

# PENYEMPURNAAN MODEL ALAT EKSTRAKSI ASBUTON

IR. KURNIADJI, MT

Penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki model alat ekstraksi asbuton yang sebelumnya telah dibuat oleh peneliti lain. Penelitian ini dilakukan dengan cara melakukan uji coba alat ekstraksi asbuton yang telah dibuat oleh peneliti lain dan melakukan uji coba alat ekstraksi asbuton yang telah dibuat oleh peneliti lain.

Hasil dari penelitian ini adalah alat ekstraksi asbuton yang telah dibuat oleh peneliti lain dapat digunakan untuk ekstraksi asbuton.

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa alat ekstraksi asbuton yang telah dibuat oleh peneliti lain dapat digunakan untuk ekstraksi asbuton.

Penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki model alat ekstraksi asbuton yang sebelumnya telah dibuat oleh peneliti lain. Penelitian ini dilakukan dengan cara melakukan uji coba alat ekstraksi asbuton yang telah dibuat oleh peneliti lain dan melakukan uji coba alat ekstraksi asbuton yang telah dibuat oleh peneliti lain.

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa alat ekstraksi asbuton yang telah dibuat oleh peneliti lain dapat digunakan untuk ekstraksi asbuton.



IR. KURNIADJI, MT

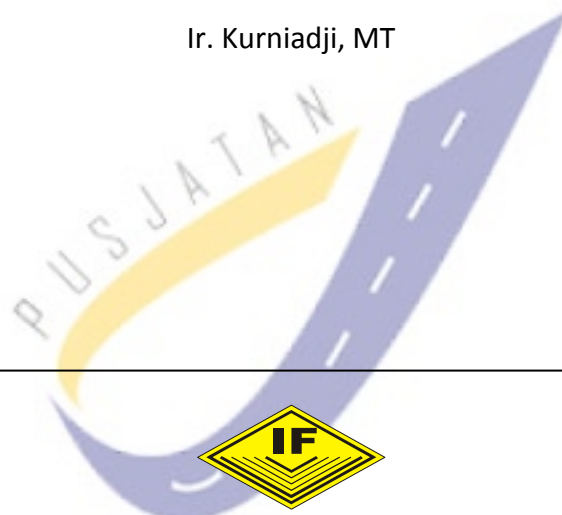
# PENYEMPURNAAN MODEL ALAT EKSTRAKSI ASBUTON





# PENYEMPURNAAN MODEL ALAT EKSTRAKSI ASBUTON

Ir. Kurniadji, MT



**INFORMATIKA**  
Bandung

## **PENYEMPURNAAN MODEL ALAT EKSTRAKSI ASBUTON**

Desember, 2011

Cetakan ke-1, 2011, (66 halaman)

Pemegang Hak Cipta Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan

No. ISBN : 978-602-8758-70-3  
Kode Kegiatan : 01-PPK3-01-153-11  
Kode Publikasi : IRE-TR-055/ST/2011

Kata kunci : Asbuton, Ekstraksi, Model alat

### **Penulis:**

Kurniadji

### **Editor:**

Prof (R) Dr. Ir. M. Sjahdanulirwan, M.Sc  
Ir. Nyoman Suaryana, M.Sc

Naskah ini disusun dengan sumber dana APBN Tahun 2011, pada paket pekerjaan Penyusunan Naskah ilmiah Penyempurnaan Model Alat Ekstraksi.

Pandangan yang disampaikan di dalam publikasi ini tidak menggambarkan pandangan dan kebijakan Kementerian Pekerjaan Umum, unsur pimpinan, maupun instruksi pemerintah lainnya.

Kementerian Pekerjaan Umum tidak menjamin akurasi data yang disampaikan dalam publikasi ini, dan tanggung jawab atas data dan informasi sepenuhnya dipegang oleh penulis

Kementerian Pekerjaan Umum mendorong percetakan dan memperbanyak informasi secara eksklusif untuk perorangan dan pemanfaatan nonkomersial dengan pemberitahuan yang memadai kepada Kementerian Pekerjaan Umum dibatasi dalam menjual kembali, mendistribusikan atau pekerjaan kreatif turunan untuk tujuan komersial tanpa izin dari Kementerian Pekerjaan Umum.

### **Diterbitkan oleh:**

Penerbit Informatika-Bandung

### **Pemesanan melalui:**

Perpustakaan Puslitbang Jalan dan Jembatan  
[Info@pusjatan.pu.go.id](mailto:Info@pusjatan.pu.go.id)

# TENTANG PUSLITBANG JALAN DAN JEMBATAN

Puslitbang Jalan dan Jembatan (Pusjatan) adalah institusi riset yang dikelola oleh Badan Litbang Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia. Lembaga ini mendukung Kementerian PU dalam menyelenggarakan jalan dengan memastikan keberlanjutan keahlian, pengembangan inovasi dan nilai – nilai baru dalam pengembangan infrastruktur.

Pusjatan memfokuskan kepada penyelenggara jalan di Indonesia, melalui penyelenggaraan litbang terapan untuk menghasilkan inovasi teknologi bidang jalan dan jembatan yang bermuara pada standar, pedoman, dan manual. Selain itu, Pusjatan mengemban misi untuk melakukan advis teknik, pendampingan teknologi, dan alih teknologi yang memungkinkan infrastruktur Indonesia menggunakan teknologi yang tepat guna.

## KEANGGOTAAN TIM TEKNIS DAN SUBTIM TEKNIS

### TIM TEKNIS:

1. Prof (R) Dr. Ir. M. Sjahdanulirwan, M.Sc.
2. Ir. Agus Bari Sailendra. MT
3. Ir. I. Gede Wayan Samsi Gunarta, M.Appl.Sc

4. Prof (R) Dr. Ir. Furqon Affandi, M.Sc
5. Prof (R) Ir. Lanneke Tristante, APU
6. Ir. GJW Fernandez
7. Ir. Soedarmanto Darmonegoro
8. DR. Djoko Widayat, MSc

**SUBTIM TEKNIS:**

1. Ir. Nyoman Suaryana, M.Sc
2. Prof (R) Dr. Ir. M. Sjahdanulirwan, M.Sc.
3. Prof (R) Dr. Ir. Furqon Affandi, M.Sc
4. Dr. Djoko Widayat, M.Sc.
5. Ir. Kurniadji, MT.
6. Dr. Ir. Siegfried, M.Sc.
7. Dr. Ir. Anwar Yamin, M.Sc.



# Kata Pengantar

Kebutuhan aspal nasional untuk pekerjaan peraspalan adalah sekitar 1,2 s.d. 1,8 juta ton pertahun dan hanya sekitar setengah sampai sepertiganya saja yang dapat dipenuhi Pertamina.

Potensi Asbuton dengan cadangan aspal alam terbesar di dunia, belum dimanfaatkan optimal, karena keterbatasan pengetahuan, terutama dari sisi kinerja perkerasan pasca implementasi .

Teknologi asbuton saat ini adalah teknologi asbuton butir dan asbuton butir semi ekstraksi yang memodifikasi aspal keras. Kedua teknologi ini sangat sedikit dapat menyubstitusi aspal minyak dalam campuran.

Alternatif teknologi lain yang lebih menjanjikan adalah teknologi ekstraksi asbuton secara penuh (*full extraction*) sehingga diperoleh bitumen asbuton yang dapat dimanfaatkan sebagai aditif atau sebagai pengganti aspal minyak secara penuh.

Untuk memperoleh bitumen asbuton dengan cara ekstraksi penuh (*full extraction*) telah dicoba digunakan bahan pelarut berbasis petroleum,

namun masih banyak kendala terutama dalam biaya operasi dan keberadaannya di pasaran yang tergantung harga minyak bumi dunia.

Oleh karena itu, dilakukan kajian ekstraksi asbuton menggunakan bahan pelarut berbasis organik, salah satunya adalah terpenen yang diberi *surfactant* memungkinkan sebagai bahan pelarut potensial yang dipilih.

Namun demikian untuk memperoleh hasil yang maksimal teknologi ekstraksi asbuton secara penuh (*full extraction*), selain pelarutnya, dilakukan kajian pembuatan model alat ekstraksi asbuton sebagai cikal bakal pembuatan *prototype* alat ekstraksi yang terus mengalami penyempurnaan, sehingga bitumen asbuton yang diperoleh memenuhi persyaratan sebagai substitusi aspal minyak secara penuh.

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

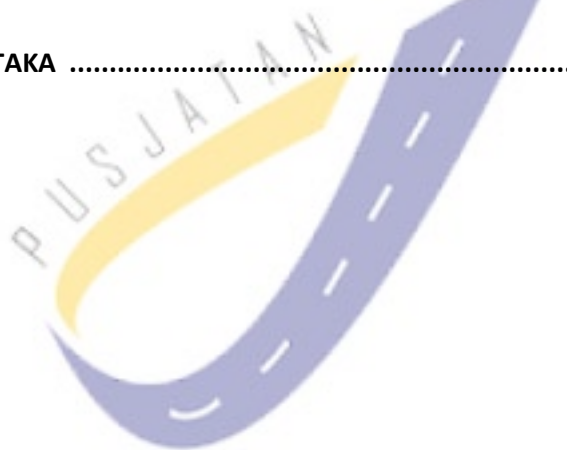


# Daftar Isi

<b>PENGANTAR .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISTILAH .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	2
1.2 Tujuan.....	3
<b>BAB 2. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>5</b>
2.1 Kerangka Pemikiran .....	5
2.2 Teknik Pengambilan Data.....	5
2.3 Teknik Analisis .....	6
<b>BAB 3. DEPOSIT ASPAL ALAM.....</b>	<b>7</b>
3.1 Deposit Asbuton .....	8
3.2 Aspal Danau Trinidad .....	9
<b>BAB 4. PRODUKSI ASBUTON .....</b>	<b>13</b>
4.1 Perkembangan Teknologi Asbuton .....	13
4.2 Jenis Asbuton yang telah Diproduksi .....	15



<b>BAB 5. KARAKTERISTIK ASBUTON DAN CAMPURAN BERASPAL DENGAN ASBUTON .....</b>	<b>23</b>
5.1 Karakteristik Asbuton .....	23
5.2 Karakteristik Campuran Beraspal dengan Asbuton .....	25
<b>BAB 6. ASBUTON MURNI HASIL EKSTRAKSI PELARUT ORGANIK.....</b>	<b>29</b>
6.1 Bahan pelarut untuk Ekstraksi Asbuton .....	29
6.2 Bahan Pelarut Orrganik untuk Ekstraksi Asbuton .....	33
6.3 Asbuton Murni sebagai <i>Additive</i> pada Aspal Minyak....	35
6.4 Asbuton Murni sebagai Pengganti Aspal minyak.....	45
<b>BAB 7. MODEL ALAT EKSTRAKSI UNTUK ASBUTON .....</b>	<b>49</b>
7.1 Asbuton Murni Hasil Model Alat Ekstraksi.....	52
7.2 Campuran Beraspal dengan Asbuton Murni .....	53
7.3 Perbaikan Model Alat Ekstraksi .....	58
7.4 Asbuton Murni Hasil Model Alat Ekstrasi Setelah Perbaikan .....	61
<b>BAB 8. KESIMPULAN .....</b>	<b>63</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>65</b>



