Bab 6 Aspal Beton Campuran Panas

Aspal beton campuran panas merupakan salah satu jenis dari lapis perkerasan konstruksi perkerasan lentur. Jenis perkerasan ini merupakan campuran homogen 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 terlebih dahulu sebelum dicampur yang dikenal sebagai "hot mix". Pekerjaan pencampuran dilakukan di pabrik pencampur kemudian dibawa ke lokasi dan dihampar dengan menggunakan alat penghampar (paving machine) sehingga diperoleh lapisan lepas yang seragam dan merata untuk selanjutnya dipadatkan dengan mesin pemadat dan akhirnya diperoleh lapisan padat aspal beton.

6.1. KLASIFIKASI ASPAL BETON

- Berdasarkan fungsinya aspal beton campuran panas dapat diklasifikasikan sebagai berikut :
  1. Sebagai lapis permukaan yang tahan terhadap cuaca, gaya geser, dan tekanan roda serta memberikan lapis kedap air yang dapat melindungi lapis di bawahnya dari rembesan air.
  2. Sebagai lapis pondasi atas.
  3. Sebagai lapis pembentuk pondasi, jika dipergunakan pada pekerjaan peningkatan atau pemeliharaan jalan.

Sesuai dengan fungsinya maka lapis aspal beton mempunyai kandungan agregat dan aspal yang berbeda. Sebagai lapis aus, maka kadar aspal yang dikandungnya haruslah cukup sehingga dapat memberikan lapis yang kedap air. Agregat yang dipergunakan lebih halus dibandingkan dengan aspal beton yang berfungsi sebagai lapis pondasi.

- Berdasarkan metode pencampurannya, aspal beton dapat dibedakan atas :
  1. Aspal beton Amerika, yang bersumber kepada Asphalt Institute.
  2. Aspal beton durabilitas tinggi, yang bersumber pada BS 594, Inggris, dan dikembangkan oleh CQCMU, Bina Marga, Indonesia.

6.2. KARAKTERISTIK CAMPURAN

Karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh campuran aspal beton campuran panas adalah sebagai berikut :

1. Stabilitas

Stabilitas lapisan perkerasan jalan adalah kemampuan lapisan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur ataupun bleeding. Kebutuhan akan stabilitas setingkat dengan jumlah lalu lintas dan beban kendaraan yang akan memakai jalan tersebut. Jalan dengan volume lalu lintas tinggi dan sebagian besar merupakan kendaraan berat menuntut stabilitas yang lebih besar dibandingkan dengan jalan yang volume lalu lintasnya hanya terdiri dari kendaraan penumpang saja. Kestabilan yang terlalu tinggi menyebabkan lapisan itu menjadi kaku dan cepat mengalami retak, disamping itu karena volume antar agregat kurang maka kadar aspal yang dibutuhkan pun rendah. Hal ini menghasilkan ikatan aspal mudah lepas sehingga durabilitasnya rendah. Stabilitas terjadi dari hasil geseran antar butir, penguncian antar partikel dan daya ikat yang baik dari lapisan aspal. Dengan demikian stabilitas yang tinggi dapat diperoleh dengan mengusahakan penggunaan :

- Agregat dengan gradasi yang rapat (dense graded).
- Agregat dengan permukaan yang kasar.
- Agregat berbentuk kubus
- Aspal dengan penetrasi rendah
- Aspal dalam jumlah yang mencukupi untuk ikatan antar butir.

Agregat dengan grdasi baik, atau bergradasi rapat akan memberikan rongga antar butiran agregat (voids in mineral agregate) yang kecil yang menghasilkan stabilitas yang tinggi, tetapi membutuhkan kadar aspal yang rendah untuk mengikat agregat. Void in mineral agregat (VMA) yang kecil mengakibatkan aspal yang dapat menyelimuti agregat terbatas dan menghasilkan film aspal yang tipis. Film aspal yang tipis mudah lepas yang mengakibatkan lapis tidak lagi kedap air, oksidasi mudah terjadi, dan lapis perkerasan menjadi rusak. Pemakaian aspal yang banyak mengakibatkan aspal tidak lagi dapat menyelimuti agregat dengan baik (karena VMA kecil) dan juga menghasilkan rongga antar campuran (voids in mix = VIM) yang kecil. Adanya beban lalu lintas yang menambah pemadatan lapisan mengakibatkan lapisan aspal meleleh keluar yang disebut bleeding.

2. Durabilitas (Keawetan/Daya Tahan)

Durabilitas diperlukan pada lapisan permukaan sehingga lapisan dapat mampu menahan keausan akibat pengaruh cuaca, air dan perubahan suhu ataupun keausan akibat gesekan roda kendaraan. Faktor yang mempengaruhi durabilitas lapis aspal beton adalah :

- VIM kecil sehingga lapis kedap air dan udara tidak masuk ke dalam campuran yang menyebabkan terjadinya oksidasi dan aspal menjadi rapuh (getas).

- VMA besar sehingga film aspal dapat dibuat tebal. Jika VMA dan VIM kecil serta kadar aspal tinggi maka kemungkinan terjadinya bleeding cukup besar. Untuk mencapai VMA yang besar ini dipergunakan agregat bergradasi senjang.
- Film (selimut) aspal, film aspal yang tebal dapat menghasilkan lapis aspal beton yang berdurabilitas tinggi, tetapi kemungkinan terjadinya bleeding menjadi besar.

3. Fleksibilitas (Kelenturan)

Fleksibilitas pada lapisan perkerasan adalah kemampuan lapisan perkerasan untuk dapat mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa timbulnya retak dan perubahan volume. Untuk mendapatkan fleksibilitas yang tinggi dapat diperoleh dengan :

- Penggunaan agregat bergradasi senjang sehingga diperoleh VMA yang besar.
- Penggunaan aspal lunak (aspal dengan penetrasi yang tinggi).
- Penggunaan aspal yang cukup banyak sehingga diperoleh VIM yang kecil.

