



EKSTRAKSI ASBUTON MENGUNAKAN PELARUT BERBASIS BAHAN ORGANIK YANG DIPROSES DENGAN KOMBINASI AIR

PENGANTAR

1.1.1. Latar Belakang
1.1.2. Tujuan dan Maksud
1.1.3. Manfaat dan Kegunaan

METODE PENELITIAN

2.1.1. Jenis Penelitian
2.2.1. Lokasi dan Waktu Penelitian
2.3.1. Tahap Penelitian

DESKRIPSI ALAM

3.1.1. Lokasi Penelitian
3.2.1. Kondisi Lingkungan

PROSEDUR PENELITIAN

4.1.1. Tahap Penelitian
4.2.1. Tahap Penelitian

PENYIMPULAN DAN SARAN

5.1.1. Kesimpulan
5.2.1. Saran
5.3.1. Saran

DAFTAR PUSTAKA

6.1.1. Daftar Pustaka
6.2.1. Daftar Pustaka
6.3.1. Daftar Pustaka

LAMPIRAN

7.1.1. Lampiran
7.2.1. Lampiran
7.3.1. Lampiran

LAMPIRAN

8.1.1. Lampiran
8.2.1. Lampiran
8.3.1. Lampiran

LAMPIRAN

EKSTRAKSI ASBUTON MENGUNAKAN PELARUT BERBASIS BAHAN ORGANIK YANG DIPROSES DENGAN KOMBINASI AIR

ABSTRAK
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari penggunaan pelarut organik terhadap hasil ekstraksi asbution. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan pelarut organik berpengaruh signifikan terhadap hasil ekstraksi asbution. Semakin tinggi konsentrasi pelarut organik, semakin tinggi pula hasil ekstraksi asbution.

Kata Kunci: Ekstraksi, Asbution, Pelarut Organik, Kombinasi Air.
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari penggunaan pelarut organik terhadap hasil ekstraksi asbution. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan pelarut organik berpengaruh signifikan terhadap hasil ekstraksi asbution. Semakin tinggi konsentrasi pelarut organik, semakin tinggi pula hasil ekstraksi asbution.

Ekstraksi Asbution

Ekstraksi Asbution





**EKSTRAKSI ASBUTON
MENGUNAKAN PELARUT BERBASIS BAHAN ORGANIK
YANG DI PROSES DENGAN KOMBINASI AIR**



INFORMATIKA
Bandung

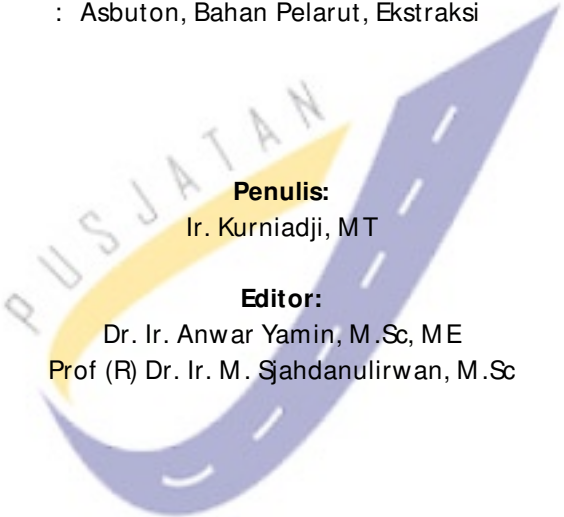
EKSTRAKSI ASBUTON MENGUNAKAN PELARUT BERBASIS BAHAN ORGANIK YANG DI PROSES DENGAN KOMBINASI AIR

Desember 2012

Cetakan Ke-1, tahun 2012, (x + 64 Halaman)

© Pemegang Hak Cipta Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan

No. ISBN : 978-602-1514-27-6
Kode Kegiatan : 03-PPK3-001107-S12
Kode Publikasi : IRE-TR-91/2012
Kata kunci : Asbuton, Bahan Pelarut, Ekstraksi



Penulis:

Ir. Kurniadji, MT

Editor:

Dr. Ir. Anwar Yamin, M.Sc, ME
Prof (R) Dr. Ir. M. Sjahdanulirwan, M.Sc

Diterbitkan oleh:

Penerbit Informatika - Bandung
Anggota IKAPI Jabar Nomor : 033/JBA/99

Pemesanan melalui:

Perpustakaan Puslitbang Jalan dan Jembatan
info@pusjatan.pu.go.id

Kata Pengantar

Jaringan jalan di Indonesia senantiasa harus dibangun dan dipelihara karena kontribusinya terhadap kondisi perekonomian dan pertahanan-keamanan. Perkerasan lentur masih merupakan pilihan yang ekonomis untuk pembangunan dan pemeliharaan jalan, untuk pekerjaan peraspalan dibutuhkan sekitar 1,2 juta ton sampai 1,8 juta ton pertahun. Dari kebutuhan ini, baru sekitar setengah sampai sepertiganya saja yang dapat dipenuhi pemasok dalam negeri, Pertamina, sedangkan sisanya diperoleh melalui impor, untuk mengurangi impor aspal dicoba menggunakan asbuton sebagai bahan substitusi sekaligus bahan tambah untuk meningkatkan karakteristik aspal keras.

Teknologi asbuton saat ini yang telah berkembang adalah teknologi asbuton butir dan modifikasi aspal keras dengan asbuton butir semi ekstraksi dan baru pada tahun tahun terakhir dicoba menggunakan asbuton murni hasil ekstraksi asbuton dimana asbuton jenis ini dapat langsung digunakan sebagai bahan untuk campuran beraspal, apakah sebagai aditif untuk meningkatkan mutu aspal minyak atau sebagai pengganti aspal minyak secara penuh

Untuk memperoleh bitumen asbuton dengan cara ekstraksi penuh (*full extraction*) telah dicoba digunakan bahan pelarut seperti Trichlor Ethylene (TCE), MTC, Premium, Benzene, Kerosin, naphta, toluen atau pelarut lainnya seperti yang telah dilakukan oleh beberapa perusahaan msalnya Alberta (1989), PT Timah (2003), PT Buton Asphalt Indonesia dan PT Wijaya Karya (2008), namun diperoleh hasil yang tidak begitu menggembirakan terutama dari segi karakteristik bitumen (asbuton murni) yang dihasilkan serta biaya operasional yang terlalu tinggi, sehingga harga jual asbuton murni tidak kompetitif dengan harga aspal keras.

Untuk ekstraksi asbuton secara penuh , ternyata selain bahan pelarut yang berbasis petroleum, bisa juga digunakan bahan pelarut berbasis organik yang mudah diperoleh di pasaran seperti terpenen, namun harus ditambah

surfaktan untuk meningkatkan daya larut dan memperbaiki karakteristik bitumen yang dihasilkan sehingga setara dengan sifat aspal keras. Untuk teknologi ekstraksi asbuton, proses pemisahan bitumen dari mineralnya biasa digunakan metode saringan, dimana hal ini ditinjau kurang praktis, oleh karena itu digunakan media air yang ditambahkan pada bahan pelarut, dimana proses ekstraksi ini selain tidak menggunakan saringan sebagai pemisah, juga prosesnya relative lebih cepat.

Semoga tulisan yang disusun ini bermanfaat bagi semua pihak, sehingga pemanfaatan asbuton untuk perkerasan jalan lebih maksimal.

Bandung, Desember 2012



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
1 PENDAHULUAN	1
2 DEPOSIT ASPAL ALAM	4
2.1 Deposit Asbuton	5
2.2 Aspal Danau Trinidad	6
3 PRODUKSI ASBUTON	9
3.1 Perkembangan Teknologi Asbuton	9
3.2 Jenis Asbuton yang telah diproduksi.....	11
4 KARAKTERISTIK ASBUTON DAN CAMPURAN BERASPAL.....	13
4.1 Karakteristik asbuton	13
4.2 Karakteristik Campuran Beraspal dengan Asbuton Butir dan Asbuton Murni Hasil Alat Standar dengan Bahan Pelarut Kerosene.....	15
5 ASBUTON MURNI HASIL EKSTRAKSI PELARUT ORGANIK.....	19
5.1 Bahan pelarut untuk ekstraksi asbuton	19
5.2 Bahan pelarut organik untuk ekstraksi asbuton	22
5.3 Asbuton murni sebagai additive pada aspal minyak	24
5.4 Asbuton murni pengganti aspal minyak dalam campuran beraspal	33
6 MODEL ALAT EKSTRAKSI DENGAN MEDIA SARINGAN	36
6.1 Asbuton murni hasil model alat ekstraksi dengan media saringan	39
6.2 Campuran beraspal dengan asbuton murni.....	40
6.3 Bitumen Asbuton Murni Hasil Alat Ekstraksi Setelah Perbaikan	44

7	MODEL ALAT EKSTRAKSI ASBUTON DENGAN MEDIA AIR.....	46
7.1	Perubahan Proses Ekstraksi.....	46
7.2	Hasil Perbaikan Model Alat Ekstraksi.....	49
8	PENUTUP.....	61
DAFTAR PUSTAKA		63



DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1. Deposit Aspal Alam Dunia	4
Tabel 2.2. Perkiraan Lokasi dan Deposit Asbuton	5
Tabel 2.3. Karakteristik TLA	8
Tabel 3.1. Jenis Asbuton Butir yang Telah Diproduksi	12
Tabel 3.2. Persyaratan Asbuton murni Hasil Ekstraksi	12
Tabel 4.1. Hasil uji fisik bitumen Asbuton dari Kabungka dan Lawele	13
Tabel 4.2. Hasil uji kimia bitumen Asbuton dari Kabungka dan Lawele	14
Tabel 4.3. Tipikal Hasil IUji Gradasi Mineral Asbuton Kabungka dan Lawele	14
Tabel 4.4. Tipikal Hasil uji komposisi mineral Asbuton Kabungka dan Lawele	15
Tabel 4.5. Hasil Pengujian Campuran beraspal dengan Marshall	15
Tabel 4.6. Hasil Pengujian Kedalaman Alur dengan <i>Wheel tracking Machine</i>	15
Tabel 5.1. Jenis-jenis Bahan Pelarut BitumenAsbuton yang Digunakan	20
Tabel 5.2. Hasil Ekstraksi Asbuton dengan Beberapa Jenis Bahan Pelarut	20
Tabel 5.3. Kadar bitumen Asbuton hasil ekstraksi temperatur bervariasi	21
Tabel 5.4. Hasil uji kimia bitumen dengan bahan pelarut terpentin dan TCE	22
Tabel 5.5. Hasil ekstraksi Asbuton dengan Terpentin Ditambah <i>Surfactan</i>	23
Tabel 5.6. Karakteristik Bitumen Asbuton Setelah Ditambah <i>Surfactan</i>	24
Tabel 5.7. Jenis dan Contoh Aplikasi Bitumen Modifikasi (Harmein dari Francken, 1998)	24
Tabel 5.8. Hasil Pemeriksaan Properties Bitumen Asbuton	26
Tabel 5.9. Hasil Pemeriksaan Properties Aspal Keras Pen 60	27
Tabel 5.10. Hasil Pengujian Properties Aspal Gabungan	27
Tabel 5.11. Hasil Perhitungan properties Aspal Gabungan	28
Tabel 5.12. Hasil Uji Karakteristik Asbuton Murni	33

Tabel 5.13.	Resume Hasil Pengujian Aspal Miinyak Pen 60	34
Tabel 5.14.	Hasil Uji Marshall Campuran Beraspal dengan Asbuton Murni dan Aspal Keras Pen 60	34
Tabel 6.1a.	Resume Hasil Pemeriksaan Asbuton Murni Produk 1-3	39
Tabel 6.1b.	Resume Hasil Pemeriksaan Asbuton Murni Produk 4-6	39
Tabel 6.2.	Gradasi Agregat Gabungan	40
Tabel 6.3.	Karakteristik Campuran Beraspal dengan Asbuton Murni dan Aspal Minyak pen 60	41
Tabel 6.4.	Hasil Uji Alur Campuran dengan <i>Wheel Tracking Machine</i>	42
Tabel 6.5.	Hasil Pemeriksaan AsbutonMurni dengan Variasi Waktu	44
Tabel 6.6.	Hasil pengujian karakteristik asbuton murni hasil ekstraksi	45
Tabel 7.2.	Hasil Uji AsbutonHasil Model Alat Ekstraksi	51
Tabel 7.3.	Hasil Uji Asbuton Hasil Model Alat EkstraksiPerbaikan-2	51
Tabel 7.4.	Perbaikan-3Model Alat Ekstraksi dan Fungsinya	52
Tabel 7.5.	Karakteristik Asbuton Murni HasilEkstraksiPerbaikan-3	53
Tabel 7.6.	Karakteristik Asbuton Murni Hasil Alat Ekstraksi Perbaikan-3	54
Tabel 7.7.	Hasil Uji Properties Aspal Minyak Pen 60	55
Tabel 7.8.	KarakteristikCampuran Beraspal dengan Asbuton Murni dan Aspal Pen 60	56
Tabel 7.9a.	Hasil Pemeriksaan Kedalaman Alur Campuran Beraspal Panas pada Kadar Aspal optimum	56
Tabel 7.9b.	KetahananCampuran Beraspal Panas pada Kadar Aspal Optimum	56
Tabel 7.10.	Hasil Pemeriksaan Modulus Resilien Campuran Beraspal Panas pada Kondisi Aspal Optimum	58
Tabel 7.11.	Ketahanan Campuran Beraspal Panas pada Kondisi Aspal	59

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1. Penambangan Asbuton Secara Terbuka	6
Gambar 2.2. Aspal Danau Trinidad	7
Gambar 2.3. Perbandingan Pengelolaan Asbuton dan TLA (Harmein 2010)	7
Gambar 4.1. Hubungan Antara Repetisi Beban dengan Deformasi	17
Gambar 4.2. Hubungan Regangan dengan Repetisi Beban	17
Gambar 4.3. Hubungan Antara % Penggunaan Asbuton Butir dan Modulus Resilient Campuran Beraspal	18
Gambar 5.1. Hubungan Jenis Bahan Pelarut dan Kadar Bitumen Asbuton Hasil Ekstraksi pada Temperatur 25°C	21
Gambar 5.2. Hubungan % <i>Surfactan</i> dengan Asbuton Hasil Ekstraksi	23
Gambar 5.3. Hubungan Persentase Asbuton Murni dan Penetrasi	29
Gambar 5.4. Hubungan Persentase Asbuton Murni dan Titik Lembek	30
Gambar 5.5. Hubungan Persentase Asbuton Murni dan Indeks Penetrasi	31
Gambar 5.6. Hubungan persentase asbuton murni dan PG	33
Gambar 6.1. Bagan Alir Operasi Model Alat Ekstraksi Asbuton dengan Media Saringan	37
Gambar 6.2a. Gambar Model Alat Ekstraksi Asbuton	38
Gambar 6.2b. Foto Model Alat Ekstraksi Asbuton	38
Gambar 6.3. Hubungan Lintasan dengan Deformasi pada Campuran	42
Gambar 6.4. Hubungan temperatur dengan modulus Campuran	42
Gambar 6.5. Hubungan Repetisi beban dengan regangan pada Campuran beraspal	43
Gambar 7.1. Bagan Alir Ekstraksi Menggunakan Media Air	47
Gambar 7.2. Fraksi hasil ekstraksi dengan media air	48
Gambar 7.3. Bagan Alir Operasi Model Alat Ekstraksi dengan Media Air	49

Gambar 7.4.	Cairan Hasil Destilasi	50
Gambar 7.5.	Hasil Uji Kedalaman Alur Campuran Beraspal Panas	57
Gambar 7.6.	Modulus Campuran Beraspal Panas Asbuton Murni dan Pen 60	58
Gambar 7.7.	Hasi UjiFatig Campuran Beraspal Panas	60



Bab-1

PENDAHULUAN

Jaringan jalan di Indonesia senantiasa harus dibangun dan dipelihara karena kontribusinya terhadap kondisi perekonomian dan pertahanan-keamanan, usaha ini diwarnai oleh beberapa isu:

- Perkerasan lentur masih merupakan pilihan yang ekonomis untuk pembangunan dan pemeliharaan jalan (Harmein,2010).
- Kebutuhan aspal di Indonesia untuk pekerjaan peraspalan sekitar 1,2 juta ton sampai 1,8 juta ton pertahun. Dari kebutuhan ini, baru sekitar setengah sampai sepertiganya saja yang dapat dipenuhi pemasok dalam negeri, Pertamina, sedangkan sisanya diperoleh melalui impor.
- Potensi aspal batu buton (Asbuton) yang melimpah, merupakan aspal alam yang terdapat di Pulau Buton Sulawesi Tenggara. Cadangan aspal alam asbuton di Pulau Buton diperkirakan sekitar 677 juta ton, (pertambangan dan energi propinsi Sulawesi Tenggara,1997 dan data satelit),namun belum termanfaatkan optimal, karena keterbatasan pengetahuan, terutama dari sisi kinerja perkerasan paska implementasi .

Teknologi asbuton saat ini yang telah berkembang adalah teknologi asbuton butir dan modifikasi aspal keras dengan asbuton butir semi ekstraksi.

Pemanfaatan asbuton butir di dalam campuran beraspal belum maksimal, karena hanya dapat mensubstitusi aspal minyak sampai dengan 30 %; sedangkan untuk modifikasi aspal dengan asbuton butir semi ekstraksi lebih sedikit lagi dapat mensubstitusi aspal yaitu hanya sekitar 1,2%; itupun dengan berbagai kendala saat penggunaannya.

Disamping empat jenis asbuton butir yang telah direkomendasikan untuk digunakan dalam campuran beraspal, pada tahun 2008, terdapat terobosan baru untuk asbuton butir dengan munculnya produksi B 50/30. Asbuton ini memiliki kandungan bitumen dengan nilai penetrasi tinggi, sehingga dapat digunakan dalam campuran beraspal sampai 15% atau dapat mensubstitusi aspal sekitar 75%. Meskipun telah disusun spesifikasi khusus untuk asbuton butir B 50/30, namun belum terdapat data yang cukup tentang kinerja dan karakteristik campuran beraspal dengan B 50/30 baik di laboratorium maupun di lapangan.

Disamping asbuton butir dan asbuton semi ekstraksi, terdapat alternatif maupun teknologi lain yang lebih menjanjikan yaitu teknologi ekstraksi asbuton secara penuh (*full extraction*) sehingga diperoleh bitumen asbuton atau biasa disebut bitumen murni, dimana asbuton jenis ini dapat langsung digunakan sebagai bahan untuk campuran beraspal, apakah sebagai aditif untuk meningkatkan mutu aspal minyak atau sebagai pengganti aspal minyak secara penuh.

