



TESIS-TK185401

**PROSES PEMISAHAN BITUMEN DARI BATUAN
ASBUTON DENGAN PROSES *MILLING* DAN
PENAMBAHAN SURFAKTAN**

ZALZA LOLA RINANDA
02211850010010

DOSEN PEMBIMBING
Dr. Ir. Susianto, DEA
Prof. Dr. Ir. Ali Altway, M.Sc

Departemen Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
2020



TESIS-TK185401

**PROSES PEMISAHAN BITUMEN DARI BATUAN
ASBUTON DENGAN PROSES *MILLING* DAN
PENAMBAHAN SURFAKTAN**

ZALZA LOLA RINANDA
02211850010010

DOSEN PEMBIMBING
Dr. Ir. Susianto, DEA
Prof. Dr. Ir. Ali Altway, M.Sc.

PROGRAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN TEKNOLOGI PROSES
DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN REKAYASA SISTEM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Magister Teknik (M.T.)

Di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

ZALZA LOLA RINANDA

NRP: 02211850010010

Tanggal Ujian: 5 Agustus 2020

Periode Wisuda: September 2020

Disetujui Oleh:

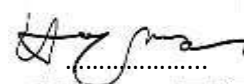
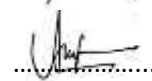
Pembimbing:

1. Dr. Ir. Susianto, DEA
NIP. 1962 08 20 1989 03 1004
2. Prof. Dr. Ir. Ali Altway, M.Sc
NIP. 1951 08 04 1974 12 1001



Penguji

1. Siti Nurkamidah, ST, MS, Ph.D NIP.
1984 05 08 2009 12 2004
2. Firman Kurniawansyah, ST, M.EngSc. Ph.D
NIP. 1977 05 29 2003 12 1002
3. Dr. Eng. Raden Darmawan, S.T., M.T.
NIP. 1978 05 06 2009 12 1001



Kepala Departemen Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem



Dr. Widiyastuti, S.T., M.T.
NIP: 1975 03 06 2002 12 2002

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

PROSES PEMISAHAN BITUMEN DARI BATUAN ASBUTON DENGAN PROSES *MILLING* DAN PENAMBAHAN SURFAKTAN

ABSTRAK

Indonesia merupakan Negara yang kaya akan sumberdaya alamnya. Salah satunya yang kurang berkembang adalah aspal Buton (Asbuton). Asbuton sendiri dimanfaatkan sebagai bahan alternatif pengganti aspal minyak, yang sudah semakin sedikit. Namun kendalanya aspal dalam asbuton dilindungi oleh mineral yang perlu dipisahkan menggunakan proses tertentu. Penelitian pemisahan bitumen dari asbuton menggunakan *hot water process* sebelumnya telah dilakukan, tetapi bitumen yang terlepas dari mineralnya kurang maksimal. Maka dilakukannya modifikasi proses yang mempengaruhi proses pelepasan aspal tersebut, untuk meningkatkan *recovery*. Salah satunya dengan penambahan surfaktan *Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate* (SDBS) dan *wetting agent* berupa Natrium Hidroksida (NaOH). Fokus dari penelitian ini adalah mempelajari pengaruh penambahan surfaktan dan *wetting agent* terhadap *recovery* bitumen. Proses pemisahan bitumen dari asbuton dalam metode ini dilakukan melalui proses *milling*. Proses dilakukan dengan cara mencampur asbuton dengan solar yang jumlahnya perbandingan antara bitumen dengan solarnya sebesar (rbs) 1:2 dan 1:3 Selanjutnya dilakukan proses *milling* dengan mencampur campuran solar-asbuton dengan larutan surfaktan dan *wetting agent* sebesar 20% terhadap massa campuran total. Konsentrasi campuran larutan surfaktan SDBS dan NaOH sebesar 25%, 30% dan 35%. Larutan hasil proses *milling* kemudian dipisahkan secara 3 fase. Lapisan teratasnya kemudian ditimbang dan dihitung massa jenisnya. Berdasarkan massa jenis larutan yang diperoleh, maka konsentrasi bitumen dapat ditentukan menggunakan kurva kalibrasi. Hasil dari penelitian ini bahwa peningkatan rasio *wetting agent* dan peningkatan *cycle* menyebabkan penurunan *recovery*. *Recovery* tertinggi sebesar 97% di peroleh pada kondisi rasio *wetting agent* 15 % dengan perbandingan bitumen-solar 1:3 dan pengulangan 5 cycle.

Kata kunci : Asbuton, Bitumen, Proses *Milling*, *Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate*

BITUMEN SEPARATION FROM ASBUTON ROCKS USING MILLING PROCESS AND ADDITION OF SURFACTANT

ABSTRACT

Indonesia is a country that has a lot of natural resources. One of them is Buton's asphalt rocks or asbuton. In spite of its many resources, asbuton is not efficiently used. Asbuton as a natural asphalt contains minerals that had to be separated to get its bitumen. Bitumen is the preferred geologic term for the sticky, highly viscous semi-solid hydrocarbon presents in most natural petroleum. It mostly contains pitch, resin, and asphalt. Bitumen is a natural hydrocarbon and has mostly replaced tar as the binding agent in asphalt-based roads. Bitumen separation research using hot water process has already been conducted before, but the recovery hasn't reach an optimum value. Hence the process is modified, by adding *Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate* (SDBS) as surfactant and *Natrium Hidroxide* (NaOH) as wetting agent. The aim of this research is to study on the effect of wetting agent and surfactant addition to recovery by using milling process. This process include mixing asbuton and diesel fuel, with ratio(rbs) 1:2 ; 1:3. Then adding a mixture of NaOH and SDBS 20% of total mass. Concentration of this mixture used in this research is 25%, 30%, and 35%. The result of this process then separated in 3 phases. The top layer which contains diesel fuel and bitumen then weighed and the density can be calculated. Based on these data, bitumen's recovery can be known using calibration curve. From this research can be concluded that , it is found that the increase in the ratio of wetting agent and increase in cycle causes a decrease in recovery. The highest recovery is 97% obtained in the condition of 15% wetting agent ratio with 1: 3 bitumen-solar ratio and 5 cycle repetition..

Keywords : *asbuton, bitumen, Milling Process, Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya yang telah diberikan kepada kami, sehingga kami dapat menyelesaikan laporan tesis yang berjudul:

“Proses Pemisahan Bitumen dari Batuan Asbuton dengan Proses Milling dan Penambahan Surfaktan”

Laporan Tesis ini menjadi salah satu poin yang harus dilakukan oleh mahasiswa Teknik Kimia FTIRS-ITS untuk mendapatkan gelar sarjana. Penyusunan Laporan Proposal Tesis ini didasarkan pada beberapa literatur dari buku dan beberapa jurnal, maupun aplikasi ilmu pengetahuan yang telah kami dapatkan selama menjalani masa perkuliahan dan khususnya di Laboratorium Perpindahan Massa dan Panas, Departemen Teknik Kimia FTIRS-ITS.

Saya sebagai penulis menyadari apabila dalam penyusunan laporan tesis ini tidak dapat saya lakukan dengan baik tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini saya ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT
2. Kedua orang tua, adik-adik, dan suami tercinta, Mas Gerry, atas segala dukungan, kasih sayang, dan doa.
3. Bapak Dr. Ir. Susianto, DEA selaku dosen pembimbing utama dan Prof. Dr. Ir. Ali Altway, M. Sc selaku dosen pembimbing kedua
4. Ibu Dr. Widiyastuti, S.T., M.T selaku kepala Departemen Teknik Kimia FTIRS-ITS
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Ali Altway, M. Sc selaku Kepala Laboratorium Laboratorium Perpindahan Massa dan Panas, Departemen Teknik Kimia FTIRS-ITS
6. Bapak Prof. Dr. Ir. Arief Widjaja M.Eng selaku koordinator Pascasarjana Departemen Teknik Kimia FTIRS-ITS
7. Bapak/Ibu dosen penguji

8. Seluruh dosen dan karyawan di lingkungan Departemen Teknik Kimia FTIRS-ITS
9. Teman-teman pasca sarjana 2018/2019
10. Rekan-rekan di Laboratorium Perpindahan Panas dan Massa; Denis, Pras, Ipit, Shella, Hikam, Farid, dan teman teman yang telah menemani hari-hari kami selama berada di lingkungan Departemen Teknik Kimia, FTIRS-ITS. Kiki, Iqbal, dan Dwi yang telah membantu menyelesaikan penelitian pemisahan asbuton
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dalam proses pengerjaan laporan proposal tesis ini.