4. Skid Resistance (Kekesatan)

Tahanan geser adalah kekesatan yang diberikan oleh perkerasan sehingga kendaraan tidak mengalami slip baik di waktu hujan (basah) maupun di waktu kering. Kekesatan dinyatakan dengan koefisien gesek antara permukaan jalan dengan roda kendaraan. Tingginya nilai tahanan geser ini dipengaruhi oleh :

- Penggunaan agregat dengan permukaan kasar
- Penggunaan kadar aspal yang tepat sehingga tidak terjadi bleeding.
- Penggunaan agregat berbentuk kubus.
- Penggunaan agregat kasar yang cukup.

5. Fatique Resistance (Ketahanan Kelelahan)

Ketahanan kelelahan adalah ketahanan dari lapis aspal beton dalam menerima beban berulang tanpa terjadinya kelelahan yang berupa alur (rutting) dan retak. Faktor-faktor yang mempengaruhi ketahanan terhadap kelelahan adalah :

- VIM yang tinggi dan kadar aspal yang rendah akan mengakibatkan kelelahan yang lebih cepat.
- VMA dan kadar aspal yang tinggi dapat mengakibatkan lapis perkerasan menjadi fleksibel.

6. Workability (Kemudahan Pelaksanaan)

Kemudahan pelaksanaan adalah mudahnya suatu campuran untuk dihampar dan dipadatkan sehingga diperoleh hasil yang memenuhi kepadatan yang diharapkan. Workability ini dipengaruhi oleh :

- Gradasi agregat. Agregat bergradasi baik lebih mudah dilaksanakan daripada agregat bergradasi lain.

- Temperatur campuran yang ikut mempengaruhi kekerasan bahan pengikat yang bersifat termoplastis.
- Kandungan bahan pengisi (filler) yang tinggi menyebabkan pelaksanaan lebih sulit.

6.3. PERENCANAAN CAMPURAN (MIX DESIGN)

Lapisan aspal yang baik haruslah memenuhi 4 (empat) syarat yaitu stabilitas, durabilitas, fleksibilitas dan tahanan geser (skid resistance). Jika menggunakan gradasi rapat (dense graded) akan menghasilkan kepadatan yang baik, berarti memberikan stabilitas yang baik, tetapi mempunyai rongga pori yang kecil sehingga memberikan kelenturan (fleksibility) yang kurang baik dan akibat tambahan pemadatan dari repetisi beban lalu lintas serta aspal yang mencair akibat pengaruh cuaca akan memberikan tahanan geser yang kecil. Sebaliknya jika menggunakan gradasi terbuka (*open graded*), akan diperoleh kelenturan yang baik tetapi stabilitas kurang. Kadar aspal yang terlalu sedikit akan mengakibatkan kurangnya lapisan pengikat antar butir, lebih-lebih jika kadar rongga yang dapat diresapiaspal besar. Hal ini akan mengakibatkan lapisan pengikat aspal cepat lepas dan durabilitas berkurang. Kadar aspal yang tinggi mengakibatkan kelenturan yang baik tetapi dapat terjadi bleeding sehingga stabilitas dan tahanan geser berkurang. Untuk itu haruslah direncanakan campuran antara agregat dan aspal seoptimal mungkin sehingga dihasilkan lapisan perkerasan dengan kualitas yang tinggi yang meliputi gradasi agregat (dengan memperhatikan mutunya) dan kadar aspal sehingga dihasilkan lapisan perkerasan yang memenuhi persyaratan tentang stabilitas, durabilitas, fleksibilitas dan tahanan geser. Yang perlu diperhatikan adalah jika agregat dicampur dengan aspal maka :

- Partikel-partikel antar agregat akan terikat satu sama lain oleh aspal.
- Rongga-rongga agregat ada yang terisi aspal dan ada pula yang terisi udara.
- Terdapat rongga antar butir yang terisi udara.
- Terdapat lapisan aspal yang ketebalannya tergantung dari kadar aspal yang dipergunakan untuk menyelimuti partikel-partikel agregat.

Dari hasil mix design diharapkan diperoleh suatu lapisan perkerasan yang mempunyai karakteristik sebagai berikut :

- Kadar aspal cukup memberikan kelenturan.
- Stabilitas cukup memberikan kemampuan memikul beban sehingga tak terjadi deformasi yang merusak.
- Kadar rongga cukup memberikan kesempatan untuk pemadatan tambahan akibat beban berulang dan flow dari aspal.
- Dapat memberikan kemudahan kerja (workability) sehingga tidak terjadi segregasi.
- Dapat mengahsilkan campuran yang akhirnya menghasilkan lapis perkerasan yang sesuai dengan persyaratan dalam pemilihan lapis perkerasan pada tahap perencanaan.

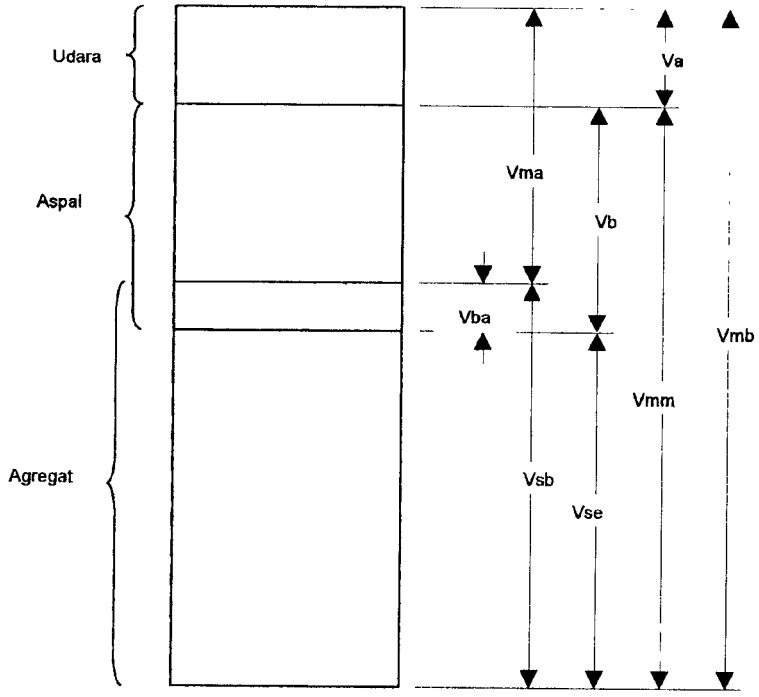
Dengan demikian faktor yang mempengaruhi kwalitas dari aspal beton adalah absorbsi aspal, kadar aspal efektif, rongga antar butir, rongga udara dalam campuran dan gradasi agregat.

