

LAPORAN PENGKAJIAN

1 1

0 0 2

B J

9 9

**PEMANFAATAN BAHAN SUB STANDAR
UNTUK KONSTRUKSI PERKERASAN JALAN**

TAHUN ANGGARAN 1999/2000

Penyusun,

Ir. Edie Djunaedie

Maret, 2000

047.31)

**DEPARTEMEN PEMUKIMAN DAN PENGEMBANGAN WILAYAH
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN KIMBANGWIL
PUSAT LITBANG TEKNOLOGI PRASARANA JALAN**

Jl. Raya Timur 252 K. Pos 2 Ujungberung, Telp. (022) 7802251-3, Tlx. 28377 pppj bd, Fax (022) 7802726 Bandung (40294)

PUSLITBANG JALAN

PERPUSTAKAAN PUSLITBANG	
JALAN	
No. IND.	2003/7372
U.D.C.	R 625.07 (047.31) DJU 2
EX	MFN 2190

LAPORAN PENGKAJIAN

1 1

0 0 2

B J

9 9

73:190

**PEMANFAATAN BAHAN SUB STANDAR
UNTUK KONSTRUKSI PERKERASAN JALAN**

TAHUN ANGGARAN 1999/2000

Penyusun,

Ir. Edie Djunaedie

Maret, 2000

**DEPARTEMEN PEMUKIMAN DAN PENGEMBANGAN WILAYAH
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN KIMBANGWIL
PUSAT LITBANG TEKNOLOGI PRASARANA JALAN**

Jl.Raya Timur 262 K.Pos 2 Ujungberung,Tlp.(022) 7902251-3,Tlx.28377 pppj bd, Fax (022) 7802726 Bandung (40294)

Perpustakaan PusTrans



00000002186

TIM PENGKAJIAN

PENGKAJIAN PEMANFAATAN BAHAN SUB STANDAR UNTUK KONSTRUKSI PERKERASAN JALAN

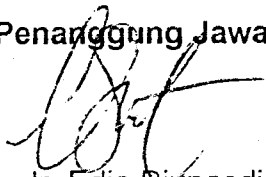
PENANGGUNG JAWAB:

1. Ir. Edie Djunaedie
2. Ir. Efendi Radia
3. Ir. Iwan Darmawan
4. Ir. Oman Suherman

ANGGOTA TIM:

1. Syamhuri Achmad BA
2. Maman Sulaeman
3. Tarmed BE
4. Nyono
5. Sumardjo
6. Sutrisno TB
7. Odjo Suryana
8. Bambang M.

Penanggung Jawab-1



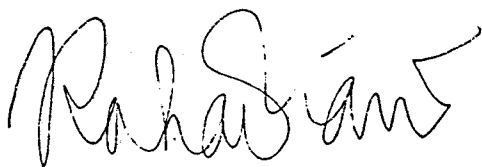
Ir. Edie Djunaedie
NIP. 110018953

Pembimbing,



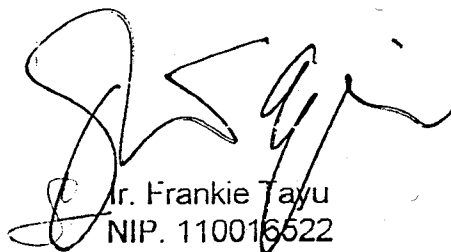
DR. Ir. KA. Zamhari MSc.
NIP. 110019883

Penguji,



DR. Ir. Hedy Rahadian MSc.
NIP. 110043985

Kepala Puslitbang Teknologi
Prasarana Jalan



Ir. Frankie Tayu
NIP. 110016522

RINGKASAN

Pada tahun Anggaran 1999/2000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Prasarana Jalan telah melakukan pengkajian tentang Pemanfaatan Bahan Sub Standar untuk Konstruksi Perkerasan Jalan dengan tujuan:

Mendapatkan metode pengolahan secara teknik, sistimatis, efisien dan efektif agar bahan sub standar yang ada didaerah dapat dimanfaatkan sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan.

Menyesuaikan penggunaan bahan sub standar dengan kondisi daerah dan spesifikasi yang ada.

Menyusun pedoman pemanfaatan bahan dasar yang mempunyai sifat-sifat yang sama untuk dapat digunakan didaerah lain.

Dari kegiatan pengkajian bahan lokal diperoleh hasil sebagai berikut:

Bahan dari Gunung Putra Bulu (Awang Bangkal) dan Gunung Mawangi Propinsi Kalimantan Selatan merupakan batu kapur cukup keras yang terbungkus oleh lapisan kapur tipis yang lunak dan porus dapat digunakan sebagai lapis pondasi jalan.

Bahan dari Gunung Santan Propinsi Kalimantan Timur dapat digunakan sebagai bahan pondasi bawah, agar dapat digunakan sebagai bahan untuk lapis pondasi dan lapis permukaan harus dilakukan pemerosesan dengan pencucian dan pengelompokan gradasi terlebih dahulu.

Bahan dari Gunung Sarang Burung dapat digunakan langsung sebagai bahan pondasi bawah, lapis pondasi, atau lapis permukaan dengan campuran panas (Laston) setelah dilakukan pengolahan dan pemisahan gradasi sesuai dengan persyaratan spesifikasi.

Harga satuan bahan lokal untuk lapis pondasi dan campuran aspal beton lebih murah dibandingkan dengan harga bahan yang didatangkan dari luar daerah.

DAFTAR ISI

	Halaman
TIM PENGKAJIAN	i
RINGKASAN	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Pengkajian	2
1.3. Hypotesa	2
1.4. Lingkup Pengkajian	2
1.5. Luaran	3
1.6. Hasil yang Telah Dicapai	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Material Untuk Perkerasan	4
2.1.1. Agregat	4
2.1.2. Bahan Pengikat	9
2.2. Keriteria Pemilihan Bahan Pengikat	11
2.3. Campuran Beraspal Panas	13
2.4. Gambaran Lokasi bahan Lokal	14
2.4.1. Propinsi Kalimantan Selatan	14
2.4.2. Propinsi Kalimantan Timur	15

BAB III METODOLOGI

3.1. Metoda Pengumpulan Data	16
3.2. Analisis dan Evaluasi	18

BAB IV PELAKSANAAN PENGKAJIAN

4.1. Data Sekunder	19
4.2. Pengkajian Labolatorium	20
4.2.1. Bahan Pondasi	20
4.2.2. Bahan Lapis Permukaan.....	22
4.2.3. Campuran Beraspal untuk Lapisan Permukaan	23
4.3. Percobaan Skala Penuh	26
4.3.1. Lokasi	26
4.3.2. Rancangan Campuran Kerja (Jomb Mix Formula)	27
4.3.3. Pelaksanaan Percobaan Skala Penuh	29
4.3.4. Pengamatan	29
4.4. Harga Satuan Campuran Beton Aspal dan Pondasi Kias A	30

BAB V KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

5.1. Kesimpulan	33
5.2. Rekomendasi	35

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

1. Perhitungan Harga Satuan Beton Aspal dan Pondasi klas A
2. Hasil Pengkajian di Laboratorium
3. Foto-foto Pelaksanaan Pengkajian.

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 : Sifat-sifat Fisik Agregat Kasar	7
Tabel 4.1.1 : Bahan Lokal di Kalimantan Selatan	19
Tabel 4.1.2 : Bahan Lokal di Kalimantan Timur	20
Tabel 4.2.1 : Hasil Pengujian Bahan untuk Lapis Pondasi	21
Tabel 4.2.2 : Hasil Pengujian Aspal Minyak	23
Tabel 4.2.3 : Sifat Bahan Lokal dan Palu untuk Lapis Permukaan	24
Tabel 4.2.4 : Sifat-Sifat campuran Beraspal	25
Tabel 4.3.1 : Data Tebal dan Kekuatan Perkerasan Jalan	26
Tabel 4.3.2 : Data Lalu Lintas	26
Tabel 4.3.3 : Gradasi Agregat Campuran	27
Tabel 4.3.4 : Komposisi Bahan Satu Kali Pencampuran	28
Tabel 4.3.5 : Hasil Pengujian Campuran Kerja Laston	28
Tabel 4.4.1 : Harga Satuan Pekerjaan Campuran Beton Aspal dan Lapis Pondasi Klas A	32
Tabel 4.4.2 : Sensitivitas Biaya Produksi Campuran Beton Aspal Terhadap Fluktuasi Harga Agregat	32

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 : Kriteria Pemilihan Tipe Aspal Untuk Stabilisas.....	12
Gambar 2.2 : Kriteria Pemilihan Bahan Pengikat	13

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada prinsipnya struktur perkerasan jalan dimaksudkan untuk meningkatkan daya dukung tanah dasar agar dapat memikul beban lalu lintas yang akan melaluinya. Struktur perkerasan ini dapat berupa lapisan beraspal penuh (full depth asphalt), atau berlapis (multi layer) yang terdiri dari lapisan pondasi dan pondasi atas.

Pada perkerasan struktur berlapis, kualitas bahan dalam hal durabilitas dan daya dukung pada setiap lapisan berbeda satu dengan yang lainnya. Bahan dengan kualitas yang paling rendah diletakkan di lapisan paling bawah sedangkan yang lebih baik di lapisan atasnya. Jadi pada dasarnya bahan yang dapat digunakan untuk lapis permukaan dapat pula digunakan pada lapis bawahnya, tetapi sebaliknya bahan yang cocok untuk lapis pondasi bawah belum tentu cocok untuk lapis pondasi atas apalagi untuk lapis permukaan.

Struktur pelapisan dengan menggunakan bahan yang berbeda kualitasnya ini dimaksudkan untuk mereduksi biaya pembangunan secara keseluruhan, karena seperti kita ketahui bahwa bahan yang berkualitas rendah memiliki harga yang rendah pula dan sebaliknya.

Agar biaya konstruksi dapat ditekan, selain hal di atas, penggunaan bahan setempat atau lokal perlu diprioritaskan. Namun demikian tidak semua daerah memiliki cadangan bahan yang mencukupi atau mutu bahannya di bawah standar (sub standard) untuk digunakan sebagai bahan perkerasan pada struktur perkerasan jalan. Mendatangkan bahan dari tempat lainnya

tentu saja akan meningkatkan biaya, untuk itu perlu dilakukan upaya-upaya agar bahan sub standard ini dapat dioptimalkan penggunaannya.

1.2 Tujuan Pengkajian

Tujuan dari pengkajian ini adalah

- Mencari metode pengolahan secara teknik, sistematis, efisien dan efektif agar bahan-bahan sub standar yang ada di daerah-daerah yang kurang memiliki bahan yang memenuhi spesifikasi dapat dimanfaatkan secara optimal sebagai bahan perkerasan jalan.
- Menyesuaikan penggunaan bahan sub standar dengan kondisi daerah dan spesifikasi yang ada.
- Hasil pengkajian ini akan sangat bermanfaat untuk Dinas Bina Marga Propinsi Kal-Tim dan Kal-Sel atau lokasi lain yang mempunyai bahan batuan kapur yang akan dimanfaatkan sebagai bahan perkerasan jalan.

1.3 Hypotesa

Bahan sub standar berupa batuan kapur dapat digunakan untuk struktur perkerasan jalan melalui proses pengolahan, pengujian dan melakukan percobaan dengan skala penuh, pengamatan dan evaluasi.

1.4 Lingkup Pengkajian

Studi ini mencakup optimalisasi penggunaan bahan sub standar yang terdapat di Kalimantan Timur dan Kalimantan Selatan agar dapat digunakan sebagai bahan perkerasan jalan. Pengkajian ini sepenuhnya didasarkan pada analisa karakteristik (material properties) batuan yang diuji di laboratorium yang hasilnya dibandingkan dengan spesifikasi agregat yang ada. Hasil perbandingan ini digunakan sebagai indikasi potensi pemanfaatan batuan lokal.

1.5 Luaran

Pengkajian bahan sub standar pada tahun anggaran 1999/2000 untuk mendapatkan suatu metode pengolahan bahan sub standar yang terdapat di propinsi Kalimantan Timur dan Selatan sehingga selanjutnya dapat dimanfaatkan secara optimal untuk bahan perkerasan jalan.

1.6 Hasil yang Telah Dicapai

Hasil yang telah dicapai pada tahun anggaran sebelumnya adalah

- Data Base Bahan Lokal
- Panduan Pelaksanaan Stabilisasi Bahan Lokal Tasirtu untuk Bahan Pondasi
- Metode Pengolahan Limbah Slag dan Batu Gamping Agar Dapat Digunakan Sebagai Bahan Perkerasan Jalan.
- Pemanfaatan Bahan Sub Standar Tanah Lateritis Sebagai Lapis Pondasi Perkerasan Jalan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Material Untuk Perkerasan

Lapis perkerasan jalan dibuat untuk meningkatkan daya dukung tanah dasar sehingga dapat memikul beban lalu lintas yang melewatinya. Pada umumnya bahan untuk struktur perkerasan terdiri dari agregat dan bahan pengikat (binder).

2.1.1 Agregat

Agregat digunakan pada seluruh jenis dan lapis perkerasan kecuali untuk tanah dasar. Agregat alam dapat digunakan sebagai bahan perkerasan jalan baik secara langsung atau melalui tahapan proses terlebih dahulu. Agregat merupakan bahan utama pembentuk lapis perkerasan, menurut PLEASE et al. (1968) dalam setiap meter persegi perkerasan jalan terdapat 1,3 ton agregat dan karena agregat merupakan bagian terbesar (95%) bahan pembentuk campuran beraspal serta memberikan sumbangan terbesar pada daya dukung perkerasan maka kualitas dan sifat-sifat fisik agregat sangat mempengaruhi kinerja perkerasan (TAI, 1993).

Agregat adalah komponen padat dan keras dengan ukuran yang bervariasi yang merupakan material utama dalam konstruksi perkerasan jalan dan berfungsi sebagai penahan beban serta mengisi rongga. Setiap material dapat menjadi bahan jalan asalkan memenuhi persyaratan spesifikasi yang ada. Tidak ada batasan khusus material apa yang dapat digunakan sebagai bahan jalan. Secara khusus Geological Society, UK mendefinisikan bahwa agregat adalah partikel

batuan yang dapat digunakan sebagai bahan perkerasan jalan dengan atau tanpa bahan pengikat (COLLINS et al. 1985).