# Daftar Tabel

Tabel 3.1	Deposit Aspal Alam Dunia .....	7
Tabel 3.2	Perkiraan lokasi dan Deposit Asbuton .....	8
Tabel 3.3	Karakteristik TLA .....	11
Tabel 4.1	Jenis Asbuton Butir yang telah Diproduksi .....	16
Tabel 4.2	Klassifikasi Asbuton Butir .....	19
Tabel 4.3	Persyaratan Aspal Dimodifikasi Dengan Asbuton .....	21
Tabel 4.4	Persyaratan Asbuton Murni Hasil Ekstraksi .....	21
Tabel 5.1	Hasil uji fisik Bitumen Asbuton dari Kabungka dan Lawele	23
Tabel 5.2	Hasil uji kimia Bitumen Asbuton dari Kabungka dan Lawele	24
Tabel 5.3	Hasil uji gradasi Mineral Asbuton Kabungka dan Lawele	25
Tabel 5.4	Hasil uji komposisi Mineral Asbuton Kabungka dan Lawele	25
Tabel 5.5	Hasil Pengujian Campuran beraspal dengan Alat Uji Marshall	26
Tabel 5.6	Hasil Pengujian Kedalaman Alur dengan <i>Wheel Tracking Machine</i> .....	27
Tabel 6.1	Jenis-jenis Bahan Pelarut yang Digunakan .....	30
Tabel 6.2	Hasil Ekstraksi Asbuton dengan Jenis-Jenis Pelarut .....	30
Tabel 6.3	Kadar Bitumen Asbuton Hasil Ekstraksi dengan Temperatur Bervariasi .....	31
Tabel 6.4	Hasil Uji Kimia Bitumen dengan Bahan Pelarut Terpentin dan TCE .....	32

Tabel 6.5	Hasil Ekstraksi Asbuton dengan Terpentin Ditambah Surfactan.....	33
Tabel 6.6	Karakteristik Aspal Pen 60 setelah Ditambah Surfactant	34
Tabel 6.7	Karakteristik Bitumen Asbuton setelah Ditambah <i>Surfactant</i> .....	34
Tabel 6.8	Jenis dan Contoh Aplikasi Bitumen Modifikasi.....	35
Tabel 6.9	Hasil Pemeriksaan Properties Bitumen Asbuton.....	37
Tabel 6.10	Hasil Pemeriksaan Properties Aspal Keras Pen 60.....	38
Tabel 6.11	Hasil Pengujian Properties Aspal Gabungan.....	39
Tabel 6.12	Hasil Perhitungan Properties Aspal Gabungan.....	40
Tabel 6.13	Hasil Uji Karakteristik Asbuton Murni .....	45
Tabel 6.14	Resume Hasil Pengujian Aspal Keras Pen 60 .....	46
Tabel 6.15	Hasil Uji Marshall Campuran Beraspal dengan Asbuton Murni AC 60 dan .....	47
Tabel 7.1a	Hasil Pemeriksaan Asbuton Murni Produk 1-3.....	52
Tabel 7.1b	Hasil Pemeriksaan Asbuton Murni Produk 4-6.....	53
Tabel 7.2	Gradasi Agregat Gabungan.....	54
Tabel 7.3	Karakteristik Campuran Beraspal dengan AC-60 dan Asbuton Murni .....	54
Tabel 7.4	Hasil Uji Alur dengan <i>Wheel Tracking Machine</i> .....	55
Tabel 7.5	Kondisi Sebelum dan Sesudah Perbaikan Model Alat Ekstraksi .....	58
Tabel 7.6	Hasil Uji Asbuton Murni Variasi Waktu Ekstraksi .....	61
Tabel 7.7	Hasil Uji Karakteristik Asbuton Murni Hasil Ekstraksi.....	62

# Daftar Gambar

Gambar 3.1	Penambangan Asbuton secara Terbuka .....	9
Gambar 3.2	Trinidad Dan Lokasi Danau Aspal .....	10
Gambar 3.3	Perbandingan Pengelolaan Asbuton dan TLA .....	11
Gambar 4.1	Proses Pembuatan Aspal Dimodifikasi Asbuton .....	20
Gambar 5.1	Hubungan Repetisi Beban dengan Deformasi .....	27
Gambar 5.2	Hubungan Regangan dengan Repetisi Beban .....	28
Gambar 5.3	Hubungan % Asbuton dan Modulus Resilient.....	28
Gambar 6.1	Hubungan Jenis Bahan Pelarut dan Kadar Bitumen Asbuton Hasil Ekstraksi pada Temperatur 25°C.....	31
Gambar 6.2	Hubungan % Surfactan dengan Asbuton Murni.....	33
Gambar 6.3	hubungan % Asbuton Murni dan Penetrasi .....	41
Gambar 6.4	hubungan % Asbuton Murni dan Titik Lembek.....	42
Gambar 6.5	hubungan % Asbuton Murni dan Indeks Penetrasi.....	43
Gambar 6.6	hubungan % Asbuton Murni dan PG.....	45
Gambar 7.1	Bagan Alir Operasi Alat Ekstraksi .....	50
Gambar 7.2a	Model Alat Ekstraksi Asbuton .....	51
Gambar 7.2b	Foto Alat Ekstraksi Asbuton (model).....	51
Gambar 7.3	Hubungan Lintasan dengan Deformasi Campuran .....	56
Gambar 7.4	Hubungan Temperature dengan Modulus Campuran..	56

Gambar 7.5	Hubungan $N_f$ dengan Regangan Campuran.....	57
Gambar 7.6	Bagian Bagian Model Alat Ekstraksi yang Diperbaiki ....	61



# Daftar Istilah

Istilah dan definisi yang digunakan dalam naskah ini adalah:

**Asbuton (Aspal Batu Buton)**

Aspal alam dari Pulau Buton yang berbentuk padat dan berbentuk cair

**Asbuton butir**

Aspal alam dari Pulau Buton yang berbentuk butiran hasil pengolahan dengan ukuran butir, kadar air, kadar bitumen dan nilai penetrasi bitumen tertentu

**Asbuton pra campur**

Aspal minyak yang telah dimodifikasi asbuton semi ekstraksi yang memenuhi syarat tertentu

**Asbuton murni**

Asbuton hasil ekstraksi penuh (*full extraction*) yang memenuhi syarat tertentu

**bitumen asbuton**

Bitumen hasil ekstraksi Asbuton sebagai bahan pengikat dalam campuran

### 3.6

#### **Kadar bitumen asbuton**

Perbandingan berat bitumen yang terkandung dalam asbuton terhadap berat total asbuton (kandungan asbuton terdiri dari aspal dan mineral) dalam satuan persen

### 3.7

#### **Kepadatan mutlak (Refusal Density)**

Kepadatan maksimum dari suatu campuran beraspal yang telah dipadatkan, yang diperoleh dengan pengujian sesuai BS 598-1989

### 3.8

#### **Rongga diantara mineral agregat (*Voids in Mineral Aggregates, VMA*)**

Volume rongga di antara partikel agregat pada suatu campuran beraspal yang telah dipadatkan, dinyatakan dalam persen terhadap volume total benda uji campuran

### 3.9

#### **Rongga udara dalam campuran beraspal (*Voids in Mixed, VIM*)**

Ruang udara di antara partikel agregat yang diselimuti aspal dalam suatu campuran yang telah dipadatkan, dinyatakan dalam persen terhadap volume bulk total campuran

### 3.10

#### **Rongga terisi aspal (*Voids Filled with Bitumen, VFB*)**

Persen ruang di antara partikel agregat (VMA) yang terisi aspal, tidak termasuk aspal yang diserap oleh agregat, dinyatakan dalam persen terhadap VMA.

### 3.11

#### **Stabilitas**

Kemampuan maksimum benda uji campuran beraspal dalam menerima beban sampai terjadi kelelahan plastis, yang dinyatakan dalam satuan beban

# 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

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

- Perkerasan lentur masih merupakan pilihan yang ekonomis untuk pembangunan dan pemeliharaan jalan (Harmein, 2011).
- Kebutuhan aspal nasional Indonesia untuk pekerjaan peraspalan adalah 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 Provinsi Sultra, 1997 dan data satelit), merupakan cadangan aspal alam terbesar di dunia, namun belum termanfaatkan optimal, karena keterbatasan pengetahuan, terutama dari sisi kinerja perkerasan pasca implementasi .



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

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

Di samping empat jenis asbuton butir yang telah direkomendasikan untuk digunakan dalam campuran beraspal, pada tahun 2008, terdapat terobosan baru untuk asbuton butir dengan munculnya produksi Lawele Granular Asphalt (LGA) atau B 50/30 hasil pabrik, dengan asbuton dari Lawele dan lokasi lain dengan karakteristik yang sama. Karena kandungan bitumen dengan nilai penetrasi tinggi, B 50/30 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.

Di samping asbuton butir dan asbuton semi ekstraksi, terdapat alternatif teknologi lain yang lebih menjanjikan yaitu teknologi ekstraksi asbuton secara penuh (*full extraction*) sehingga diperoleh bitumen asbuton atau biasa disebut bitumen murni, di mana 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) dan PT Buton Asphalt Indonesia, namun

dari hasil kajian, diperoleh hasil yang tidak begitu menggembirakan terutama dari segi karakteristik bitumen (asbuton murni) yang dihasilkan serta membutuhkan biaya operasional yang terlalu tinggi, sehingga harga jual asbuton murni tidak kompetitif dengan aspal keras.

Namun demikian, 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 nonpetroleum, 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.

## 1.2 Tujuan

Tujuan pengkajian adalah memperoleh teknologi tepat guna pemurnian asbuton untuk menghasilkan asbuton murni yang memenuhi persyaratan menggunakan bahan pelarut alternatif yang potensial



# 2

## METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Kerangka Pemikiran

Diversifikasi penggunaan bahan pengikat di dalam campuran beraspal seharusnya sudah harus dijabarkan dengan menyubstitusi aspal keras dengan aspal alam asbuton, namun dengan banyaknya kendala penggunaan asbuton jenis butir dan pra campur, seyogianya dipilih asbuton murni hasil ekstraksi, sejalan dengan hal tersebut telah banyak peneliti mengekstraksi asbuton dengan bahan berbasis petroleum, di mana harganya sangat terpengaruh harga minyak bumi dunia, oleh karena itu pada kajian ekstraksi asbuton dipilih bahan pelarut berbasis organik.

### 2.2 Teknik Pengambilan Data

Teknik pengambilan data untuk kajian teknologi ekstraksi asbuton yang dilaksanakan merupakan hasil pengujian/pemeriksaan karakteristik bitumen-bitumen di laboratorium hasil dari model alat ekstraksi yang telah dibuat.

## 2.3 Teknik Analisis

Analisis kajian yang digunakan dalam kegiatan ini merupakan kajian eksperimental di laboratorium mencari bahan pelarut alternatif non petroleum sekaligus merancang pembuatan model alat ekstraksi asbuton.

Langkah-langkah kegiatan kajian meliputi:

- 📚 Kajian literatur mengenai berbagai jenis bahan pelarut nonpetroleum serta teknologi ekstraksi pemisahan bitumen asbuton dari mineralnya
- 🔍 Identifikasi masalah, dalam hal ini kajian membuat *prototype* alat ekstraksi yang cocok untuk memisahkan bitumen dari mineral asbuton
- 🔬 Kajian laboratorium bitumen asbuton hasil ekstraksi
  - ✓ Analisis
  - ✓ Evaluasi
  - ✓ Pelaporan



# 3

## 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 (*lake asphalt*) 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 3.1, kelemahannya adalah rendahnya dan tidak homogenya kadar aspal, oleh karena itu perlu dilakukan kajian yang mendalam dalam pemanfaatannya untuk pekerjaan peraspalan.