Kami juga menyadari bahwa masih banyak hal yang harus diperbaiki dari laporantesis yang telah saya buat, oleh karena itu saya sangat mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak demi kelancaran tesis kami kedepannya. Sebagai penutup, kami berharap semoga nantinya Laporan Akhir Tesis kami ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Surabaya, Juli 2020

Penyusun

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-5
1.3 Batasan Masalah	I-5
1.4 Tujuan Penelitian	I-5
1.5 Manfaat Penelitian	I-6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
2.1 Bahan Baku Aspal	II-1
2.1.1 Persebaran Asbuton	II-2
2.1.2 Karakteristik Asbuton	II-3
2.2 Metode Pemisahan Bitumen dari Asbuton	II-5
2.2.1 Metode Ekstraksi dengan Pelarut Organik	II-5
2.2.2 Metode Pemisahan dengan Media Air Panas (<i>hot water</i>)	II-6
2.3 Penelitian Terdahulu	II-14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	III-1
3.1 Garis Besar Penelitian	III-1
3.2 Prosedur Penelitian	III-2
3.2.1 Tahap <i>Pre-Treatment</i>	III-3
3.2.2 Tahap Pemisahan Bitumen dari Asbuton	III-3
3.2.3 Tahap Analisa Kadar Bitumen	III-4
3.2.5 Analisa Data	III-5
3.3 Bahan yang Digunakan	III-5
3.4 Alat yang Digunakan	III-5

3.4 Variabel Penelitian	III-6
3.4.1 Variabel Tetap	III-6
3.4.2 Variabel Bebas	III-6
3.4.3 Variabel Respon	III-7
BAB IV Hasil dan Pembahasan	IV-1
4.1 Pengaruh Kecepatan Putaran terhadap Recovery Bitumen.....	IV-3
4.2 Pengaruh Rasio Asbuton dan Solar DEX terhadap Recovery Bitumen.....	IV-4
4.3 Pengaruh Konsentrasi Wetting Agent dan Sealing Agent terhadap Recovery Bitumen	IV-4
BAB V Kesimpulan	V-1
DAFTAR PUSTAKA	x

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Ilustrasi pelepasan bitumen dan mineral dengan mechanical force	II-6
Gambar 2.2. Penambahan <i>diluent</i> pada <i>oil sands</i> : (a) perilaku bitumen kental dalam air dan (b) perilaku bitumen viskositas rendah (bitumen diencerkan dengan kerosin) di dalam air (J Drelich,2008)	II-8
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> proses <i>milling</i> dan analisis data	III-2
Gambar 3.2 Rangkaian peralatan pemisahan bitumen dari asbuton	III-4
Gambar 4.1. Pengaruh rasio bitumen dan solar (1:2 dan 1:3) terhadap recovery bitumen	IV-4
Gambar 4.2. (a) Hasil proses <i>milling</i> dengan rasio bitumen terhadap solar DEX 1:3,(b) Hasil proses <i>milling</i> dengan rasio bitumen terhadap solar DEX 1:2	IV-5
Gambar 4.3. Pengaruh rasio <i>wetting agent</i> dan <i>sealing agent</i> terhadap recovery bitumen	IV-6
Gambar 4.4. Ilustrasi proses pelepasan bitumen dari mineral (Yosita, 2018)	IV-7
Gambar 4.6. Pengaruh Jumlah <i>Cycle</i> terhadap <i>Recovery</i> Bitumen	IV-8

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Lokasi perkiraan cadangan aspal Buton	II-2
Tabel 2.2. Sifat Kimia Asbuton dari Kabungka dan Lawele.....	II-3
Tabel 2.3. Komponen kimia aspal Kabungka dan Lawele	II-5
Tabel 2.4. Hasil Uji SARA asbuton.....	II-5
Tabel 2.5. Klasifikasi Bitumen Berdasarkan Viskositas	II-7
Tabel 2.6. Perbandingan viskositas beberapa jenis <i>diluent</i> (Pertamina,2008; https://www.engineersedge.com)	II-7
Tabel 2.7. Karakteristik DEX.....	II-8
Tabel 2.8. Penelitian yang sudah dilakukan	II-14
Tabel 4.1. Hasil penelitian terdahulu dan kelebihan penelitian ini	IV-1

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penggunaan aspal di Indonesia diprediksikan akan terus meningkat. Berdasarkan data Direktorat Jenderal Bina Konstruksi Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat pada tahun 2017, bahwa kebutuhan nasional aspal mencapai 1,545 juta ton per tahun. Sedangkan produsen aspal lokal, seperti Pertamina, hanya mampu menghasilkan sebagian kecil dari kebutuhan aspal nasional, yaitu sebesar 344,153 ton. Sedangkan sebagian besar sisanya sekitar 1,2 juta ton diimpor dari negara – negara lain.

Menurut spesifikasi Eropa (EN 12597), bitumen didefinisikan sebagai bahan yang hampir tidak mudah menguap, perekat, dan anti air yang berasal dari minyak mentah, atau hadir dalam aspal alami, yang sepenuhnya atau hampir sepenuhnya larut dalam toluena, dan sangat kental atau hampir padat. pada suhu kamar. Karakteristik asli bitumen sangat tergantung pada prosedur produksi dan pemrosesan. Dari sudut pandang komersial, aspal adalah material termoplastik berbiaya rendah yang telah banyak digunakan dalam aplikasi atap dan jalan, campuran paving, dan produk industri untuk waktu yang lama. Dari sudut pandang fungsional, bitumen harus cukup cair pada suhu tinggi ($\approx 160^\circ \text{C}$) agar dapat dipompa dan dapat digunakan untuk menghasilkan lapisan agregat yang homogen saat pencampuran. Selain itu, itu harus cukup kaku pada suhu tinggi untuk menahan terjadinya pembekasan pada permukaannya (menurut suhu lokal, $\approx 60^\circ \text{C}$). Akhirnya, harus tetap lunak dan cukup elastis pada suhu rendah untuk menahan perengkahan termal (Lesueur,2009)

Dari sudut pandang kimia, bitumen didefinisikan sebagai cairan viskoelastik kental (pada suhu kamar) yang pada dasarnya terdiri dari hidrokarbon dan turunannya, yang benar-benar larut dalam toluena, secara substansial tidak mudah menguap, dan melunak secara bertahap ketika dipanaskan (McNally,2011). Ini terdiri dari sejumlah besar spesies molekuler yang sangat bervariasi dalam polaritas dan berat molekul. Analisis unsur menunjukkan bahwa

komposisi bitumen terutama ditentukan oleh sumber minyak mentahnya dan sulit untuk memberikan generalisasi geografis tertentu (banyak pemasok juga mencampur bitumen dari sumber yang berbeda juga) (Porto, 2019). Berdasarkan laporan SHRP (Strategic Highway Research: Special Report), konstituen utama bitumen adalah karbon, yang bervariasi dari 80 hingga 88% berat dan hidrogen berkisar antara 8 hingga 11% berat. Selain itu, Heteroatom dan atom logam transisi (terutama vanadium dan nikel) umumnya hadir: sulfur (0 hingga 9% berat), nitrogen (0 hingga 2% berat), oksigen (0 hingga 2%), vanadium hingga 2000 ppm, dan nikel hingga 200 ppm (Branthaver, 1994; Jiménez-Mateos, 1996; Speight, 1999).

Dari sudut pandang molekuler, senyawa utama dari heteroatom polar di atas adalah: sulfida, tiol dan sulfoksida, keton, fenol dan asam karboksilat, senyawa pirolitik dan piridin, dan sebagian besar logam membentuk kompleks seperti metalloporphyrins (Speight, 1999). Analisis distribusi berat molekuler menunjukkan bahwa bitumen adalah campuran kompleks dari sekitar 300 hingga 2000 senyawa kimia (nilai sedang 500-700) membuat karakterisasi kimia lengkap sangat sulit. Karena alasan ini, bitumen umumnya difraksinasi oleh metodologi yang lebih sederhana, yang memungkinkan dua konstituen utama untuk diidentifikasi:

I. *Asphaltenes*

Asphaltenes biasanya terkandung dalam bitumen maupun minyak bumi merupakan komponen yang sangat aromatik yang mengandung makromolekul heterosiklik tak jenuh dengan komponen utama karbon, hydrogen, dan beberapa jumlah kecil komponen lain seperti sulfur, oksigen, nitrogen juga logam berat, contohnya besi, nikel, vanadin, aluminium dan magnesium (Okafor, 2013). Secara fisik *asphaltenes* berwarna coklat tua, bersifat padat, keras, bertekstur butiran, dan memiliki berat molekuler sebesar 1000-100000. Kandungan *asphaltenes* menentukan sifat reologi dari bitumen, dimana semakin tinggi *asphaltenes* maka bitumen akan semakin keras dan kental.

II Malthenes (juga disebut petrolena)

Maltenes kemudian diklasifikasikan menjadi saturasi, aromatik, dan resin, yang bersama-sama dengan asphaltene dikenal sebagai bitumen SARA (Saturate, Aromatic, Resin, Asphaltene). Kelimpahan relatif dari fraksi SARA

memungkinkan komposisi kimia bitumen terkait dengan struktur internal dan beberapa sifat makroskopiknya (Ashoori,2017).

Pada umumnya aspal yang digunakan adalah aspal minyak. Namun, dengan menipisnya cadangan minyak mentah dunia, menyebabkan semakin langkanya ketersediaan aspal minyak. Salah satu alternatif untuk pemenuhan kebutuhan aspal nasional adalah dengan menggunakan aspal alam yang berasal dari Pulau Buton, Sulawesi Tenggara, atau biasa disebut dengan asbuton.

Menurut departemen pekerjaan umum pada 2006 total cadangan asbuton mencapai 677,247,000 ton dengan kadar rata – rata bitumen 25% maka setara dengan 170,000,000 ton aspal yang diproyeksi mampu memenuhi kebutuhan aspal nasional selama sekitar 140 tahun. Lokasi deposit Asbuton tersebar seluas 70,000 ha dari Teluk Sampolawa hingga ke Teluk Lawele sepanjang 75 km dengan lebar 12 km ditambah wilayah Enreke yang termasuk wilayah Kabupaten Muna, Sulawesi Tenggara dengan kadar aspal yang terkandung 20-30%. Jika dibandingkan dengan Negara lain kadar asbuton cukup besar, seperti Amerika dan Prancis yang hanya berkisar 12-15% dan 6-10%.