Untuk memperoleh bitumen asbuton dengan cara ekstraksi penuh (*full extraction*) telah dicoba digunakan bahan pelarut seperti Trichlor Ethylene (TCE), MTC, Premium, Benzene, Kerosin, naphta, toluen atau pelarut lainnya seperti yang telah dilakukan oleh beberapa perusahaan misalnya Alberta (1989), PT Timah (2003), PT Buton Asphalt Indonesiadan PT Wijaya Karya (2008), namun diperoleh hasil yang tidak begitu menggembirakan terutama dari segi karakteristik bitumen (asbuton murni) yang dihasilkan serta biaya operasional yang terlalu tinggi, sehingga harga jual asbuton murni tidak kompetitif dengan harga aspal keras. Disamping itu untuk memperoleh bitumen asbuton hasil ekstraksi masih banyak kendala terutama dalam hal penggunaan bahan pelarut dan teknologi ekstraksi yang harus terus dikembangkan.

Pada tahun 2008 telah dimulai kajian penggunaan beberapa jenis bahan pelarut non petroleum, yaitu bahan yang berbasis bahan organik namun perlu kajian lebih lanjut untuk jenis bahan tambahan pada bahan pelarut potensial untuk memperoleh bitumen asbuton yang lebih banyak, disamping itu perlu dikaji teknologi ekstraksi pemisahan bitumen dari mineral asbuton yang lebih baik.



Bab-2

DEPOSIT ASPAL ALAM

Seperti telah diketahui, terdapat dua jenis aspal alam yaitu aspal alam batuan (*rock asphalt*) contohnya Aspal Batu Buton (Asbuton) dan aspal alam danau (*lakeasphalt*) contohnya Trinidad Lake Asphalt. Jika dibandingkan dengan Trinidad Lake Asphalt (TLA) yang sangat terkenal dengan cadangan sekitar 10 – 15 juta ton, kadar aspal sekitar 55%, nilai penetrasi sekitar 2 (0,1 mm) dan titik lembek 95°C, Asbuton mempunyai kelebihan dalam hal jumlah cadangan yang melimpah seperti diperlihatkan pada Tabel 2.1, kelemahannya adalah rendahnya dan tidak homogenya kadar aspal, oleh karena itu perlu dilakukan kajian yang mendalam dalam pemanfaatannya untuk pekerjaan peraspalan.

Tabel 2.1. Deposit Aspal Alam Dunia

No.	Negara	Perkiraan deposit Aspal alam (ton)
1.	Indonesia	677.000.000
2.	Asiatic	35.000.000
3.	Trinidad (Trinidad Lake Asphalt)	30.000.000
4.	Swiss	10.000.000
5.	Perancis	7.000.000
6.	Bosnia	7.000.000

Sumber: Dep Kimpraswil,1999 dan Dep.Pertambangan & Energi Sultra,1997

2.1. Deposit Asbuton

Aspal alam yang tersedia di pulau Buton mempunyai cadangan yang sangat besar, dengan kadar aspal bervariasi antara 10% dan 50% dengan lokasi tersebar dari teluk Sampolawa s/d teluk Lawele sepanjang 75 km dengan lebar 27 km ditambah wilayah Enreke (kuli susu) yang termasuk wilayah kabupaten Buton Utara, dengan jumlah deposit seperti diperlihatkan pada Tabel 2.2.

Dari sekian banyak lokasi deposit Asbuton, baru lokasi penambangan Kabungka saja yang telah ditambang dan dimanfaatkan, daerah lokasi penambangan lainnya seperti daerah Lawele, baru dalam tahap eksplorasi dan sedikit pemanfaatannya.

Sejak tahun dua ribuan, barulah deposit Asbuton dari Lawele ditambang dengan cara penambangan terbuka, seperti diilustrasikan pada Gambar 2.1.

Tabel 2.2. Perkiraan Lokasi dan Deposit Asbuton

No.	Nama daerah	Kadar aspal,%	Deposit (juta ton)
1.	Kabungka	10 – 20	60
2.	Winto	10 – 20	3,20
3.	Winil	10 – 20	0,60
4.	Santopina	10 – 20	181,25
5.	Olala	10 – 20	47,089
6.	Enreko	10 – 20	174,725
7.	Lawele	20 - 40	210

Sumber :, KPN Bhumi Dharma, Bidang wilayah pertambangan dan energi prop.Sultra, 1997



Gambar 2.1. Penambangan Asbuton Secara Terbuka

2.2. Aspal Danau Trinidad

Aspal alam lain yang sudah sangat dikenal adalah Aspal Alam Danau dari Trinidad atau yang biasa disebut *Trinidad Lake Asphalt* (TLA). Deposit dari aspal ini berada dalam sebuah danau yang memiliki luas 40 Ha dengan kedalaman 75 m dan merupakan deposit aspal-alam terbesar ketiga di dunia dan berlokasi di La Brea sebelah Barat-Daya Trinidad, seperti disajikan pada Gambar 2.2.

Deposit *Trinidad Lake Asphalt* (TLA) ditemukan pada tahun 1595 oleh Sir Walter Raleigh seorang penjelajah dan ilmuwan asal Inggris. Pada saat ditemukan, Sir Walter telah langsung mendapatkan manfaat dari TLA, yaitu sebagai bahan penambal kapal yang bocor. Sejak saat itu, melalui banyak penelitian, kemudian diketahui banyak manfaat lain dari TLA.

Dari sisi kejadiannya, TLA berasal dari palung dalam yang merupakan hasil tabrakan Lempeng Karibia dan Busur Barbados. Kondisi ini mendorong deposit minyak bumi yang berada di dalam lempeng ke atas. Fraksi ringan kemudian menguap meninggalkan bagian lebih berat, yaitu bitumen dengan sifat seperti yang diberikan pada Tabel 2.3.

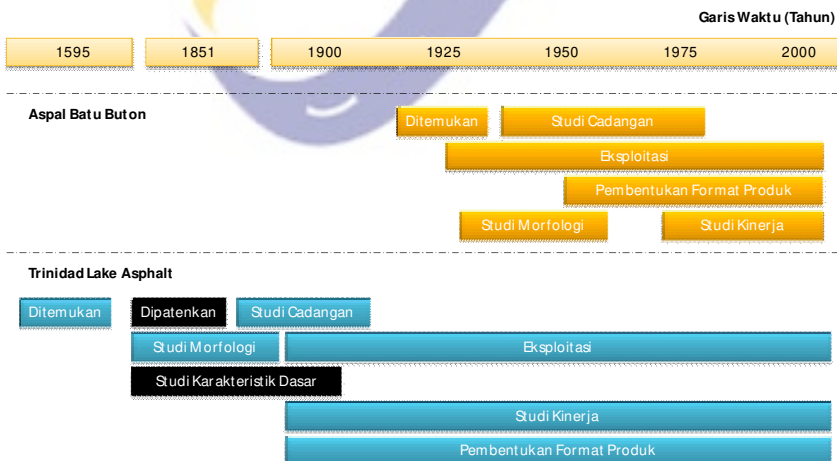


Lokasi Danau Aspal



Gambar 2.2. Aspal Danau Trinidad
(www.trinidad.com)

Berbeda dengan asbuton, TLA telah sejak lama menjadi komoditi dunia. Hal ini disinyalir karena proses penemuan, eksploitasi dan pendekatan manajemen TLA yang sudah demikian maju. Pada Gambar 2.3. disampaikan perbandingan proses yang dialami oleh TLA dibandingkan dengan Asbuton. Karakteristik TLA adalah seperti yang diperlihatkan pada Tabel 2.3.



Gambar 2.3. Perbandingan Pengelolaan Asbuton dan TLA
(Harmein 2010)

Tabel 2.3.Karakteristik TLA

No.	Karakteristik	Nilai
1.	Titik lembek, °C	93 – 99
2.	Kandungan Mineral, %	35 – 39
3.	Nilai Penetrasi, dmm	0 – 4
4.	Kelarutan Pada TCE, %	52 – 55
5.	Berat Jenis	1,39 – 1,44
6.	Maltenes (%bitumen)	63 - 66
7.	Asphaltene (%bitumen)	33 - 37

Sumber: Harmein dariRead, 2003 dan www.Trinidad.com



Bab-3

PRODUKSI ASBUTON

3.1. Perkembangan Teknologi Asbuton

Sejak diketemukannya pada tahun 1924 dan mulai diproduksi sejak tahun 1926, terjadi pasang surut penggunaan Asbuton di dalam negeri. Produksi asbuton pernah mengalami masa "*booming*" sampai 500.000 ton per tahun, tetapi akhirnya sempat terpuruk karena permintaan pasar yang menurun.

Sejak diketemukannya, teknologi pemakaian Asbuton terus berevolusi mulai dari Asbuton Konvensional, Asbuton Halus, Asbuton Mikro, Mastic Asbuton, Asbuton Butir, asbuton pra campur dan Asbuton Murni. Perkembangan teknologi Asbuton ini didorong oleh perkembangan teknologi produksi Asbuton yang bertujuan untuk mendapatkan kualitas campuran beraspal yang menggunakan Asbuton secara memuaskan.

Di era dua ribuan, produsen bekerjasama Pulitbang Jalan dan Jembatan berusaha mengubah citra buruk penggunaan Asbuton dengan mulai mengembangkan teknologi produksi Asbuton dan aplikasi, sehingga pada tahun 2005 telah diperoleh jenis Asbuton yang lebih handal untuk dimanfaatkan pada pekerjaan peraspalan.

Hal tersebut didukung pula dengan hasil rapat kerja Menteri Pekerjaan Umum dengan DPR RI tanggal 15 Maret 2005 adalah dengan memanfaatkan penggunaan aspal alam yang terdapat di pulau Buton Sulawesi Tenggara, yang dilanjutkan dengan dikeluatkannya Peraturan

Menteri Pekerjaan Umum Nomor 35/PRT//M.2006 tentang Peningkatan Pemanfaatan Aspal Buton untuk Pemeliharaan dan Pembangunan Jalan. Di dalam Peraturan menteri tersebut tersurat pemanfaatan asbuton direkomendasikan dalam bentuk butir, pra campur dan asbuton murni hasil ekstraksi.

Secara umum, karena Asbuton ini merupakan aspal alam, variabilitas kandungan bitumen dan sifat-sifat teknisnya bervariasi antara satu deposit dengan deposit lainnya, sehingga menyebabkan kesulitan dalam perencanaan campuran maupun penggunaannya bila yang digunakan adalah Asbuton konvensional, yaitu Asbuton yang memiliki ukuran butir maksimum 12,7 mm yang didapat dari pemecahan langsung Asbuton hasil tambang.

Perkembangan selanjutnya Asbuton konvensional ini adalah dengan menyeragamkan produk Asbuton yang dihasilkan, sehingga dikenal istilah Asbuton B16, B18 dan B20 dimana angka 16, 18 dan 20 menunjukkan presentase kadar bitumen yang dikandung Asbuton tersebut. Dengan demikian diharapkan ketepatan perencanaan campuran beraspal akan menjadi lebih baik lagi. Disamping jenis asbuton konvensional muncul pula pabrik-pabrik yang memproduksi asbuton halus, asbuton mikro dan mastic asbuton.

Selain tetap memperkecil ukuran butir Asbuton dan tetap menjaga kadar kandungan bitumennya, perkembangan selanjutnya untuk asbuton butir adalah menyeragamkan kekerasan bitumen dari Asbuton tersebut, sehingga dikenal istilah Asbuton Butir 5/20, 15/20, 15/25 dan 20/25, Walaupun teknologi Asbuton yang terakhir ini sudah cukup berhasil untuk mengatasi kelemahan Asbuton sebagai bahan pengikat dalam campuran beraspal, tetapi persentase substitusi terhadap aspal minyak masih sangat sedikit, yaitu maksimum hanya 30% saja oleh karena itu muncul asbuton butir B 50/30 yang dapat mensubstitusi aspal minyak sampai 75% dalam campuran beraspal.

Dengan munculnya aspal yang dimodifikasi dengan *additive* seperti polimer untuk menghasilkan aspal baru yang tahan terhadap temperatur tinggi dan beban berat. Pada tahun dua ribuan Puslitbang Jalan dan Jembatan bekerja

sama dengan produsen asbuton, telah mengkaji pembuatan aspal yang dimodifikasi dengan asbuton, biasa disebut asbuton pra campur.

Untuk mengoptimalkan penggunaan Asbuton, baik dari segi fungsinya dalam suatu campuran beraspal maupun dalam jumlah penggunaannya maka saat ini telah diperkenalkan jenis produk Asbuton yang dihasilkan dengan cara ekstraksi dimana kandungan mineral yang masih terdapat dalam produk Asbuton yang dihasilkan sudah lebih kecil dari 1%.

3.2. Jenis Asbuton yang telah diproduksi

Jenis Asbuton yang telah diproduksi oleh pabrik pengolah Asbuton dan telah dimanfaatkan untuk pekerjaan peraspalan adalah:

1) Asbuton Konvensional

Pada dekade delapan puluhan sampai sembilan puluhan, Asbuton hanya diproduksi dalam ukuran butir maksimum $1/2$ "(12,5 mm) yang diklasifikasikan berdasarkan kadar bitumennya, biasa disebut Asbuton konvensional dan digunakan untuk Lasbutag (Lapis Asbuton Agregat) campuran dingin, dan sedikit untuk Asbuton campuran panas dan hangat saat ini. Asbuton jenis ini memiliki sifat yang tidak homogen baik dari kandungan bitumennya maupun kadar air yang terkandung di dalamnya. Selain itu, persentase material halus yang lolos saringan ukuran 0,075 mm (No. 200) bervariasi dalam rentang yang sangat lebar, yaitu antara 12% - 60%. Saat ini Asbuton jenis ini tidak populer lagi digunakan karena selain sulit dalam perencanaan campuran juga kinerja yang dihasilkannya tidak begitu menggemblirakan.

2) Asbuton Halus

Asbuton halus adalah Asbuton yang memiliki ukuran partikel maksimumnya lebih kecil dari 6,3 mm dan persentase ukuran butir yang lolos saringan ukuran 2,36 mm (No. 8) antara 35% - 100%. Kadar air dari Asbuton jenis ini sekitar 6% dan untuk menjaga kadar air agar minimal tetap konstan, asbuton jenis ini dipackaging kedap air.

3) Asbuton Mikro

Asbuton mikro hampir sama sifatnya dengan Asbuton halus, hanya saja memiliki ukuran partikel yang lebih halus. Asbuton jenis ini memiliki

ukuran butir maksimumnya lebih kecil dari 2,36 mm dan persentase ukuran butir yang lolos saringan ukuran 0,6 mm (No. 30) antara 85% - 100%. Asbuton ini dapat memberikan kinerja lebih baik dibandingkan Asbuton halus, karena sifatnya yang lebih homogeny, lebih halus dan tidak menggumpal.

Tipikal perbedaan propertis dari ketiga jenis Asbuton butir seperti ditunjukkan dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Jenis Asbuton Butir yang Telah Diproduksi

Uraian	Jenis asbuton/ merk produksi			Satuan
	Konv.	Halus	Mikro	
Kadar bitumen	13-20	20	25	%
Kadar air	>6	6	2	%
Ukuran butir maks	12,5	4,75	2,36	M m
Kemasan	curah	kemasan	kemasan	-

4) Asbuton Murni

Asbuton murni adalah bitumen Asbuton yang diperoleh dari hasil ekstraksi total (*full extraction*) sehingga kandungan mineral yang tersisa sudah sangat kecil (<1%). Dari hasil ekstraksi asbuton, diperoleh bitumen asbuton dengan nilai penetrasi rendah, dan nilai penetrasi sesuai persyaratan aspal keras. Untuk bitumen asbuton dengan nilai penetrasi rendah dapat digunakan selain sebagai bahan substitusi aspal, juga dapat digunakan sebagai bahan aditif untuk memperbaiki sifat aspal keras yang digunakan sehingga memenuhi persyaratan aspal modifikasi. Asbuton murni harus memenuhi persyaratan seperti diperlihatkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Persyaratan Asbuton murni Hasil Ekstraksi

No.	Jenis Pengujian	Metode	Persyaratan*)
1.	Penetrasi, 25 °C; 100 gr; 5 detik; 0,1 mm	SNI 06-2456-1991	40 - 60
2.	Titik Lembek, °C	SNI 06-2434-1991	Min. 55
3.	Titik Nyala, °C	SNI 06-2433-1991	Min. 225
4.	Daktilitas; 25 °C, cm	SNI 06-2432-1991	Min. 100
5.	Berat jenis	SNI 06-2441-1991	Min. 1,0
6.	Kelarutan dalam Trichlor Etylen; % berat	ASTM M-04-2004	Min. 99
7.	Penurunan Berat (dengan TFOT), %berat	SNI 06-2440-1991	Max. 0,8
8.	Penetrasi setelah penurunan berat, % asli	SNI 06-2456-1991	Min. 58
9.	Daktilitas setelah penurunan berat, cm	SNI 06-2432-1991	Min. 50

*)spesifikasi umum 2007

Bab-4

KARAKTERISTIK ASBUTON DAN CAMPURAN BERASPAL DENGAN ASBUTON

4.1. Karakteristik Asbuton

Seperti telah diketahui, di dalam Asbuton terdapat dua jenis unsur utama, yaitu bitumen dan mineral. Di dalam pemanfaatannya untuk pekerjaan peraspalan, kedua jenis unsur tersebut akan sangat dominan mempengaruhi kinerja campuran beraspal yang direncanakan. Hasil pengujian fisik dan analisis kimia Asbuton hasil ekstraksi asbuton, dari Kabungka dan Lawele diperlihatkan pada Tabel 4.1. dan Tabel 4.2.