Tabel 3.1 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

### 3.1 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 3.2.

**Tabel 3.2 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.	Siantopina	10 – 20	181,25
5.	Olala	10 – 20	47,089
6,	Enreko	10 – 20	174,725
7.	Laweale	20 - 40	210

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

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 pemanfaatan.

Sejak tahun dua ribuan, barulah deposit Asbuton dari Lawele ditambang dengan cara penambangan terbuka, seperti diilustrasikan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Penambangan Asbuton secara terbuka

Dari hasil eksplorasi, di daerah Lawele mempunyai jenis Asbuton lunak yang tertutup dengan lapisan tanah rata-rata antara 0 sampai 4,9 meter.

Selanjutnya dari hasil eksplorasi juga menyebutkan bahwa telah terjadi beberapa hambatan untuk melaksanakan pengeboran, salah satunya adalah lengketnya mata bor karena sangat lunaknya asbuton di lapisan bawah.

### 3.2 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 dan merupakan deposit aspal-alam terbesar ketiga di dunia dan berlokasi di La Brea sebelah barat-daya Trinidad, seperti tersaji pada Gambar 3.2.



Deposit ini 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 penambal kapal lautnya yang bocor. Sejak saat itu, melalui banyak penelitian, kemudian diketahui banyak manfaat lain dari TLA.

Dalam danau yang memiliki luas 40 Ha dengan kedalaman 75 m di daerah tersebut, tersimpan TLA sebagai sumber bahan eksport material konstruksi jalan bermutu tinggi.

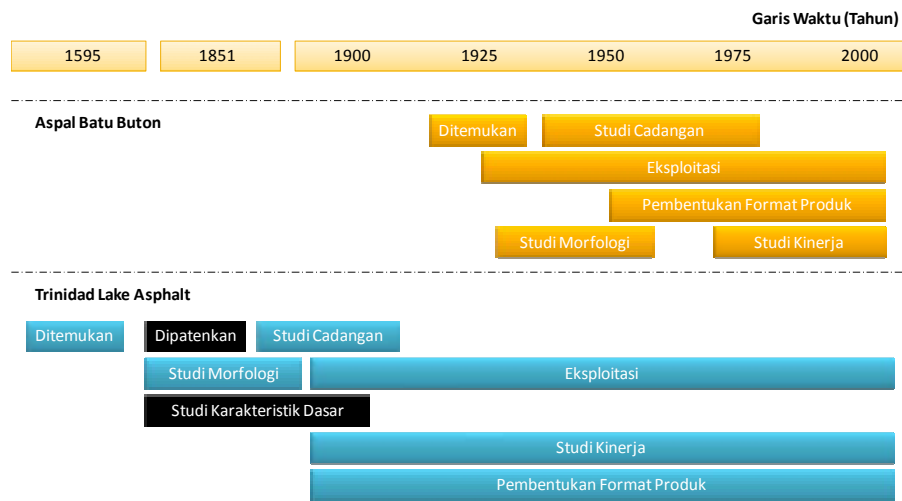
Dari sisi kejadiannya, TLA berasal dari palung dalam yang merupakan hasil tabrakan Lempeng Karibia dan Busur Barbados. Kondisi ini mendorong deposit minyak bumi yang berada di dalam lempeng ke atas. Fraksi ringan kemudian menguap meninggalkan bagian lebih berat, yaitu bitumen.



Gambar 3.2. Trinidad Dan Lokasi Danau Aspal ([www.trinidad.com](http://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 3.3. disampaikan

perbandingan proses yang dialami oleh TLA dibandingkan dengan Asbuton. Karakteristik TLA adalah seperti yang diperlihatkan pada Tabel 3.3



**Gambar 3.3. Perbandingan Pengelolaan asbuton dan TLA (Harmein 2010)**

**Tabel 3.3 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

Sumber: Harmein dari Read, 2003



# 4

## PRODUKSI ASBUTON

### 4.1 Perkembangan Teknologi Asbuton

Terjadi pasang surut penggunaan Asbuton di dalam negeri, sejak diketemukan pada tahun 1924 dan mulai diproduksi sejak tahun 1926 yang dalam penambangannya pernah mengalami masa "*booming*" sampai 500.000 ton per tahun, yang akhirnya sempat terpuruk karena pengguna Asbuton agak trauma menggunakannya akibat kegagalan konstruksi yang kerap kali terjadi.

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 di mana kandungan mineral yang masih terdapat dalam produk Asbuton yang dihasilkan sudah lebih kecil dari 1%.

## 4.2 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 diklassifikasikan berdasarkan kadar bitumennya, biasa disebut Asbuton konvensional dan digunakan untuk Lasbutag (Lapis Asbuton Agregat) campuran dingin, dan sedikit untuk Asbuton campuran panas dan hangat. 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%. 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 di *packaging* 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%. Karena bersifat homogen, halus dan tidak menggumpal, Asbuton ini dapat memberikan kinerja lebih baik dibandingkan Asbuton halus.

Untuk memperbaiki kinerja Asbuton butir telah dikembangkan Asbuton halus dan Asbuton Mikro. Produk-produk ini dikemas dalam kantong-kantong plastik kedap air.

Propertis dari ketiga jenis Asbuton butir ditunjukkan dalam Tabel 4.1.

**Tabel 4.1 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	%

Uraian	Jenis asbuton/merk produksi			Satuan
	Konv.	Halus	Mikro	
Ukuran butir maks	12,5	4,75	2,36	mm
Kemasan	curah	ktg	ktg	-

Dari 57 ruas jalan yang menggunakan Asbuton Mikro sejak tahun 1995-1997, hasil monitoring menunjukkan hanya 10 ruas yang masih dalam kondisi baik; 28 ruas dilaporkan dalam kondisi sedang (sampai dengan 50% lepas atau retak tetap masih berfungsi); dan 9 ruas dilaporkan dalam kondisi kurang baik atau rusak, namun demikian tercatat pula adanya lapis Lasbutag konvensional yang bertahan baik hingga lebih dari 5 tahun seperti dilaporkan dari Kalimantan Barat, namun secara umum umur Lasbutag konvensional relatif lebih pendek.

Data tersebut menunjukkan bahwa walaupun telah tersedia Asbuton butir dengan *properties* yang sangat menunjang seperti Halus dan Mikro ternyata tingkat keberhasilan campuran dingin Lasbutag masih sangat bervariasi.

Penyebab utama kegagalan adalah rendahnya mutu pelaksanaan dan ketidak-tepatan bahan peremaja. Angka kegagalan dapat ditekan bila kualitas pelaksanaan ditingkatkan.

Dalam pelaksanaan peraspalan, campuran beraspal dengan asbuton yang telah dicampur dengan bahan peremaja dan agregat sebelum tahun dua ribuan telah banyak mengalami kegagalan yang kemungkinan disebabkan oleh:

- kadar bitumen dalam Asbuton yang sangat bervariasi, pada Asbuton konvensional kadar aspal dapat bervariasi sampai 10%
- tidak terhindarnya ukuran butir Asbuton yang di-stock lebih besar dari persyaratan, pada spesifikasi Lasbutag disyaratkan ukuran butir maksimum Asbuton adalah lolos saringan No.4 (4,76mm), kenyataannya di lapangan dijumpai butir asbuton di atas 1" (2,54



mm), dimana hal ini akan mempengaruhi pengaktifan bitumen dalam Asbuton oleh bahan peremaja.

- bahan peremaja tidak cocok digunakan untuk mengaktifkan bitumen dalam Asbuton yang mengakibatkan kadar aspal dalam campuran menjadi keliru
- terjadinya kontaminasi antara asbuton dengan lempung dan bahan lainnya saat penimbunan serta pengangkutan.
- kadar air Asbuton yang tinggi, pada Asbuton konvensional kadar air asbuton dapat terjadi hingga di atas 20%

#### 4) Asbuton butir

Usaha yang dilakukan untuk memperbaiki kinerja campuran beraspal dengan menggunakan Asbuton adalah:

- Menyeragamkan kadar aspal dan besar butir produk asbuton yang dihasilkan secara fabrikasi, contohnya BGA, BRA dan untuk asbuton pracampur.
- Meminimalkan kadar air asbuton yang dihasilkan sekaligus melindungi terjadinya penambahan kadar air, contohnya dengan melakukan *packaging*.
- Memproduksi asbuton yang dapat digunakan secara langsung, tanpa melakukan modifikasi pada alat yang digunakan untuk mencampur, contohnya pemasokkan Asbuton butir yang dipasok melalui *filler feeder* di AMP.
- Melakukan *pre blended* antara asbuton butir dengan aspal keras dengan proses tertentu sehingga terjadi kehomogenan campuran, contohnya asbuton pracampur dicampur dengan aspal keras sebelum dimasukkan ke dalam alat pencampur.
- Melakukan pembatasan penempatan campuran beraspal yang menggunakan asbuton, contohnya untuk lalu-lintas rendah dapat digunakan campuran dingin Lasbutag, untuk lalu lintas sedang dapat digunakan campuran asbuton hangat dan untuk lalu-lintas berat dapat digunakan campuran asbuton panas.

- Apabila pada asbuton harus digunakan *modifier*, dipilih *modifier* yang tepat, contohnya untuk asbuton campuran hangat dapat digunakan PH-1000 yaitu modifier yang mempunyai viskositas antara 1000 – 1200 Cst.
- Melakukan modifikasi alat pencampur yang dapat digunakan untuk campuran beraspal panas menggunakan aspal keras sekaligus dapat digunakan untuk mencampur campuran yang menggunakan asbuton.
- Pembuatan pedoman teknis dan spesifikasi penggunaan Asbuton dalam campuran beraspal panas, hangat dan dingin.

Usaha tersebut sudah dilakukan dan pada tahun 2005 – 2007 sehingga diperoleh asbuton butir dengan karakteristik yang harus memenuhi persyaratan pada Tabel 4.2..

Asbuton butir umumnya digunakan dalam campuran dingin (Lasbutag, Latasbum), campuran beraspal panas dan hangat sebagai bahan substitusi aspal minyak dan atau bahan tambah (*additive*).

Klassifikasi Asbuton butir selain ditinjau dari kadar bitumen dan ukuran butir maksimum, juga terhadap nilai penetrasi bitumen.

**Tabel 4.2 Klasifikasi Asbuton butir**

Sifat-sifat Asbuton	Metoda Pengujian	Tipe 5/20	Tipe 15/20	Tipe 15/25	Tipe 20/25	Tipe 50/30
Kadar bitumen asbuton; %	SNI 03-3640	18-22	18 - 22	23-27	23 - 27	25 - 30
Ukuran butir asbuton butir						
- Lolos Ayakan 3/8" (9,5 mm); %						100
- Lolos Ayakan No 4 (4,76 mm); %					100	-
- Lolos Ayakan No 8 (2,36 mm); %	SNI 03-1968	100	100	100	Min 95	-
- Lolos Ayakan No 16 (1,18 mm); %	SNI 03-1968	Min 95	Min 95	Min 95	Min 75	-
Kadar air, %	SNI 06-2490	Mak 2	Mak 2	Mak 2	Mak 2	Mak 2

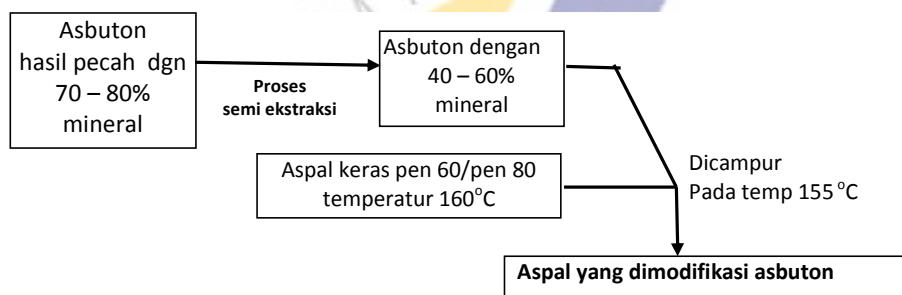
Sifat-sifat Asbuton	Metoda Pengujian	Tipe 5/20	Tipe 15/20	Tipe 15/25	Tipe 20/25	Tipe 50/30
Penetrasi aspal asbuton pada 25 °C, 100 g, 5 detik; 0,1 mm	SNI 06-2456	≤10	10 - 18	10 - 18	19 - 22	40 - 60

Asbuton butir dapat diperoleh dari pengkondisian bongkahan Asbuton dari sumber bahan di daerah Kabungka maupun dari daerah Lawele. Karena karakteristik Asbuton dari kedua asal sumber Asbuton yang berbeda.