Penggunaan asbuton mulai digencarkan dengan berlakunya Peraturan Pemerintah No.35/2006 yang menginstruksikan Bina Marga untuk menggunakan asbuton dalam pengerjaan pembangunan jalan raya. Disisi lain, penggunaan asbuton yang berbentuk butiran masih membutuhkan pengembangan khususnya di bidang kualitas. Menurut Dirjen Bina Konstruksi Kementrian PUPR, beberapa kendala yang dialami asbuton di lapangan adalah; inkonsistensi kualitas asbuton masing masing produsen, keterbatasan teknologi pendukung, dan keterbatasan riset dlam bidang ini. Kualitas dari asbuton relatif lebih rendah jika dibandingkan dengan aspal minyak sehingga belum mampu memikul beban lalu lintas berat. Pada butiran asbuton, bitumen dalam aspal terperangkap dalam mineral. Kandungan mineral dalam asbuton itu sendiri terdiri dari 72,9% - 86,67% CaCO_3 dan sisanya adalah MgCO_3 , CaSO_4 , CaS dan mineral – mineral lain (Siswosubrotho, 2005). Kandungan mineral ini mengurung bitumen, sehingga diperlukan suatu proses pemisahan bitumen dari asbuton dan mineralnya. Akibat kandungan mineral yang cukup tinggi ini maka dalam aplikasinya, asbuton harus

dipisahkan terlebih dahulu, antara bitumen dan mineralnya agar menghasilkan kualitas aspal yang lebih tinggi.

Proses pemisahan bitumen dari asbuton dapat dilakukan dengan berbagai metode, diantaranya, yaitu ekstraksi dengan pelarut organik dan pemisahan dengan media air panas. Metode ekstraksi menggunakan pelarut organik atau hidrokarbon dan turunannya yang bersifat non polar. Penelitian yang sudah dilakukan diantaranya, menggunakan pelarut karbon tetraklorida oleh Aris (1997), menggunakan pelarut trichloroethylene dan n-propil bromide oleh Gardiner (2000), menggunakan pelarut n-heksana oleh Purwono (2003), sedangkan pada penelitian Tommy (2013) menggunakan pelarut pertasol, menghasilkan bahwa terjadinya kehilangan pelarut yang sangat besar akibat volatilitas pertasol yang sangat tinggi. Dilanjutkan dengan penelitian Shidiq (2013) menggunakan pelarut kerosin menghasilkan *recovery* sebesar 80,79%, Zindy (2013) menggunakan pelarut solar dengan *recovery* sebesar 80,5%. Berdasar hasil penelitian tersebut didapatkan kesimpulan bahwa pemisahan bitumen dengan metode menggunakan pelarut organik membutuhkan pelarut organik yang sangat besar karena volatilitasnya yang cukup tinggi. Sehingga dalam bidang industri kurang tepat untuk diaplikasikan, karena akan menghasilkan biaya operasi yang cukup tinggi.

Penelitian Clark (2012) dalam pemisahan bitumen dari Athabasca oil sand menyimpulkan bahwa proses pemisahan bitumen menggunakan media air panas dengan suhu 90°C dan menambahkan NaOH sebagai pengaktif surfaktan alami untuk memisahkan bitumen. Air panas berfungsi menurunkan viskositas bitumen. Namun perlu adanya modifikasi dalam proses ini jika diterapkan dalam pemisahan bitumen dari asbuton karena mineral dalam Athabasca oil berupa SiO₂, sedangkan mineral asbuton berupa CaCO₃. CaCO₃ memiliki nilai kelarutan yang lebih tinggi dibandingkan SiO₂, sehingga perlu adanya penambahan *diluent*, surfaktan dan *sealing agent*. Surfaktan berfungsi sebagai pengemulsi antara bitumen, *diluent* dan air sehingga bitumen dapat terlepas dari mineralnya. *Sealing agent* berfungsi sebagai basa untuk mengaktifkan surfaktan alami dari asbuton, serta berfungsi memisahkan mineral dan bitumen agar tidak kembali berikatan. *Sealing agent* dapat berupa NaOH, Sodium Silika, *Sodium Carbonate* dan *Sodium*

Trypholiphospate (Dai,1996). Proses ini disertai pula dengan bantuan proses mekanikal berupa pengadukan.

Dari penelitian sebelumnya, Qomary (2012) menggunakan kerosin sebagai *diluent* pada metode media air panas, Novitrie (2014) dalam penelitian pemisahan bitumen dari asbuton dengan media air panas menggunakan pelarut solar, dengan perbandingan solar asbuton 50%:50% memperoleh *recovery* sebesar 81,09%. Yuda (2015) dalam penelitian pemisahan bitumen dari asbuton dengan media air panas menggunakan surfaktan berupa *Sodium Ligno Sulfonat* (SLS) 0,05%, NaOH 0,05% dengan rasio solar solar-asbuton sebesar 60%:40%, menghasilkan *recovery* sebesar 86,29%. Sedangkan Ahmed (2015) dalam penelitian pemisahan bitumen dari asbuton dengan media air panas menggunakan surfaktan berupa *Sodium Ligno Sulfonat* (SLS) 0,5%, NaOH 1% dengan rasio solar asbuton sebesar 60%:40% mendapatkan *recovery* sebesar 92%. Dilanjutkan dengan Gissa (2016) dalam penelitian pemisahan bitumen dari asbuton dengan media air panas menggunakan surfaktan berupa *Linier Alkil Benzen Sulfonat* (LAS) 1,5%, dengan rasio wetting agent sebesar 25%, NaOH 1% dengan penambahan solar mendapatkan *recovery* sebesar 97%. Kemudian Yosita (2018) dalam penelitian pemisahan bitumen dari asbuton dengan media air panas dengan penambahan solar, menggunakan surfaktan berupa *Sodium Dodocylbenzene Sulfonat*, NaOH dan garam alkali menghasilkan *recovery* Natrium Karbonat yang paling baik yaitu 91,92%, dan *Sodium Dodocylbenzene Sulfonat* berfungsi menambah *recovery* bitumen namun, semakin tinggi penambahan *Sodium Dodocylbenzene Sulfonat* maka *recovery* akan semakin turun jika melewati titik CMCnya. Ekstraksi bitumen dari asbuton sendiri dianggap mirip dengan sistem pada reservoir karbonat, *Sherma et all*, mendapatkan bahwa surfaktan kationik adalah yang terbaik untuk digunakan dalam sistem tersebut. Sehingga yang terakhir, pada penelitian Faradisa yang berjudul pemisahan bitumen dari asbuton dengan media air panas dengan penambahan *Dodecyl Trimethyl Ammonium Bromide* (DTAB), didapatkan bahwa *recovery* dari bitumen itu sendiri hanya mencapai 60%, yang menandakan performa surfaktan kationik kurang baik untuk diterapkan dalam sistem ekstraksi bitumen dari asbuton.

Kekurangan dari penelitian sebelumnya belum didapatkannya modifikasi penambahan surfaktan yang lebih baik karena sifat *Sodium Dodocylbenzene Sulfonat (SDBS)* lebih hidrofob dibandingkan LAS, seharusnya mendapatkan recovery yang lebih besar. Begitu pula pada surfaktan kationik, DTAB yang memiliki sifat kepolaran yang berbeda dengan surfaktan anionic sebelumnya. Disisi lain, ada kekurangan terhadap proses pengadukan pada campuran asbuton dengan pelarutnya, yaitu hanya terjadi pencampuran, bukan pelepasan butiran mineral secara fisik. Sehingga untuk penelitian ini dicari modifikasi *sealing agent* dan mengganti proses pengadukan dengan proses *milling* agar menghasilkan bitumen yang semakin banyak dan cocok untuk diterapkan pada skala industri.

1.2. Rumusan Masalah

Bagaimana mekanisme pemisahan bitumen dari asbuton dengan penambahan surfaktan, *sealing agent* serta komposisi yang tepat untuk meningkatkan *recovery* bitumen pada proses *milling*

1.3. Batasan Masalah

1. Sampel butiran asbuton yang digunakan berasal dari Kabungka, Sulawesi Tenggara.

1.4. Tujuan Penelitian

1. Mempelajari pengaruh surfaktan terhadap *recovery* bitumen
2. Menentukan kondisi operasi dan komposisi *wetting agent* dan *sealing agent* untuk mendapatkan *recovery* tertinggi

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat diketahui pengaruh surfaktan dan *sealing agent* terhadap *recovery* bitumen serta mekanisme pada proses pemisahan tersebut sehingga dapat menjadi sumber referensi pada aplikasi industri.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bahan Baku Aspal

Aspal adalah campuran dari cairan organik yang sangat kental, hitam, lengket dan sebagian larut dalam karbon disulfida. Meskipun tidak ada aspal dengan komposisi kimia yang sama, analisis unsur menunjukkan bahwa sebagian besar bitumen mengandung 79–88% karbon; 7-13% hidrogen, 3% nitrogen; Sulfur 8%; dan Oksigen 8%. (Onojake, 2017)

Berdasarkan tempat diperolehnya, aspal dibedakan atas aspal alam dan aspal minyak. Aspal alam yaitu aspal yang didapat di suatu tempat di alam, dan dapat digunakan sebagaimana diperolehnya atau dengan sedikit pengolahan.

a. Aspal Minyak

Aspal minyak adalah aspal yang merupakan residu destilasi minyak bumi. Setiap minyak bumi dapat menghasilkan residu jenis asphaltic base crude oil yang banyak mengandung aspal, parafin base crude oil yang mengandung banyak parafin, atau *mixed base crude oil* yang mengandung campuran antara parafin dan aspal. Untuk perkerasan jalan umumnya digunakan aspal minyak jenis *asphaltic base crude oil*.

b. Aspal Alam

Aspal alam ada yang diperoleh di gunung-gunung seperti aspal di pulau Buton, dan ada pula yang diperoleh di danau seperti di Trinidad. Indonesia memiliki aspal alam yaitu di pulau Buton, yang berupa aspal gunung, terkenal dengan nama Asbuton (Aspal batu Buton). Asbuton merupakan batu yang mengandung aspal. Deposit Asbuton membentang dari kecamatan Lawele sampai Sampolawa. Penggunaan Asbuton sebagai salah satu material perkerasan jalan telah dimulai sejak tahun 1920, walaupun masih bersifat konvensional.