Tabel 4.1. Hasil uji fisik bitumen Asbuton dari Kabungka dan Lawele

Jenis pengujian	Hasil Uji	
	Asbuton Dari Kabungka	Asbuton dari Lawele
Kadar bitumen,%	20	30,08
Penetrasi, 25°C,100 gr, 5 detik,0,1 mm	4	36
Titik lembek, °C	101	59
Daktilitas, 25°C, 5cm/menit, cm	< 140	>140
Kelarutan dalam C ₂ HCL ₃ , %	-	99,6
Titik Nyala, °C	-	198
Berat Jenis	1,046	1,037
Penurunan berat (TFOT), 163°C, 5 jam	-	0,31
Penetrasi setelah TFOT, % asli	-	94
Titik Lembek setelah TFOT, °C	-	62
Daktilitas setelah TFOT, cm	-	>140

Tabel 4.2. Hasil uji kimia bitumen Asbuton dari Kabungka dan Lawele

Jenis pengujian	Hasil Uji	
	Asbuton Dari Kabungka	Asbuton dari Lawele
Nitrogen (N),%	29,04	30,08
Acidafins (A1), %	9,33	6,60
Acidafins (A2), %	12,98	8,43
Parafin (P), %	11,23	8,86
Parameter Maltene	1,50	2,06
Nitrogen/ Parafin, N/P	2,41	3,28
Kandungan Asphaltene, %	39,45	46,92

Dilihat dari karakteristik lainnya Asbuton dari Kabungka memiliki penetrasi bitumen relatif lebih rendah dibandingkan dengan Asbuton dari Lawele. Namun demikian, dilihat dari komposisi kimia, aspal Asbuton dari kedua daerah deposit memiliki senyawa Nitrogen base yang tinggi dan parameter maltene baik. Hal tersebut mengindikasikan bahwa Asbuton memiliki pelekatan yang baik dengan agregat dan keawetan yang cukup.

Selain menghasilkan bitumen, proses ekstraksi ini juga menghasilkan mineral. Mineral Asbuton yang dihasilkan didominasi oleh “Globigerines limestone” yaitu batu kapur yang sangat halus yang terbentuk dari jasad renik binatang purba foraminifera mikro yang mempunyai sifat sangat halus, relatif keras berkadar kalsium tinggi dan baik sebagai filler pada campuran beraspal.

Sifat fisik dan kimia mineral hasil ekstraksi asbuton dari quarry Kabungka dan Lawele seperti diperlihatkan pada Tabel 4.3. dan Tabel 4.4.

Tabel 4.3. Tipikal Hasil IUji Gradasi Mineral Asbuton Kabungka dan Lawele

Ukuran Saringan		Lolos saringan (%)	
inci	mm	Asbuton dari Kabungka	Asbuton dari Lawele
No.8	2,38	100	100
No.30	0,595	100	99,1
No.50	0,297	100	89,1
No.100	0,148	95,6	49,3
No.200	0,074	4,5	32,2

Tabel 4.4. Tipikal Hasil uji komposisi mineral Asbuton Kabungka dan Lawele

Senyawa	Hasil uji kimia mineral	
	Asbuton dari Kabungka	Asbuton dari Lawele
CaCO ₃	86,66	72,90
MgCO ₃	1,43	1,28
CaSO ₄	1,11	1,94
CaS	0,36	0,52
H ₂ O	0,99	2,94
SiO ₂	5,64	17,06
Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	1,52	2,31
Residu	0,96	1,05

4.2. Karakteristik Campuran Beraspal dengan Asbuton Butir dan Asbuton Murni Hasil Alat Standar dengan Bahan Pelarut Kerosene

Percobaan di laboratorium dengan menggunakan Asbuton Butir yang berbeda nilai penetrasi bitumennya yaitu dari jenis 5/20, 15/20, 15/25 dan 20/25, dan asbuton murni hasil ekstraksi dengan alat standar di laboratorium dengan menggunakan kerosene menghasilkan campuran beraspal dengan sifat-sifat seperti yang diberikan pada Tabel 4.5., sebagai pembanding, dalam Tabel ini diberikan pula sifat campuran dari aspal minyak pen 60.

Tabel 4.5. Hasil Pengujian Campuran beraspal dengan Marshall

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian Campuran Beraspal dengan					Syarat*)
		Pen 60	Asb Butir 20/25	Asb Butir. 15/20	Asb Butir. 5/20	Asbuton murni	
1.	asbuton, dalam campuran, %	-	6,0	6,0	5,0	6,0	-
2.	Kadar aspal optimum, %	5,70	5,90	5,80	6,00	5,80	-
3.	Kepadatan, gr/cm ³	2,317	2,317	2,305	2,325	2,292	-
4.	Rongga terisi aspal (VFB), %	73,00	73,00	74,00	72,50	72,50	Min. 65
5.	Rongga dlm agregat (VMA), %	16,30	16,50	16,70	16,20	16,90	Min. 15
6.	Rongga thd campuran (VIM)	4,50	4,30	4,10	4,50	4,90	3,5 - 5,5
	- Marshall, %	3,00	3,00	3,00	3,00	2,80	2,5
7.	- PRD, %	1110	1310	1220	1375	13500	min 800
8.	Stabilitas, kg	3,30	3,30	3,60	3,70	3,30	Min. 3
9.	Kelelahan, mm	336,36	396,97	338,89	371,62	409,09	Min. 250
10.	Marshall Quotient, kg/mm	81,20	91,30	91,40	98,20	82,40	Min. 75
	Stabilitas sisa, %						

*) Spesifikasi umum Bina Marga 2007

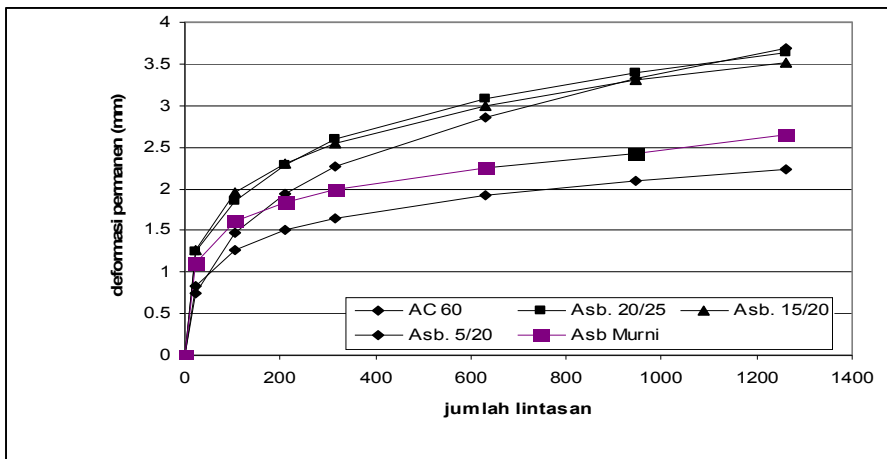
Pada kadar aspal optimum, dengan nilai kepadatan yang sama dengan kepadatan pada campuran beraspal yang telah dipadatkan, dilakukan pengujian kedalaman alur menggunakan alat *Wheel Tracking Machine*, hasil pengujian diperlihatkan pada Tabel 4.6. dan Gambar 4.1. yang menunjukkan campuran beraspal panas yang ditambah Asbuton cenderung mempunyai stabilitas dinamis yang lebih tinggi, kecepatan deformasi kedalaman alur yang lebih rendah dibandingkan dengan campuran beraspal panas dengan aspal keras.

Disamping itu juga dapat dikemukakan makin rendah penetrasi bitumen Asbuton diperoleh nilai stabilitas dinamis lebih tinggi, kedalaman alur dan kecepatan deformasi yang lebih rendah. Dengan kata lain lebih rendah nilai penetrasi bitumen Asbuton, lapisan akan makin tahan terhadap deformasi akibat repetisi beban.

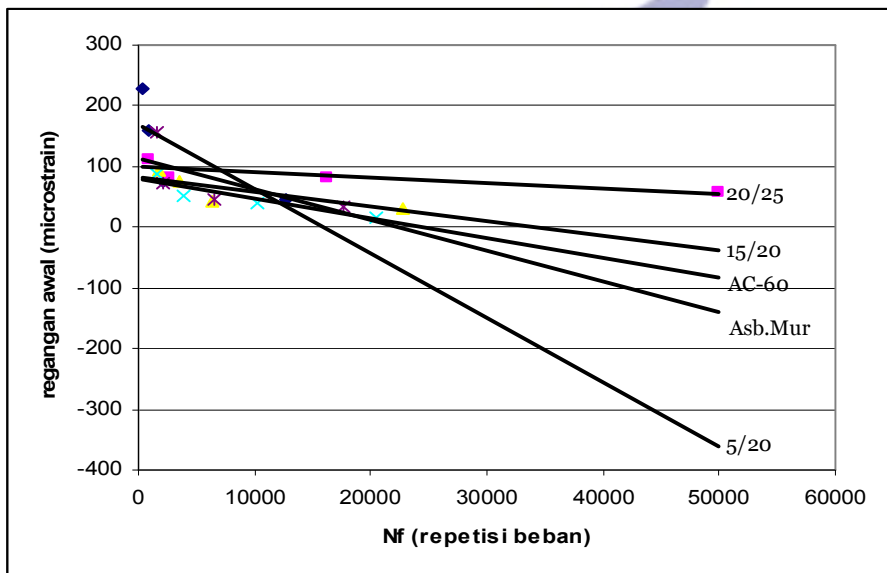
Bertolak belakang dengan hasil pengujian alur dengan alat *Wheel Tracking Machine*, pada hasil pengujian fatig menghasilkan hubungan regangan dengan repetisi beban seperti diperlihatkan Gambar 4.1. menunjukkan makin rendah nilai penetrasi bitumen dalam campuran beraspal terdapat kecenderungan makin tidak tahan terhadap fatig akibat repetisi beban. Oleh karena itu jumlah Asbuton yang digunakan dalam campuran beraspal harus dipertimbangkan, pengujian kekakuan campuran memperlihatkan bahwa makin rendah nilai penetrasi bitumen dalam campuran maka akan diperoleh campuran dengan kekakuan yang lebih tinggi artinya makin rendah penetrasi bitumen, maka akan makin tinggi nilai modulus yang diperoleh, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4.2.

Tabel 4.6. Hasil Pengujian Kedalaman Alur dengan *Wheel tracking Machine*

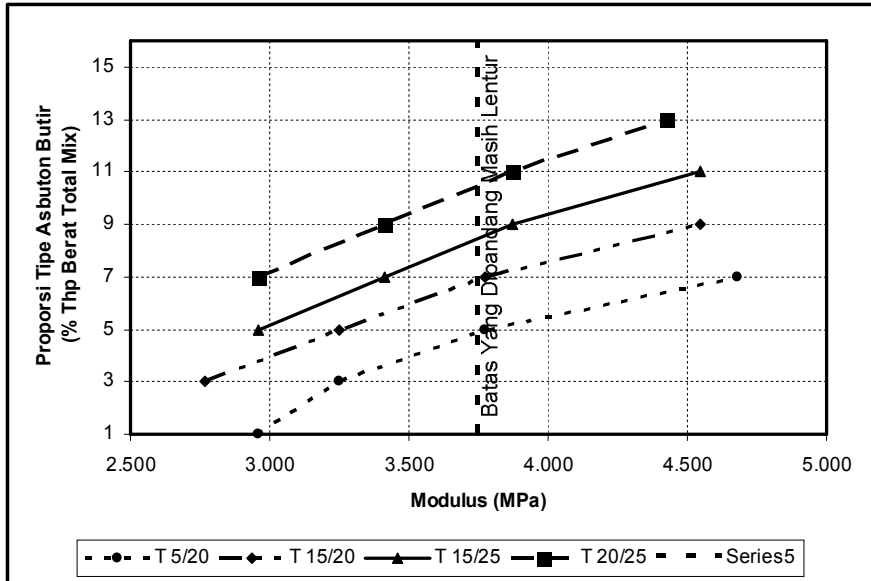
No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian					syarat
		AC 60	Asb. Butir 20/25	Asb. Butir 15/20	Asb. Butir 5/20	Asb. Murni	
1.	Ked. Alur (DO), mm	2,50	2,67	2,64	1,67	2,01	Min. 2500
2.	Kec. Def. (RD), mm/mnt	0,024	0,016	0,015	0,009	0,011	
3.	Stab. Dinamis (DS), lint/mm	1750	2625	2864	4500	3706	



Gambar 4.1. Hubungan Antara Repetisi Beban dengan Deformasi



Gambar 4.2. Hubungan Regangan dengan Repetisi Beban



Gambar 4.3. Hubungan Antara % Penggunaan Asbuton Butir dan Modulus Resilient Campuran Beraspal

Bab-5

ASBUTON MURNI HASIL EKSTRAKSI ALAT STANDAR DI LABORATORIUM DENGAN BAHAN PELARUT ORGANIK

5.1. Bahan Pelarut untuk Ekstraksi Asbuton

Pada dasarnya, semua jenis bahan yang dapat melarutkan aspal dapat digunakan untuk memisahkan bitumen dari mineral asbuton. Selama ini ekstraksi asbuton menggunakan bahan pelarut berbasis petroleum diantaranya Premium, Benzene, Kerosin, Toluen, MTC, Low N-Pentane, Naphta, asam sulfat, yang menghasilkan bitumen dengan karakteristik kurang memenuhi syarat dengan biaya operasional yang tinggi.

Dengan meningkatnya harga minyak bumi (*crude oil*), harga bahan pelarut ekstraksi asbuton yang berbasis petroleum juga ikut meningkat, untuk menghindari ketergantungan harga bahan pelarut asbuton pada harga minyak bumi dunia, dipilih bahan pelarut ekstraksi asbuton yang berbasis bahan organik.

Beberapa referensi menyebutkan, jenis bahan pelarut berbasis bahan organik yang dapat digunakan melarutkan aspal. Makin tinggi indeks kelarutan bahan pelarut yang digunakan, akan makin tinggi daya larutnya terhadap asbuton sedangkan makin rendah titik didihnya serta

diprediksi makin rendah temperatur yang dibutuhkan untuk memperoleh bitumen saat proses pemulihan (*recovery*). Percobaan dengan menggunakan beberapa jenis pelarut untuk mengekstraksi asbuton, menghasilkan asbuton murni dengan sifat-sifat seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.2 dan Gambar 5.1.

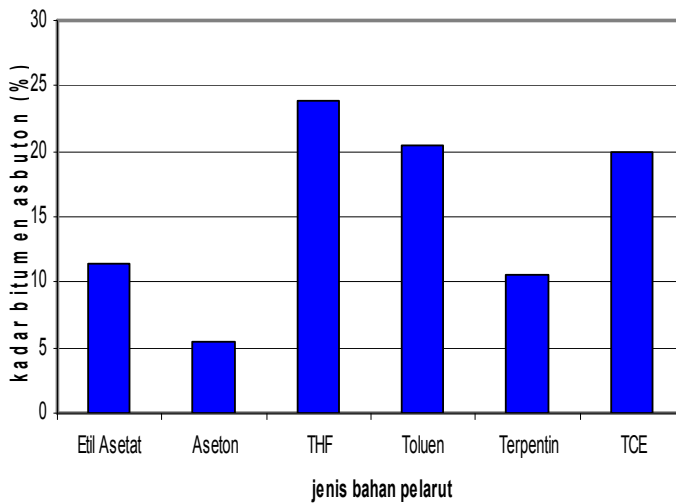
Tabel 5.1. Jenis-jenis Bahan Pelarut BitumenAsbuton yang Digunakan

No.	Jenis bahan pelarut	Titik didih($^{\circ}\text{C}^*$)	Indeks kelarutan*)	keterangan
1.	DCM	41	19,8	Sulit diperoleh
2.	Etil Asetat	77	18,6	
3.	Aseton	56	20,5	
4.	Furfural	162	22,9	Sulit diperoleh
5.	Tetra Hidro Furan (THF)	66	20,2	Sulit diperoleh
6.	Toluen	111	18,2	Berbahaya untuk kesehatan
7.	Terpentin	150-177	16,6	Banyak tersedia di Indonesia
8.	Bromopropan	71	19,8	Sulit diperoleh
9.	Trichlor Etylen (TCE)	74	-	Pelarut baku
10.	Limonene	177	-	Sulit diperoleh

Catatan: *) Didin, 2008

Tabel 5.2. Hasil Ekstraksi Asbuton dengan Beberapa Jenis Bahan Pelarut

No.	Jenis bahan pelarut	% Bitumen Asbuton	keterangan
1.	Etil Asetat	11,5	
2.	Aseton	5,4	
3.	Tetra Hydro Furan (THF)	23,88	Proses ekstraksi pada
4.	Toluen	20,50	temperatur 25°C
5.	Terpentin	10,6	
6.	Trichlor Etylen (TCE)	20,0	



Gambar 5.1. Hubungan Jenis Bahan Pelarut dan Kadar Bitumen Asbuton Hasil Ekstraksi pada Temperatur 25°C

Tabel 5.2. dan Gambar 5.1. menunjukkan bahan pelarut Trichlor Etylen (TCE), Tetra Hydro Furan (THF) dan Toluene memberikan nilai kadar bitumen yang tinggi dibandingkan dengan bahan pelarut lainnya, namun dengan keterbatasan untuk memperolehnya serta harga yang mahal di pasaran, penggunaan Tetra Hydro Furan (THF) Trichlor Etylen (TCE) dan terpenten sebagai bahan pelarut asbuton direkomendasikan.

Data proses ekstraksi, selain jenis pelarut, temperatur juga memainkan peranan penting. Variasi temperatur akan memberikan tingkat kelarutan yang bervariasi pula sebagaimana ditunjukkan Tabel 5.3.

Tabel 5.3. Kadar bitumen Asbuton hasil ekstraksi temperatur bervariasi

No.	Jenis bahan pelarut	% Bitumen Asbuton hasil ekstraksi pada temperatur			
		25 °C	60 °C	80 °C	163 °C
1.	Tetra Hydro Furan (THF)	23,88	24,20	24,80	24,92
2.	Terpentin	10,6	11,3	12,78	14,70
3.	Trichlor Etylen (TCE)	20,0	23,2	-	23,90

Data pada Tabel 5.3. menunjukkan makin tinggi temperatur yang diberikan saat proses ekstraksi berlangsung, makin tinggi bitumen asbuton yang dihasilkan. Namun demikian pelarut jenis terpenten mempunyai daya larut yang rendah dibandingkan dengan bahan pelarut baku seperti Trichloroethylene. Dengan pertimbangan ekonomis dan kemudahan memperolehnya di pasaran, bahan pelarut terpenten merupakan pelarut berbasis organik digunakan sebagai bahan pelarut pada ekstraksi asbuton.