##### 5) Asbuton Pracampur (asbuton semi ekstraksi/Asbuton diproses)

Asbuton pra campur dapat diperoleh dengan cara mencampurkan asbuton butir yang telah di ekstraksi sebagian (semi ekstraksi) dengan aspal keras pen 60 atau pen 80 pada temperatur 155°C yang pembuatannya dilakukan secara fabrikasi Proses pencampuran antara aspal minyak dengan asbuton butir semi ekstraksi diilustrasikan pada Gambar 4.1.

Persyaratan Aspal minyak yang yang dimodifikasi Asbuton (asbuton pracampur) diperlihatkan pada Tabel 4.3.



Gambar 4.1. Proses Pembuatan aspal yang dimodifikasi asbuton

Sumber: Juklak pembuatan Retona blend 55, 2008

**Tabel 4.3 Persyaratan Aspal Dimodifikasi Dengan Asbuton**

No.	Jenis Pengujian	Metode	Persyaratan
1.	Penetrasi, 25 °C; 100 gr; 5 detik; 0,1 mm	SNI 06-2456	40 - 60
2.	Titik Lembek, °C	SNI 06-2434	Min. 55
3.	Titik Nyala, °C	SNI 06-2433	Min. 225
4.	Daktilitas; 25 °C, cm	SNI 06-2432	Min. 50
5.	Berat jenis	SNI 06-2441	Min. 1,0
6.	Kelarutan dalam Trichlor Etylen, % berat	ASTM M-04	Min. 90
7.	Penurunan Berat (dengan TFOT), % berat	SNI 06-2440	Max. 1
8.	Penetrasi setelah kehilangan berat, % asli	SNI 06-2456	Min. 55
9.	Daktilitas setelah TFOT, cm	SNI 06-2432	Min. 25
10.	Mineral Lolos Saringan No. 100, % *	SNI 03-1968	Min. 90

Catatan : \* Hasil Ekstraksi

#### 6) 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 4.4.

**Tabel 4.4 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

No.	Jenis Pengujian	Metode	Persyaratan
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

Sumber : spesifikasi khusus Asbuton campuran panas, 2007



# 5

## KARAKTERISTIK ASBUTON DAN CAMPURAN BERASPAL DENGAN ASBUTON

### 5.1 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 5.1. dan Tabel 5.2.

**Tabel 5.1 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 <sub>2</sub> HCL <sub>3</sub> , %	-	99,6

Jenis pengujian	Hasil Uji	
	Asbuton Dari Kabungka	Asbuton dari Lawele
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 5.2 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 komposisi kimia, aspal Asbuton dari kedua daerah deposit memiliki senyawa Nitrogen base yang tinggi dan parameter malten baik.

Hal tersebut mengindikasikan bahwa Asbuton memiliki pelekatan yang baik dengan agregat dan keawetan yang cukup. Namun dilihat dari karakteristik lainnya Asbuton dari Kabungka memiliki penetrasi bitumen relative lebih rendah dibandingkan dengan Asbuton dari Lawele.

Mineral Asbuton 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.

Hasil pengujian gradasi dan analisis kimia mineral Asbuton hasil ekstraksi, dari lokasi Kabungka dan Lawele diperlihatkan pada Tabel 5.3. dan Tabel 5.4.

**Tabel 5.3 Hasil uji 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 5.4 Hasil uji komposisi mineral Asbuton Kabungka dan Lawele**

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

## 5.2 Karakteristik Campuran Beraspal dengan Asbuton

Percobaan di laboratorium dilanjutkan menggunakan Asbuton Butir yang berbeda nilai penetrasi bitumennya dengan jenis 5/20, 15/20, 15/25 dan 20/25, untuk varian lain, asbuton yang digunakan berbentuk cair hasil ekstraksi dengan menggunakan kerosene.

Hasil uji Marshall menunjukkan campuran beraspal dengan penambahan untuk semua jenis Asbuton, memenuhi persyaratan yang telah ditentukan, seperti ditunjukkan pada Tabel 5.4.



**Tabel 5.5 Hasil Pengujian Campuran beraspal dengan Marshall**

No.	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian					syarat
		AC 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 <sup>3</sup>	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)						
	- Marshall, %	4,50	4,30	4,10	4,50	4,90	3,5 - 5,5
	- PRD, %	3,00	3,00	3,00	3,00	2,80	2,5
7.	Stabilitas, kg	1110	1310	1220	1375	13500	min 800
8.	Kelelehan, mm	3,30	3,30	3,60	3,70	3,30	Min. 3
9.	Marshall Quotient, kg/mm	336,36	396,97	338,89	371,62	409,09	Min. 250
10.	Stabilitas sisa, %	81,20	91,30	91,40	98,20	82,40	Min. 75

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 5.5. dan Gambar 5.1. 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 saja.

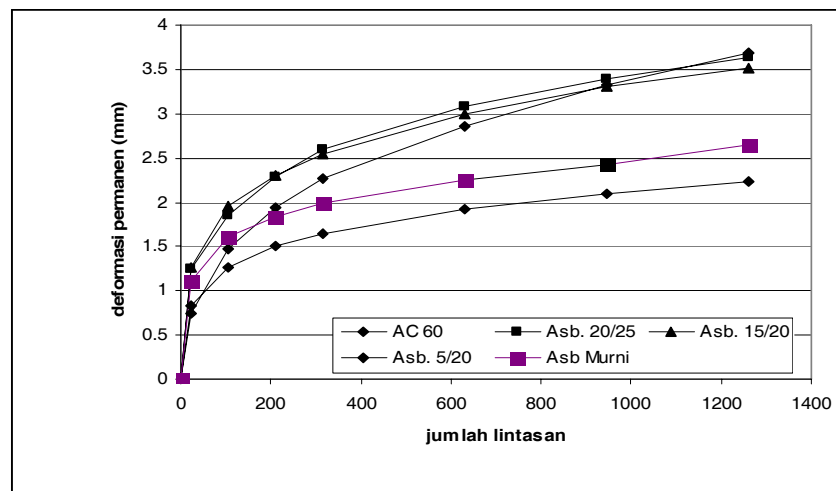
Di samping itu juga dapat dikemukakan makin rendah penetrasi bitumen Asbuton diperoleh nilai stabilitas dinamis lebih tinggi, kedalaman alur dan kecepatan deformasi yang lebih rendah. Dengan kata lain lebih rendah nilai penetrasi bitumen Asbuton, lapisan akan makin tahan terhadap deformasi akibat repetisi 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 5.1. menunjukkan makin rendah nilai penetrasi bitumen dalam campuran beraspal terdapat kecenderungan makin tidak tahan terhadap fatig akibat repetisi beban.

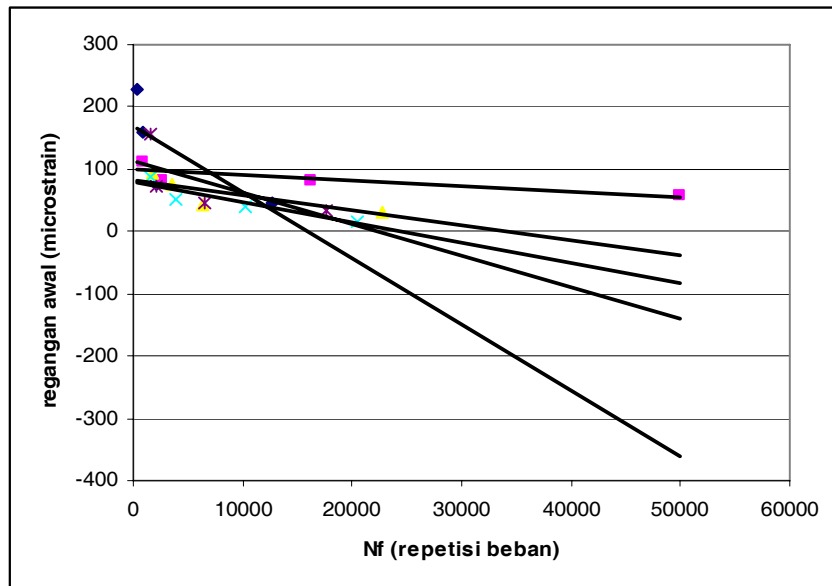
Oleh karena itu jumlah Asbuton yang digunakan dalam campuran beraspal harus dipertimbangkan, pengujian kekakuan campuran memperlihatkan bahwa makin rendah nilai penetrasi bitumen dalam campuran maka akan diperoleh campuran dengan kekakuan yang lebih tinggi artinya makin rendah penetrasi bitumen, maka akan makin tinggi nilai modulus yang diperoleh, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 5.2.

**Tabel 5.6 Hasil Pengujian kedalaman alur dengan *Wheel tracking Machine***

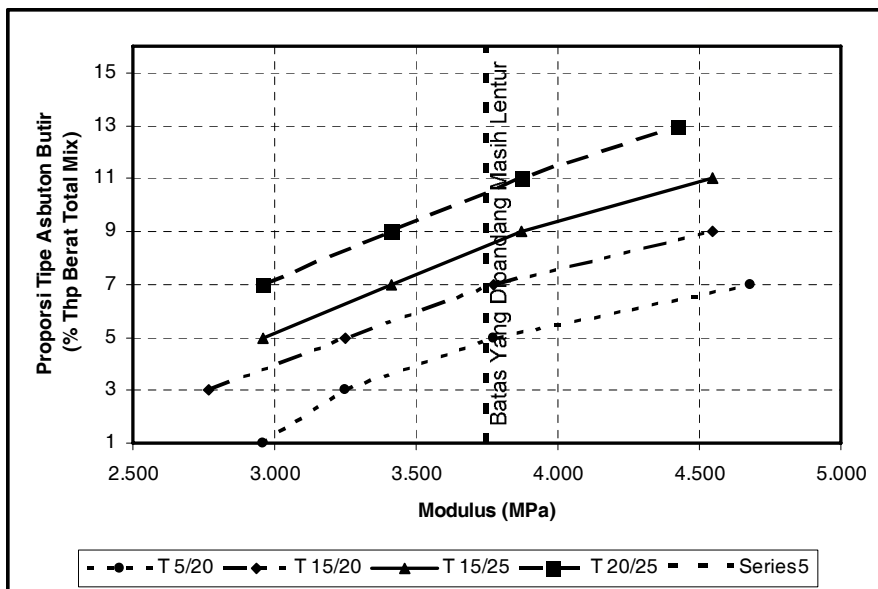
No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian					syarat
		AC 60	Asb. Butir 20/25	Asb. Butir 15/20	Asb. Butir 5/20	Asb. Murni	
1.	Ked. Alur (DO), mm	2,50	2,67	2,64	1,67	2,01	
2.	Kec. Def. (RD), mm/mnt	0,024	0,016	0,015	0,009	0,011	
3.	Stab. Dinamis (DS), lint/mm	1750	2625	2864	4500	3706	Min. 2500



**Gambar 5.1. Hubungan antara repetisi beban dengan deformasi**



Gambar 5.2. Hubungan regangan dengan repetisi beban



Gambar 5.3. Hubungan antara % Asbuton dan modulus resilient

# 6

## ASBUTON MURNI HASIL EKSTRAKSI DENGAN BAHAN PELARUT ORGANIK

### 6.1 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, Toluene, 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.