Asbuton merupakan campuran antara bitumen dengan bahan mineral lainnya dalam bentuk batuan. Karena Asbuton merupakan material yang begitu saja di alam di alam, maka kadar bitumen yang dikandungnya sangat bervariasi dari rendah sampai tinggi. (Sukirmna, 2007). Asbuton atau Aspal batu Buton ini

pada umumnya berbentuk padat yang terbentuk secara alami akibat proses geologi. Proses terbentuknya asbuton berasal dari minyak bumi yang terdorong muncul ke permukaan menyusup di antara batuan yang *porous*.

2.1.1. Persebaran Asbuton

Dari eksplorasi yang dilakukan *Alberta Research Council* di daerah Lawele pada 132 titik pengeboran diperoleh hasil bahwa ketebalan asbuton berkisar antara 9 meter sampai 45 meter atau ketebalan rata-rata 29,88 meter dengan tebal tanah penutup 0 – 17 meter atau rata-rata tebal tanah penutup 3,47 meter pada luas daerah pengaruh asbuton 1.527.343,5 m².

Data tersebut ditunjang pengkajian lanjutan yang dilakukan oleh KPN Bhumi Dharma, Bidang wilayah pertambangan dan energi propinsi Sulawesi Tenggara (1997) serta data satelit (Kurniadji, 2014), memperlihatkan cadangan aspal alam total adalah sekitar 677,247 juta ton yang tersebar di wilayah Waesiu 0,100 juta ton, Kabungka 60 juta ton, Winto 3,2 juta ton, Winil 0,600 juta ton, Lawele 210,283 juta ton, Siantopina 181,25 juta ton, Ulala 47,089 juta ton, Enreko 174,725 juta ton. (Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 2006)

Data tersebut menunjukkan perkiraan cadangan Asbuton terbesar ternyata terdapat di wilayah Lawele yang sebagian besar mempunyai kadar aspal di atas 25% aspal alam dengan lokasi dan jumlah dugaan cadangan seperti diperlihatkan pada **Tabel 2.1**.

Dari sekian banyak lokasi deposit Asbuton, hanya lokasi penambangan Kabungka saja yang telah ditambang dan dimanfaatkan, daerah lokasi penambangan lainnya seperti daerah Lawele, baru dalam tahap eksplorasi dan sedikit pemanfaatan. Oleh karena itu sejauh ini rekayasa perkerasan jalan di Indonesia hanya mengenal aspal alam dengan karakteristik Asbuton dari Kabungka. Secara umum dapat dibedakan dua jenis Asbuton dengan karakteristik berbeda yaitu bersifat keras seperti dari Kabungka dan bersifat relatif lunak dari Lawele.

Tabel 2.1. Lokasi perkiraan cadangan aspal Buton (Sumber: Kurniadji, 1993)

No	Lokasi	Luas (m2)	Tebal (m)	Kadar Aspal (%)	Deposit (juta ton)
1	Batuawu	550.000	76,1	20 – 40	60,69
2	Mempenga	280.000	72	20 – 30	29,232
3	Langunturu	420.000	61	20 – 25	37,149
4	Kabukubuku	570.000	50	20 – 35	41,325
5	Wangkaburu	460.000	62,8	20 – 35	41,888
6	Siantopina	5.000.000	25	Belum diketahui	181,25
7	Ulala	1.500.000	21,65	Belum diketahui	47,089

II-2

Dari hasil eksplorasi, di daerah Lawele mempunyai jenis Asbuton lunak yang tertutup dengan lapisan tanah (overburden) rata-rata antara 0 sampai 4,9 meter. Dari uraian di atas menunjukkan bahwa cadangan Asbuton terbesar di pulau Buton terdapat di daerah Lawele dengan mutu aspal yang tinggi, yang perlu dilakukan adalah teknologi yang tepat sehingga aspal alam dari Lawele dapat dimanfaatkan dalam pekerjaan perkerasan jalan beraspal dengan hasil maksimal. Selanjutnya dari hasil eksplorasi juga menyebutkan bahwa telah terjadi beberapa hambatan untuk melaksanakan pengeboran, salah satunya adalah lengketnya mata bor dengan asbuton, kemungkinan hal tersebut terjadi karena sangat lunaknya asbuton di lapisan bawah.

2.1.2. Karakteristik Asbuton

Seperti telah diketahui, di dalam Asbuton terdapat dua unsur utama, yaitu aspal (bitumen) dan mineral. Didalam pemanfaatannya untuk pekerjaan peraspalan, kedua unsur tersebut akan sangat dominan mempengaruhi kinerja dari campuran aspal yang direncanakan.

Dilihat dari **Tabel 2.2**, berdasarkan komposisi kimianya, aspal Asbuton dari kedua daerah deposit memiliki senyawa Nitrogen *base* yang tinggi dan parameter malten yang 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 nilai penetrasi yang relatif rendah dibandingkan dengan Asbuton dari Lawele.

Tabel 2.2. Sifat Kimia Asbuton dari Kabungka dan Lawele(Sumber: Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga,2006)

Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	
	Asbuton Padat dari Kabungka	Asbuton padat 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

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 analisis kimia mineral Asbuton hasil ekstraksi, dari lokasi Kabungka dan Lawele diperlihatkan pada **Tabel 2.3**. Bitumen sendiri memiliki kandungan yang kompleks, yang disusun dengan komponen utama berupa hidrokarbon dan atom – atom N, S, dan O dalam jumlah yang kecil, juga beberapa logam seperti *Vanadium*, Ni, Fe, Ca, dalam bentuk garam organik dan oksidanya. Dari sumber

yang berbedapun maka jumlah komponennya akan berbeda pula, maka Asbuton yang digunakan dalam riset ini dapat diketahui dari **Tabel 2.4**

2.2. Metode Pemisahan Bitumen

Terdapat dua cara yang umum dilakukan untuk mengekstraksi bitumen yaitu dengan menggunakan pelarut organik dan menggunakan media air panas;

2.2.1. Metode Ekstraksi dengan Pelarut Organik

Asbuton yang mulanya merupakan bongkahan besar diperkecil dengan menggunakan *jaw crusher* atau *hammer mill*. Kemudian diekstraksi dengan menggunakan pelarut organik, seperti hexane, pertasol dan kerosin, sehingga bitumen terpisah dari mineral yang menyelubunginya. Kemudian didistilasi atau diuapkan, sehingga pelarut organik akan menguap dan yang tersisa tinggalah bitumen murni. Pelarut organik memiliki titik didih relative rendah sehingga lebih mudah untuk dipisahkan dan pelarut bisa digunakan kembali dalam ekstraksi. (Kurniadji, 2014)

Tabel 2.3. Komposisi Kimia Asbuton dari Kabungka dan Lawele (Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga,2006)

Senyawa	Hasil Pengujian	
	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

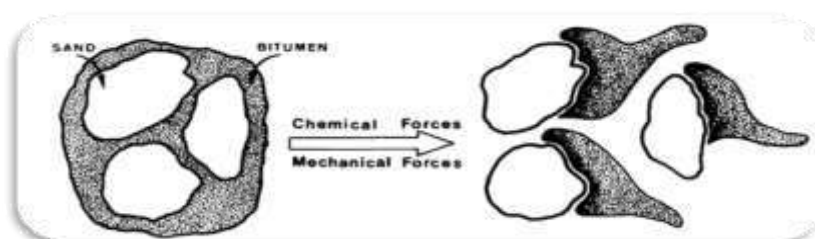
Tabel 2.4. Hasil Uji SARA asbuton

Komposisi	Jumlah Presentase
Ca	73,85%
Fe	9,35%
Si	4,95%
S	2%

2.2.2. Metode Pemisahan Bitumen dengan Media Air Panas

Metode ini dimulai oleh Clark pada tahun 1920 yang digunakan untuk mengekstraksi bitumen dari *Athabasca sand*, dimana pemisahan ini menggunakan air sebagai media pemisahannya. Air panas akan menurunkan viskositas bitumen dan membantu pelepasan bitumen dari *sand* saat terjadinya *high sear force* yang diakibatkan oleh adanya pengadukan dan penambahan bahan kimia lain dalam digester. (Clark, 1932)

