12



**Laboratorium Rekayasa Transportasi
Jurusan Sipil Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin**



**PEMERIKSAAN
KADAR LUMPUR PASIR**

Tgl. , Mei 2009

PEMERIKSA : SUKIMAN
NURFADHILA M. ETA

D 111 04 066
D 111 04 082

No.	Uraian	No. Contoh	
		I	II
1.	Tera tinggi tangkai penunjuk ke dalam gelas ukur (gelas dalam keadaan kosong).	10.3	10.3
2.	Baca skala lumpur. (Pembacaan skala permukaan lumpur dilihat pada dinding gelas ukur).	4.0	4.1
3.	Pembacaan skala beban pada gelas ukur (beban dimasukkan pada gelas yang berisi sampel).	14.0	14.1
4.	Pembacaan skala pasir. (Pembacaan 3 - Pembacaan 1)	3.7	3.8
5.	Nilai Sand Equivalent $\frac{\text{Skala Pasir (4)}}{\text{Skala Lumpur (2)}} \times 100\%$	92.50	92.68
6.	Rata-rata nilai Sand Equivalent (%)	92.59	

Makassar, , Mei 2009
Diperiksa oleh :
Asisten Laboratorium
Rekayasa Transportasi

Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly, MT.
Nip. 131 570 851

LAMPIRAN A.13



**Laboratorium Rekayasa Transportasi
Jurusan Sipil Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin**

**PEMERIKSAAN
KELEKATAN AGREGAT TERHADAP ASPAL**

PEMERIKSA : SUKIMAN

NURFADHILA M. ETA

D 111 04 066

D 111 04 082

No.	% Kelekatan Aspal
1	98
2	97
3	100
4	98
5	100
6	98
7	100
8	98
9	100
10	99
Rata-rata	98.8

Makassar, , Mei 2009

Diperiksa oleh :
Kepala Laboratorium
Rekayasa Transportasi

Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly, MT.

Nip. 131 570 851

LAMPIRAN A.14



Laboratorium Rekayasa Transportasi
Jurusan Sipil Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin

PEMERIKSAAN BERAT VOLUME CHIPPING

Tgl, Mei 2009

Penguji : SUKIMAN : D 111 04 066
NURFADHILA M. ETA : D 111 04 082

KODE	KETERANGAN	LEPAS
A	Volume wadah (cm ³)	2461.760
B	Berat wadah kosong (kg)	0.102
C	Berat wadah + benda uji (kg)	0.003
D	Berat benda uji (C - B)	3.355
E	Berat volume = $\frac{D}{A}$ (kg/cm ³)	0.00136

Makassar, , Mei 2009

Diperiksa oleh :
Kepala Laboratorium
Rekayasa Transportasi

Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly, MT.
Nip. 131 570 851

LAMPIRAN A.15



Laboratorium Rekayasa Transportasi
Jurusan Sipil Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin

PEMERIKSAAN BERAT VOLUME PASIR

Tgl, Mei 2009

Penguji : SUKIMAN : D 111 04 066
NURFADHILA M. ETA : D 111 04 082

KODE	KETERANGAN	LEPAS
A	Volume wadah (cm ³)	2461.760
B	Berat wadah kosong (kg)	0.102
C	Berat wadah + benda uji (kg)	0.004
D	Berat benda uji (C - B)	3.542
E	Berat volume = $\frac{D}{A}$ (kg/cm ³)	0.00144

Makassar, Mei 2009

Diperiksa oleh :
Kepala Laboratorium
Rekayasa Transportasi

Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly, MT.
Nip. 131 570 851

LAMPIRAN A.16



Laboratorium Rekayasa Transportasi
Jurusan Sipil Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin

PEMERIKSAAN BERAT VOLUME BATOK KELAPA
Tgl, Mei 2009

Penguji : SUKIMAN : D 111 04 066
NURFADHILA M. ETA : D 111 04 082

KODE	KETERANGAN	LEPAS
A	Volume wadah (cm ³)	2461.760
B	Berat wadah kosong (kg)	0.102
C	Berat wadah + benda uji (kg)	0.001
D	Berat benda uji (C - B)	1.339
E	Berat volume = $\frac{D}{A}$ (kg/cm ³)	0.00054

Makassar, , Mei 2009
Diperiksa oleh :
Kepala Laboratorium
Rekayasa Transportasi

Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly, MT.
Nip. 131 570 851

LAMPIRAN A.17



Laboratorium Rekayasa Transportasi
Jurusan Sipil Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin

PEMERIKSAAN BERAT VOLUME DEBU BATU
Tgl, Mei 2009

Penguji : SUKIMAN : D 111 04 066
NURFADHILA M. ETA : D 111 04 082

KODE	KETERANGAN	LEPAS
A	Volume wadah (cm ³)	2461.760
B	Berat wadah kosong (kg)	0.102
C	Berat wadah + benda uji (kg)	0.004
D	Berat benda uji (C - B)	3.562
E	Berat volume = $\frac{D}{A}$ (kg/cm ³)	0.00145

Makassar, Mei 2009
Diperiksa oleh :
Kepala Laboratorium
Rekayasa Transportasi

Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly, MT.
Nip. 131 570 851

LAMPIRAN A.18



Laboratorium Rekayasa Transportasi
Jurusan Sipil Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin

REKAPITULASI
DATA PEMERIKSAAN AGREGAT

PEMERIKSA : SUKIMAN

NURFADHILA M. ETA

D 111 04 066

D 111 04 082

Pemeriksaan	Benda Uji	Spesifikasi		Satuan
		Min	Max	
1. Berat Jenis				
- Chipping	2.588	2.5	-	-
- Pasir	2.510	2.5	-	-
- Batok Kelapa	2.374	2.5	-	-
- Debu Batu	2.504	2.5	-	-
2. Penyerapan Air				
- Chipping	1.876	-	3	%
- Pasir	2.807	-	3	%
- Batok Kelapa	2.807	-	3	%
- Debu Batu	2.680	-	3	%
3. Indeks Kepipihan	4.550	-	25	%
4. Indeks Kelonjongan	71.680	-	-	%
5. Keausan Agregat	10.241	-	40	%
6. Kadar Lumpur	92.591	50	-	%
7 Kelekatan Agregat	98.800	95	-	%
8 Berat Volume				
- Chipping	0.0014	-	-	%
- Pasir	0.0014	-	-	%
- Batok Kelapa	0.0005	-	-	%
- Debu Batu	0.0014	-	-	%

Petunjuk Pelaksanaan Lapisan Aspal Beton (Laston) untuk Jalan
Raya, SNI No. 1737 - 1989 - F

Makassar, , Mei 2009

Diperiksa oleh :
Kepala Laboratorium
Rekayasa Transportasi

Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly, MT.

Nip. 131 570 851

LAMPIRAN B.1



**Laboratorium Rekayasa Transportasi
Jurusan Sipil Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin**

**PEMERIKSAAN
BERAT JENIS ASPAL**

PEMERIKSA : SUKIMAN
NURFADHILA M. ETA

D 111 04 066
D 111 04 082

No. Sampel	A (gr)	B (gr)	C (gr)	D (gr)	Bj (gr/cc)
1	40.4	118.7	100.8	121.2	1.043
2	40.2	107.3	96.2	109.3	1.037
					1.040

Keterangan :

- A = Berat Piknometer (gr)
- B = Berat Piknometer + Air Suling (gr)
- C = Berat Piknometer + Aspal (gr)
- D = Berat Piknometer + Air Suling + Aspal (gr)
- Bj = Berat jenis

Makassar, , Mei 2009
Diperiksa oleh :
Kepala Laboratorium
Rekayasa Transportasi

Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly, MT.
Nip. 131 570 851

LAMPIRAN B.3



Laboratorium Rekayasa Transportasi
Jurusan Sipil Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin

**PEMERIKSAAN
PENETRASI ASPAL SETELAH KEHILANGAN BERAT**

Mei 2009

PEMERIKSA : SUKIMAN
NURFADHILA M. ETA

D 111 04 066

D 111 04 082

***) PENETRASI SETELAH KEHILANGAN BERAT**

Penetrasi Aspal Penurunan 5 detik	No. Sampel	
	I	II
5	68.00	64.00
5	65.00	66.00
5	60.00	68.00
5	67.00	68.00
5	65.00	65.00
Rata-rata	65.00	66.20
Rata-rata Total	65.60	

Makassar, , Mei 2009

Diperiksa oleh :

Kepala Laboratorium
Rekayasa Transportasi

Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly, MT.

Nip. 131 570 851

LAMPIRAN B.4



Laboratorium Rekayasa Transportasi
Jurusan Sipil Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin

**PEMERIKSAAN
PENURUNAN BERAT ASPAL**

Mei 2009

PEMERIKSA : SUKIMAN
NURFADHILA M. ETA

D 111 04 066
D 111 04 082

No. Sampel	A	B	C	D	E	F	G
	(gram)	(gram)	(gram)	(gram)	(gram)	(gram)	(%)
1	9.70	70.60	60.90	70.40	60.70	0.20	0.328
2	8.50	64.80	56.30	64.70	56.20	0.10	0.178
Rata - rata							0.253

Keterangan :

- ⌘ A = Berat Tinbox
- ⌘ B = Berat Tinbox + Aspal sebelum dioven
- ⌘ C = Berat Aspal sebelum dioven
- ⌘ D - A
- ⌘ F = Jumlah Penurunan Berat
= C - E
- ⌘ G = % penurunan berat aspal

Makassar, Mei 2009

Diperiksa oleh :
Kepala Laboratorium
Rekayasa Transportasi

Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly, MT,
Nip. 131 570 851

LAMPIRAN B.5



Laboratorium Rekayasa Transportasi
Jurusan Sipil Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin

PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK ASPAL

PEMERIKSA : SUKIMAN
NURFADHILA M. ETA

D 111 04 066
D 111 04 082

No.	Suhu Bola Jatuh (°C)		Waktu (Detik)	
	I	II	I	II
1	5	5	00 ° 00 ' 00 "	00 ° 00 ' 00 "
2	10	10	00 ° 01 ' 45 "	00 ° 01 ' 51 "
3	15	15	00 ° 03 ' 15 "	00 ° 03 ' 25 "
4	20	20	00 ° 04 ' 32 "	00 ° 05 ' 37 "
5	25	25	00 ° 05 ' 42 "	00 ° 06 ' 58 "
6	30	30	00 ° 06 ' 40 "	00 ° 08 ' 05 "
7	35	35	00 ° 08 ' 23 "	00 ° 09 ' 49 "
8	40	40	00 ° 09 ' 26 "	00 ° 11 ' 29 "
9	45	45	00 ° 10 ' 35 "	00 ° 13 ' 35 "
10	48	50	00 ° 11 ' 33 "	00 ° 14 ' 19 "
11	49	53	01 ° 11 ' 46 "	00 ° 14 ' 49 "
12				

Makassar, , Mei 2009

Diperiksa oleh :
Kepala Laboratorium
Rekayasa Transportasi

Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly, MT.

Nip. 131 570 851

LAMPIRAN B.6



Laboratorium Rekayasa Transportasi
Jurusan Sipil Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin

**PEMERIKSAAN
TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR ASPAL**

PEMERIKSA : SUKIMAN
NURFADHILA M. ETA

D 111 04 066
D 111 04 082

No.	Suhu Titik Nyala (°C)	Suhu Titik Bakar (°C)	Waktu Titik Nyala (Detik)	Waktu Titik Bakar (Detik)
1	200	200	00 ° 00 ' 00 "	00 ° 00 ' 00 "
2	205	205	00 ° 21 ' 49 "	00 ° 21 ' 49 "
3	210	210	00 ° 29 ' 56 "	00 ° 29 ' 56 "
4	215	215	00 ° 36 ' 54 "	00 ° 36 ' 54 "
5	216	216	00 ° 39 ' 11 "	00 ° 39 ' 11 "
6		220		00 ° 45 ' 20 "
7		225		00 ° 58 ' 55 "
8		230		01 ° 08 ' 04 "
9		235		01 ° 17 ' 27 "
10		240		01 ° 31 ' 22 "
11		245		01 ° 48 ' 30 "
12		250		01 ° 57 ' 12 "
13		255		02 ° 14 ' 08 "
14		260		02 ° 39 ' 59 "
15		265		03 ° 00 ' 42 "
16		269		03 ° 15 ' 50 "
17				
18				

Makassar, , Mei 2009

Diperiksa oleh :
Asisten Laboratorium
Rekayasa Transportasi

Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly, MT.
Nip. 131 570 851

LAMPIRAN B.8



Laboratorium Rekayasa Transportasi
Jurusan Sipil Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin

REKAPITULASI DATA PEMERIKSAAN ASPAL

PEMERIKSA : SUKIMAN

D 111 04 066

NURFADHILA M. ETA

D 111 04 082

Pemeriksaan	Benda Uji		Spesifikasi Per. 60		Satuan
	Min	Max	Min	Max	
1. Berat jenis aspal	1.040		1	-	
2. Penetrasi					
- Sebelum kehilangan	71.16	71.4414	60	79	0,1 mm
- Setelah kehilangan	64.75	66.4485	50	-	% semula
2. Penurunan berat aspal	0.146	0.35964	-	0.4	% berat
4. Titik lembek aspal	53.828		48	54	°C
5. Titik nyala	216		200	-	°C
6. Titik bakar	269		200	-	°C
7. Daktilitas	112		100	-	°C

Makassar, , Mei 2009

Diperiksa oleh :
Asisten Laboratorium
Rekayasa Transportasi

Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly, MT.
Nip. 131 570 851

LAMPIRAN C

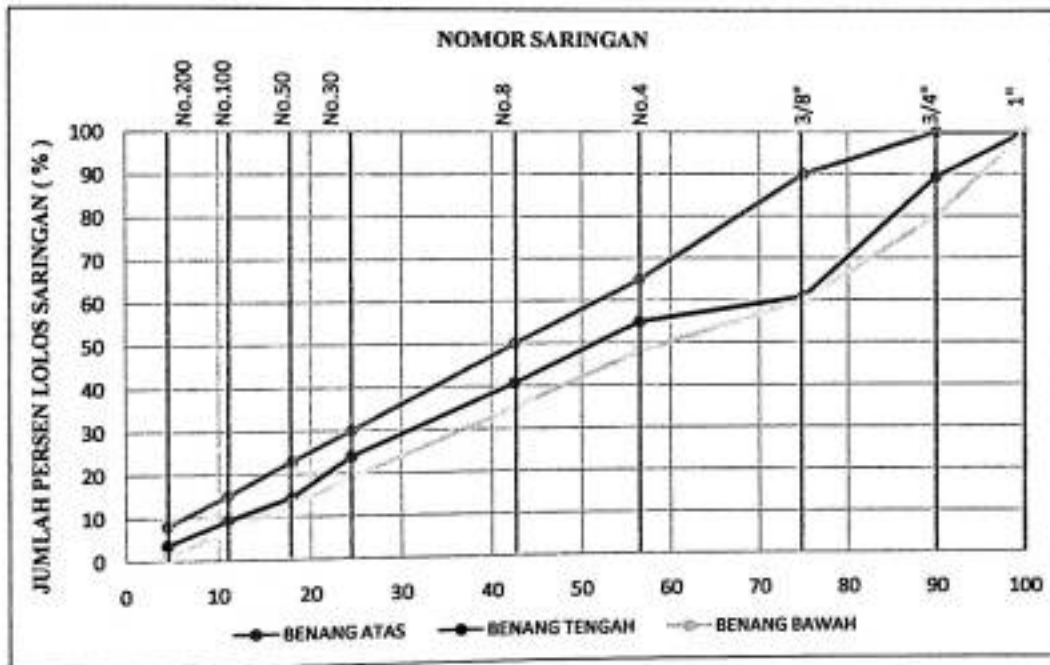


Laboratorium Rekayasa Transportasi
 Jurusan Sipil Fakultas Teknik
 Universitas Hasanuddin

PROPORSI AGREGAT GABUNGAN AC

Saringan		Cipping	Pasir	Betok	Abu batu	Ag.Gab.	Spesifikasi
Bukaan	mm	50.0%	30.0%	0.0%	20.0%	100%	
1"	25.4	50	30	0	20	100	100
3/4"	19.1	39	30	0	20	89	80 - 100
3/8"	9.52	10.84	30	0	20	60.84	60 - 90
No. 4	4.76	4.97	30	0	20	54.97	48 - 65
No. 8	2.38	2.29	22.197	0	16.188	40.68	35 - 50
No. 30	0.59	1.01	12.56	0	10.41	23.98	19 - 30
No. 50	0.279	0.52	7.56	0	6.47	14.55	13 - 23
No. 100	0.149	0.23	4.55	0	4.50	9.28	7 - 15
No. 200	0.074	0.04	1.53	0	1.96	3.52	1 - 8

KURVA GRADASI AGREGAT GABUNGAN AC

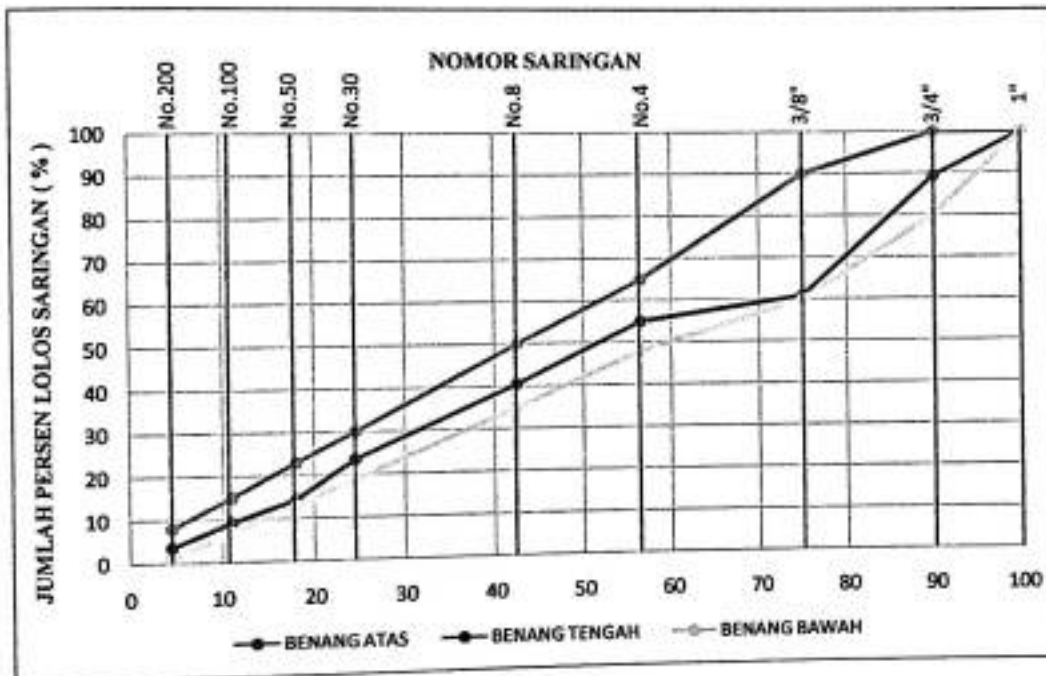




PROPORSI AGREGAT GABUNGAN AC

Saringan	Bukaan mm	Clipping 50.0%	Pasir 25.0%	Batok 5.0%	Abu batu 20.0%	Ag. Gab. 100%	Spesifikasi
1"	25.4	50	25	5	20	100	100
3/4"	19.1	39	25	5	20	89	80 - 100
3/8"	9.52	10.84	25	5	20	60.84	60 - 90
No. 4	4.76	4.97	25	5	20	54.97	48 - 65
No. 8	2.38	2.29	18.50	3.50	16.19	40.48	35 - 50
No. 30	0.59	1.01	10.47	1.73	10.41	23.62	19 - 30
No. 50	0.279	0.52	6.30	1.11	6.47	14.40	13 - 23
No. 100	0.149	0.23	3.79	0.65	4.50	9.17	7 - 15
No. 200	0.074	0.04	1.27	0.30	1.96	3.57	1 - 8

KURVA GRADASI AGREGAT GABUNGAN AC

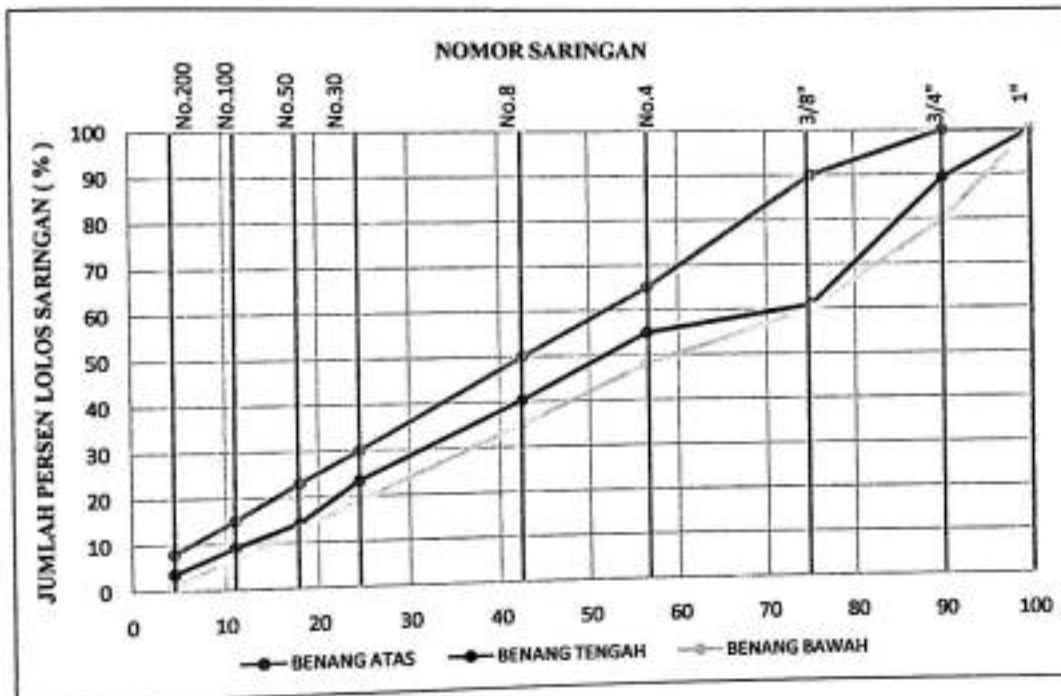




PROPORSI AGREGAT GABUNGAN AC

Saringan		Cipping	Pasir	Batok	Abu batu	Ag.Gab.	Spesifikasi
Bukaan	mm	50.0%	22.50%	7.50%	20.0%	100%	
1"	25.4	50	23	8	20	100	100
3/4"	19.1	39	23	8	20	89	80 - 100
3/8"	9.52	10.84	22.5	7.5	20	60.84	60 - 90
No. 4	4.76	4.97	22.5	7.5	20	54.97	48 - 65
No. 8	2.38	2.29	16.65	5.25	16.19	40.38	35 - 50
No. 30	0.59	1.01	9.42	2.60	10.41	23.44	19 - 30
No. 50	0.279	0.52	5.67	1.66	6.47	14.32	13 - 23
No. 100	0.149	0.23	3.41	0.98	4.50	9.12	7 - 15
No. 200	0.074	0.04	1.15	0.45	1.96	3.60	1 - 8

KURVA GRADASI AGREGAT GABUNGAN AC

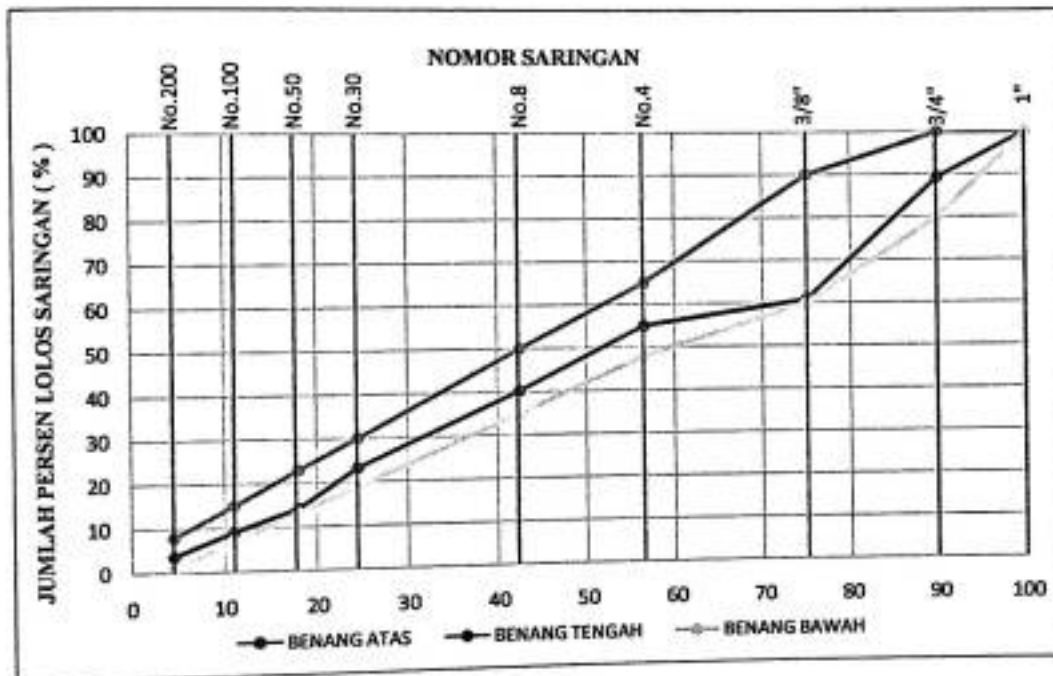




PROPORSI AGREGAT GABUNGAN AC

Saringan		Cipping	Pasir	Batok	Abu batu	Ag.Gab.	Spesifikasi
Bukaan	mm	50.0%	20.0%	10.0%	20.0%	100%	
1"	25.4	50	20	10	20	100	100
3/4"	19.1	39	20	10	20	89	80 - 100
3/8"	9.52	10.84	20	10	20	60.84	60 - 90
No. 4	4.76	4.97	20	10	20	54.97	48 - 65
No. 8	2.38	2.29	14.80	7.00	16.19	40.28	35 - 50
No. 30	0.59	1.01	8.38	3.46	10.41	23.26	19 - 30
No. 50	0.279	0.52	5.04	2.22	6.47	14.25	13 - 23
No. 100	0.149	0.23	3.03	1.31	4.50	9.07	7 - 15
No. 200	0.074	0.04	1.02	0.61	1.96	3.62	1 - 8

KURVA GRADASI AGREGAT GABUNGAN AC

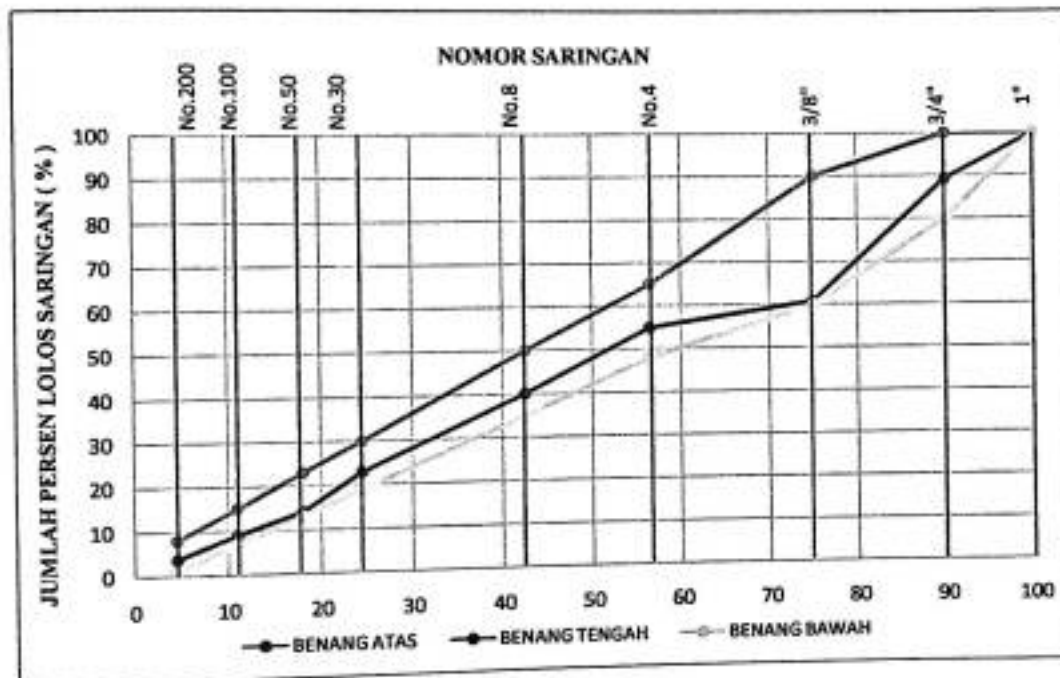




PROPORSI AGREGAT GABUNGAN AC

Saringan		Cipping	Pasir	Batok	Abu batu	Ag.Gab.	Spesifikasi
Bukaan	mm	50.0%	15.0%	15.0%	20.0%	100%	
1"	25.4	50	15.00	15.00	20.00	100.00	100
3/4"	19.1	39	15.00	15.00	20.00	89.33	80 - 100
3/8"	9.52	10.84	15.00	15.00	20.00	60.84	60 - 90
No. 4	4.76	4.97	15.00	15.00	20.00	54.97	48 - 65
No. 8	2.38	2.29	11.10	10.50	16.19	40.08	35 - 50
No. 30	0.59	1.01	6.28	5.19	10.41	22.90	19 - 30
No. 50	0.279	0.52	3.78	3.32	6.47	14.10	13 - 23
No. 100	0.149	0.23	2.27	1.96	4.50	8.97	7 - 15
No. 200	0.074	0.04	0.76	0.91	1.98	3.67	1 - 8

KURVA GRADASI AGREGAT GABUNGAN AC

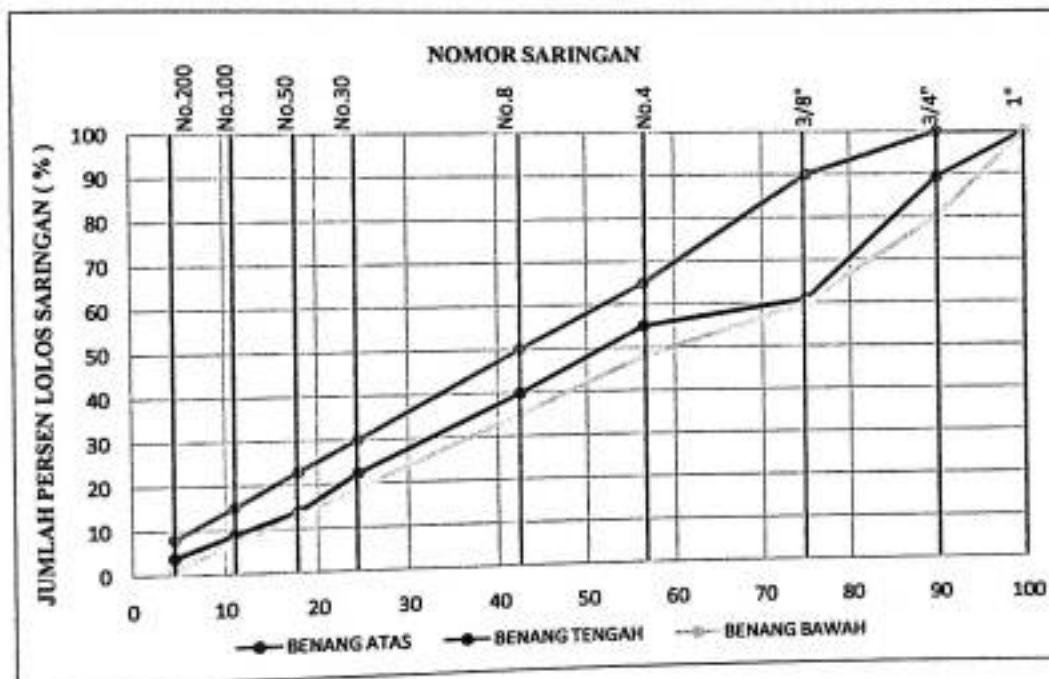




PROPORSI AGREGAT GABUNGAN AC

Saringan		Cipping	Pasir	Batok	Abu batu	Ag.Gab.	Spesifikasi
Bukaan	mm	60.0%	7.50%	22.50%	20.0%	100%	
1"	25.4	50	8	23	20	100	100
3/4"	19.1	39	8	23	20	89	80 - 100
3/8"	9.52	10.84	7.5	22.5	20	60.84	60 - 90
No. 4	4.76	4.97	7.5	22.5	20	54.97	48 - 65
No. 8	2.38	2.29	5.54925	15.75	16.188	39.78	35 - 50
No. 30	0.59	1.01	3.14	7.7895	10.41	22.35	19 - 30
No. 50	0.279	0.52	1.89	4.98375	6.47	13.87	13 - 23
No. 100	0.149	0.23	1.14	2.943	4.50	8.81	7 - 15
No. 200	0.074	0.04	0.38	1.38125	1.96	3.74	1 - 8

