BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. "Hot Rolled Sheet"

"Hot Rolled Sheet" atau lebih dikenal dengan lapis tipis beton aspal merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang, filler dan aspal keras dengan perbandingan tertentu yang dicampur, dihamparkan, dan dipadatkan sacara panas ("hot mix"). Bitumen (aspal) yang sering digunakan adalah jenis aspal keras penetrasi 60 atau 80 (Bina Marga, 1983).

Campuran "HRS" dengan gradasi timpang mempunyai rongga dalam campuran yang cukup besar sehingga mampu menyerap aspal dalam jumlah banyak (7 - 8 %) tanpa terjadi "bleeding". Keadaan ini yang menyebabkan lapis keras "HRS" mempunyai sifat-sifat lentur dan durabilitas tinggi. Selain itu "HRS" mudah dipadatkan sehingga lapisan yang dihasilkan mempunyai kekedapan terhadap air dan udara cukup tinggi (Cox John B., 1982)

"HRS" sebagai lapis permukaan dianggap tidak mempunyai nilai struktural. Kemampuan "HRS" dalam menahan beban lalulintas ditentukan oleh kekuatan mortar. Mortar adalah bahan pembentuk utama "HRS" yang terdiri dari: agregat halus (pasir), agregat pengisi (filler) dan bitumen (aspal). Pemakaian aggreat kasar dalam campuran, jumlahnya ditentukan oleh ketebalan padat lapisan yang

direncanakan (2,5 - 3,0 cm), yaitu antara 0 - 30 % dari jumlah berat total campuran (Kemas Ahmad Zamhari, 1982).

Stabilitas "HRS" tidak ditentukan oleh agregat kasar tetapi tergantung pada kekakuan dari mortar dengan cara saling mengunci ("Interlocking") antar agregat halus. Hal ini karena kedudukan agregat kasar seolah-olah mengambang di dalam mortar, maka deformasi yang terjadi adalah deformasi dari mortar. Agregat halus adalah bagian terbanyak penyusun mortar. Karena itu, nilai stabilitas campuran sangat dipengaruhi oleh kualitas agregat halus (Briend. D, 1978).

2.2. Bahan Pengisi (Filler)

Filler adalah sekumpulan mineral agregat yang umumnya lolos saringan no 200. Filler akan mengisi rongga diantara partikel agregat kasar dalam rangka mengurangi besarnya rongga, meningkatkan kerapatan dan stabilitas dari massa tersebut. Rongga udara pada agregat kasar diisi dengan partikel lolos saringan nomor 200, sehingga membuat rongga udara lebih kecil dan kerapatan massanya lebih besar (David G.Tunnicliff, 1962).

Mineral filler merupakan salah satu faktor penentu terhadap stabilitas, keawetan dan sifat mudah dikerjakan dari campuran beton aspal (Heukelom, 1965).

Dalam hal ini, mineral filler didefinisikan sebagai bagian agregat halus yang lolos saringan nomor 200 minimum 65% (Spesifikasi ASTM, 1963).

Kelompok mineral filler dalam campuran beton aspal yang mempunyai partikel dengan diameter lebih besar dari ketebalan selaput bitumen pada permukaan batuan akan memberikan pengaruh pada saling kunci antar agregat. Sedangkan kelompok yang lain, yaitu partikel yang mempunyai diameter lebih kecil dari selaput bitumen akan tersuspensi dalam selaput bitumen tersebut. Bagian mineral filler yang tersuspensi ini akan mempengaruhi perilaku sistem filler - bitumen (Dukatz. e.l. ,1978).