Lain lagi pada pemisahan bitumen pada *Utah tar sand* yang membutuhkan temperatur yang tinggi, dikarenakan terdapat bitumen yang menyelubungi butiran dari *tar sand* (Sepulveda, 1970). Selain itu perlu adanya penambahan *penetrating agent* yang berfungsi mempermudah pemisahan bitumen hal ini ditunjukkan pada ilustrasi **Gambar 2.1.** dapat dilihat bahwa dengan adanya *chemical force* dalam hal ini yaitu *penetrating agent*, *wetting agent* dan *sealing agent*, sedangkan *mechanical force* berupa pengadukan. *Penetrating agent* berfungsi menurunkan viskositas, contoh dari *penetrating agent* yang sudah digunakan adalah kerosin. (Miller, 1982)



Gambar 2.1. Ilustrasi pelepasan bitumen dan mineral dengan *chemical* dan *mechanical force*

Dengan modifikasi dari kedua metode ini, dapat dilakukan pemisahan bitumen dari asbuton dengan media air panas dan menambahkan zat kimia lain. Pada asbuton, di bagian luarnya dilapisi dengan kandungan CaCO_3 , berbeda dengan *Utah tar sands* dan *Athabasca oil sands*. CaCO_3 memiliki nilai kelarutan yang lebih tinggi dibandingkan SiO_2 pada *Athabasca oil sands* sehingga perlu adanya penambahan *diluent agent*, surfaktan (*wetting agent*), dan *sealing agent*.

a. *Diluent Agent*

Diluent adalah bahan yang digunakan untuk menurunkan viskositas bitumen sehingga mempermudah pelepasan bitumen dari asbuton. Viskositas asbuton adalah 15,4 Pa.s (Siswosoebrotho, 2005). Sedangkan bitumen sendiri diklasifikasikan ke dalam empat jenis berdasarkan viskositasnya, dapat dilihat di **Tabel 2.5**. Maka berdasarkan tabel tersebut asbuton tergolong ke dalam bitumen kelas 2 yang membutuhkan penambahan diluent secara opsional.

Tabel 2.5. Klasifikasi Bitumen Berdasarkan Viskositas (Sumber: Hupka, 1983)

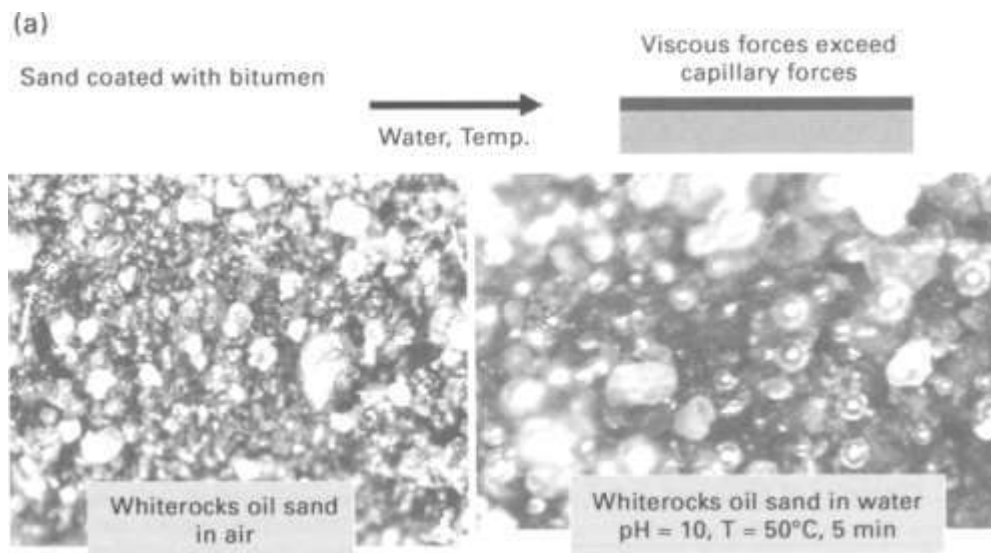
Kelas	Karakter Bitumen	Viskositas bitumen pada 50°C (Pa.s)	Proses
I	<i>Light</i>	< 1,5	Tidak membutuhkan <i>diluent</i>
II	<i>Moderate</i>	0,5 – 100	Penambahan <i>diluent</i> opsional
III	<i>Heavy</i>	100 - 10 ⁸	Harus ditambahkan <i>diluent</i>
IV	<i>Very Heavy</i>	>10 ⁸	Tidak dapat menggunakan metode media air panas

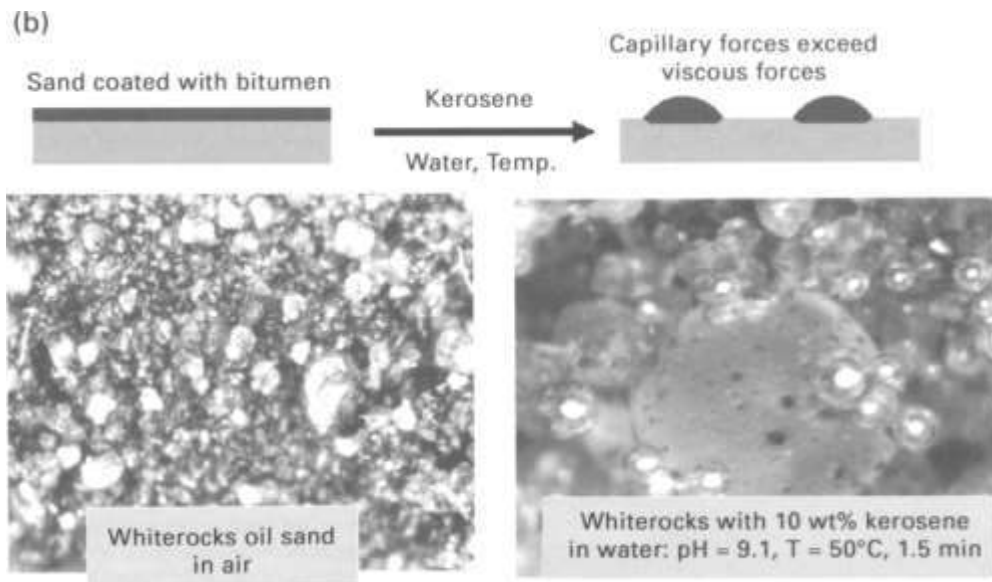
Untuk memilih *diluent agent*, digunakan senyawa yang mengandung hidrokarbon dengan viskositas yang lebih rendah dari viskositas asbuton, dari **Tabel 2.6** dapat diketahui bahwa viskositas beberapa bahan yang dapat dijadikan pelarut, DEX jauh lebih rendah dari asbuton. Kualitas bahan bakar diesel seperti DEX umumnya dinyatakan dengan bilangan cetana yaitu kemudahan suatu bahan bakar untuk menyala atau terbakar di dalam mesin diesel (Fery Hariyanto, 2013) dan untuk spesifikasi dari DEX lainnya dapat dilihat di **Tabel 2.7**. Pada **gambar**

2.2. dijelaskan pada penelitian oleh Drelich, 2008 perbandingan perlakuan bitumen kental (tanpa ditambahkan *diluent*) ketika didiamkan dalam air dan ketika bitumen dengan ditambahkan *diluent*, yaitu tegangan permukaannya yang menjadi semakin rendah. Ketika asbuton direndam dalam air, viskositas campuran bitumen-pelarut berkurang sedemikian rupa sehingga bitumen menjadi lebih bergerak, dan lapisan bitumen di sekitar butiran pasir rusak karena ketidakstabilannya dalam lingkungan fase cair. Maka disimpulkan, ketika bitumen hanya direndam dalam air, dimana air memiliki viskositas sangat rendah, maka viskositas permukaan dari bitumen tidak berkurang atau sedikit berkurang sehingga tidak terpisah dengan mineralnya. Maka untuk pemilihan dari *diluent* ini perlu memperhatikan viskositas dari *diluent* tersebut jika terlalu rendah hingga mendekati viskositas air akan menyebabkan pemisahan berlangsung tidak sempurna.

Tabel 2.6. Perbandingan viskositas beberapa jenis *diluent* (Pertamina,2008; <https://www.engineersedge.com>)

<i>Diluent</i>	DEX	Kerosene	<i>Paint Thinner</i>	Air
Viskositas(mm ² /s)	2-4,5	2,7	0,9	0,56





Gambar 2.2. Penambahan *diluent* pada *oil sands*: (a) perilaku bitumen kental dalam air dan (b) perilaku bitumen viskositas rendah (bitumen diencerkan dengan kerosin) di dalam air (J Drelich,2008)

Tabel 2.7. Karakteristik DEX (pertamina,2008)

No	Karakteristik	Satuan	Batasan	
			Min	Max
1	Bilangan Cetana		53	
2	Berat Jenis	kg/m ³	820	860
3	Viskositas (suhu 40 °C)	Pa.s	2x10 ⁻³	4.5x10 ⁻³
4	Kandungan sulfur	%m/m		0.05
5	Titik nyala	°C	55	
6	Titik didih	°C		370
7	Kandungan air	mg/kg		500
8	Residu karbon	%m/m II-8		0.3
9	Kandungan abu	% v/v		0.01

b. Wetting Agent

Wetting agent berfungsi menurunkan *interfacial tension* bitumen. Salah satu penurun *interfacial tension* ialah surfaktan. Asbuton memiliki kadar surfaktan alami namun dengan kadar yang sangat kecil. Surfaktan alami pada asbuton bersifat basa, maka surfaktan yang dipilih bersifat basa pula agar dapat bekerja sama dengan baik. (Bakhtiari, 2015)

Surfaktan adalah zat seperti detergen yang ditambahkan pada cairan untuk meningkatkan sifat penyebaran atau pembasahan dengan menurunkan tegangan permukaan cairan. Adanya gugus hidrofilik dan hidrofobik pada surfaktan menyebabkan penurunan *interfacial tension* pada permukaan. Sifat dari surfaktan dapat dilihat dari *Hidrophile Lipophile Balance* (HLB) yang dapat menentukan sifatnya lebih baik diabsorpsi oleh minyak atau air. Dalam pemisahan bitumen, bitumen memiliki gugus polar sehingga surfaktan akan membentuk micelle dengan gugus hidrofilik surfaktan mengikat bitumen tersebut, sehingga bitumen dapat terlepas dari mineralnya. Sedangkan gugus hidrofobik surfaktan akan mengikat senyawa non polar sehingga senyawa non polar tersebut akan larut (Naderi, 2015). Maka perlu dipilih surfaktan yang bersifat hidrofilik agar *recovery* bitumen menjadi naik.