6.3.1. Perhitungan dalam Campuran Aspal Beton

Untuk mengethaui karakteristik aspal beton yang telah dipadatkan, berikut ini akan dibahas perhitungan yang seringkali dipergunakan pada pekerjaan di laboratorium dan dari hasil coring di lapangan. Secara skematis campuran aspal beton yang telah dipadatkan dapat dilihat pada gambar 6.1 berikut.

Volume

Va : Volume pori dalam campuran yang telah dipadatkan (VIM)
Vb : Volume aspal dalam campuran yang telah dipadatkan
Vba : Volume aspal yang terabsorbsi
Vbe : Volume aspal efektif = (Vb - Vba)
Vmb : Volume bulk dari campuran yang telah dipadatkan
Vmm : Volume dari campuran tanpa volume udara
Vp : Volume dari lapisan parafin
Vsb : Volume agregat (bulk)
Vse : Volume agregat (efektif)
Vma : Volume pori antar butiran agregat



Gambar 6.1. Skematik campuran aspal beton yang telah dipadatkan

Berat

W : Berat volume dari campuran yang telah dipadatkan
W1 : Berat dari labu terisi air
W2 : Berat dari labu terisi sampel dan air
Wb : Berat aspal dalam campuran
Ws : Berat agregat
Wba : Berat aspal yang terabsorbsi
Wbe : Berat aspal efektif
Wm : Berat contoh campuran yang telah dipadatkan
Wma : Berat koreksi contoh yang telah dipadatkan
Wmm: Berat contoh yang belum dipadatkan
Wmp : Berat contoh yang telah dipadatkan dan dilapisi parafin
W_{mpw} : Berat contoh yang telah dipadatkan, dilapisi parafin dan direndam dalam air
W_{mssd} : Berat contoh yang telah dipadatkan, kering permukaan jenuh
Ws : Berat kering agregat.

Berat Jenis

G1, G2,..., Gn : Berat jenis bulk dari masing-masing agregat 1, 2, ..., n. Khusus untuk filler, dimana berat jenis bulk sukar ditentukan, dipergunakan berat jenis apparent.
Gb : Berat jenis aspal
Gmb : Berat jenis bulk dari campuran yang telah dipadatkan
Gmba : Berat jenis koreksi dari campuran yang telah dipadatkan
Gmm : Berat jenis maksimum dari campuran (tanpa pori)
Gp : Berat jenis parafin
Gsb : Berat jenis bulk untuk agregat total yang ada
Gse : Berat jenis efektif dari total agregat.

Persentase Berat

P1, P2, ..., Pn : Persentase berat dari komponen agregat 1, 2,..., n
Pb : Kadar aspal, persentase dari berat total campuran
Pba : Aspal yang terabsorbsi, persentase dari berat agregat
Pbe : Kadar aspal efektif, persentase dari berat total campuran yang telah dikoreksi
Ps : Agregat, persentase dari berat total campuran
Pa : Pori udara, persentase dari total volume campuran yang telah dipadatkan.

Berat Jenis Bulk (*Bulk Specific Gravity*) dari Total Agregat

Aspal beton terdiri dari agregat kasar, agregat halus, mineral filler yang berasal dari berbagai macam agregat yang masing-masing mempunyai berat jenis sendiri-sendiri. Untuk memudahkan perhitungan maka berat jenis bulk agregat total yang ada dinyatakan dalam :

$$Gsb = \frac{P_1 + P_2 + \ldots + P_n}{\frac{P_1}{G_1} + \frac{P_2}{G_2} + \ldots + \frac{P_n}{G_n}}$$

Berat Jenis Efektif (Effective Specific Gravity) dari Total Agregat

$$Gse = \frac{W_{nm} + W_b}{W_{nm} + W_b}$$

$$Gse = \frac{W_{nm}}{\gamma w} + \frac{W_1}{\gamma w} - \frac{W_2}{\gamma w} \qquad \gamma w = \text{berat volume air}$$

Aspal yang Terabsorbsi Agregat

Merupakan persentase dari berat agregat

$$Pba = 100 \left(\frac{Gse - Gsb}{Gsb \,.\, Gse} \right) Gb$$

Berat Jenis Bulk dari Campuran yang Telah Dipadatkan

$$Gmb = \frac{Wm}{\frac{Wmp}{\gamma w} - \frac{Wmpw}{\gamma w} - \left(\frac{Wmp - Wm}{Gp} \right)}$$

atau

$$Gmb = \frac{Wm}{\frac{Wmssd}{\gamma w} - \frac{Wmw}{\gamma w}}$$

Berat Jenis Maksimum dari Campuran

Berat jenis campuran adalah berat jenis tanpa pori dari campuran.

$$Gmm = \frac{W}{Vsb + Vb - Vba}$$

Penentuan Berat dan Volume dalam 100 cm3 Sampel

- Berat, W = 100 Gmb
- Berat aspal, Wb =
- Berat agregat, Ws = W - Wb
- Berat aspal yang terabsorbsi, Wba =
- Volume aspal, Vb =
- Volume dari aspal yang terasbsorbsi, Vba = Wba/Gb
- Volume agregat, Vsb = Ws/Gsb.