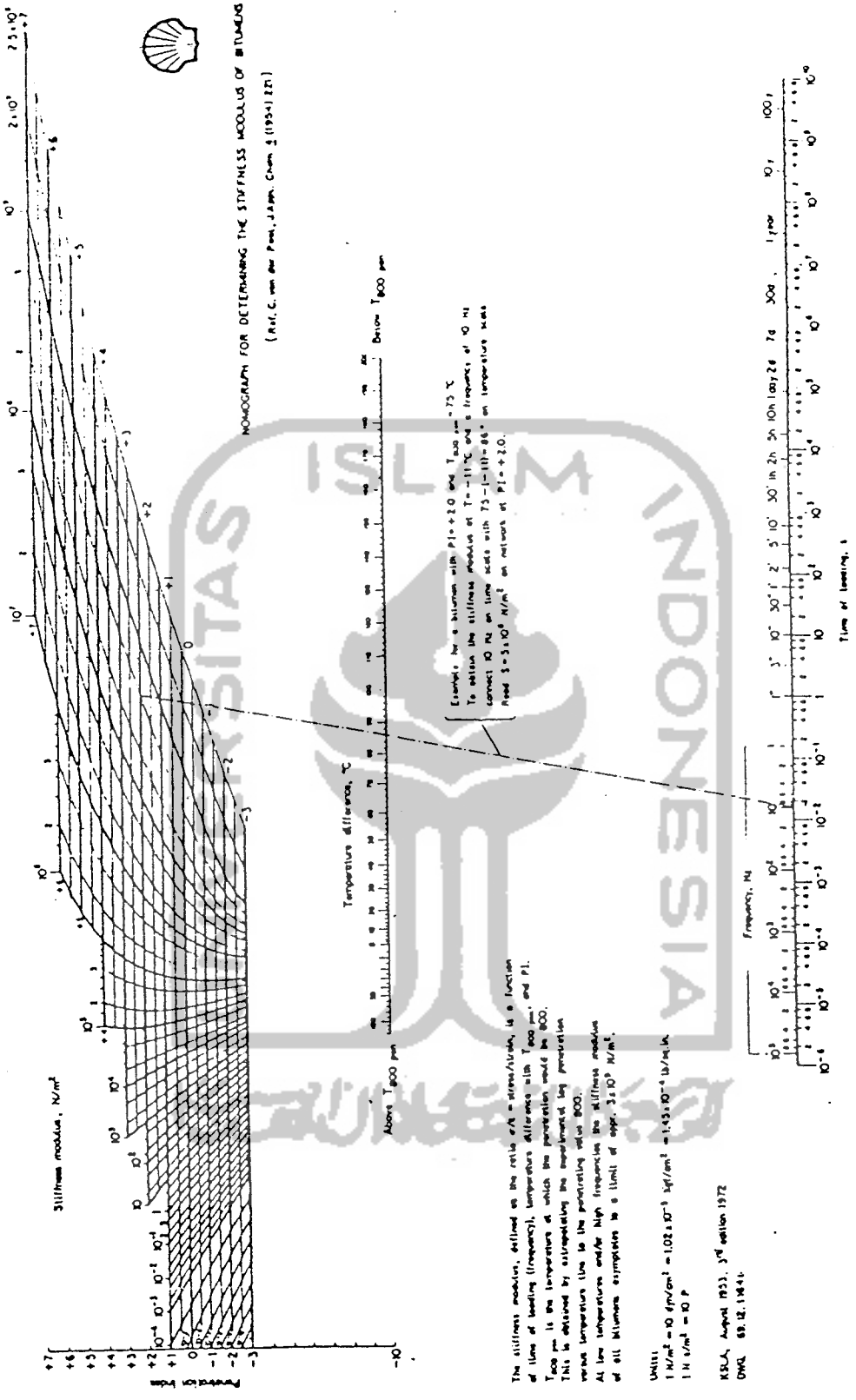
Butir pengisi yang dipakai dalam pengujian ini:

a. Semen Portland :

Semen merupakan perekat hidrolis dengan kandungan utamanya calcium silicates dan gypsum. Dengan didukung kemampuan hidrolisnya, maka semen yang telah mengeras mempunyai sifat tahan dan tidak larut dalam air.

b. Abu Batu :

Abu batu merupakan hasil samping produksi pemecah batu "stone crusher". Kualitas batu sangat tergantung dari kualitas bahannya, untuk idealnya abu batu yang dipakai adalah hasil dari batuan yang kuat dan keras.



Gambar 2.1. Nomogram untuk menetapkan kekakuan bitumen (Sb).
Sumber : An Introduction to the Analitical Design of Bitumenous Pavements, SF Brown and Janet M. Brunton.