Molekul surfaktan terdiri dari kepala hidrofilik dan ekor hidrofobik. Bagian kepala dapat berupa kelompok anionik, kationik, zwitterion, atau nonionik sementara ekornya adalah rantai hidrokarbon nonpolar. Molekul-molekul ini adalah permukaan aktif sebagai hasil dari kombinasi sifat hidrofobik dan hidrofilik. Mereka memiliki afinitas untuk dua fase tak bercampur, salah satunya adalah air. Surfaktan zwitterion memiliki muatan positif dan negatif pada bagian kepala. Pemisahan muatan ini menyebabkan momen dipol hadir dalam bagian kepala. Oleh karena itu, bagian kepala adalah kutub dan larut dalam air (Azarmi, 2015). Berikut adalah beberapa jenis surfaktan dan contohnya yang sudah pernah diterapkan dalam *enhanced oil recovery*;

1. Anionik: kepala hidrofilik bermuatan negatif

Dalam larutan, bagian kepala diberi muatan negatif. Surfaktan anionik sangat efektif pada pembersihan tanah berminyak dan suspensi tanah minyak / tanah liat. Namun, mereka dapat bereaksi dalam air

pencuci dengan ion kekerasan air bermuatan positif (kalsium dan magnesium), yang dapat menyebabkan penonaktifan parsial. Semakin banyak kalsium dan magnesium. Molekul dalam air semakin banyak sistem surfaktan anionik yang mengalami deaktivasi. Untuk mencegah hal ini, surfaktan anionik memerlukan bantuan dari bahan lain seperti pembangun (Ca / Mg sequestrate). Surfaktan anionik yang paling umum digunakan adalah alkil sulfat dan sulfonat, alkil etoksilat /sulfat dan sabun minyak bumi, lignin sulfonat, ester fosfat, ester sulfosuksinat dan karboksilat (Kupfer, 1990)

- *Alkyl aryl sulfonate*

Didapatkan dari reaksi *benzene* dan *propylene tetramer* yang disulfonasi, namun disisi lain memiliki sifat non biodegradable. Pada rantai C panjang (C14-C30) sifatnya hidrophob yang berinteraksi dengan *crude oil* dengan baik. Hirasaki et al, dengan salinitas optimal, hasil *oil recovery* dapat meningkat. Termasuk surfaktan anionic yang mudah didapat, stabil pada sebagian *crude oil*

- *Alkyl benzene sulfonate*

Termasuk *Alkyl aryl sulfonate* dengan muatan negatif hidrofilik. Sifatnya *toxic* pada salinitas tinggi. Semakin panjang rantai karbon CMC makin rendah. Dapat menurunkan IFT rendah pada *crude oil*. Bekerja dengan baik pada *crude oil* dengan jumlah karbon 7-10. Gissa, 2016, sudah melakukan ekstraksi dengan *Linear Alkyl Benzene Sulfonate* dan menghasilkan *recovery* sebesar 97% dalam rasio penambahan yang cukup tinggi yaitu 25% dengan ditambahkan NaOH 1% dan solar. *Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate* (SDBS) juga termasuk ke dalam kelompok *alkyl aryl sulfonate* yang dimana memiliki gugus sulfonat yang bersifat hidrofob dan gugus alkyl yang bersifat hidrofil. Perannya sebagai surfaktan yaitu menurunkan tegangan permukaan dengan menghancurkan

ikatan hydrogen pada permukaan bitumen (Irfin, 2019). Hal ini didukung oleh penelitian Shupe, bahwa dengan adanya gugus sulfonat surfaktan akan stabil dalam salinitas tinggi, dan menghasilkan *oil recovery* yang tinggi baik pada reservoir karbonat maupun *sandstone reservoir*.

- *Alkyl sulfate*
Sifatnya lebih hidrofilik akibat adanya gugus *sulfate* dan *biodegradable*. Namun sangat peka terhadap perubahan suhu yang menyebabkan tidak dapat larut pada suhu tinggi. Salah satu contoh *Alkyl Sulfate* adalah SLS yang telah digunakan sebelumnya, dan menghasilkan *recovery* yang cukup bagus yaitu 92%.
- *Sodium dodecyl sulfate*
Berdasar riset yang sudah ada, kinerja dari SDS akan menjadi lebih bagus ketika ditambahkan nanopartikel. Mampu menurunkan nilai IFT. Memiliki cloud point diatas 100°C. Sifatnya sensitif terhadap suhu. Yosita, 2018, melakukan riset dengan menggunakan surfaktan ini dan menghasilkan hasil *recovery* sebesar 91,92%. Disisi lain terdapat kendala bahwa kemungkinan terjadinya adsorpsi nanopartikel kedalam batuan, bisa diatasi dengan pre-coating batuan dengan nanopartikel, namun *feasibility*-nya belum pernah dilakukan.
- *Alkyl Ethoxy sulfate*
Stabil pada pH tinggi dan salinitas dengan keberadaan alkali, dan pada suhu 83°C untuk waktu yang lama walaupun terdapat ion divalen. Pada *Berea sandstone*, AES encer menghasilkan tambahan *recovery* hingga 50%.
- *Alfa olefin sulfonate (AOS)*
Disebut *sodium linear alpha olefin*. Performa surfaktan ini termasuk baik dalam keberadaan ion divalen dan memiliki

laju biodegradasi tinggi. Jumlah atom karbonnya 10-29. Stabil dalam range pH yang luas. *Foaming* dan detergent *ability*nya bagus.

- *Ethoxy or propoxy glycidyl sulfonates*
Solubilitas tinggi pada salinitas optimal. Membentuk mikroemulsi stabil dengan n-octane pada suhu minyak diatas 120°C. Namun semakin tinggi temperature menyebabkan tercapainya fase pemisahan ataupun cloud point. Dapat menjadi stabil ketika dicampur ios.
- *Alkyl ether sulfates*
Sifatnya lebih stabil dibanding ios. Namun, sensitif terhadap temperatur yang tinggi dan tidak stabil pada salinitas tinggi. Penambahan gugus *ethoxy* akan membuatnya menjadi semakin stabil. Tidak direkomendasikan pada suhu diatas 120°C dan salinitas 180000ppm.
- *Internal olefin sulfonate (IOS)*
Tidak membutuhkan kosolven alkohol. Stabil dalam temperature tinggi diatas 200°C. Tahan terhadap salinitas tinggi namun optimal pada 4500ppm. Tidak selalu stabil terhadap ion divalen.(Negin, 2016)

2. Kationik: kepala hidrofilik bermuatan positif

Kationik terbentuk dalam reaksi dimana alkil Halida bereaksi dengan amina lemak primer, sekunder, atau tersier. Di sini bagian yang tidak larut dalam air dari molekul memiliki muatan positif dan bagian yang larut dalam air dari molekul bermuatan negatif, sehingga memberikan nama agen yang aktif di permukaan kationik. Kationik agen aktif permukaan mengurangi tegangan permukaan dan digunakan sebagai agen pembasahan di media asam. Namun, kerugian dari agen aktif permukaan kationik adalah bahwa mereka tidak memiliki tindakan

deterjen ketika dirumuskan menjadi larutan alkali seperti garam amonium kuarter (Ali, 2008).

Karena harga di pasaran yang cukup mahal, surfaktan kationik hanya digunakan dalam aplikasi di mana mereka tidak dapat digantikan oleh surfaktan lain, yaitu kasus-kasus yang memerlukan muatan positif atau tindakan bakterisida. Surfaktan kationik digunakan sebagai agen antistatis di pelembut kain dan perawatan rambut (Liu, 1998). Jenis surfaktan ini juga digunakan dalam pembuatan tekstil untuk menunda adsorpsi pewarna. Dalam aplikasi ini mereka bersaing dengan pewarna dan dengan demikian memperlambat adsorpsinya dan membantu mencapai pewarnaan seragam. Ada pula yang digunakan sebagai aditif dalam formulasi nonionik deterjen untuk tujuan penghambatan korosi, dan (dalam jumlah yang sangat kecil) dalam bentuk anionik bubuk untuk mendukung kerja deterjen (Johnson, 2013). Pada reservoir karbonat, biasanya digunakan ekstraksi dengan penambahan surfaktan kationik untuk mengubah *wettability* dari *oil-wet* menjadi *water-wet*, sehingga akan meningkatkan laju produksi minyak dan mengurangi penjejukan minyak sisa (Negin, 2016).