Seperti telah diuraikan di atas bahwa semua agregat dapat digunakan sebagai bahan jalan sejauh memenuhi spesifikasi. Persyaratan pemenuhan spesifikasi ini lebih ditekankan untuk agregat kasar. Hal ini mudah dipahami karena agregat kasar adalah bagian yang dominan dan memiliki peranan yang besar yang menentukan kekuatan struktur jalan.

2.1.1.1 Pemilihan Agregat

Pada umumnya agregat kasar yang digunakan untuk bahan jalan berasal dari batuan beku dan biasanya batuan sedimen tidak layak sebagai agregat pada konstruksi jalan, hal ini disebabkan karena struktur batuan sedimen tidak seragam, tidak memiliki kekuatan, mudah terpengaruh oleh cuaca dan mengandung bahan organik yang cukup tinggi. Batuan sedimen memiliki banyak variasi dan bentuk dan beberapa diantara mereka bahkan memiliki tekstur dan penampakan seperti batuan beku, mereka memiliki cukup kekuatan untuk digunakan sebagai agregat bahan jalan.

Agregat merupakan bahan yang dominan dalam struktur perkerasan jalan karena berfungsi sebagai tulangan untuk memikul beban dan menahan keausan akibat lalu lintas, oleh karena itu kedudukan agregat tersebut harus tetap pada tempatnya, tidak berubah akibat beban yang melewatinya (Kurniadji Ir, MSc, 1998). Semua agregat, tanpa memperhatikan sumber, metode pemrosesan dan mineraloginya, harus cukup memberikan kekuatan geser terhadap beban yang diberikan. Karena agregat memiliki kohesi yang rendah, maka kekuatan gesernya hanya tergantung pada kesalingterkuncian antara agregat (aggregate interlocking) itu sendiri. Sifat kesalingterkuncian ini sangat penting terutama bila agregat tersebut digunakan sebagai

bahan perkerasan dengan tanpa bahan pengikat (unbound layer). Oleh sebab itu, agregat yang berbentuk kubikal lebih disukai dari pada agregat yang bulat. Selain harus kubikal, agregat yang akan digunakan untuk lapis perkerasan jalan harus memenuhi persyaratan tertentu. SHRP (1996) menyebutkan ada dua sifat penting agregat yang harus diketahui. Kedua sifat itu adalah sifat yang merupakan kesepakatan (*consensus properties*) dan sifat yang berasal dari sumber agregat (*source properties*). *Consensus properties* agregat adalah sifat utama agregat yang harus dipenuhi untuk mendapatkan campuran beraspal berkinerja tinggi. Yang termasuk dalam sifat-sifat ini adalah *angularity*, kepipihan dan kadar lempung dalam agregat. *Source properties* agregat biasanya untuk mengkualifikasi sumber-sumber agregat lokal. Yang termasuk dalam *source properties* ini adalah kekerasan, keawetan dan kandungan material yang tidak diinginkan dalam agregat.

Selain hal di atas, banyak kriteria yang harus dipenuhi agar sumber batuan dapat digunakan sebagai sumber agregat. Beberapa kriteria tersebut antara lain :

- Lokasi sumber agregat sebaiknya tidak terlalu jauh dengan lokasi pekerjaan. Hal ini penting untuk menekan biaya transportasi pengangkutan material.
- Jenis konstruksi-menentukan jenis agregat yang akan digunakan. Dalam banyak kasus tidak jarang jenis konstruksi yang direncanakan mengikuti ketersediaan bahan yang ada.
- Ukuran agregat, hal ini berkaitan dengan tebal penghamparan.
- Gradasi agregat, sifat gradasi ini erat kaitannya dengan ikatan antar agregat (*interlocking*) yang diharapkan.
- Kekerasan-agregat yang digunakan sebaiknya memiliki daya tahan terhadap penggerusan atau proses pengausan secara mekanik atau abrasi.

- Pelapukan. Agregat yang digunakan sebaiknya memiliki daya tahan terhadap pengaruh cuaca dan tidak mudah lapuk.
- Daya lekat terhadap aspal-sebaiknya dimiliki oleh agregat agar didapatkan integrasi yang baik antara agregat dan aspal.
- Bentuk butiran. Bentuk butiran sangat berpengaruh terhadap pengerjaan campuran, pemadatan, kekuatan dan kestabilan.
- Tekstur agregat. Tekstur berpengaruh terhadap daya cengkram terhadap aspal dan ikatan antar agregat.
- Penyerapan-mempengaruhi komposisi aspal yang digunakan.
- Kebersihan. Agregat harus bersih dari kotoran dan bahan organik lainnya yang dapat mempengaruhi proses pelapisan agregat oleh aspal.

2.1.1.2 Persyaratan Agregat

Secara khusus AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) menyarankan sebaiknya agregat kasar yang digunakan memenuhi kriteria fisik seperti yang diberikan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1 : Sifat-Sifat Fisik Agregat Kasar

Sifat	Nilai
Abrasi, dengan alat <i>Los Angeles Abrasion Machine</i> (AASHTO T 96-77, 1982)	Maks. 40% - 50%
Pelapukan, Soundness Test (AASHTO T 104-86, 1990)	Maks. 12% (sodium sulfat) Maks. 18% (magnesium sulfat)
Kelekatan terhadap aspal, (AASHTO T 182-86, 1990)	Minimum 95 %

Selain batasan fisik, hal yang penting disarankan oleh AASHTO adalah gradasi agregat, yang disesuaikan dengan jenis konstruksi yang direncanakan dan penggunaan agregat dari batu pecah (AASHTO, 1993).

Bila menggunakan batu pecah, jumlah agregat yang tertahan saringan No. 4 (0.425 mm) minimal harus memiliki dua bidang pecah. Sedangkan bila menggunakan terak (slag), terak minimum memiliki berat jenis antara 0,96 – 1,12 kg/m³.

British Standard Institution (BSI) mengeluarkan spesifikasi agregat kasar (BS 812, 1985), yang pada dasarnya sama dengan yang diberikan oleh AASHTO. Beberapa tambahan khusus dari BSI adalah adanya nilai impact agregat (Aggregate impact Value, AIV) dan nilai pecah agregat (Aggregate Crushing Value, ACV). Menurut BSI, agregat kasar sebaiknya harus memiliki nilai AIV dan ACV maksimum 30%.

Bina Marga juga telah mengeluarkan spesifikasi agregat kasar yang dapat digunakan sebagai bahan perkerasan (Spesifikasi Umum, Buku-3, 1993). Spesifikasi tersebut berbeda untuk tiap jenis campuran yang direncanakan. Spesifikasi yang dikembangkan oleh Bina Marga merupakan adaptasi dari standar yang dikeluarkan AASHTO dan BSI sehingga besaran yang dikeluarkannya juga tidak terlalu beda dengan yang telah dibahas sebelumnya. Bentuk pengujian yang telah dibakukan dibuat dalam SNI (Standar Nasional Indonesia) dan beberapa masih merupakan SK SNI.

Kriteria utama sebagai syarat agregat kasar adalah daya tahannya terhadap abrasi (Los Angeles Abrasion Test, SNI 03-2417-1991) dan sifat kelekatan pada aspal (SNI 03-2439-1991). Kekuatan agregat

terhadap abrasi maksimal 40% dan kelekatan terhadap aspal minimum 95%.

Untuk jenis campuran LASTON (Lapis Aspal Beton), pada pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar (SNI 1969-1990-F) nilai maksimal penyerapan air adalah 3% dan berat jenis semu (*Apparent*) minimal 2,5.

Selain itu Bina Marga menetapkan persyaratan lain yaitu nilai Indeks Kepipihan tidak boleh lebih dari 25%. Seluruh persyaratan agregat ini berlaku untuk agregat kasar yang digunakan sebagai bahan konstruksi lapis pondasi dan permukaan.

Tidak semua agregat memenuhi kedua sifat tersebut di atas, terutama *source properties*-nya. Untuk itu, dalam hal penggunaannya, agregat ini dapat dicampur dengan bahan pengikat sehingga membentuk lapisan agregat yang terikat kuat oleh bahan pengikat (*bound layer*).

2.1.2 Bahan Pengikat

Tanah dan agregat dapat digunakan secara langsung tanpa bahan pengikat pada lapisan bawah dari struktur perkerasan. Kedua bahan tidak memiliki kestabilan yang memadai untuk dapat digunakan pada lapis atas struktur perkerasan. Oleh sebab itu, agar tanah dapat digunakan sebagai lapis pondasi bawah dan agar agregat untuk lapis permukaan maka bahan pengikat yang berfungsi untuk mengikat partikel-partikel tanah atau batuan baik secara fisik atau secara kimia harus ditambahkan. Bahan-bahan pengikat yang biasanya digunakan adalah kapur (kalsium oksida, CaO atau kalsium hidroksida, Ca(OH)_2), semen dan aspal. Proporsi bahan pengikat yang digunakan adalah kecil bila dibandingkan dengan campuran secara keseluruhan. Walaupun begitu, jumlah bahan pengikat yang akan digunakan adalah penting dan perlu mendapat perhatian.

2.1.2.1 Bahan Pengikat Kapur

Bahan pengikat kapur biasanya digunakan pada tanah yang plastis untuk meningkatkan workability dan kekuatannya. Bahan pengikat ini tidak efektif untuk dipakai pada tanah yang tidak atau berkohesi rendah. Untuk itu, agar efektif, sebelum dicampur dengan kapur, tanah yang tidak atau yang berkohesi rendah tersebut harus harus dicampur terlebih dahulu dengan bahan tambah pozolan (AUSTROAD, 1998).

Dari beberapa jenis kapur; kapur padam atau kapur hidrat (Ca(OH)_2), kapur kembang atau kapur tohor (CaO), kapur dolomit (MgO) dan kapur pertanian (CaCO_3), hanya kapur padam dan kapur kembang saja yang dapat digunakan sebagai bahan pengikat. Semakin plastis dan semakin halus butir tanah, bahan pengikat kapur akan memberikan keunggulan yang lebih tinggi dari bahan pengikat semen.

2.1.2.2 Bahan Pengikat Semen

Bahan pengikat semen dapat digunakan untuk tanah, campuran agregat-tanah dan agregat. Penggunaan bahan pengikat semen pada agregat dimaksudkan untuk meningkatkan daya saling kunci antar agregat sehingga menaikkan daya dukungnya. sedangkan penggunaan pad tanah bertujuan untuk mengurangi kepekaan tanah terhadap kelembaban dan menaikkan stabilitas kekuatannya.

Apabila bahan pengikat semen ini digunakan untuk mengikat agregat pada lapisan pondasi atas, maka lapisan ini dapat meminimumkan retak refleksi dari lapis pondasi bawah ke lapis permukaan (AUSTROAD, 1998).

2.1.2.3 Bahan Pengikat Aspal

Bahan pengikat aspal dapat digunakan pada bahan pondasi atau biasanya digunakan sebagai bahan campuran dengan agregat yang diproses secara panas yang selanjutnya digunakan untuk lapis permukaan.

Sebagai bahan pengikat pondasi, bahan pengikat aspal dapat digunakan untuk agregat non plastis sampai agregat yang kohesif dengan tujuan untuk mengurangi kepekaannya terhadap air yang dapat menurunkan stabilitas lapisan. Kombinasi penggunaan bahan pengikat aspal dan semen dapat meningkatkan kekuatan bahan dan apabila digunakan pada material yang berkualitas jelek (sub standard) dapat menaikkan kinerjanya sehingga mampu memikul beban sampai dengan 80 KN (VUONG et al. 1995).

Apabila agregat diikat dengan aspal melalui proses panas sehingga membentuk campuran beraspal panas, maka campuran ini tidak saja meningkatkan stabilitasnya terhadap beban, tetapi juga akan membentuk suatu lapisan yang kedap air.

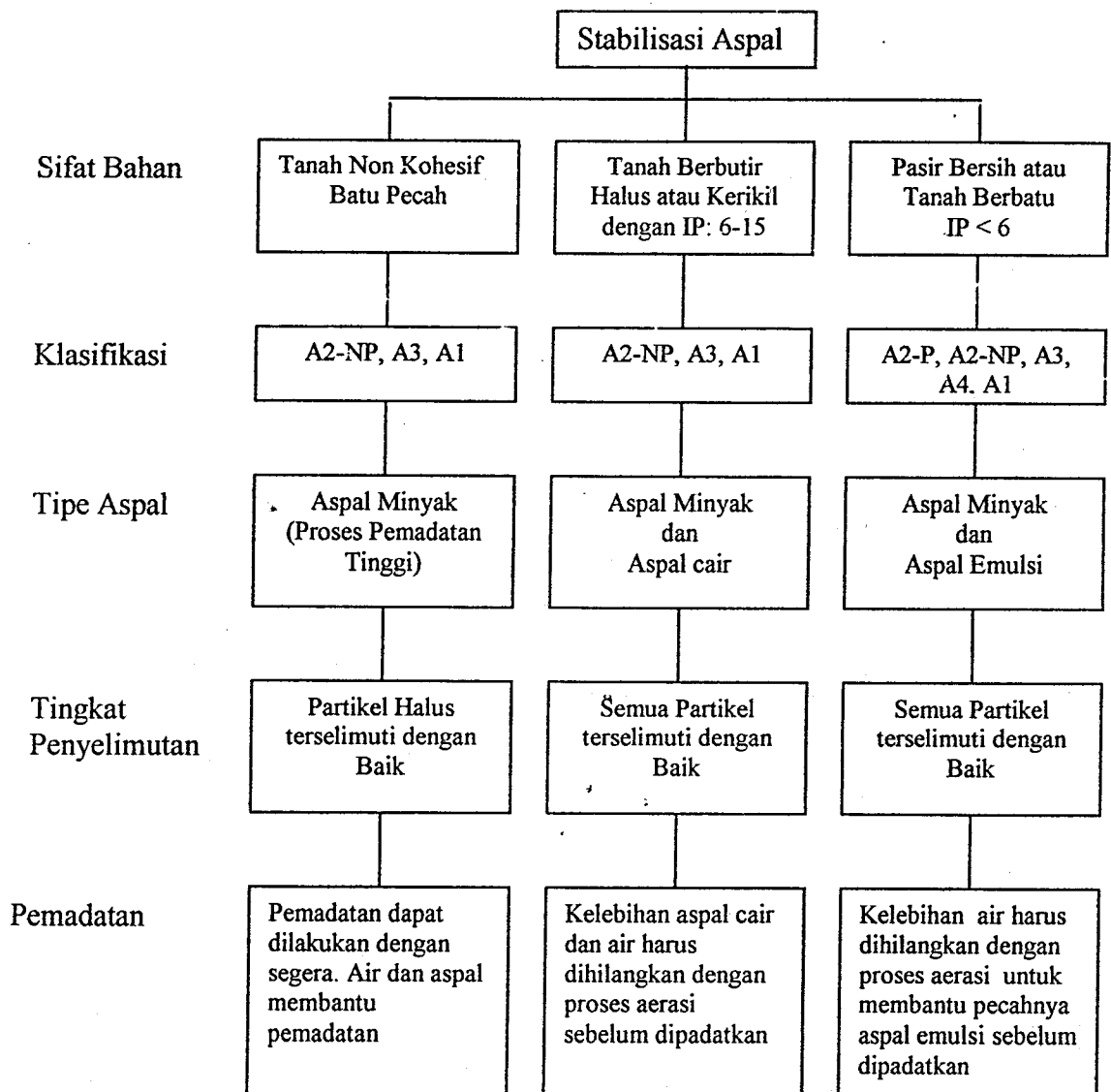
Pemilihan tipe aspal yang cocok dapat didasarkan pada kriteria yang mengacu pada Gambar 2.1.