Dari referensi yang ada, jenis bahan pelarut berbasis bahan organik yang dapat digunakan melarutkan aspal, diperlihatkan pada Tabel 6.1. yang

menunjukkan, makin tinggi indeks kelarutannya, diprediksi akan makin tinggi daya larutnya dan makin rendah titik didihnya serta diprediksi makin rendah temperatur yang dibutuhkan untuk memperoleh bitumen saat proses pemulihan (*recovery*).

Hasil ekstraksi yang diperoleh dari jenis bahan pelarut organik dan non-organik yang digunakan diperlihatkan pada Tabel 6.2. dan Gambar 6.1.

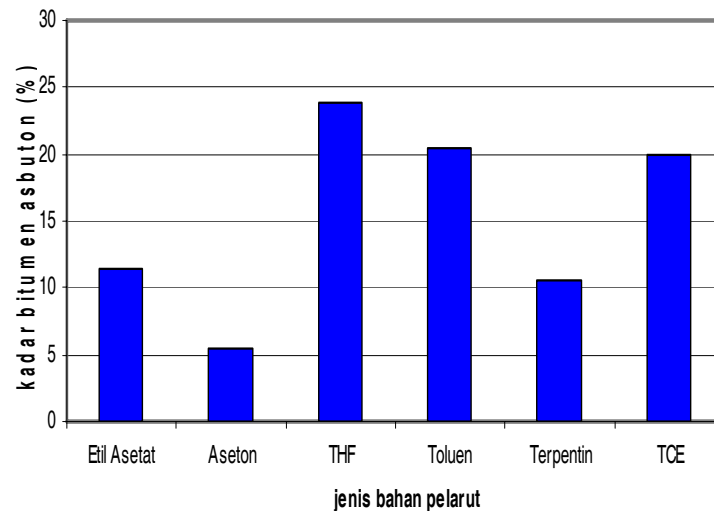
**Tabel 6.1 Jenis-jenis bahan pelarut bitumen asbuton yang digunakan**

No.	Jenis bahan pelarut	Titik didih(°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 6.2 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 6.1. Hubungan jenis bahan pelarut dan kadar bitumen asbuton hasil proses ekstraksi pada temperatur 25°C**

Tabel 6.2. serta Gambar 6.1. menunjukkan bahan pelarut *Trichlor Ethylen* (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, untuk kajian selanjutnya yang dipilih adalah Tetra Hydro Furan (THF) *Trichlor Ethylen* (TCE) dan terpenen,

Untuk mengetahui pengaruh temperatur terhadap kemampuan pelarut, saat proses ekstraksi berlangsung, dilakukan variasi temperatur 25°C; 60°C; 80 °C dan 163°C, hasil yang diperoleh diperlihatkan pada Tabel 6.3.

**Tabel 6.3 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

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

Data pada Tabel 6.3. menunjukkan makin tinggi temperatur yang diberikan saat proses ekstraksi berlangsung, makin tinggi bitumen asbuton yang dihasilkan. Namun demikian pelarut jenis terpentin mempunyai daya larut yang rendah dibandingkan dengan bahan pelarut baku seperti *Trichloroethylene*. Dengan pertimbangan ekonomis dan kemudahan memperolehnya di pasaran, bahan pelarut terpentin merupakan pelarut berbasis organik digunakan sebagai bahan pelarut pada ekstraksi asbuton.

Setelah diketahui terpentin 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 6.4.

**Tabel 6.4 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

Dengan hasil uji kimia, kedua jenis bahan pelarut yang digunakan tidak mempengaruhi hasil uji kimia terhadap asbuton murni yang ditunjukkan dengan tidak ada perbedaan secara *significant* hasil uji.

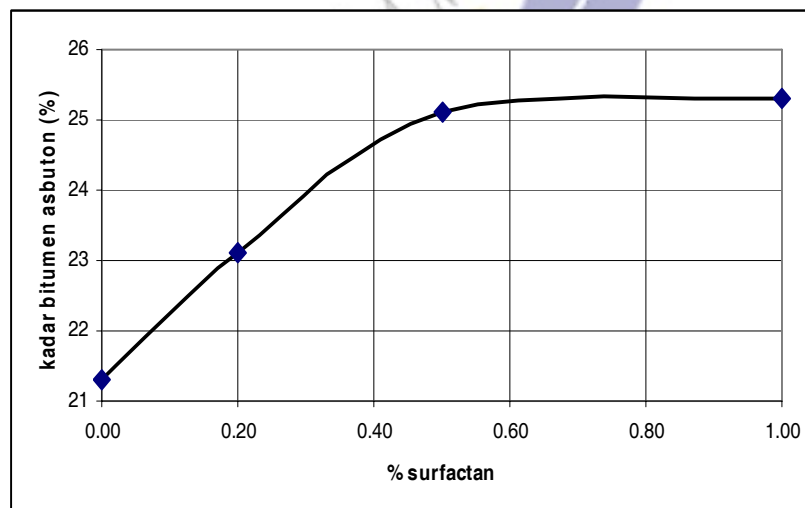
## 6.2 Bahan Pelarut Organic untuk Ekstraksi Asbuton

Dengan kendala daya larut terpentin yang rendah untuk kajian selanjutnya dilakukan kajian penambahan surfactan (*surface active agent*) sehingga daya larutnya meningkat.

Dengan menambahkan bahan surfactan bervariasi ke dalam terpentin, diperoleh kadar bitumen asbuton bervariasi sejalan dengan penambahan surfactan, seperti diperlihatkan pada Tabel 6.5. dan pada Gambar 6.2.

Tabel 6.5 Hasil ekstraksi Asbuton dengan Terpentin ditambah surfactan

No	% Surfactan 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 6.2. Hubungan % Surfactan dengan asbuton hasil ekstraksi



Dari hasil ekstraksi Asbuton, seperti diperlihatkan pada Tabel 6.5. menunjukkan surfactan dapat meningkatkan daya larut terpentin saat proses ekstraksi sedang berlangsung.

Selanjutnya dari Tabel 6.5. dapat dikemukakan pula, bahwa sampai batas 1%, makin tinggi prosentase surfactan di dalam terpentin, makin tinggi persentase bitumen yang diperoleh. Penambahan surfactant pada bahan pelarut kemungkinan akan mempengaruhi karakteristik bitumen, untuk mengetahui pengaruh penambahan surfactan terhadap karakteristik bitumen, dilakukan pemeriksaan karakteristik aspal pen 60 dan bitumen asbuton hasil ekstraksi yang telah ditambah surfactant bervariasi.

Hasil pemeriksaan karakteristik bitumen yang telah ditambah surfactan yang bervariasi diperlihatkan pada 6.6 dan Tabel 6.7.

**Tabel 6.6 Karakteristik aspal pen 60 setelah ditambah surfactan**

No.	% surfactan	Nilai Penetrasi (dmm)	Titik Lembek °C	Daktilitas, cm	keterangan
1	0	64	51.4	> 140	
2	0.5	67	49.7	> 140	
3	1.0	75	48.5	> 140	
4	1.5	90	48.2	> 140	

**Tabel 6.7 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	

Data pada Tabel 6.6 dan Tabel 6.7. menunjukkan makin tinggi prosentase penambahan surfactan terhadap bitumen, makin tinggi nilai penetrasi dan makin rendah nilai titik lembek.

## 6.3 Asbuton Murni sebagai Aditif

Turunnya kondisi struktural jaringan jalan, khususnya di Indonesia dan di dunia pada umumnya, 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 metode 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 6.8. (Harmein dari Francken, 1998).

**Tabel 6.8 Jenis dan Contoh Aplikasi Bitumen Modifikasi**

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
5. Metal Organik	Mangan dan <i>Cobalt</i> Organik
6. Lain-lain	<i>Gilsonite</i> , Silikon dan Serat Organik
Modifikasi Polimer	

1.	Plastik a.Termoplastik  b.Termoset	<i>Polyethylene (PE), Polypropylene (PP), Polyvinyl Chloride (PVC), Polystyrene (PS), Ethylene Vinyl Acetate (EVA), Epoxy Resin</i>
2.	Elastomer a.Karet alam b.Elastomer sintetis	<i>Styrene-Butadiene copolymer (SBR) Styrene-Butadiene-Styrene copolymer (SBS) Ethylene-Propylene-Diene terpolymer (EPDM) Isobutene-Isoprene copolymer (IIR) Serat polyester, serat polypropylene</i>
3.	Karet daur ulang	
4.	Serat-seratan	
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 dimaksudkan untuk:

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

Pengujian yang dilakukan pada prinsipnya dimaksudkan untuk mengamati perubahan karakteristik dalam variasi campuran yang mengandung sspal pen 60 dan asbuton murni

Hasil kajian laboratorium menunjukkan bahan pelarut terpentin 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 dengan temperatur yang sangat tinggi, dimana kemungkinan asbuton murni akan rusak.

Untuk memanfaatkan asbuton murni hasil ekstraksi dengan penetrasi rendah seperti diperlihatkan Tabel 6.9., dicoba digabung dengan aspal pen 60 (AC-60) dengan karakteristik seperti diperlihatkan pada Tabel 7.10, sehingga diperoleh aspal gabungan. Karakteristik aspal gabungan diperlihatkan pada Tabel 6.11. dan Gambar 6.3 sampai 6.5.

**Tabel 6.9 Hasil pemeriksaan properties bitumen Asbuton**

No.	Jenis pengujian	Metode Pengujian	Properties bitumen asbuton dengan jenis bahan pelarut		
			Trichlorethylene (TCE).	Tetra Hydro Furan (THF)	Terpentin
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

No.	Jenis pengujian	Metode Pengujian	Properties bitumen asbuton dengan jenis bahan pelarut		
			Trichlorethylene (TCE).	Tetra Hydro Furan (THF)	Terpentin
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 6.10 Hasil pemeriksaan properties aspal keras pen 60**

No.	Jenis pengujian	Metode 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 6.11 Hasil pengujian properties aspal gabungan**

No.	% asb. Murni thd AC 60 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 6.1. yang diturunkan oleh Pfeiffer et al, (1936), yaitu:

$$PI = \frac{20 - 500A}{50A + 1} \text{ dengan } A = \frac{\log(800) - \log(\text{pen pada } 25^{\circ}\text{C})}{\text{titik lembek} - 25^{\circ}\text{C}} \dots \text{persamaan (6.1)}$$

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 6.2. (Nono dkk, 2003)

$$PG = - 59.197 + 2.376 TL \dots \dots \dots \text{persamaan (6.2)}$$

Hasil perhitungan nilai indeks penetrasi dan karakteristik aspal berdasarkan kelas kinerja diperlihatkan pada Tabel 6.12. yang menunjukkan hasil penggabungan antara bitumen asbuton dengan aspal keras menghasilkan aspal gabungan yang mempunyai kemampuan lebih tahan terhadap temperatur tinggi dibandingkan dengan aspal keras tanpa bahan bitumen asbuton yang ditunjukkan dengan nilai indeks penetrasi (PI) dan karakter aspal di dalam campuran beraspal terhadap alur/ defomasi yang dinyatakan dengan temperatur aspal tertinggi pada kelas kinerja (*performance grade, PG*) yang meningkat.