Setelah diketahui terpenten dapat digunakan sebagai bahan pelarut, dilakukan pengujian analisa kimia untuk asbuton murni hasil ekstraksi dengan menggunakan pelarut terpentin dan pelarut trichloroethylene, hasil uji diperlihatkan pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4. Hasil uji kimia bitumen dengan bahan pelarut terpentin dan TCE

Uraian	hasil uji asbuton murni dengan pelarut	
	Terpentin	TCE
Asphaltene	36.68	35.62
NB	8.59	7.71
Acidafin 1 (A1)	20.47	19.72
Acidafin 2 (A2)	22.23	24.43
Parafin	12.03	12.52
Parameter maltene	0.842	0.74
N/P	0.714	0.6158

Walaupun terpentin memiliki sifat kimia yang berbeda dengan TCE (Tabel 5.4), namun kedua jenis bahan pelarut tersebut tidak mempengaruhi asbuton murni yang dihasilkannya. Namun demikian terpentin memiliki daya lekat yang rendah terhadap asbuton dibandingkan dengan TCE.

5.2. Bahan Pelarut Organik untuk Ekstraksi Asbuton

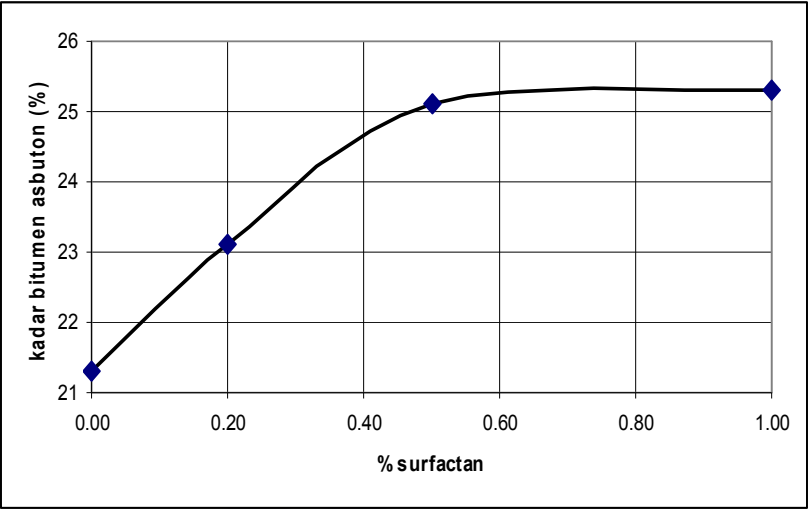
Untuk meningkatkan daya larut terpentin perlu dilakukan penambahan *surfactan* (*surface active agent*).

Variasi penambahan bahan *surfactan* ke dalam terpentin, akan menghasilkan bitumen asbutondengan persentase yang bervariasi pula

sejalan dengan penambahan *surfactan*, seperti diperlihatkan pada Tabel 5. dan pada Gambar 5.2.

Tabel 5.5. Hasil ekstraksi Asbuton dengan Terpentin Ditambah *Surfactan*

No	% <i>Surfactan</i> dalam Terpentin	% Bitumen	keterangan
1.	0,00	21,3	Kadar bitumen Asbuton yang Diekstraksi dengan Trichlorethylene, TCE adalah 23,9 % dengan hasil uji diperlihatkan pada Tabel 7.3.
2.	0.2	23.1	
3.	0.5	25.1	
4.	1	25.3	



Gambar 5.2. Hubungan % *Surfactan* dengan Asbuton Hasil Ekstraksi

Dari hasil ekstraksi Asbuton, seperti diperlihatkan pada Tabel 5.6. dapat disimpulkan bahwa *surfactan* dapat meningkatkan daya larut terpentin saat proses ekstraksi sedang berlangsung sampai batas 1%, makin tinggi prosentase *surfactan* di dalam terpentin, makin tinggi persentase bitumen yang diperoleh. Penambahan *surfactant* pada bahan pelarut terpentin juga dapat memberikan pengaruh pada sifat fisik asbuton murni yang dihasilkan sebagaimana ditunjukan pada Tabel 5.7.

Hasil pemeriksaan karakteristik bitumen yang telah ditambah *surfactan* yang bervariasi diperlihatkan pada 5.6.

Tabel 5.6. Karakteristik Bitumen Asbuton Setelah Ditambah *Surfactan*

No.	% surfactan	Nilai Penetrasi (dmm)	Titik Lembek °C	Daktilitas, cm	keterangan
1.	0	9	70	58	
2.	0.7	32	60	69	
3.	1.0	35	59	>100	
4.	1.5	48	56	>140	

Dari Tabel 5.6 dapat dilihat bahwa makin tinggi prosentase penambahan surfactan terhadap bitumen, makin tinggi nilai penetrasi dan makin rendah nilai titik lembek asbuton murni yang dihasilkannya.

5.3. Asbuton Murni Sebagai Aditif

Turunnya kondisi struktural jaringan jalan, khususnya di Indonesia sebagian besar disebabkan oleh kenaikan beban lalu lintas yang tidak dibarengi dengan perbaikan sistem pemeliharaan jalan. Untuk mengatasi hal tersebut beberapa usaha telah dilakukan. Usaha-usaha yang dinilai efektif adalah memperbaiki proses perancangan, dan penggunaan bahan serta metoda konstruksi yang optimal. Sifat bahan pada setiap lapisan struktur perkerasan sangat menentukan dalam menjamin umur rencana. Faktor-faktor utama yang mempengaruhi kinerja dari perkerasan lentur adalah, sifat agregat dan sifat bitumen penyusunnya. Dari tinjauan bitumen, beberapa usaha perbaikan karakteristik telah dilakukan seperti disampaikan pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7. Jenis dan Contoh Aplikasi Bitumen Modifikasi
(Harmein dari Francken, 1998)

Jenis Modifikasi	Contoh Aplikasi
Aditif (non-polimer)	
1. Filler	Gamping, Karbon Hitam dan <i>Fly Ash</i>
2. <i>Anti-stripping</i>	Asam-amino Organik
3. Penambah Kemampuan Memanjang Molekul	Lignin dan Sulfur
4. Anti-oksidan	Anti-oksidan Zinc dan Timah

Tabel 5.7. Jenis dan Contoh Aplikasi Bitumen Modifikasi
(Harmein dari Francken, 1998)

Jenis Modifikasi	Contoh Aplikasi
Aditif (non-polimer)	
5. Metal Organik	Mangan dan <i>Cobalt</i> Organik
6. Lain-lain	<i>Gilsonite</i> , Slikon dan Serat Organik
Modifikasi Polimer	
1. Plastik a. Termoplastik b. Termoset 2. Elastomer a. Karet alam b. Elastomer sintetis 3. Karet daur ulang 4. Serat-seratan	Polyethylene (PE), Polypropylene (PP), Polyvinyl Chloride (PVC), Polystyrene (PS), Ethylene Vinyl Acetate (EVA), Epoxy Resin Styrene-Butadiene Copolymer (SBC) Styrene-Butadiene-Styrene copolymer (SBS) Ethylene-Propylene-Diene terpolymer (EPDM) Isobutene-Isoprene copolymer (IIR) Serat polyester, serat polypropylene
Modifikasi dengan Reaksi Kimia	
	Reaksi tambahan (Bitumen + Monomer) Vulkanisasi (Bitumen + Sulfur) Reaksi Nitrat (Bitumen + Asam Nitrat)

Sumber: Harmein dari Bituminous Binder and Mixes, Francken, 1998.

Pada prinsipnya usaha modifikasi bitumen dengan asbuton dimaksudkan untuk :

- a. Perbaikan karakteristik:
 - Nilai Penetrasi
 - Nilai Titik Lembek
 - Indeks Penetrasi
- b. Perbaikan Sifat Reologi Parameter Mekanistik (belum dilakukan)
 - Modulus Kekakuan Bitumen
 - Modulus Geser Kompleks Bitumen
- c. Peningkatan Daya Lengket (Adhesiveness)
- d. Daktilitas (Cohesiveness)

Pengujian yang dilakukan pada prinsipnya dimaksudkan untuk mengamati perubahan karakteristik dalam variasi campuran yang mengandung aspal keras pen 60 dan asbuton murni. Hasil kajian laboratorium menunjukkan bahan pelarut terpenit yang berasal dari getah pohon pinus dapat digunakan untuk memisahkan bitumen dari mineral asbuton. Namun demikian asbuton murni yang dihasilkan ternyata mempunyai nilai penetrasi yang rendah yaitu sekitar 19 (dmm), sehingga tidak mungkin dapat digunakan sebagai pengganti aspal minyak pada campuran beraspal, kecuali proses ekstraksinya dilakukan dengan temperatur yang sangat tinggi, dimana kemungkinan asbuton murni akan rusak.

Untuk memanfaatkan asbuton murni hasil ekstraksi dengan penetrasi rendah dengan sifat seperti diperlihatkan Tabel 5.8., asbuton ini dicoba digunakan sebagai aditif pada aspal pen 60 (AC-60) dengan karakteristik seperti diperlihatkan pada Tabel 5.9. dari hasil penggabungan ini diperoleh aspal dengan sifat seperti yang diperlihatkan pada Tabel 5.10. dan Gambar 5.3 sampai 5.5.

Tabel 5.8. Hasil Pemeriksaan Properties Bitumen Asbuton

No.	Jenis pengujian	Metoda Pengujian	Properties bitumen asbuton dengan jenis bahan pelarut		
			Trichlorethylene (TCE).	Tetra Hydro Furan (THF)	Terpenit
1.	Penetrasi; 0.1 mm, 5 detik, 100 gram	SNI 06-2456	15	21	19
2.	Titik lembek; °C	SNI 06-2434	66	62	56
3.	Daktilitas; Cm	SNI 06-2432	> 140	> 140	> 140
4.	Kelarutan; %	RSNI M-04	99.85	99.81	99.82
5.	Berat jenis	SNI 06-2441	1.071	1.064	1.061
6.	Titik nyala; °C	SNI 06-2433	222.5	227.5	204
7.	Kehilangan berat; %	SNI 06-2440	0.820	0.938	1.207
8.	Penetrasi setelah LoH; 0.1 mm, 5 detik, 100 gram	SNI 06-2456	12	12.5	15
9.	Titik lembek setelah LoH; °C	SNI 06-2434	68	66.8	65
10.	Daktilitas setelah LoH; Cm	SNI 06-2432	> 140	>100	> 140

Tabel 5.9. Hasil Pemeriksaan Properties Aspal Keras Pen 60

No.	Jenis pengujian	Metoda Pengujian	Hasil pengujian
1.	Penetrasi; 0.1 mm, 5 detik, 100 gram	SNI 06-2456-	65
2.	Titik lembek; °C	SNI 06-2434	50,2
3.	Daktilitas; Cm	SNI 06-2432	>140
4.	Berat jenis	SNI 06-2441	1,0362
5.	Titik nyala; °C	SNI 06-2433	304
6.	Kehilangan berat; %	SNI 06-2440	0,0158
7.	Penetrasi setelah LOH; 0.1 mm, 5 detik, 100 gram	SNI 06-2456	55
8.	Titik lembek setelah LOH; °C	SNI 06-2434	53,4
9.	Daktilitas setelah LOH; Cm	SNI 06-2432	>140

Tabel 5.10. Hasil Pengujian Properties Aspal Gabungan

No.	Jenis Pengujian	Hasil pengujian properties gabungan hasil ekstraksi								
		Tetra Hydro Furan			Thrichlor ethylen			Terpentin		
		5,26	10,1	25	5,26	10,1	25	5,26	10,1	25
1.	Penetrasi; 0.1 mm, 5 detik, 100 gram	62	58	51	62	56	53	60	58	47
2.	Titik lembek; °C	51.8	52.5	54.6	51.5	53.6	55.6	52.6	52.5	56.2
3.	Daktilitas; Cm	>140	>140	>140	>140	>140	>140	>140	>140	>140
4.	Kehilangan berat; %	0.84	0.87	0.86	0.37	0.55	0.63	0.30	0.17	0.57
5.	Penetrasi setelah LoH; 0.1 mm, 5 detik, 100 gram	42	38	38	45	41	37	43	40	32
6.	Titik lembek setelah LoH; °C	56.2	58.6	56.7	55.6	59.9	58.0	57.5	58.4	58.7
7.	Daktilitas setelah LoH; Cm	>140	>140	>140	>140	>140	>140	>140	>140	>140

Untuk memperoleh gambaran kemampuan aspal gabungan terhadap perubahan temperatur, berdasarkan hasil uji nilai penetrasi dan titik lembek aspal gabungan, dilakukan perhitungan nilai indeks penetrasi (*Penetration Index, PI*), menggunakan Persamaan (5.1.) yang diturunkan oleh Pfeiffer et al, (1936), yaitu:

$$PI = \frac{20 - 500 A}{50 A + 1} \text{ dengan } A = \frac{\log(800) - \log(\text{pen pada } 25^{\circ}\text{C})}{\text{titik lembek} - 25^{\circ}\text{C}} \dots(5.1)$$

Untuk melihat karakteristik aspal gabungan berdasarkan kelas kinerja

(*Performance grade, PG*) seharusnya dilakukan pengujian geser dengan alat *Dynamic Shear Rheometer (DSR)*, tetapi karena berbagai hambatan teknis pengujian tersebut tidak dapat dilaksanakan. Namun demikian sebagai pendekatan untuk memperoleh karakter mekanis aspal digunakan persamaan 5.2. (Nono dkk, 2003)

$$PG = - 59.197 + 2.376 TL \dots\dots\dots (5.2)$$

Hasil perhitungan nilai indeks penetrasi yang diperlihatkan pada Tabel 5.11. menunjukkan hasil penggabungan antara bitumen asbuton dengan aspal keras menghasilkan aspal gabungan yang mempunyai temperatur dibandingkan dengan aspal keras tanpa bahan bitumen asbuton yang ditunjukkan dengan nilai indeks penetrasi (PI) meningkat.

Tabel 5.11. Hasil Perhitungan properties Aspal Gabungan

Perbandingan		Jenis Bahan	Hasil Perhitungan		
% AC*)	%		A	PI	PG
100	0	-	0.043	-0.52	60.1
95	5	THF	0.041	-0.24	63.9
90	10	THF	0.041	-0.23	65.5
80	20	THF	0.040	-0.06	70.5
95	5	TCE	0.042	-0.31	63.2
90	10	TCE	0.040	-0.06	68.2
80	20	TCE	0.039	0.25	72.9
95	5	Terpentin	0.041	-0.12	65.8
90	10	Terpentin	0.041	-0.23	65.5
80	20	Terpentin	0.039	0.09	74.3

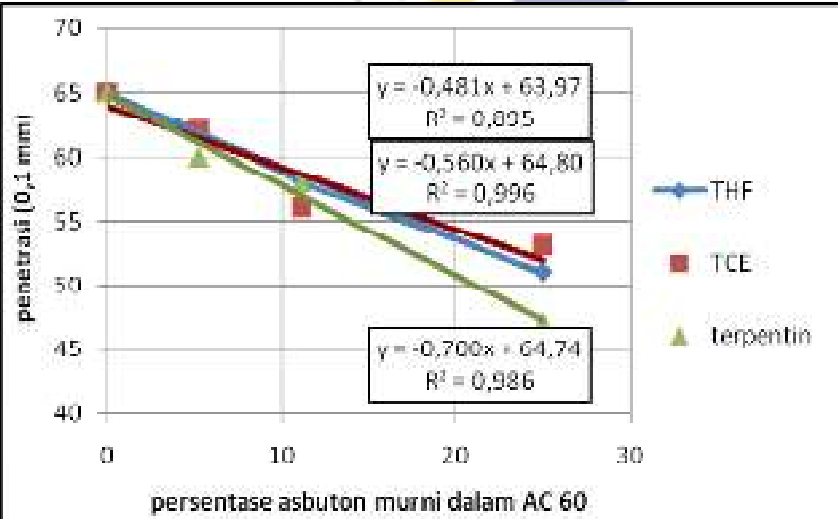
Catatan:

AC= Aspal keras; AM = Asbuton Murni; PI = penetration Index; PG = Performance Grade

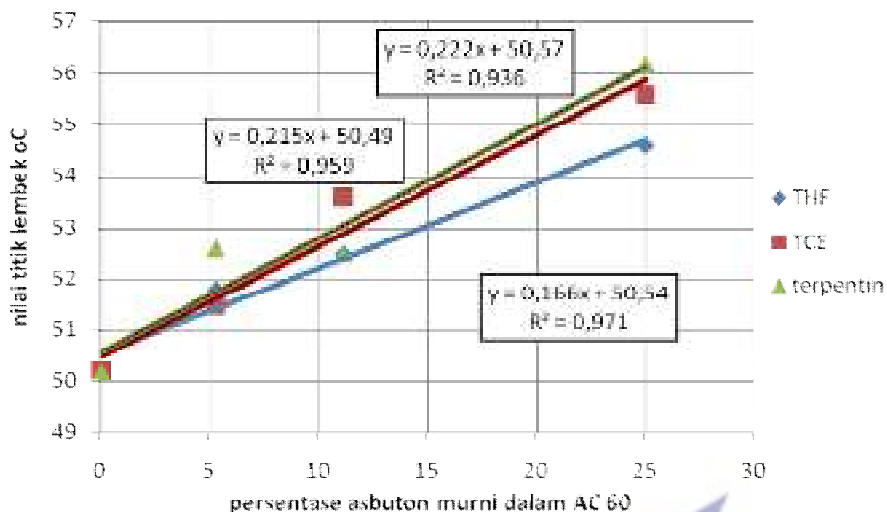
Dari tinjauan hubungan persentase asbuton murni dalam gabungan pada Gambar 5.3., diperoleh hubungan kadar asbuton murni (AM) dengan tiga jenis pelarut dan Nilai Penetrasi (Pen), adalah

- $Pen = -0,481 (AM) + 63,97$; asbuton murni diekstraksi dengan TCE... (5.3)
- $Pen = -0,560 (AM) + 64,80$; asbuton murni diekstraksi dengan THF... (5.4)
- $Pen = -0,700 (AM) + 64,74$ untuk asbuton murni ekstraksi terpenin... (5.5)

Dari Gambar 5.3., dapat dikatakan bahwa makin tinggi persentase bitumen asbuton dalam aspal pen 60, makin rendah nilai penetrasi, baik dengan bitumen murni hasil ekstraksi dengan pelarut TCE (nilai penetrasi 15 dmm), asbuton murni dengan pelarut THF (nilai penetrasi 21 dmm), maupun asbuton murni dengan pelarut terpenin (nilai penetrasi 19 dmm), disamping hubungan tersebut untuk memenuhi acuan pada spesifikasi nilai penetrasi 40 – 60 asbuton murni dalam AC 60, maksimum 25%.