2.2 Kriteria Pemilihan Bahan Pengikat

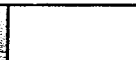
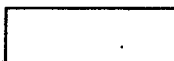
Seperti telah diuraikan diatas bahwa ada beberapa macam bahan pengikat, oleh sebab itu bahan pengikat yang cocok untuk digunakan harus ditentukan terlebih dahulu karena tidak sama bahan pengikat cocok untuk digunakan dengan material tertentu.

Faktor faktor yang perlu diperhatikan dalam pemilihan bahan pengikat sehubungan dengan material yang akan digunakan adalah persentase lolos saringan no. 200 dan PI (AUSTROAD,1998).

Pemilihan bahan pengikat berdasarkan kedua parameter ini dapat dilakukan dengan menggunakan Gambar 2.2.



GAMBAR 2.1 : Kriteria Pemilihan Tipe Aspal untuk Stabilisasi (AUSTROAD, 1998)

	Lolos #200 > 25%			Lolos #200 < 25%		
Plastis Indeks	$PI \leq 10$	$10 < PI < 20$	$PI \geq 20$	$PI \leq 6$ $PI \times \% P200 \leq 60$	$PI \leq 10$	$PI > 10$
Bahan Stabilisasi						
Semen						
Kapur						
Aspal						
Kombinasi Aspal/semen						
Keterangan						
	Cocok	Meragukan	Tidak Cocok			

GAMBAR 2.2 : Kriteria Pemilihan Bahan Pengikat (AUSTROAD, 1998)

2.3 Campuran Beraspal Panas

Campuran beraspal panas adalah campuran antara agregat dengan aspal melalui proses panas. Penggunaan aspal pada campuran ini dimaksudkan untuk memberikan ikatan antar agregat sehingga dihasilkan suatu campuran yang stabil, padat, fleksibel dan awet. Proses panas ini diperlukan agar aspal cukup encer untuk mengisi rongga antar agregat dan mampu terserap oleh agregat.

Secara tradisional, sifat-sifat campuran yang dianggap penting untuk memenuhi tujuan di atas adalah stabilitas, kelelahan, VIM, VMA dan VFB. Saat ini, selain sifat-sifat tersebut ada juga sifat lain yang perlu dipenuhi,

yaitu modulus elastisitas, kuat tarik tak langsung, daya tahan terhadap fatig.

Sejauh ini, perencanaan campuran beraspal masih mengikuti cara tradisional dengan menggunakan alat Marshall. Penentuan kadar aspal optimumnya didasarkan pada kompromi dari nilai stabilitas, kelelahan, VIM, VMA dan VFB sehingga semua parameter ini memenuhi spesifikasi.

2.4 Gambaran Lokasi Bahan Lokal

2.4.1 Propinsi Kalimantan Selatan

Inventarisasi sumber-sumber bahan lokal telah dilakukan untuk menunjang rencana pembangunan/peningkatan jalan lintas Kalimantan Poros Selatan, terutama ruas-ruas jalan yang menghubungkan Banjarmasin ibukota Propinsi Kalimantan Selatan dengan Kalimantan Timur. Ruas-ruas jalan yang menghubungkan ibukota Propinsi Kalimantan Selatan dengan Propinsi Kalimantan Timur yaitu: Banjarmasin-Bati-Pleihari-Kintap-Sebamban-Pagatan-Batulicin-Sei Kupang-Manggalau-Gunung Batubesar-Batas Propinsi Kalimantan Timur dengan panjang total ± 400 km. serta jalur tengah antara Kandangan-Loksado-Batulicin dengan panjang ± 200 km.

Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai lokasi sumber-sumber bahan lokal disekitar ruas-ruas jalan yang sedang dibangun/ditingkatkan tersebut rata-rata 14-16 jam. Identifikasi sumber-sumber bahan lokal dilakukan pada lintas Kalimantan Poros Selatan tersebut di atas yang hampir seluruhnya telah dibuka dan dapat dilewati kendaraan bermotor atau mobil, dimana perkerasan yang beraspal sekitar $\pm 70\%$, sedangkan $\pm 30\%$ berupa jalan tanah/kerikil. Jalan beraspal dengan kondisi baik sekitar $\pm 60\%$, sedangkan kondisi jalan yang rusak ringan $\pm 15\%$ serta

kondisi jalan yang rusak berat $\pm 25\%$ (Sub Dinas Bina Marga Kal-Sel, 1999).

2.4.2 Propinsi Kalimantan Timur

Inventarisasi sumber-sumber bahan lokal yang dilakukan di Kalimantan Timur untuk menunjang rencana pembangunan/peningkatan jalan lintas Kalimantan Poros Selatan, terutama ruas-ruas jalan yang menghubungkan Samarinda ibukota Propinsi Kalimantan Timur dengan jalur pantai Timur Pulau Kalimantan untuk menunjang ke arah lintas perbatasan Serawak (Malaysia). Ruas-ruas jalan yang menghubungkan ibukota Propinsi Kalimantan Timur yaitu: Samarinda – Sambera – Simpang Muara Badak, – Santan – Bontang – Sangata serta jalur yang menghubungkan daerah transmigrasi antara Samarinda – Sebulu dengan panjang total 375 kilometer. Ruas jalan lainnya yang menghubungkan propinsi Kalimantan Timur dan Kalimantan Tengah dapat ditempuh melalui Kota Bangun Kabupaten Kutai. Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai lokasi sumber-sumber bahan lokal di sekitar ruas-ruas jalan yang sedang dibangun/ditingkatkan tersebut rata-rata 9 - 11 jam (Benny Moestofa, 1996).

Kuari bahan lokal di Propinsi Kalimantan Timur umumnya berupa gunung atau bukit. Bahan yang diperlukan untuk pembangunan jalan di satu proyek umumnya tidak dapat terpenuhi oleh bahan lokal, karena bahan sulit didapat baik dengan menggunakan alat berat atau peledakan, maka penambangan lebih efektif dilakukan secara manual oleh masyarakat setempat dengan menggunakan peralatan sederhana. Untuk memenuhi kebutuhan bahan tersebut, maka bahan harus didatangkan dari luar propinsi yaitu dari Palu (Prop.Sul-Teng).

BAB III

METODOLOGI

3.1 Metoda Pengumpulan Data

Sesuai dengan maksud utama pengkajian adalah memanfaatkan bahan sub standar pada daerah-daerah yang kurang/tidak mempunyai bahan yang memenuhi spesifikasi, metoda yang digunakan adalah metoda terapan, yaitu menerapkan hasil yang telah diperoleh dari pengkajian. Penerapan dilakukan pada proyek yang sedang dilaksanakan di lokasi tempat pengambilan bahan sub standar.

Pengumpulan data dimulai dengan menginventarisasi daerah secara terbatas yang diperkirakan mempunyai bahan sub standar yang belum dimanfaatkan secara optimal. Kegiatan ini sebagai lanjutan hasil inventarisasi bahan lokal yang telah dilakukan oleh Pusat Litbang Jalan.

Metodologi pengumpulan data dan rencana kegiatan pengkajian tahun anggaran 1999/2000 meliputi:

a. Tinjauan Pustaka

Mengkaji teori dan aplikasi dari literatur baik buku acuan maupun hasil-hasil pengkajian yang telah dilakukan berkaitan dengan upaya meningkatkan mutu, daya dukung bahan-bahan sub standar tersebut untuk digunakan sebagai bahan perkerasan jalan.

b. Survey Pendahuluan

Melakukan peninjauan lapangan untuk mendapatkan data lokasi bahan, jenis bahan dan deposit secara kasar serta peralatan pelaksanaan percobaan, dan data-data primer maupun sekunder yang diperoleh selain dari instansi terkait juga penyelidikan-penyelidikan yang telah dilakukan pada lokasi rencana.

c. Penyelidikan Lapangan

Meliputi penyelidikan jenis bahan dan deposit secara lebih teliti serta pengambilan contoh bahan sub standar dan bahan lain yang diperlukan dari lokasi dimana bahan tersebut direncanakan akan dilakukan secara skala penuh.

d. Pengujian Sampel di Laboratorium

Pengujian dilakukan terhadap sampel yang diperoleh baik bahan standar (sebagai pembanding) maupun bahan sub standar, data hasil pengujian dianalisis dan dievaluasi sehingga dapat diketahui karakteristiknya.

Langkah selanjutnya adalah menambah bahan lain jika diperlukan, terhadap bahan sub standar untuk bahan perkerasan jalan.

e. Pelaksanaan Percobaan Pelapisan

Untuk pelaksanaan percobaan secara skala penuh di lapangan dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

- Menentukan jenis bahan sub standar yang akan digunakan berdasarkan hasil uji laboratorium, apakah untuk lapis pondasi atau lapis permukaan.
- Menentukan ruas jalan tempat pelapisan berdasarkan data dan ijin dari dinas PU.
- Mengumpulkan data lalu-lintas baik data sekunder dan atau data primer dan perkembangannya per tahun.
- Melakukan penyelidikan tentang kondisi, jenis dan tebal perkerasan jalur jalan lama dengan survey kondisi permukaan jalan.
- Menentukan lokasi pelapisan kurang lebih sepanjang 100 meter.

- Penyiapan peralatan pelapisan /penghamparan secara masinal dan manual.
- Pelaksanaan percobaan pelapisan.

f. Pengamatan

Pengamatan akan dilakukan secara visual dan dengan peralatan terhadap percobaan skala penuh secara berkala untuk mengetahui perilaku lapisan yang menggunakan bahan sub standar. Selain secara visuil, untuk mengetahui kinerja lapisan dilakukan juga pengujian kepadatan lapisan, untuk lapisan beraspal dilakukan pengujian dengan pengambilan sampel dengan mesin Core drill untuk diuji kepadatan dan kadar aspalnya.

3.2 Analisis dan Evaluasi

Data hasil pengujian di laboratorium dan hasil pengamatan dilokasi skala penuh akan dianalisis dan di evaluasi untuk memperoleh kesimpulan dan saran.

Hasil pengujian bahan sub standar di laboratorium di analisis apakah memenuhi spesifikasi Lapis Pondasi Bawah, Lapis Pondasi atas dan Lapis Permukaan dan dianalisis apakah memerlukan bahan tambah atau tidak (disesuaikan kondisi setempat).

Hasil pengamatan percobaan skala penuh dianalisis kinerjanya dengan mengamati kerusakan yang terjadi terhadap umur perkerasan/ pengulangan beban.

BAB IV

PELAKSANAAN PENGKAJIAN

4.1 Data Sekunder

Hasil pengamatan dari data sekunder seperti yang diberikan dalam Tabel 4.1.1 untuk Kalimantan Selatan dan tabel 4.1.2 untuk Kalimantan Timur.. Tabel-tabel ini menunjukkan bahwa di daerah Kalimantan Selatan dan Kalimantan Timur banyak terdapat deposit bahan yang dapat digunakan sebagai bahan jalan baik untuk sub-base, base dan bahkan untuk lapisan permukaan. Walaupun begitu, terdapat juga dalam jumlah yang cukup banyak material sub-standar yang belum tentu dapat digunakan sebagai bahan jalan terutama untuk base dan lapis permukaan.

Berdasarkan data dari tabel 4.1.1, dapat disimpulkan bahwa bahan lokal di daerah Kalimantan Selatan dapat digunakan sebagai bahan perkerasan jalan baik untuk sub base, base ataupun untuk bahan lapis permukaan. Khusus untuk bahan lokal dari daerah Amandit dan Gn. Mawangi, apabila akan digunakan sebagai bahan lapis permukaan, perlu adanya perhatian terhadap penyerapan.

TABEL 4.1.1 : Bahan Lokal di Kalimantan Selatan

Kabupaten	Nama Lokasi	Jalan Masuk		Sifat Fisik					Cadangan (1000 m ³)
		Jarak (km)	Kondisi (Dpt. lwt)	Abs (%)	LA (%)	IV (%)	CV (%)	Stp (%)	
Kota Baru	P. Panci	3,0	Truk kecil	1,91	24,0	20,0	-	>95	> 15000
Kota Baru	Gn. Kapur	0,2	Truk besar	1,13	18,5	14,4	-	>95	> 2000
Kota Baru	Sampanahan	1,0	Truk kecil	1,64	31,9	19,1	21,3	>95	100–250
Hulu S. Selat	Kaliring	1,5	Truk kecil	1,76	pasir	-	-	>95	100–250
Hulu S. Selat	Amandit	3,9	Truk kecil	2,62	24,4	21,9	16,3	>95	250–500
Hulu S. Selat	Gn. Mawangi	0,1	Truk besar	3,64	20,7	15,1	23,2	>95	> 1500
Hulu S. Selat	Gn. Marikit	0,2	Truk besar	1,1	15,0	10,8	-	>95	> 2000

Dari Tabel 4.1.2, berdasarkan nilai LA.Abrasi base, bahan dari lokasi-lokasi di Kalimantan Timur yang mempunyai nilai keausan lebih besar dari 40% adalah Muara Badak (49,1%), Gn. Sangata (47,4%), Gn. Separi (45,5%) dan Banyu Biru (72,1%). Bahan tersebut merupakan bahan sub-standar

Bahan-bahan sub-standar dari lokasi di atas yang masih bisa digunakan sebagai bahan sub base dengan nilai L.Abrasi <50% adalah Muara Badak, Gn. Sangata dan Gn. Separi.