2.3. Stabilitas

Stabilitas adalah ketahanan untuk melawan deformasi karena beban lalulintas. Pada beberapa penelitian menjelaskan, bahwa elemen stabilitas yang terpenting adalah ketahanan gesekan, yang tergantung dari kualitas agregat. Ketahanan gesekan berhubungan langsung dengan luas permukaan partikel yang saling bersentuhan dan bentuk permukaannya. Bentuk permukaan agregat yang kasar mempunyai ketahanan gesek lebih besar daripada permukaan agregat yang halus. Dengan bantuan bahan ikat yang berupa aspal dapat memberikan sifat kohesi yang menambah stabilitas. Kekuatan kohesi tergantung dari luas permukaan agregat yang diselimuti aspal dan viskositas aspal itu sendiri. Kekuatan kohesi akan bertambah sesuai dengan pertambahan jumlah aspal hingga seluruh permukaan agregat terselimuti dengan baik oleh lapisan aspal, dan kekuatan kohesi juga bertambah pada permukaan partikel yang kasar. Setelah jumlah (kadar) aspal mencapai nilai optimum, penambahan jumlah aspal akan berakibat menurun nya kekuatan kohesi, yang akhirnya akan menurunkan nilai stabilitas (Krebs RD, Walker RD, 1971).

2.4. Fleksibilitas

Fleksibilitas atau kelenturan adalah kemampuan untuk menyesuaikan diri terhadap keadaan sekeliling tanpa terjadi perubahan yang mendadak.

Lapis keras dengan gradasi timpang akan mempunyai fleksibilitas yang lebih tinggi daripada lapis keras kaku maupun lapis keras dengan gradasi rapat/menerus. Oleh karena itu lapis keras "HRS" mempunyai fleksibilitas yang tinggi atau memiliki nilai "Marshall Quotient" kecil. Dengan sifat fleksibel (lentur) yang tinggi "HRS" sangat cocok untuk digunakan pada jalan yang mempunyai "subgrade" (tanah dasar) jelek, misal tanah dengan kembang susut yang besar. Selain itu dengan fleksibilitas yang tinggi maka kerusakan lapis keras yang berupa "cracking" (retak-retak) dapat dihindari (Cox John B. ,1982).

2.5 Modulus Kekakuan

2.5.1. Kekakuan bitumen ("Bitumen Stiffness")

Kekakuan bitumen adalah perbandingan antara tegangan dan regangan pada bitumen yang besarnya tergantung temperatur dan lama pembebanan yang diterapkan. Nilai kekakuan bitumen dapat ditentukan dengan nomogram Van der Poel seperti pada gambar 2.1, dengan memerlukan data sebagai berikut :

1) Temperatur rencana perkerasan (T) dalam (^{o}C)
2) Titik lembek atau "Softening Point" (SPr) dari tes "Ring and Ball" (^{o}C)
3) Waktu pembebanan (t) dalam (detik) yang tergantung pada kecepatan kendaraan.
4) "Penetration Index" (PI)

Waktu pembebanan untuk tebal lapis perkerasan antara 100 - 350 mm dapat diperkirakan dari hubungan empiris yang sederhana seperti berikut :

$$t = \frac{S}{V} \text{ detik} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

dengan :

V = kecepatan kendaraan dalam km/jam.

S = panjang tapak roda dalam m.

Ada suatu cara lain untuk menghitung lama pembebanan suatu perkerasan yang diformulakan sebagai berikut:

$$\log (t) = 5x10^{-4}xh - 0,2 - 0.94 \times \log (V) \quad \ldots\ldots (2)$$

dengan h = tebal perkerasan

V = kecepatan kendaraan dalam km/jam

"Penetration Index" dihitung dari SPr (temperatur titik lembek) dan penetrasi bitumen setelah dihamparkan dengan persamaan sebagai berikut :

$$PI = \frac{1951.4 - 500 \log P_r - 20\ SP_r}{50 \log Pr - SPr - 120.14} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

Bitumen mengalami pengerasan selama proses pencampuran, pengangkutan dan penghamparan. Nilai "Penetration Index" (PI) dan SPr (temperatur titik lembek) yang digunakan dalam persamaan tersebut dalam kondisi sudah dihamparkan. Untuk itu perlu dilakukan asumsi sebagai berikut :

$$Pr = 0.65\ P_i \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

$$SPr = 98.4 - 26.35 \log Pr \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

dengan :