Gambar 5.3. Hubungan Persentase Asbuton Murni dan Penetrasi



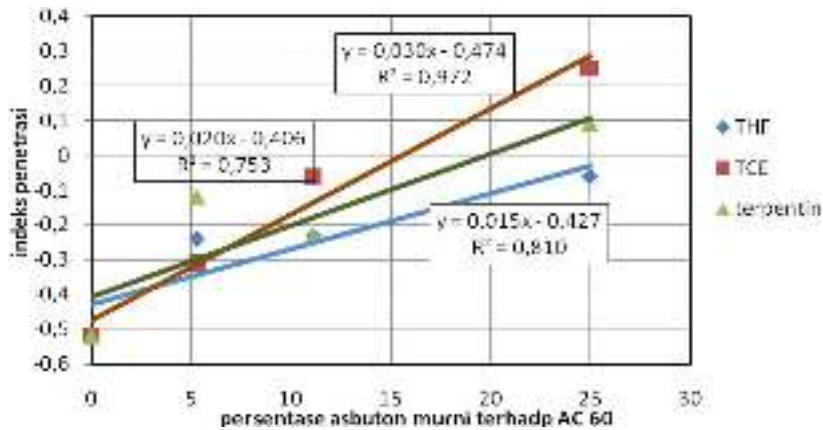
Gambar 5.4 Hubungan Persentase Asbuton Murni dan Titik Lembek

Dari tinjauan hubungan persentase asbuton murni dalam gabungan diperoleh hubungan kadar bitumen asbuton (B_a) dengan tiga jenis pelarut dan Nilai titik lembek (TL), adalah

- $TL = 0,215 (B_a) + 50,49$ untuk asbuton murni diekstraksi TCE ... (5.6)
- $TL = 0,166 (B_a) + 50,54$ untuk asbuton murni diekstraksi THF ... (5.7)
- $TL = 0,215 (B_a) + 50,49$, asbuton murni diekstraksi terpentin ... (5.8)

Dari Gambar 5.4., dapat diketahui bahwa makin tinggi persentase bitumen asbuton dalam aspal pen 60, makin tinggi nilai titik lembek, baik dengan bitumen murni hasil ekstraksi dengan pelarut TCE (nilai titik lembek 66 °C), asbuton murni dengan pelarut THF (nilai titik lembek 62 °C), maupun asbuton murni dengan pelarut terpentin (nilai titik lembek 56 °C).

Dari hal-hal yang telah diuraikan di atas, apabila asbuton murni akan digunakan sebagai aditif untuk menghasilkan aspal modifikasi dengan sifat seperti yang disyaratkan dalam spesifikasi BM (2007), maka persentase penambahan asbuton murni pada aspal minyak pen 60 adalah sekitar 25%.



Gambar 5.5 Hubungan Persentase Asbuton Murni dan Indeks Penetrasi

Indeks Penetrasi yang merupakan parameter sensitifitas reologis bahan bitumen terhadap perubahan temperatur (*Temperatur Susceptibility*), dapat dihitung dan menghasilkan hubungan antara kadar bitumen asbuton dan nilai Indeks Penetrasi.

Dari tinjauan hubungan persentase asbuton murni dalam gabungan diperoleh hubungan kadar asbuton murni (AM) dengan tiga jenis pelarut dan Nilai indeks penetrasi (IP), adalah

- $P = 0,030 \text{ (AM)} - 0,474$ untuk asbuton murni diekstraksi TCE (5.9)
- $IP = 0,015 \text{ (AM)} - 0,427$ untuk asbuton murni diekstraksi THF (5.10)
- $IP = 0,020 \text{ (AM)} - 0,406$ asbuton murni diekstraksi terpentin (5.11)

Dari ketiga persamaan, dapat dinyatakan bahwa makin tinggi persentase bitumen asbuton dalam aspal pen 60, makin tinggi nilai indeks penerasi, baik dengan bitumen murni hasil ekstraksi dengan pelarut TCE (nilai IP tertinggi 0,25), asbuton murni dengan pelarut THF (nilai IP tertinggi -0,06), maupun asbuton murni dengan pelarut terpentin (nilai IP tertinggi +0,09). Disamping hubungan tersebut juga dapat disampaikan asbuton murni dalam aspal pen 60 untuk memenuhi acuan persyaratan pada spesifikasi nilai titik lembek minimum 55 °C dan nilai penetrasi 40 – 60 adalah 25%,

dengan nilai tertinggi 0,25 dengan asbuton murni hasil ekstraksi dengan TCE.

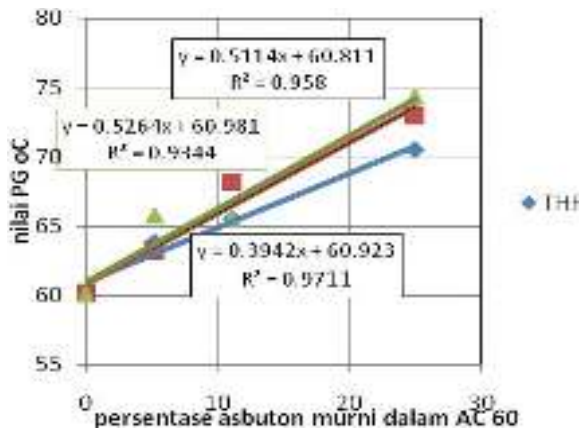
Performance grade (PG) merupakan klassifikasi bahan bitumen berdasarkan kinerja terhadap ketahanan terhadap deformasi plastis dan retak, untuk penambahan bitumen asbuton hasil ekstraksi pada aspal pen 60 menghasilkan hubungan antara kadar asbuton muirni dan nilai PG untuk deformasi plastis.

Dari tinjauan hubungan persentase asbuton murni dalam gabungan diperoleh hubungan kadar asbuton murni (AM) dengan tiga jenis pelarut dan Nilai performance grade (PG), yang ditampilkan pada Gambar 6 adalah

- $PG = 0,511 (AM) + 60,81 \text{ asbuton murni diekstraksi TCE} \dots\dots\dots (5.12)$
- $PG = 0,349 (AM) + 60,92 \text{ asbuton murni diekstraksi THF} \dots\dots\dots (5.13)$
- $PG = 0,526 (AM) + 60,98 \text{ asbuton murni diekstraksi terpentin} \dots\dots\dots (5.14)$

Dari ketiga persamaan, dapat dinyatakan bahwa makin tinggi persentase bitumen asbuton dalam aspal pen 60, makin tinggi nilai PG, baik dengan bitumen murni hasil ekstraksi dengan pelarut TCE (nilai PG tertinggi 72,9 °C), asbuton murni dengan pelarut THF (nilai PG tertinggi 70,5 °C), maupun asbuton murni dengan pelarut terpentin (nilai PG tertinggi 74,3 °C).

Pada perbandingan 20% asbuton murni dan 80% AC-60 atau 25% asbuton murni terhadap AC-60 diperoleh aspal gabungan dengan kemampuan yang lebih baik dibandingkan aspal minyak pen 60, yaitu naiknya nilai indeks penetrasi dari -0,52 menjadi 0,09 serta ketahanan terhadap deformasi dari 60,1 °C menjadi 74,3 °C. Sehingga dengan hasil ini dapat dikatakan asbuton murni dengan penetrasi rendah dapat digunakan sebagai *additive* untuk memperbaiki aspal standard.



Gambar 5.6 Hubungan persentase asbuton murni dan PG

5.4. Asbuton Murni Pengganti Aspal Minyak dalam Campuran Beraspal

Untuk memanfaatkan asbuton murni hasil ekstraksi dengan pelarut terpentin yang telah ditambah 1,5% surfactan dengan karakteristik memenuhi persyaratan seperti diperlihatkan pada Tabel 5.12. asbuton murni dicoba dalam campuran beraspal panas untuk dibandingkan dengan aspal minyak pen 60 (Asmin Pen 60) dengan karakteristik yang diperlihatkan pada Tabel 5.13. sifat-sifat campuran beraspal yang dihasilkan seperti yang diperlihatkan pada Tabel 5.14.

Tabel 5.12. Hasil Uji Karakteristik Asbuton Murni

No	Jenis Pengujian	Metode uji	Hasil uji	Persyaratan*)
1.	Penetrasi, 25 °C; 100 gr; 5 detik; 0,1 mm	SNI 06-2456	48	40 - 60
2.	Titik Lembek, °C	SNI 06-2434	55,6	Min. 55
3.	Titik Nyala, °C	SNI 06-2433	230	Min. 225
4.	Daktilitas; 25 °C, cm	SNI 06-2432	> 100	Min. 100
5.	Berat jenis	SNI 06-2441	1,06	Min. 1,0
6.	Kelarutan dalam Trichlor Etylen; % berat	RSNI M-04		Min. 99

Tabel 5.12. Hasil Uji Karakteristik Asbuton Murni

No	Jenis Pengujian	Metode uji	Hasil uji	Persyaratan*)
7.	Penurunan Berat (dengan TFOT), %berat	SNI 06-2440	0,94	Max. 1
8.	Penetrasi setelah penurunan berat, % asli	SNI 06-2456	42	Min. 65
9.	Titik Lembek setelah penurunan berat, % asli	SNI 06-2434	64	-
10.	Daktilitas setelah penurunan berat, cm	SNI 06-2432	126	Min. 50
11.	Temperatur Pencampuran °C	AASHTO-27	168	-
12.	Temperatur Pemasatan °C	AASHTO-27	152	-

*) spesifikasi khusus Asbuton campuran panas, 2007 dan spesifikasi umum Bina Marga 2007

Tabel 5.13. Resume Hasil Pengujian Aspal M iinyak Pen 60

No	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Hasil Pengujian	syarat*)	Satuan
1.	Penetrasi pada 25 °C, 100 g, 5 detik	SNI 06-2456	62	60 – 79	0,1 mm
2.	Titik lembek	SNI 06-2434	51,4	48 – 58	°C
3.	Titik nyala (COC)	SNI 06-2433	325	Min. 200	°C
4.	Daktilitas pada 25 °C, 5cm/ menit	SNI 06-2432	> 140	Min. 100	Cm
5.	Berat jenis	SNI 06-2441	1,04	Min. 1,0	-
6.	Kelarutan dalam C ₂ HCl ₃	SNI 06-2438	99,6	Min. 99	%
7.	Kehilangan berat (TFOT)	SNI 06-2440	0,011	Max. 0,8	%
8.	Penetrasi setelah TFOT	SNI 06-2456	82	Min. 54	% asli
9.	Daktilitas setelah TFOT	SNI 06-2432	> 140	Min. 50	Cm
10.	Perkiraan temp pencampuran	ASSHTO-27	153	-	°C
11.	Perkiraan temp pemasatan	ASSHTO-27	142	-	°C

*) Spesifikasi Umum Bina Marga (2007)

Tabel 5.14. Hasil Uji Marshall Campuran Beraspal dengan Asbuton Murni dan Aspal Keras Pen 60

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian menggunakan		Persyaratan*)
		bitumen asbuton	Asmin Pen 60	
1.	Kadar aspal optimum, %	5.90	6.10	-
2.	Kepadatan, gr/cm ³	2.366	2.357	-
3.	Rongga terisi aspal (VFB), %	71.66	73.55	Min. 65
4.	Rongga dalam agregat (VMA), %	16.20	18.40	Min. 15
5.	Rongga thd campuran (VIM)			
	- Marshall, %	4.60	4.86	3,5 - 5,5
	- PRD, %	3.02	3.08	2,5
6.	Stabilitas, kg	1376	982	Min 800
7.	Kelelahan, mm	3.50	3.37	Min. 3
8.	Marshall Quotient, kg/mm	407.94	291.67	Min. 250
9.	Stabilitas sisa, %	79.17	81.42	Min. 75

Hasil pengujian yang diberikan pada Tabel 14 menunjukkan bahwa campuran yang dihasilkan memiliki sifat yang relatif sama kecuali karakteristiknya terhadap air dimana campuran dengan asbuton murni memiliki durabilitas terhadap air yang lebih rendah dibanding dengan campuran beraspal yang dibuat dengan aspal pen 60. Tampak pada Tabel 5.14 campuran beraspal panas dengan asbuton murni kecuali stabilitas rendaman yang lebih tinggi, nilai lainnya relatif tidak jauh berbeda dengan campuran beraspal panas dengan aspal minyak pen 60. Sehingga dapat dikatakan asbuton murni hasil ekstraksi dengan pelarut terpentin dapat digunakan sebagai pengganti aspal minyak pen 60.

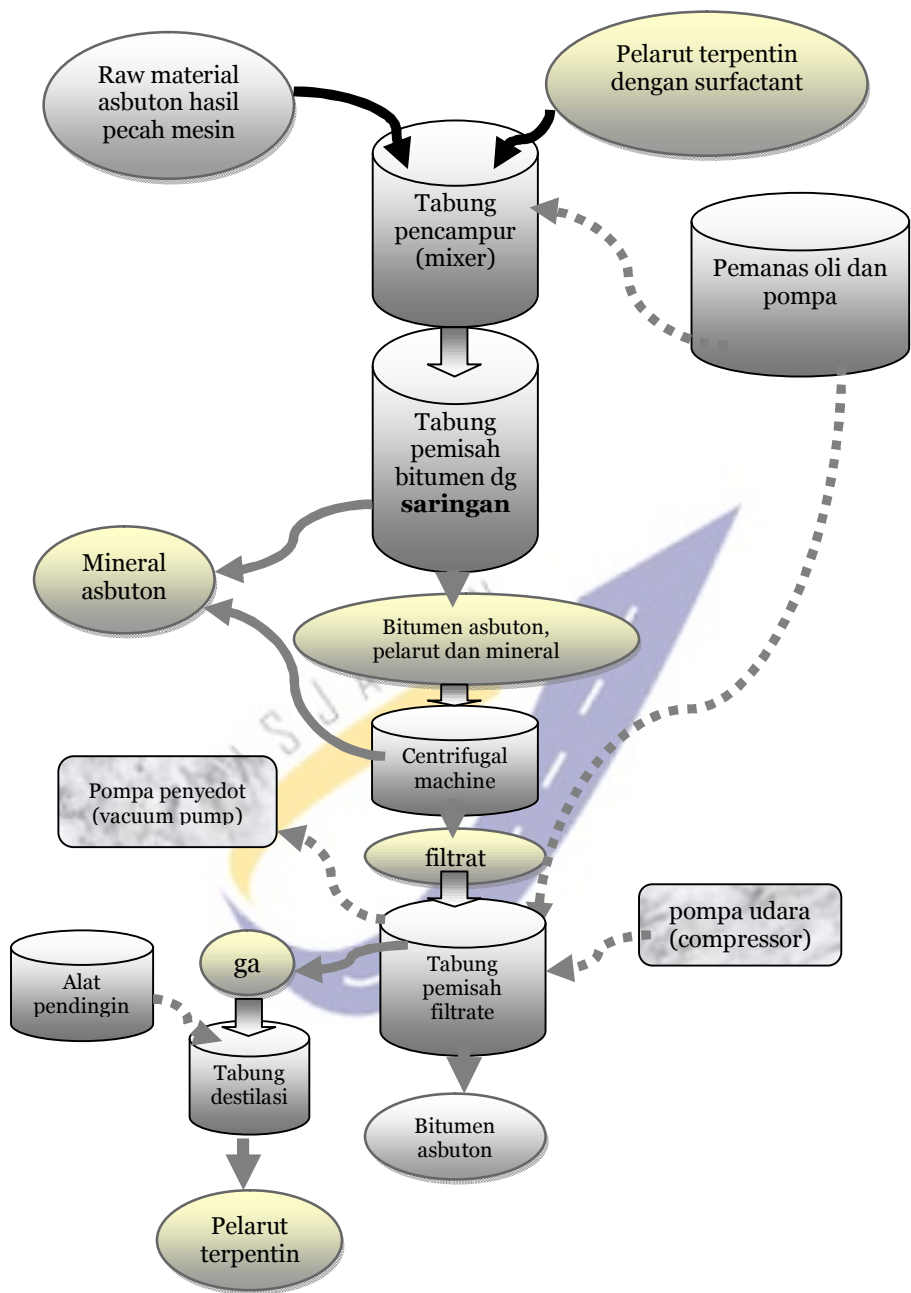
Bab-6

MODEL ALAT EKSTRAKSI ASBUTON DENGAN MEDIA SARI NGAN

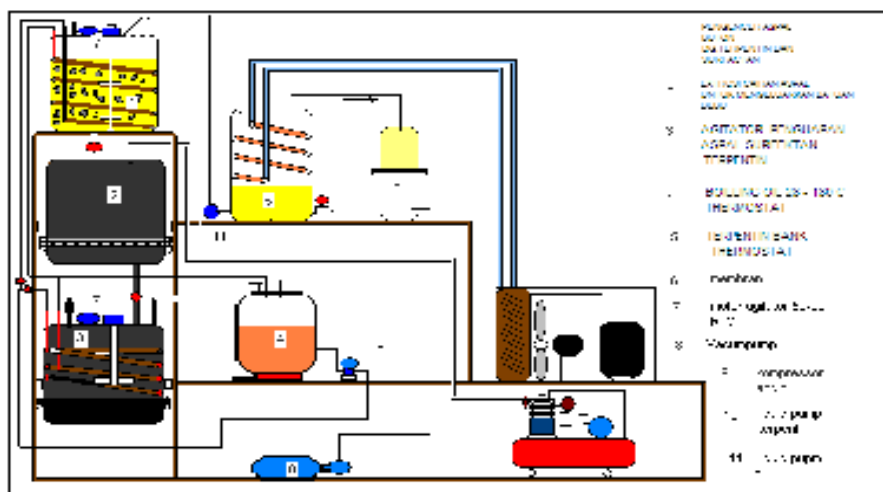
Untuk memisahkan bitumen dari mineral dalam asbuton, selain digunakan alat standar di laboratorium, untuk kapasitas produksi yang lebih besar, dicoba membuat model alat ekstraksi dengan kapasitas satu *batch* 10 kg asbuton, yang secara garis besar terdiri atas:

- Tabung pencampur raw material asbuton dengan bahan pelarut
- Tabung ekstraksi, berfungsi memisahkan bitumen asbuton dari mineral
- Unit pemulihan (recovery unit)

Bagan alir operasi model alat ekstraksi asbuton, ditunjukkan Gambar 6.1., model alat ekstraksi asbuton diilustrasikan pada Gambar 6.2a. dan 6.2b.