TABEL 4.1.2 : Bahan Lokal di Kalimantan Timur

Kabupaten	Nama Lokasi	Jalan Masuk		Sifat Fisik					Cadangan (1000 m ³)
		Jarak (km)	Kondisi (Dpt. lwt)	Abs (%)	LA (%)	IV (%)	CV (%)	Stp (%)	
Kutai	Gn. Bontang	1,2	Truk kecil	1,21	24,1	18,3	20,6	>95	> 2000
Kutai	Gn. Santan	2,0	Truk besar	1,04	23,5	17,7	19,4	>95	1000–2000
Kutai	Parana Kutai	0,2	rusak berat	1,34	26,6	19,9	-	>95	750 – 1000
Kutai	Mu. Badak	0,0	Truk besar	9,15	49,1	24,4	-	>95	750 – 1000
Kutai	Gn. Sangata	2,5	rusak berat	8,57	47,4	26,6	40,7	>95	1000–2000
Tenggarong	Gn. Separi	0,0	Truk besar	7,43	45,5	23,7	39,2	>95	750 – 1000
Samarinda	Air Putih	0,7	Truk kecil	1,3	28,3	26,7	21,7	>95	> 2000
Samarinda	Banyu Biru	0,2	Truk besar	15,4	72,1	53,5	-	<95	> 2000

4.2. Pengkajian Laboratorium

4.2.1 Bahan Pondasi

Hasil pengujian bahan lokal yang diambil dari Awang Bangkal Propinsi Kalimantan Selatan dan Gn. Sangata Propinsi Kalimantan Timur, untuk lapis pondasi diilustrasikan dalam Tabel 4.2.1 di bawah ini.

TABEL 4.2.1 : Hasil Pengujian Bahan untuk Pondasi

Parameter	Besaran			Spesifikasi	
	A.Bangkal	G.Sangata	Bt. Palu	Klas B	Klas A
Analisa saringan					
2½ "	100	100	100	100	100
1½"	89.17	83	84.92	67 – 100 ✓	100
¾"	62.44	64.98	65.54	✓40 – 100 ✓	65 – 81
⅜"	45.18	52.5	36.14	25 – 80 ✓	42 – 60
No.4	35.95	36.98	22.55	16 – 66	27 – 45
No.8	27.71	26.13	18.55	10 – 55 ✓	18 – 33
No.16	20.48	16.88	18.14	6 – 45 ✓	11 – 25
No.40	15.32	12.09	13.05	3 – 33	6 – 16
No.200	10.2	5.69	9.12	✓ 0 – 20 ✓	0 – 8
Klasifikasi					
- AASTHO	A-2-4	A-2-4	A-2-4		-
- USCS	GW	GW	GW		
Kepadatan Maks. (gram/cm3)	2.023	2.035	2.035		-
Kadar Air Opt. (%)	7.9	7.5	6.8	-	-
Batas Cair (%)	34	29.00	27.00	-	0 – 35
Batas Plastis (%)	26.25	22.34	20.43	-	-
Indeks Plastis (%)	7.75	6.66	6.57	4 – 10	0 – 6
IP x % Lolos No.200	78	37.90	59.9	-	maks 25
Abrasi (%)	32.84	21.80	34.4	0 – 50	0 – 40
CBR (%)	60.58	62.50	72.00	min 35	min 80
Spesifig Gravity	2.48	2.579	2.516	-	-
Angka Pori (%)	-	23.03	24.26	min 10	min 14
Porositas (%)	-	20.79	19.52	-	-
Penyerapan (%)	3.74	2.281	1.565	-	≤ 3

Hasil pengujian bahan lokal di Kalimantan Selatan, bahan dari Awang Bangkal merupakan batu kapur yang porus dengan penyerapan air 3,74%, mempunyai plastisitas indek sebesar 7,75% dengan CBR 60,58%, bahan ini memenuhi persyaratan digunakan sebagai lapis

pondasi kelas B. Namun untuk dapat digunakan sebagai bahan lapis pondasi kelas A ada persyaratan yang tidak memenuhi antara lain: Indeks Plastis $> 6\%$ dan CBR $< 80\%$. Untuk dapat digunakan sebagai bahan pondasi kelas A, maka bahan tersebut harus dilakukan pemrosesan/pengolahan, bila perlu, pemecahan, pengayakan, pemisahan, pencampuran dan operasi lain yang perlu untuk menghasilkan suatu bahan yang memenuhi persyaratan dari spesifikasi.

Untuk bahan-bahan lokal yang ada di Kalimantan Timur memenuhi spesifikasi untuk lapis pondasi kelas B tetapi tidak memenuhi spesifikasi untuk lapis pondasi kelas A. Oleh sebab itu, bahan hanya dapat digunakan sebagai bahan pondasi bawah (sub-base). Agar dapat digunakan juga sebagai bahan pondasi kelas A, maka perlu dilakukan stabilisasi. Berdasarkan Gambar 2.2 jenis bahan stabilisasi yang dapat digunakan adalah semen atau aspal minyak atau aspal cair. Tetapi berdasarkan Gambar 2.1, dimana bila batu pecah akan distabilisasi dengan aspal cair maka diperlukan proses aerasi terlebih dahulu sebelum dipadatkan. Selain itu, nilai absorpsi batuan lokal ini cukup tinggi (2,2 – 2,8) sehingga akan memerlukan aspal yang cukup banyak. Berdasarkan hal ini, maka bahan penstabilisasi yang direkomendasikan hanya semen. Besarnya persentase pemakaian semen ini baru akan ditentukan pada pengujian laboratorium selanjutnya.

Bila bahan lokal ini dibandingkan dengan sifat bahan import dari Palu, bahan lokal ini memiliki sifat yang kompetitif bahkan lebih murah untuk digunakan sebagai bahan pondasi.

4.2.2 Bahan Lapis Permukaan

Hasil pengujian di laboratorium untuk aspal minyak dan agregat lokal diilustrasikan pada Tabel 4.2.2 dan Tabel 4.2.3.

Tabel 4.2.2 Hasil Pengujian Aspal minyak

Jenis Pengujian	Hasil pengujian	Persyaratan	Satuan
Penetrasi	65,6	60 – 79	-
Berat Jenis	1,08	> 1	gr/cc
Kehilangan Berat	0,6	< 0,8	%
Pen.setelah K.Brt.	87,652	> 54	%
Titik Nyala	253	> 200	°C
Titik Lembek	49,35	48 – 58	°C
Daktilitas	124,5	> 100	cm

Aspal minyak yang digunakan untuk campuran aspal panas memenuhi persyaratan yang telah ditentukan.

Bahan lokal untuk lapis permukaan diambil dari daerah Sarang Burung dan Gn. Santan. Hasil pengujian Sifat-sifat fisik bahan ini diilustrasikan dalam Tabel 4.2.3.

Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa bahan lokal dari lokasi Gunung Santan memenuhi spesifikasi untuk digunakan sebagai bahan lapisan perkerasan jalan. Sedangkan bahan lokal dari lokasi Sarang Burung juga memenuhi spesifikasi kecuali *Sand Equivalennya* pasir alam. Untuk itu, dalam pembuatan campuran beraspal yang menggunakan bahan lokal dari Sarang Burung tidak dianjurkan menggunakan pasir alam dari Sarang Burung.

4.2.3 Campuran Beraspal untuk Lapis Permukaan

Campuran beraspal untuk lapis permukaan dibuat hanya menggunakan dua bahan lokal yang berasal dari dua sumber, yaitu sumber Sarang Burung dan Gunung Santan di Propinsi Kalimantan Timur.

Untuk bahan yang berasal dari Sarang Burung, campuran beraspal tidak menggunakan pasir alam, karena nilai *Sand Equivalent* dari pasir yang ada di daerah tersebut tidak memenuhi spesifikasi. Hasil pengujian sifat bahan diilustrasikan pada Tabel 4.2.3.

Adapun sifat-sifat campuran beraspal diilustrasikan dalam Tabel 4.2.4.

Tabel 4.2.3 : Sifat Bahan Lokal dan Palu untuk Lapis Permukaan

Parameter	Besaran			Spesifikasi
	Lokal		Import	
	S. Burung	G. Santan	Palu	
Analisa saringan (% lolos)				
1½	100	100	100	100
¾"	100	100	100	100 ✓
½"	87,5	79,21	86,51	75 – 100 ✓
⅜"	72,5	65,58	80,27	60 – 85 ✕
No.4	46,5	47,36	47,14	38 – 55 ✕
No.8	33,5	35,52	31,47	27 – 40 ✕
No.30	19	21,02	18,94	14 – 24 ✕
No.50	13,5	15,56	14,23	9 – 18 ✕
No.100	8,5	8,47	9,01	5 – 12 ✓
No.200	5	3,61	4,94	2 – 8 ✓
Abrasi (%)	14,43	29,20	34,5	< 40
Impact (%)	12,77	9,84		<30
Spesifig Gravity				≥ 2,5
-Bulk	2,715	2,50	2,520	
-Apparent	2,721	2,60	2,583	
-Efektif	2,718	2,55	2,552	
Sand Equivalen (ps.alam)	27,57	81,02	94,90	≥ 50
Kepipihan (%)	7,19	-	-	≤ 25
Penyerapan Aspal (%)	0,04	0,73	0,51	≤ 3
Kelekatan aspal (%)	> 95%	> 95%	> 95%	> 95

Tabel 4.2.4 : Sifat-sifat Campuran Beraspal

Parameter	Nilai			Spesifikasi
	Lokal		Import	
	S. Burung	Gn. Santan	Palu	
Kadar aspal optimum (%)	5,45	6,1	6,0	4,3 – 7
Kepadatan (kg/cm ³)	2,39	2,308	2,262	-
Stabilitas (kg)	1530	800	1320	min. 750
Kelelehan (mm)	3,1	3,3	3,2	-
Marshall Quotient (kg/mm)	494	242	412,5	184 – 510
VFB (%)	75	74,2	77,5	60 – 80
VIM(%)	3,7	4,43	3,4	3 – 6
VMA(%)	16,95	14,5	16,0	-

Secara keseluruhan sifat-sifat campuran beraspal dari bahan lokal Sarang Burung memenuhi spesifikasi aspal panas. Walaupun nilai kadar aspal optimumnya cukup kecil, karena dengan nilai penyerapan agregatnya kecil (0,08 %), maka kadar aspal efektif yang dihasilkannya masih memadai untuk menjamin keawetan campuran. Nilai keawetan yang memadai ini dapat dilihat juga dari nilai angka filler to bitumen ratio (dust ratio), angka ini menyatakan perbandingan antara persentase lolos saringan No. 200 dengan kadar aspal dalam berat, yaitu 0,91 (5/5,45).

Campuran beraspal yang dibuat dari bahan lokal Sarang Burung mempunyai nilai VMA 16,95% memenuhi persyaratan, sedangkan bahan dari Gunung Santan memiliki nilai VMA 14,5% tidak memenuhi persyaratan spesifikasi. Untuk itu perlu dicoba dibuat rencana campuran beraspal dengan gradasi agregat yang menjauhi garis kepadatan maksimum (kurva Fuller). Nilai stabilitas yang kecil dari campuran ini dapat ditingkatkan dengan menambahkan batu pecah atau dengan menggunakan ukuran agregat maksimum yang lebih besar.

Sifat-sifat campuran beraspal yang dibuat dari bahan yang didatangkan dari Palu memenuhi spesifikasi dengan nilai angka abu (dust ratio) 0,82. Bila campuran ini dibandingkan dengan campuran beraspal dari bahan lokal Sarang Burung, campuran beraspal dengan bahan lokal dari sarang Burung lebih baik dan memiliki kadar aspal yang lebih kecil. Dengan demikian, bahan lokal dari Sarang Burung lebih potensial untuk digunakan daripada bahan import Palu.

4.3. Percobaan Skala Penuh

4.3.1 Lokasi

Pelaksanaan skala penuh campuran aspal beton dengan menggunakan agregat bahan lokal telah dilaksanakan pada bulan Januari 2000, di ruas jalan Bontang – Sangata, dari km 157+240 – km 157+335, sepanjang 95 meter dengan lebar 4,5 meter. Data tebal dan kekuatan bahan serta lalu lintas diilustrasikan pada Tabel 4.3.1 dan Tabel 4.3.2

Tabel 4.3.1 Data Tebal dan Kekuatan Perkerasan Jalan.

Lapisan	Tebal (cm)	CBR (%)	MS (kg)
Tanah dasar	-	~6,36	-
pondasi	15	62,5	-
permukaan	5	-	807

Tabel 4.3.2 Data Lalu Lintas

Jenis Kendaraan	LHR	Faktor kerusakan
M.Penumpang	576	-
Bus	51	0,70
Truk 2 As	62	0,95
Truk 3 As	20	2,29

Perkembangan lalu lintas 8 % per tahun.

4.3.2. Rancangan Campuran Kerja (Job Mix Formula).

1) Bahan

- Agregat Lokal dari Gn. Santan
- Aspal minyak Pen 60/70 ex Pertamina

2) Komposisi Agregat Campuran

Bin Dingin : - Agregat Kasar = 45 %

- Agregat Halus = 35 %

- Pasir = 20 %

Bin Panas: Bin 1 = 35 %

Bin 2 = 25 %

Bin 3 = 40 %

3) Gradasi Agregat Campuran diilustrasikan pada Tabel 4.3.3

Tabel 4.3.3. Gradasi Agregat Campuran

Ukuran Saringan	Persen Lolos			
	Bin Dingin	Bin Panas	Ektraksi	Persyaratan
¾ "	100	100	100	100
½ "	79,21	82,12	82,2	75 – 100
3/8 "	65,58	69,34	67,05	60 – 85
no. 4	47,36	47,45	45,87	38 – 55
no. 8	35,52	35,11	33,35	27 – 40
no. 30	21,02	21,95	18,82	14 – 24
no. 50	15,56	15,66	13,36	9 – 18
no. 100	8,47	8,66	7,97	5 – 12
no. 200	3,61	3,81	5,06	2 – 8

4) Komposisi bahan satu kali pencampuran (Tiap Batch)

Alat pencampur aspal dengan kapasitas satu kali pencampuran sebesar 800 kilogram, maka komposisi bahan untuk satu kali mencampur seperti diilustrasikan pada Tabel 4.3.4.

Tabel 4.3.4. Komposisi Bahan Satu Kali Pencampuran (Tiap Batch).