- *Dodecyl Trimethyl Ammonium bromide (DTAB)*

Stabil pada suhu tinggi dan salinitas tinggi (100°C, 60000ppm). *Cloud point* 100°C bisa dinaikkan hingga 130°C ketika dicampur surfaktan nonionik. Mampu mengubah *wettability* dari *oil wet* ke *water wet*. Namun kurang efektif menurunkan IFT (Negin, 2016).

3. Nonionik: kepala hidrofilik adalah Polar tetapi tidak terisi penuh

Surfaktan nonionik memiliki kegunaan yang beragam dalam tekstil dan volume yang digunakan adalah besar dari beberapa jenis surfaktan nonionik. *Akanolamides*, *amines ethoxylated*, amina oksida, polioleksi alkil fenol dan *Polioxyethylenate* linier adalah yang paling umum. Sifat surfaktan nonionik dapat disesuaikan untuk penggunaan tertentu dengan mengendalikan jumlah relatif hidrofilik dan hidrofobik karakter (European

Committee, 2000). Pada kasus-kasus tertentu, hasil recovery pada reservoir karbonat menjadi semakin baik setelah mencampurkan 2 jenis surfaktan yaitu surfaktan nononik dan kationik.

- *Alkyl ethoxy Carboxylated*
Bersifat anionik pada pH netral dan anionic pada pH alkalin. Tahan terhadap temperatur dan salinitas tinggi. Gugus *ethoxy* membentuk ikatan hydrogen dengan air sehingga meningkatkan interaksi energi dari permukaan air / minyak, menyebabkan IFT menurun.
- NEODOL
Jika tidak dicampur bersifat hydrofob namun jika dicampur IOS bersifat hidrofil. Optimal di suhu kurang dari 57°C (Negin, 2016)
- *Polysorbate*
Memiliki nama lain *polyoxyethylene sorbitan ester*, merupakan agen anti staling paling efektif. Terdapat beberapa jenis yaitu polysorbate 20, yang memiliki gugus asam laurat, polysorbate 60 yang memiliki gugus asam stearate, polysorbate 80, yang memiliki gugus oleat (Lesueur, 2009). Masing-masing bersifat hidrofil dan memiliki nilai HLB diatas 15 (McNally, 2011)

4. Campuran Surfaktan

- *Combination "A"- mixture of alkyl ether sulfate and alkyl propoxy Ethoxy Sulfate*
Dapat menurunkan IFT. Mengubah oil wet ke water wet. Tahan terhadap kondisi ekstrem dari reservoir berpermeabilitas rendah. Bekerja optimal pada salinitas 36000TDS dan suhu 52°C. Menghasilkan 28% recovery tambahan.
- *Combination "B"- mixture of alkyl propoxy sulfate and alkyl ethoxy sulfonates*

Dapat menurunkan IFT. Mengubah oil wet ke water wet. Tahan terhadap kondisi ekstrem dari reservoir berpermeabilitas rendah. Bekerja optimal pada salinitas 36000TDS dan suhu 52°C. Menghasilkan 14% recovery tambahan (Nagin, 2016)

c. *Sealing Agent*

Sealing Agent berfungsi untuk mencegah bitumen yang telah terpisah dari mineralnya tidak akan kembali berikatan. *Sealing agent* umumnya bersifat alkali yang digunakan untuk pemisahan asbuton. Surfaktan alami pada asbuton akan aktif pada pH diatas 10 (Bakhtiari, 2015). Maka pemilihan *sealing agent* haruslah bersifat alkali.

1. *Natrium Hidroksida (NaOH)*

Natrium Hidroksida (NaOH) merupakan senyawa anorganik yang tergolong dalam basa kuat yang memiliki pH sekitar 11-12. Dalam proses pemisahan bitumen, *Natrium Hidroksida (NaOH)* berfungsi sebagai *sealing agent* bitumen agar tidak terikat kembali dengan mineral (Bakhtiari, 2015). Penambahan natrium hidroksida dalam konsentrasi rendah sebelumnya telah dilakukan hingga konsentrasi 0,5%.

2.3. Penelitian Sebelumnya

Berikut adalah beberapa penelitian yang berkaitan dengan proses pengolahan asbuton dan tar sands;

Tabel 2.8. Penelitian yang sudah dilakukan

No	Penulis	Percobaan	Hasil
1.	Clark, 1920	Pemisahan bitumen menggunakan <i>hot water</i> terhadap <i>Athabasca oil sands</i>	Pemisahan bitumen dari <i>Athabasca oil sands</i> dengan air dan pengadukan
2.	Sepulveda, 1979	Pemisahan bitumen dari <i>Utah Tar sands</i> menggunakan <i>hot water</i>	Bitumen diperoleh dari <i>digestion</i> dan <i>flotation</i>

3.	Kumar, 1995	Menggunakan <i>hot water</i> untuk memisahkan bitumen dari <i>Utah tar sands</i> untuk mendapat <i>recovery</i>	<i>Hot water</i> menurunkan viskositas bitumen. Penambahan surfaktan dan pengadukan menyebabkan semakin banyaknya bitumen yang terpisah dari mineralnya.
4.	Novitrie, dkk (2014)	Memisahkan bitumen dari asbuton dengan media air panas menggunakan pelarut solar, dengan perbandingan solar asbuton 50%:50%	Memperoleh <i>recovery</i> sebesar 81,09%.
5.	Yuda (2015)	Pemisahan bitumen dari asbuton dengan media air panas menggunakan surfaktan berupa <i>Sodium Ligno Sulfonat</i> (SLS) 0,05%, NaOH 0,05% dengan rasio solar solar-asbuton sebesar 60%:40%	Menghasilkan <i>recovery</i> sebesar 86,29%.
6.	Ahmed (2015)	Pemisahan bitumen dari asbuton dengan media air panas menggunakan surfaktan berupa <i>Sodium Ligno Sulfonat</i> (SLS) 0,5%, NaOH 1% dengan rasio solar asbuton sebesar 60%:40%	Mendapatkan <i>recovery</i> sebesar 92%.
7.	Gissa (2016)	Pemisahan bitumen dari asbuton dengan media air panas menggunakan	Mendapatkan <i>recovery</i> sebesar 97%

		<p>surfaktan berupa <i>Linier Alkil Benzen Sulfonat</i> (LAS) 1,5%, dengan rasio wetting agent sebesar 25%, NaOH 1% dengan penambahan solar</p>	
8.	Yosita (2018)	<p>Pemisahan bitumen dari asbuton dengan media air panas dengan penambahan solar, menggunakan surfaktan berupa <i>Sodium Dodocylbenzene Sulfonat</i>, NaOH dan garam alkali</p>	<p>Menghasilkan <i>recovery</i> Natrium Karbonat yang paling baik yaitu 91,92%, dan <i>Sodium Dodocylbenzene Sulfonat</i> berfungsi menambah <i>recovery</i> bitumen namun, semakin tinggi penambahan <i>Sodium Dodocylbenzene Sulfonat</i> maka <i>recovery</i> akan semakin turun jika melewati titik CMCnya.</p>