Tabel 6.12 Hasil Perhitungan properties Aspal Gabungan

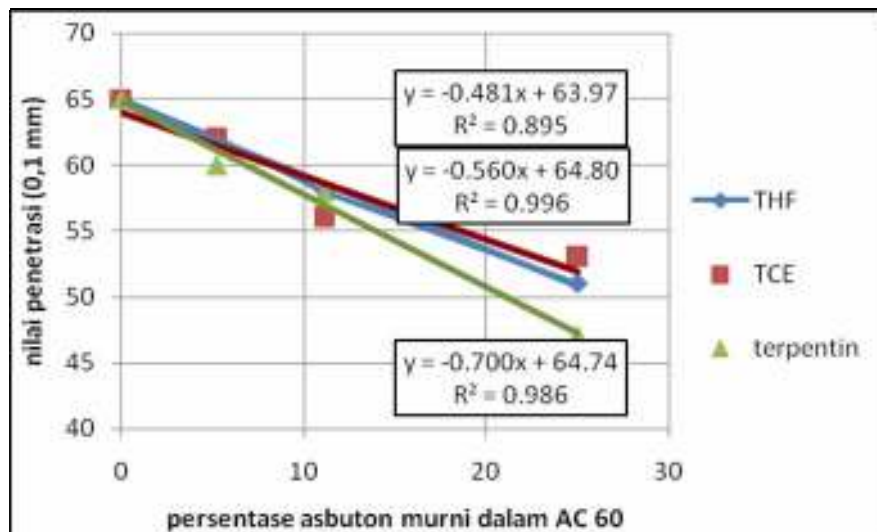
Perbandingan		Jenis Bahan	Hasil Perhitungan		
% AC*)	% BA*)		A	PI	PG
100	0	-	0.043	-0.52	60.1
95	5	THF	0.041	-0.24	63.9
90	10	THF	0.041	-0.23	65.5
80	20	THF	0.040	-0.06	70.5
95	5	TCE	0.042	-0.31	63.2
90	10	TCE	0.040	-0.06	68.2
80	20	TCE	0.039	0.25	72.9
95	5	Terpentin	0.041	-0.12	65.8
90	10	Terpentin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

Catatan:

AC= Aspal keras; BA = Bitumen Asbuton;PI = penetration Index; PG = Performance grade

Dari tinjauan hubungan persentase asbuton murni dalam gabungan pada Gambar 6.3., diperoleh hubungan kadar bitumen asbuton (BA) dengan tiga jenis pelarut dan Nilai Penetrasi (Pen), adalah

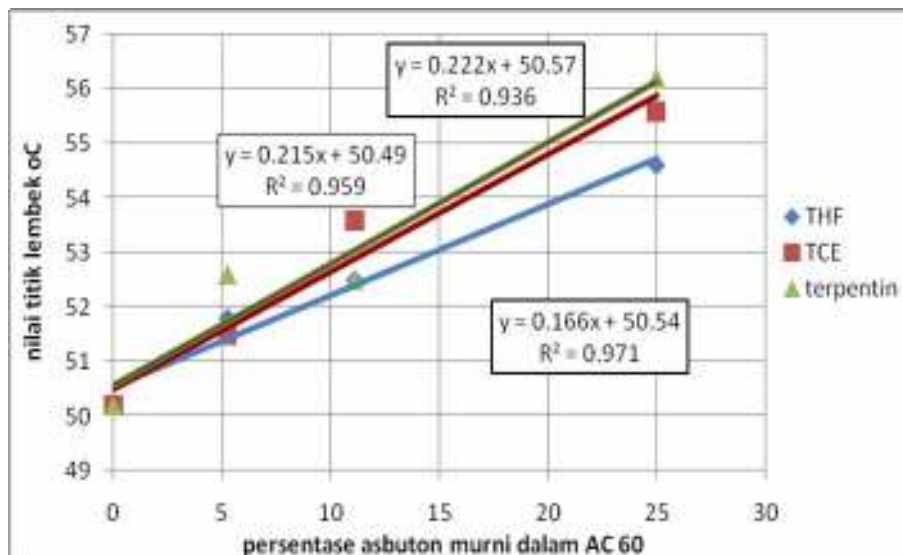
- $Pen = -0,481 (Ba) + 63,97$ ; asbuton murni diekstraksi dengan TCE .....(6.3)
- $Pen = -0,560 (Ba) + 64,80$ ; asbuton murni diekstraksi dengan THF .....(6.4)
- $Pen = -0,700 (Ba) + 64,74$  untuk asbuton murni ekstraksi terpentin ..(6.5)



Gambar 6.3. hubungan persentase asbuton murni dan penetrasi

Dari ketiga persamaan, dapat dinyatakan 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%.





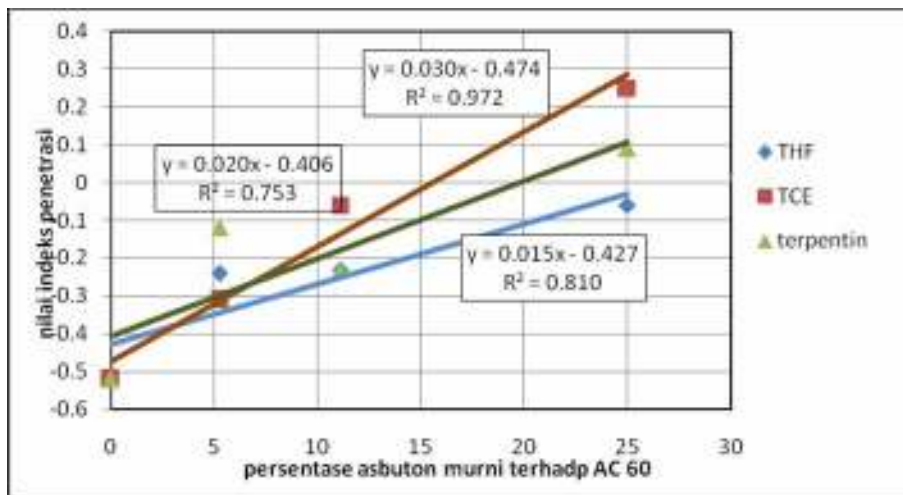
Gambar 6.4 hubungan persentase asbuton murni dan titik lembek

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 ..... (6.6)
- $TL = 0,166 (B_a) + 50,54$  untuk asbuton murni diekstraksi THF ..... (6.7)
- $TL = 0,215 (B_a) + 50,49$ , asbuton murni diekstraksi terpentin .....(6.8)

Dari ketiga persamaan, dapat dinyatakan 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),,

Di samping hubungan tersebut juga dapat disampaikan bitumen asbuton dalam aspal pen 60 untuk memenuhi acuan persyaratan pada spesifikasi nilai titik lembek minimum 55 °C adalah 25%, dengan nilai tertinggi 56,2 °C dengan bitumen asbuton hasil ekstraksi dengan terpentin.



Gambar 6.5 Hubungan persentase asbuton murni dan indeks penetrasi

Indeks Penetrasi yang merupakan parameter sensitifitas reologis bahan bitumen terhadap perubahan temperatur (*Temperature 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 bitumen asbuton (Ba) dengan tiga jenis pelarut dan Nilai indeks penetrasi (IP), adalah

- $IP = 0,030 (Ba) - 0,474$  untuk asbuton murni diekstraksi TCE ... (6.9)
- $IP = 0,015 (Ba) - 0,427$  untuk asbuton murni diekstraksi THF ... (6.10)
- $IP = 0,020 (Ba) - 0,406$  asbuton murni diekstraksi terpenin ... (6.11)

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 terpenin (nilai IP tertinggi +0,09)

Di samping hubungan tersebut juga dapat disampaikan bitumen asbuton 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 bitumen asbuton hasil ekstraksi dengan TCE.

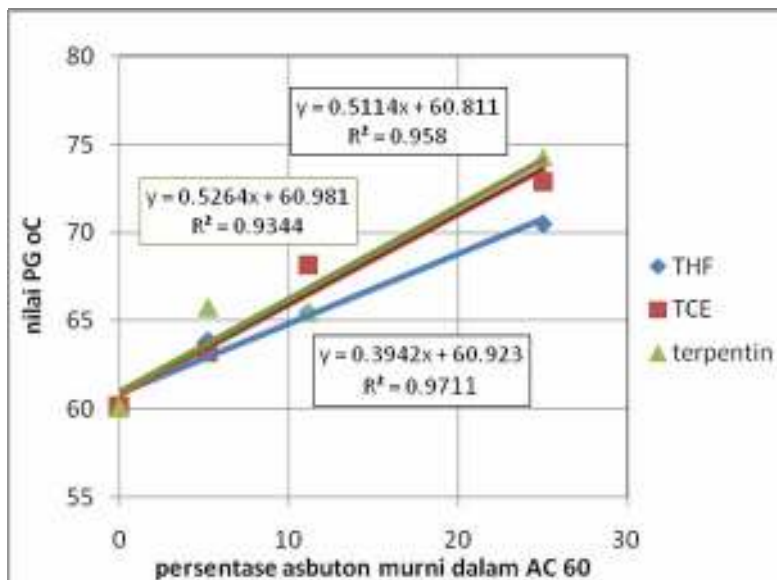
*Performance grade* (PG) merupakan klassifikasi bahan bitumen berdasarkan kinerja terhadap ketahanan terhadap deformasi plastis dan retak, untuk penambahan bitumen asbuton hasil ekstraksi pada aspal pen 60 menghasilkan hubungan antara kadar bitumen asbuton dan nilai PG untuk deformasi plastis.

Dari tinjauan hubungan persentase asbuton murni dalam gabungan diperoleh hubungan kadar bitumen asbuton (Ba) dengan tiga jenis pelarut dan Nilai *performance grade* (PG), yang ditampilkan pada Gambar 7.6 adalah

- $PG = 0,511 (Ba) + 60,81$  asbuton murni diekstraksi TCE ..... (6.12)
- $PG = 0,349 (Ba) + 60,92$  asbuton murni diekstraksi THF ..... (6.13)
- $PG = 0,526 (Ba) + 60,98$  asbuton murni diekstraksi terpentin ..... (6.14)

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 aaspal gabungan dengan kemampuan yang lebih baik dibandingkan aspal 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 standar,



Gambar 6.6 Hubungan persentase asbuton murni dan PG

## 6.4 Asbuton Murni sebagai Substitusi Aspal dalam Campuran Beraspal

Untuk memanfaatkan asbuton murni hasil ekstraksi dengan pelarut terpenin yang telah ditambah 1,5% surfactan dengan karakteristik memenuhi persyaratan seperti diperlihatkan pada Tabel 6.13, asbuton murni dicoba dalam campuran beraspal panas untuk dibandingkan dengan aspal minyak pen 60 (AC-60) dengan karakteristik yang diperlihatkan pada Tabel 6.14. hasil pengujian diperlihatkan pada Tabel 6.15.