Pi : Penetrasi bitumen dalam kondisi asli (0.1 mm)

Pr : Penetrasi bitumen dalam kondisi dihamparkan (0.1 mm)

SPr : Temperatur titik lembek dari bitumen dalam kondisi dihamparkan (dalam ^{o}C)

Karena kebanyakan hitungan perencanaan berdasarkan pada karakteristik bitumen terhadap penetrasi awalnya, maka substitusi dari persamaan (4) dan (5) ke dalam (3) memberikan persamaan untuk "Penetration Index" dalam kondisi dihamparkan sebagai berikut :

$$PI = \frac{27 \log Pi - 21.65}{76.35 \log Pi - 232.82} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

Selain dengan menggunakan nomogram yang dikembangkan oleh Van der Poel, kekakuan bitumen dapat juga dicari dengan menggunakan persamaan yang diturunkan oleh Ullidz.

$$Sb = 1.157 \times 10^{-7} \times t^{-0.368} \times 2.718^{-PI} \times (SPr-T)^{5} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

dengan :

Sb : "Stiffness bitumen" dalam MPa

t : Waktu pembebanan, detik

PI : "Penetration Index"

SPr : temperatur titik lembek, ^{o}C

T : temperatur perkerasan, ^{o}C

Persamaan tersebut di atas dapat digunakan jika memenuhi persyaratan sebagai berikut:

$0.01 < t < 0.1$

$-1 < PIr < 1$

$20^{o}C < (SPr - T) < 60^{o}C$

2.5.2. Kekakuan Campuran ("Mix Stiffness")

Kekakuan campuran adalah perbandingan antara tegangan dan regangan pada campuran "HRS" yang besarnya tergantung dari temperatur dan lamanya pembebanan yang diterapkan. Formula atau metode yang diterapkan untuk menentukan "Mix Stiffness" (S Mix) diantaranya :

1. Metode Shell

   Untuk mencari modulus campuran "HRS" digunakan nomogram seperti pada gambar 2.2 dan dikonversikan nilai ini ke modulus kekakuan campuran. Pada metode ini diperlukan data-data sebagai berikut:

   a. Modulus kekakuan bitumen (N/m^2) dimana modulus kekakuan bitumen ini didapatkan dari perhitungan atau dengan nomogram seperti telah disebutkan diatas.

   b. Volume bahan pengikat (%)

   c. Volume mineral agregat (%)

   Prosentase volume bahan pengikat dapat dihitung dengan persamaan :

$$Vb = \frac{(100 - Vv)\,(MB/Gb)}{(MB/Gb) + (MA/Ga)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (8)$$

Kadar pori dalam campuran padat dihitung dengan persamaan :

$$Vv = \frac{(\tau\ max - \tau\ m)\ x\ 100}{\tau\ max} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (9)$$

dengan

$$\tau\ max = \frac{100\ x\ \tau\ w}{(MB/Gb) + (MA/Ga)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (10)$$

Selanjutnya dapat dihitung nilai VITM agregat dengan persamaan :

$$VMA = Vb + Vv \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (11)$$

dan

$$Vv + Vb + Vg = 100\ \% \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (12)$$

dengan :

MA = perbandingan berat agregat dengan total berat campuran (%)

MB = perbandingan berat bahan ikat bitumen dengan total berat campuran (%)