KURVA GRADASI AGREGAT GABUNGAN AC

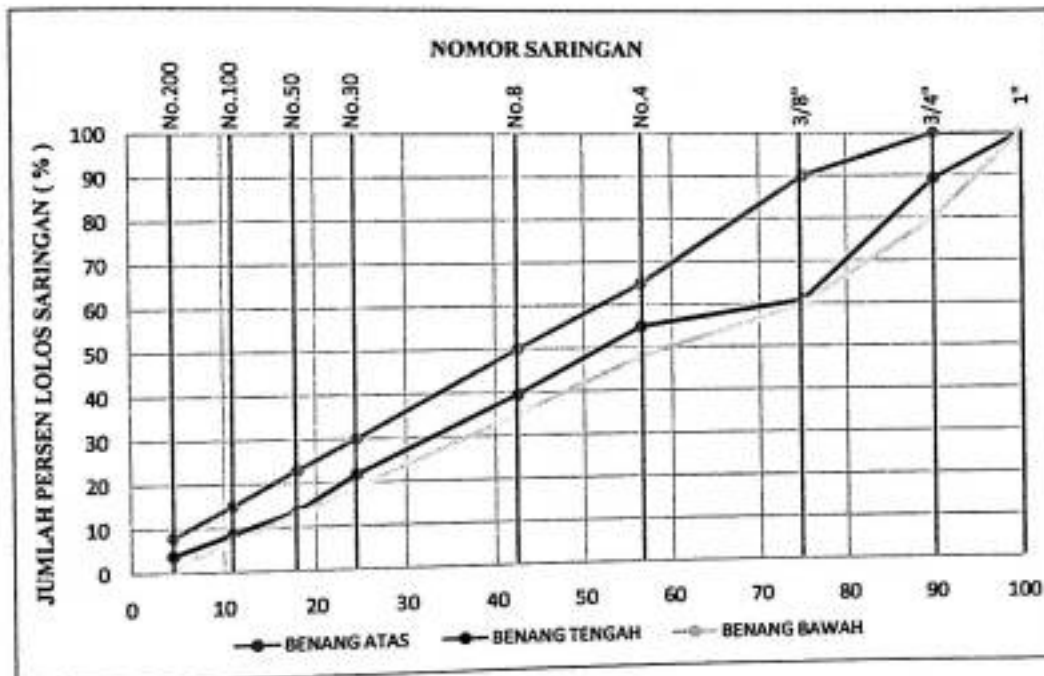




PROPORSI AGREGAT GABUNGAN AC

Saringan		Cipping	Pasir	Batok	Abu batu	Ag.Gab.	Spesifikasi
Bukaan	mm	50.0%	0.0%	30.0%	20.0%	100%	
1"	25.4	50	0	30	20	100	100
3/4"	19.1	39	0	30	20	89	80 -100
3/8"	9.52	10.84	0	30	20	60.84	60 - 90
No. 4	4.76	4.97	0	30	20	54.97	48 - 65
No. 8	2.38	2.29	0	21.00	16.19	39.48	35 - 50
No. 30	0.59	1.01	0.00	10.39	10.41	21.81	19 -30
No. 50	0.279	0.52	0.00	6.65	6.47	13.64	13 - 23
No. 100	0.149	0.23	0.00	3.92	4.50	8.65	7 - 15
No. 200	0.074	0.04	0.00	1.82	1.96	3.81	1 - 8

KURVA GRADASI AGREGAT GABUNGAN AC



LAMPIRAN D



Laboratorium Rekayasa Transportasi
Jurusan Sipil Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin

BERAT/KADAR ASPAL DAN BERAT AGREGAT PASIR 30% - BATOK KELAPA 0%

Kapasitas Mould = 1200 gram

Kadar Aspal (%)		4.50
Berat Aspal (gram)		54.00
Kadar Agregat = (100% - kadar aspal)		95.50
Berat Chipping (gram) (50.0%)		573.00
Berat Pasir (gram) (30.0%)		343.80
Berat Batok Kelapa (gram) (0.0%)		0.00
Berat Debu batu (gram) (20.0%)		229.20

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Aspal} &= \text{Kadar Aspal} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 4.50\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 54.000 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Chipping} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Chipping} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 95.5\% \times 50.0\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 573.00 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Pasir} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Pasir} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 95.5\% \times 30\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 343.80 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Batok Kelapa} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Batok Kelapa} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 95.5\% \times 0\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 0.00 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Debu Batu} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Debu Batu} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 95.5\% \times 20\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 229.2 \text{ gram} \end{aligned}$$



BERAT/KADAR ASPAL DAN BERAT AGREGAT PASIR 30% - BATOK KELAPA 0%

Kapasitas Mould = 1200 gram

Kadar Aspal (%)		5.00
Berat Aspal (gram)		60.00
Kadar Agregat = (100% - kadar aspal)		95.00
Berat Chipping (gram)	(50.0%)	570.00
Berat Pasir (gram)	(30.0%)	342.00
Berat Batok Kelapa (gram)	(0.0%)	0.00
Berat Debu batu (gram)	(20.0%)	228.00

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Aspal} &= \text{Kadar Aspal} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 5.00\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 60.000 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Chipping} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Chipping} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 95.0\% \times 50.0\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 570.00 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Pasir} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Pasir} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 95.0\% \times 30\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 342.00 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Batok Kelapa} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Batok Kelapa} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 95.0\% \times 0\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 0.00 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Debu Batu} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Debu Batu} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 95.0\% \times 20\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 228 \text{ gram} \end{aligned}$$



BERAT/KADAR ASPAL DAN BERAT AGREGAT PASIR 30% - BATOK KELAPA 0%

Kapasitas Mould = 1200 gram

Kadar Aspal (%)		5.50
Berat Aspal (gram)		66.00
Kadar Agregat = (100% - kadar aspal)		94.50
Berat Chipping (gram)	(50.0%)	567.00
Berat Pasir (gram)	(30.0%)	340.20
Berat Batok Kelapa (gram)	(0.0%)	0.00
Berat Debu batu (gram)	(20.0%)	226.80

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Berat Aspal} &= \text{Kadar Aspal} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 5.50\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 66.000 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Chipping} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Chipping} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.5\% \times 50.0\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 567.00 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Pasir} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Pasir} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.5\% \times 30\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 340.20 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Batok Kelapa} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Batok Kelapa} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.5\% \times 0\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 0.00 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Debu Batu} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Debu Batu} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.5\% \times 20\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 226.8 \text{ gram} \end{aligned}$$



BERAT/KADAR ASPAL DAN BERAT AGREGAT PASIR 30% - BATOK KELAPA 0%

Kapasitas Mould = 1200 gram

Kadar Aspal (%)		6.00
Berat Aspal (gram)		72.00
Kadar Agregat = (100% - kadar aspal)		94.00
Berat Chipping (gram)	(50.0%)	564.00
Berat Pasir (gram)	(30.0%)	338.40
Berat Batok Kelapa (gram)	(0.0%)	0.00
Berat Debu batu (gram)	(20.0%)	225.60

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Aspal} &= \text{Kadar Aspal} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 6.00\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 72.000 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Chipping} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Chipping} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.0\% \times 50.0\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 564.00 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Pasir} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Pasir} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.0\% \times 30\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 338.40 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Batok Kelapa} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Batok Kelapa} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.0\% \times 0\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 0.00 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Debu Batu} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Debu Batu} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.0\% \times 20\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 225.6 \text{ gram} \end{aligned}$$



BERAT/KADAR ASPAL DAN BERAT AGREGAT PASIR 30% - BATOK KELAPA 0%

Kapasitas Mould = 1200 gram

Kadar Aspal (%)		6.50
Berat Aspal (gram)		78.00
Kadar Agregat = (100% - kadar aspal)		93.50
Berat Chipping (gram)	(50.0%)	561.00
Berat Pasir (gram)	(30.0%)	336.60
Berat Batok Kelapa (gram)	(0.0%)	0.00
Berat Debu batu (gram)	(20.0%)	224.40

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Berat Aspal} &= \text{Kadar Aspal} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 6.50\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 78.000 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Chipping} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Chipping} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 93.5\% \times 50.0\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 561.00 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Pasir} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Pasir} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 93.5\% \times 30\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 336.60 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Batok Kelapa} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Batok Kelapa} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 93.5\% \times 0\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 0.00 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Debu Batu} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Debu Batu} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 93.5\% \times 20\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 224.4 \text{ gram} \end{aligned}$$



BERAT/KADAR ASPAL DAN BERAT AGREGAT PASIR 25% - BATOK KELAPA 5%

Kapasitas Mould = 1200 gram

Kadar Aspal (%)		4.50
Berat Aspal (gram)		54.00
Kadar Agregat = (100% - kadar aspal)		95.50
Berat Chipping (gram)	(50.0%)	573.00
Berat Pasir (gram)	(25.00%)	286.50
Berat Batok Kelapa (gram)	(5.00%)	57.30
Berat Debu batu (gram)	(20.0%)	229.20

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Aspal} &= \text{Kadar Aspal} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 4.50\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 54.000 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Chipping} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Chipping} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 95.5\% \times 50.0\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 573.00 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Pasir} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Pasir} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 95.5\% \times 25\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 286.50 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Batok Kelapa} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Batok Kelapa} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 95.5\% \times 5\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 57.30 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Debu Batu} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Debu Batu} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 95.5\% \times 20\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 229.2 \text{ gram} \end{aligned}$$



BERAT/KADAR ASPAL DAN BERAT AGREGAT PASIR 25% - BATOK KELAPA 5%

Kapasitas Mould = 1200 gram

Kadar Aspal (%)		5.00
Berat Aspal (gram)		60.00
Kadar Agregat = (100% - kadar aspal)		95.00
Berat Chipping (gram)	(50.0%)	570.00
Berat Pasir (gram)	(25.00%)	285.00
Berat Batok Kelapa (gram)	(5.00%)	57.00
Berat Debu batu (gram)	(20.0%)	228.00

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Berat Aspal} &= \text{Kadar Aspal} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 5.00\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 60.000 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Chipping} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Chipping} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 95.0\% \times 50.0\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 570.00 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Pasir} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Pasir} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 95.0\% \times 25\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 285.00 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Batok Kelapa} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Batok Kelapa} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 95.0\% \times 5\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 57.00 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Debu Batu} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Debu Batu} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 95.0\% \times 20\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 228 \text{ gram} \end{aligned}$$



BERAT/KADAR ASPAL DAN BERAT AGREGAT PASIR 25% - BATOK KELAPA 5%

Kapasitas Mould = 1200 gram

Kadar Aspal (%)		5.50
Berat Aspal (gram)		66.00
Kadar Agregat = (100% - kadar aspal)		94.50
Berat Chipping (gram) (50.0%)		567.00
Berat Pasir (gram) (25.00%)		283.50
Berat Batok Kelapa (gram) (5.00%)		56.70
Berat Debu batu (gram) (20.0%)		226.80

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Aspal} &= \text{Kadar Aspal} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 5.50\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 66.000 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Chipping} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Chipping} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.5\% \times 50.0\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 567.00 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Pasir} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Pasir} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.5\% \times 25\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 283.50 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Batok Kelapa} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Batok Kelapa} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.5\% \times 5\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 56.70 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Debu Batu} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Debu Batu} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.5\% \times 20\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 226.8 \text{ gram} \end{aligned}$$



BERAT/KADAR ASPAL DAN BERAT AGREGAT PASIR 25% - BATOK KELAPA 5%

Kapasitas Mould = 1200 gram

Kadar Aspal (%)		6.00
Berat Aspal (gram)		72.00
Kadar Agregat = (100% - kadar aspal)		94.00
Berat Chipping (gram) (50.0%)		564.00
Berat Pasir (gram) (25.00%)		282.00
Berat Batok Kelapa (gram) (5.00%)		56.40
Berat Debu batu (gram) (20.0%)		225.60

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Aspal} &= \text{Kadar Aspal} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 6.00\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 72.000 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Chipping} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Chipping} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.0\% \times 50.0\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 564.00 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Pasir} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Pasir} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.0\% \times 25\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 282.00 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Batok Kelapa} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Batok Kelapa} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.0\% \times 5\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 56.40 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Debu Batu} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Debu Batu} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.0\% \times 20\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 225.6 \text{ gram} \end{aligned}$$



BERAT/KADAR ASPAL DAN BERAT AGREGAT PASIR 25% - BATOK KELAPA 5%

Kapasitas Mould = 1200 gram

Kadar Aspal (%)		6.50
Berat Aspal (gram)		78.00
Kadar Agregat = (100% - kadar aspal)		93.50
Berat Chipping (gram) (50.0%)		561.00
Berat Pasir (gram) (25.00%)		280.50
Berat Batok Kelapa (gram) (5.00%)		56.10
Berat Debu batu (gram) (20.0%)		224.40

Contoh Perhitungan :

- ☞ Berat Aspal = Kadar Aspal x Kapasitas Mould
= 6.50% x 1200 gram
= 78.000 gram

- ☞ Berat Chipping = Kadar Agregat x Kadar Chipping x Kapasitas Mould
= 93.5% x 50.0% x 1200 gram
= 561.00 gram

- ☞ Berat Pasir = Kadar Agregat x Kadar Pasir x Kapasitas Mould
= 93.5% x 25% x 1200 gram
= 280.50 gram

- ☞ Berat Batok Kelapa = Kadar Agregat x Kadar Batok Kelapa x Kapasitas Mould
= 93.5% x 5% x 1200 gram
= 56.10 gram

- ☞ Berat Debu Batu = Kadar Agregat x Kadar Debu Batu x Kapasitas Mould
= 93.5% x 20% x 1200 gram
= 224.4 gram



BERAT/KADAR ASPAL DAN BERAT AGREGAT PASIR 22.5% - BATOK KELAPA 7.5%

Kapasitas Mould = 1200 gram

Kadar Aspal (%)		4.50
Berat Aspal (gram)		54.00
Kadar Agregat = (100% - kadar aspal)		95.50
Berat Chipping (gram) (50.0%)		573.00
Berat Pasir (gram) (22.50%)		257.85
Berat Batok Kelapa (gram) (7.50%)		85.95
Berat Debu batu (gram) (20.0%)		229.20

Contoh Perhitungan :

- ⇒ Berat Aspal = Kadar Aspal x Kapasitas Mould
= 4.50% x 1200 gram
= 54.000 gram

- ⇒ Berat Chipping = Kadar Agregat x Kadar Chipping x Kapasitas Mould
= 95.5% x 50.0% x 1200 gram
= 573.00 gram

- ⇒ Berat Pasir = Kadar Agregat x Kadar Pasir x Kapasitas Mould
= 95.5% x 23% x 1200 gram
= 257.85 gram

- ⇒ Berat Batok Kelapa = Kadar Agregat x Kadar Batok Kelapa x Kapasitas Mould
= 95.5% x 8% x 1200 gram
= 85.95 gram

- ⇒ Berat Debu Batu = Kadar Agregat x Kadar Debu Batu x Kapasitas Mould
= 95.5% x 20% x 1200 gram
= 229.2 gram



BERAT/KADAR ASPAL DAN BERAT AGREGAT PASIR 22.5% - BATOK KELAPA 7.5%

Kapasitas Mould = 1200 gram

Kadar Aspal (%)		5.00
Berat Aspal (gram)		60.00
Kadar Agregat = (100% - kadar aspal)		95.00
Berat Chipping (gram)	(50.0%)	570.00
Berat Pasir (gram)	(22.50%)	256.50
Berat Batok Kelapa (gram)	(7.50%)	85.50
Berat Debu batu (gram)	(20.0%)	228.00

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Aspal} &= \text{Kadar Aspal} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 5.00\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 60.000 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Chipping} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Chipping} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 95.0\% \times 50.0\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 570.00 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Pasir} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Pasir} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 95.0\% \times 23\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 256.50 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Batok Kelapa} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Batok Kelapa} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 95.0\% \times 8\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 85.50 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Debu Batu} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Debu Batu} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 95.0\% \times 20\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 228 \text{ gram} \end{aligned}$$



BERAT/KADAR ASPAL DAN BERAT AGREGAT PASIR 22.5% - BATOK KELAPA 7.5%

Kapasitas Mould = 1200 gram

Kadar Aspal (%)		5.50
Berat Aspal (gram)		66.00
Kadar Agregat = (100% - kadar aspal)		94.50
Berat Chipping (gram)	(50.0%)	567.00
Berat Pasir (gram)	(22.50%)	255.15
Berat Batok Kelapa (gram)	(7.50%)	85.05
Berat Debu batu (gram)	(20.0%)	226.80

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Aspal} &= \text{Kadar Aspal} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 5.50\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 66.000 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Chipping} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Chipping} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.5\% \times 50.0\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 567.00 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Pasir} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Pasir} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.5\% \times 23\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 255.15 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Batok Kelapa} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Batok Kelapa} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.5\% \times 8\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 85.05 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Debu Batu} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Debu Batu} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.5\% \times 20\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 226.8 \text{ gram} \end{aligned}$$



BERAT/KADAR ASPAL DAN BERAT AGREGAT PASIR 22.5% - BATOK KELAPA 7.5%

Kapasitas Mould = 1200 gram

Kadar Aspal (%)		6.00
Berat Aspal (gram)		72.00
Kadar Agregat = (100% - kadar aspal)		94.00
Berat Chipping (gram)	(50.0%)	564.00
Berat Pasir (gram)	(22.50%)	253.80
Berat Batok Kelapa (gram)	(7.50%)	84.60
Berat Debu batu (gram)	(20.0%)	225.60

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Aspal} &= \text{Kadar Aspal} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 6.00\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 72.000 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Chipping} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Chipping} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.0\% \times 50.0\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 564.00 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Pasir} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Pasir} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.0\% \times 23\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 253.80 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Batok Kelapa} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Batok Kelapa} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.0\% \times 8\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 84.60 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Debu Batu} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Debu Batu} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.0\% \times 20\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 225.6 \text{ gram} \end{aligned}$$



BERAT/KADAR ASPAL DAN BERAT AGREGAT PASIR 22.5% - BATOK KELAPA 7.5%

Kapasitas Mould = 1200 gram

Kadar Aspal (%)		6.50
Berat Aspal (gram)		78.00
Kadar Agregat = (100% - kadar aspal)		93.50
Berat Chipping (gram)	(50.0%)	561.00
Berat Pasir (gram)	(22.50%)	252.45
Berat Batok Kelapa (gram)	(7.50%)	84.15
Berat Debu batu (gram)	(20.0%)	224.40

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Aspal} &= \text{Kadar Aspal} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 6.50\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 78.000 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Chipping} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Chipping} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 93.5\% \times 50.0\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 561.00 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Pasir} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Pasir} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 93.5\% \times 23\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 252.45 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Batok Kelapa} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Batok Kelapa} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 93.5\% \times 8\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 84.15 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Debu Batu} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Debu Batu} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 93.5\% \times 20\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 224.4 \text{ gram} \end{aligned}$$



BERAT/KADAR ASPAL DAN BERAT AGREGAT PASIR 20% - BATOK KELAPA 10%

Kapasitas Mould = 1200 gram

Kadar Aspal (%)		4.50
Berat Aspal (gram)		54.00
Kadar Agregat = (100% - kadar aspal)		95.50
Berat Chipping (gram)	(50.0%)	573.00
Berat Pasir (gram)	(20.00%)	229.20
Berat Batok Kelapa (gram)	(10.00%)	114.60
Berat Debu batu (gram)	(20.0%)	229.20

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Aspal} &= \text{Kadar Aspal} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 4.50\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 54.000 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Chipping} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Chipping} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 95.5\% \times 50.0\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 573.00 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Pasir} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Pasir} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 95.5\% \times 20\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 229.20 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Batok Kelapa} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Batok Kelapa} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 95.5\% \times 10\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 114.60 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Debu Batu} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Debu Batu} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 95.5\% \times 20\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 229.2 \text{ gram} \end{aligned}$$



BERAT/KADAR ASPAL DAN BERAT AGREGAT PASIR 20% - BATOK KELAPA 10%

Kapasitas Mould = 1200 gram

Kadar Aspal (%)		5.00
Berat Aspal (gram)		60.00
Kadar Agregat = (100% - kadar aspal)		95.00
Berat Chipping (gram) (50.0%)		570.00
Berat Pasir (gram) (20.00%)		228.00
Berat Batok Kelapa (gram) (10.00%)		114.00
Berat Debu batu (gram) (20.0%)		228.00

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Berat Aspal} &= \text{Kadar Aspal} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 5.00\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 60.000 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Chipping} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Chipping} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 95.0\% \times 50.0\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 570.00 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Pasir} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Pasir} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 95.0\% \times 20\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 228.00 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Batok Kelapa} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Batok Kelapa} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 95.0\% \times 10\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 114.00 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Debu Batu} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Debu Batu} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 95.0\% \times 20\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 228 \text{ gram} \end{aligned}$$



BERAT/KADAR ASPAL DAN BERAT AGREGAT PASIR 20% - BATOK KELAPA 10%

Kapasitas Mould = 1200 gram

Kadar Aspal (%)		5.50
Berat Aspal (gram)		66.00
Kadar Agregat = (100% - kadar aspal)		94.50
Berat Chipping (gram) (50.0%)		567.00
Berat Pasir (gram) (20.00%)		226.80
Berat Batok Kelapa (gram) (10.00%)		113.40
Berat Debu batu (gram) (20.0%)		226.80

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Aspal} &= \text{Kadar Aspal} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 5.50\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 66.000 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Chipping} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Chipping} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.5\% \times 50.0\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 567.00 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Pasir} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Pasir} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.5\% \times 20\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 226.80 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Batok Kelapa} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Batok Kelapa} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.5\% \times 10\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 113.40 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Debu Batu} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Debu Batu} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.5\% \times 20\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 226.8 \text{ gram} \end{aligned}$$



BERAT/KADAR ASPAL DAN BERAT AGREGAT PASIR 20% - BATOK KELAPA 10%

Kapasitas Mould = 1200 gram

Kadar Aspal (%)		6.00
Berat Aspal (gram)		72.00
Kadar Agregat = (100% - kadar aspal)		94.00
Berat Chipping (gram) (50.0%)		564.00
Berat Pasir (gram) (20.00%)		225.60
Berat Batok Kelapa (gram) (10.00%)		112.80
Berat Debu batu (gram) (20.0%)		225.60

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Aspal} &= \text{Kadar Aspal} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 6.00\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 72.000 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Chipping} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Chipping} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.0\% \times 50.0\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 564.00 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Pasir} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Pasir} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.0\% \times 20\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 225.60 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Batok Kelapa} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Batok Kelapa} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.0\% \times 10\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 112.80 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Debu Batu} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Debu Batu} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.0\% \times 20\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 225.6 \text{ gram} \end{aligned}$$



BERAT/KADAR ASPAL DAN BERAT AGREGAT PASIR 20% - BATOK KELAPA 10%

Kapasitas Mould = 1200 gram

Kadar Aspal (%)		6.50
Berat Aspal (gram)		78.00
Kadar Agregat = (100% - kadar aspal)		93.50
Berat Chipping (gram) (50.0%)		561.00
Berat Pasir (gram) (20.00%)		224.40
Berat Batok Kelapa (gram) (10.00%)		112.20
Berat Debu batu (gram) (20.0%)		224.40

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Aspal} &= \text{Kadar Aspal} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 6.50\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 78.000 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Chipping} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Chipping} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 93.5\% \times 50.0\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 561.00 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Pasir} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Pasir} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 93.5\% \times 20\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 224.40 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Batok Kelapa} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Batok Kelapa} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 93.5\% \times 10\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 112.20 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Debu Batu} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Debu Batu} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 93.5\% \times 20\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 224.4 \text{ gram} \end{aligned}$$



BERAT/KADAR ASPAL DAN BERAT AGREGAT PASIR 15% - BATOK KELAPA 15%

Kapasitas Mould = 1200 gram

Kadar Aspal (%)		4.50
Berat Aspal (gram)		54.00
Kadar Agregat = (100% - kadar aspal)		95.50
Berat Chipping (gram)	(50.0%)	573.00
Berat Pasir (gram)	(15.00%)	171.90
Berat Batok Kelapa (gram)	(15.00%)	171.90
Berat Debu batu (gram)	(20.0%)	229.20

Contoh Perhitungan :

- ⇒ Berat Aspal = Kadar Aspal x Kapasitas Mould
= 4.50% x 1200 gram
= 54.000 gram
- ⇒ Berat Chipping = Kadar Agregat x Kadar Chipping x Kapasitas Mould
= 95.5% x 50.0% x 1200 gram
= 573.00 gram
- ⇒ Berat Pasir = Kadar Agregat x Kadar Pasir x Kapasitas Mould
= 95.5% x 15% x 1200 gram
= 171.90 gram
- ⇒ Berat Batok Kelapa = Kadar Agregat x Kadar Batok Kelapa x Kapasitas Mould
= 95.5% x 15% x 1200 gram
= 171.90 gram
- ⇒ Berat Debu Batu = Kadar Agregat x Kadar Debu Batu x Kapasitas Mould
= 95.5% x 20% x 1200 gram
= 229.2 gram



BERAT/KADAR ASPAL DAN BERAT AGREGAT PASIR 15% - BATOK KELAPA 15%

Kapasitas Mould = 1200 gram

Kadar Aspal (%)		5.00
Berat Aspal (gram)		60.00
Kadar Agregat = (100% - kadar aspal)		95.00
Berat Chipping (gram) (50.0%)		570.00
Berat Pasir (gram) (15.00%)		171.00
Berat Batok Kelapa (gram) (15.00%)		171.00
Berat Debu batu (gram) (20.0%)		228.00

Contoh Perhitungan :

- ☞ Berat Aspal = Kadar Aspal x Kapasitas Mould
= 5.00% x 1200 gram
= 60.000 gram
- ☞ Berat Chipping = Kadar Agregat x Kadar Chipping x Kapasitas Mould
= 95.0% x 50.0% x 1200 gram
= 570.00 gram
- ☞ Berat Pasir = Kadar Agregat x Kadar Pasir x Kapasitas Mould
= 95.0% x 15% x 1200 gram
= 171.00 gram
- ☞ Berat Batok Kelapa = Kadar Agregat x Kadar Batok Kelapa x Kapasitas Mould
= 95.0% x 15% x 1200 gram
= 171.00 gram
- ☞ Berat Debu Batu = Kadar Agregat x Kadar Debu Batu x Kapasitas Mould
= 95.0% x 20% x 1200 gram
= 228 gram



BERAT/KADAR ASPAL DAN BERAT AGREGAT PASIR 15% - BATOK KELAPA 15%

Kapasitas Mould = 1200 gram

Kadar Aspal (%)		5.50
Berat Aspal (gram)		66.00
Kadar Agregat = (100% - kadar aspal)		94.50
Berat Chipping (gram)	(50.0%)	567.00
Berat Pasir (gram)	(15.00%)	170.10
Berat Batok Kelapa (gram)	(15.00%)	170.10
Berat Debu batu (gram)	(20.0%)	226.80

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Berat Aspal} &= \text{Kadar Aspal} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 5.50\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 66.000 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Chipping} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Chipping} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.5\% \times 50.0\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 567.00 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Pasir} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Pasir} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.5\% \times 15\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 170.10 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Batok Kelapa} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Batok Kelapa} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.5\% \times 15\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 170.10 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Debu Batu} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Debu Batu} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.5\% \times 20\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 226.8 \text{ gram} \end{aligned}$$



BERAT/KADAR ASPAL DAN BERAT AGREGAT PASIR 15% - BATOK KELAPA 15%

Kapasitas Mould = 1200 gram

Kadar Aspal (%)		6.00
Berat Aspal (gram)		72.00
Kadar Agregat = (100% - kadar aspal)		94.00
Berat Chipping (gram) (50.0%)		564.00
Berat Pasir (gram) (15.00%)		169.20
Berat Batok Kelapa (gram) (15.00%)		169.20
Berat Debu batu (gram) (20.0%)		225.60

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Aspal} &= \text{Kadar Aspal} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 6.00\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 72.000 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Chipping} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Chipping} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.0\% \times 50.0\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 564.00 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Pasir} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Pasir} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.0\% \times 15\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 169.20 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Batok Kelapa} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Batok Kelapa} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.0\% \times 15\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 169.20 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Debu Batu} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Debu Batu} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.0\% \times 20\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 225.6 \text{ gram} \end{aligned}$$



BERAT/KADAR ASPAL DAN BERAT AGREGAT PASIR 15% - BATOK KELAPA 15%

Kapasitas Mould = 1200 gram

Kadar Aspal (%)		6.50
Berat Aspal (gram)		78.00
Kadar Agregat = (100% - kadar aspal)		93.50
Berat Chipping (gram)	(50.0%)	561.00
Berat Pasir (gram)	(15.00%)	168.30
Berat Batok Kelapa (gram)	(15.00%)	168.30
Berat Debu batu (gram)	(20.0%)	224.40

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Berat Aspal} &= \text{Kadar Aspal} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 6.50\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 78.000 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Chipping} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Chipping} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 93.5\% \times 50.0\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 561.00 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Pasir} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Pasir} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 93.5\% \times 15\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 168.30 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Batok Kelapa} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Batok Kelapa} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 93.5\% \times 15\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 168.30 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Debu Batu} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Debu Batu} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 93.5\% \times 20\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 224.4 \text{ gram} \end{aligned}$$



BERAT/KADAR ASPAL DAN BERAT AGREGAT PASIR 7.5% - BATOK KELAPA 22.5%

Kapasitas Mould = 1200 gram

Kadar Aspal (%)		4.50
Berat Aspal (gram)		54.00
Kadar Agregat = (100% - kadar aspal)		95.50
Berat Chipping (gram)	(50.0%)	573.00
Berat Pasir (gram)	(7.50%)	85.95
Berat Batok Kelapa (gram)	(22.50%)	257.85
Berat Debu batu (gram)	(20.0%)	229.20

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Aspal} &= \text{Kadar Aspal} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 4.50\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 54.000 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Chipping} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Chipping} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 95.5\% \times 50.0\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 573.00 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Pasir} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Pasir} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 95.5\% \times 8\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 85.95 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Batok Kelapa} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Batok Kelapa} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 95.5\% \times 23\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 257.85 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Debu Batu} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Debu Batu} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 95.5\% \times 20\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 229.2 \text{ gram} \end{aligned}$$