No. Bin	Persen thd.Total Agr	Persen Thp.Total Cam	Berat (kg)		Keterangan
			Individu	Komolatif	
Bin 1	35	32,68	260,93	260,93	Agr.halus lolos # 4
Bin 2	25	23,30	186,36	447,31	Agr.sedang lolos 3/8"
Bin 3	40	37,28	298,21	745,52	Agr.kasar lolos 3/4"
Aspal	0	6,08	54,48	54,48	Aspal Pen 60/70
Total	100	100	800	800	

Hasil uji karakteristik campuran kerja di laboratorium diilustrasikan pada Tabel 4.3.5.

Tabel 4.3.5. Hasil Pengujian Campuran Kerja Laston (JMF).

Jenis Pengujian	JMF	Bin Panas	Persyaratan (B.Marga, 1993)
Kadar asp. opt. (%)	6,08	6,1	4,3 – 7
Kepadatan (kg/cm ³)	2,308	2,303	-
Stabilitas (kg)	799	807	min 750
Kelelehan (mm)	3,3	3,4	-
Marsh.Kuo (kN/mm)	241,8	2,33	184 – 510
VFB (%)	74,2	73,37	60 – 80
VIM (%)	4,43	4,63	4 – 6
VMA (%)	17,2	-	-

4.3.3. Pelaksanaan Percobaan Skala Penuh

Peralatan yang digunakan pada pelaksanaan percobaan skala penuh adalah:

- Dump Truk
- Mesin penghampar
- Mesin gilas roda besi 8 – 10 ton
- Mesin gilas roda karet 10 – 12 ton.

Permukaan lapis pondasi diratakan dan dipadatkan sesuai kemiringan rencana, selanjutnya permukaan dibersihkan dari kotoran dan debu. Sebelum campuran dihampar, lapis pondasi diberi lapis resap ikat sebanyak 0,9 liter per meter persegi dengan bahan aspal cair jenis MC (44% minyak tanah + 56% aspal 60/70) didiamkan selama satu hari sehingga lapis resap ikat meresap dalam lapis pondasi.

Campuran diangkut dengan dump truk, dihampar dengan mesin penghampar pada suhu campuran 120°C dengan ketebalan lepas 6,0 cm. Dilanjutkan dengan pemadatan awal dengan mesin gilas roda besi sebanyak 2 lintasan, pemadatan antara dengan mesin gilas roda karet sebanyak 8 lintasan dan pemadatan akhir sebanyak 2 lintasan dengan mesin gilas roda besi, selanjutnya lapisan dapat dilalui untuk lalu lintas.

Foto-foto kegiatan pelaksanaan percobaan skala penuh diilustrasikan pada lampiran.

4.3.4. Pengamatan

Dalam pengamatan dilakukan pengujian-pengujian terhadap jalan percobaan skala penuh antara lain:

- 1). Pengambilan dan pengujian contoh campuran laston yang akan /telah dihampar untuk mengetahui sifat-sifat campuran, kadar aspal dan gradasi agregat yang digunakan.

Hasil pengujian campuran diilustrasikan pada Tabel 4.2.7 dan Tabel 4.2.9.

- 2). Pengamatan permukaan perkerasan dengan melakukan survei kondisi setelah selesai pemadatan, memperlihatkan tidak terjadi kerusakan dipermukaan perkerasan, hal ini menunjukkan bahwa permukaan laston cukup baik dan rata.
- 3). Pengamatan kepadatan lapangan setelah selesai pemadatan, dengan mengambil dan menguji contoh bor inti, nilai kepadatan lapangan yang dicapai rata-rata adalah 2,265 kg/cc. Derajat kepadatan yang merupakan perbandingan kepadatan laboratorium sebesar 2,303 kg/cc dengan lapangan didapat 98,4%, kepadatan laboratorium diharapkan akan tercapai setelah dilalui lalu lintas.

4.4. Harga Satuan Campuran Beton Aspal dan Pondasi Klas A

Penggunaan agregat dari sumber atau yang sifat-sifat fisiknya berbeda akan mempengaruhi harga satuan produk yang menggunakan bahan tersebut. Tabel 4.4.1 menunjukan harga satuan campuran beton aspal dan pondasi klas A yang dibuat dari agregat lokal yang terdapat di Samarinda dan agregat import dari Palu. Rincian perhitungan harga satuan dari tabel tersebut dapat dilihat dalam Lampiran 1. Sedangkan sensitivitas harga satuan akibat perubahan komponen-komponennya diberikan dalam Tabel 4.4.2. Analisa sensitivitas ini dimaksudkan untuk mengetahui seberapa jauh perubahan harga agregat mempengaruhi biaya produksi campuran aspal beton yang dibuat baik dari agregat lokal dan agregat import.

Dari Tabel 4.4.1 dapat dilihat bahwa untuk campuran beraspal harga satuan campuran per-m³ termurah adalah campuran yang terbuat dari agregat yang berasal Gunung Santan (Rp 324.802,-), diikuti oleh agregat yang berasal dari Sarang Burung (Rp 330.924,-). Sedangkan campuran

beraspal yang dibuat dari agregat yang didatangkan dari Palu harga satuan beraspal per-m³ nya adalah Rp 455.835,-. Perbandingan harga satuan campuran beraspal yang dibuat dari agregat yang berasal dari Gunung Santan , Sarang Burung dan Palu dengan harga satuan campuran beraspal Gunung Santan sebagai dasarnya adalah 1 : 1,02 : 1,40. Dengan demikian penggunaan bahan lokal untuk campuran beraspal secara umum lebih ekonomis dibandingkan dengan bahan import dari Palu.

Sedangkan penggunaan bahan untuk pondasi klas A, harga satuan bahan lokal per m³ nya lebih murah 0.64 kali dari bahan pondasi klas A yang didatangkan dari Palu.

Dengan demikian secara umum dapat dikatakan bahwa penggunaan bahan lokal baik untuk campuran beraspal ataupun untuk lapis pondasi klas A adalah lebih ekonomis.

Namun sebagai bahan pertimbangan dalam suatu kegiatan pembangunan di Propinsi Kalimantan Timur, kebutuhan bahan dengan menggunakan bahan lokal tidak dapat mencukupi sepenuhnya (hanya 1/3 kebutuhan), sehingga untuk memenuhi keperluan tersebut sisanya harus didatangkan dari luar daerah dengan resiko harga satuan lebih mahal.

Dari Tabel 4.4.2 dapat dilihat bahwa harga satuan, baik dalam rupiah ataupun dalam persentase kenaikan harga, campuran beraspal yang dibuat dari agregat berasal dari Palu memiliki sensitivitas yang paling tinggi terhadap perubahan harga agregat, tetapi paling kecil sensitivitas terhadap perubahan harga aspal. Sebaliknya campuran beraspal yang dibuat dari agregat berasal dari Gunung Santan memiliki sensitivitas yang paling kecil terhadap perubahan harga agregat, tetapi paling sensitif terhadap perubahan harga aspal. Walaupun begitu, bila sensitivitas perubahan harga satuan terhadap fluktuasi harga aspal hanya ditinjau dari rupiahnya saja maka kenaikan atau penurunan harga satuan

campuran beraspal yang terkecil adalah harga satuan dari Sarang Burung diikuti oleh harga dari Gunung Santan dan harga satuan campuran beraspal yang agregatnya didatangkan dari Palu. Hal ini dapat dipahami karena penggunaan aspal dalam campuran beraspal yang paling sedikit adalah bila menggunakan agregat dari Sarang Burung (5.54%) diikuti oleh Gunung Santan (5.65%) dan bila menggunakan agregat import dari Palu jumlah aspal yang dibutuhkan adalah 6%.

Tabel 4.4.1 : Harga Satuan Pekerjaan Campuran Beton Aspal dan Lapis Pondasi Klas A

Jenis Pekerjaan	Harga Satuan (Rp)	
	per m ³	per Ton
Lapisan Beton Aspal (AC)		
Bahan Import dari palu	455.835	182.333
Bahan dari G. Santan	324.802	129.921
Bahan dari Sarang Burung	330.924	132.397
Pondasi Klas A		
Bahan Lokal	67.166	26.866
Bahan dari Palu	105.566	42.226

Tabel 4.4.2 : Sensitivitas Biaya Produksi Campuran Beton Aspal Terhadap Fluktuasi harga Agregat

Komponen Produksi	Perubahan	Perubahan Harga Satuan					
		Sarang Burung		Gunung Santan		Import dari Palu	
		Rp	%	Rp	%	Rp	%
Agregat Kasar	+20%	+12045	+3,64	+11472	+3,53	+19001	+4,17
	-20%	-12045	-3,64	-11472	-3,53	-19001	-4,17
Agregat Halus	+20%	+12547	+3,79	+11949	+3,68	+19792	+4,34
	-20%	-12547	-3,79	-11949	-3,68	-19792	-4,34
Filler	+20%	+18.642	+5,63	+17753	+5,47	+27144	+5,95
	-20%	-18.642	-5,63	-17753	-5,47	-27144	-5,95
Aspal	+20%	+22454	+6,78	+23278	+7,17	+24720	+5,42
	-20%	-22454	-6,78	-23278	-7,17	-24720	-5,42

BAB V

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

5.1 Kesimpulan

Dari hasil kegiatan pengkajian pemanfaatan bahan sub standar untuk konstruksi perkerasan jalan dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1). Dalam memenuhi kebutuhan bahan untuk konstruksi perkerasan jalan di propinsi Kalimantan Selatan cukup menggunakan bahan lokal karena jumlahnya mencukupi dengan mutu memenuhi persyaratan, oleh karena itu bahan untuk konstruksi perkerasan jalan tidak perlu didatangkan dari luar propinsi atau pulau.
- 2). Bahan dari Gunung Mawangi dan Gunung Marikit (Prop. Kal – Sel) mempunyai sifat masif dan keras, umumnya bermutu baik dan dapat digunakan secara langsung sebagai bahan pondasi bawah, lapis pondasi dan lapis permukaan. Sedangkan kuari sungai berupa endapan sungai Sampahan dan Amandit dapat digunakan sebagai bahan perkerasan jalan, karena sedikit mengandung bahan organik dan lumpur.
- 3). Bahan dari gunung Putra Bulu (Awang Bangkal) Prop.Kal-Sel merupakan batu kapur dan porus dapat digunakan sebagai lapis pondasi kelas B.
- 4). Kuari bahan lokal di Propinsi Kalimantan Timur umumnya berupa gunung atau bukit. Bahan yang diperlukan untuk pembangunan jalan di satu proyek umumnya tidak dapat terpenuhi oleh bahan lokal, karena bahan sulit didapat baik dengan menggunakan alat berat atau peledakan, maka penambangan lebih efektif dilakukan secara manual oleh masyarakat setempat dengan menggunakan peralatan sederhana.

Untuk memenuhi kebutuhan bahan tersebut, maka bahan harus didatangkan dari luar propinsi yaitu dari Palu (Prop.Sul-Teng).

- 5). Bahan lokal untuk lapis pondasi di Propinsi Kalimantan Timur dari gunung Sangata merupakan batu kapur, memenuhi spesifikasi sebagai lapis pondasi kelas B.
- 6). Bahan lokal dari Gunung Santan memenuhi spesifikasi untuk digunakan sebagai bahan lapis permukaan jalan. Sedangkan bahan lokal dari Gunung Sarang Burung juga memenuhi Spesifikasi kecuali sand ekuivalen. Untuk itu, dalam pembuatan campuran beraspal yang menggunakan bahan dari Sarang Burung tidak dianjurkan menggunakan pasir alam dari Sarang Burung.
- 7). Sifat-sifat campuran beraspal menggunakan bahan lokal dan bahan dari Palu dengan gradasi yang sama memenuhi spesifikasi. Bila campuran dari Palu dibandingkan dengan campuran beraspal menggunakan bahan lokal dari Sarang Burung, campuran dengan bahan lokal dari Sarang Burung lebih baik dan memiliki kadar aspal yang lebih kecil. Dengan demikian bahan lokal dari Sarang Burung lebih potensial dan lebih ekonomis untuk digunakan dari pada bahan dari Palu.
- 8). Penggunaan agregat dari sumber atau sifat-sifat fisik yang berbeda akan mempengaruhi harga satuan produk yang menggunakan bahan tersebut. Perbandingan harga satuan campuran beraspal yang dibuat dari agregat yang berasal dari Gunung Santan, Sarang Burung dan Palu adalah 1 : 1,02 : 1,40. Dengan demikian penggunaan bahan lokal untuk campuran beraspal secara umum lebih ekonomis dibandingkan dengan bahan dari Palu.
- 9). Harga satuan bahan lokal untuk pondasi klas A per m³ nya lebih murah 0.64 kali dari bahan yang didatangkan dari Palu.
- 10). Dari analisa sensitivitas perubahan harga satuan bahan terlihat, baik dalam rupiah ataupun dalam persentase kenaikan harga, campuran

beraspal yang dibuat dari agregat Palu memiliki sensitivitas yang paling tinggi terhadap perubahan harga agregat, tetapi paling kecil sensitivitas terhadap perubahan harga aspal.

- 11). Dengan menggunakan bahan lokal dapat menciptakan pertumbuhan lapangan kerja dan meningkatkan pendapatan masyarakat sekitar lokasi bahan.

5.2 Rekomendasi

Dari hasil pengkajian yang telah dilaksanakan, dapat direkomendasikan hal-hal sebagai berikut:

- 1). Bahan dari Gunung Santan Propinsi Kal -Tim mempunyai gradasi dan kekerasan yang tidak seragam dengan kandungan tanah dan bahan organik yang tinggi, bahan ini dapat digunakan sebagai bahan lapis pondasi bawah. Untuk meningkatkan mutu bahan sub standar ini, perlu pemrosesan meliputi, bila perlu, pemecahan, penyaringan, pemisahan, pencampuran untuk menghasilkan suatu bahan yang memenuhi persyaratan dari spesifikasi.
- 2). Bahan dari Gunung Sarang Burung Prop, Kal-Tim berupa batu gunung dapat langsung digunakan sebagai bahan lapis pondasi bawah, lapis pondasi dan lapis permukaan Laston setelah dilakukan pengolahan dan pengelompokan gradasi, baik secara manual maupun masinal.
- 3). Bahan dari Gunung Putra Bulu (Awang Bangkal) Prop. Kal-Sel. merupakan batu gamping dan porus dapat digunakan sebagai lapis pondasi kelas B, sedangkan bila akan digunakan sebagai lapis pondasi A harus dilakukan pemrosesan terlebih dahulu atau disarankan dilakukan stabilisasi dengan semen.

DAFTAR PUSTAKA

AUSTROAD (1998), "Guide to Stabilization in Road works", Austroad Inc. First Edition, Sydney.