Ga = Berat jenis campuran agregat

Gb = Berat jenis bahan ikat bitumen

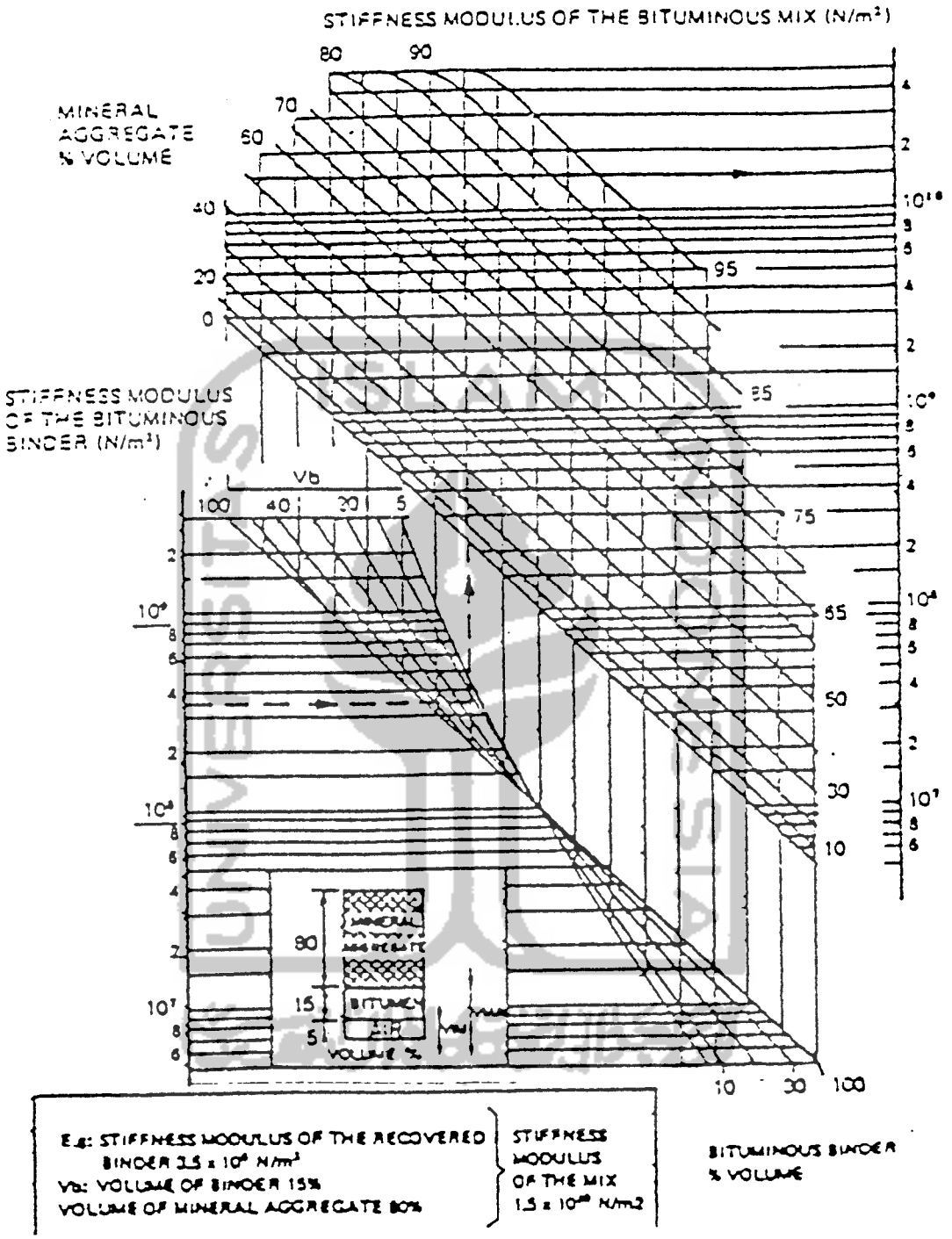
τm = Berat volume campuran padat (kg/m^3)

τw = Berat volume air (kg/m^3)

Vg = prosentase Volume agregat

Vb = Prosentase volume bitumen

Vv = Prosentase volume pori



Gambar 2.2. Nomogram penentuan kekakuan campuran

Sumber : SHEEL Pavement Design Manual (1978)

2. Metode Heukelom and Klomp (1964)

Disini diberikan formula untuk mencari nilai kekakuan campuran.

$$S\ mix = S\ bit \left[1 + \frac{2,5}{n} \times \frac{Cv}{1-Cv} \right]^{n} \quad ....(13)$$

dengan $n = 0,83\ Log\ (4x10^{10} / S\ bit)$

$S\ mix$ = mix modulus (N/m^2)

$S\ bit$ = bitumen modulus (N/m^2)

"Van der Poel" menyimpulkan bahwa modulus campuran bitumen terutama tergantung pada modulus bitumen dan konsentrasi volume agregat (Cv).