BERAT/KADAR ASPAL DAN BERAT AGREGAT PASIR 7.5% - BATOK KELAPA 22.5%

Kapasitas Mould = 1200 gram

Kadar Aspal (%)		5.00
Berat Aspal (gram)		60.00
Kadar Agregat = (100% - kadar aspal)		95.00
Berat Chipping (gram) (50.0%)		570.00
Berat Pasir (gram) (7.50%)		85.50
Berat Batok Kelapa (gram) (22.50%)		256.50
Berat Debu batu (gram) (20.0%)		228.00

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Berat Aspal} &= \text{Kadar Aspal} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 5.00\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 60.000 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Chipping} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Chipping} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 95.0\% \times 50.0\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 570.00 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Pasir} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Pasir} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 95.0\% \times 8\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 85.50 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Batok Kelapa} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Batok Kelapa} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 95.0\% \times 23\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 256.50 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Debu Batu} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Debu Batu} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 95.0\% \times 20\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 228 \text{ gram} \end{aligned}$$



BERAT/KADAR ASPAL DAN BERAT AGREGAT PASIR 7.5% - BATOK KELAPA 22.5%

Kapasitas Mould = 1200 gram

Kadar Aspal (%)		5.50
Berat Aspal (gram)		66.00
Kadar Agregat = (100% - kadar aspal)		94.50
Berat Chipping (gram)	(50.0%)	567.00
Berat Pasir (gram)	(7.50%)	85.05
Berat Batok Kelapa (gram)	(22.50%)	255.15
Berat Debu batu (gram)	(20.0%)	226.80

Contoh Perhitungan :

- ☞ Berat Aspal = Kadar Aspal x Kapasitas Mould
= 5.50% x 1200 gram
= 66.000 gram

- ☞ Berat Chipping = Kadar Agregat x Kadar Chipping x Kapasitas Mould
= 94.5% x 50.0% x 1200 gram
= 567.00 gram

- ☞ Berat Pasir = Kadar Agregat x Kadar Pasir x Kapasitas Mould
= 94.5% x 8% x 1200 gram
= 85.05 gram

- ☞ Berat Batok Kelapa = Kadar Agregat x Kadar Batok Kelapa x Kapasitas Mould
= 94.5% x 23% x 1200 x
= 255.15 gram

- ☞ Berat Debu Batu = Kadar Agregat x Kadar Debu Batu x Kapasitas Mould
= 94.5% x 20% x 1200 gram
= 226.8 gram



BERAT/KADAR ASPAL DAN BERAT AGREGAT PASIR 7.5% - BATOK KELAPA 22.5%

Kapasitas Mould = 1200 gram

Kadar Aspal (%)		6.00
Berat Aspal (gram)		72.00
Kadar Agregat = (100% - kadar aspal)		94.00
Berat Chipping (gram)	(50.0%)	564.00
Berat Pasir (gram)	(7.50%)	84.60
Berat Batok Kelapa (gram)	(22.50%)	253.80
Berat Debu batu (gram)	(20.0%)	225.60

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Berat Aspal} &= \text{Kadar Aspal} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 6.00\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 72.000 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Chipping} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Chipping} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.0\% \times 50.0\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 564.00 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Pasir} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Pasir} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.0\% \times 8\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 84.60 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Batok Kelapa} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Batok Kelapa} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.0\% \times 23\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 253.80 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Debu Batu} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Debu Batu} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.0\% \times 20\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 225.6 \text{ gram} \end{aligned}$$



BERAT/KADAR ASPAL DAN BERAT AGREGAT PASIR 7.5% - BATOK KELAPA 22.5%

Kapasitas Mould = 1200 gram

Kadar Aspal (%)		6.50
Berat Aspal (gram)		78.00
Kadar Agregat = (100% - kadar aspal)		93.50
Berat Chipping (gram)	(50.0%)	561.00
Berat Pasir (gram)	(7.50%)	84.15
Berat Batok Kelapa (gram)	(22.50%)	252.45
Berat Debu batu (gram)	(20.0%)	224.40

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Aspal} &= \text{Kadar Aspal} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 6.50\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 78.000 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Chipping} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Chipping} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 93.5\% \times 50.0\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 561.00 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Pasir} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Pasir} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 93.5\% \times 8\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 84.15 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Batok Kelapa} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Batok Kelapa} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 93.5\% \times 23\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 252.45 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Debu Batu} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Debu Batu} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 93.5\% \times 20\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 224.4 \text{ gram} \end{aligned}$$



BERAT/KADAR ASPAL DAN BERAT AGREGAT PASIR 0% - BATOK KELAPA 30%

Kapasitas Mould = 1200 gram

Kadar Aspal (%)		4.50
Berat Aspal (gram)		54.00
Kadar Agregat = (100% - kadar aspal)		95.50
Berat Chipping (gram)	(50.0%)	573.00
Berat Pasir (gram)	(0.00%)	0.00
Berat Batok Kelapa (gram)	(30.00%)	343.80
Berat Debu batu (gram)	(20.0%)	229.20

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Aspal} &= \text{Kadar Aspal} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 4.50\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 54.000 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Chipping} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Chipping} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 95.5\% \times 50.0\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 573.00 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Pasir} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Pasir} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 95.5\% \times 0\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 0.00 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Batok Kelapa} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Batok Kelapa} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 95.5\% \times 30\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 343.80 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Debu Batu} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Debu Batu} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 95.5\% \times 20\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 229.2 \text{ gram} \end{aligned}$$



BERAT/KADAR ASPAL DAN BERAT AGREGAT PASIR 0% - BATOK KELAPA 30%

Kapasitas Mould = 1200 gram

Kadar Aspal (%)		5.00
Berat Aspal (gram)		60.00
Kadar Agregat = (100% - kadar aspal)		95.00
Berat Chipping (gram)	(50.0%)	570.00
Berat Pasir (gram)	(0.00%)	0.00
Berat Batok Kelapa (gram)	(30.00%)	342.00
Berat Debu batu (gram)	(20.0%)	228.00

Contoh Perhitungan :

- ☞ Berat Aspal = Kadar Aspal x Kapasitas Mould
= 5.00% x 1200 gram
= 60.000 gram

- ☞ Berat Chipping = Kadar Agregat x Kadar Chipping x Kapasitas Mould
= 95.0% x 50.0% x 1200 gram
= 570.00 gram

- ☞ Berat Pasir = Kadar Agregat x Kadar Pasir x Kapasitas Mould
= 95.0% x 0% x 1200 gram
= 0.00 gram

- ☞ Berat Batok Kelapa = Kadar Agregat x Kadar Batok Kelapa x Kapasitas Mould
= 95.0% x 30% x 1200 gram
= 342.00 gram

- ☞ Berat Debu Batu = Kadar Agregat x Kadar Debu Batu x Kapasitas Mould
= 95.0% x 20% x 1200 gram
= 228 gram



BERAT/KADAR ASPAL DAN BERAT AGREGAT PASIR 0% - BATOK KELAPA 30%

Kapasitas Mould = 1200 gram

Kadar Aspal (%)		5.50
Berat Aspal (gram)		66.00
Kadar Agregat = (100% - kadar aspal)		94.50
Berat Chipping (gram) (50.0%)		567.00
Berat Pasir (gram) (0.00%)		0.00
Berat Batok Kelapa (gram) (30.00%)		340.20
Berat Debu batu (gram) (20.0%)		226.80

Contoh Perhitungan :

- ☞ Berat Aspal = Kadar Aspal x Kapasitas Mould
= 5.50% x 1200 gram
= 66.000 gram

- ☞ Berat Chipping = Kadar Agregat x Kadar Chipping x Kapasitas Mould
= 94.5% x 50.0% x 1200 gram
= 567.00 gram

- ☞ Berat Pasir = Kadar Agregat x Kadar Pasir x Kapasitas Mould
= 94.5% x 0% x 1200 gram
= 0.00 gram

- ☞ Berat Batok Kelapa = Kadar Agregat x Kadar Batok Kelapa x Kapasitas Mould
= 94.5% x 30% x 1200 x
= 340.20 gram

- ☞ Berat Debu Batu = Kadar Agregat x Kadar Debu Batu x Kapasitas Mould
= 94.5% x 20% x 1200 gram
= 226.8 gram



BERAT/KADAR ASPAL DAN BERAT AGREGAT PASIR 0% - BATOK KELAPA 30%

Kapasitas Mould = 1200 gram

Kadar Aspal (%)		6.00
Berat Aspal (gram)		72.00
Kadar Agregat = (100% - kadar aspal)		94.00
Berat Chipping (gram)	(50.0%)	564.00
Berat Pasir (gram)	(0.00%)	0.00
Berat Batok Kelapa (gram)	(30.00%)	338.40
Berat Debu batu (gram)	(20.0%)	225.60

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Berat Aspal} &= \text{Kadar Aspal} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 6.00\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 72.000 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Chipping} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Chipping} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.0\% \times 50.0\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 564.00 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Pasir} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Pasir} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.0\% \times 0\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 0.00 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Batok Kelapa} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Batok Kelapa} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.0\% \times 30\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 338.40 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Debu Batu} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Debu Batu} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.0\% \times 20\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 225.6 \text{ gram} \end{aligned}$$



BERAT/KADAR ASPAL DAN BERAT AGREGAT PASIR 0% - BATOK KELAPA 30%

Kapasitas Mould = 1200 gram

Kadar Aspal (%)		6.50
Berat Aspal (gram)		78.00
Kadar Agregat = (100% - kadar aspal)		93.50
Berat Chipping (gram)	(50.0%)	561.00
Berat Pasir (gram)	(0.00%)	0.00
Berat Batok Kelapa (gram)	(30.00%)	336.60
Berat Debu batu (gram)	(20.0%)	224.40

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Berat Aspal} &= \text{Kadar Aspal} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 6.50\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 78.000 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Chipping} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Chipping} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 93.5\% \times 50.0\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 561.00 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Pasir} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Pasir} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 93.5\% \times 0\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 0.00 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Batok Kelapa} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Batok Kelapa} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 93.5\% \times 30\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 336.60 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Debu Batu} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Debu Batu} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 93.5\% \times 20\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 224.4 \text{ gram} \end{aligned}$$

LAMPIRAN E



Laboratorium Rekayasa Transportasi
Jurusan Sipil Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin

Berat Jenis Gabungan Agregat dan Penyerapan Agregat

PEMERIKSA : SUKIMAN

NURFADHILA M. ETA

D 111 04 066

D 111 06 082

Berat Jenis Agregat	Bulk (Dry) A	Bulk (SSD) B	Apparent C	Absorpsi D
Chipping (50%)	2.588	2.637	2.720	1.876
Pasir (30%)	2.510	2.572	2.676	2.492
Batok Kelapa (0%)	2.374	2.441	2.544	2.807
Debu Batu (20%)	2.504	2.571	2.684	2.680

Berat Jenis Gabungan Agregat

➤ Berat jenis campuran kering

$$= \frac{\text{Total Persen Agregat}}{\frac{\% C_p}{B_{j_{dry} C_p}} + \frac{\% P_s}{B_{j_{dry} P_s}} + \frac{\% D_B}{B_{j_{dry} D_B}}}$$

$$= \frac{100}{\frac{50\%}{2.588} + \frac{30\%}{2.510} + \frac{20\%}{2.504}}$$

$$= 2.547$$

➤ Berat jenis campuran semu

$$= \frac{\text{Total Persen Agregat}}{\frac{\% C_p}{B_{j_{semu} C_p}} + \frac{\% P_s}{B_{j_{semu} P_s}} + \frac{\% D_B}{B_{j_{semu} D_B}}}$$

$$= \frac{100}{\frac{50\%}{2.720} + \frac{30\%}{2.676} + \frac{20\%}{2.684}}$$

$$= 2.699$$

➤ Berat jenis campuran efektif

$$= \frac{B_j \text{ Campuran Kering} + B_j \text{ Campuran Semu}}{2}$$

$$= \frac{2.54734 + 2.699}{2}$$

$$= 2.623$$

➤ Penyerapan

$$= \frac{B_j \text{ camp. eff} - B_j \text{ camp. dry}}{B_j \text{ camp. eff} \times B_j \text{ camp. dry}} \times B_j \text{ Aspal} \times 100\%$$

$$= \frac{2.623 - 2.547}{2.623 \times 2.547} \times 1.040 \times 100\%$$

$$= 1.1840 \%$$



Berat Jenis Gabungan Agregat dan Penyerapan Agregat

PEMERIKSA : SUKIMAN

NURFADHILA M. ETA

D 111 04 066

D 111 04 082

Berat Jenis Agregat	Bulk (Dry) A	Bulk (SSD) B	Apparent C	Absorpsi D
Chipping (50.0%)	2.588	2.637	2.720	1.876
Pasir (25.0%)	2.510	2.572	2.676	2.492
Batok Kelapa (5.0%)	2.374	2.441	2.544	2.807
Debu Batu (20.0%)	2.504	2.571	2.684	2.680

Berat Jenis Gabungan Agregat

↳ Berat jenis campuran kering

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Total Persen Agregat}}{\frac{\% C_p}{B_{j\text{dry}} C_p} + \frac{\% P_s}{B_{j\text{dry}} P_s} + \frac{\% B_K}{B_{j\text{dry}} B_K} + \frac{\% D_B}{B_{j\text{dry}} D_B}} \\ &= \frac{100}{\frac{50\%}{2.588} + \frac{25.0\%}{2.510} + \frac{5.0\%}{2.374} + \frac{20\%}{2.504}} \\ &= 2.540 \end{aligned}$$

↳ Berat jenis campuran semu

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Total Persen Agregat}}{\frac{\% C_p}{B_{j\text{semu}} C_p} + \frac{\% P_s}{B_{j\text{semu}} P_s} + \frac{\% B_K}{B_{j\text{semu}} B_K} + \frac{\% D_B}{B_{j\text{semu}} D_B}} \\ &= \frac{100}{\frac{50\%}{2.720} + \frac{25.0\%}{2.676} + \frac{5.0\%}{2.544} + \frac{20\%}{2.684}} \\ &= 2.692 \end{aligned}$$

↳ Berat jenis campuran efektif

$$\begin{aligned} &= \frac{B_j \text{ Campuran Kering} + B_j \text{ Campuran Semu}}{2} \\ &= \frac{2.54 + 2.692}{2} \\ &= 2.616 \end{aligned}$$

↳ Penyerapan

$$\begin{aligned} &= \frac{B_j \text{ camp. eff} - B_j \text{ camp. dry}}{B_j \text{ camp. eff} \times B_j \text{ camp. dry}} \times B_j \text{ Aspal} \times 100\% \\ &= \frac{2.616 - 2.540}{2.616 \times 2.540} \times 1.040 \times 100\% \\ &= 1.193\% \end{aligned}$$



Berat Jenis Gabungan Agregat dan Penyerapan Agregat

PEMERIKSA : SUKIMAN
NURFADHILA M. ETA

D 111 04 066
D 111 04 082

Berat jenis Agregat	Bulk (Dry) A	Bulk (SSD) B	Apparent C	Absorpsi D
Chipping (50.0%)	2.588	2.637	2.720	1.876
Pasir (22.5%)	2.510	2.572	2.676	2.492
Batok Kelapa (7.5%)	2.374	2.441	2.544	2.807
Debu Batu (20.0%)	2.504	2.571	2.684	2.680

Berat Jenis Gabungan Agregat

↳ Berat jenis campuran kering

$$= \frac{\text{Total Persen Agregat}}{\frac{\% C_p}{B_{dry} C_p} + \frac{\% P_s}{B_{dry} P_s} + \frac{\% B_K}{B_{dry} B_K} + \frac{\% D_B}{B_{dry} D_B}}$$

$$= \frac{100}{\frac{50\%}{2.588} + \frac{22.5\%}{2.510} + \frac{7.5\%}{2.374} + \frac{20\%}{2.504}}$$

$$= 2.536$$

↳ Berat jenis campuran semu

$$= \frac{\text{Total Persen Agregat}}{\frac{\% C_p}{B_{semu} C_p} + \frac{\% P_s}{B_{semu} P_s} + \frac{\% B_K}{B_{semu} B_K} + \frac{\% D_B}{B_{semu} D_B}}$$

$$= \frac{100}{\frac{50\%}{2.720} + \frac{22.5\%}{2.676} + \frac{7.5\%}{2.544} + \frac{20\%}{2.684}}$$

$$= 2.689$$

↳ Berat jenis campuran efektif

$$= \frac{B_j \text{ Campuran Kering} + B_j \text{ Campuran Semu}}{2}$$

$$= \frac{2.5363 + 2.689}{2}$$

$$= 2.613$$

↳ Penyerapan

$$= \frac{B_j \text{ camp. eff} - B_j \text{ camp. dry}}{B_j \text{ camp. eff} \times B_j \text{ camp. dry}} \times B_j \text{ Aspal} \times 100\%$$

$$= \frac{2.613 - 2.536}{2.613 \times 2.536} \times 1.040 \times 100\%$$

$$= 1.1981\%$$



Berat Jenis Gabungan Agregat dan Penyerapan Agregat

PEMERIKSA : SUKIMAN
NURFADHILA M. ETA

D 111 04 066
D 111 04 082

Berat Jenis Agregat	Bulk (Dry) A	Bulk (SSD) B	Apparent C	Absorpsi D
Chipping (50.0%)	2.588	2.637	2.720	1.876
Pasir (20.0%)	2.510	2.572	2.676	2.492
Batok Kelapa (10.0%)	2.374	2.441	2.544	2.807
Debu Batu (20.0%)	2.504	2.571	2.684	2.680

Berat Jenis Gabungan Agregat

⊗ Berat jenis campuran kering

$$= \frac{\text{Total Persen Agregat}}{\frac{\% C_p}{B_{j_{dry} C_p}} + \frac{\% P_s}{B_{j_{dry} P_s}} + \frac{\% B_K}{B_{j_{dry} B_K}} + \frac{\% D_B}{B_{j_{dry} D_B}}}$$

$$= \frac{100}{\frac{50\%}{2.588} + \frac{20.0\%}{2.510} + \frac{10.0\%}{2.374} + \frac{20\%}{2.504}}$$

$$= 2.533$$

⊗ Berat jenis campuran semu

$$= \frac{\text{Total Persen Agregat}}{\frac{\% C_p}{B_{j_{semu} C_p}} + \frac{\% P_s}{B_{j_{semu} P_s}} + \frac{\% B_K}{B_{j_{semu} B_K}} + \frac{\% D_B}{B_{j_{semu} D_B}}}$$

$$= \frac{100}{\frac{50\%}{2.720} + \frac{20.0\%}{2.676} + \frac{10.0\%}{2.544} + \frac{20\%}{2.684}}$$

$$= 2.685$$

⊗ Berat jenis campuran efektif

$$= \frac{B_j \text{ Campuran Kering} + B_j \text{ Campuran Semu}}{2}$$

$$= \frac{2.5326 + 2.685}{2}$$

$$= 2.609$$

⊗ Penyerapan

$$= \frac{B_j \text{ camp. eff} - B_j \text{ camp. dry}}{B_j \text{ camp. eff} \times B_j \text{ camp. dry}} \times B_j \text{ Aspal} \times 100\%$$

$$= \frac{2.609 - 2.533}{2.609 \times 2.533} \times 1.040 \times 100\%$$

$$= 1.203\%$$



Berat Jenis Gabungan Agregat dan Penyerapan Agregat

PEMERIKSA : SUKIMAN
NURFADHILA M. ETA

D 111 04 066

D 111 04 082

Berat Jenis Agregat	Bulk (Dry) A	Bulk (SSD) B	Apparent C	Absorpsi D
Chipping (50.0%)	2.588	2.637	2.720	1.876
Pasir (15.0%)	2.510	2.572	2.676	2.492
Batok Kelapa (15.0%)	2.374	2.441	2.544	2.807
Debu Batu (20.0%)	2.504	2.571	2.684	2.680

Berat Jenis Gabungan Agregat

↳ Berat jenis campuran kering

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Total Persen Agregat}}{\frac{\% C_p}{B_{j_{dry} C_p}} + \frac{\% P_s}{B_{j_{dry} P_s}} + \frac{\% B_K}{B_{j_{dry} B_K}} + \frac{\% D_B}{B_{j_{dry} D_B}}} \\ &= \frac{100}{\frac{50\%}{2.588} + \frac{15.0\%}{2.510} + \frac{15.0\%}{2.374} + \frac{20\%}{2.504}} \\ &= 2.525 \end{aligned}$$

↳ Berat jenis campuran semu

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Total Persen Agregat}}{\frac{\% C_p}{B_{j_{semu} C_p}} + \frac{\% P_s}{B_{j_{semu} P_s}} + \frac{\% B_K}{B_{j_{semu} B_K}} + \frac{\% D_B}{B_{j_{semu} D_B}}} \\ &= \frac{100}{\frac{50\%}{2.720} + \frac{15.0\%}{2.676} + \frac{15.0\%}{2.544} + \frac{20\%}{2.684}} \\ &= 2.678 \end{aligned}$$

↳ Berat jenis campuran efektif

$$\begin{aligned} &= \frac{B_j \text{ Campuran Kering} + B_j \text{ Campuran Semu}}{2} \\ &= \frac{2.5253 + 2.678}{2} \\ &= 2.602 \end{aligned}$$

↳ Penyerapan

$$\begin{aligned} &= \frac{B_j \text{ camp. eff} - B_j \text{ camp. dry}}{B_j \text{ camp. eff} \times B_j \text{ camp. dry}} \times B_j \text{ Aspal} \times 100\% \\ &= \frac{2.602 - 2.525}{2.602 \times 2.525} \times 1.040 \times 100\% \\ &= 1.2121\% \end{aligned}$$



Berat Jenis Gabungan Agregat dan Penyerapan Agregat

PEMERIKSA : SUKIMAN

NURFADHILA M. ETA

D 111 04 066

D 111 04 082

Berat Jenis Agregat	Bulk (Dry) A	Bulk (SSD) B	Apparent C	Absorpsi D
Chipping (50.0%)	2.588	2.637	2.720	1.876
Pasir (7.5%)	2.510	2.572	2.676	2.492
Batok Kelapa (22.5%)	2.374	2.441	2.544	2.807
Debu Batu (20.0%)	2.504	2.571	2.684	2.680

Berat Jenis Gabungan Agregat

↳ Berat jenis campuran kering

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Total Porsen Agregat}}{\frac{\% \text{ Cp}}{B_{j\text{dry}} \text{ Cp}} + \frac{\% \text{ Ps}}{B_{j\text{dry}} \text{ Ps}} + \frac{\% \text{ BK}}{B_{j\text{dry}} \text{ BK}} + \frac{\% \text{ DB}}{B_{j\text{dry}} \text{ DB}}} \\ &= \frac{100}{\frac{50\%}{2.588} + \frac{7.5\%}{2.510} + \frac{22.5\%}{2.374} + \frac{20\%}{2.504}} \\ &= 2.514 \end{aligned}$$

↳ Berat jenis campuran semu

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Total Porsen Agregat}}{\frac{\% \text{ Cp}}{B_{j\text{semu}} \text{ Cp}} + \frac{\% \text{ Ps}}{B_{j\text{semu}} \text{ Ps}} + \frac{\% \text{ BK}}{B_{j\text{semu}} \text{ BK}} + \frac{\% \text{ DB}}{B_{j\text{semu}} \text{ DB}}} \\ &= \frac{100}{\frac{50\%}{2.720} + \frac{7.5\%}{2.676} + \frac{22.5\%}{2.544} + \frac{20\%}{2.684}} \\ &= 2.668 \end{aligned}$$

↳ Berat jenis campuran efektif

$$\begin{aligned} &= \frac{B_j \text{ Campuran Kering} + B_j \text{ Campuran Semu}}{2} \\ &= \frac{2.5144 + 2.668}{2} \\ &= 2.591 \end{aligned}$$

↳ Penyerapan

$$\begin{aligned} &= \frac{B_j \text{ camp. eff} - B_j \text{ camp. dry}}{B_j \text{ camp. eff} \times B_j \text{ camp. dry}} \times B_j \text{ Aspal} \times 100\% \\ &= \frac{2.591 - 2.514}{2.591 \times 2.514} \times 1.040 \times 100\% \\ &= 1.226\% \end{aligned}$$



Berat Jenis Gabungan Agregat dan Penyerapan Agregat

PEMERIKSA : SUKIMAN
NURFADHILA M. ETA

D 111 04 066
D 111 04 082

Berat Jenis Agregat	Bulk (Dry) A	Bulk (SSD) B	Apparent C	Absorpsi D
Chipping (50.0%)	2.588	2.637	2.720	1.876
Pasir (0.0%)	2.510	2.572	2.676	2.492
Batok Kelapa (30.0%)	2.374	2.441	2.544	2.807
Debu Batu (20.0%)	2.504	2.571	2.684	2.680

Berat Jenis Gabungan Agregat

⊗ Berat jenis campuran kering

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Total Persen Agregat}}{\frac{\% C_p}{B_{j_{dry} C_p}} + \frac{\% P_s}{B_{j_{dry} P_s}} + \frac{\% B_K}{B_{j_{dry} B_K}} + \frac{\% D_B}{B_{j_{dry} D_B}}} \\ &= \frac{100}{\frac{50\%}{2.588} + \frac{0.0\%}{2.510} + \frac{30.0\%}{2.374} + \frac{20\%}{2.504}} \\ &= 2.504 \end{aligned}$$

⊗ Berat jenis campuran semu

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Total Persen Agregat}}{\frac{\% C_p}{B_{j_{semu} C_p}} + \frac{\% P_s}{B_{j_{semu} P_s}} + \frac{\% B_K}{B_{j_{semu} B_K}} + \frac{\% D_B}{B_{j_{semu} D_B}}} \\ &= \frac{100}{\frac{50\%}{2.720} + \frac{0.0\%}{2.676} + \frac{30.0\%}{2.544} + \frac{20\%}{2.684}} \\ &= 2.658 \end{aligned}$$

⊗ Berat jenis campuran efektif

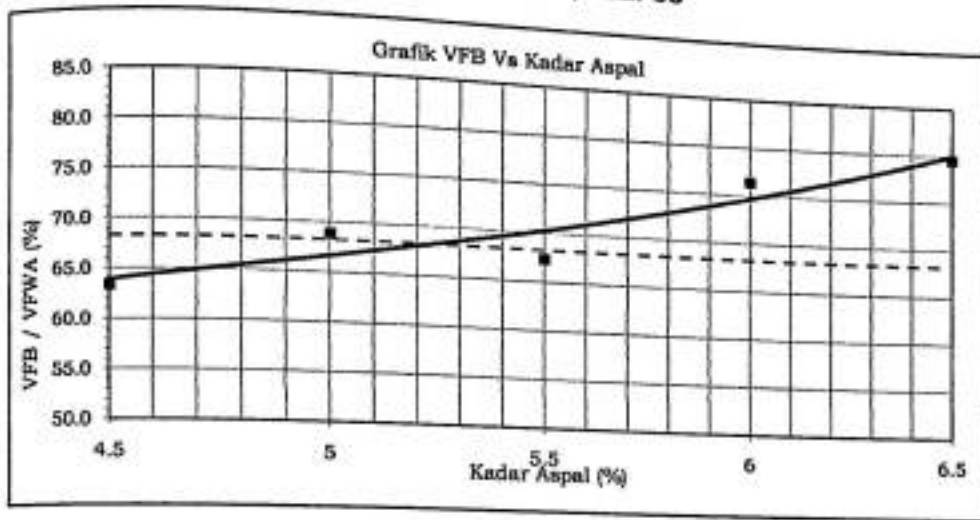
$$\begin{aligned} &= \frac{B_j \text{ Campuran Kering} + B_j \text{ Campuran Semu}}{2} \\ &= \frac{2.50366 + 2.658}{2} \\ &= 2.581 \end{aligned}$$

⊗ Penyerapan

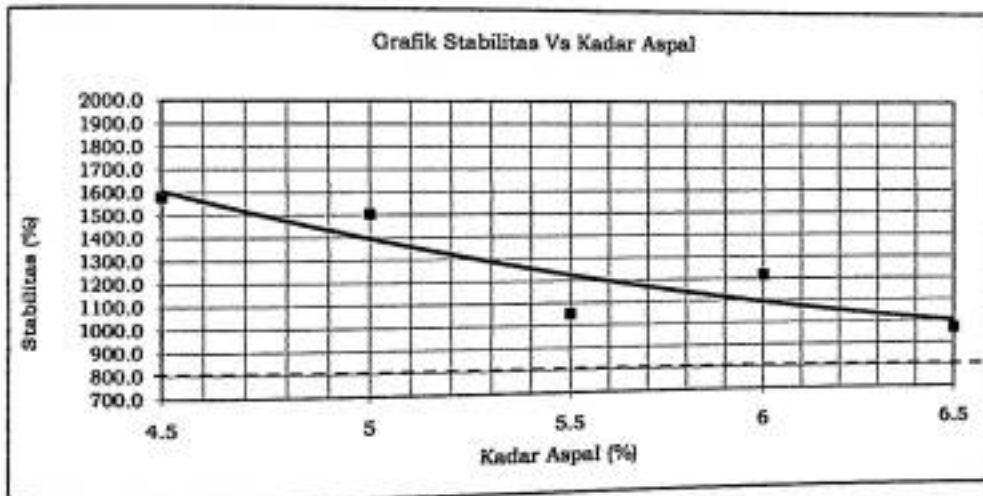
$$\begin{aligned} &= \frac{B_j \text{ camp. eff} - B_j \text{ camp. dry}}{B_j \text{ camp. eff} \times B_j \text{ camp. dry}} \times B_j \text{ Aspal} \times 100\% \\ &= \frac{2.581 - 2.504}{2.581 \times 2.504} \times 1.040 \times 100\% \\ &= 1.2403\% \end{aligned}$$