Volume Pori dalam Campuran

Volume pori dalam campuran (Voids in Mix = VIM)

$$VIM = \left(\frac{Gmm - Gmb}{Gmm} \right) 100$$

atau

$$VIM = 100 - (Vb + Vsb - Vba)$$

Volume Pori antar Butiran Agregat

Volume pori antar butiran agregat (Voids in Mineral Agregat = VMA)

$$VMA = \frac{100\ (Gsb-Gm) + Gm\ .\ Pb}{Gsb}$$

atau

$$VMA = 100 - Vsb$$

Kadar Aspal Efektif

$$Pbe = \left[\frac{Pb - \frac{Pba}{100}(100 - Pb)}{100 - \frac{Pba}{100}(100 - Pb)} \right] 100$$

6.3.2. Pemeriksaan dengan Alat Marshall

Kinerja campuran aspal beton dapat diperiksa dengan menggunakan alat pemeriksaan Marshall yang pertama kali diperkenalkan oleh Bruce Marshall yang dikembangkan selanjutnya oleh U.S. Corps of Engineer. Pemeriksaan dimaksudkan untuk menentukan ketahanan (stability) terhadap kelelehan plastis (flow) dari campuran aspal dan agregat. Kelelehan plastis adalah keadaan perubahan bentuk campuran yang terjadi akibat suatu beban sampai batas runtuh yang dinyatakan dalam "mm atau 0,01". Alat Marshall (lihat gambar 6.7pada lampiran) merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan cincin penguji (proving ring) yang berkapasitas 2500 kg atau 5000 pon. Proving ring dilengkapi dengan arloji pengukur yang berguna untuk mengukur stabilitas campuran. Disamping itu terdapat juga arloji kelelehan (flow meter) untuk mengukur kelelehan plastis (flow). Benda ujii berbentuk silinder 10 cm dan tinggi 7,5 cm dipersiapkan di laboratorium dalam cetakan benda uji dengan menggunakan hammer seberat 10 pon (4,536 kg) dan tinggi jatuh 18 inch (45,7 cm) yang dibebani dengan kecepatan tetap 50 mm/menit. Dari proses persiapan benda uji sampai pemeriksaan dengan alat Marshall diperoleh data-data sebagai berikut :

- Stabilitas, dinyatakan dalam bilangan bulat yang menunjukkan kekuatan, ketahanan terhadap terjadinya alur (rutting).
- Berat volume, dinyatakan dalam ton/m3.
- Kadar aspal, dinyatakan dalam bilangan desimal satu angka di belakang koma.
- Kelelehan plastis (flow) dinyatakan dalam mm atau 0,01 inch yang dpat merupakan indikator terhadap lentur.
- VIM (persen rongga dalam campuran) dinyatakan dalam bilangan desimal satu angka di belakang koma. VIM merupakan indikator dari durabiltas dan kemungkinan bleeding.
- VMA (persen rongga terhadap agregat) dinyatakan dalam bilangan bulat. VMA bersama VIM merupakan indikator dari durabilitas.
- Penyerapan aspal (persen terhadap campuran) sehingga diperoleh gambaran berapa kadar aspal efektif.
- Tebal lapisan aspal (film aspal), dinyatakan dalam mm. Film aspal merupakan petunjuk tentang sifat durabilitas campuran.
- Kadar aspal efektif, dinyatakan dalam bilangan desimal satu angka di belajkang koma.
- Hasil bagi Marshall (koefisien Marshall), merupakan hasil bagi stabilitas dan flow, dinyatakan dalam kN/mm, yang merupakan indikator kelenturan yang potensial terhadap keretakan.

6.3.3. Spesifikasi Campuran

Sifat campuran sangat ditentukan oleh dari gradasi agregat, kadar aspal total dan kadar aspal efektif, VIM, VMA, dan sifat bahan mentah sendiri. Variasi dari hal tersebut di atas akan menghasilkan kwalitas dan keseragaman campuran yang berbeda-beda. Untuk itu agar dapat memenuhi kwalitas dan keseragaman jenis lapisan yang telah dipilih dalam perencanaan perlu dibuatkan spesifikasi campuran yang menjadi dasar pelaksanaan di lapangan, dengan

demikian diharapkan akan dapat diperoleh sifat campuran yang memenuhi syarat teknis dan keawetan yang diharapkan. Spesifikasi campuran bervariasi, tergantung dari :

- Grdasi agregat, yang dinyatakan dalam nomor saringan.
- Perencanaan tebal perkerasan yang dipengaruhi oleh metode yang digunakan.
- Kadar aspal yang umum dinyatakan dalam persen terhadap berat campuran seluruhnya.
- Komposisi dari campuran, meliputi agregat dengan gradasi yang bagaimana yang akan dipergunakan.
- Sifat campuran yang diinginkan, dinyatakan dalam nilai stabilitas, flow, VIM, VMA, dan tebal film aspal.
- Metode rencana campuran yang dipergunakan.