BENNY MOESTOFA IR., (1996), "Laporan Penelitian Penggunaan Bahan Lokal Untuk Konstruksi Tepat Guna Perkerasan Jalan", Departemen Pekerjaan Umum, Balitbang PU, Pusat Litbang Jalan, Bandung.

COLLINS, I and FOX, R. A ., (1985), "AGGREGATES : Sand, Gravel and Crushed Rock Aggregates for Construction Purposes", Geological Society, Engineering Geology, No. 1. Special Publication, England.

DIREKTORAT BINA PROGRAM JALAN, (1995), "Spesifikasi Umum" Buku 3, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.

KURNIADJI, IR,MSc, (1998), Laporan Pengkajian "Aplikasi Penggunaan Bahan Sub Standar Untuk Konstruksi Perkerasan Jalan" , Departemen PU, Badan Litbang PU, Pusat Litbang Jalan, Bandung.

PLEASE A. and PIKE D.C., (1968), " The Demand of Road Aggregates", Transport and Road research Laboratory, Crowthorne, UK, RL. 185.

THE ASPHALT INSTITUTE, (1996), "Superpave Mix design", Superpave Manual series No.2.

THE ASPHALT INSTITUTE, (1993), "Mix design Methods – For Asphalt Concrete and Other Hot Mix Types", Manual Series No.2. Sixth Edision.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, (1991), "Asphalt – Aggregate Mixture Analysis System (AAMAS)", National Cooperative Highway Research Program Report 338, National research Council, Washington, D. C.

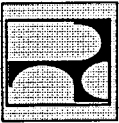
VUONG, B.T., SHARP, K.G., BARAN.E. and JOHNSON – CLARKE.J.R. (1995), "The influence of pavement thickness, material quality and bitumen/cement sandstone bases under stabilization in the performance of recycled accelated loading", ARRB Working Document, WD RI 95/001.

HASIL PENGUJIAN KEPADATAN LAPANGAN

Km. 157+240 - 157+335

Jenis Campuran : Laston (AC)

No.	Tanggal	Lokasi Kr/Kn	Tebal (cm)	Berat (gram)		Volume (cm3)	Kepadatan		D.Kpdt (%)	Spesifikasi
				Udara	Dlm.Air		Lap	Lab		
1	20/1/2000	157+250/kr	4.8	786	438	352	2.236	2.303	97.1	>98 %
2		157+260/tn	5.2	926.9	512.1	414.2	2.238		97.2	
3		157+275/kn	5.1	878.8	494.6	387.5	2.268		98.5	
4		157+290/kr	5.1	908.4	510.4	399.8	2.272		98.7	
5		157+315/tn	5.2	928.4	526.9	404.6	2.295		99.7	
6		157+330/kn	5	905	513.9	396.1	2.285		99.2	
Rata-Rata			5.07				2.266	2.303	98.4	



DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PU
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN JALAN

JL. RAYA TIMUR 264 KOTAK POS 2 LUNGGERUNG Tlp. 7802251-3 Tlx. 23177 pppj bd Fax. 022-708032 BANDUNG 40234

No. Contoh : Proyek Jalan Bontang - Sangata.
Pekerjaan : Pengkajian Pemanfaatan Bahan Sub Standar PERCOBAAN MARSHALL
Keterangan : SNI 06 - 2489 - 1991
Dikerjakan : 2 Oktober 1999
Dihitung : Syamburi, Sutrisno, Dkk.
Diperiksa :

Proving Kalibrasi proving 11,42 Kg

No./Sta.	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q
1		5,5	1255,0	1258,7	692,6	566,1	2,217	2,433	19,36	8,90	54,05	69,0	787,8	677,5	3,30	205,3	4,86
2		5,5	1256,5	1260,3	694,6	565,7	2,221	2,433	19,21	8,72	54,59	71,0	810,8	697,3	3,20	217,9	4,86
3		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
1		6,0	1261,5	1264,9	707,5	557,4	2,219	2,433	19,285	8,810	54,319			687,4	3,25	211,6	4,9
2		6,0	1259,0	1265,2	709,8	555,4	2,263	2,416	18,11	6,32	65,08	72,0	822,2	731,8	3,20	228,7	5,37
3		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,267	2,416	17,98	6,17	65,67	74,0	845,1	752,1	3,20	235,0	5,37
1		6,5	1280,0	1284,5	728,9	555,6	2,265	2,416	18,048	6,249	65,376			742,0	3,20	231,9	5,4
2		6,5	1275,5	1278,8	725,7	553,1	2,306	2,399	17,09	3,96	76,82	76,0	867,9	772,4	3,20	241,4	5,87
3		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,305	2,399	17,046	3,913	77,045			782,6	3,10	252,8	5,9
1		7,0	1275,3	1259,8	704,8	555,0	2,298	2,382	17,74	3,53	80,11	78,0	890,8	792,8	3,15	251,7	6,37
2		7,0	1281,0	1285,3	728,8	556,5	2,302	2,382	17,60	3,36	80,91	79,0	902,2	802,9	3,15	254,9	6,37
3		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,300	2,382	17,672	3,444	80,514			797,9	3,15	253,3	6,4
1		7,5	1274,0	1278,3	717,8	560,5	2,273	2,365	19,07	3,90	79,55	76,0	867,9	746,4	3,25	229,7	6,88
2		7,5	1269,0	1272,8	715,5	557,3	2,277	2,365	18,93	3,73	80,31	73,0	890,8	792,8	3,35	236,6	6,88
3		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,275	2,365	19,000	3,813	79,931			769,6	3,30	233,2	6,9

BJ. Bulk Agregat :	2,598	BJ. Aspal	1,03	Gmm*	2,362	BJ. Eff. Agregat *	2,643	Absp.aspal *** :	0,68
--------------------	-------	-----------	------	------	-------	--------------------	-------	------------------	------

Keterangan :

a = % aspal terhadap batuan.

b = % aspal terhadap campuran.

c = Berat contoh kering (gr)

d = Berat contoh dalam keadaan jenuh (K = 0,5 - 1 untuk Laston

e = Berat contoh dalam air (gr).

f = Isi contoh (d - e).

g = Berat isi (c / f)

* Gmm ditentukan dengan cara AASHTO T 20 i = % rongga diantara agre

pada kadar asp optimum perkiraan (Pb)

Pb = 0,035(%CA) + 0,045(%FA) + 0,18(%FF) + K

** Bj eff. % agregat

j = Persen rongga terhadap campuran 100 - (100g / h)

k = Persen rongga terisi aspal 100 (i - j) / i

l = Pembacaan arloji stabilitas.

m = Stabilitas (1 x kalibrasi proving ring), (kg)

n = Stabilitas (m x koreksi benda uji), (kg)

o = Kelelahan (mm)

p = Hasil bagi marshall (kg/mm)

(100 - b) { *** Absp.aspal terhadap total agregat =

Bj.eff - Bj.bulk

100 - x

x Bj.

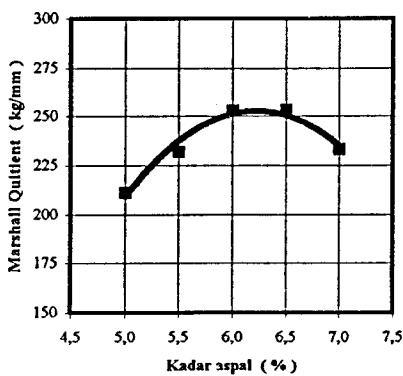
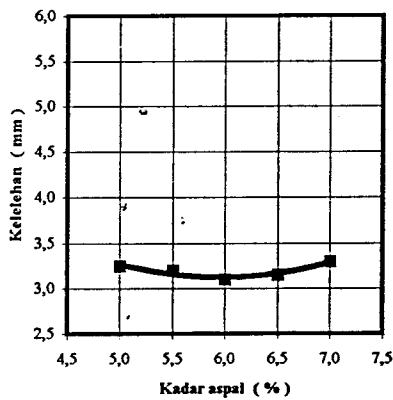
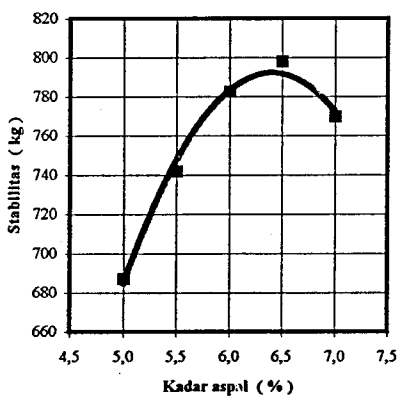
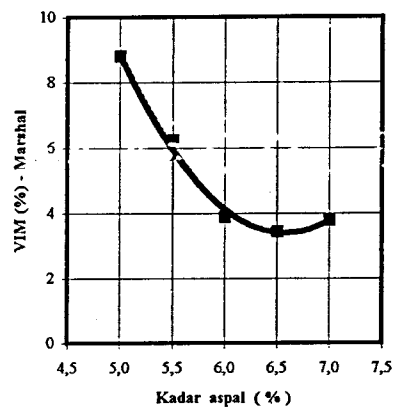
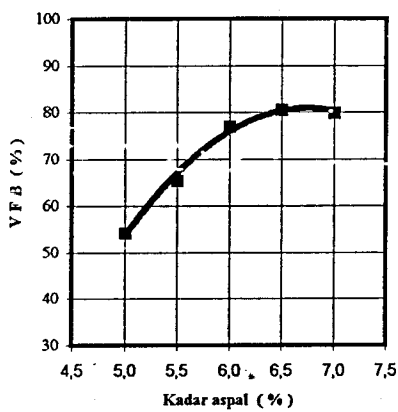
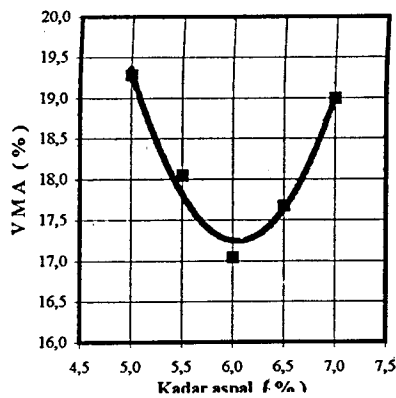
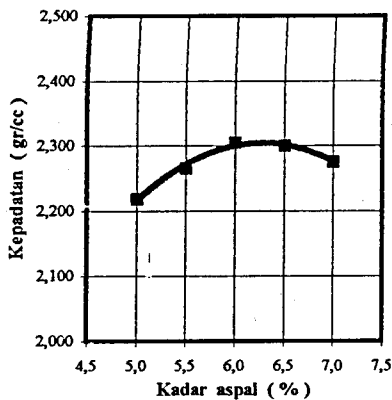
BJ. bulk agregat

100 - x

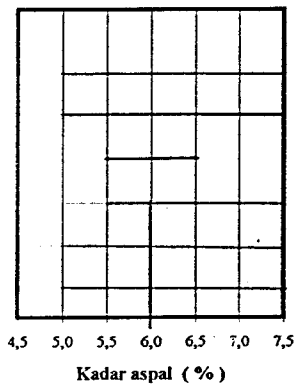
Bj.eff * Bj.bulk

q = Kadar aspal effectip

GRAFIK PERCOBAAN MARSHALL



Density
Void Filled Br
Void in Mix
Stability
Flow
Marshall Quot





**BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PU
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN JALAN**

JL. RAYA TIMUR 264 KOTAK POS 2 UJUNGBERUNG Tlp. 7802251-3 Tlx. 28377 pppl bd Fax. 021-708052 BANDUNG 40294

No. Contoh
Pekerjaan
Keterangan

: Proyek Jalan Bontang - Sangata.
: Pengkajian Pemanfaatan Bahan Sub Standar
: A. Kasar=21%. A. Sedang=49%, Pasir=30%)

**PERCOBAAN MARSHALL
SNI 06 - 2489 - 1991**

Dikerjakan : 2 Oktober 1999
Dihitung : Syamburi, Sutrisno, Dkk.
Diperiksa :

Proving Kalibrasi proving ri 1.90 Kg

No./Sta.	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q
1		5.0	1038.5	1040.4	574.9	465.5	2.231	2.375	15.22	6.05	60.23	310.0	589.0	700.9	2.62	267.5	4.23
2		5.0	1029.5	1032.9	566.6	466.3	2.208	2.375	16.09	7.02	56.38	306.0	581.4	691.9	2.59	267.1	4.23
3		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.00
1		5.5	1042.6	1044.7	581.3	463.4	2.250	2.375	15.658	6.537	58.304	364.0	691.6	823.0	2.80	293.9	4.74
2		5.5	1050.4	1052.3	589.6	462.7	2.270	2.359	14.19	3.76	73.54	355.0	674.5	802.7	2.61	307.5	4.74
3		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.00
1		6.0	1060.4	1062.4	597.3	465.1	2.280	2.343	14.27	2.67	81.28	429.0	815.1	970.0	2.78	346.4	5.24
2		6.0	1058.4	1061.0	594.7	466.2	2.270	2.343	14.64	3.09	78.88	415.0	788.5	938.3	2.80	335.1	5.24
3		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.00
1		6.5	1059.7	1061.3	592.3	469.1	2.275	2.343	14.458	2.883	80.078	440.0	825.0	954.1	2.8	340.8	5.2
2		6.5	1060.7	1062.8	595.6	467.3	2.270	2.327	15.51	2.91	81.22	240.0	456.0	542.6	2.85	190.4	5.74
3		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.00
1		7.0	1050.9	1063.7	594.3	469.4	2.239	2.311	16.72	3.14	81.23	231.0	438.9	522.3	2.95	177.0	6.25
2		7.0	1062.3	1064.8	592.7	472.1	2.250	2.311	16.30	2.65	83.75	216.0	410.4	488.4	3.10	157.5	6.25
3		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.00
							2.244	2.311	16.510	2.894	82.488			505.3	3.0	167.3	6.2

BJ. Bulk Agregat :	2.500	BJ. Aspal	1.03	Gmm* :	2.362	BJ. Eff. Agregat ** :	2.550	Absp. aspal *** :	0.81
--------------------	-------	-----------	------	--------	-------	-----------------------	-------	-------------------	------

Keterangan :

a = % aspal terhadap batuan.

b = % aspal terhadap campuran.

c = Berat contoh kering (gr)

d = Berat contoh dalam keadaan jenuh (gr).

e = Berat contoh dalam air (gr).

f = Isi contoh (d - e).

g = Berat isi (c / f)

*Gmm ditentukan dengan cara AASHTO T 209

pada kadar asp. optimum perkiraan (Pb)