Variasi Camp. : Pasir 30 % ; Batok Kelapa 0 %

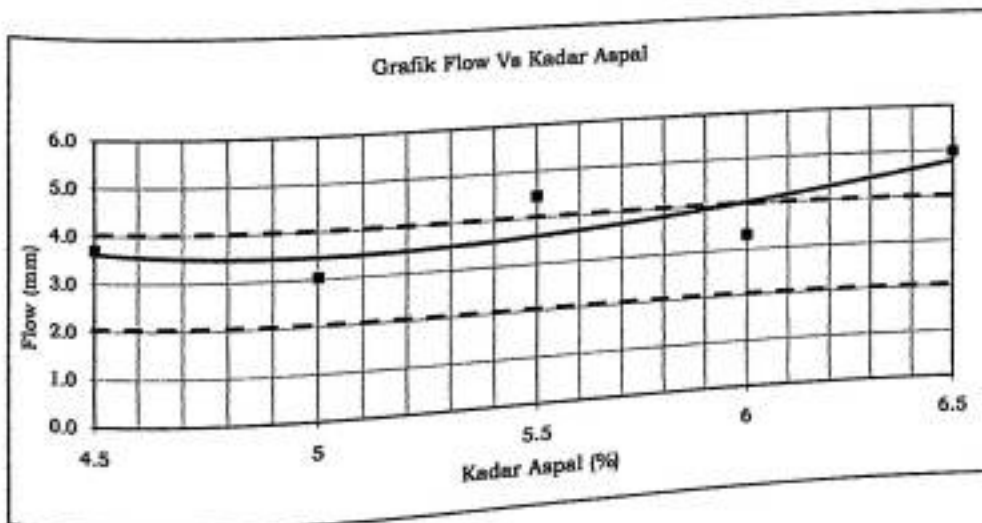
VFB / VFWA (%) Min. 68



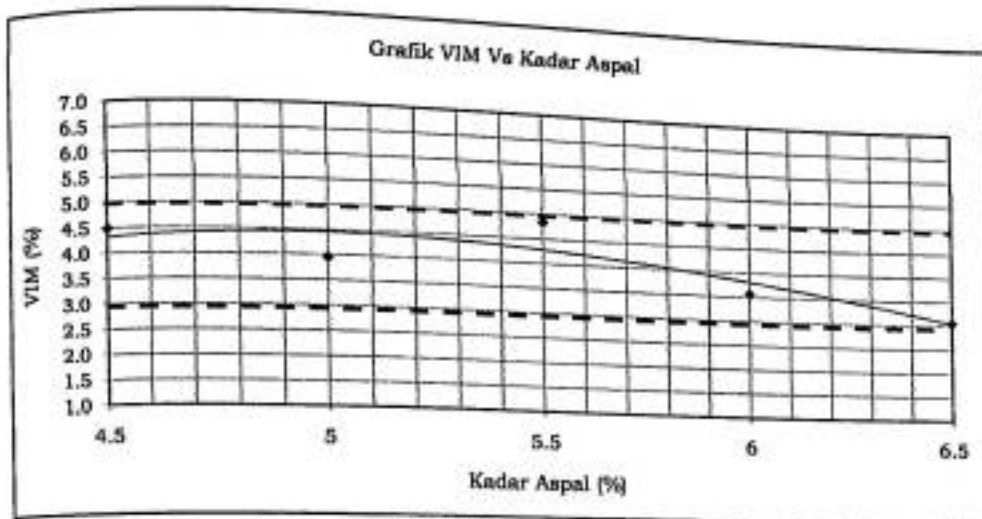
Stabilitas Marshall (kg) Min. 800



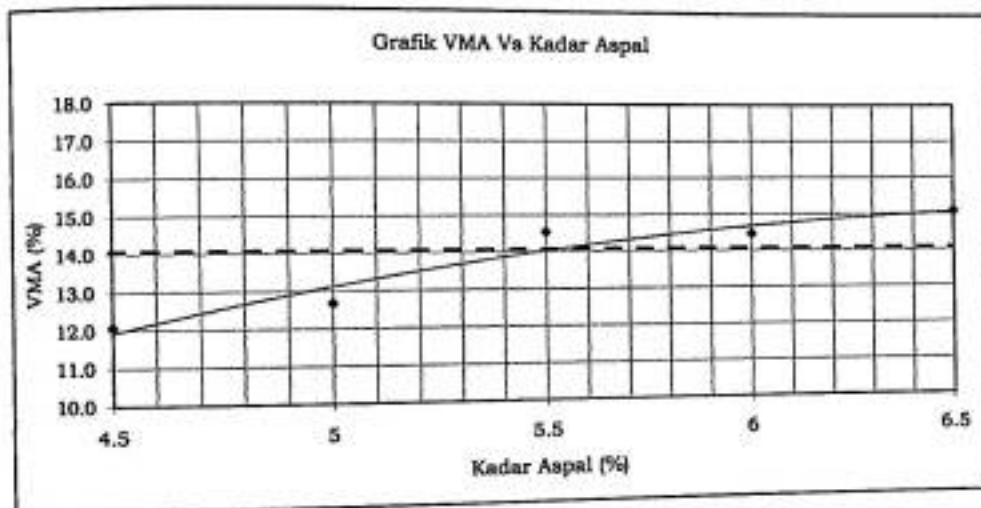
Flow (mm) 2 - 4



VIM (%) 3 - 5



VMA (%) Minimum 14



Marshall Quotient (kg/mm) Min. 200

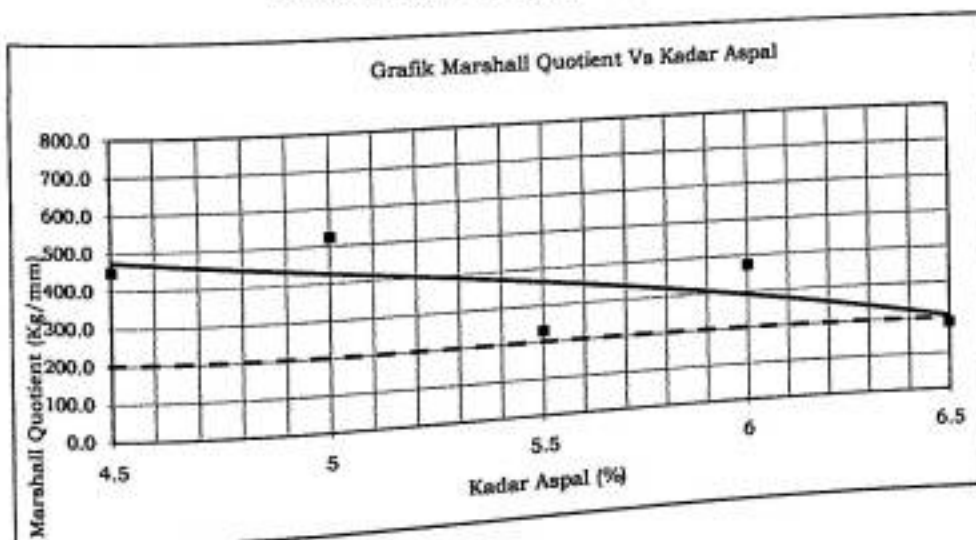
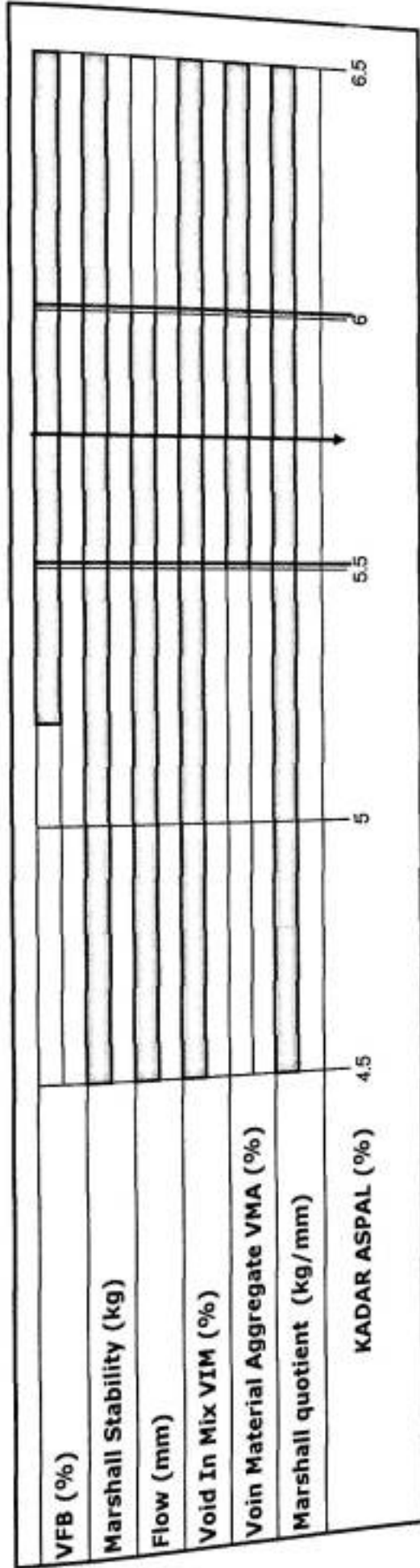


Diagram penentuan kadar aspal optimum

Variasi Camp. : Pasir 30 % : Batok Kelapa 0 %

DIAGRAM PENENTUAN KADAR ASPAL OPTIMUM



$$\text{KADAR ASPAL OPTIMUM} = \frac{5.50 + 6.0}{2} = 5.75 \%$$

DATA HOT MIX DESIGN METODE MARSHALL

Variasi Camp. : Piatr 25% ; Batok Kelapa 5 %
 Disiapkan : Subiana / Nurfaidha M. Eia
 Tanggal : Mei 2009

- Aspal Beton
- AC
- 1.040
- Berat Jenis Aspal (T)
- B_g Bulk Total Agregat (U)
- B_g Eff Total Agregat (V)

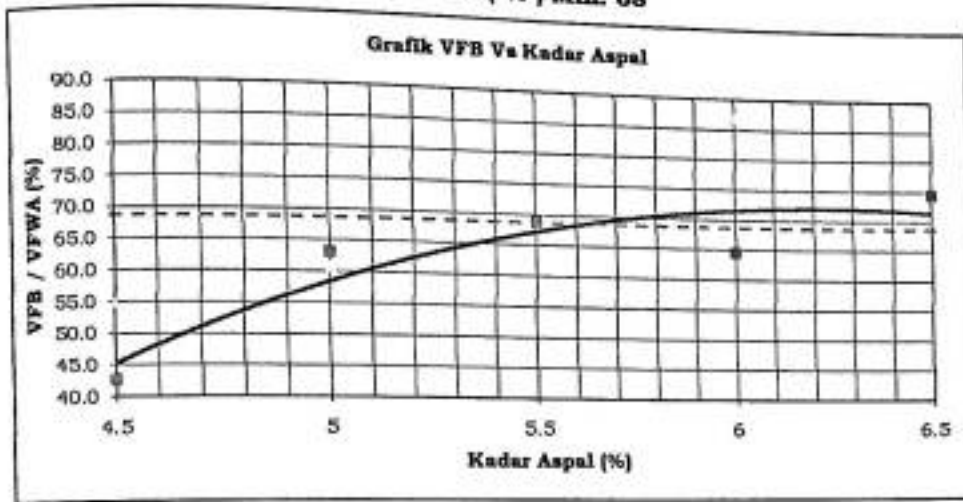
Kadar Aspal terhadap Campuran	Bermat (Gross)			Volume Benda Uji (cm ³)	Bj. Bulk Campuran Unit Weight	Bj. Maksimum Campuran	% Total Volume Agregat				Rongga Dalam			Rongga Tertutup			Stabilitas			Kelelahan Flow	Quotient Marshall (Kg/mm)		
	Di dalam (In air)	D	E				K. permutasi (SSD)	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q			R	S
4.5	4.71	1162.10	669	1194.00	525.00	2.214	2.449	90.38	83.23	9.62	16.77	42.63	1208	0.96	1468.01	1409.29	7.65	531.81					
4.5	4.71	1168.00	683	1191.00	508.00	2.299	2.469	93.88	86.45	6.12	13.55	54.81	1002	1.04	1228.66	1277.60	3.40	375.76					
			Rata - Rata			2.286		93.127	84.817	7.87	15.16	48.72				1343.44	3.03	453.79					
5.0	5.26	1155.00	680	1182.00	500.00	2.310	2.432	94.99	86.40	5.01	13.60	63.13	1380	1.04	1554.87	1617.06	3.30	490.02					
5.0	5.26	1160.00	670.0	1175.00	505.00	2.297	2.432	94.43	85.91	5.53	14.09	60.62	978	1.04	1197.52	1245.42	2.75	452.88					
			Rata - Rata			2.304		94.719	86.157	5.28	13.84	61.88				1431.34	3.03	477.45					
5.5	5.82	1156.80	687.0	1183.00	501.00	2.309	2.415	95.61	85.91	4.30	14.09	68.87	1072	1.04	1310.66	1362.88	2.90	469.96					
5.5	5.82	1169.00	690	1175.00	485.00	2.410	2.415	99.81	89.68	0.19	10.32	98.15	1125	1.09	1372.09	1495.38	3.00	498.53					
			Rata - Rata			2.360		97.711	87.792	2.29	12.21	83.51				1429.33	2.86	484.24					
6.0	6.38	1165.70	670	1186.00	516.00	2.259	2.398	94.20	83.61	5.80	16.39	64.63	1130	1.00	1377.90	1377.90	3.60	382.75					
6.0	6.38	1141.00	669	1153.00	484.00	2.357	2.398	98.30	87.25	1.70	12.75	86.69	1176	1.09	1431.39	1560.22	4.00	590.05					
			Rata - Rata			2.308		96.282	85.438	2.78	14.67	75.66				1469.66	3.80	384.40					
6.5	6.95	1154.20	672.0	1177.00	505.00	2.288	2.382	95.97	84.13	4.03	15.87	74.57	1514	1.64	1834.09	1907.45	3.70	515.53					
6.5	6.95	1160.00	685	1175.00	490.00	2.387	2.382	99.40	87.15	0.60	12.85	95.34	1139	1.09	1388.37	1513.32	3.75	403.55					
			Rata - Rata			2.326		97.683	85.640	2.32	14.36	84.96				1710.39	3.75	458.54					

Ket. R = Koreksi volume benda uji x Angka kalibrasi

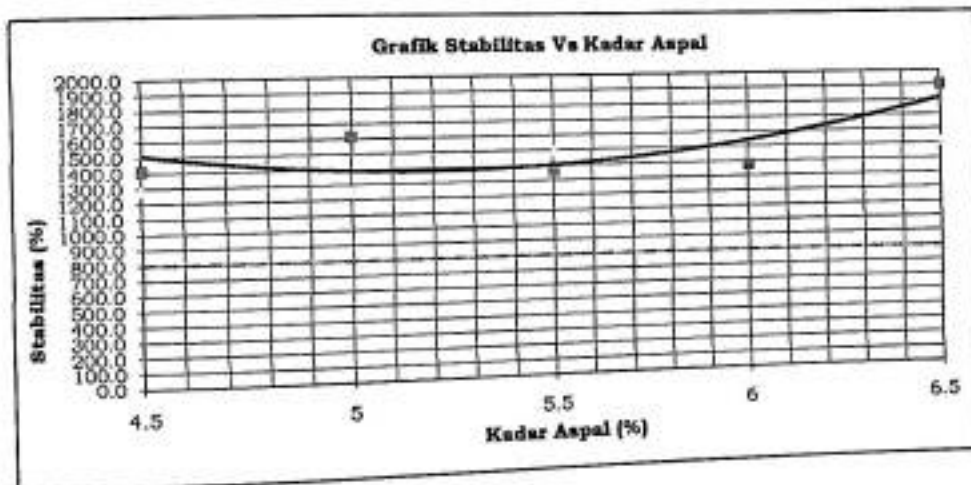
Grafik Marshall

Variasi Camp. : Pasir 25,0% : Batok Kelapa 5,0 %

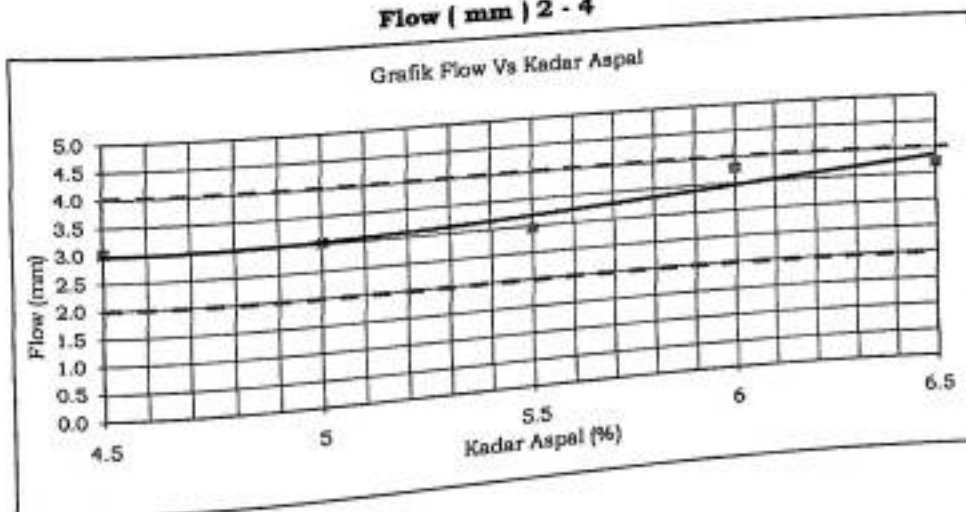
VFB / VFWA (%) Min. 68



Stabilitas Marshall (kg) Min. 800



Flow (mm) 2 - 4



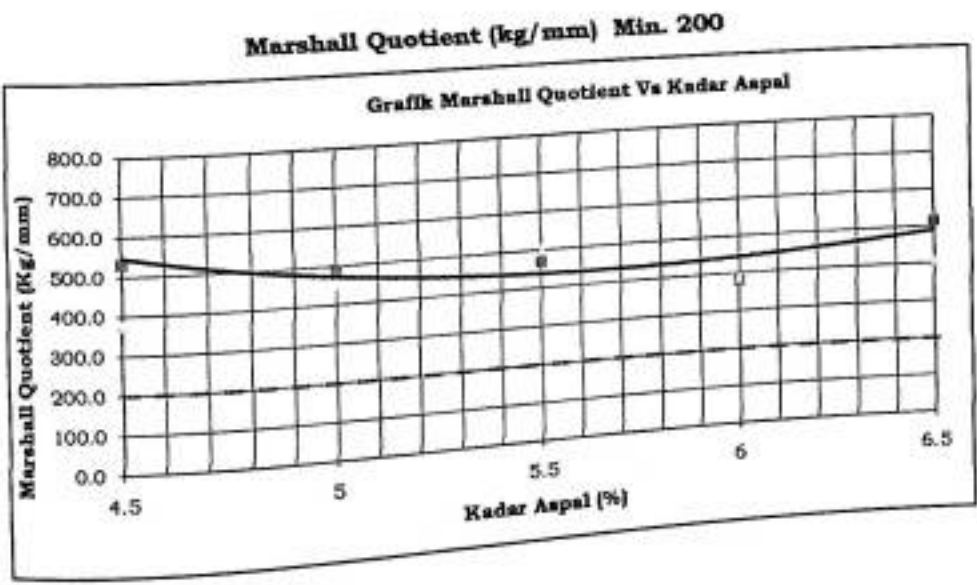
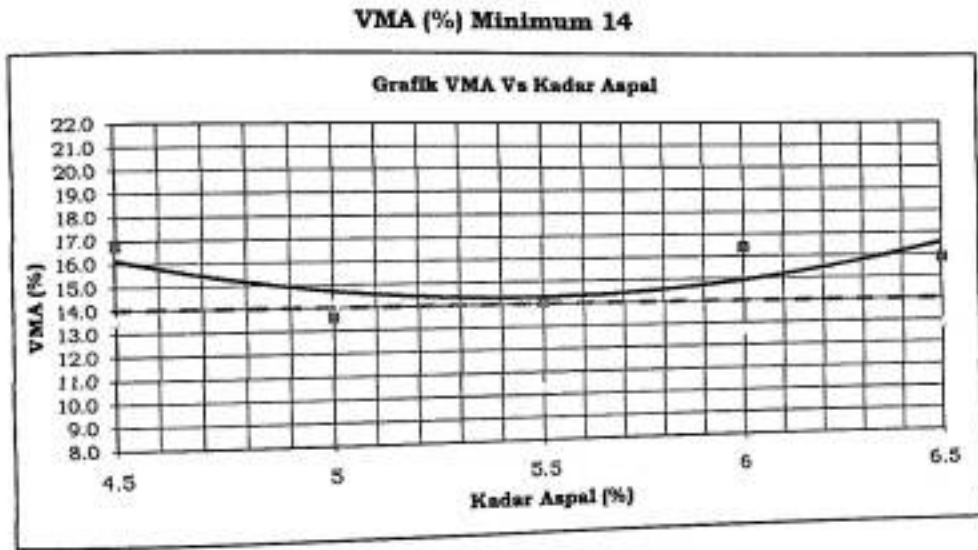
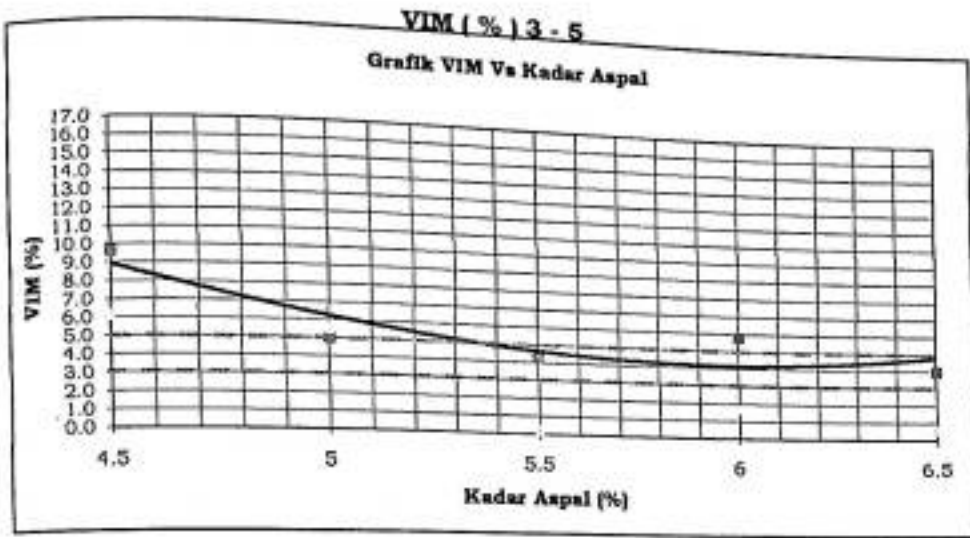
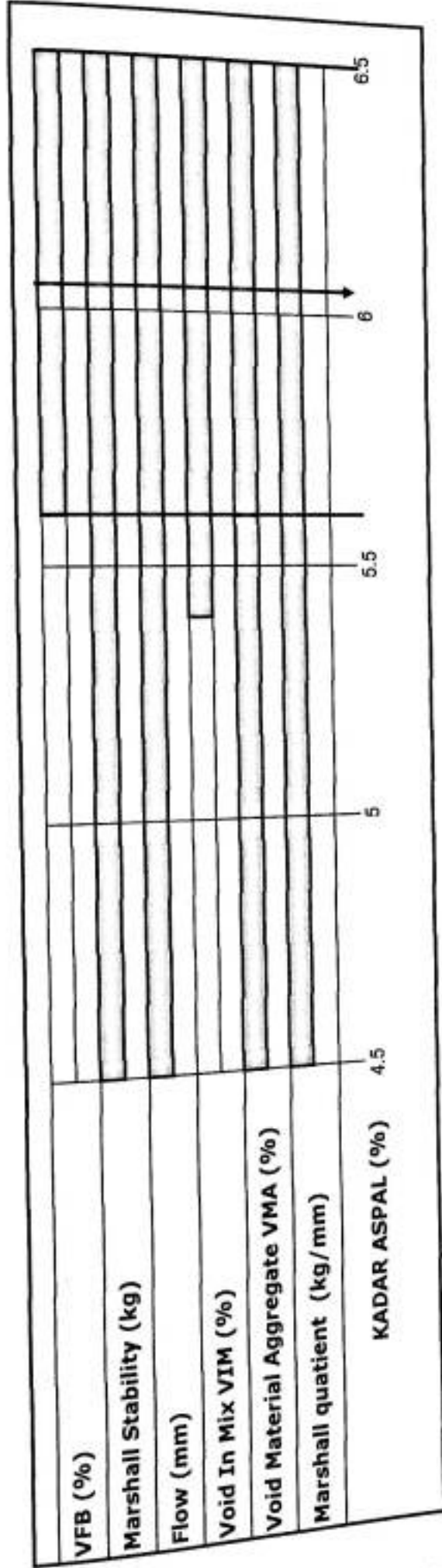


Diagram penentuan kadar aspal optimum

Variasi Camp. : Pasir 25,0% : Batok Kelapa 5,0 %

DIAGRAM PENENTUAN KADAR ASPAL OPTIMUM



$$\text{KADAR ASPAL OPTIMUM} = \frac{5.6 + 6.5}{2} = 6.05 \%$$

DATA HOT MIX DESIGN METODE MARSHALL

Veriasi Camp : Pasir 22.5% - Batu K. Kelapa 7.5 %
Dikerjakan : Sulisman / Nurhidris M. Dha
Tanggal : Mei 2009

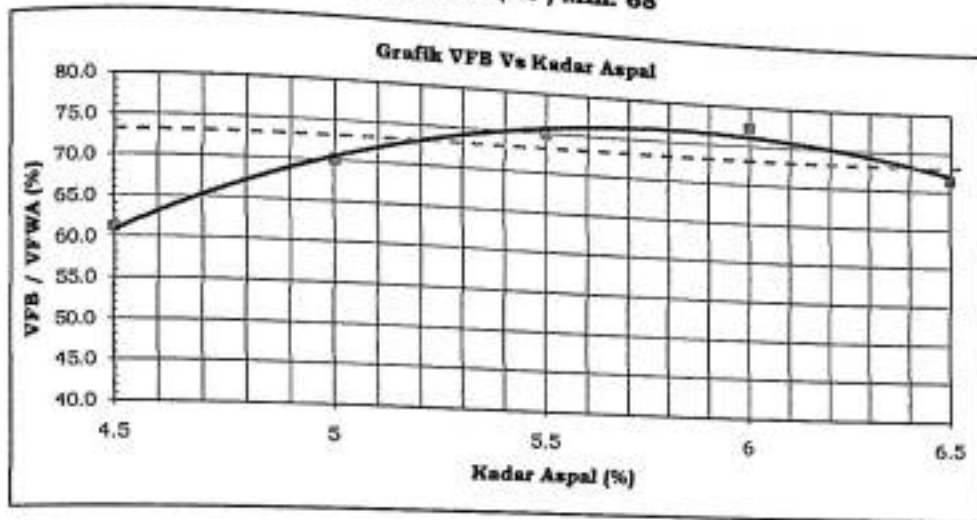
- Aspal Beton
- AC
- 1.040
- 2.536
- 2.613

Kadar Aspal terhadap Campuran (100 - A)	Berat (Gram)		Volume Benda Uji cm ³	Bj. Bndk Campuran Unit Weight	Bj. Maksimum Campuran	Eff. Aspal 100 x G / 100-A x V	% Total Volume				Rongga Dalam Camp. Agr. (%) VMA	Rongga Tertutup Aspal (%) VFB	Stabilitas - Kg				Kekelahan mm Flow	Quotient Marshall (Kg/mm)					
	Di udara (in air)	C					D	E	F	G			H	I	J	K			L	M	Dibaca		Disesuaikan
																					O	P	
4.5	1162.00	760	1200.00	2.324	2.446	95.01	87.51	4.99	12.49	60.02	1254.0	1.04	1523.17	1564.10	3.90	406.18							
4.5	1165.00	698	1197.00	2.335	2.446	95.44	87.91	4.56	12.69	62.30	889.0	1.04	1093.30	1137.03	4.30	264.43							
				2.329		95.223	87.708	4.78	12.29	61.16				1368.56	4.10	235.39							
5.0	1172.00	666	1190.00	2.237	2.429	92.08	83.78	3.92	16.22	51.19	1420.0	0.96	1725.60	1656.38	2.76	600.21							
5.0	1086.00	633.0	1087.00	2.403	2.429	98.92	89.99	1.08	10.01	89.16	392.0	1.25	976.82	1221.03	5.00	244.21							
				2.328		95.498	86.886	4.58	13.11	70.18				1438.30	3.88	422.21							
5.5	1166.00	666	1185.00	2.268	2.412	94.03	84.52	5.95	15.48	61.55	1432.0	1.00	1740.24	1740.24	3.90	446.22							
5.5	1083.00	629	1081.00	2.380	2.412	98.68	88.69	1.32	11.31	88.54	484.0	1.25	570.70	715.38	3.98	179.24							
				2.324		96.365	86.604	3.64	13.49	74.94				1236.91	3.94	312.70							
6.0	1164.00	663	1171.00	2.265	2.395	94.54	83.93	5.66	16.07	66.04	1205.0	1.00	1664.62	1664.62	3.37	431.61							
6.0	1065.00	616	1067.00	2.361	2.395	98.58	87.52	1.42	12.48	88.66	494.0	1.25	532.82	666.03	3.75	177.61							
				2.313		96.563	85.725	3.44	14.27	77.35				1865.32	3.56	306.11							
6.5	1160.00	659	1174.00	2.262	2.379	95.09	83.39	4.91	16.61	70.66	1315.0	1.00	1597.56	1597.56	3.86	413.88							
6.5	998.00	561	1000.00	2.273	2.379	95.57	81.81	4.63	16.19	72.62	387.0	1.32	474.88	626.84	3.97	157.89							
				2.268		95.338	83.600	4.67	16.40	71.64				1112.20	3.92	285.89							

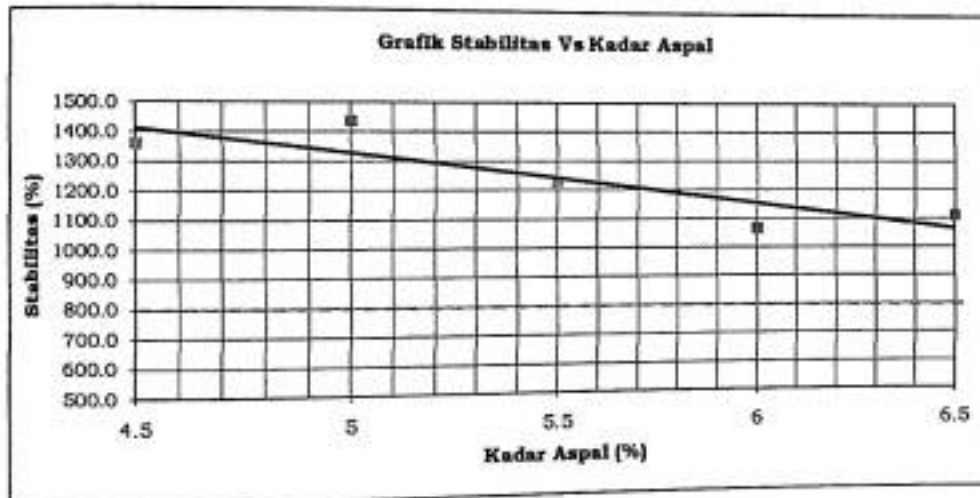
Ket: R = Kereolan volume benda uji x Aspal baldrasi