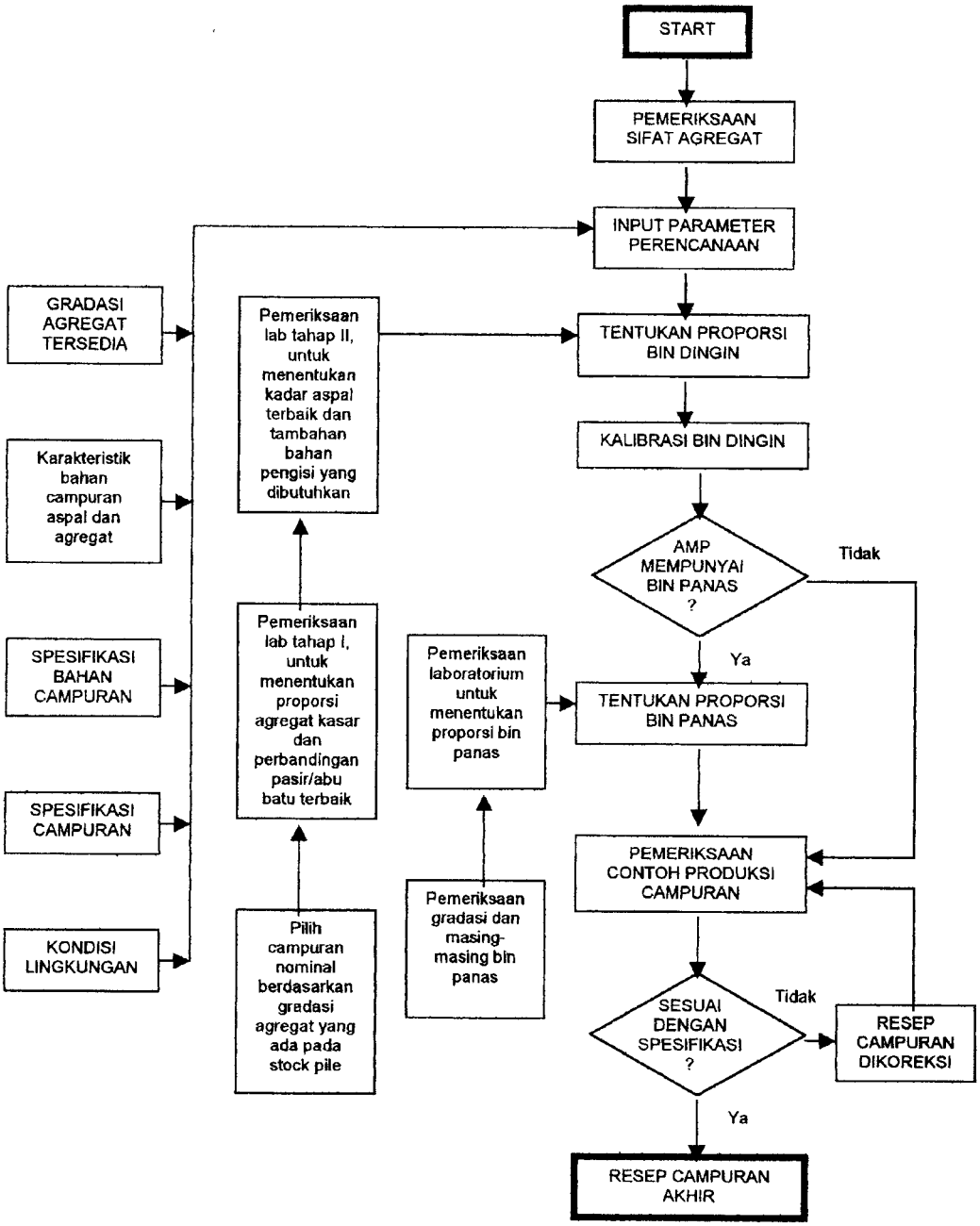
6.3.4. Perencanaan Campuran

Metode Bina Marga

Perencanaan campuran dengan menggunakan metode Bina Marga dimulai dari kadar aspal efektif yang tetap sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Pencampuran agregat yang tersedia di lokasi divariasi untuk dapat memenuhi syarat rongga udara, tebal film aspal dan stabilisasi. Jadi pada metode ini, rongga udara dalam campuran merupakan kriteria pokok bersama dengan kadar aspal efektif yang akhirnya menentukan tebal film aspal yang terjadi. Kondisi ini memberikan sifat durabilitas yang tinggi dan karenanya sering disebut sebagai campuran aspal dengan durabilitas tinggi. Jenis-jenis campuran aspal dengan durabilitas tinggi yang dihasilkan dengan menggunakan metode ini adalah HRS (Hot Rolled Sheet) kelas B untuk jalan dengan lalu lintas tinggi, ATB (Asphalt Treated Base) dan ATBL (Asphalt Treated Base Levelling) sebagai lapis pondasi.

Prosedur perencanaan campuran dengan metode Bina Marga seperti ditunjukkan pada bagan alir gambar 6.2. berikut ini.

1. Pemilihan agregat dan penentuan sifat-sifatnya harus sesuai dengan spesifikasi material. Standard yang menjadi parameter perencanaan adalah :
   - Berat jenis agregat, yang akan dipergunakan dalam perhitungan sifat campuran.
   - Nilai absorbsi air dari agregat yang dapat dipergunakan sebagai indikator penentuan besarnya absorbsi aspal.
   - Sifat-sifat agregat yang umumnya harus dipenuhi untuk lapis perkerasan jalan.
   - Gradasi butir dari masing-masing kelompok agregat kasar, agregat sedang, pasir dan abu batu yang biasanya digambarkan dalam amplop gradasi yang ditetapkan. Karena perencanaan campuran menggunakan matriks 3 x 3, maka agregat kasar dan agregat sedang dikelompokkan pada kelompok "agregat kasar" yang proporsi pencampurannya harus ditentukan terlebih dahulu. Contoh batas distribusi ukuran partikel agregat kasar dan agregat halus serta abu batu dapat dilihat pada tabel 6.1.



Gambar 6.2. Bagan Alir Perencanaan Campuran Metode Bina Marga

Tabel 6.1. Contoh batas distribusi ukuran partikel agregat kasar dan halus

Tapisan Bukaan Ukuran ASTM	Agregat Kasar % Lolos Saringan	Agregat Halus/Abu Batu % Lolos Saringan
3/4 "	100	
1/2 "	30 -100	
3/8 "	0 - 55	100
No.4	0 - 10	90 - 100
No.4		40 - 100
No.30		25 - 100
No.70		7 - 60
No.200		5 - 11

2. Penentuan campuran nominal berdasarkan sifat-sifat yang diperoleh pada langkah 1 dan dari kadar aspal efektif yang ditentukan dalam spesifikasi. Rencana campuran nominal ini diperlukan sebagai :
   - Saringan tingkat pertama, apakah agregat yang tersedia dapat dipergunakan atau tidak.
   - Resep awal untuk campuran percobaan di laboratorium yang memenuhi persyaratan gradasi campuran dan kadar aspal seperti yang ditetapkan dalam spesifikasi.

   Komponen agregat campuran dinyatakan dalam fraksi rencana yang terdiri dari :

   CA: Frkasi agregat kasar, yaitu persen berat material yang tertahan saringan no.8 terhadap berta total campuran.

   FA: Frkasi agregat halus, yaitu persen berat material yang lolos saringan no.8 dan tertahan saringan no.200 terhadap berat total campuran.