$Pb = 0.035(\%CA) + 0.045(\%FA) + 0.18(\%FF) + K$

K = 0.5 - 1 untuk Laston , 2.0 - 3.0 untuk Laston

**Bj eff. a; % agregat

100 % aspal

Gmm BJ. aspal

h = BJ. Maksimum campuran (teoritis) =

100

% agregat % aspal

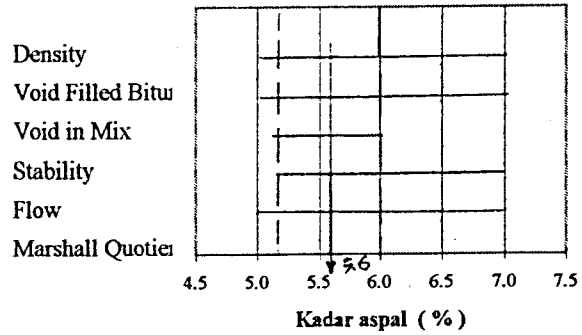
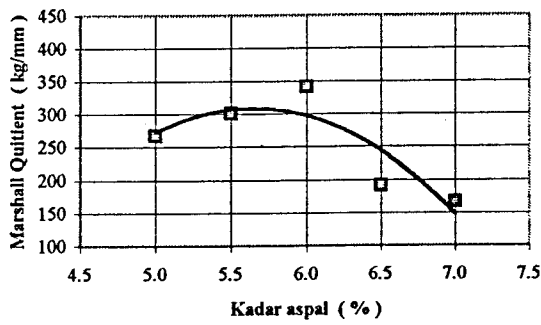
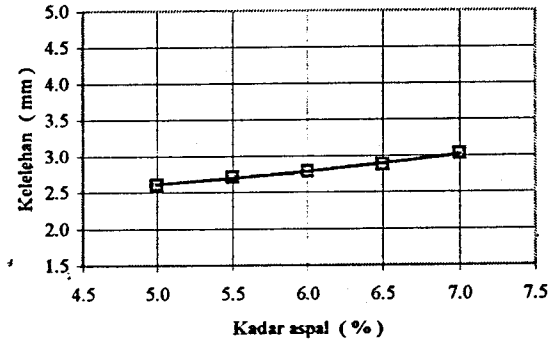
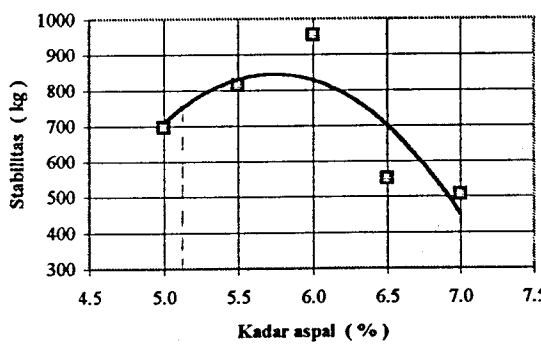
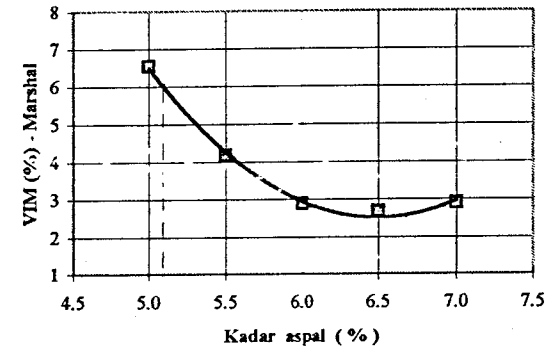
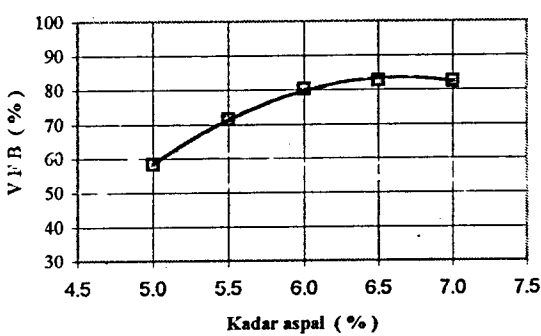
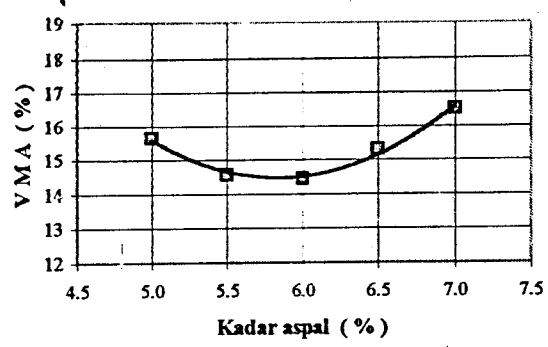
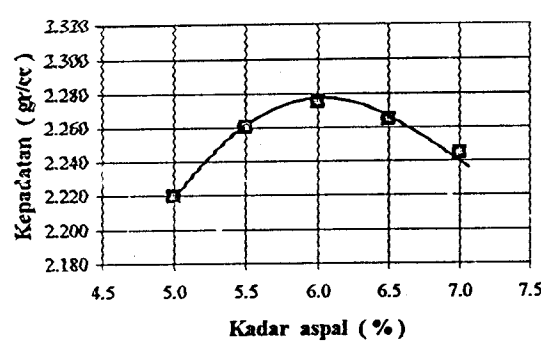
BJ. eff. a; BJ. aspal

i = % rongga diantara agregat

100 (100 - b) g

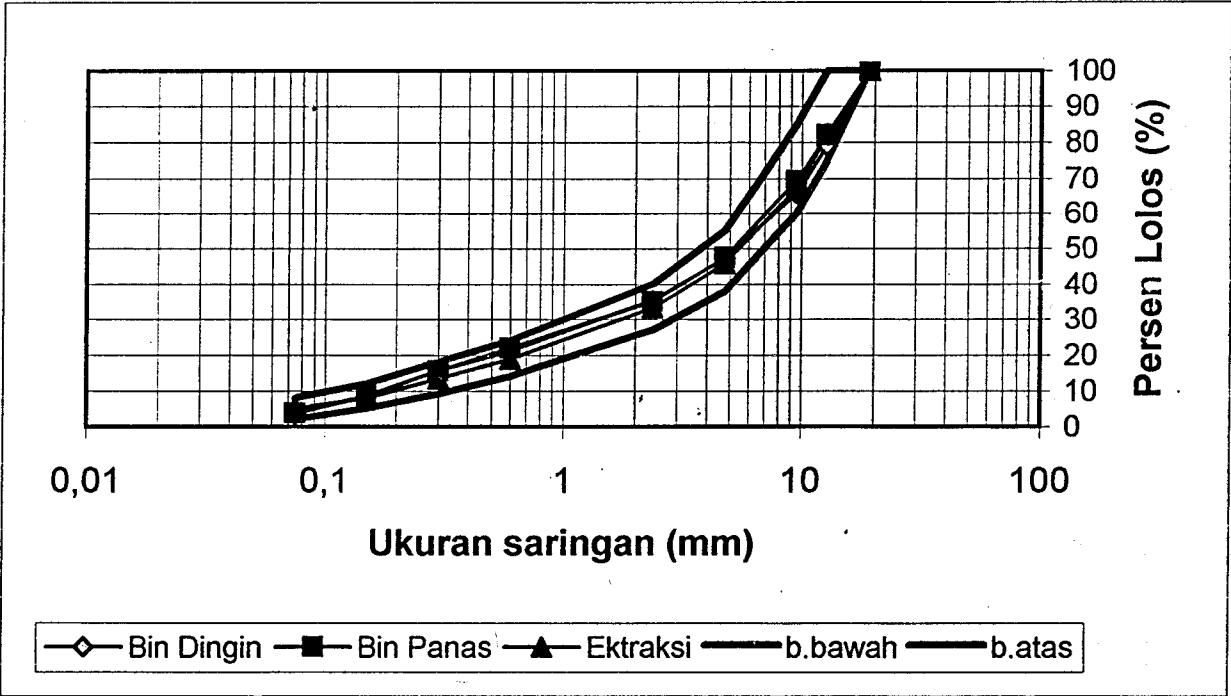
BJ. bulk agregat

GRAFIK PERCOBAAN MARSHALL



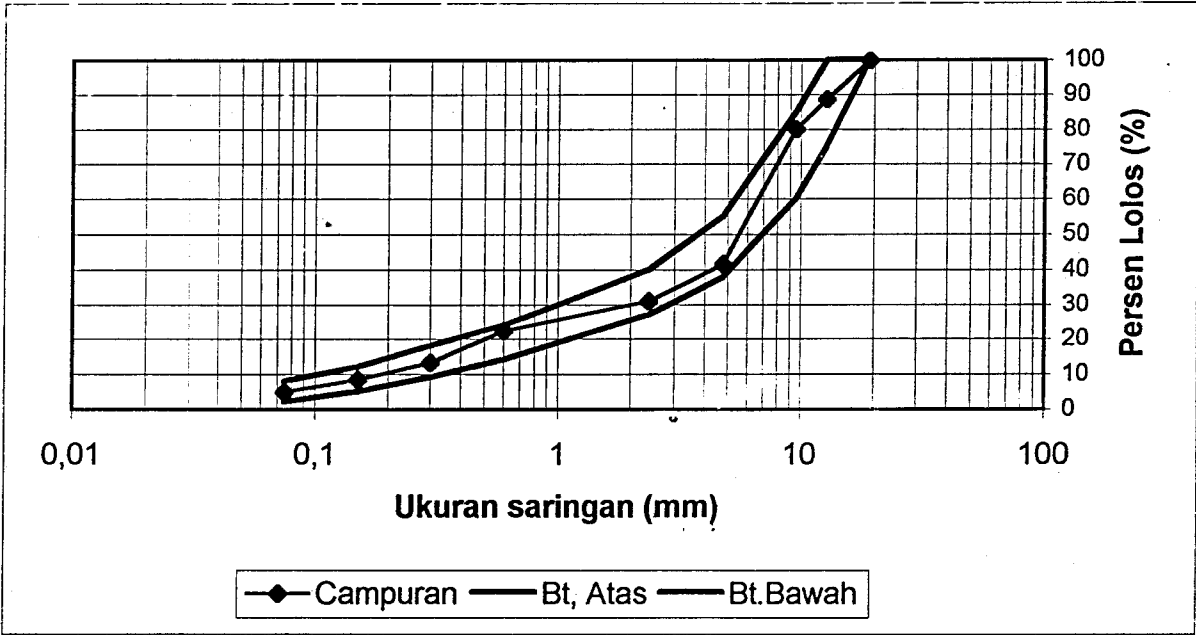
Tabel 4.2.7 Gradasi Agregat Campuran

Ukuran Saringan	Persen Lolos				
	Bin Dingin	Bin Panas	Ektraksi	b.bawah	b.atas
19	100	100	100	100	100
12,7	79,21	82,12	82,2	75	100
9,5	65,58	69,34	67,05	60	85
4,75	47,36	47,45	45,87	38	55
2,36	35,52	35,11	33,35	27	40
0,6	21,02	21,95	18,82	14	24
0,3	15,56	15,66	13,36	9	18
0,15	8,47	8,66	7,97	5	12
0,075	3,61	3,81	5,06	2	8



Gradasi Agregat Campuran

Ukuran saringan	Persen Lolos		
	Campuran	Bt. Atas	Bt. Bawah
3/4 "	100,0	100,0	100,0
1/2 "	88,8	100,0	75,0
3/8 "	80,1	85,0	60,0
# 4	41,6	55,0	38,0
# 8	31,2	40,0	27,0
# 30	22,5	24,0	14,0
# 50	13,3	18,0	9,0
#100	8,5	12,0	5,0
# 200	4,9	8,0	2,0



LAMPIRAN 1.b.

PERHITUNGAN HARGA SATUAN CAMPURAN BETON ASPAL (AC)

BAHAN IMPORT DARI PALU

No.	Komponen	Satuan	Perkiraan Kwantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A.	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	0.0217	1,000	22
2	Mandor	Jam	0.0022	2,000	4
B.	BAHAN				
1	Agregat Kasar	m ³	0.7917	120,000	95,004
2	Agregat Halus	m ³	0.7917	125,000	98,963
3	Filler	m ³	0.6786	200,000	135,720
4	Aspal	kg	61.8	2,000	123,600
C.	PERALATAN				
1	Wheel Loader	Jam	0.0015	48,420	73
2	AMP	Jam	0.0022	168,364	370
3	Genset	Jam	0.0022	37,375	82
4	Dump Truck	Jam	0.0439	34,000	1,493
5	Asphalt Finisher	Jam	0.0027	47,351	128
6	Tandem Roller	Jam	0.0016	26,911	43
7	Tire Roller	Jam	0.0023	36,277	83
8	Alat Bantu	Ls	1	250	250
D.	Total harga per meter kubik terpasang				455,835

(1 ton = 2.262 m³)

LAMPIRAN 1.a.**PERHITUNGAN HARGA SATUAN CAMPURAN BETON ASPAL (AC)****BAHAN LOKAL SARANG BURUNG**

No.	Komponen	Satuan	Perkiraan Kwantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A.	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	0.0217	1,000	22
2	Mandor	Jam	0.0022	2,000	4
B.	BAHAN				
1	Agregat Kasar	m ³	0.8365	72,000	60,228
2	Agregat Halus	m ³	0.8365	75,000	62,738
3	Filler	m ³	0.717	130,000	93,210
4	Aspal	kg	56.135	2,000	112,270
C.	PERALATAN				
1	Wheel Loader	Jam	0.0015	48,420	73
2	AMP	Jam	0.0022	168,364	370
3	Genset	Jam	0.0022	37,375	82
4	Dump Truck	Jam	0.0439	34,000	1,493
5	Asphalt Finisher	Jam	0.0027	47,351	128
6	Tandem Roller	Jam	0.0016	26,911	43
7	Tire Roller	Jam	0.0023	36,277	83
8	Alat Bantu	Ls	1	250	250
D.	Total harga per meter kubik terpasang				330,994

(1 ton = 2,39 m³)

LAMPIRAN 1.e.**PERHITUNGAN HARGA SATUAN PONDASI KLAS A****BAHAN BAHAN LOKAL**

No.	Komponen	Satuan	Perkiraan Kwantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A.	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	0.042	750	32
2	Mandor	Jam	1.2	1,500	1,800
B.	BAHAN				
1	Agregat Kasar	m ³	0.96	60,000	57,600
C.	PERALATAN				
1	Motor Grader	Jam	0.1	57,000	5,700
2	Vibrator Roller	Jam	0.042	39,911	1,676
3	Water Tanker	Jam	0.014	25,578	358
D.	Total harga per meter kubik terpasang				67,166

LAMPIRAN 1.d.