Variasi Camp. : Pasir 22,5 % : Batok Kelapa 7,5 %

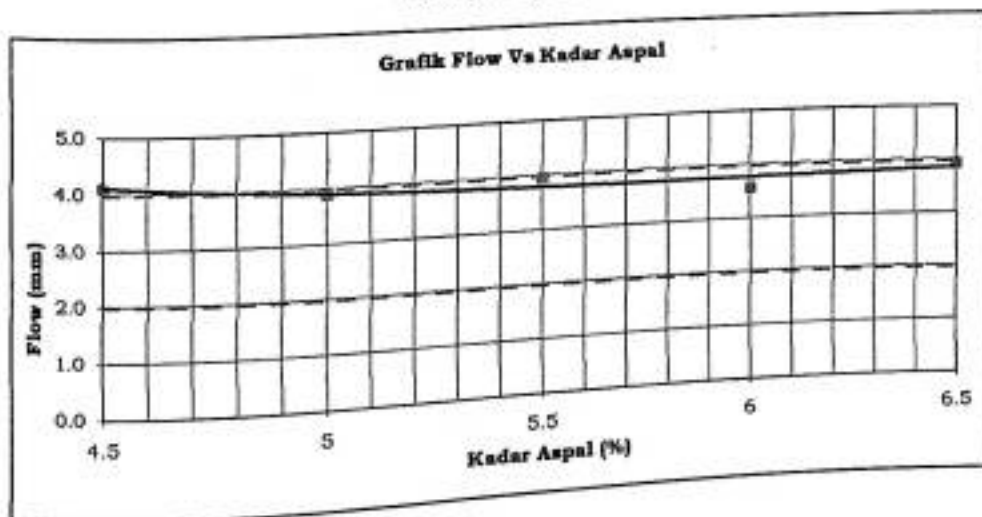
VFB / VFVA (%) Min. 68



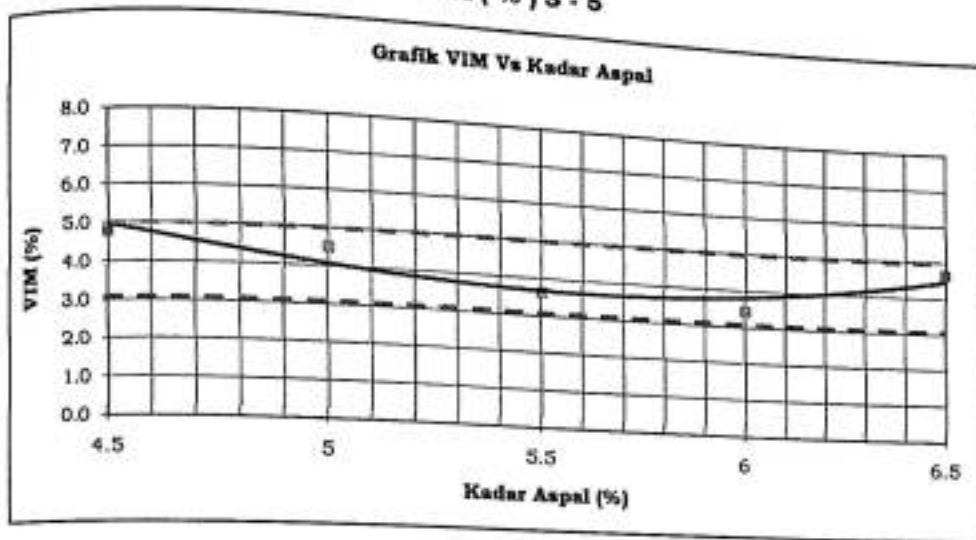
Stabilitas Marshall (kg) Min. 800



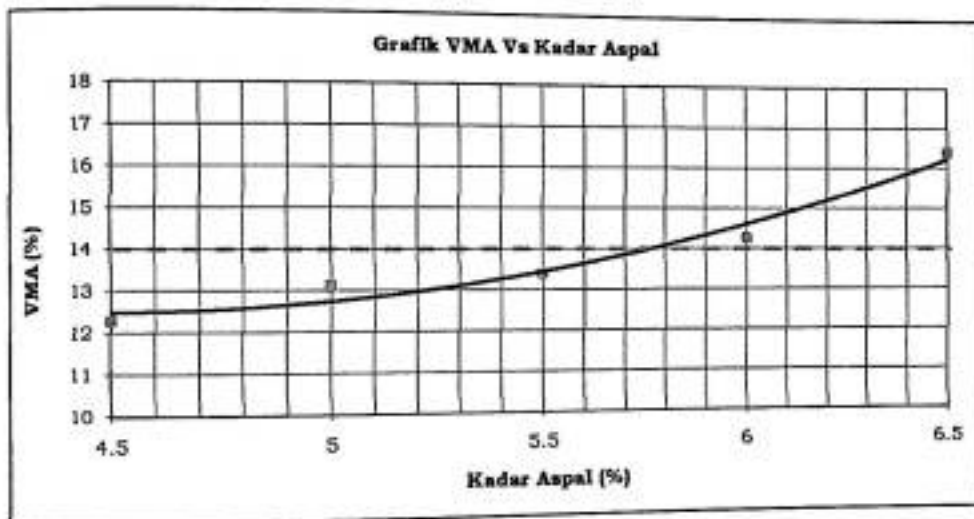
Flow (mm) 2 - 4



VIM (%) 3 - 5



VMA (%) Minimum 14



Marshall Quotient (kg/mm) Min. 200

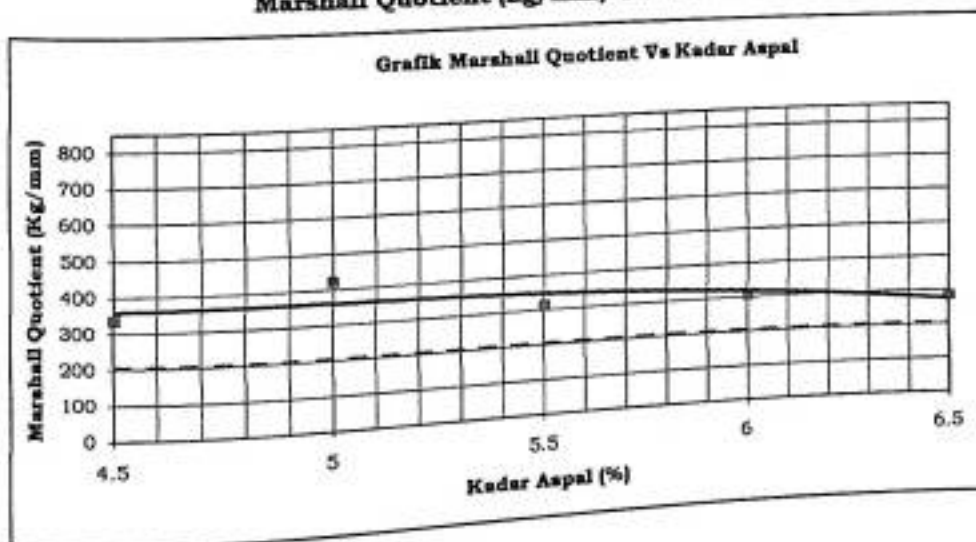
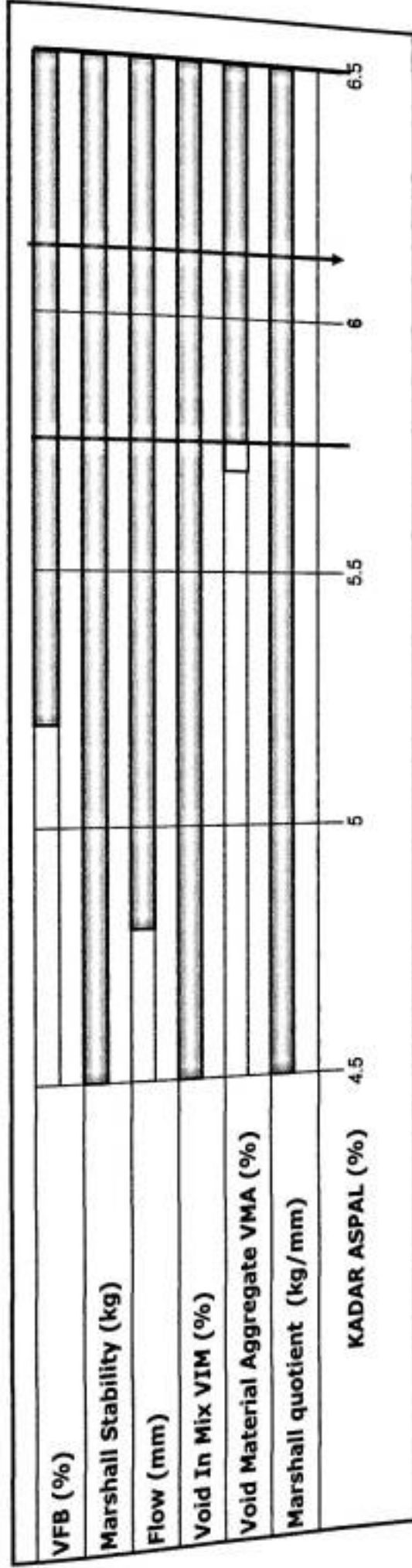


Diagram penentuan kadar aspal optimum

Variasi Camp : Pasir 22,5 % : Batok Kelapa 7,5 %

DIAGRAM PENENTUAN KADAR ASPAL OPTIMUM

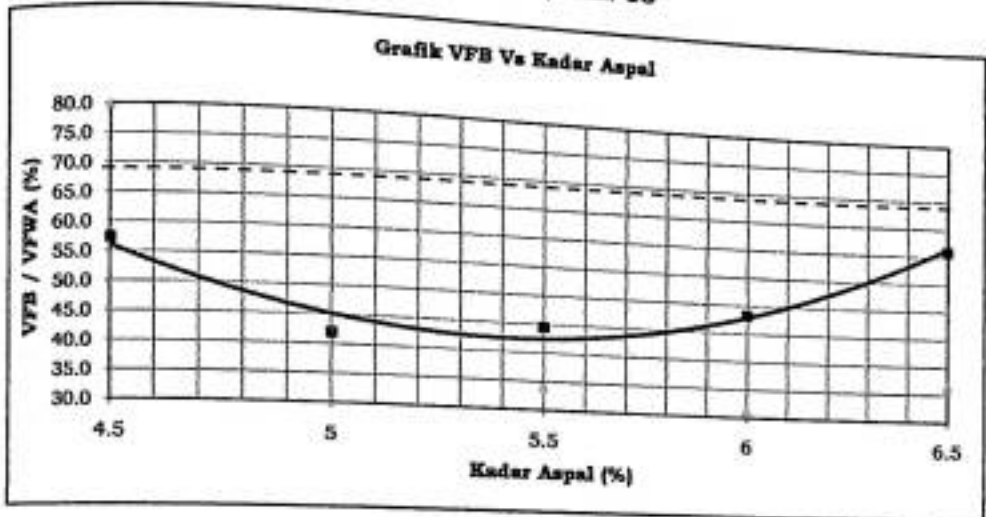


$$\text{KADAR ASPAL OPTIMUM} = \frac{5.8 + 6.5}{2} = 6.13 \%$$

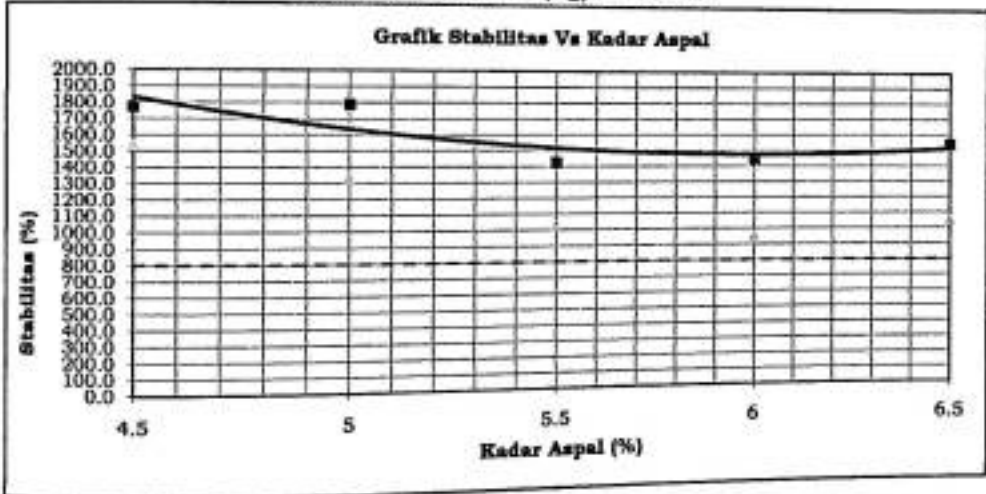
Grafik Marshall

Variasi Camp. : Pasir 20,0% : Batok Kelapa 10,0 %

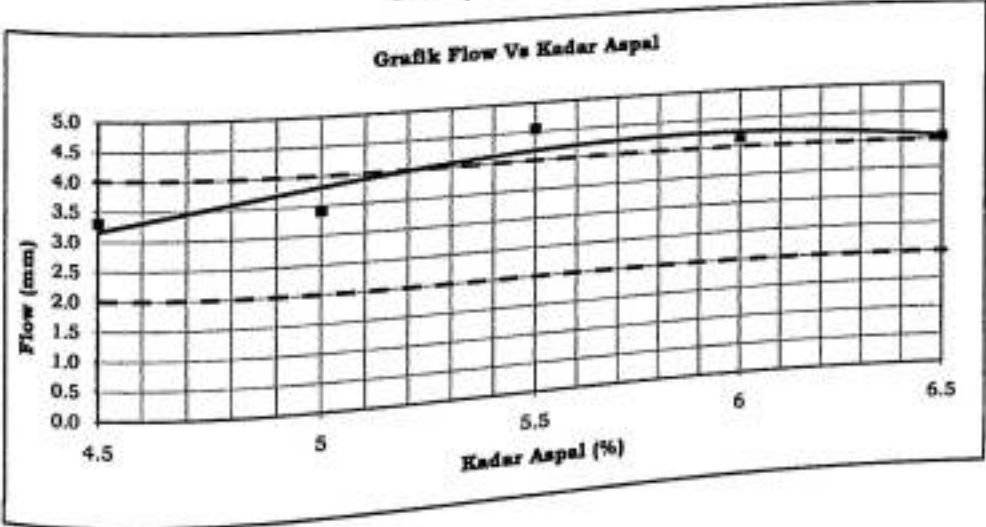
VFB / VFWA (%) Min. 68



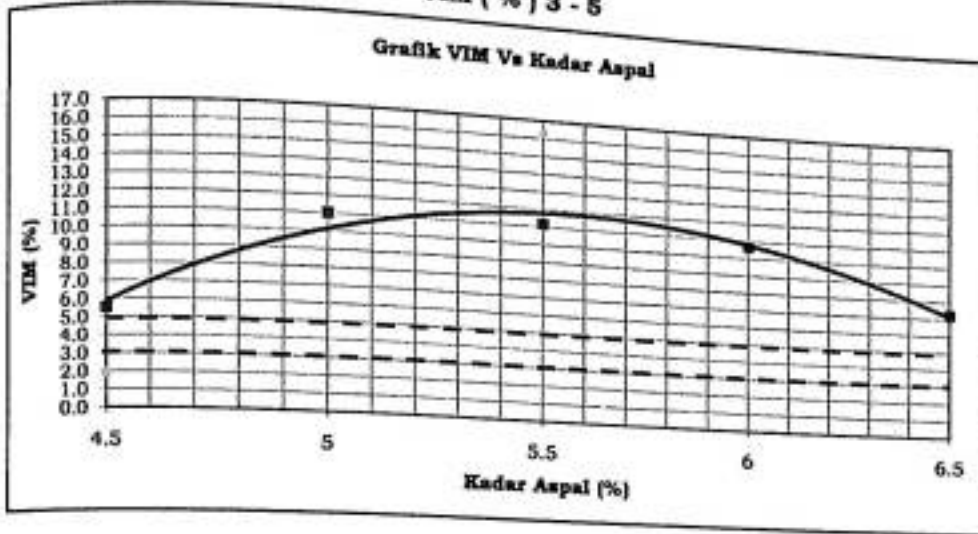
Stabilitas Marshall (kg) Min. 800



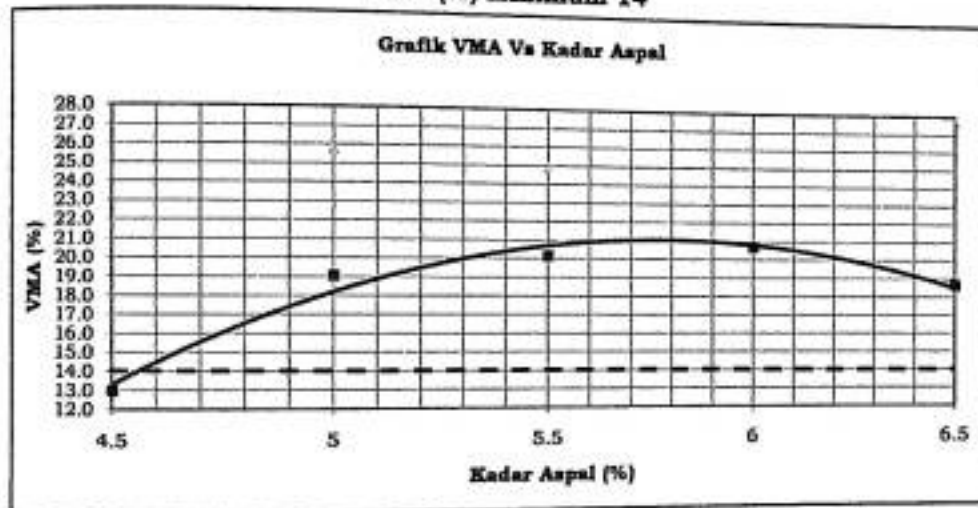
Flow (mm) 2 - 4



VIM (%) 3 - 5



VMA (%) Minimum 14



Marshall Quotient (kg/mm) Min. 200

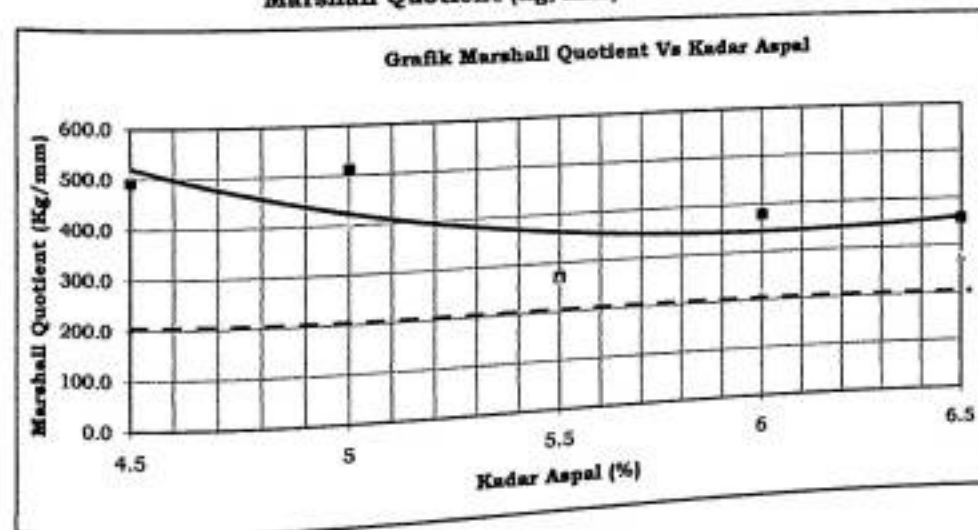
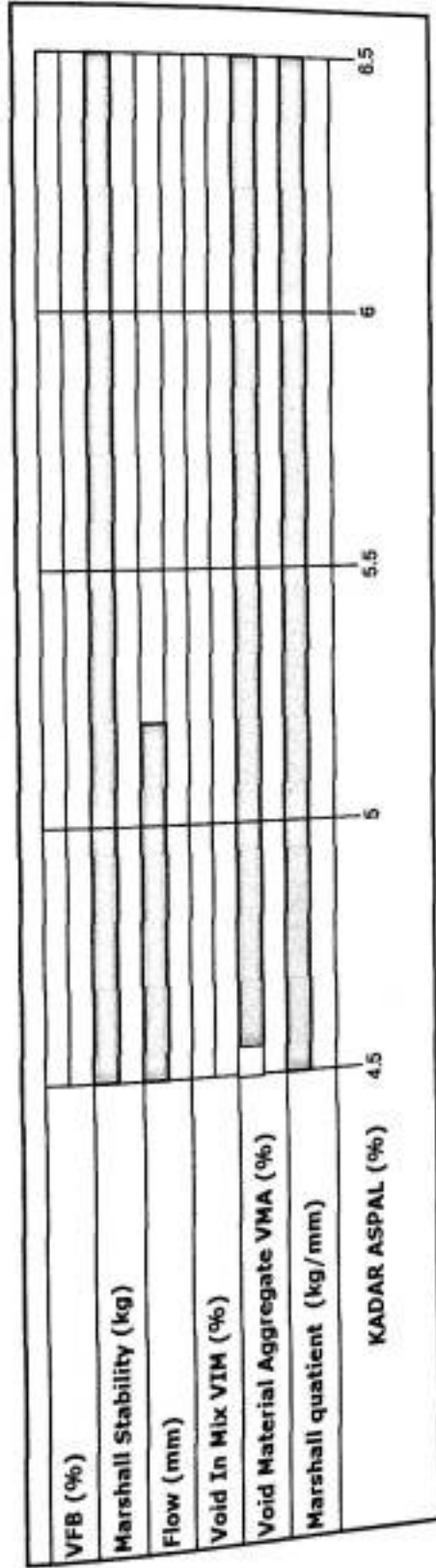


Diagram penentuan kadar aspal optimum

Variasi Camp : Pasir 20,0% : Bontok Kelapa 10,0 %

DIAGRAM PENENTUAN KADAR ASPAL OPTIMUM



KADAR ASPAL OPTIMUM = $\frac{0.0 + 0.0}{2}$ = 0.00 %

DATA HOT MIX DESIGN METODE MARSHALL

- Tipe Perkerasan = Aspal Beton
 Jenis Campuran = AC
 Berat Jenis Aspal (T) = 1.040
 BJ Bulok Total Agregat (U) = 2.525
 BJ EIT Total Agregat (V) = 2.602

Viskositas Camp. : Puiz 15% ; Berat Kelapa 15 %
 Dispersikan : Sakiman / Nurfahid M. Esa
 Tanggal : Mei 2009

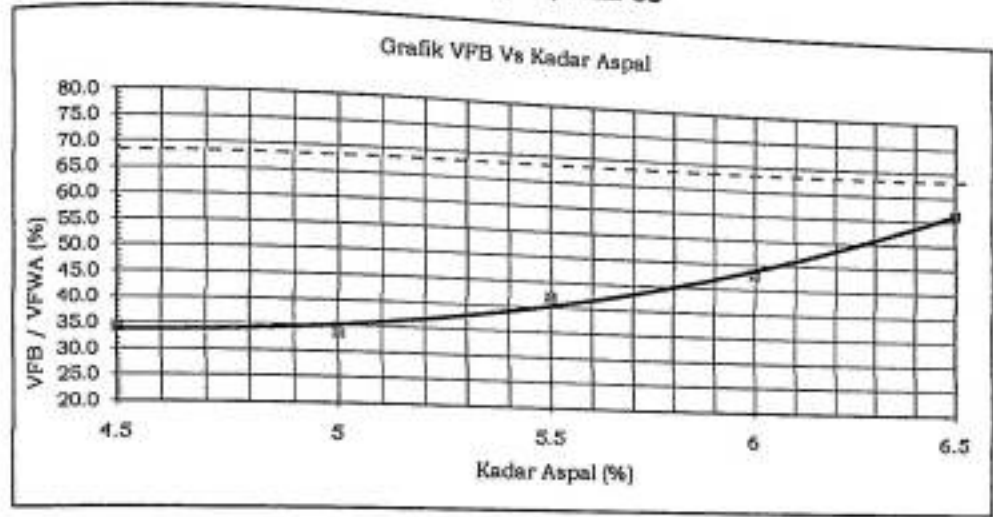
Kadar Aspal terhadap Campuran	Berat (Gram)			Volume Beras (U) cm ³	Bj. Bulok Campuran Unit Weight	Bj. Maklimum Campuran	% Total Volume			Rotas Delam Camp. Agr. (%)	Rotas Teras Agral (%)	Stabilitas - Kg					Kolekasi men Flow	Quotient Marshall (Kg/mm)					
	Di dalam (in air)	C	D				E	F	G			I	J	K	L	M			N	O	P	Q	R
4.5	1170.00	643	1197.00	554.00	2.112	2.437	86.63	79.87	13.35	20.13	33.71	11.64.0	0.89	1394.18	1200.82	2.92	474.94						
4.5	1182.00	637	1192.00	556.00	2.126	2.437	87.23	80.40	12.77	19.60	34.85	1015.0	0.89	1244.01	1197.37	1.90	582.72						
			Rata - Rata																				
5.0	1166.00	637	1197.00	560.00	2.082	2.420	86.03	78.33	13.97	21.67	35.53	1088.0	0.86	1279.06	1142.99	2.41	503.80						
5.0	1185.00	613.0	1196.00	583.00	2.033	2.420	83.99	76.66	16.01	23.54	31.95	1185.0	0.83	1183.95	1148.68	3.68	330.08						
			Rata - Rata																				
5.5	1169.00	643	1187.00	544.00	2.149	2.403	89.41	80.41	10.59	19.59	45.93	1111.0	0.93	1354.81	1266.90	3.32	358.21						
5.5	1175.00	613	1181.00	568.00	2.065	2.403	85.93	77.28	14.07	22.72	38.05	984.0	0.86	1206.93	1017.66	3.70	280.53						
			Rata - Rata																				
6.0	1161.00	666	1174.00	538.00	2.198	2.387	91.12	81.83	9.88	18.15	56.63	1393.0	0.96	1692.68	1624.97	3.90	416.66						
6.0	1173.00	663	1178.00	575.00	2.040	2.387	85.47	75.94	14.53	24.06	39.63	1123.0	0.83	1369.76	1136.90	3.20	335.28						
			Rata - Rata																				
6.5	1157.00	643	1168.00	527.00	2.193	2.371	92.61	81.29	7.79	18.71	60.53	1062.0	0.96	1298.83	1246.88	3.55	351.23						
6.5	1174.00	653	1185.00	532.00	2.207	2.371	93.09	83.71	6.91	18.39	62.24	1094.0	0.96	1338.04	1282.60	2.80	418.07						
			Rata - Rata																				
					3.201		92.853	81.486	7.15	18.50	61.39				1264.74		3.18	484.65					

Ket: R = Koefisien volume beris (U) x Angka kalibrasi

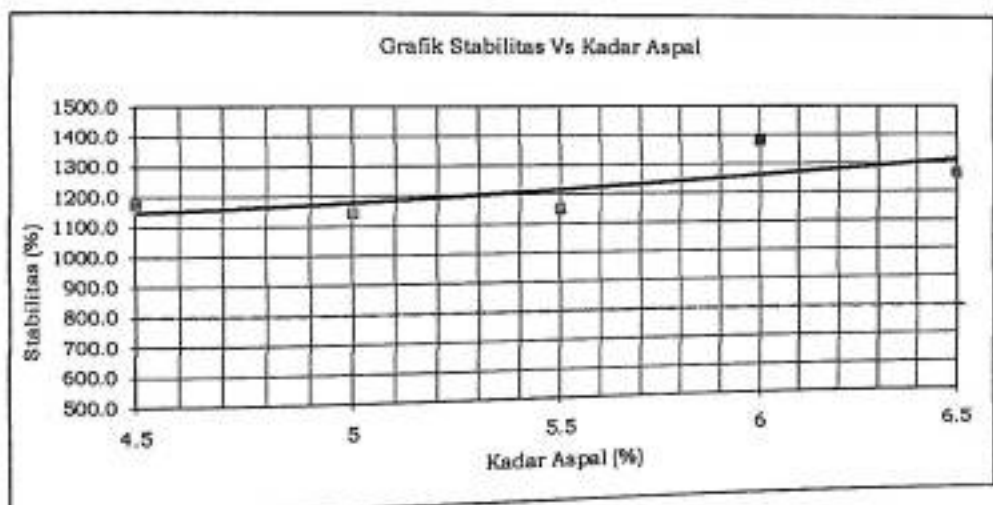
Grafik Marshall

Variasi Camp. : Pasir 15,0 % : Batok Kelapa 15,0 %

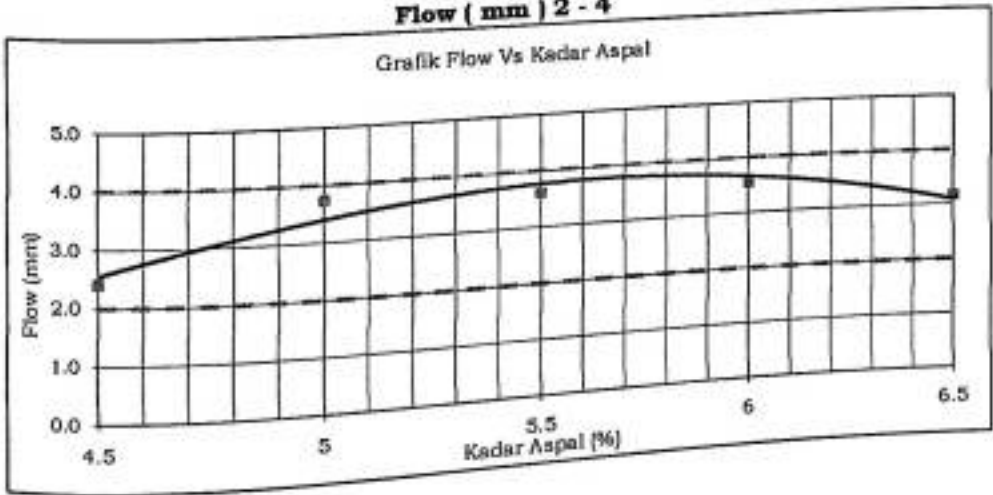
VFB /VFWA (%) Min. 68



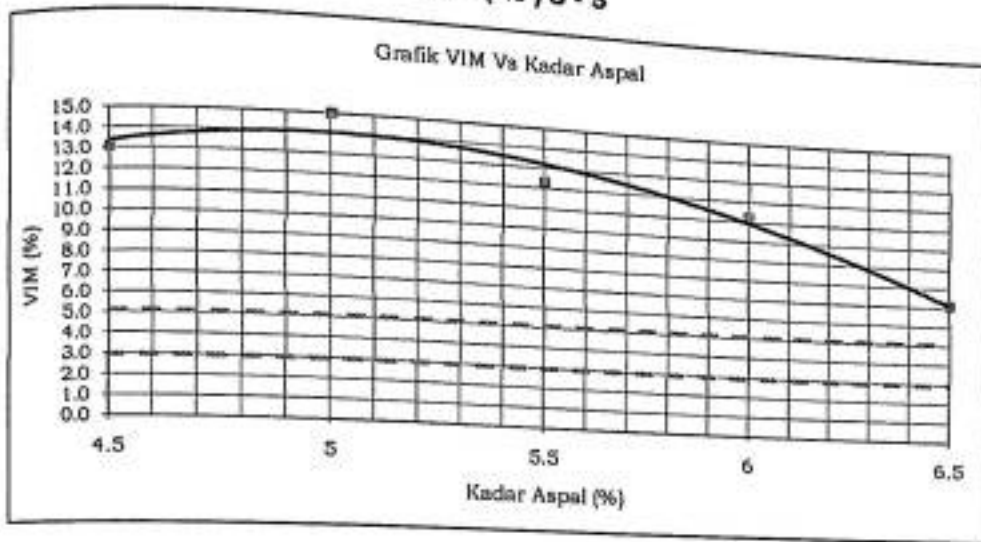
Stabilitas Marshall (kg) Min. 800



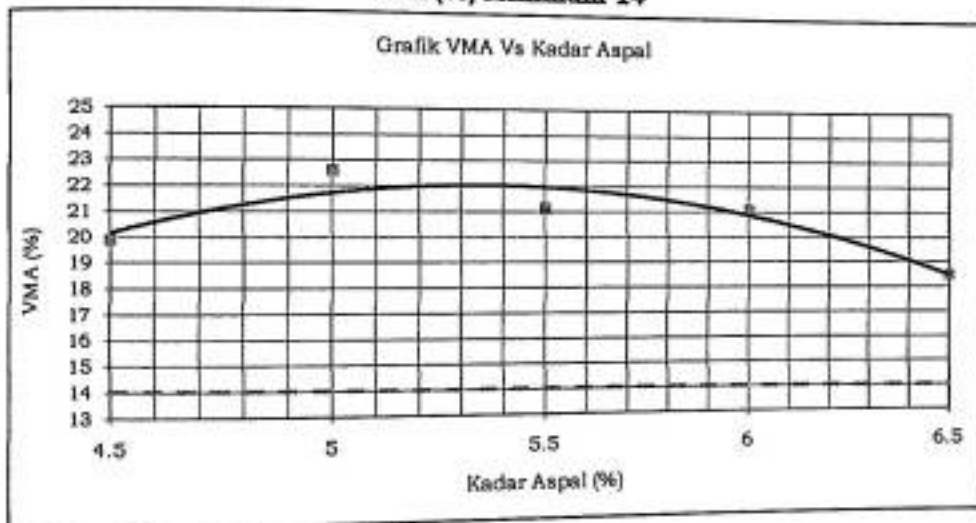
Flow (mm) 2 - 4



VIM (%) 3 - 5



VMA (%) Minimum 14



Marshall Quotient (kg/mm) Min. 200

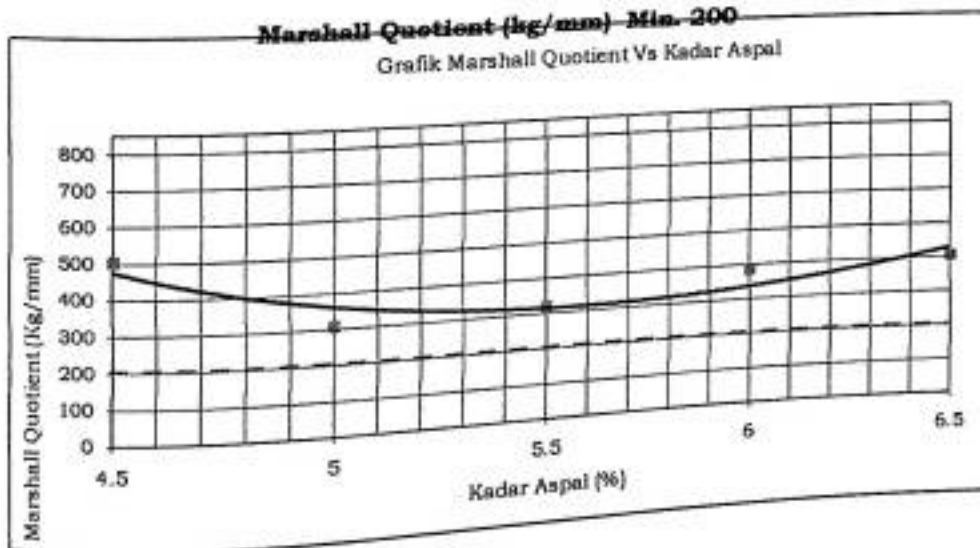
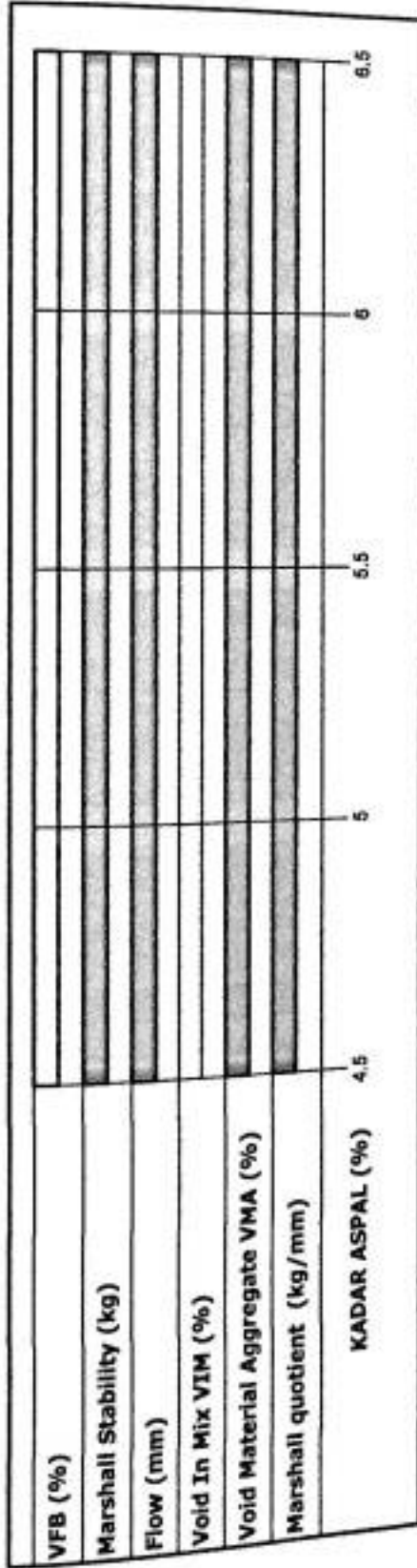