Gambar 6.1. Bagan Alir Operasi Model Alat Ekstraksi Asbuton dengan Media Saringan



Gambar 6.2a Gambar Model Alat Ekstraksi Asbuton



Gambar 6.2b Foto Model Alat Ekstraksi Asbuton

6.1. Asbuton Murni Hasil ModelAlat Ekstraksi dengan Media Saringan

Model alat ekstraksi dengan media saringan digunakan untuk memisahkan bitumen dari asbuton asli alam berasal dari deposit Lawele dengan bahan pelarut terpenjin, hasil pemeriksaan asbuton murni diperhatikan Tabel 6.1a dan 6.1b. Meskipun telah diperoleh asbuton murni yang dihasilkan model alat ekstraksi dengan hasil uji seperti yang ditampilkan pada Tabel 6.1a dan Tabel 6.1b, namun saat operasional masih terdapat beberapa kendala pada alat ekstraksi, seperti terlalu lamanya waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan asbuton murni, Oleh karena itu perlu dilakukan perbaikan sehingga menghasilkan asbuton murni dengan operasional alat lebih baik.

Tabel 6.1a. Resume Hasil Pemeriksaan Asbuton Murni Produk 1-3

NO	URAIAN	Hasil Uji asbuton murni hasil			Syarat	Satuan
		Produksi 1	Produksi 2	Produksi 3		
A	Setelah proses ekstraksi Bitumen yang dihasilkan	17,4	-	20,4	-	%
B	Hasil uji Asbuton murni					
1.	Penetrasi	216	163	51	40 - 60	0,1 mm
2.	Titik lembek	43,4	42,8	53,5	Min. 55	°C
3.	Daktilitas	> 140	> 140	> 140	Min. 100	Cm
4.	Berat jenis	-	1,057	1,071	Min. 1,0	-
5.	Kelarutan	98,44	99,01	97,03	Min. 99	% berat
6.	Titik nyala	180	195	178	Min. 225	°C
7.	Kehilangan berat (TFOT)	3,13	4,47	97,03	Max. 1	% berat
8.	Penetrasi setelah TFOT	81	55	178	65	% org
9.	Titik lembek setelah TFOT	51	52,7	97,0293	-	-
10.	Daktilitas setelah TFOT	> 50	> 50	> 50	> 50	% org

Tabel 6.1b. Resume Hasil Pemeriksaan Asbuton Murni Produk 4-6

NO	URAIAN	Hasil Uji asbuton murni hasil			Syarat **)	Satuan
		Produksi 4*)	Produksi 5*)	Produksi 6*)		
A	Setelah proses ekstraksi					
	Bitumen yang dihasilkan	20,4	-	20,4	-	%
B	Hasil uji Asbuton murni					
1.	Penetrasi	40	34	48	40 - 60	0,1 mm
2.	Titik lembek	57,4	57,1	57,1	Min. 55	°C

Tabel 6.1b. Resume Hasil Pemeriksaan Asbuton Murni Produk 4-6

NO	URAIAN	Hasil Uji asbuton murni hasil			Syarat **)	Satuan
		Produksi 4*)	Produksi i 5*)	Produksi 6*)		
3.	Daktilitas	> 140	> 140	> 140	Min. 100	Cm
4.	Berat jenis	1,103	1,062	1,051	Min. 1,0	-
5.	Kelarutan	92,60	99,21	99,30	Min. 99	% berat
6.	Titik nyala	220	240	257	Min. 225	°C
7.	Kehilangan berat (TFOT)	1,35	0,50	0,04	Max. 1	% berat
8.	Penetrasi setelah TFOT	85	74	79	65	% org
9.	Titik lembek setelah TFOT	61,7	58,4	55,8	-	-
10.	Daktilitas setelah TFOT	90	31	> 100	> 50	% org

Catatan: Produksi 1: tanggal 17-09-2010 Produksi 2: tanggal 28-09-2010 Produksi 3: tanggal 05-10-2010
Produksi 4: tanggal 11-10-2010; Produksi 5: tanggal 18-10-2010; Produksi 6: tanggal 18-10-2010 sudah memenuhi syarat

6.2. Campuran Beraspal dengan Asbuton Murni

Untuk mengetahui kinerja laboratorium campuran beraspal yang mengandung asbuton murni hasil model alat ekstraksi produksi 6, serangkaian benda uji campuran beraspal dibuat untuk selanjutnya dilakukan percobaan Marshall yang dilanjutkan uji kedalaman alur dengan *Wheel tracking machine* dan uji modulus menggunakan alat UTM. Sebagai pembanding, digunakan campuran beraspal dengan aspal keras pen 60. Campuran yang dipilih untuk lapis aus (AC-WC) dengan agregat gabungan dari tiga fraksi, fraksi kasar, sedang dan halus, gradasi gabungan diperlihatkan pada Tabel 6.2 perbandingan sifat campuran beraspal yang dihasilkan seperti ditunjukkan pada Tabel 6.3, Tabel 6.4, Gambar 6.3 dan Gambar 6.4.

Tabel 6.2. Gradasi Agregat Gabungan

Saringan	Agregat gabungan	Syarat*)	Keterangan
19,1 (3/4")	100	100	Komposisi agregat:
12,7(1/2")	90,3	90 -100	-Agregat Kasar: 25%
9,52(3/8")	81,5	90	-Agregat sedang : 21%
No. 4	58,3		-Agregat halus: 54%
No. 8	43	28 - 58	

Tabel 6.2. Gradasi Agregat Gabungan

Saringan	Agregat gabungan	Syarat*)	Keterangan
No. 16	33		
No. 20	-		
No. 30	23,9		
No. 40	-		
No. 50	23,9		
No. 80	-		
No. 100	16,0		
No. 200	7,0	4 - 10	

*) divisi 6.3.spesifikasi umum 2007

Setelah ditambahkan bitumen asbuton dan Aspal keras pen 60 bervariasi, hasil uji Marshall, dan karakteristik campuran diperlihatkan Tabel 6.3.

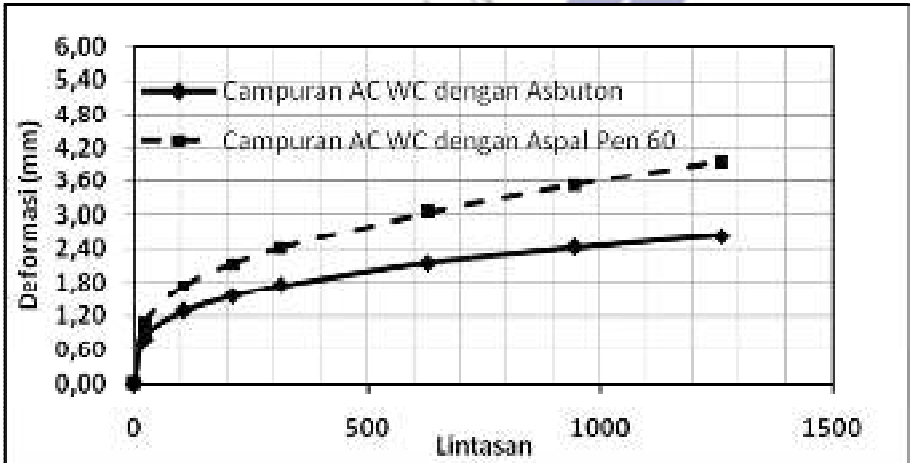
Tabel 6.3. Karakteristik Campuran Beraspal dengan Asbuton Murni dan Aspal Minyak pen 60

Sifat -Sifat campuran	Hasil uji campuran beraspal dengan		persyaratan
	Asbuton murni	Asbuton Pen 60	
Kadar aspal optimum (%)	5,85	5,8	-
Kepadatan, gr/cm ³	2,39	2,39	-
Rongga terisi aspal (%)	73,44	72,62	Min. 65
Rongga dalam agregat (%)	15,82	15,72	Min. 16
Rongga thd campuran (VIM)			
Marshall (%)	4,24	4,34	4 - 10
PRD, (%)	3,22	3,25	>3,0
Stabilitas (kg)	1599,4	1578,1	Min. 800
Pelelehan (mm)	3,36	3,19	Min. 2
Hasil bagi Marshall (kg/mm)	491,7	547,4	Min. 200
Stabilitas rendaman, %	94,39	88,5	>75%
TFA, mikron	7,32	7,21	
Modulus Res,25°C, Mpa	3933,0	4004	-
Modulus Res,40°C, Mpa	1263	668,0	-
Modulus Res,55°C, Mpa	500	310,9	-

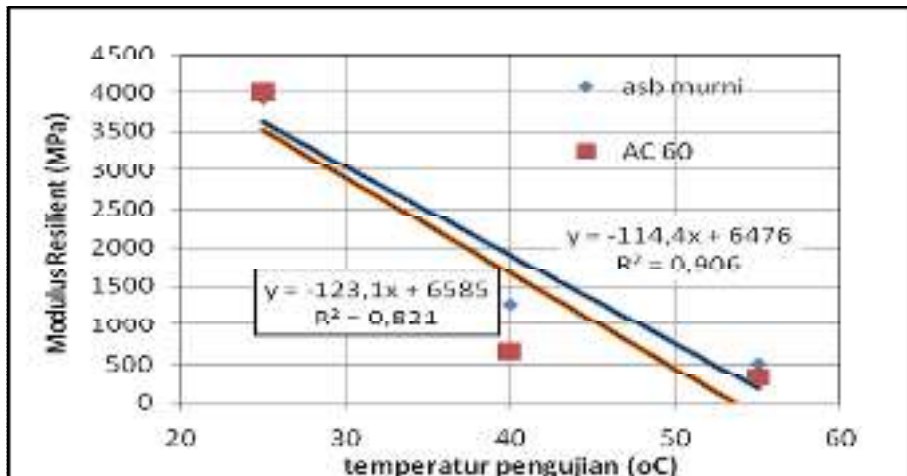
Dari Tabel 6.4 dan Gambar 6.3 dapat dilihat bahwa terdapat kelebihan campuran beraspal panas dengan Asbuton murni, yaitu lebih tahan terhadap alur baik yang diwakili oleh kecepatan deformasinya maupun nilai stabilitas dinamisnya. Selain itu kepadatan campuran beraspal dengan asbuton murni juga lebih padat sehingga akibat proses modifikasi besarnya deformasi yang terjadi lebih kuat daripada campuran dengan aspal minyak pen 60.

Tabel 6.4. Hasil Uji Alur Campuran dengan *Wheel Tracking Machine*

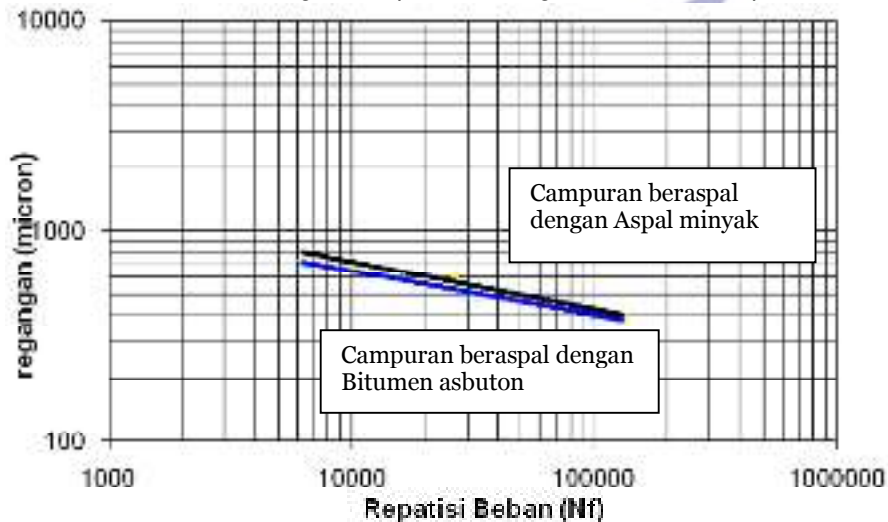
Waktu, menit	Jenis contoh uji AC WC,dengan		Satuan
	Asbuton murni	Aspal pen 60	
DO = Ren Awal	1,79	2,2	mm
RD = Kecepatan Deformasi	0,0140	0,0293	mm/menit
DS = Stabilitas Dinamis	3000	1431,8	lintasan/mm



Gambar 6.3. Hubungan Lintasan dengan Deformasi pada Campuran



Gambar 6.4. Hubungan temperatur dengan modulus Campuran



Gambar 6.5. Hubungan Repetisi beban dengan regangan pada Campuran beraspal

Tabel 6.4. memperlihatkan juga campuran beraspal panas dengan aspal pen 60 tidak memenuhi persyaratan untuk lalu-lintas berat dengan nilai stabilitas dinamis 1431,8 lintasan/mm, sedangkan campuran beraspal panas dengan asbuton murni mempunyai nilai stabilitas dinamis lebih dari dua kali lipatya yaitu 3000 lintasan/mm dan memenuhi persyaratan untuk lalu

lintas berat. Hasil kajian menunjukkan asbuton murni dapat berfungsi sebagai substitusi aspal minyak dalam campuran beraspal sampai 100%.

Begitupun dengan hasil pengujian modulus yang dilakukan dengan variasi temperatur, campuran beraspal panas dengan Asbuton murni hasil ekstraksi dengan terpenden lebih tahan terhadap perubahan temperatur yang ditunjukkan dengan nilai modulus relsilient pada temperatur tinggi yang lebih besar dibandingkan dengan campuran beraspal panas dengan aspal keras pen 60.

Sedangkan hasil uji fatig seperti yang digambarkan pada Gambar 6.5, menunjukkan bahwa campuran beraspal panas dengan bitumen Asbuton hasil ekstraksi dengan terpenden memiliki ketahanan fatig yang relatif tidak jauh berbeda dibandingkan dengan campuran beraspal panas dengan aspal keras pen 60. meskipun pada awalnya campuran beraspal panas dengan aspal keras lebih baik dibandingkan campuran beraspal panas dengan bitumen Asbuton.

6.3 Bitumen Asbuton murni hasil alat ekstraksi setelah perbaikan

Dengan perbaikan model alat ekstraksi tahap awal, dicoba dilakukan proses ekstraksi asbuton dengan lama proses destilasi yang bervariasi. Hasil pemeriksaan diperlihatkan pada Tabel 6.5.

Dari Tabel 6.4 dapat dilihat juga bahwa dengan nilai stabilitas dinamis yang lebih besar dari 2500 lintasan/mm, campuran beraspal yang dibuat dengan asbuton murni dapat digunakan sebagai campuran beraspal untuk lalu lintas berat sesuai dengan spesifikasi Bina Marga. Sedangkan campuran beraspal dengan aspal minyak tidak memenuhi persyaratan tersebut. Dengan demikian dapat diketahui bahwa asbuton murni memiliki sifat ketahanan terhadap deformasi yang lebih baik daripada aspal minyak pen 60.

Tabel 6.5 Hasil Pemeriksaan AsbutonMurni dengan Variasi Waktu

No.	Jenis pengujian	Lama proses destilasi (menit)		
		120	150	180
1.	Penetrasi	76	67	54
2.	Titik lembek	48	50	55
3.	Daktilitas	>140	>140	>140
4.	Kelarutan (%)	98,3	99,2	>99
5.	Kehilangan berat (TFOT)	6,1	3,1	1,83

Data pada Tabel 6.5. menunjukkan proses destilasi untuk menghasilkan bitumen asbuton yang memenuhi syarat adalah 180 menit. Selanjutnya setelah dilakukan perbaikan model alat ekstraksi tahap selanjutnya diperoleh bitumen asbuton yang dikondisikan di laboratorium, hasil pengujian diperlihatkan pada Tabel 6.6.

Tabel 6.6. Hasil pengujian karakteristik asbuton murni hasil ekstraksi

No	Jenis Pengujian	Contoh Uji yang dikondisikan						Satuan
		dr alat eks	hotplate	Rot Rec	Rot Rec	Rot Rec	Rot Rec	
		Temp 140 °C	Temp 170 °C	Temp 160 °C	Temp 170 °C	Temp 175 °C	Temp 180 °C	
1.	Penetrasi	115	35	65	53	43	32	0,1 mm
2.	Titik lembek	46,8	55,8	49,4	56,0	56,6	58,6	°C
3.	Daktilitas	>140	108	>140	> 140	> 140	> 140	cm
4.	Berat Jenis	1,0563	1,0686					-
5.	LOH setelah TFOT	3,60	1,06	1,49	1,74	1,54	1,0	%
	Pen setelah TFOT	47	24	36	34	28	25	0,1 mm
	Dakt. setelah TFOT	89,5	80	>140	>140	92,3	61	cm
	TL setelah TFOT	53,9	60,4	57	58,4	60,0	61,4	°C
6.	Kelarutan	98,24	-	> 99	>99	> 99	>99	%

Dari hasil pengujian masih tampak karakteristik bitumen asbuton yang dihasilkan alat ekstraksi masih perlu perbaikan lanjutan, antara lain masih tertinggalnya pelarut dalam bitumen asbuton meskipun dalam jumlah yang relatif kecil.

Bab-7

MODEL ALAT EKSTRAKSI ASBUTON DENGAN MEDIA SARINGAN

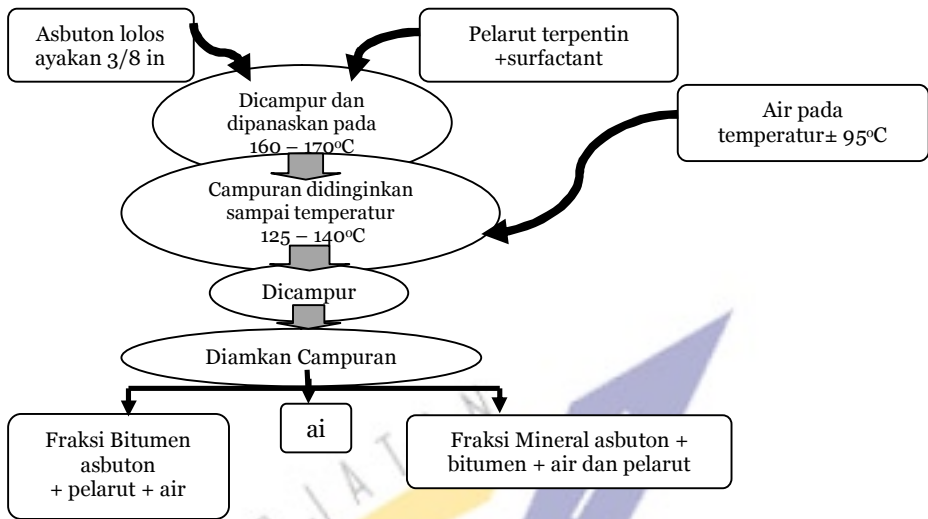
7.1 Perubahan proses ekstraksi

Dengan kekurangan yang terjadi pada proses ekstraksi pada model alat ekstraksi dengan menggunakan saringan dan tabung sentrifugal seperti:

- Terlalu tingginya pelarut yang terperangkap dalam bitumen asbuton
- Proses ini belum terlalu banyak dapat mengeluarkan bitumen asbuton. Bitumen asbuton yang tersisa dalam mineral masih sekitar $\pm 8\%$ sehingga diperlukan proses lanjutan untuk mengeluarkannya
- Saringan mineral tidak bisa didaur ulang
- Tahapan proses terlalu banyak langkah-langkah yang harus diikuti bila menggunakan saringan

Bertitik tolak dari hal di atas, perlu dilakukan perubahan proses ekstraksi yang sebelumnya menggunakan saringan dan sentrifugal dirubah dengan menggunakan media air yang didahului dengan percobaan di laboratorium.