Tabel 6.13 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 Ethylen; % berat	RSNI M-04		Min. 99
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 Pemadatan °C	AASHTO-27	152	-

**Tabel 6.14 Resume Hasil Pengujian Aspal Keras Pen 60**

No.	Jenis Pengujian	Metode	Hasil	syaat <sup>*)</sup>	Satuan
		Pengujian	Pengujian		
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 <sub>2</sub> HCl <sub>3</sub>	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 pemadatan	ASSHTO-27	142	-	°C

\*) Spesifikasi Umum Bina Marga ( 2007)

**Tabel 6.15 Hasil uji Marshall campuran beraspal dengan asbuton murni dan AC 60**

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

Tampak pada Tabel 6.15.campuran beraspal panas dengan asbuton murni kecuali stabilitas rendaman yang lebih tinggi, nilai lainnya relatif tidak jauh berbeda dengan campuran beraspal panas dengan aspal pen 60. Sehingga dapat dikatakan asbuton murni hasil ekstraksi dengan pelarut terpenden dapat digunakan sebagai pengganti aspal keras.



# 7

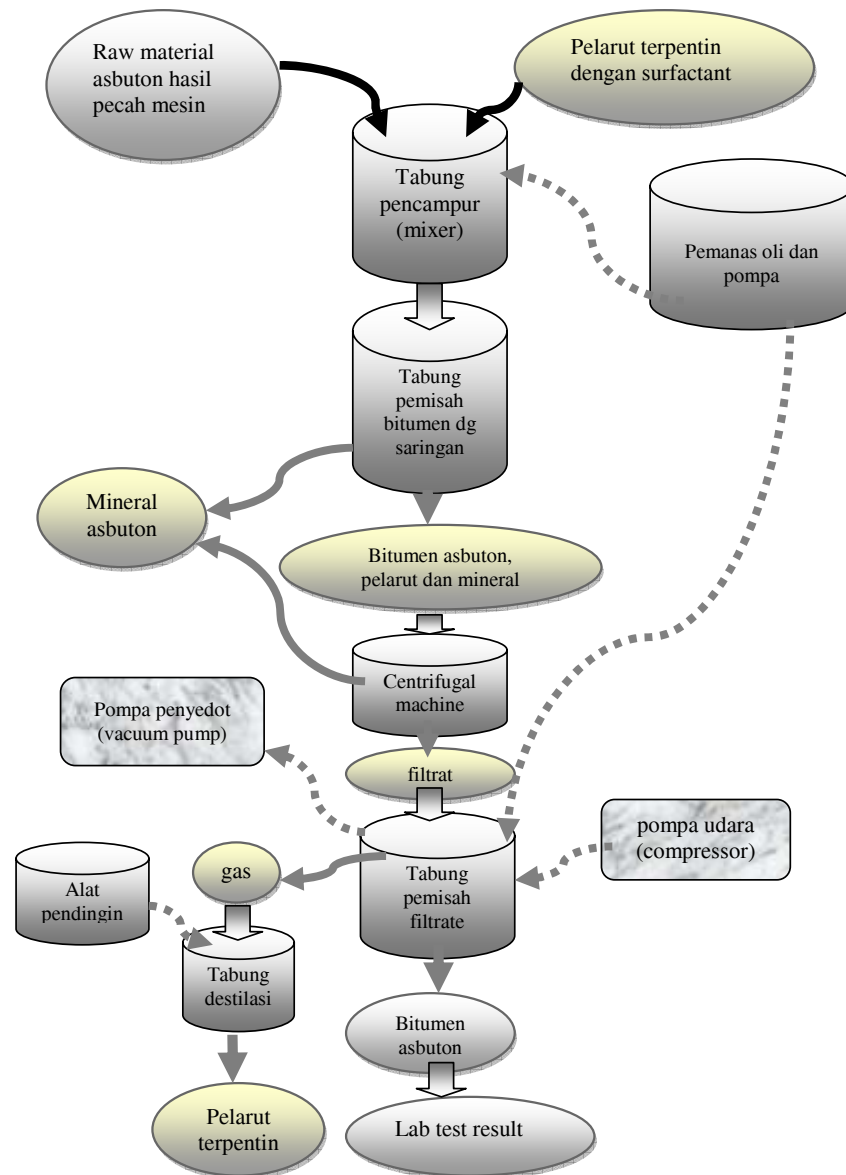
## MODEL ALAT EKSTRAKSI UNTUK ASBUTON

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

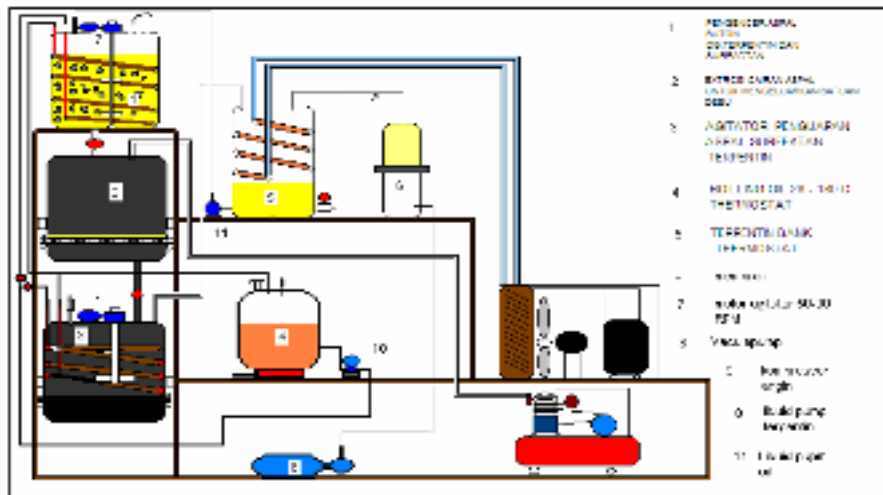
- Tabung pencampur *row* material asbuton dengan bahan pelarut
- Tabung ekstraksi, berfungsi memisahkan bitumen asbuton dari mineral
- Unit pemulihan (*recovery unit*)

Bagan alir operasi alat ekstraksi asbuton, ditunjukkan pada Gambar 7.1., model alat ekstraksi asbuton diilustrasikan pada Gambar 7.2a. dan 7.2b.





Gambar 7.1. bagan alir operasi alat ekstraksi



Gambar 7.2a Model alat ekstraksi asbuton



Gambar 7.2b Foto alat ekstraksi asbuton (model)

## 7.1 Asbuton Murni Hasil Model Alat Ekstraksi

Model alat ekstraksi digunakan untuk memisahkan bitumen dari asbuton asli alam berasal dari deposit Lawele dengan bahan pelarut terpentin, hasil pemeriksaan asbuton murni diperlihatkan Tabel 7.1a dan 7.1b.

Meskipun telah diperoleh asbuton murni yang dihasilkan model alat ekstraksi dengan hasil uji seperti yang ditampilkan pada Tabel 7.1a dan Tabel 7.1b, 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 7.1a 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 7.1b 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
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 direkondisikan memenuhi syarat

## 7.2 Campuran Beraspal dengan Asbuton Murni Hasil Alat Ekstraksi

Menggunakan asbuton murni hasil model alat ekstraksi produksi 6, dibuat benda uji campuran beraspal untuk 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 (ACWC) dengan Agregat gabungan dari tiga fraksi, fraksi kasar, sedang dan halus, gradasi gabungan diperlihatkan pada Tabel 7.2.

Tabel 7.2 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	
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 7.3.

Tabel 7.3 Karakteristik campuran beraspal dengan Asbuton murni dan AC-60

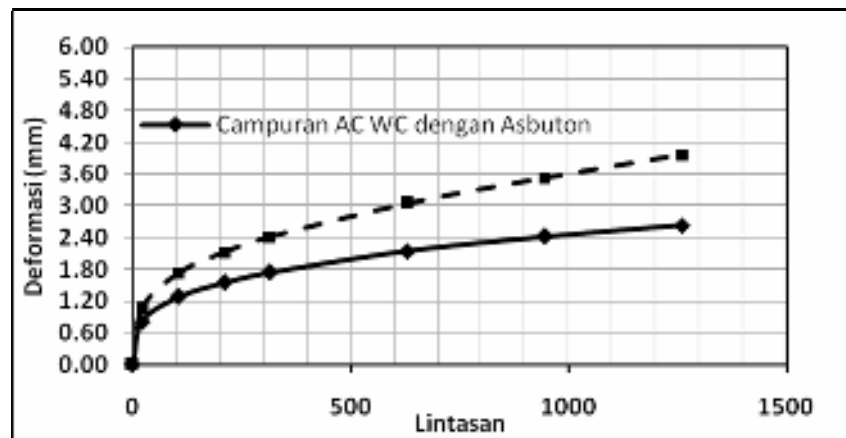
Sifat -Sifat campuran	Hasil uji campuran beraspal dengan		persyaratan
	Asbuton murni	AC 60	
Kadar aspal optimum (%)	5,85	5,8	-
Berat isi (ton/m <sup>3</sup> )	2,39	2,39	-
Rongga pd kepadatan Marshall (%)	4,24	4,34	4 - 10
Rongga pd kepadatan Mutlak, (%)	3,22	3,25	>3,0
Rongga dalam agregat (%)	15,82	15,72	Min. 16
Rongga terisi aspal (%)	73,44	72,62	Min. 65

Sifat -Sifat campuran	Hasil uji campuran beraspal dengan		persyaratan
	Asbuton murni	AC 60	
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	-

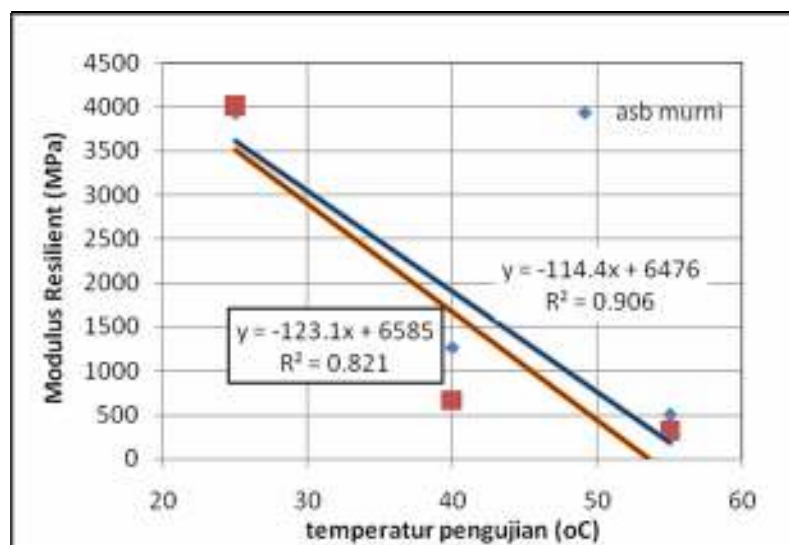
Terdapat kelebihan campuran beraspal panas dengan Asbuton murni, yaitu lebih tahan terhadap alur, seperti ditunjukkan uji alur menggunakan Wheel Tracking Machine pada Tabel 7.4. dan Grafik pada Gambar 7.3.