Diagram penentuan kadar aspal optimum

Variasi Camp : Pasir 15,0 % : Batok Kelapa 15,0 %

DIAGRAM PENENTUAN KADAR ASPAL OPTIMUM



$$\text{KADAR ASPAL OPTIMUM} = \frac{0.0 + 0.0}{2} = 0.00 \%$$

DATA HOT MIX DESIGN METODE MARSHALL

Variasi Camp : Poir 7,5% : Batuk Kelapa 22,5 %
Diboyakan : Sukman / Nurhidhala M. Ets
Tanggal : Mei 2009

- Aspal Beton
- AC
- 1.040
- 2.514
- 2.591

- Berat Campuran
- Berat Jenis Aspal (T)
- Bt. Bulb. Total Agregat (U)
- Bt. Eff Total Agregat (V)

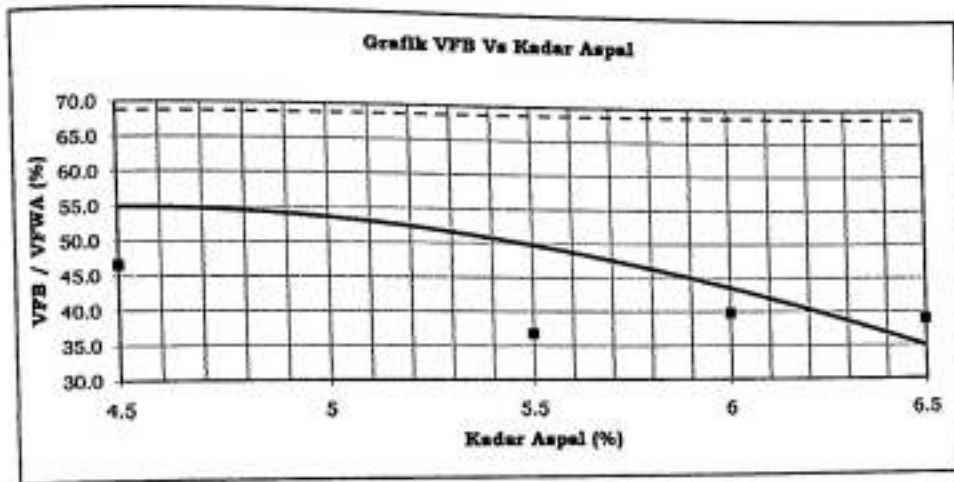
Kadar Aspal terhadap Berat Campuran	Besi (Gram)		Volume Benda Uji (cm ³)	Bj. Bulb. Campuran (Unit Weight)	Bj. Maksimum Campuran	% Total Volume Agregat			Rongga Udara VIM	Rongga Dalam Camp. Agr (%) VMA	Rongga Tertisi Aspal (%) VFB	Stabilitas - Kg				Kelehan mm	Quebent Marshad (Kg/mm)	
	Dh. udara (In air)	D. D				E	F	G				I	J	K	L			M
4.5	4.71	1183.00	662	1197.00	535.00	2.211	2.428	91.06	83.98	8.94	16.02	44.19	1012	0.96	837.80	834.29	1.63	487.43
4.5	4.71	1166.00	659	1178.00	539.00	2.247	2.428	92.52	85.33	7.48	14.67	49.01	1002	1	1088.51	1088.51	3.40	320.15
						2.329		91.790	84.656	8.21	15.34	46.69				946.40	2.83	403.89
5.0	5.26	1183.00	601	1066.00	485.00	2.439	2.411	101.15	92.16	-1.15	7.84	114.66	1131	1.09	1081.33	1178.65	2.77	415.51
5.0	5.26	1180.00	604.0	1175.00	571.00	2.067	2.411	85.70	78.08	14.30	21.92	34.76	978	1	1058.08	1058.08	2.75	399.30
						2.283		93.424	85.117	6.98	14.88	74.71				1138.16	2.76	412.49
5.5	5.82	1184.00	615.5	1194.00	575.50	2.057	2.395	85.91	77.32	14.09	22.68	37.86	885	0.83	1088.51	903.46	2.75	328.53
5.5	5.82	1169.00	599	1175.00	576.00	2.090	2.395	84.75	76.28	15.25	23.72	35.70	1125	0.83	640.15	531.32	3.00	177.11
						2.043		85.277	76.798	14.67	23.20	36.78				717.19	2.88	252.82
6.0	6.38	1186.00	610	1190.00	580.00	2.045	2.378	85.97	76.44	14.03	23.56	40.46	1265	0.83	742.42	616.21	2.80	230.07
6.0	6.38	1141.00	581	1143.00	567.00	2.030	2.378	85.36	75.90	14.64	24.10	39.26	1176	0.86	575.75	495.15	4.00	123.79
						2.038		85.667	76.172	14.23	23.83	39.86				695.68	3.40	171.93
7.0	7.53	1158.00	580.0	1164.00	584.00	1.983	2.346	81.51	75.34	15.49	26.66	41.90	1151	0.83	447.36	371.31	3.61	102.86
6.5	6.95	1160.00	578	1175.00	597.00	1.943	2.362	82.25	77.25	17.75	27.55	36.04	1139	0.81	321.77	260.63	3.75	69.50
						1.963		83.182	71.796	16.62	27.39	38.97				315.97	3.68	86.18

Ket : R = Korelasi volume benda uji x Angka kalibrasi

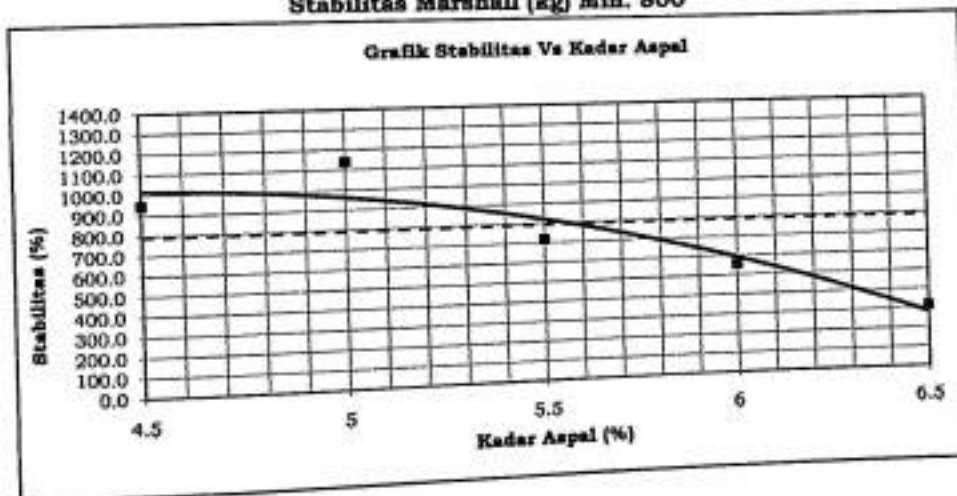
Grafik Marshall

Variasi Camp. : Pasir 7.5% : Batok Kelapa 22.5 %

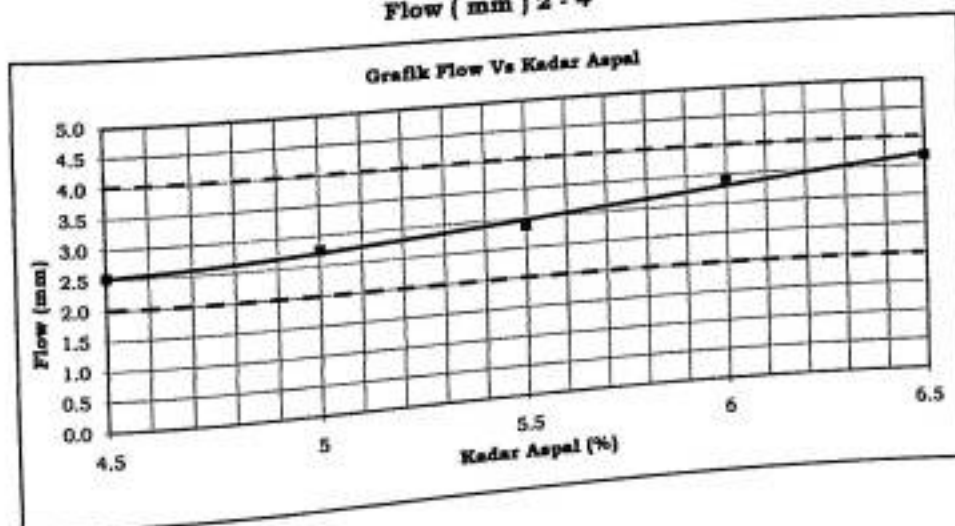
VFB / VFWA (%) Min. 68



Stabilitas Marshall (kg) Min. 800

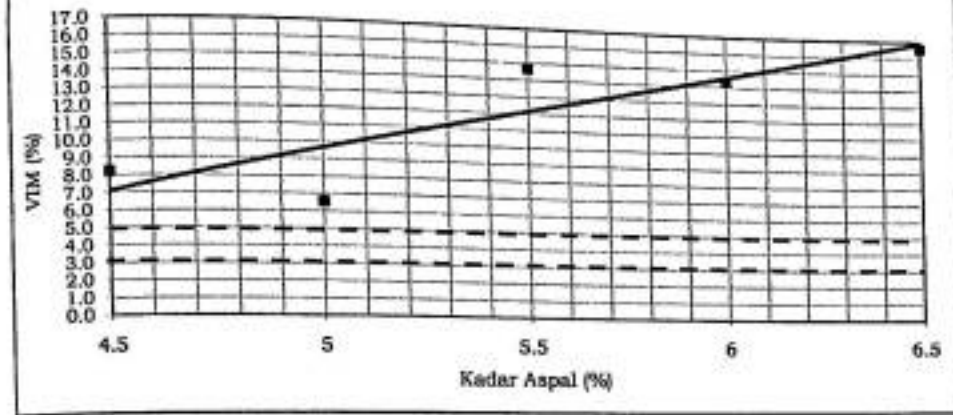


Flow (mm) 2 - 4



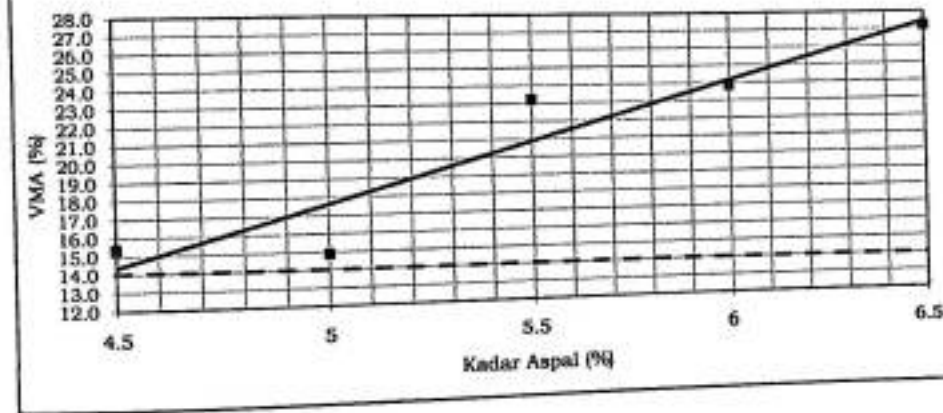
VIM (%) 3 - 5

Grafik VIM Vs Kadar Aspal



VMA (%) Minimum 14

Grafik VMA Vs Kadar Aspal



Marshall Quotient (kg/mm) Min. 200

Grafik Marshall Quotient Vs Kadar Aspal

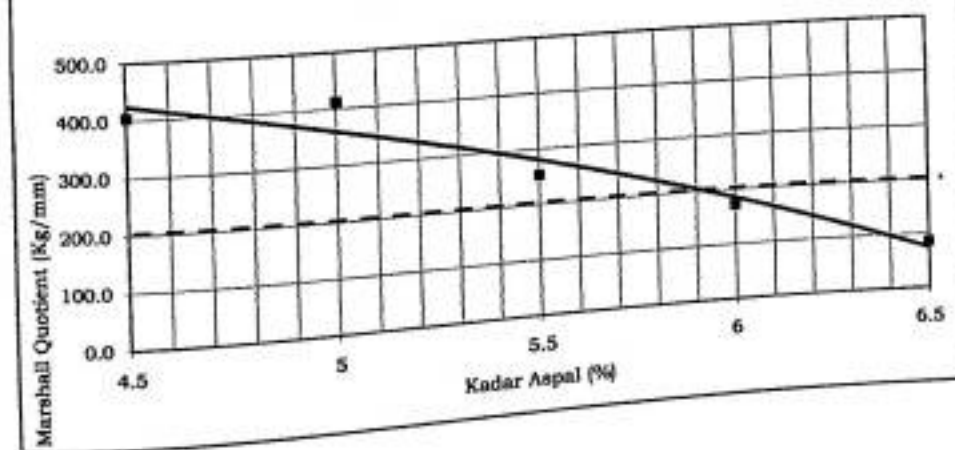
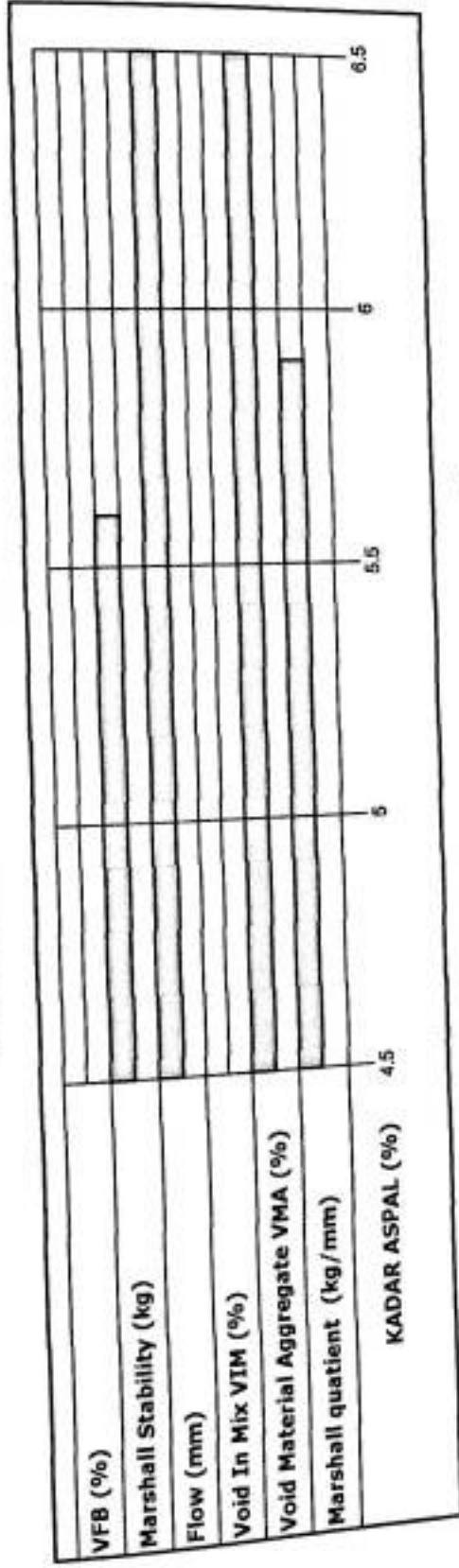


Diagram penentuan kadar aspal optimum

Variasi Camp. : Pasir 7,5% : Batok Kelapa 22,5%

DIAGRAM PENENTUAN KADAR ASPAL OPTIMUM



KADAR ASPAL OPTIMUM = $\frac{0.0 + 0.0}{2}$ = 0.00 %

DATA HOT MIX DESIGN METODE MARSHALL

Variasi Camp : Pmr 0% : Batuk Kelapa 30 %
Dibersipat : Sulaiman / Nurfaahida M. Ela
Tanggal : Mei 2009

- Type Perkerasan : Aspal Beton
- Jenis Campuran : AC
- Berat Jenis Aspal (T) : 1.040
- Bj Bulk Total Agregat (U) : 2.504
- Bj BR Total Agregat (V) : 2.381

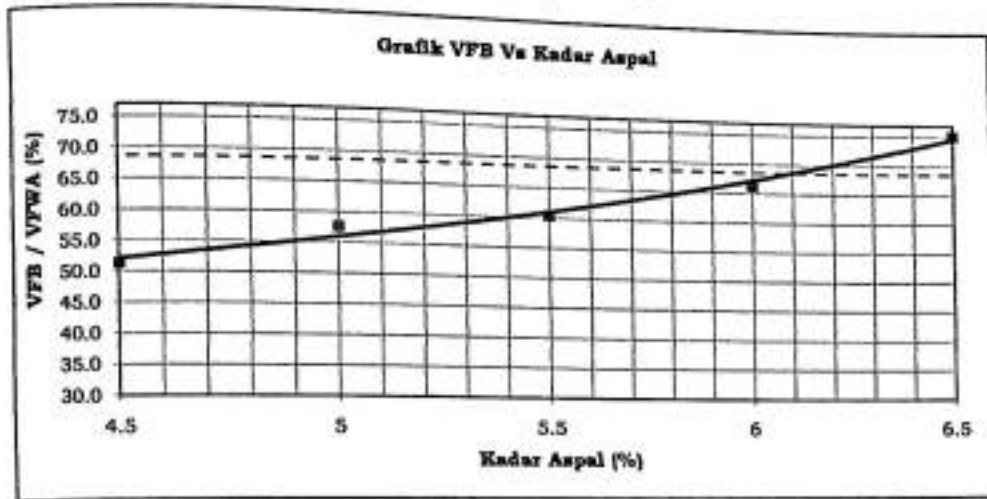
Kadar Aspal terhadap Campuran	A	B	Berat (Gram)			Volume Beras Uj (cm ³)	Bj. Bufr Campuran Unit Weight	Bj. Malstrum Campuran	Eff. Aspal	% Total Volume			Rongga Udara VIM	Rongga Dalam Carra-Agr (%) VMA	Rongga Terasi Aspal (%) VFB	Stabilitas - Kg					Kebekuan min Flow	Quotient Marshall (Kg/mm)				
			D	C	E					R	S	T				Q	P	R	S	T						
4.5	4.71	1194.00	618	1205.00	527.00	2.266	2.419	92.64	35.58	53.19	853	0.96	1050.23	1008.22	3.75	268.88	2.40	525.58								
4.5	4.71	1174.00	659	1182.50	523.50	2.243	2.419	92.69	14.46	49.44	1075	0.96	1313.95	1261.39	2.40	525.58	3.68	397.22								
				Ratio - Ratio		2.254		93.17	14.02	51.32																
5.0	5.26	1173.00	642	1180.50	518.50	2.178	2.403	90.66	17.35	46.14	975	0.93	1194.13	1110.34	3.80	392.35	3.80	392.35								
5.0	5.26	1180.00	681.0	1194.00	513.00	2.312	2.403	96.22	12.28	69.19	1213	1	1473.66	1473.66	2.50	589.48	3.15	440.46								
				Ratio - Ratio		2.248		93.44	14.81	57.67																
5.5	5.82	1198.00	679.0	1205.00	526.00	2.278	2.386	95.44	17.13	67.53	1045	0.96	1279.06	1227.90	2.40	511.62	4.45	251.74								
5.5	5.82	1179.00	647	1184.00	537.00	2.196	2.386	92.01	17.13	51.33	982	0.93	1204.54	1130.22	4.45	251.74	3.43	381.63								
				Ratio - Ratio		2.237		93.72	15.58	68.43																
6.0	6.38	1180.00	651	1197.00	546.00	2.161	2.370	91.19	18.86	53.26	499	0.93	614.89	571.85	3.45	165.75	5.60	217.23								
6.0	6.38	1175.00	679	1189.00	510.00	2.304	2.370	97.21	13.50	79.32	992	1	1216.50	1216.50	4.50	191.49	4.50	191.49								
				Ratio - Ratio		2.233		94.20	16.18	66.39																
6.5	6.95	1172.00	683.0	1184.00	501.00	2.239	2.354	99.37	12.64	95.04	425	1.04	534.09	555.45	4.00	138.86	4.00	138.86								
6.5	6.95	1182.00	643	1194.00	551.00	2.145	2.354	91.13	19.89	55.38	492	0.89	606.06	539.39	4.50	119.87	4.25	139.36								
				Ratio - Ratio		2.342		95.240	16.16	75.31																

Kat : R = Korelasi volume beras up x Angka kalibrasi

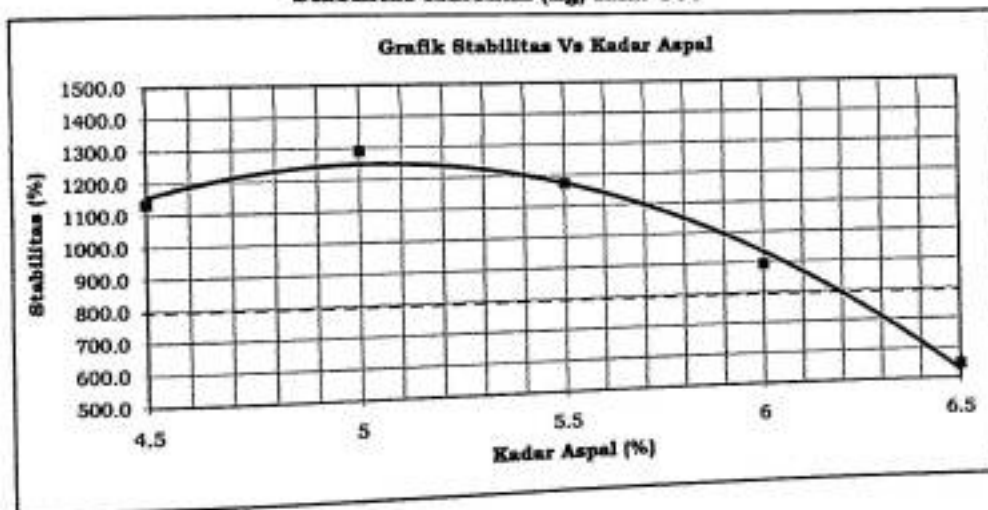
Grafik Marshall

Variasi Camp. : Pasir 0% : Batok Kelapa 30 %

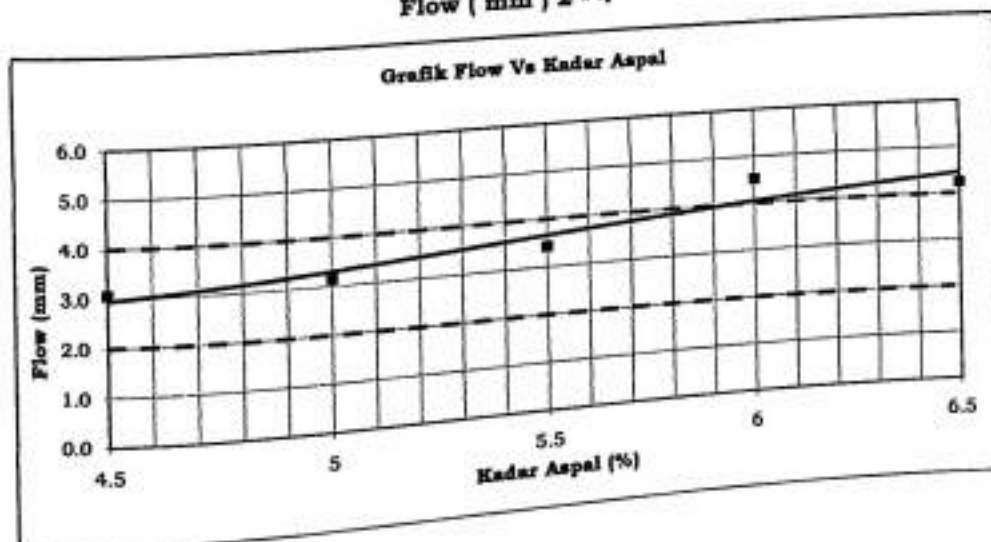
VFB / VFWA (%) Min. 68



Stabilitas Marshall (kg) Min. 800

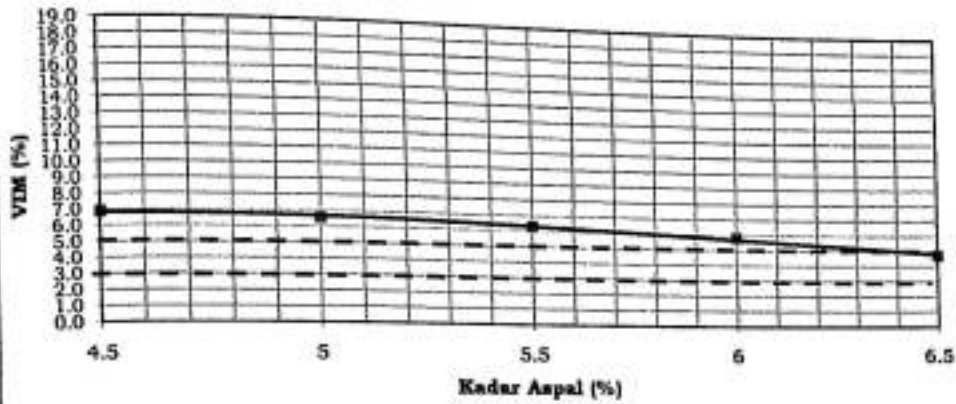


Flow (mm) 2 - 4



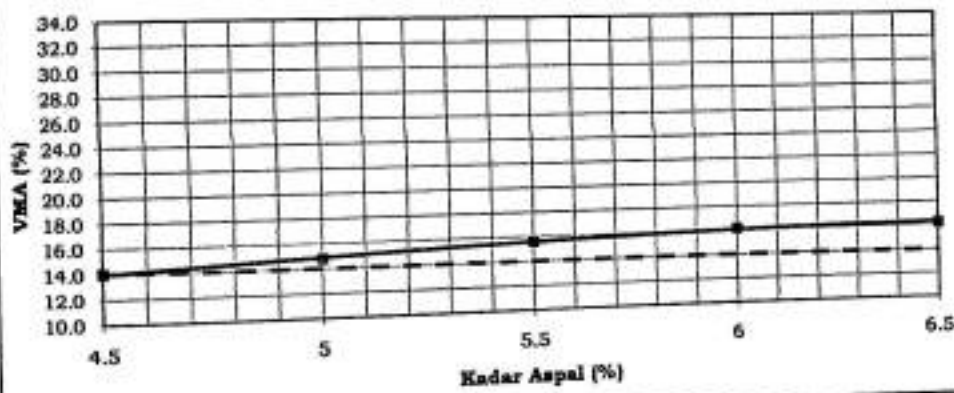
VIM (%) 3 - 5

Grafik VIM Vs Kadar Aspal



VMA (%) Minimum 14

Grafik VMA Vs Kadar Aspal



Marshall Quotient (kg/mm) Min. 200

Grafik Marshall Quotient Vs Kadar Aspal

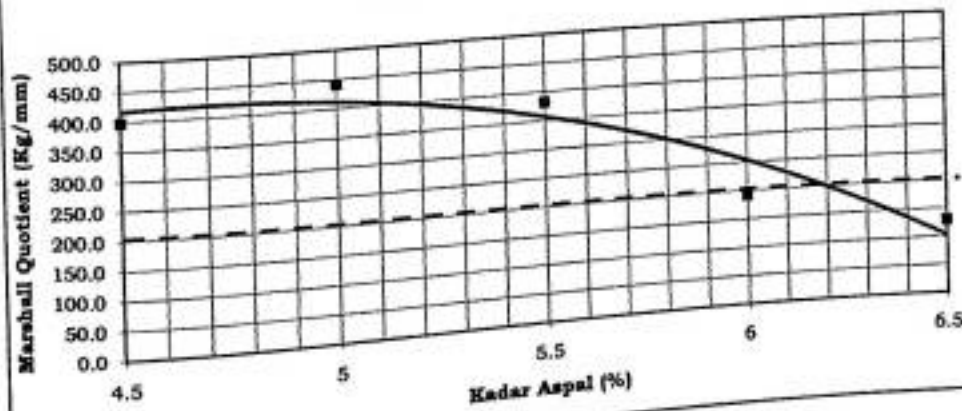
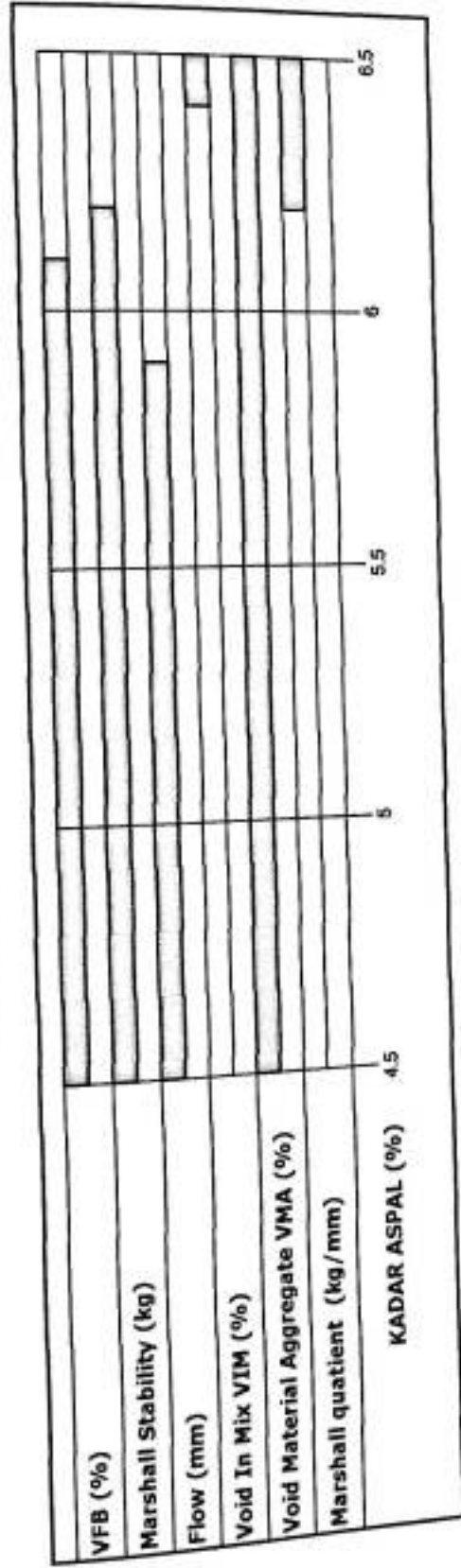