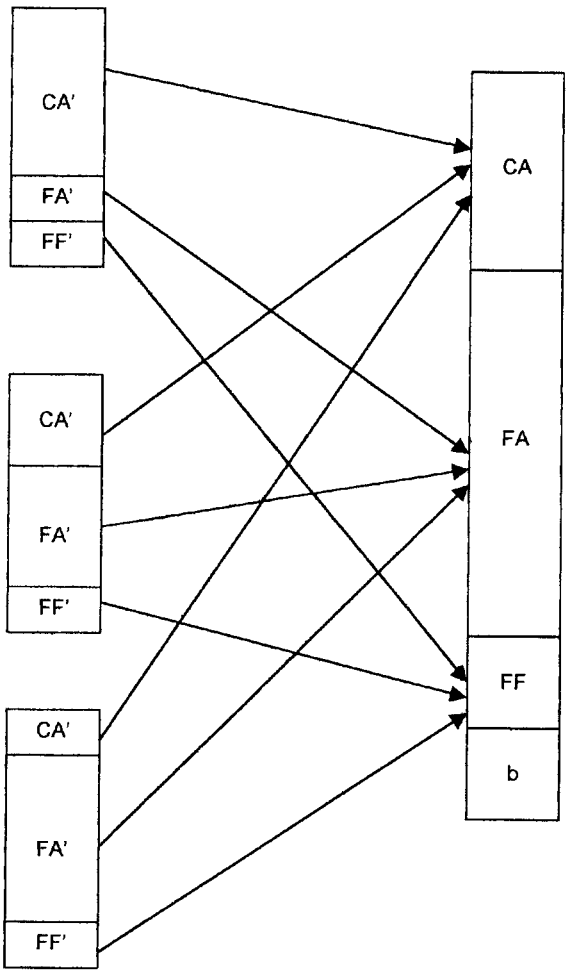
   FF: Frkasi bahan pengisi, yaitu berat material yang lolos saringan no.200 terhadap berat total campuran.

   Proporsi bahan mentah dinyatakan dalam proporsi penakaran (batch proportion), dimana setiap penakaran mempunyai andil yang cukup besar untuk masing-masing fraksi yang secara skematis ditunjukkan pada Gambar 6.3.
   Untuk memudahkan perencanaan proporsi penakaran perhitungan ditentukan dengan menggunakan aljabar matriks; CA + FA + FF + b = 100 %, dimana b = kadar aspal total. Campuran nominal direncanakan sedemikian rupa sehingga merupakan nilai tengah dari batas yang diberikan pada spesifikasi. Sebagai contoh pada Tabel 6.2. diberikan batas spesifikasi dan resep campuran nominal untuk campuran HRS kelas B.

   Gradasi dari agregat campuran nominal yang dihitung berdasarkan persen terhadap berat total agregat (bukan terhadap berat total campuran) digambarkan pada amplop gradasi agregat campuran. Gradasi agregat campuran nominal tidak perlu sesuai sepenuhnya dengan amplop gradasi, asalkan batas fraksi rencana yang ditentukan masih memenuhi.

Tabel 6.2. Contoh Spesifikasi dan Campuran Nominal HRS Kelas B

Fraksi Rencana Campuran (% Berat Total Campuran)	**Spesifikasi** %	**Resep Campuran** %
CA	30 - 50	40
FA	39 - 59	48
FF	4,5 - 7,5	4,5
Kadar Bitumen Efektif	* 6,2 %	
Kadar Aspal Total	* 6,7 %	7,5 %
Perbandingan Pasir : Abu Batu		1 : 1



Gambar 6.3. Batch proportion

3. Pemeriksaan sifat campuran di laboratorium tahap pertama. Resep campuran nominal yang ditentukan hanya berdasarkan gradasi dan absorbsi air harus diperiksa sifat campurannya untuk selanjutnya dikoreksi sehingga dapat merupakan resep akhir dari campuran. Pemeriksaan sifat campuran tahap pertama ini dilakukan dengan mengambil kadar aspal tetap yaitu kadar aspal efektif + persen absorbsi aspal yang diperkirakan (40 % absorbsi air. Untuk dapat menggambarkan sifat campuran sehubungan dengan variasi campuran agregat pada kondisi kadar aspal tetap, maka dibuatkan variasi campuran agregat dengan basis campuran nominal. Umumnya dibuatkan untuk 3 (tiga) proporsi agregat kasar yaitu :
   - Proporsi agregat kasar campuran nominal
   - Proporsi agregat kasar untuk campuran nominal + 10 %
   - Proporsi agregat kasar untuk campuran nominal - 10 %.

   Masing-masing proporsi agregat kasar dicoba untuk minimum 3 macam campuran pasir dan abu batu yang dinyatakan dalam perbandingan pasir : abu batu. Dengan demikian terdapat (9) macam campuran yang akan diperiksa di laboratorium. Dengan memperhatikan sifat campuran yang diperoleh untuk masing-masing contoh pemeriksaan dan membandingkan dengan sifat campuran yang diinginkan serta kondisi lingkungan maka dapat dipilih 1 proporsi agregat kasar dan perbandingan pasir dan abu batu terbaik. Disamping itu dalam pemilihan ini perlu dipertimbangkan juga mengenai :
   - Pasokan abu batu dan pasir yang dapat dihasilkan pada lokasi tersebut ikut menentukan pilihan perbandingan pasir dan abu batu.
   - Kondisi cuaca di lokasi yang mungkin menuntut makro tekstur campuran yang berbeda. Di lokasi yang sering turun hujan menuntut gaya gesek yang lebih baik yang berarti dibutuhkan makro tekstur yang lebih kasar.Hal ini dapat dipenuhi dengan memilih proporsi agregat kasar lebih besar.
   - Kelandaian jalan juga dapat merupakan suatu pertimbangan dalam memilih proporsi agregat kasar terbaik.

   Dari hasil pemeriksaan di laboratorium tahap pertama ini diperoleh proporsi agregat kasar dan perbandingan pasir dan abu batu yang terbaik dan berdasarkan hasil ini pemeriksaan dilanjutkan ke pemeriksaan campuran di laboratorium tahap kedua.

4. Pemeriksaan sifat campuran di laboratorium tahap kedua bertujuan untuk menentukan kadar aspal optimum dan persentase penambahan bahan pengisi jika diperlukan terhadap proporsi agregat kasar dan perbandingan pasir dan abu batu terbaik yang merupakan hasil pemeriksaan tahap pertama. Untuk itu perlu direncanakan 6 gradasi campuran lagi dengan variasi kadar aspal dan bahan pengisi sedangkan proporsi agregat kasar dan perbandingan pasir dan abu batu konstan sebesar hasil yang diperoleh pada tahap pertama. Kadar aspal divariasikan (1 % dan (2% dari kadar aspal pada campuran nominal. Jika dirasakan perlu menambahkan bahan pengisi (filler) maka dicoba dengan penambahan 2 % sampai 4 %, sehingga diharapkan akan diperoleh kadar aspal dan bahan pengisi terbaik sesuai dengan sifat campuran yang diinginkan pada spesifikasi.