Dengan pertimbangan berat jenis air 1,000; berat jenis pelarut terpentin 0,955; berat jenis bitumen 1,03 serta berat jenis mineral 1,823, dilakukan percobaan ekstraksi menggunakan media air dengan langkah langkah seperti diperlihatkan pada bagan alir di Gambar 7.1.



Gambar 7.1. Bagan Alir Ekstraksi Menggunakan Media Air

Dari proses destilasi dengan media air ini diperoleh jenis fraksi seperti yang diilustrasikan pada Gambar 8.2. Dari beberapa kali percobaan ketiga fraksi yang dihasilkan memiliki komposisi:

- Fraksi pertama, mengandung
 - Bitumen asbuton: 24,05%,
 - Pelarut termasuk surfaktan: 91,93%
 - Air : 3,75%
- Fraksi kedua, mengandung
 - Air : 89,91%
- Fraksi ketiga, mengandung
 - Bitumen asbuton : 1,11%
 - Pelarut : 8,07%,
 - Air : 6,34%
 - Mineral: 74,84%,

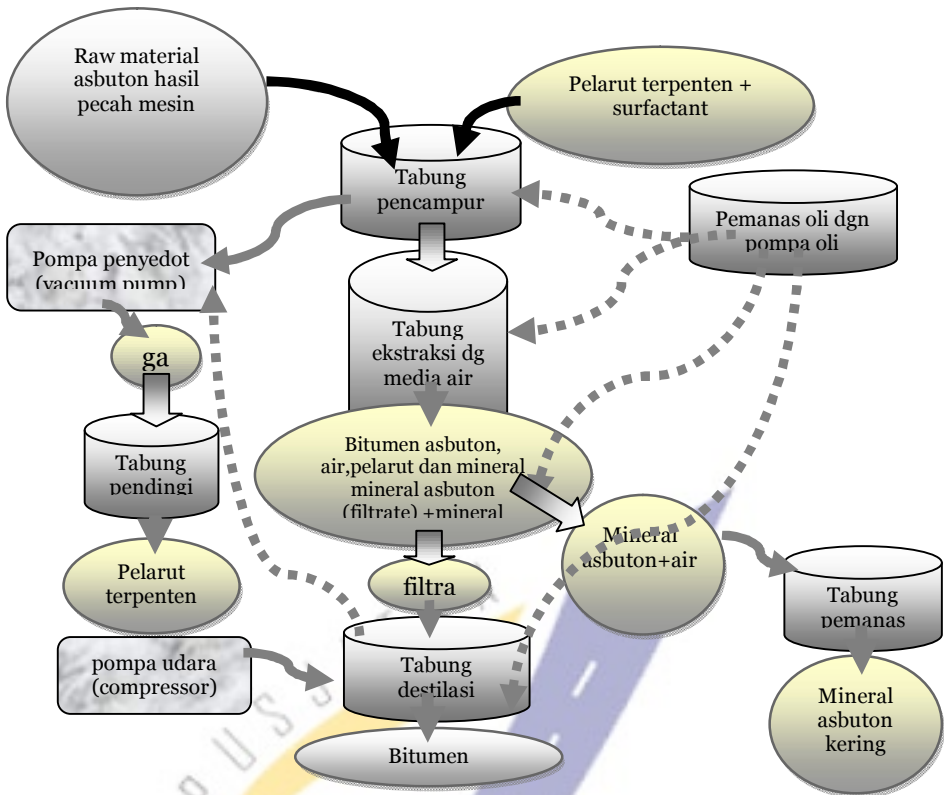
Dengan hasil tersebut di atas, dapat disimpulkan bahwa ekstraksi menggunakan media air lebih baik dibandingkan menggunakan media saringan yang telah dilakukan sebelumnya.

Fraksi pertama adalah bitumen asbuton yang masih bercampur dengan pelarut dan air, dengan berat jenis 0,954, fraksi kedua adalah air berat jenis 1,000 dan fraksi ketiga adalah mineral asbuton yang masih bercampur dengan sedikit bitumen, air dan pelarut dengan berat jenis 1,552. Secara detail, komposisi dari masing-masing fraksi yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

Fraksi 1	Bitumen asbuton + pelarut +surfactant + air
Fraksi 2	air
Fraksi 3	Mineral +bitumen asbuton + pelarut +surfactant + air

Gambar 7.2. Fraksi hasil ekstraksi dengan media air

Dengan dilakukannya perubahan proses ekstraksi dari saringan ke media air, maka tahapan proses ekstraksi juga mengalami perubahan dari proses seperti yang diilustrasikan pada Gambar 6.3 menjadi seperti yang diilustrasikan pada Gambar 7.3.



Gambar 7.3. Bagan Alir Operasi Model Alat Ekstraksi dengan Media Air

7.2. Hasil Perbaikan Model Alat Ekstraksi

7.2.1. Proses Ekstraksi Menggunakan Model Alat Ekstraksi

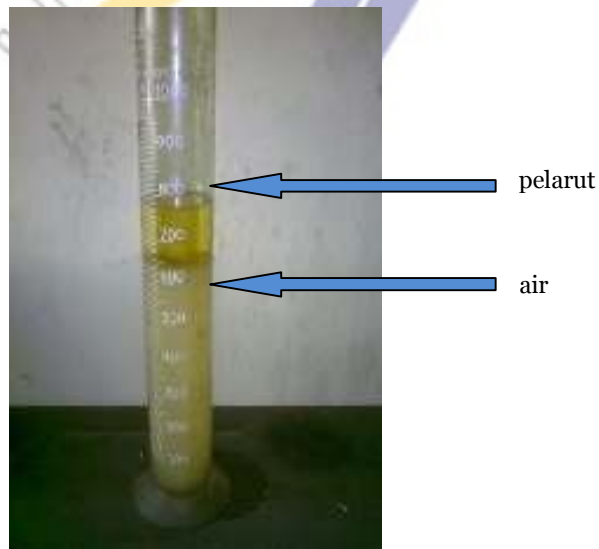
Dengan perubahan proses ekstraksi yang sebelumnya menggunakan media saringan, menjadi media air, maka langkah proses ekstraksi juga mengalami perubahan tahapan menjadi sebagai berikut:

- Panaskan tabung pencampur (*mixer*) hingga temperatur 150°C.
- Masukkan 32 liter pelarut kedalam tabung pencampur (*mixer*) kemudian masukkan asbuton dengan kadar bitumen min 25,5% sebanyak 20 kg

- c. Panaskan campuran sambil diaduk.
- d. Alirkan campuran asbuton bersama pelarut ke dalam tabung ekstraksi yang berisi air panas (95°C) sambil diaduk.
- e. Diamkan sampai terbentuk 3 fraksi, filtrate, air dan mineral asbuton.
- f. Pindahkan filtrate ke dalam tabung destilasi secara masinal,
- g. Proses destilasi pada temperatur $\pm 170^{\circ}\text{C}$
- h. Proses *vacuum* pada temperatur 170°C , 600 mmHg.
- i. Bitumen yang dihasilkan ± 5 kg.

7.2.2. Pantauan Secara Visual

Pada saat operasional, pemantauan alat ekstraksi memperlihatkan pada tabung destilasi yang berisi bitumen asbuton dan pelarut yang dipanaskan pada saat terjadi proses dimana bahan pelarut berubah menjadi gas dan dengan melalui proses pendinginan pada tabung pendingin akan dihasilkan bahan pelarut bening seperti diperlihatkan pada Gambar 7.4. Sedangkan bitumen asbuton yang dihasilkan dari proses ini memiliki sifat-sifat tipikal sebagaimana diberikan pada Tabel 2.



Gambar 7.4. Cairan Hasil Destilasi

Table 7.2. Hasil Uji Asbuton Hasil Model Alat Ekstraksi

No.	Jenis Pengujian	Metode	Hasil	Satuan
		Pengujian	Pengujian	
A	ASBUTON			
1.	Kadar bitumen	-	16,60	%
2.	Kelarutan dalam C_2HCl_3	SNI-06-2438-1991	7,51	%
3.	Berat jenis	SNI 06-2441-1991	1,672	-
B	BITUM EN ASBUTON			
1.	Penetrasi ,25 °C, 100 g,5 detik	SNI 06-2456-1991	42	dmm
2.	Titik lembek	SNI 06-2434-1991	54,8	°C
3.	Daktilitas, 25 °C, 5 cm / menit	SNI 06-2432-1991	80	Cm
4.	Titik nyala (COC)	SNI 06-2433-1991	-	°C
5.	Kelarutan dalam C_2HCl_3	SNI-06-2438-1991	92,49	%
6.	Berat jenis	SNI 06-2441-1991	1,0896	-
7.	Kehilangan berat (TFOT)	SNI 06-2440-1991	2,75	% berat
8.	Penetrasi setelah TFOT	SNI 06-2456-1991	20	% asli
9.	Titik lembek setelah TFOT	SNI 06-2434-1991	63,0	°C

Data hasil yang diperoleh, seperti pada Tabel 7.2. menunjukkan bahwa kehilangan berat bitumen asbuton masih tinggi yaitu 2,75%. Hal ini memperlihatkan masih adanya pelarut yang terperangkap dalam bitumen. Penyempurnaan alat lebih lanjut menghasilkan bitumen asbuton dengan karakteristik seperti diperlihatkan pada Tabel 7.3.

Table 7.3. Hasil Uji Asbuton Hasil Model Alat Ekstraksi Perbaikan-2

No.	Jenis Pengujian	Metode	Hasil	Satuan
		Pengujian	Pengujian	
A	ASBUTON			
1.	Kadar bitumen		25,16	%
B	BITUM EN ASBUTON			
1.	Penetrasi ,25 °C, 100 g,5 detik	SNI 06-2456-1991	36,8	dmm
2.	Titik lembek	SNI 06-2434-1991	57,6	°C
3.	Daktilitas, 25 °C, 5 cm / menit	SNI 06-2432-1991	99	Cm
4.	Titik nyala (COC)	SNI 06-2433-1991	200	°C
5.	Kelarutan dalam C_2HCl_3	SNI-06-2438-1991	92,3	%
6.	Berat jenis	SNI 06-2441-1991	1,189	-
7.	Kehilangan berat (TFOT)	SNI 06-2440-1991	0,69	% berat
8.	Penetrasi setelah TFOT	SNI 06-2456-1991	28	% asli
9.	Titik lembek setelah TFOT	SNI 06-2434-1991	62,2	°C

Meskipun dalam proses ini telah dihasilkan bitumen asbuton yang sifatnya relatif sesuai dengan hasil ekstraksi di laboratorium menggunakan alat ekstraksi standar, namun masih banyak kendala pengoperasian model alat ekstraksi terutama dari segi waktu pemanasan yang relatif lama dan kelengkapan alat seperti tidak adanya pompa mekanis untuk mengalirkan *filtrate* ke tabung destilasi, sehingga kemungkinan mineral asbuton terbawa masuk ke tabung destilasi.

Hasil pengujian bitumen asbuton yang diperlihatkan Tabel 7.3 menunjukkan:

- Masih terlalu rendahnya nilai penetrasi bitumen asbuton.
- Masih terlalu rendahnya daktilitas bitumen asbuton.
- Masih terlalu rendahnya kelarutan bitumen asbuton.
- Masih terlalu tingginya berat jenis bitumen asbuton.

Dengan hasil tersebut diperkirakan terdapat mineral asbuton yang terbawa masuk ke tabung destilasi karena dilakukan secara manual. Oleh karena itu dilakukan perbaikan model alat ekstraksi pada beberapa komponen (tahap 3) seperti diperlihatkan pada Tabel 7.4.

Tabel 7.4. Perbaikan-3Model Alat Ekstraksi dan Fungsinya

No.	Jenis perbaikan	Fungsi/manfaat
1.	Penggantian pemanas oli dari 5000 VA 1 phase menjadi 10.000 VA 3 phase	Proses pemanasan oli menjadi lebih cepat
2.	Penggantian pompa oli	Distribusi oli pemanas lebih cepat ke semua komponen
3.	Penggantian pipa pemanas oli tembaga ½ in dengan pipa stainless steel 303	Kelancaran distribusi oli pemanas ke semua komponen
4.	Penambahan pipa serta kran air ke dalam komponen pemisah	Pemasokkan air ke dalam komponen lebih praktis
5.	Pemasangan pompa isap <i>filtrate</i> dari tabung centrifugal ke tabung destilasi	Pemasokkan <i>filtrate</i> lebih cepat
6.	Pemasangan alat penukar kalori	Alat pendingin lebih efisien
7.	Penggantian kabel-kabel dan <i>box</i> pengatur <i>supply</i>	Lebih aman terjadinya arus pendek
8.	Penggantian <i>glass</i> pemantau cairan dalam tabung pemisah	Ketinggian cairan <i>filtrate</i> dan air lebih jelas, sehingga penyedotan cairan lebih pasti

Bitumen asbuton murni yang diperoleh dari perbaikan terakhir ini seperti diperlihatkan pada Tabel 7.5.

Tabel 7.5.Karakteristik Asbuton Murni HasilEkstraksiPerbaikan-3

No	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Hasil Pengujian		Syarat	Satuan
			1*)	2**)		
A	ASBUTON					
1.	Kadar bitumen		25,16	25,16		%
B	BITUM EN ASBUTON					
1.	Penetrasi,25°C,100g,5detik	SNI 06-2456-1991	67	80	60 - 70	dmm
2.	Titik lembek	SNI 06-2434-1991	50,6	47,8	≥48	°C
3.	Indeks penetrasi			≥-1	≥-1	
4.	Viskositas pada 135°C	SNI 06-6441-2000	770	385	385	cSt
5.	Daktilitas,25°C,5cm / menit	SNI 06-2432-1991	>140	>140	≥ 100	Cm
6.	Titik nyala (COC)	SNI 06-2433-1991	228	200	Min. 232	°C
7.	Kelarutan dalam C ₂ HCl ₃	SNI-06-2438-1991	92,13	99,2	≥ 99	%
8.	Berat jenis	SNI 06-2441-1991	1,041	1,021	≥ 1,000	-
9.	Kehilangan berat (TFOT)	SNI 06-2440-1991	0,97	1,36	≤ 0,8	% berat
10.	Penetrasi setelah TFOT	SNI 06-2456-1991	53	40	≥ 54	% asli
11.	Titik lembek setelah TFOT	SNI 06-2434-1991	54	50,5	-	°C
12.	Daktilitas,25°C,5cm / menit	SNI 06-2432-1991	76	62	≥ 100	Cm
13.	Indeks penetrasi			≥-1	≥ -1,0	

Catatan:

*) hasil uji contoh langsung dari model alat ekstraksi dengan satu kali proses ekstraksi

**) hasil uji contoh setelah dilakukan proses Mixtrall menggunakan centrifugal machine

Dari Tabel 7.5. masih tampak asbuton murni yang dihasilkan masih belum memenuhi persyaratan aspal pen 60 untuk sampel hasil model alat ekstraksi antara lain yaitu kelarutan, kehilangan berat dan penetrasi setelah

TFOT. Oleh karena itu dilakukan proses mixtrall menggunakan mesin sentrifugal. Namun telah dilakukan langkah mixtrall dengan mesin sentrifugal, asbuton murni yang dihasilkan masih tampak belum memenuhi persyaratan untuk titik lembek. Oleh karena itu dilakukan pengulangan proses destilasi, hasil pemeriksaan diperlihatkan pada Tabel 7.6. dimana dengan dilakukannya pengulangan proses destilasi semua syarat aspal pen 60 terpenuhi.

Dengan menggunakan bitumen asbuton yang telah memenuhi persyaratan aspal pen 60 seperti diperlihatkan Tabel 7.6 sifat campuran beraspal yang dihasilkan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 7.8 sampai dengan Tabel 7.11 dan Gambar 7.6 sampai 7.7. Sebagai pembanding pada table ini ditunjukkan pula sifat campuran beraspal yang dibuat dengan menggunakan aspal pen 60 dengan sifat-sifat seperti yang diberikan pada Tabel 7.7.