Diagram penentuan kadar aspal optimum

Variasi Camp. : Pasir 0% : Batok Kelapa 30 %

DIAGRAM PENENTUAN KADAR ASPAL OPTIMUM



$$\text{KADAR ASPAL OPTIMUM} = \frac{0.0 + 0.0}{2} = 0.00 \%$$

LAMPIRAN G



Laboratorium Rekayasa Transportasi
Jurusan Sipil Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin

BERAT/KADAR ASPAL DAN BERAT AGREGAT PASIR 25% - BATOK KELAPA 5%

Kapasitas Mould = 1200 gram

Kadar Aspal (%)		6.05
Berat Aspal (gram)		72.60
Kadar Agregat = (100% - kadar aspal)		93.95
Berat Chipping (gram)	(50.0%)	563.70
Berat Pasir (gram)	(25.00%)	281.85
Berat Batok Kelapa (gram)	(5.00%)	56.37
Berat Debu batu (gram)	(20.0%)	225.48

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Aspal} &= \text{Kadar Aspal} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 6.05\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 72.600 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Chipping} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Chipping} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.0\% \times 50.0\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 563.70 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Pasir} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Pasir} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.0\% \times 25\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 281.85 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Batok Kelapa} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Batok Kelapa} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.0\% \times 5\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 56.37 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Berat Debu Batu} &= \text{Kadar Agregat} \times \text{Kadar Debu Batu} \times \text{Kapasitas Mould} \\ &= 94.0\% \times 20\% \times 1200 \text{ gram} \\ &= 225.48 \text{ gram} \end{aligned}$$



BERAT/KADAR ASPAL DAN BERAT AGREGAT PASIR 22.5% - BATOK KELAPA 7.5%

Kapasitas Mould = 1200 gram

Kadar Aspal (%)		6.13
Berat Aspal (gram)		73.56
Kadar Agregat = (100% - kadar aspal)		93.87
Berat Chipping (gram)	(50.0%)	563.22
Berat Pasir (gram)	(22.50%)	253.45
Berat Batok Kelapa (gram)	(7.50%)	84.48
Berat Debu batu (gram)	(20.0%)	225.29

Contoh Perhitungan :

- ☞ Berat Aspal = Kadar Aspal x Kapasitas Mould
= 6.13% x 1200 gram
= 73.560 gram

- ☞ Berat Chipping = Kadar Agregat x Kadar Chipping x Kapasitas Mould
= 93.9% x 50.0% x 1200 gram
= 563.22 gram

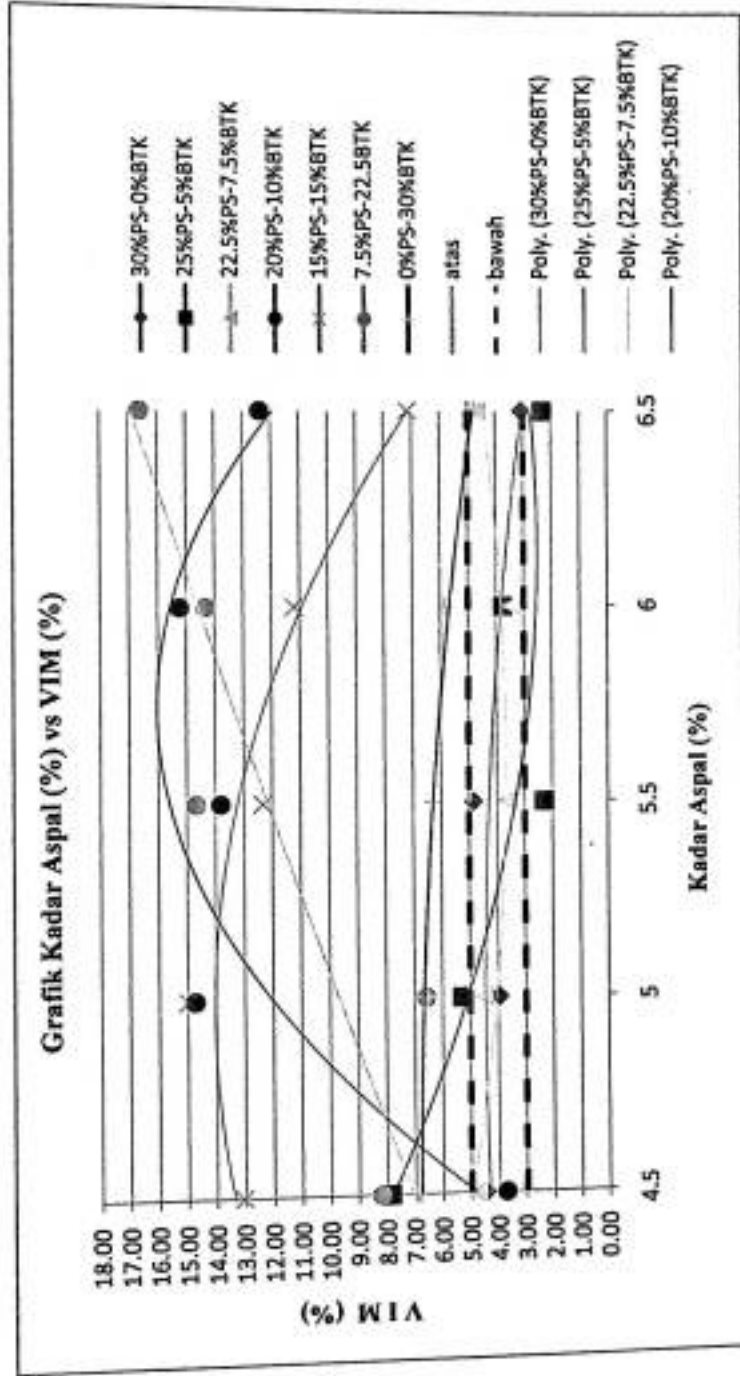
- ☞ Berat Pasir = Kadar Agregat x Kadar Pasir x Kapasitas Mould
= 93.9% x 23% x 1200 gram
= 253.45 gram

- ☞ Berat Batok Kelapa = Kadar Agregat x Kadar Batok Kelapa x Kapasitas Mould
= 93.9% x 8% x 1200 gram
= 84.48 gram

- ☞ Berat Debu Batu = Kadar Agregat x Kadar Debu Batu x Kapasitas Mould
= 93.9% x 20% x 1200 gram
= 225.288 gram

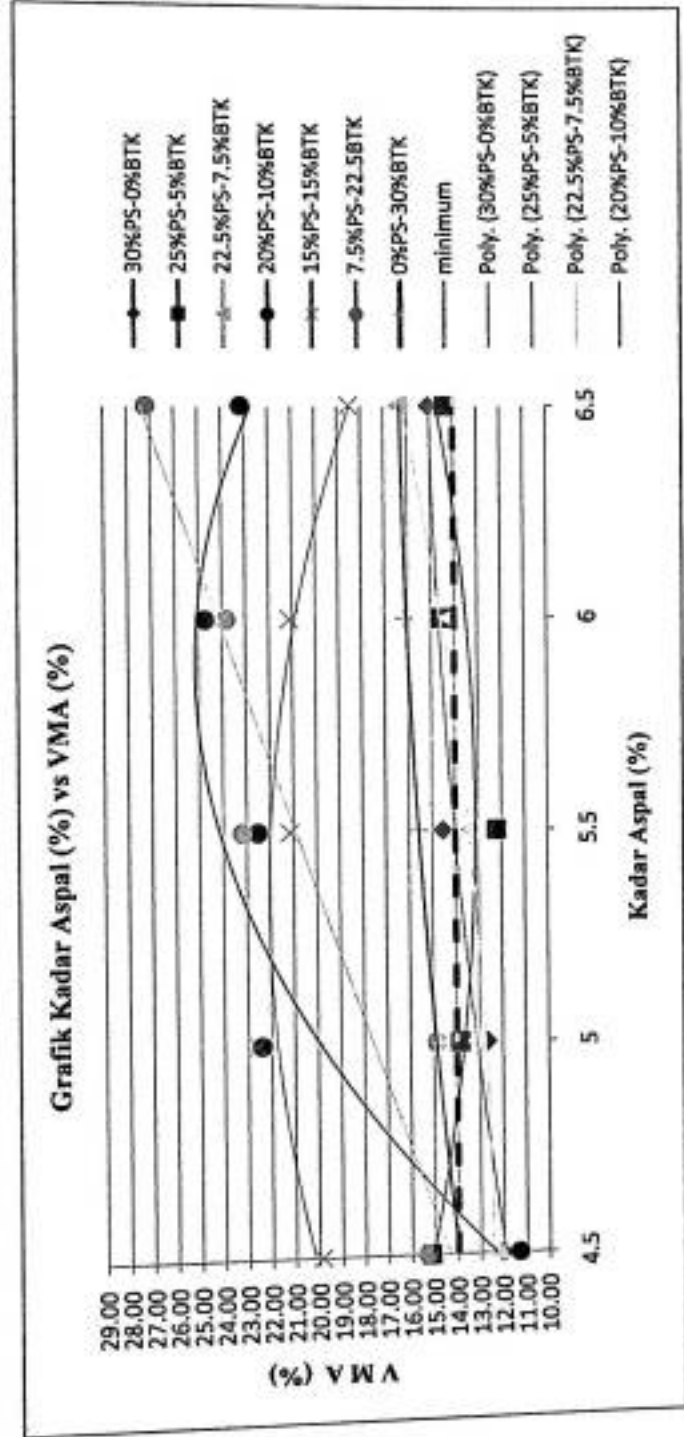
Rekapitulasi Karakteristik Pengujian Marshall VIM

Kadar Aspal (%)	VIM (%)						
	30%PS:0%BTK	25%PS:5%BTK	22,5%PS:7,5%BTK	20%PS:10%BTK	15%PS:15%BTK	7,5%PS:22,5%BTK	0%PS:30%BTK
4,5	4.48	7.87	4.78	3.73	13.06	8.21	6.83
5,0	3.95	5.28	4.50	14.73	14.99	6.58	6.56
5,5	4.84	2.29	3.64	13.81	12.33	14.67	6.28
6,0	3.57	3.75	3.44	15.22	11.20	14.33	5.80
6,5	3.07	2.32	4.67	12.40	7.15	16.62	4.75



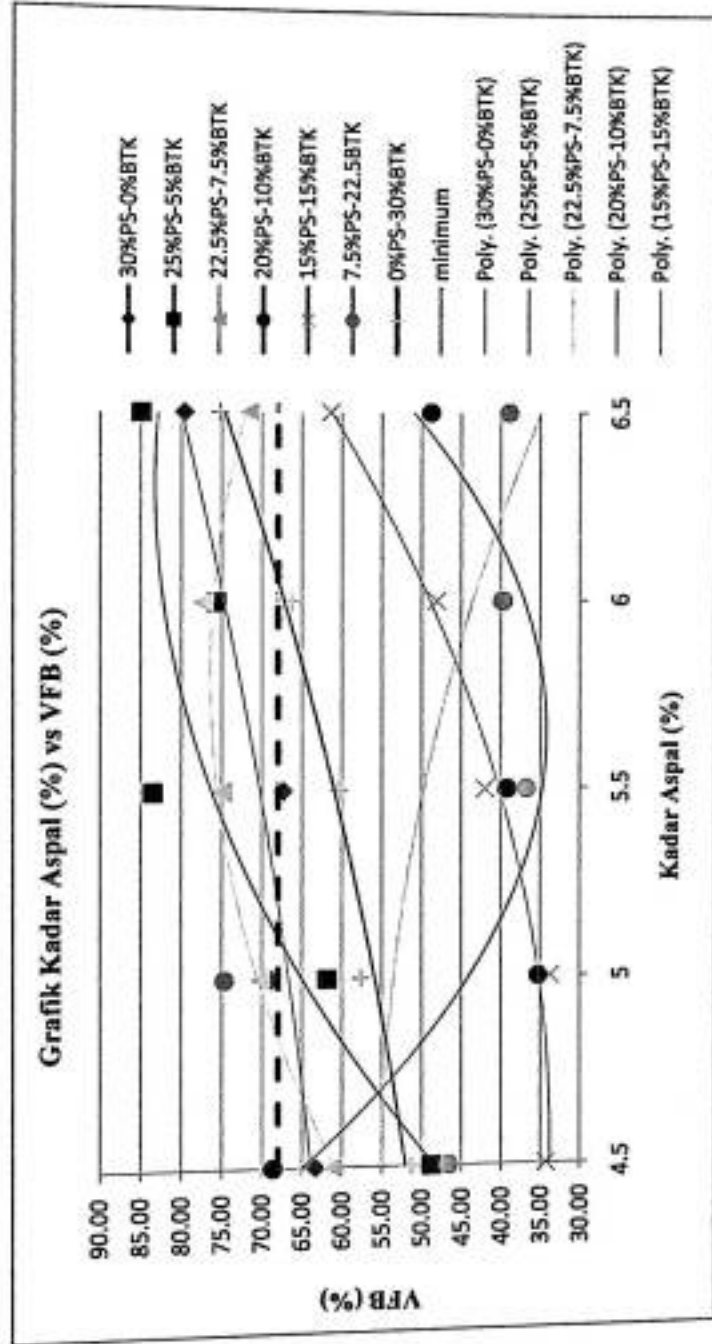
Rekapitulasi Karakteristik Pengujian Marshall VMA

Kadar Aspal (%)	VMA (%)						
	30%PS:0%BTK	25%PS:5%BTK	22,5%PS:7,5%BTK	20%PS:10%BTK	15%PS:15%BTK	7,5%PS:22,5%BTK	0%PS:30%BTK
4,5	12.07	15.16	12.29	11.31	19.87	15.34	14.02
5,0	12.67	13.84	13.11	22.40	22.60	14.88	14.81
5,5	14.54	12.21	13.40	22.52	21.15	23.20	15.58
6,0	14.46	14.57	14.27	24.72	21.11	23.83	16.18
6,5	15.07	14.36	16.40	23.15	18.50	27.20	16.26



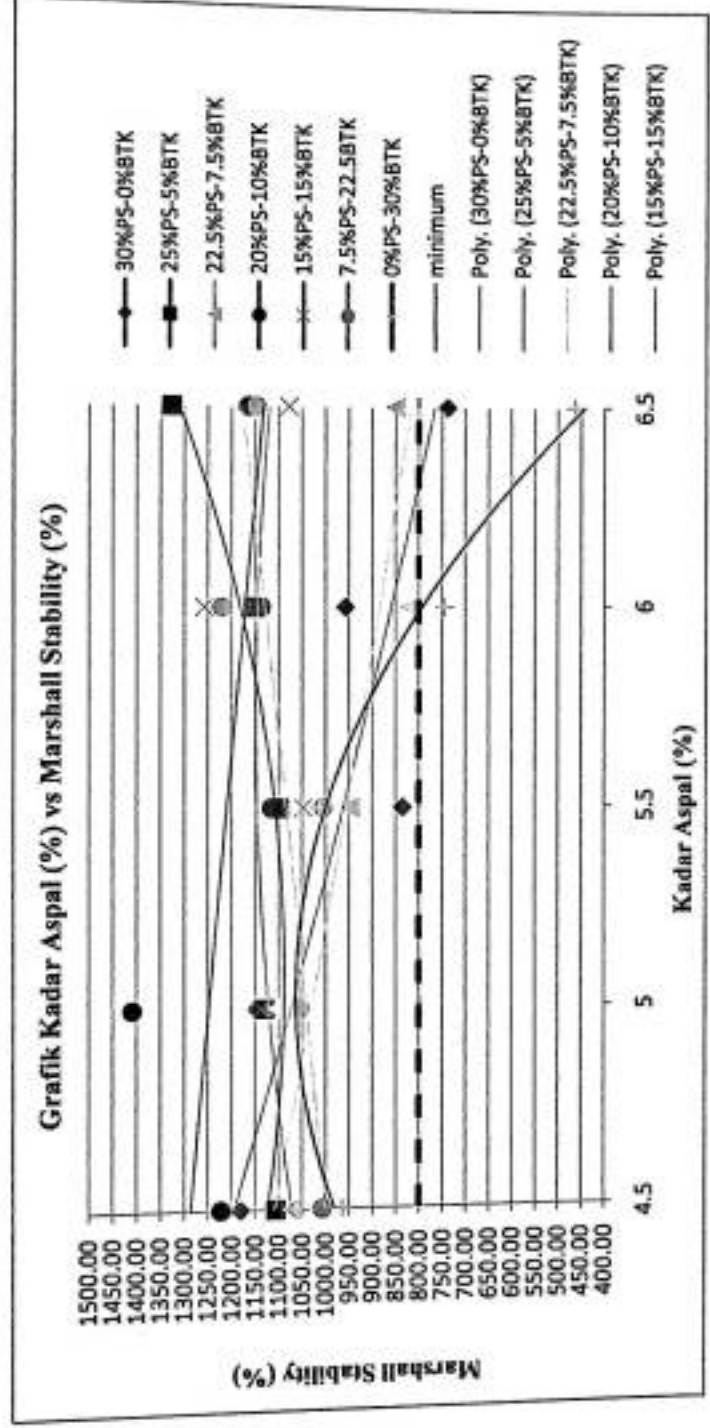
Rekapitulasi Karakteristik Pengujian Marshall VFB

Kadar Aspal (%)	VFB (%)						
	30%PS:0%BTK	25%PS:5%BTK	22,5%PS:7,5%BTK	20%PS:10%BTK	15%PS:15%BTK	7,5%PS:22,5%BTK	0%PS:30%BTK
4,5	63.30	48.72	61.16	68.64	34.28	46.60	51.32
5,0	68.84	61.88	70.18	35.26	33.75	74.71	57.67
5,5	67.32	83.51	74.94	39.24	41.99	36.78	60.43
6,0	76.42	75.66	77.35	39.80	48.11	39.86	66.29
6,5	79.62	84.96	71.54	48.82	61.39	38.97	75.21



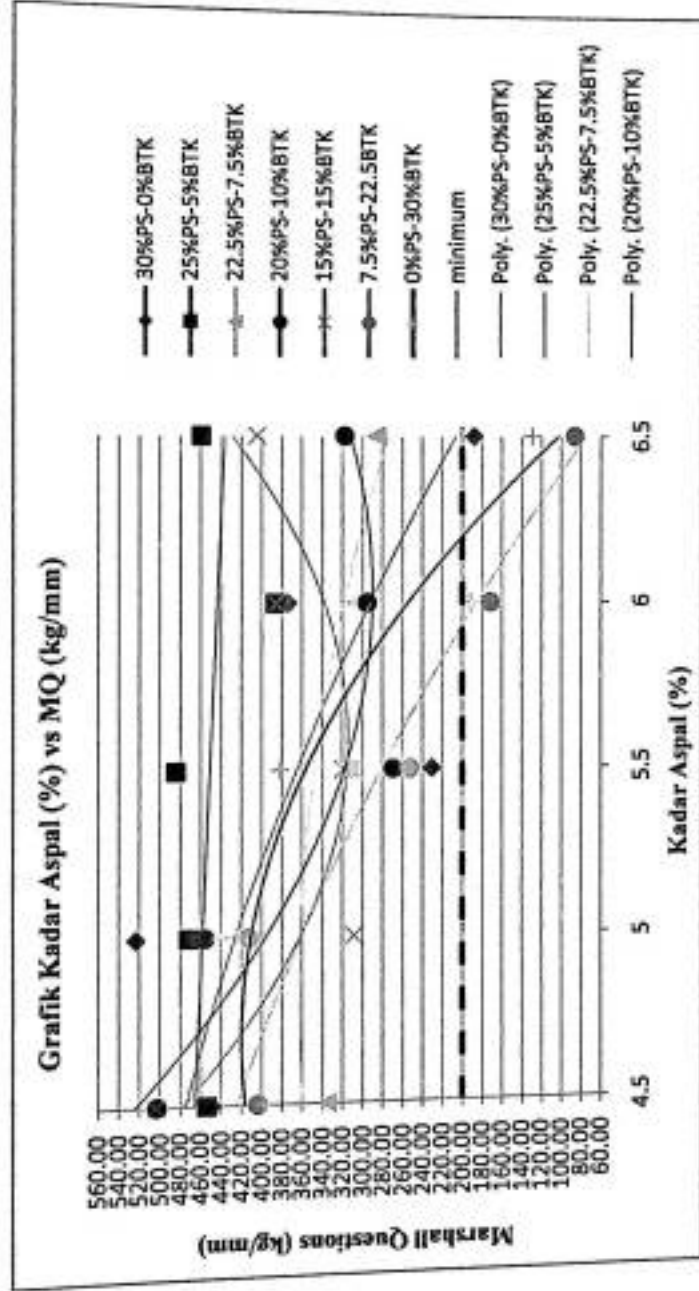
Rekapitulasi Karakteristik Pengujian Marshall Stability

Kadar Aspal (%)	MARSHALL STABILITY (%)									
	30%PS:0%BTK	25%PS:5%BTK	22,5%PS:7,5%BTK	20%PS:10%BTK	15%PS:15%BTK	7,5% PS:22,5%BTK	0% PS:30%BTK			
4,5	1180.00	1105.00	1071.50	1222.00	1079.50	1007.00	964.00			
5,0	1145.50	1129.00	1106.00	1409.00	1136.50	1054.50	1094.00			
5,5	835.00	1098.50	948.00	1115.00	1047.50	1005.00	1013.50			
6,0	957.00	1153.00	819.50	1137.50	1258.00	1220.50	745.50			
6,5	738.00	1326.50	851.00	1164.50	1078.00	1146.00	463.50			



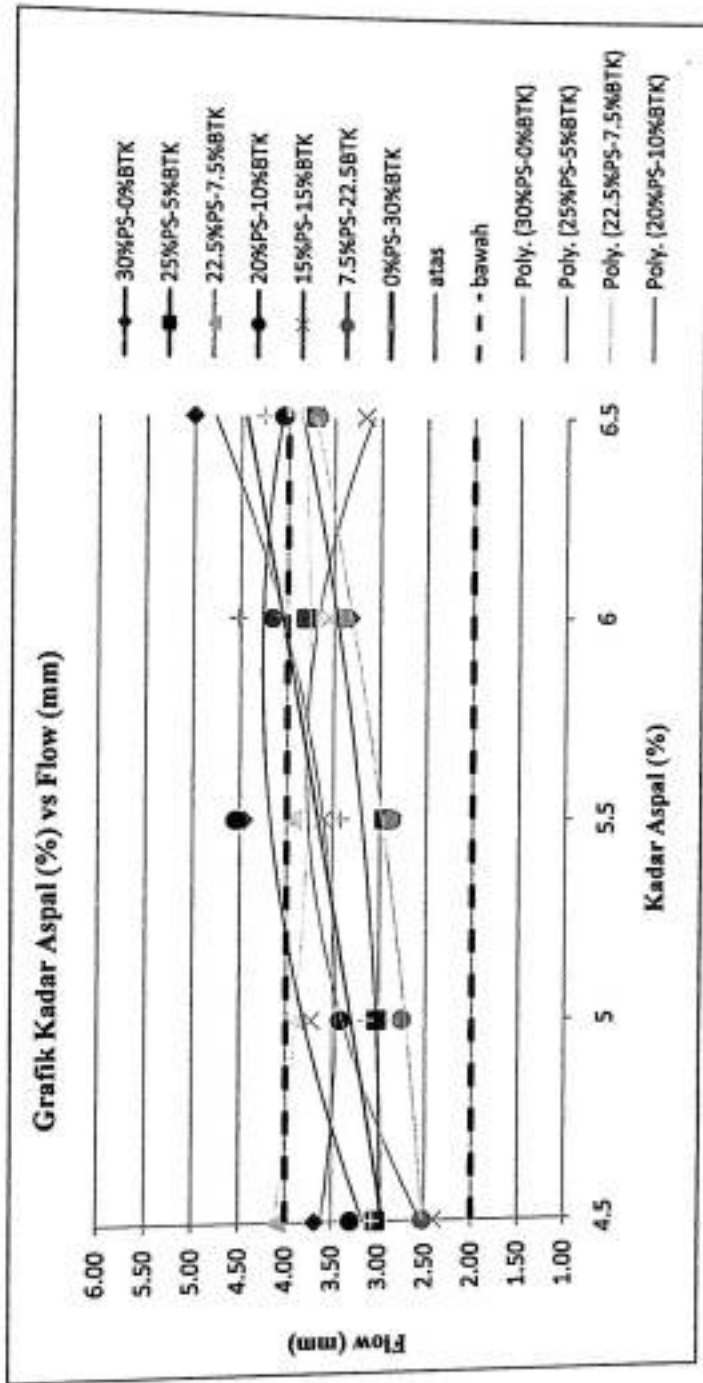
Rekapitulasi Karakteristik Pengujian Marshall Questions

Kadar Aspal (%)	Marshall Questions (kg/mm)									
	30%PS:0%BTK	25%PS:5%BTK	22,5%PS:7,5%BTK	20%PS:10%BTK	15%PS:15%BTK	7,5% PS:22,5%BTK	0% PS:30%BTK			
4,5	448.48	453.79	335.30	502.75	503.83	403.80	397.22			
5,0	523.47	471.45	422.21	456.05	308.63	412.40	440.86			
5,5	230.51	484.24	312.73	269.23	319.37	252.82	381.68			
6,0	374.22	386.40	306.11	295.06	385.97	171.93	191.49			
6,5	187.68	459.54	285.89	317.44	404.65	86.18	129.36			



Rekapitulasi Karakteristik Pengujian Marshall Flow

Kadar Aspal (%)	FLOW (mm)									
	30% PS:0%BTK	25% PS:5%BTK	22,5% PS:7,5%BTK	20% PS:10%BTK	15% PS:15%BTK	7,5% PS:22,5%BTK	0% PS:30%BTK			
4,5	3.69	3.03	4.10	3.30	2.41	2.53	3.08			
5,0	3.05	3.03	3.88	3.42	3.73	2.76	3.15			
5,5	4.46	2.95	3.94	4.55	3.61	2.88	3.43			
6,0	3.33	3.80	3.56	4.16	3.55	3.40	4.53			
6,5	5.00	3.73	3.92	4.05	3.18	3.68	4.25			



DATA HOT MIX DESIGN METODE MARSHALL.