5. Korelasi hasil perencanaan campuran di laboratorium dengan mesin pencampur Asphalt Mixing Plant (AMP). Hasil perencanaan campuran (mix design) harus dapat diterapkan di mesin pencampur. Ketepatan pengaturan dari bagian-bagian AMP sangat menentukan kwalitas produksi. Untuk itu perlu diperhatikan hal-hal berikut ini:
   - Kalibrasi dan pengaturan cold bin sesuai dengan hasil perencanaan campuran di laboratorium.
   - Penentuan proporsi penakaran agregat panas pada hot bin (jika ada).
   - Kalibrasi dan pengaturan hot bin sesuai dengan hasil perencanaan.

6. Pemeriksaan percobaan produksi mesin pencampur. Sifat dari campuran yang diproduksi seringkali berbeda dengan sifat yang diperoleh di laboratorium. Oleh karena itu perlu dilakukan pemeriksaan produksi sebelum mesin pencampur berproduksi penuh. Dengan demikian diharapkan rencana campuran dapat dikoreksi sehingga menjadi resep campuran akhir.

Metode Asphalt Institute

Secara umum metode Asphalt Institut dapat dilihat pada bagan alir berikut ini.

Perencanaan campuran dengan metode ini bertitik tolak pada stabilitas yang dihasilkan, oleh karena itu yang menjadi dasar adalah agregat campuran yang harus memenuhi lengkung Fuller (lihat Gambar 6.5 pada lampiran). Ini berarti bahwa gradasi campuran yang dipergunakan pada metode ini adalah agregat bergradasi baik/menerus. Batas gradasi campuran yang diizinkan dan sifat campuran yang diinginkan diberikan pada spesifikasi.

Perencanaan campuran agregat dapat dilakukan dengan menggunakan grafik ataupun secara analitis. Rumus dasar pencampuran adalah :

$$P = Aa + Bb + Cc + Dd$$

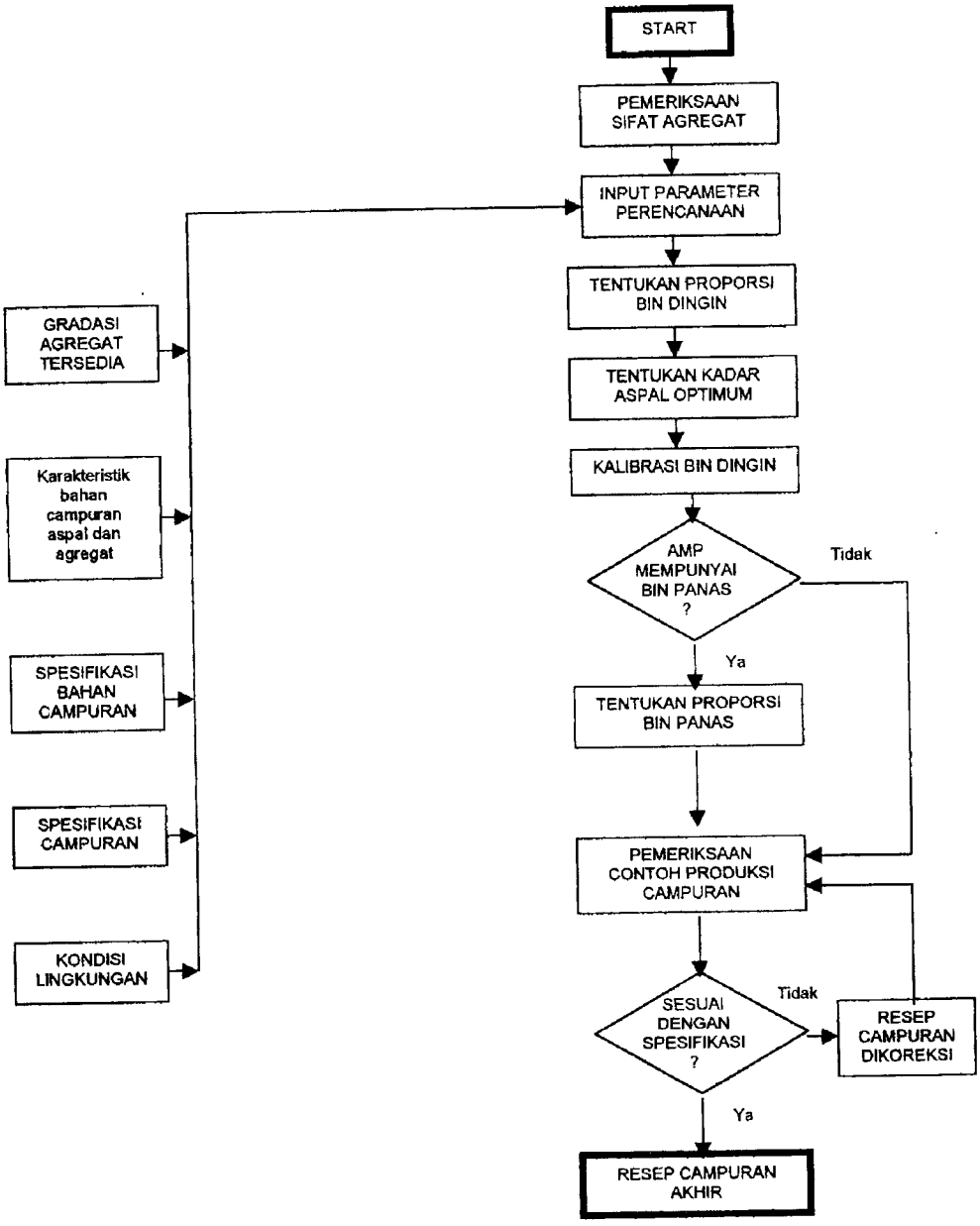
dimana :

P: Persen material lolos saringan X dari kombinasi agregat A, B, C dan D.

A,B,C,D: Persen material lolos saringan X untuk agregat A, B, C dan D.

a,b,c,d: Proporsi agregat A,B,C,D dalam campuran a+b+c+d = 1.