**Tabel 7.4 Hasil uji alur campuran dengan Wheel Tracking Machine**

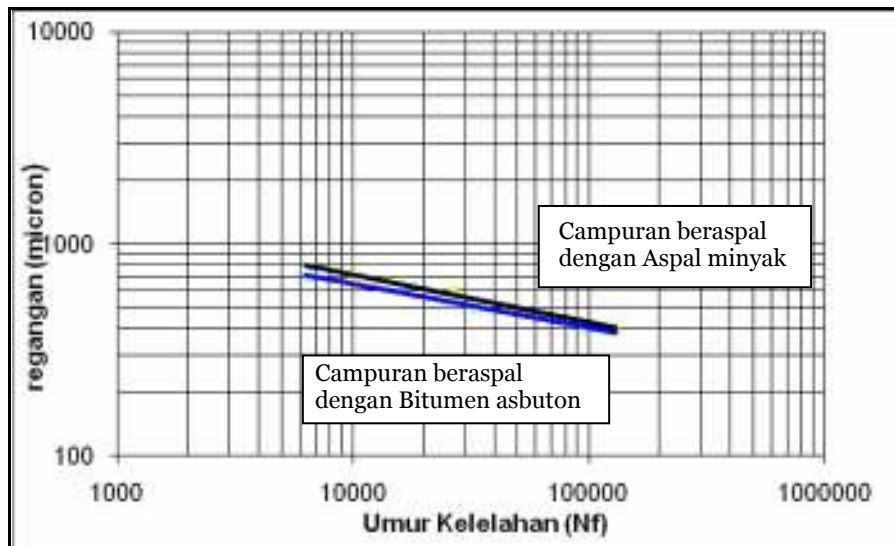
Waktu, menit	Jenis contoh uji AC WC,dengan		Satuan
	Asbuton murni	Aspal pen 60	
DO = Ren Awal	1,79	2,2	mm
RD = Kecepatan Deformasi	0,0140	0,0293	mm/menit
DS = Stabilitas Dinamis	3000	1431,8	lintasan/mm



Gambar 7.3. Hubungan lintasan dengan deformasi pada Campuran



Gambar 7.4. Hubungan temperature dengan modulus Campuran



Gambar 7.5. Hubungan  $N_f$  dengan regangan pada Campuran beraspal

Tabel 7.4. juga memperlihatkan 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 lipatnya 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%.

Dari pengujian modulus dengan variasi temperatur, menunjukkan campuran beraspal panas dengan Asbuton murni hasil ekstraksi dengan terpenen lebih tahan terhadap perubahan temperatur yang ditunjukkan dengan nilai modulus resiliient pada temperature tinggi yang lebih besar dibandingkan dengan campuran beraspal panas dengan aspal keras pen 60.

Dari hasil uji fatig yang digambarkan pada Gambar 7.5,, menunjukkan campuran beraspal panas dengan bitumen Asbuton hasil ekstraksi dengan terpenen relative tidak jauh berbeda dibandingkan dengan campuran



beraspal panas dengan aspal keras pen 60 meskipun pada awalnya campuran beraspal panas dengan aspalkeras lebih baik dibandingkan campuran beraspal panas dengan bitumen Asbuton.

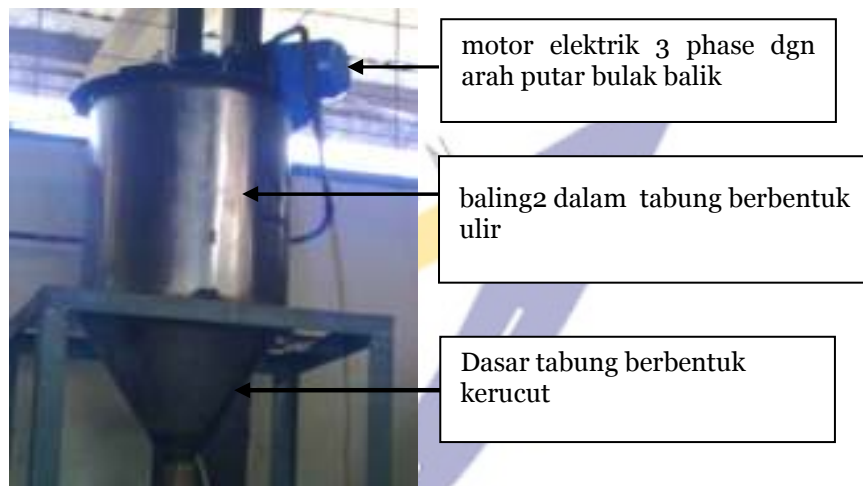
### 7.3 Perbaikan Model Alat Ekstraksi dengan Pelarut Terpentin

Sesuai dengan rencana, telah dilakukan perbaikan pada model alat ekstraksi yang menghasilkan langkah operasi yang lebih baik, kondisi sebelum dan sesudah perbaikan diperlihatkan pada Tabel 7.5. serta Gambar 7.6a. sampai Gambar 7.6d

**Tabel 7.5 Kondisi sebelum dan sesudah perbaikan model alat ekstraksi**

No	Unit yang diperbaiki	Sebelum perbaikan		Setelah perbaikan	
		kondisi	kendala	kondisi	Hasil
1.	Tabung pencampur	Dasar tabung berbentuk cekung Baling2 pencampur berbentuk lempengan motor elektrik 1 phase	Bahan yang diekstraksi masih tersisa pada dasar tabung pencampur Pengeluaran bahan yang diekstraksi relative susah, harus secara manual	Dasar tabung menjadi kerucut motor elektrik menjadi 3 phase dgn arah putar bulak balikbentuk baling2 diubah menjadi bentuk ulir	Proses pencampuran Asbuton dan solvent lebih cepat , homogen pengeluaran asbuton dan solvent jauh lebih mudah
2.	Tabung ekstraksi	motor elektrik 1 phase tanpa getar Saringan menggunkakan kertas whotman	Proses penyaringan bahan sangat lama dan susah	Merubah motor elektrik menjadi 3 phase tambah goyangan Ganti saringan dengan geotekstil	Proses penyaringan bahan jauh lebih cepat

No	Unit yang diperbaiki	Sebelum perbaikan		Setelah perbaikan	
		kondisi	kendala	kondisi	Hasil
3.	tabung destilasi	bentuk baling2 pengaduk berupa lempengan	filtrat masuk ke dalam tabung pendingin	bentuk baling2 pengaduk berupa besi bundar	filtrat tidakmasuk ke dalam tabung pendingin Proses destilasi lancar
4.	tabung pendingin	Pipa pendingin tembaga bocor Dasar tabung berbentuk cekung	Pendinginan uap pelarut tidak maksimal Bahan pelarut hasil destilasi masih tersisa	Pipa pendingin diganti dengan stainless bentuk tabung bagian bawah jadi cembung	Pendinginan uap pelarut maksimal Bahan pelarut hasil destilasi tidak ada yang tersisa



Gambar 7.6a. tabung pencampur asbuton dengan pelarut terpentin



saringan di dalam tabung  
dengan geotekstil

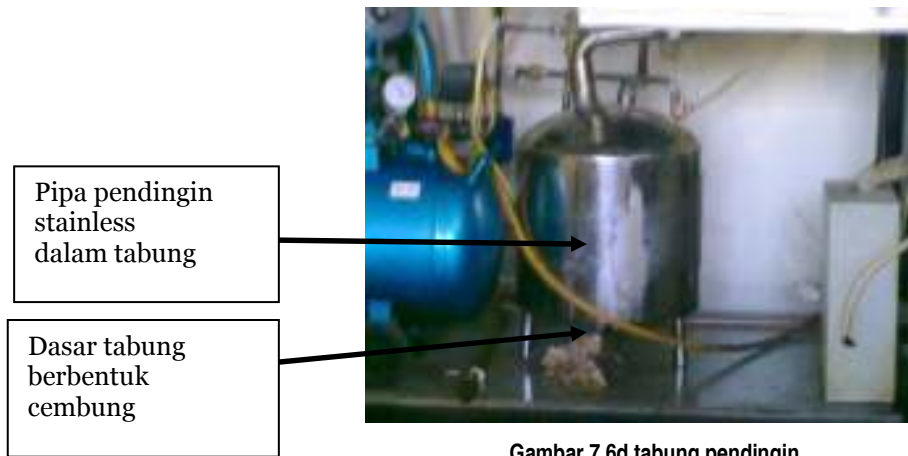
motor elektrik 3 phase  
tambah penggetar

Gambar 7.6b. tabung ekstraksi



Bentuk pengaduk di dalam  
tabung berbentuk besi bundar

Gambar 7.6c. tabung destilasi



Gambar 7.6d.tabung pendingin

Gambar 7.6. bagian bagian model alat ekstraksi yang telah diperbaiki

## 7.4 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 7.6.

Tabel 7.6 Hasil pemeriksaan asbuton murni 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 7.6. 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 7.7.

**Tabel 7.7 hasil pengujian karakteristik asbuton murni hasil ekstraksi**

No.	Jenis Pengujian	Contoh Uji						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 terperangkapnya bahan pelarut dan minyak ringan dalam bitumen asbuton meskipun dalam jumlah yang relatif kecil.

# 8

## KESIMPULAN

Dari data yang diperoleh dapat ditarik kesimpulan:

1. Penambahan Asbuton butir sampai dengan batas-batas tertentu dalam campuran beraspal akan memberikan pengaruh yang positif pada sifat campuran beraspal yang dihasilkan.
2. Peningkatan stabilitas dinamis akibat penambahan Asbuton butir akan meningkatkan stabilitas dinamis campuran tanpa Asbuton.
3. Jumlah pengulangan beban (lalu lintas rencana) merupakan salah satu faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan jenis Asbuton yang akan digunakan
4. Asbuton dapat digunakan dalam campuran beraspal dengan hasil yang baik dibandingkan dengan campuran yang menggunakan aspal keras bila diikuti dengan kontrol kualitas yang baik.
5. Banyaknya Asbuton butir yang akan digunakan dalam campuran beraspal harus mempertimbangkan gradasi dan tingkat kekakuan campuran beraspal yang ingin dicapai.
6. Pemakaian Asbuton butir dalam campuran beraspal selain dapat menghemat pemakaian aspal minyak juga memberikan penghematan pada pemakaian agregat yang digunakan.
7. Bahan pelarut organik nonpetroleum Terpentin merupakan bahan pelarut potensial untuk memisahkan bitumen dari mineral asbuton.

8. Hasil analisis kimia relatif tidak berbeda untuk Asbuton murni baik yang dihasilkan bahan pelarut terpentin maupun bahan pelarut standar TCE
9. *Surfactan* 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
10. Gabungan 20% Asbuton murni hasil ekstraksi pelarut terpentin dengan 80% aspal minyak pen 60 atau 25% asbuton murni di dalam aspal minyak, menghasilkan aspal gabungan dengan peningkatan nilai indeks penetrasi (PI) dari -0,52 menjadi 0,09 serta ketahanan terhadap deformasi dari 60,1°C menjadi 74,3 °C, pada aspal minyak pen 60.
11. Karakteristik Marshall campuran beraspal panas dengan 100% asbuton murni hasil *prototype* alat ekstraksi tidak jauh berbeda dengan campuran beraspal panas dengan aspal pen 60.
12. 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
13. Dari pengujian ketahanan alur dengan WTM, dengan nilai stabilitas dinamis 1431,8 lintasan/mm, campuran beraspal panas dengan aspal pen 60 tidak dapat memenuhi persyaratan untuk lalu-lintas berat, sedangkan campuran beraspal panas dengan asbuton murni mempunyai nilai stabilitas dinamis lebih dari dua kali lipatnya yaitu 3000 lintasan/mm sehingga memenuhi persyaratan untuk digunakan untuk lalu lintas berat.
14. Tergantung dari karakteristiknya, Asbuton murni hasil proses ekstraksi total dapat digunakan sebagai bahan tambah (*additive*) untuk memperbaiki karakteristik aspal minyak dan dapat digunakan sebagai bahan pengganti semua aspal minyak dalam campuran beraspal.

# 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
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.