Variasi camp. 25% pasir : 5% Batok Kelapa

Berat Jenis Aspal (G) = 1.040
 B) Berat Total Agregat (L) = 2.540
 B) Berat Total Agregat (V) = 2.616

Variasi camp. 22.5% pasir : 7.5% Batok Kelapa

Berat Jenis Aspal (G) = 1.040
 B) Berat Total Agregat (L) = 2.538
 B) Berat Total Agregat (V) = 2.613

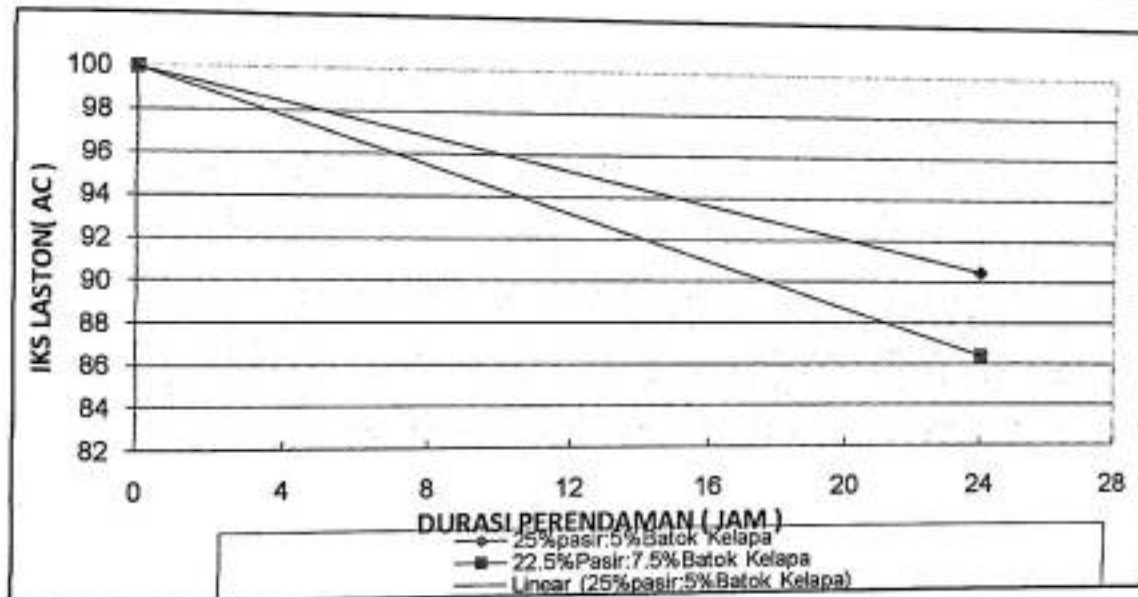
Jenis Campuran : AC
 Variasi : PERUNDAMAN 24 JAM
 Tanggal : Mei 2009
 Dilakukan oleh : Sukirman / Nurhabibah M. Sa

Kadar Aspal tercampur	Berat (Gram)		Volume Benda Uji	Bj. Bdk Campuran	Bj. Maksimum Campuran	% Total Volume			Rongga Dalam Camp. Agg (%)	Rongga Dalam VMA	Stabilitas - Kg			Kebekuan min Flow	Quotient Marshall (kg/cm)				
	D dalam air (in air)	D in water				E	F	G			H	I	J			K	L	M	N
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Berat agregat (100 x A)																			
(100 - A)																			
6.05	6.44	1170.00	603.0	1177.00	514.00	2.276	$\frac{C}{F}$	$\frac{100}{A + \frac{100-A}{V}}$	95.10	84.32	4.90	15.68	68.72	1217	1.00	1697.56	1697.56	3.60	471.54
6.05	6.44	1176.00	664.0	1170.00	515.00	2.283			95.40	84.59	4.60	15.41	70.14	1279	1.00	1682.92	1682.92	3.90	431.52
6.05	6.44	1169.00	672.0	1185.00	513.00	2.279			95.20	84.41	4.80	15.59	69.21	1185	1.00	1562.19	1562.19	3.40	459.47
						2.280			95.33	84.44	4.77	15.56	69.36	1227.00			1647.56	3.63	494.18
6.13	6.53	1165.00	675.0	1187.00	512.00	2.275			95.05	84.09	4.95	15.91	68.90	1137	1.00	1504.87	1504.87	3.40	442.61
6.13	6.53	1160.00	672.0	1181.00	509.00	2.279			95.30	84.23	4.80	15.77	69.58	1146	1.00	1526.82	1526.82	3.70	477.13
6.13	6.53	1159.00	677.0	1184.00	507.00	2.286			95.50	84.68	4.50	15.52	70.97	1172	1.00	1489.53	1489.53	3.30	451.37
						2.288			95.25	84.27	4.75	15.73	69.82	1151.67			1507.07	3.38	487.84



Laboratorium Rekayasa Transportasi
 Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
 Universitas Hasanuddin

No.	Durasi Perendaman (jam)	Kadar Aspal (%)	Stabilitas (kg)		Indeks Kekuatan Sisa (IKS) (%)		Spesifikasi
			75% PS : 25% BK	100% PS : 0% BK	75% PS : 25% BK	100% PS : 0% BK	
1	0.5	Opt.	1397.00	1329.00	100	100	Min. 75 %
2	0.5	Opt.	1385.00	1342.00			
3	0.5	Opt.	1286.00	1327.00			
Rata-rata			1356.00	1332.67			
1	24	Opt.	1217.00	1137.00	90.49	86.42	
2	24	Opt.	1279.00	1146.00			
3	24	Opt.	1185.00	1172.00			
Rata-rata			1227.00	1151.67			



LAMPIRAN J

ANGKA KOLERASI STABILITAS

ISI BENDA UJI	TEBAL BENDA UJI (mm)	ANGKA KOLERASI
200 - 213	25,4	5.56
214 - 225	27.0	5.00
226 - 237	28.6	4.55
238 - 250	30.2	4.17
251 - 264	31.8	3.85
265 - 276	33.3	3.57
277 - 289	34.9	3.33
290 - 301	36.5	3.03
302 - 316	38.1	2.78
317 - 328	39.7	2.50
329 - 340	41.3	2.27
341 - 353	42.9	2.08
354 - 367	44.4	1.92
368 - 379	46.0	1.79
380 - 392	47.6	1.67
393 - 405	49.2	1.56
406 - 420	50.8	1.47
421 - 431	52.4	1.39
432 - 443	54.0	1.32
444 - 456	55.6	1.25
457 - 470	57.2	1.19
471 - 482	58.7	1.14
483 - 495	60.3	1.09
496 - 508	61.9	1.04
509 - 522	63.5	1.00
523 - 535	64.0	0.96
536 - 546	65.1	0.93
547 - 559	66.7	0.89
560 - 573	68.3	0.86
574 - 585	71.4	0.83
586 - 598	73.0	0.81
599 - 610	74.6	0.78
611 - 625	76.2	0.76

CANOE ... 31.07.96

120

31.000 NGZ

1 ST IDW	CANOE	4 TH IDW	5 TH IDW	6 TH IDW	7 TH IDW	8 TH IDW	9 TH IDW	10 TH IDW	11 TH IDW	12 TH IDW	13 TH IDW	14 TH IDW	15 TH IDW	16 TH IDW	17 TH IDW	18 TH IDW	19 TH IDW	20 TH IDW
736	908,53	771	951,21	806	993,90	841	1035,88	876	1077,75	911	1119,61	946	1161,36					
737	909,75	772	952,43	807	995,12	842	1037,08	877	1078,94	912	1120,81	947	1162,49					
738	910,97	773	953,65	808	996,34	843	1038,27	878	1080,14	913	1122,00	948	1163,62					
739	912,19	774	954,87	809	997,56	844	1039,47	879	1081,33	914	1123,20	949	1164,75					
740	913,41	775	956,09	810	998,78	845	1040,66	880	1082,53	915	1124,40	950	1165,88					
741	914,63	776	957,31	811	1000,00	846	1041,86	881	1083,73	916	1125,59	951	1167,01					
742	915,85	777	958,53	812	1001,19	847	1043,06	882	1084,92	917	1126,79	952	1168,14					
743	917,07	778	959,75	813	1002,39	848	1044,25	883	1086,12	918	1127,99	953	1169,27					
744	918,29	779	960,97	814	1003,58	849	1045,45	884	1087,32	919	1129,18	954	1170,40					
745	919,51	780	962,19	815	1004,78	850	1046,65	885	1088,51	920	1130,38	955	1171,53					
746	920,73	781	963,41	816	1005,98	851	1047,84	886	1089,71	921	1131,57	956	1172,66					
747	921,95	782	964,63	817	1007,17	852	1049,04	887	1090,90	922	1132,77	957	1173,79					
748	923,17	783	965,85	818	1008,37	853	1050,23	888	1092,10	923	1133,97	958	1174,92					
749	924,39	784	967,07	819	1009,56	854	1051,43	889	1093,30	924	1135,16	959	1176,05					
750	925,60	785	968,29	820	1010,76	855	1052,63	890	1094,49	925	1136,36	960	1177,18					
751	926,82	786	969,51	821	1011,94	856	1053,82	891	1095,69	926	1137,55	961	1178,31					
752	928,04	787	970,73	822	1013,15	857	1055,02	892	1096,88	927	1138,75	962	1179,44					
753	929,26	788	971,95	823	1014,35	858	1056,22	893	1098,08	928	1139,95	963	1180,57					
754	930,48	789	973,17	824	1015,55	859	1057,41	894	1099,28	929	1141,14	964	1181,70					
755	931,70	790	974,39	825	1016,74	860	1058,61	895	1100,47	930	1142,34	965	1182,83					
756	932,92	791	975,60	826	1017,94	861	1059,80	896	1101,67	931	1143,54	966	1183,96					
757	934,14	792	976,82	827	1019,13	862	1061,00	897	1102,87	932	1144,73	967	1185,09					
758	935,36	793	978,04	828	1020,33	863	1062,20	898	1104,06	933	1145,93	968	1186,22					
759	936,58	794	979,26	829	1021,53	864	1063,39	899	1105,26	934	1147,12	969	1187,35					
760	937,80	795	980,48	830	1022,72	865	1064,59	900	1106,45	935	1148,32	970	1188,48					
761	939,02	796	981,70	831	1023,92	866	1065,78	901	1107,65	936	1149,52	971	1189,61					
762	940,24	797	982,92	832	1025,11	867	1066,98	902	1108,85	937	1150,71	972	1190,74					
763	941,46	798	984,14	833	1026,31	868	1068,18	903	1110,04	938	1151,91	973	1191,87					
764	942,68	799	985,36	834	1027,51	869	1069,37	904	1111,24	939	1153,11	974	1193,00					
765	943,90	800	986,58	835	1028,70	870	1070,57	905	1112,44	940	1154,30	975	1194,13					
766	945,12	801	987,80	836	1029,90	871	1071,77	906	1113,63	941	1155,50	976	1195,26					
767	946,34	802	989,02	837	1031,10	872	1072,96	907	1114,83	942	1156,69	977	1196,39					
768	947,56	803	990,24	838	1032,29	873	1074,16	908	1116,02	943	1157,89	978	1197,52					
769	948,78	804	991,46	839	1033,49	874	1075,35	909	1117,22	944	1159,09	979	1198,65					
770	950,00	805	992,68	840	1034,68	875	1076,55	910	1118,42	945	1160,28	980	1199,78					

TEMPERATURE 10000 KGE

LET COMP CURS 110 1197

981	1203,34	1016	1245,21	1051	1286,04	1086	1326,74	1121	1367,44	1156	1408,13	1191	1448,80
982	1204,54	1017	1246,41	1052	1287,20	1087	1327,90	1122	1368,60	1157	1409,30	1192	1449,93
983	1205,74	1018	1247,60	1053	1288,37	1088	1329,06	1123	1369,76	1158	1410,46	1193	1451,06
984	1206,93	1019	1248,80	1054	1289,53	1089	1330,23	1124	1370,93	1159	1411,62	1194	1452,19
985	1208,13	1020	1250,00	1055	1290,69	1090	1331,39	1125	1372,09	1160	1412,79	1195	1453,32
986	1209,33	1021	1251,16	1056	1291,86	1091	1332,55	1126	1373,25	1161	1413,95	1196	1454,45
987	1210,52	1022	1252,32	1057	1293,02	1092	1333,72	1127	1374,41	1162	1415,11	1197	1455,58
988	1211,72	1023	1253,48	1058	1294,18	1093	1334,88	1128	1375,58	1163	1416,27	1198	1456,71
989	1212,91	1024	1254,65	1059	1295,34	1094	1336,04	1129	1376,74	1164	1417,44	1199	1457,84
990	1214,11	1025	1255,81	1060	1296,51	1095	1337,20	1130	1377,90	1165	1418,60	1200	1458,97
991	1215,31	1026	1256,97	1061	1297,67	1096	1338,37	1131	1379,06	1166	1419,76	1201	1460,10
992	1216,50	1027	1258,13	1062	1298,83	1097	1339,53	1132	1380,23	1167	1420,93	1202	1461,23
993	1217,70	1028	1259,30	1063	1299,99	1098	1340,69	1133	1381,39	1168	1422,09	1203	1462,36
994	1218,89	1029	1260,46	1064	1301,16	1099	1341,86	1134	1382,55	1169	1423,25	1204	1463,49
995	1220,09	1030	1261,62	1065	1302,32	1100	1343,02	1135	1383,72	1170	1424,41	1205	1464,62
996	1221,29	1031	1262,79	1066	1303,48	1101	1344,18	1136	1384,88	1171	1425,58	1206	1465,75
997	1222,48	1032	1263,95	1067	1304,65	1102	1345,34	1137	1386,04	1172	1426,74	1207	1466,88
998	1223,68	1033	1265,11	1068	1305,81	1103	1346,51	1138	1387,20	1173	1427,90	1208	1468,01
999	1224,88	1034	1266,27	1069	1306,97	1104	1347,67	1139	1388,37	1174	1429,06	1209	1469,14
1000	1226,07	1035	1267,44	1070	1308,13	1105	1349,83	1140	1389,53	1175	1430,23	1210	1470,27
1001	1227,27	1036	1268,60	1071	1309,30	1106	1349,99	1141	1390,69	1176	1431,39	1211	1471,40
1002	1228,46	1037	1269,76	1072	1310,46	1107	1351,16	1142	1391,86	1177	1432,55	1212	1472,53
1003	1229,66	1038	1270,93	1073	1311,62	1108	1352,32	1143	1393,02	1178	1433,72	1213	1473,66
1004	1230,86	1039	1272,09	1074	1312,79	1109	1353,48	1144	1394,18	1179	1434,88	1214	1474,79
1005	1232,05	1040	1273,25	1075	1313,95	1110	1354,65	1145	1395,34	1180	1436,04	1215	1475,92
1006	1233,25	1041	1274,41	1076	1315,11	1111	1355,81	1146	1396,51	1181	1437,20	1216	1477,05
1007	1234,44	1042	1275,58	1077	1316,27	1112	1356,97	1147	1397,67	1182	1438,37	1217	1478,18
1008	1235,64	1043	1276,74	1078	1317,44	1113	1358,13	1148	1398,83	1183	1439,53	1218	1479,31
1009	1236,84	1044	1277,90	1079	1318,60	1114	1359,30	1149	1399,99	1184	1440,69	1219	1480,44
1010	1238,03	1045	1279,06	1080	1319,76	1115	1360,46	1150	1401,16	1185	1441,86	1220	1481,57
1011	1239,23	1046	1280,23	1081	1320,93	1116	1361,62	1151	1402,32	1186	1443,02	1221	1482,70
1012	1240,43	1047	1281,39	1082	1322,09	1117	1362,79	1152	1403,48	1187	1444,18	1222	1483,83
1013	1241,62	1048	1282,55	1083	1323,25	1118	1363,95	1153	1404,65	1188	1445,34	1223	1484,96
1014	1242,82	1049	1283,72	1084	1324,41	1119	1365,11	1154	1405,81	1189	1446,51	1224	1486,09
1015	1244,01	1050	1284,88	1085	1325,58	1120	1366,27	1155	1406,97	1190	1447,67	1225	1487,22



3,000 NGE

31.07.96

1226	1489,53	1261	1531,70	1256	1574,39	1331	1617,07	1356	1659,75	1401	1702,43	1436	1745,03
1227	1490,69	1262	1532,92	1297	1575,60	1332	1618,29	1367	1660,97	1402	1703,65	1437	1746,16
1228	1491,86	1263	1534,14	1298	1576,82	1333	1619,51	1368	1662,19	1403	1704,87	1438	1747,29
1229	1493,02	1264	1535,36	1299	1578,04	1334	1620,73	1369	1663,41	1404	1706,09	1439	1748,42
1230	1494,19	1265	1536,58	1300	1579,26	1335	1621,95	1370	1664,63	1405	1707,31	1440	1749,55
1231	1495,34	1266	1537,80	1301	1580,48	1336	1623,17	1371	1665,85	1406	1708,53	1441	1750,68
1232	1496,51	1267	1539,02	1302	1581,70	1337	1624,39	1372	1667,07	1407	1709,75	1442	1751,81
1233	1497,67	1268	1540,24	1303	1582,92	1338	1625,60	1373	1668,29	1408	1710,97	1443	1752,94
1234	1498,83	1269	1541,46	1304	1584,14	1339	1626,82	1374	1669,51	1409	1712,19	1444	1754,07
1235	1500,00	1270	1542,68	1305	1585,36	1340	1628,04	1375	1670,73	1410	1713,41	1445	1755,20
1236	1501,21	1271	1543,90	1306	1586,58	1341	1629,26	1376	1671,95	1411	1714,63	1446	1756,33
1237	1502,43	1272	1545,12	1307	1587,80	1342	1630,48	1377	1673,17	1412	1715,85	1447	1757,46
1238	1503,65	1273	1546,34	1308	1589,02	1343	1631,70	1378	1674,39	1413	1717,07	1448	1758,59
1239	1504,87	1274	1547,56	1309	1590,24	1344	1632,92	1379	1675,60	1414	1718,29	1449	1759,72
1240	1506,09	1275	1548,78	1310	1591,46	1345	1634,14	1380	1676,82	1415	1719,51	1450	1760,85
1241	1507,31	1276	1550,00	1311	1592,68	1346	1635,36	1381	1678,04	1416	1720,73	1451	1761,98
1242	1508,53	1277	1551,21	1312	1593,90	1347	1636,58	1382	1679,26	1417	1721,95	1452	1763,11
1243	1509,75	1278	1552,43	1313	1595,12	1348	1637,80	1383	1680,48	1418	1723,17	1453	1764,24
1244	1510,97	1279	1553,65	1314	1596,34	1349	1639,02	1384	1681,70	1419	1724,39	1454	1765,37
1245	1512,19	1280	1554,87	1315	1597,56	1350	1640,24	1385	1682,92	1420	1725,60	1455	1766,50
1246	1513,41	1281	1556,09	1316	1598,78	1351	1641,46	1386	1684,14	1421	1726,82	1456	1767,63
1247	1514,63	1282	1557,31	1317	1600,00	1352	1642,68	1387	1685,36	1422	1728,04	1457	1768,76
1248	1515,85	1283	1558,53	1318	1601,21	1353	1643,90	1388	1686,58	1423	1729,26	1458	1769,89
1249	1517,07	1284	1559,75	1319	1602,43	1354	1645,12	1389	1687,80	1424	1730,48	1459	1771,02
1250	1518,29	1285	1560,97	1320	1603,65	1355	1646,34	1390	1689,02	1425	1731,70	1460	1772,15
1251	1519,51	1286	1562,19	1321	1604,87	1356	1647,56	1391	1690,24	1426	1732,92	1461	1773,28
1252	1520,73	1287	1563,41	1322	1606,09	1357	1648,78	1392	1691,46	1427	1734,14	1462	1774,41
1253	1521,95	1288	1564,63	1323	1607,31	1358	1650,00	1393	1692,68	1428	1735,36	1463	1775,54
1254	1523,17	1289	1565,85	1324	1608,53	1359	1651,21	1394	1693,90	1429	1736,58	1464	1776,67
1255	1524,39	1290	1567,07	1325	1609,75	1360	1652,43	1395	1695,12	1430	1737,80	1465	1777,80
1256	1525,60	1291	1568,29	1326	1610,97	1361	1653,65	1396	1696,34	1431	1739,02	1466	1778,93
1257	1526,82	1292	1569,51	1327	1612,19	1362	1654,87	1397	1697,56	1432	1740,24	1467	1780,06
1258	1528,04	1293	1570,73	1328	1613,41	1363	1656,09	1398	1698,78	1433	1741,46	1468	1781,19
1259	1529,26	1294	1571,95	1329	1614,63	1364	1657,31	1399	1700,00	1434	1742,68	1469	1782,32
1260	1530,48	1295	1573,17	1330	1615,85	1365	1658,53	1400	1701,21	1435	1743,90	1470	1783,45

CARCO	1716	1717	1718	1719	1720	1721	1722	1723	1724	1725	1726	1727	1728	1729	1730	1731	1732	1733	1734	1735	1736	1737	1738	1739	1740	1741	1742	1743	1744	1745	1746	1747	1748	1749	1750
1751	2063,92	2065,06	2066,21	2067,35	2068,49	2069,63	2070,77	2071,91	2073,05	2074,20	2075,34	2076,48	2077,62	2078,76	2079,90	2081,05	2082,19	2083,33	2084,47	2085,61	2086,75	2087,89	2089,04	2090,18	2091,32	2092,46	2093,60	2094,74	2095,89	2097,03	2098,17	2099,31	2100,45	2101,59	2102,73
1752	2103,87	2105,01	2106,16	2107,30	2108,44	2109,58	2110,73	2111,87	2113,01	2114,15	2115,29	2116,43	2117,57	2118,72	2119,86	2121,00	2122,14	2123,28	2124,42	2125,57	2126,71	2127,85	2128,99	2130,13	2131,27	2132,42	2133,56	2134,70	2135,84	2136,98	2138,12	2139,26	2140,41	2141,55	2142,69
1753	2143,83	2144,97	2146,11	2147,26	2148,40	2149,54	2150,68	2151,82	2152,96	2154,10	2155,25	2156,39	2157,53	2158,67	2159,81	2160,95	2162,10	2163,24	2164,38	2165,52	2166,66	2167,80	2168,94	2170,09	2171,23	2172,37	2173,51	2174,65	2175,79	2176,94	2178,08	2179,22	2180,36	2181,50	2182,64
1754	2183,78	2184,93	2186,07	2187,21	2188,35	2189,49	2190,63	2191,78	2192,92	2194,06	2195,20	2196,34	2197,48	2198,63	2199,77	2200,91	2202,05	2203,19	2204,33	2205,47	2206,62	2207,76	2208,90	2210,04	2211,18	2212,32	2213,47	2214,61	2215,75	2216,89	2218,03	2219,17	2220,31	2221,46	2222,60
1755	2223,74	2224,88	2226,02	2227,16	2228,31	2229,45	2230,59	2231,73	2232,87	2234,01	2235,15	2236,30	2237,44	2238,58	2239,72	2240,86	2242,00	2243,15	2244,29	2245,43	2246,57	2247,71	2248,85	2250,00	2251,14	2252,28	2253,42	2254,56	2255,70	2256,84	2258,00	2259,14	2260,28	2261,42	2262,56
1756	2264,28	2265,42	2266,56	2267,70	2268,84	2269,98	2270,23	2271,42	2272,61	2273,80	2274,99	2276,19	2277,38	2278,57	2279,76	2280,95	2282,14	2283,33	2284,52	2285,71	2286,90	2288,09	2289,28	2290,47	2291,66	2292,85	2294,04	2295,23	2296,42	2297,61	2298,80	2299,99	2301,19	2302,38	2303,57
1757	2304,64	2305,77	2306,90	2308,03	2309,16	2310,29	2311,42	2312,55	2313,68	2314,81	2315,94	2317,07	2318,20	2319,33	2320,46	2321,59	2322,72	2323,85	2324,98	2326,11	2327,24	2328,37	2329,50	2330,63	2331,76	2332,89	2334,02	2335,15	2336,28	2337,41	2338,54	2339,67	2340,80	2341,93	
1758	2343,06																																		

UNIVERSAL DEFENSOR
 SERIAL NO. 5051
 DATA 11.07.95
 CARCO 20
 1750 2102,73 1785 2142,69 1820 2182,64 1855 2222,60
 1749 2101,59 1784 2141,55 1819 2181,50 1854 2221,46 1889 2261,90
 1748 2100,45 1783 2140,41 1818 2180,36 1853 2220,31 1888 2260,71
 1747 2099,31 1782 2139,26 1817 2179,22 1852 2219,17 1887 2259,52
 1746 2098,17 1781 2138,12 1816 2178,08 1851 2218,03 1886 2258,33
 1745 2097,03 1780 2136,98 1815 2176,94 1850 2216,89 1885 2257,14
 1744 2095,89 1779 2135,84 1814 2175,79 1849 2215,75 1884 2255,95
 1743 2094,74 1778 2134,70 1813 2174,65 1848 2214,61 1883 2254,76
 1742 2093,60 1777 2133,56 1812 2173,51 1847 2213,47 1882 2253,57
 1741 2092,46 1776 2132,42 1811 2172,37 1846 2212,32 1881 2252,38
 1740 2091,32 1775 2131,27 1810 2171,23 1845 2211,18 1880 2251,19
 1739 2090,18 1774 2130,13 1809 2170,09 1844 2210,04 1879 2250,00
 1738 2089,04 1773 2128,99 1808 2168,94 1843 2208,90 1878 2248,85
 1737 2087,89 1772 2127,85 1807 2167,80 1842 2207,76 1877 2247,71
 1736 2086,75 1771 2126,71 1806 2166,66 1841 2206,62 1876 2246,57
 1735 2085,61 1770 2125,57 1805 2165,52 1840 2205,47 1875 2245,43
 1734 2084,47 1769 2124,42 1804 2164,38 1839 2204,33 1874 2244,29
 1733 2083,33 1768 2123,28 1803 2163,24 1838 2203,19 1873 2243,15
 1732 2082,19 1767 2122,14 1802 2162,10 1837 2202,05 1872 2242,00
 1731 2081,05 1766 2121,00 1801 2160,95 1836 2200,91 1871 2240,86
 1730 2079,90 1765 2119,86 1800 2159,81 1835 2199,77 1870 2239,72
 1729 2078,76 1764 2118,72 1799 2158,67 1834 2198,63 1869 2238,58
 1728 2077,62 1763 2117,57 1798 2157,53 1833 2197,48 1868 2237,44
 1727 2076,48 1762 2116,43 1797 2156,39 1832 2196,34 1867 2236,30
 1726 2075,34 1761 2115,29 1796 2155,25 1831 2195,20 1866 2235,15
 1725 2074,20 1760 2114,15 1795 2154,10 1830 2194,06 1865 2234,01
 1724 2073,05 1759 2113,01 1794 2152,96 1829 2192,92 1864 2232,87
 1723 2071,91 1758 2111,87 1793 2151,82 1828 2191,78 1863 2231,73
 1722 2070,77 1757 2110,73 1792 2150,68 1827 2190,63 1862 2230,59
 1721 2069,63 1756 2109,58 1791 2149,54 1826 2189,49 1861 2229,45
 1720 2068,49 1755 2108,44 1790 2148,40 1825 2188,35 1860 2228,31
 1719 2067,35 1754 2107,30 1789 2147,26 1824 2187,21 1859 2227,16
 1718 2066,21 1753 2106,16 1788 2146,11 1823 2186,07 1858 2226,02
 1717 2065,06 1752 2105,01 1787 2144,97 1822 2184,93 1857 2224,88
 1716 2063,92 1751 2103,87 1786 2143,83 1821 2183,78 1856 2223,74



SERIAL 5961

CAT. N. 1100ZF

ATTENZIONE: PER ANCHE PER INFORMAZIONI
E PER IL SERVIZIO CLIENTI, CHIAMATE IL NUMERO VERDE 800 20 01 01

TEMPERATURA OPERAZIONE 20 °C DATA / DATE 31.07.98

ANNO	LET. COMP. DAL 1980	LET. COMP. DAL 1981	LET. COMP. DAL 1982	LET. COMP. DAL 1983	LET. COMP. DAL 1984	LET. COMP. DAL 1985	LET. COMP. DAL 1986	LET. COMP. DAL 1987	LET. COMP. DAL 1988	LET. COMP. DAL 1989	LET. COMP. DAL 1990	LET. COMP. DAL 1991	LET. COMP. DAL 1992	LET. COMP. DAL 1993	LET. COMP. DAL 1994	LET. COMP. DAL 1995
1961	2347,61	1996	2369,28	2031	2430,92	2066	2472,61	2101	2513,95	2136	2554,65	2171	2595,31			
1962	2348,80	1997	2390,47	2032	2432,14	2067	2473,80	2102	2515,11	2137	2555,81	2172	2596,44			
1963	2349,99	1998	2391,66	2033	2433,33	2068	2474,99	2103	2516,27	2138	2556,97	2173	2597,57			
1964	2351,19	1999	2392,85	2034	2434,52	2069	2476,19	2104	2517,44	2139	2558,13	2174	2598,70			
1965	2352,38	2000	2394,04	2035	2435,71	2070	2477,38	2105	2518,60	2140	2559,30	2175	2599,83			
1966	2353,57	2001	2395,23	2036	2436,90	2071	2478,57	2106	2519,76	2141	2560,46	2176	2600,96			
1967	2354,76	2002	2396,42	2037	2438,09	2072	2479,76	2107	2520,93	2142	2561,62	2177	2602,09			
1968	2355,95	2003	2397,61	2038	2439,28	2073	2480,95	2108	2522,09	2143	2562,79	2178	2603,22			
1969	2357,14	2004	2398,80	2039	2440,47	2074	2482,14	2109	2523,25	2144	2563,95	2179	2604,35			
1970	2358,33	2005	2399,99	2040	2441,66	2075	2483,33	2110	2524,41	2145	2565,11	2180	2605,48			
1971	2359,52	2006	2401,19	2041	2442,85	2076	2484,52	2111	2525,58	2146	2566,27	2181	2606,61			
1972	2360,71	2007	2402,38	2042	2444,04	2077	2485,71	2112	2526,74	2147	2567,44	2182	2607,74			
1973	2361,90	2008	2403,57	2043	2445,23	2078	2486,90	2113	2527,90	2148	2568,60	2183	2608,87			
1974	2363,09	2009	2404,76	2044	2446,42	2079	2488,09	2114	2529,06	2149	2569,76	2184	2610,00			
1975	2364,28	2010	2405,95	2045	2447,61	2080	2489,28	2115	2530,23	2150	2570,93	2185	2611,13			
1976	2365,47	2011	2407,14	2046	2448,80	2081	2490,47	2116	2531,39	2151	2572,09	2186	2612,26			
1977	2366,66	2012	2408,33	2047	2449,99	2082	2491,66	2117	2532,55	2152	2573,25	2187	2613,39			
1978	2367,85	2013	2409,52	2048	2451,19	2083	2492,85	2118	2533,72	2153	2574,41	2188	2614,52			
1979	2369,04	2014	2410,71	2049	2452,38	2084	2494,04	2119	2534,88	2154	2575,58	2189	2615,65			
1980	2370,23	2015	2411,90	2050	2453,57	2085	2495,23	2120	2536,04	2155	2576,74	2190	2616,78			
1981	2371,42	2016	2413,09	2051	2454,76	2086	2496,42	2121	2537,20	2156	2577,90	2191	2617,91			
1982	2372,61	2017	2414,28	2052	2455,95	2087	2497,61	2122	2538,37	2157	2579,06	2192	2619,04			
1983	2373,80	2018	2415,47	2053	2457,14	2088	2498,80	2123	2539,53	2158	2580,23	2193	2620,17			
1984	2374,99	2019	2416,66	2054	2458,33	2089	2500,00	2124	2540,69	2159	2581,39	2194	2621,30			
1985	2376,19	2020	2417,85	2055	2459,52	2090	2501,16	2125	2541,86	2160	2582,55	2195	2622,43			
1986	2377,38	2021	2419,04	2056	2460,71	2091	2502,32	2126	2543,02	2161	2583,72	2196	2623,56			
1987	2378,57	2022	2420,23	2057	2461,90	2092	2503,48	2127	2544,19	2162	2584,90	2197	2624,69			
1988	2379,76	2023	2421,42	2058	2463,09	2093	2504,65	2128	2545,34	2163	2586,04	2198	2625,82			
1989	2380,95	2024	2422,61	2059	2464,28	2094	2505,81	2129	2546,51	2164	2587,20	2199	2626,95			
1990	2382,14	2025	2423,80	2060	2465,47	2095	2506,97	2130	2547,67	2165	2588,37	2200	2628,08			
1991	2383,33	2026	2425,00	2061	2466,66	2096	2508,13	2131	2548,83	2166	2589,53	2201	2629,21			
1992	2384,52	2027	2426,19	2062	2467,85	2097	2509,30	2132	2549,99	2167	2590,69	2202	2630,34			
1993	2385,71	2028	2427,38	2063	2469,04	2098	2510,46	2133	2551,16	2168	2591,86	2203	2631,47			
1994	2386,90	2029	2428,57	2064	2470,23	2099	2511,62	2134	2552,32	2169	2593,02	2204	2632,60			
1995	2388,09	2030	2429,76	2065	2471,42	2100	2512,79	2135	2553,48	2170	2594,19	2205	2633,73			



SERIAL: 5901

SAT: TACOTZF

DATA: 31.07.96

20

20

20

3.000 KZF

20

RECEIVED FROM MINIMUMS

2651	2915.54	2466	2951.95	2521	2994.36
2652	2916.66	2487	2956.08	2522	2995.49
2653	2917.79	2488	2957.20	2523	2996.62
2654	2918.91	2489	2958.32	2524	2997.74
2655	2920.04	2490	2959.45	2525	2998.87
2656	2921.17	2491	2960.58	2526	3000.00
2657	2922.29	2492	2961.71		
2658	2923.42	2493	2962.83		
2659	2924.54	2494	2963.96		
2660	2925.67	2495	2965.09		
2661	2926.80	2496	2966.21		
2662	2927.92	2497	2967.34		
2663	2929.05	2498	2968.46		
2664	2930.18	2499	2969.59		
2665	2931.30	2500	2970.71		
2666	2932.43	2501	2971.84		
2667	2933.55	2502	2972.97		
2668	2934.68	2503	2974.09		
2669	2935.80	2504	2975.22		
2670	2936.93	2505	2976.34		
2671	2938.05	2506	2977.47		
2672	2939.18	2507	2978.59		
2673	2940.31	2508	2979.72		
2674	2941.44	2509	2980.85		
2675	2942.56	2510	2981.97		
2676	2943.69	2511	2983.10		
2677	2944.81	2512	2984.23		
2678	2945.94	2513	2985.36		
2679	2947.07	2514	2986.48		
2680	2948.19	2515	2987.61		
2681	2949.32	2516	2988.73		
2682	2950.45	2517	2989.86		
2683	2951.57	2518	2990.99		
2684	2952.70	2519	2992.11		
2685	2953.82	2520	2993.24		