Kadar aspal optimum ditentukan dengan melakukan Marshall Test di laboratorium dari beberapa sampel dengan variasi kadar aspal berbeda namun gradasi agregat tetap. Kadar aspal optimum adalah kadar aspal yang menghasilkan sifat campuran terbaik pada hasil pemeriksaan Marshall Test (lihat lampiran - Gambar 6.6).



Gambar 6.4. Bagan Alir Perencanaan Campuran Asphalt Institute

Perbedaan Metode Bina Marga dengan Asphalt Institute

Tabel 6.3. Perbedaan Mendasar antara Metode Bina Marga dengan Asphalt Institute

No.	Metode Bina Marga	Metode Asphalt Institute
1.	Kriteria dasar rongga udara	Kriteria dasar stabilitas
2.	Langkah pertama menentukan kadar aspal efektif sesuai spesifikasi dari jenis lapisan perkerasan yang direncanakan	Langkah pertama perencanaan campuran adalah merencanakan proporsi penakaran sehingga diperoleh gradasi agregat campuran yang memenuhi spesifikasi.
3.	Kadar aspal lebih tinggi, film aspal lebih tebal, sehingga durabilitas lebih tinggi.	Kadar aspal rendah, film aspal lebih tipis, retak-retak mudah terjadi.
4.	Baik untuk volume lalu lintas rendah sampai tinggi dengan beban ringan (terutama untuk kendaraan penumpang).	Baik untuk volume lalu lintas tinggi dengan beban berat (banyak kendaraan berat)
5.	Stabilitas berasal dari ikatan antar butir-butir halus dan agregat kasar dengan aspal.	Stabilitas berasal dari sifat saling kunci (interlocking) antar agregat.

6.4. PERMASALAHAN YANG DAPAT MEMPENGARUHI KUALITAS DARI ASPAL BETON CAMPURAN PANAS

Kualitas aspal beton dipengaruhi oleh banyak faktor yang dapat berasal dari bahan mentah, pabrik pencampur, proses pencampuran, proses penghamparan, proses pemadatan, sampai kepada proses pemeliharaan pasca pemadatan. Hal ini dpat terjadi walaupun mutu dri bahan mentah memenuhi persyaratan. Oleh karena itu perlulah pengendalian mutu yang saksama sehingga diperoleh hasil yang sesuai dengan yang diharapkan.

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kualitas aspal beton antara lain :

1. Penimbunan agregat, yang dapat menyebabkan terjadinya segregasi dan degradasi serta kontaminasi, jika tidak mengikuti proses yang benar.
2. Over heating (temperatur pemanasan terlalu tinggi) baik untuk agregat maupun untuk aspal.
3. Under heating (temperatur pemanasan terlalu rendah) baik untuk agregat maupun untuk aspal.

4. Campuran rencana yang tidak tepat.
5. Agregat yang basah, karena penyimpanan yang tidak benar.
6. Komponen pabrik pencampur mengalami kerusakan yang tidak diketahui.
7. Pengaturan masing-masing komponen tidak memenuhi persyaratan yang diminta.
8. Penimbangan yang tidak baik/terkontrol baik.
9. Pemuatan ke truck pengangkut yang kurang baik sehingga terjadi segregasi.
10. Penghamparan yang kurang baik sehingga terjadi segregasi.
11. Tebal penghamparan yang terlalu tebal.
12. Alat pemadatan dan proses pemadatan yang tidak baik.
13. Temperatur penghamparan dan pemadatan yang tidak baik.
14. Kondisi lokasi jalan sebelum penghamparan tidak memenuhi persyaratan.
15. Jangka waktu dari proses pemadatan sampai jalan dibuka untuk lalulintas umum terlau cepat.

6.5. PEMADATAN ASPAL BETON

Campuran aspal beton panas dari AMP diangkut dengan menggunakan truck pengangkut yang ditutupi terpal, dibawa ke lokasi dan dihampar sesuai dengan persyaratan yang ditentukan dan harus segera dipadatkan dengan temperatur dibawah 125^0 C dan harus sudah selesai pada temperatur di atas 80^0C. Pemadatan dilakukan dalam tiga tahap yang berurutan yaitu :

1. Pemadatan awal (breakdown rolling).
   Pemadatan awal berfungsi untuk mendudukkan material pada posisinya dan sekaligus memadatkannya. Alat yang digunakan adalah mesin gilas roda baja (steel roller) dengan tekanan roda antara 400 - 600 kg/0,1 m lebar roda.
2. Pemadatan antara/kedua (secondary rolling).
   Pemadatan antara merupakan pemadatan seperti pemadatan akibat beban lalulintas. Alat yang digunakan adalah mesin gilas roda karet (tire roller) dengan tekanan roda 8,5 kg/ cm^2.
3. Pemadatan akhir (finishing rolling).
   Pemadatan akhir dilakukan untuk menghilangkan jejak-jejak roda ban. Penggilasan dilakukan pada temperatur di atas titik lembek aspal.

6.6. PEMERIKSAAN HASIL PEMADATAN

Hasil pemadatan yang berupa pengecekan terhadap kepadatan lapangan, tebal lapisan perkerasan yang terjadi dilakukan dengan mengambil contoh di lapangan dengan alat core drill. Dari hasil pemeriksaan contoh tersebut dapat diperoleh data mengenai berat volume, tebal lapisan setelah dipadatkan, kadar aspal, gradasi campuran dan kepadatan lapangan.

Kadar aspal dan gradasi campuran diperoleh sebagai hasil pemeriksaan ekstraksi menurut prosedur pemeriksaan AASHTO T 164 - 80, pemeriksaan kepadatan campuran di lapangan mengikuti prosedur AASHTO T 166 & T 230.

6.7. PEMERIKSAAN SIFAT CAMPURAN

Sifat campuran yang dihasilkan AMP perlu diperiksa sebagai salah satu proses pengendalian mutu produksi. Pemeriksaan dilakukan dengan alat Marshall dari sampel yang dibuat dari campuran hasil produksi AMP yang bersangkutan.

Pemeriksaan gradasi, kadar aspal, juga dilakukan untuk memeriksa apakah gradasi campuran yang diperoleh memenuhi spesifikasi ataukah tidak.