$$Cv = \frac{V_G}{V_G + V_B} \quad ..... (14)$$

dengan V_G = prosentase volume agregat padat

V_B = prosentase volume bitumen

Rumus diatas hanya diguanakan untuk kepadatan dengan volume rongga kurang dari 3 % . Untuk kepadatan dengan volume rongga lebih besar dari 3 % digunakan rumus :

$$Cv' = \frac{Cv}{1 + 0.01\ (\ Vv - 3.0\ )} \quad .....(15)$$

dengan Cv' = modifikasi volume agregat

Vv = volume rongga udara dalam campuran

Persamaan tersebut dapat dipakai jika kosentrasi volume bitumen (Cb) memenuhi syarat sebagai berikut :

$$Cb > 2/3\ (1-Cv') \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (16)$$

$$Cb = \frac{V_B}{V_G + V_B} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (17)$$

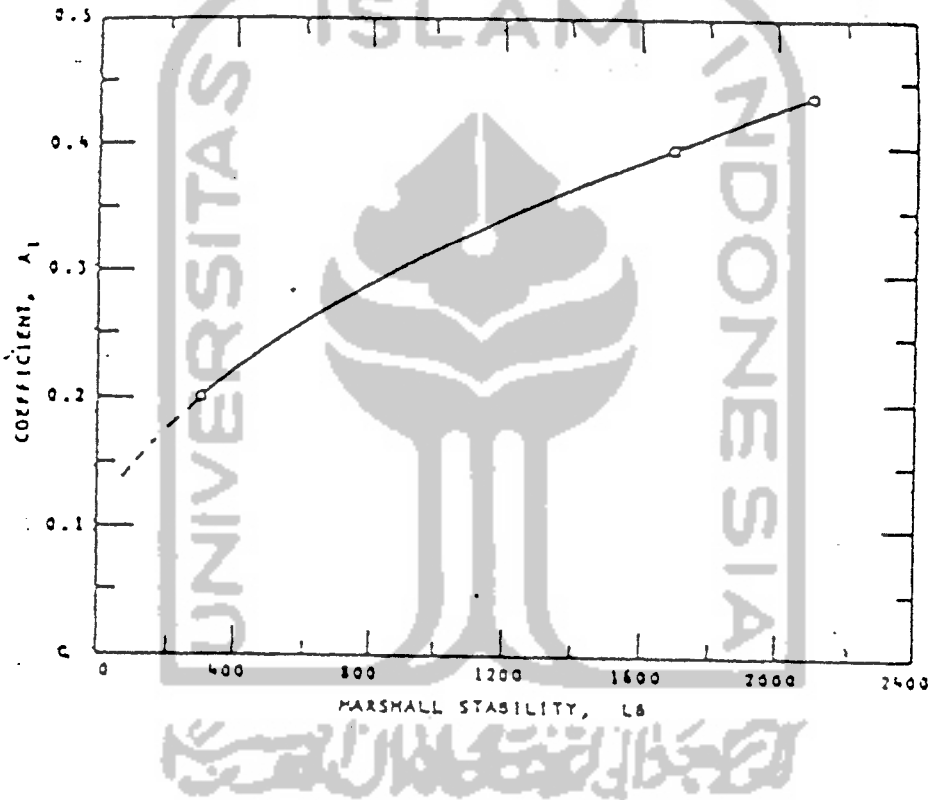
dengan V_G = prosentase volume agregat padat

V_B = prosentase volume bitumen

2.6. Koefisien Kekuatan Relatif

Koefisien kekuatan relatif adalah merupakan ukuran kemampuan bahan (lapis keras) dalam menjalankan fungsinya sebagai bagian perkerasan. Koefisien ini ditetapkan dengan cara empiris.

Salah satu cara untuk menentukan nilai koefisien kekuatan relatif dengan menggunakan metoda AASHO 1972, dengan menggunakan grafik seperti pada gambar 2.3. Untuk mendapatkan nilai a (koefisien kekuatan relatif) AASHO 1972 berdasarkan pada nilai stabilitas yang terjadi. Sedangkan untuk metode Bina Marga tidak mencantumkan untuk jenis perkerasan "HRS", maka hanya diperhitungkan dengan menggunakan metoda AASHO 1972.



Gambar 2.3. Grafik penentuan koefisien kekuatan relatif berdasarkan Marshall Stability (lbs)

Sumber : AASHO Interim Guide for Design of Pavement Structure, 1972