PERHITUNGAN HARGA SATUAN PONDASI KLAS A

BAHAN IMPORT DARI PALU

No.	Komponen	Satuan	Perkiraan Kwantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A.	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	0.042	750	32
2	Mandor	Jam	1.2	1,500	1,800
B.	BAHAN				
1	Agregat Kasar	m ³	0.96	100,000	96,000
C.	PERALATAN				
1	Motor Grader	Jam	0.1	57,000	5,700
2	Vibrator Roller	Jam	0.042	39,911	1,676
3	Water Tanker	Jam	0.014	25,578	358
D.	Total harga per meter kubik terpasang				105,566



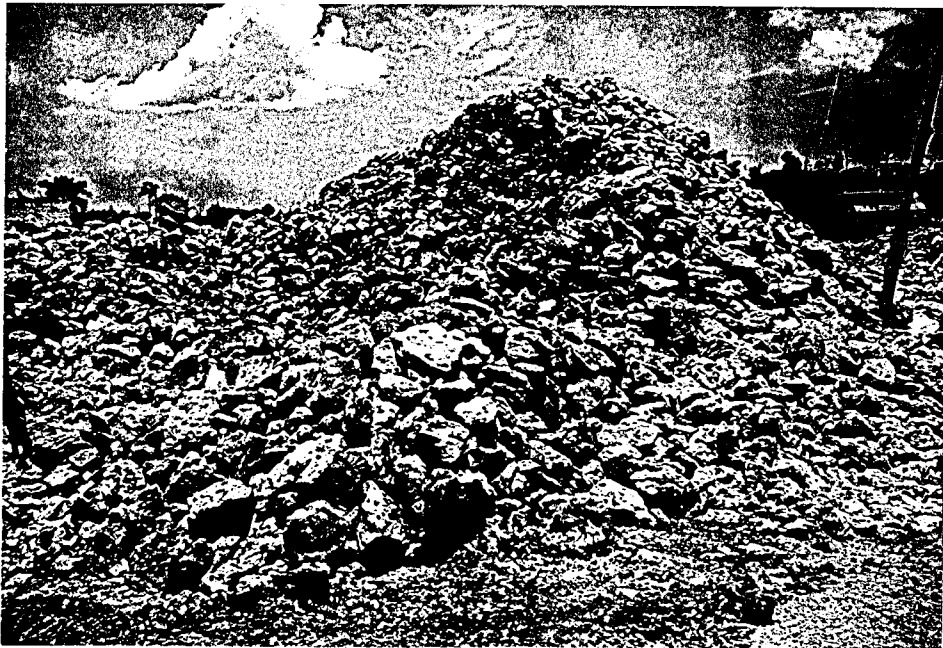
Lokasi Bahan Gunung Putra Bulu (Awang Bangkal Prop.Kal-Sel.



Pengambilan Bahan dengan Cara Manual.



Lokasi Bahan Perkerasan Gunung Santan Propinsi Kal-Tim.



Timbunan Bahan Hasil Pemecahan Secara Manual.



Lokasi Bahan dari Gunung Sangata Propinsi Kalimantan Timur.



Tempat Pemecahan Batu Secara Manual oleh Penduduk Sekitar Kuari.



Lokasi Bahan dari Gunung Sarang Burung Propinsi Kalimantan Timur.

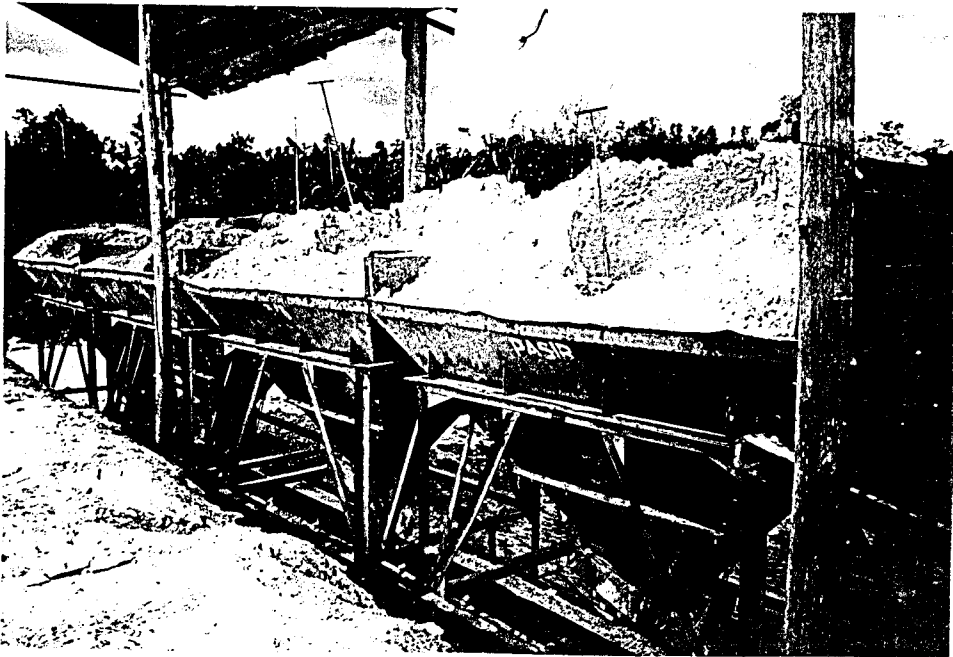


Pemecah Batu untuk Bahan Lapis Pondasi Ruas Jalan Kota Bangun – Permai.

PELAKSANAAN PERCOBAAN SKALA PENUH

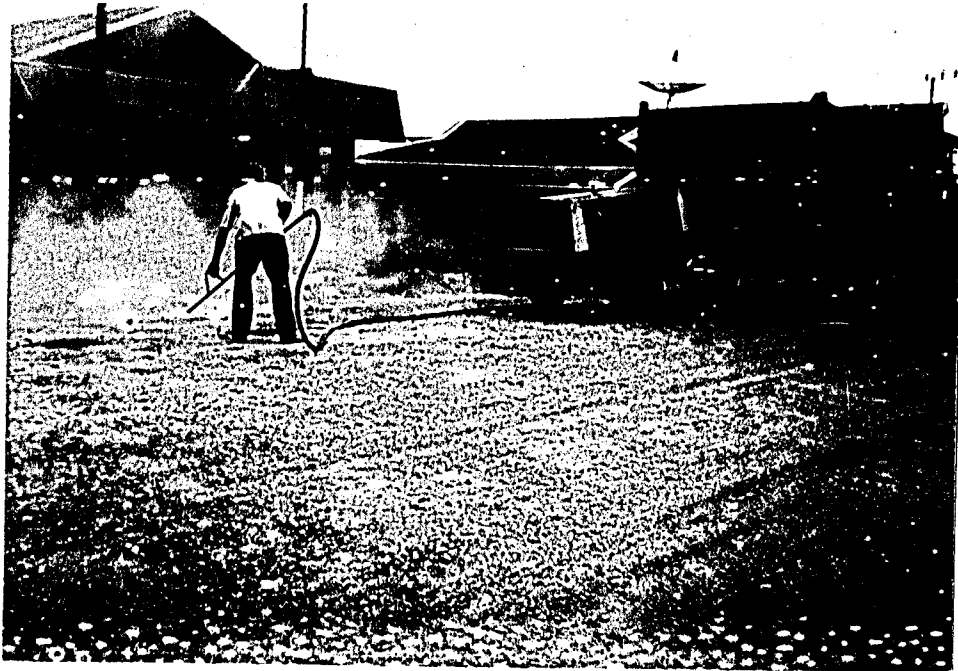


Bahan/Agregat Untuk Campuran Aspal Beton

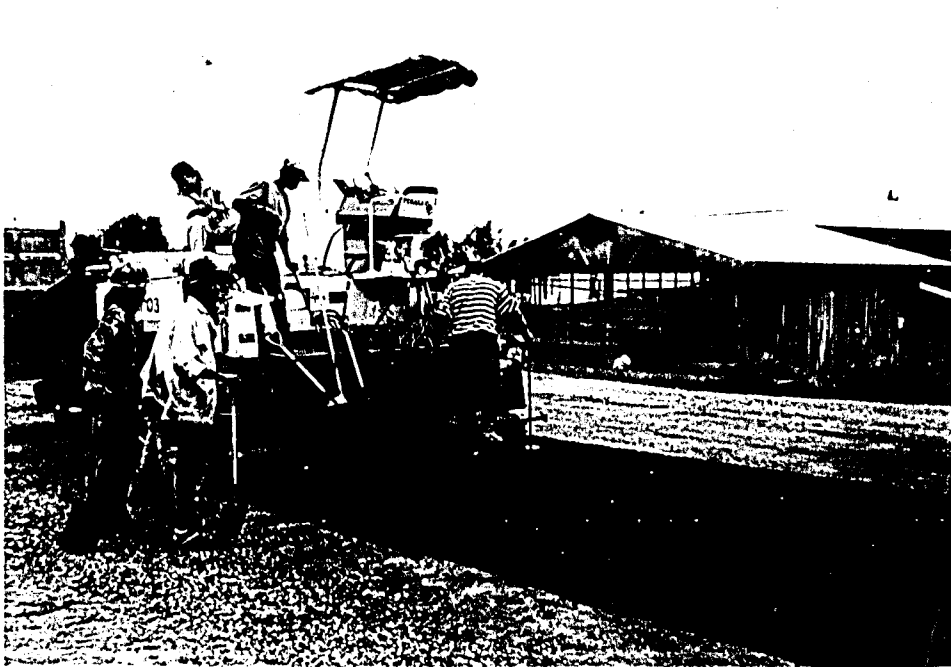


Bahan untuk Campuran Aspal Beton di Bin Dingin

PELAKSANAAN PERCOBAAN SKALA PENUH

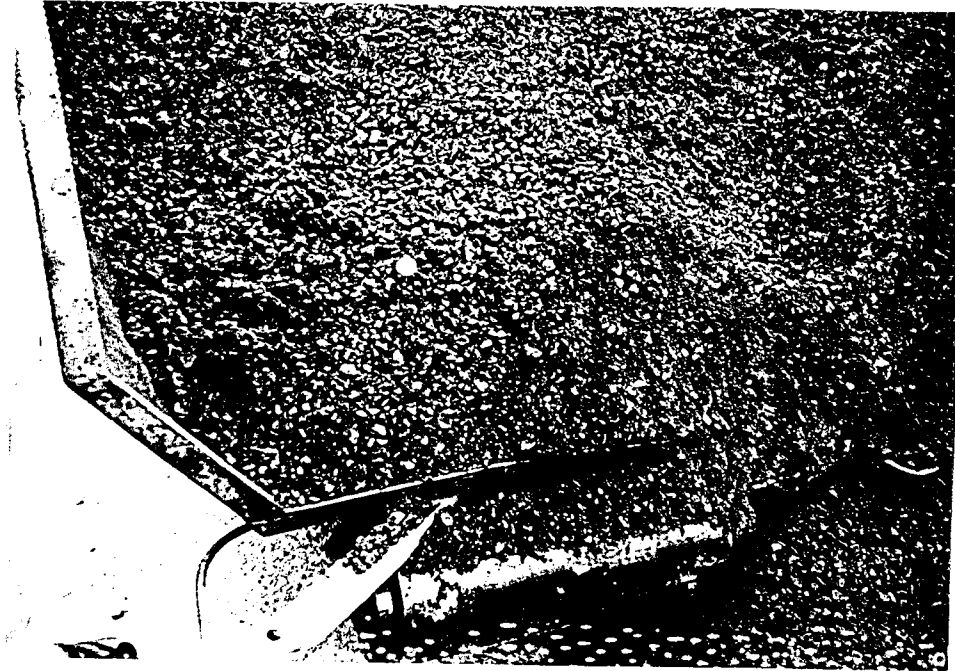


Pembersihan permukaan jalan dari debu dan kotoran

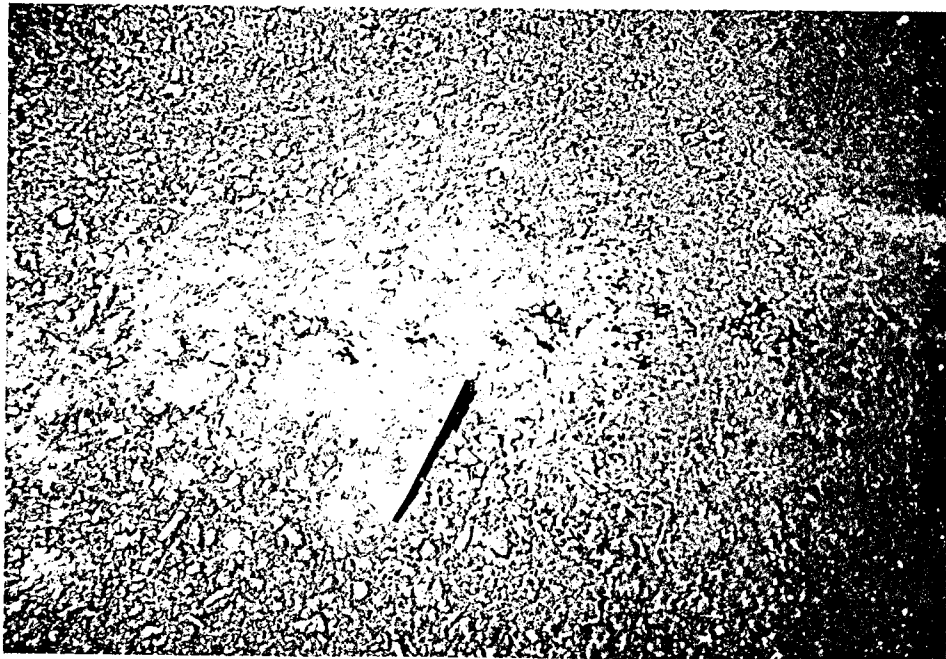


Penghamparan Campuran Beton Aspal

PELAKSANAAN PERCOBAAN SKALA PENUH



Campuran Aspal Beton dari Truk ke Alat Penghampar



Permukaan aspal Beton Setelah Dipadatkan

TJ: 140