Tabel 7.6. KarakteristikAsbutonMurniHasil Alat Ekstraksi Perbaikan-3

No	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Hasil Pengujian	Syarat*)	Satuan
A	ASBUTON				
1.	Kadar bitumen		25,16		%
B	BITUM EN ASBUTON				
1.	Penetrasi ,25 °C, 100 g,5 detik	SNI 06-2456-1991	63	60 - 70	dmm
2.	Viskositas pada 135°C	SNI 06-6441-2000	770	385	Cst
3.	Titik lembek	SNI 06-2434-1991	52	≥48	°C
4.	Indeks penetrasi			≥-1	
5.	Daktilitas, 25 °C, 5 cm / menit	SNI 06-2432-1991	>140	≥ 100	Cm
6.	Titik nyala (COC)	SNI 06-2433-1991	232	Min. 232	°C
7.	Kelarutan dalam C ₂ HCl ₃	SNI-06-2438-1991	99,59	≥ 99	%
8.	Berat jenis	SNI 06-2441-1991	1,093	≥ 1,000	-
9.	Kehilangan berat (TFOT)	SNI 06-2440-1991	0,663	≤ 0,8	% berat

Tabel 7.6. Karakteristik Asbuton Murni Hasil Alat Ekstraksi Perbaikan-3

No	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Hasil Pengujian	Syarat*)	Satuan
10.	Penetrasi setelah TFOT	SNI 06-2456-1991	63,5	≥ 54	% asli
11.	Titik lembek setelah TFOT	SNI 06-2434-1991	57,5	-	$^{\circ}\text{C}$
12.	Indeks Penetrasi	SNI 06-2434-1991	57	$\geq -1,0$	$^{\circ}\text{C}$
13.	Daktilitas, 25 $^{\circ}\text{C}$, 5 cm / menit	SNI 06-2432-1991	>140	≥ 100	Cm
14.	Perkiraan temp pencampuran	AASHTO-72 1990	168-174	-	$^{\circ}\text{C}$
15.	Perkiraan temp pematatan	AASHTO-72 1990	156-168	-	$^{\circ}\text{C}$

*) spesifikasi Bina Marga 2010 revisi 2

Tabel 7.7. Hasil Uji Properties Aspal Minyak Pen 60

No.	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Hasil Pengujian	Syarat*)	Satuan
1.	Penetrasi ,25 $^{\circ}\text{C}$, 100 g, 5 detik	SNI 06-2456-1991	64	60 - 70	dmm
2.	Viskositas pada 135 $^{\circ}\text{C}$	SNI 06-6441-2000	480	385	Cst
3.	Titik lembek	SNI 06-2434-1991	49,6	≥ 48	$^{\circ}\text{C}$
4.	Indeks penetrasi			≥ -1	
5.	Daktilitas, 25 $^{\circ}\text{C}$, 5 cm / menit	SNI 06-2432-1991	>140	≥ 100	Cm
6.	Titik nyala (COC)	SNI 06-2433-1991	328	Min. 232	$^{\circ}\text{C}$
7.	Kelarutan dalam C_2HCl_3	SNI-06-2438-1991	99,79	≥ 99	%
8.	Berat jenis	SNI 06-2441-1991	1,038	$\geq 1,000$	-
9.	Kehilangan berat (TFOT)	SNI 06-2440-1991	0,032	$\leq 0,8$	% berat
10.	Penetrasi setelah TFOT	SNI 06-2456-1991	86,9	≥ 54	% asli
11.	Titik lembek setelah TFOT	SNI 06-2434-1991	51,6	-	$^{\circ}\text{C}$
12.	Indeks Penetrasi	SNI 06-2434-1991		$\geq -1,0$	$^{\circ}\text{C}$
13.	Daktilitas, 25 $^{\circ}\text{C}$, 5 cm / menit	SNI 06-2432-1991	>140	≥ 100	Cm
14.	Perkiraan temp pencampuran	AASHTO-72 1990	156-162	-	$^{\circ}\text{C}$
15.	Perkiraan temp pematatan	AASHTO-72 1990	146-151	-	$^{\circ}\text{C}$

*) spesifikasi Bina Marga 2010 revisi 2

Dari Tabel 7.8., dapat dilihat bahwa campuran beraspal yang menggunakan asbuton murni mempunyai karakteristik campuran lebih baik dibandingkan campuran beraspal yang menggunakan aspal minyak pen 60, walaupun peningkatan sifat campuran yang dihasilkan tidak jauh berbeda.

Tabel 7.8.KarakteristikCampuran Beraspal dengan Asbuton Murni dan Aspal Pen 60

No.	Hasil uji	Jenis aspal		Syarat*)	satuan
		Asbuton murni	Aspal minyak		
1.	KAO	5.85	5.80	-	%
2.	Kepadatan	2.409	2.396	-	t/m3
3.	VFB	74.51	73.16	65	%
4.	VIM marshall	4.06	4.33	3 - 5	%
5.	VMA	15.7	16.0	15	%
6.	VIMprd	2.9	2.9	Min 2	%
7.	Stabilitas	1388	1238	Min 800	kg
8.	Kelelehan	3.98	4.33	Min 3	mm
9.	MQ	352	282	Min 250	kg/mm
10.	Kadar aspal efektif	5.3	5.0		%
11.	Stabilitas sisa	95,4	91,8	Min 90	%

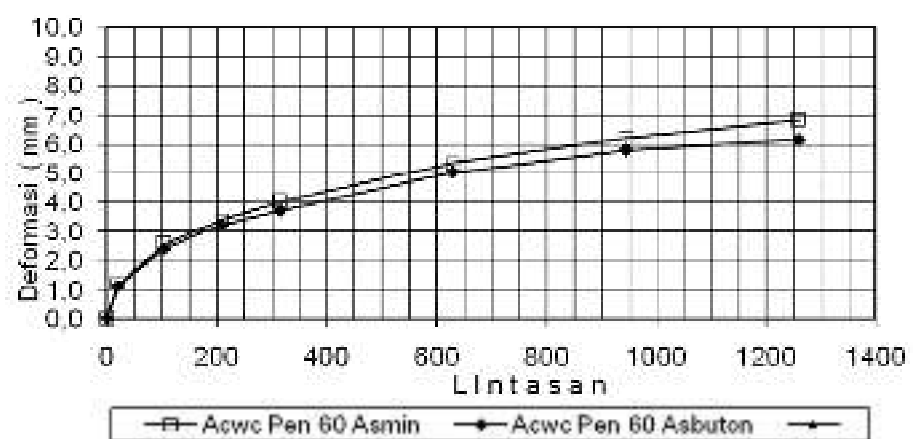
*)spesifikasi Bina Marga 2010 revisi 2

Tabel 7.9a Hasil Pemeriksaan Kedalaman Alur Campuran Beraspal Panas pada Kadar Aspal optimum

Waktu	lintasan	Jenis contoh uji		Satuan
		AC-wc Pen 60 Asmin	AC-wc Pen 60 Asbuton	
0	0	0.00	0.00	mm
1	21	1.20	1.13	mm
5	105	2.55	2.41	mm
10	210	3.39	3.21	mm
15	315	4.00	3.70	mm
30	630	5.34	5.02	mm
45	945	6.20	5.79	mm
60	1260	6.82	6.16	mm

Tabel 7.9b Ketahanan Campuran Beraspal Panas pada Kadar Aspal Optimum

Hasil pengujian	Jenis contoh uji		Satuan
	AC-wc Pen 60 Asmin	AC-wc Pen 60 Asbuton	
DO = Ren Awal	4.34	4.68	mm
RD = Kecepatan Deformasi	0.0413	0.0247	mm/menit
DS = Dinamis Stabilitas	1016.1	1702.7	lintasan/mm

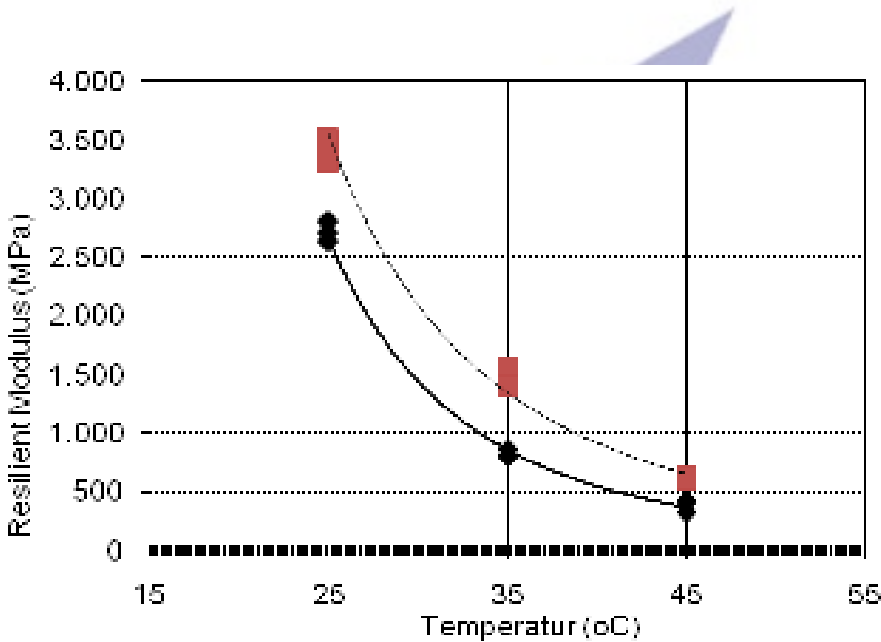


Gambar 7.5.Hasil Uji Kedalaman Alur Campuran Beraspal Panas

Meskipun kecenderungan hasil uji deformasi campuran beraspal yang menggunakan aspal minyak pen 60 dan asbuton murni pen 60 tidak jauh berbeda, namun stabilitas dinamis yang dihasilkan oleh campuran dengan asbuton murni jauh lebih baik dengan perbedaan yang cukup signifikan dengan campuran beraspal dari aspal pen 60, yaitu lebih tinggi 686,6 lint/mm lebih tinggi dari campuran beraspal yang menggunakan aspal minyak pen 60. Hal ini menunjukkan bahwa campuran beraspal menggunakan asbuton murni pen 60 lebih tahan deformasi daripada campuran dengan aspal pen 60.

Tabel 7.10. Hasil Pemeriksaan Modulus Resilien Campuran Beraspal Panas pada Kondisi Aspal Optimum

No	Temperatur	Resilient Modulus	Temperatur	Resilient Modulus
Ac wc dengan Asmin Pen 60			Ac wc dengan Asbuton murni	
1	25	2706	25	3511
2	25	2631	25	3430
3	25	2804	25	3312
1	35	814	35	1562
2	35	856	35	1469
3	35	791	35	1403
1	45	423	45	605
2	45	414	45	624
3	45	324	45	612



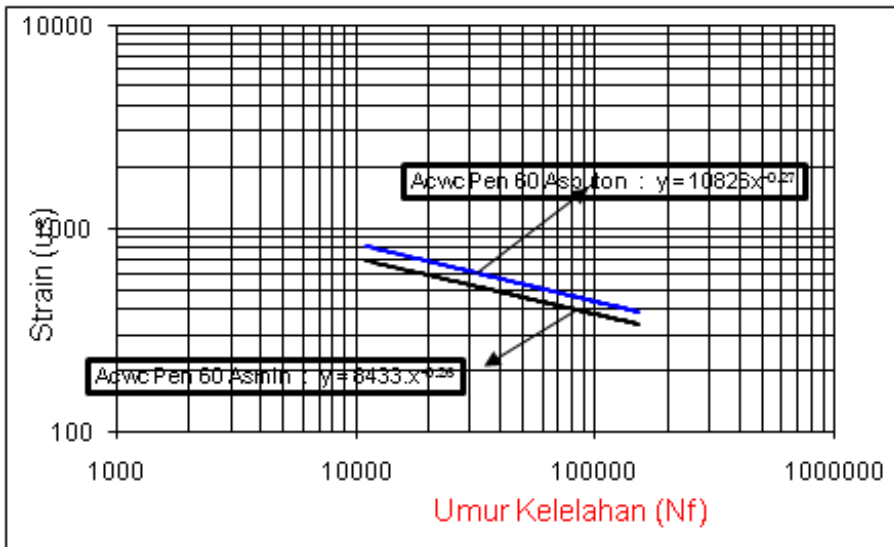
Gambar 7.6 Modulus Campuran Beraspal Panas Asbuton Murni dan Pen 60

Tabel 7.10 dan Gambar 7.6 memperlihatkan hasil uji modulus campuran beraspal panas yang menggunakan asbuton murni lebih tinggi dari campuran beraspal panas dengan aspal minyak pen 60, baik pada temperatur rendah (25°C) maupun tinggi (45°C). Hal ini selain menunjukkan

kekakuan campuran beraspal panas yang menggunakan asbuton murni lebih baik dari campuran beraspal panas yang menggunakan asbuton murni pen 60 juga menunjukan bahwa campuran dengan asbuton murni lebih tahan terhadap temperatur tinggi.

Tabel 7.11 Ketahanan Campuran Beraspal Panas pada Kondisi Aspal

No	Jenis campuran AC-WC dengan	Tensile Strain (µ€)	Sklus	Flexural stiffness (Mpa)	Jenis campuran AC-WC dengan	Tensile Strain (µ€)	Sklus	Flexural stiffness (Mpa)
	ASPAL PEN 60				ASBUTON MURNI			
1.	AC-wc dengan AC Pen 60; 400 mctr	400	86480	4417	AC-wc dengan Asbuton murni; 400 mctr	399	150770	5640
2.	AC-wc dengan AC Pen 60 ;500 mctr	500	33600	4220	AC-wc Pen 60 Asbuton murni; 500 mctr	499	46650	5441
3.	AC-wc dengan AC Pen 60 ;600 mctr	597	17640	4580	AC-wc Pen 60 Asbuton murni; 600 mctr	598	30570	5380
4.	AC-wc dengan AC Pen 60 ; 700 mctr	701	11030	4383	AC-wc Pen 60 Asbuton murni; 700 mctr	700	21870	4970
Flexural stiffness rata-rata				4400	Flexural stiffness rata-rata			5358



Gambar 7.7 Hasil Uji Fatig Campuran Beraspal Panas

Dari Tabel 7.11 memperlihatkan hasil uji fatig campuran beraspal panas yang menggunakan asbuton murni menghasilkan *flexural stiffness* pada siklus yang lebih tinggi dari campuran beraspal panas dengan aspal minyak pen 60. Hal ini menunjukkan campuran beraspal panas yang menggunakan asbuton murni lebih tahan terhadap retak dari campuran beraspal panas menggunakan aspal minyak pen 60.

Bab-8

PENUTUP

Dari data yang diperoleh dapat dikemukakan hal-hal berikut:

- 1) Bahan pelarut Tetra Hidro Furon (THF), Terpentin, Trichlor Ethylen (TCE) dapat digunakan sebagai bahan pelarut pada proses ekstraksi Asbuton dengan temperatur cukup tinggi.
- 2) Surfactant dapat meningkatkan daya larut terpentin pada proses ekstraksi asbuton dan karakteristik bitumen, sehingga asbuton murni yang dihasilkan dengan cara ekstraksi setara dengan karakteristik aspal minyak.
- 3) Bahan pelarut organik non petroleum Terpentin yang ditambah bahan surfactan adalah bahan pelarut potensial untuk digunakan memisahkan bitumen dari mineral asbuton.
- 4) Hasil analisis kimia relatif tidak berbeda untuk Asbuton murni baik yang dihasilkan bahan pelarut terpentin ditambah surfactan maupun bahan pelarut standar TCE.
- 5) Terdapat dua jenis proses pada Model alat ekstraksi yang telah dibuat, yang pertama proses ekstraksi menggunakan media saringan dan yang kedua proses ekstraksi disamping menggunakan bahan pelarut terpentin juga ditambah air. Kedua proses menggunakan model alat ekstraksi dapat menghasilkan asbuton murni memenuhi syarat dengan kapasitas sekitar 10 kg tiap hari.

Perubahan proses ekstraksi dari menggunakan media saringan menjadi menggunakan media air, karena terdapatnya beberapa kekurangan seperti terlalu tingginya pelarut dan terperangkap dalam bitumen asbuton, terlalu tingginya bitumen asbuton yang masih terperangkap dalam mineral sehingga perlu proses lanjutan untuk mengeluarkannya, disamping itu saringan yang digunakan tidak bisa di daur ulang serta terlalu banyaknya langkah2 yang harus diikuti bila menggunakan saringan. Dengan perubahan proses ini kekurangan-kekurangan yang terjadi dapat dikurangi.

- 6) Asbuton murni hasil ekstraksi dapat digunakan sebagai bahan tambah untuk memperbaiki karakteristik aspal keras pen 60, yang ditunjukkan data gabungan 20% Asbuton murni hasil ekstraksi pelarut terpentin yang ditambah surfactan dengan 80% aspal keras pen 60 menghasilkan aspal gabungan dengan karakteristik memenuhi persyaratan dan meningkatkan nilai indeks penetrasi (*PI*) dari -0,52 menjadi 0,09 serta ketahanan lapisan beraspal terhadap deformasi dari 60,1 °C menjadi 74,3 °C.
- 7) Karakteristik Marshall campuran beraspal panas dengan 100% asbuton murni hasil prototype alat ekstraksi tidak jauh berbeda dengan campuran beraspal panas dengan aspal pen 60.
- 8) Dari pengujian modulus pada temperatur bervariasi, menunjukkan campuran beraspal panas dengan Asbuton murni lebih tahan terhadap perubahan temperatur dibandingkan campuran beraspal panas dengan aspal pen 60
- 9) Dari pengujian ketahanan alur dengan WTM, campuran beraspal panas dengan aspal pen 60 tidak dapat memenuhi persyaratan untuk lalu-lintas berat dengan nilai stabilitas dinamis 1431,8 lintasan/mm, sedangkan campuran beraspal panas dengan asbuton murni mempunyai nilai stabilitas dinamis lebih dari dua kali lipatnya yaitu 3000,0 lintasan/mm sehingga memenuhi persyaratan untuk digunakan untuk lalu lintas berat.

Daftar Pustaka

1. *Asphalt Materials and Mixtures*, Transportation Research Record, 1171, National Research Board
2. Didin, *Pelarut untuk Ekstraksi Aspal Buton*, Institut Teknologi Bandung, 2008
3. Harmein Rahman, *Evaluasi Model Modulus Bitumen Asbuton dan Model Modulus Campuran yang Mengandung Asbuton*, Institute Teknologi Bandung, 2010 (lihat halaman 1 dan 6 ada dua tahun yang berbeda untuk sumber ini)
4. Kurniadji, *Pengaruh Temperatur Aspal Terhadap Jenis Kerusakan Bleeding pada Lapisan Beraspal*, jurnal jalan dan jembatan, 2007
5. Kurniadji, *Asbuton (aspal batu buton) sebagai bahan perkerasan jalan*, Pusat Penelitian Jalan dan Jembatan Departemen Pekerjaan Umum, 2007.
6. Kurniadji dkk, *Laporan Akhir sub judul Kajian Teknologi Asbuton* Pusat Penelitian Jalan dan Jembatan Departemen Pekerjaan Umum, 2008.
7. Kurniadji dkk, *Laporan Akhir sub judul Kajian Teknologi Asbuton* Pusat Penelitian Jalan dan Jembatan Departemen Pekerjaan Umum, 2009.
8. Kurniadji dkk, *Laporan Akhir Kajian Ekstraksi Asbuton* Pusat Penelitian Jalan dan Jembatan Departemen Pekerjaan Umum, 2011.
9. Kurniadji dkk, *Laporan Akhir Kajian Ekstraksi Asbuton* Pusat Penelitian Jalan dan Jembatan Departemen Pekerjaan Umum, 2012.
10. Harmein dari Francken, 1998 (lihat halaman 19)
11. www.Trinidad (lihat halaman 5)
12. KPN Bhumi Dharma (lihat halaman 4)
13. PP menteri PU (lihat halaman 7)
14. Bina Marga, 2007 (lihat halaman 13)
15. Nono, dkk (lihat halaman 23)
16. Pfeiffer et al (lihat halaman 22)

17. Sumber: Dep Kimpraswil,1999 dan Dep.Pertambangan & Energi Sultra,1997 (lihat hal. 3)
18. *Spesifikasi umum 2007 (lihat halaman 10)*