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

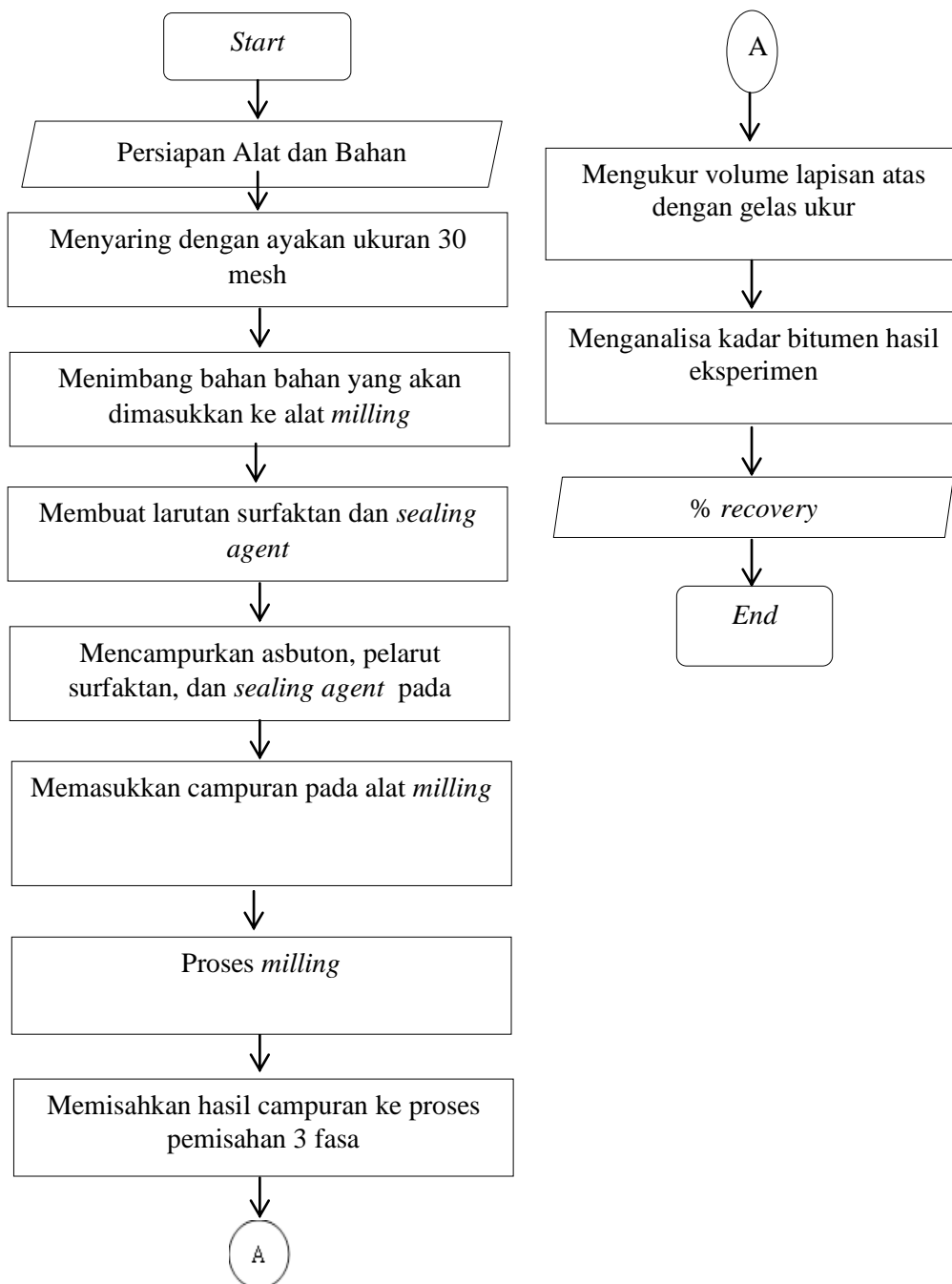
3.1. Garis Besar Penelitian

Secara garis besar proses pemisahan bitumen dari Asbuton dilakukan secara eksperimen di Laboratorium Perpindahan Panas dan Massa, Teknik Kimia ITS. Bahan Baku yang digunakan yaitu Asbuton dari Kabungka, Sulawesi Tenggara. Bitumen dari Asbuton akan dipisahkan dengan menggunakan metode *milling* dengan penambahan pelarut, surfaktan, dan *sealing agent*.

Untuk mencapai tujuan penelitian maka dilakukan empat tahapan penelitian meliputi, studi literatur, eksperimen, analisa data dan penulisan laporan. Studi literatur yang dilakukan untuk menentukan pelarut, surfaktan dan *sealing agent* manakah yang paling baik dipilih. Tahap pemisahan bitumen dari asbuton yang terdiri dari proses *pre-digesting*, *milling*, dan proses pemisahan menggunakan pemisahan tiga fase. Sehingga didapatkan data untuk melakukan analisis data terhadap *persen recovery*. Tahapan terakhir dari penelitian ini adalah penulisan laporan.

3.2. Langkah – Langkah Pelaksanaan Eksperimen

Langkah langkah pelaksanaan eksperimen dilaksanakan sesuai dengan tahapan berikut , sesuai **Gambar 3.1**;



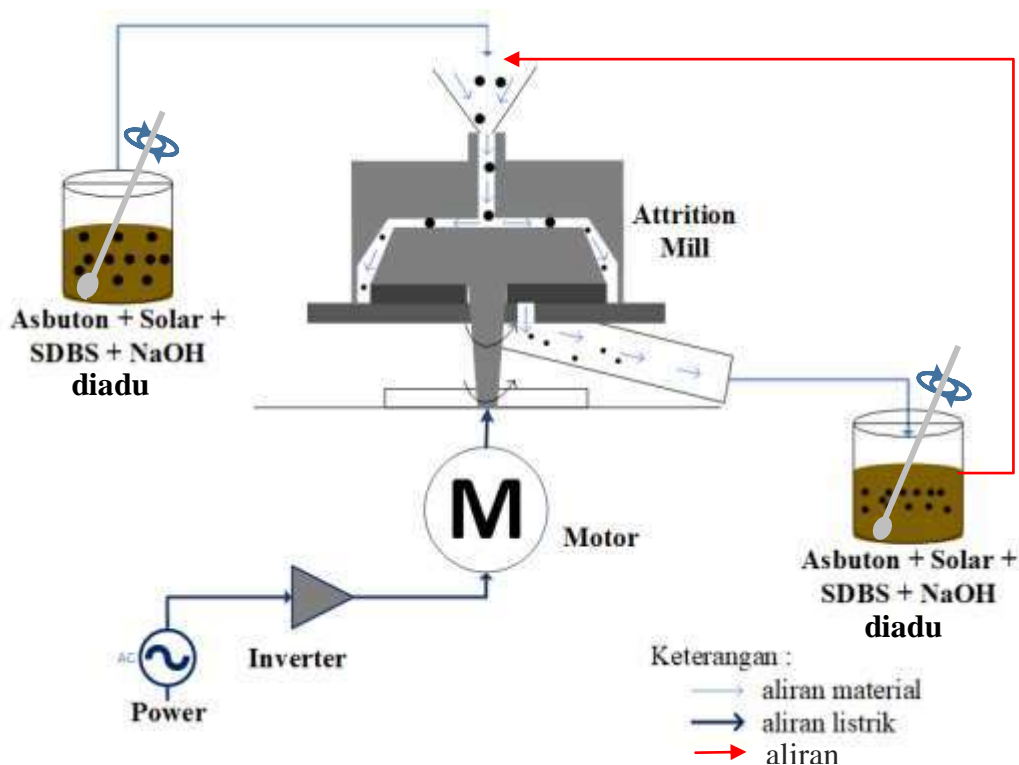
Gambar 3.1. Flowchart proses *milling* dan analisis data

3.2.1. Tahap Pre-Treatment Asbuton

Tujuan dari persiapan bahan baku ini adalah untuk menyeragamkan diameter partikel Asbuton dengan cara memperkecil ukurannya menggunakan *crusher/hammer* kemudian disaring dengan ayakan dengan ukuran 30 mesh.

3.2.2. Tahap Pemisahan Bitumen Dari Asbuton

Proses bitumen bitumendari aspal dilakukan didalam suatu tangki milling. dengan skema sesuai dengan **Gambar 3.2**. Proses pemisahan bitumen dari batuan asbuton ditambahkan zat pelarut yaitu DEX. Surfaktan digunakan untuk menurunkan tegangan permukaan, sehingga efek pembasahan (*wetting*) dapat terjadi dan membuat bitumen mudah terlarut dalam pelarut. Dalam kasus ini surfaktan yang digunakan adalah *Sodium Dodecyl Benzen Sulfonat*. Selain itu juga ditambah *sealing agent*, yang berfungsi agar lapisan lumpur tidak bercampur kembali dengan lapisan bitumen-pelarut. *Sealing agent* yang digunakan adalah *Natrium Hidroksida*. *Pre-treatment* bitumen dimulai dengan menimbang massa asbuton dan pelarut yang diperlukan. Lalu membuat larutan surfaktan dan *sealing agent* dengan konsentrasi tertentu dan campuran surfaktan dan *sealing agent* tersebut ke dalam campuran asbuton dan pelarut pada sebuah *beaker glass*. Setelah melakukan pencampuran, masukkan campuran tersebut ke alat *milling*.



Gambar 3.2. Rangkaian peralatan pemisahan bitumen dari asbuton

Setelah *milling process*, campuran tersebut dipindahkan ke dalam gelas beaker kemudian ditambahkan air 1500 ml dan dibiarkan memisah secara gravitasi selama 24 jam. Lapisan atas yang berupa campuran bitumen–pelarut

diambil dan kemudian dipindahkan ke gelas ukur. Kemudian dicatat volume hasilnya. Bitumen yang telah terpisah kemudian dianalisis berat dan densitasnya untuk mengetahui % *recovery* bitumennya. Mengulang prosedur di atas untuk setiap variabel penelitian.

3.2.3. Tahap Analisis Kadar Bitumen

Tujuan dari tahap ini adalah untuk mengetahui kondisi yang paling optimal pada pemisahan bitumen dari asbuton yang dihasilkan meliputi analisis kadar bitumen awal dan analisis kadar bitumen dari hasil penelitian sehingga dapat diperoleh % *Recovery*.

a. Analisis Kadar Bitumen Awal

Kadar bitumen awal Asbuton ditentukan menggunakan metode ekstraksi menggunakan soklet. Penentuan kadar awal Asbuton dilakukan mengacu pada prosedur sesuai dengan standar SNI 03-3640-1994 tentang Metode Pengujian kadar Beraspal Dengan Ekstraksi Menggunakan Soklet. Dari sana bisa dihitung massa bitumen yang terekstrak, yakni selisih antara massa asbuton awal dan massa mineral yang tertinggal.

b. Membuat Kurva Kalibrasi $1/\rho$ vs %Konsentrasi Bitumen dalam Pelarut

Kurva kalibrasi dalam bentuk hubungan $1/\rho$ terhadap konsentrasi bitumen dalam larutan digunakan untuk menentukan kadar bitumen dalam larutan hasil proses *digesting*. Bitumen murni yang diperoleh dari proses ekstraksi soklet dilarutkan di dalam pelarut sesuai variabel. Larutan diukur densitasnya dengan menggunakan piknometer. Hasil pengukuran tersebut kemudian diplotkan antara $1/\rho$ terhadap konsentrasi bitumen dalam larutan.

c. Analisis Kadar Bitumen dari Hasil Penelitian

Kadar Bitumen dalam larutan hasil proses *digesting* ditentukan menggunakan bantuan kurva kalibrasi. Larutan hasil proses *digesting* yang telah dipisahkan dari mineral sisa diukur massa dan densitasnya. Berdasarkan densitas larutan yang diperoleh, maka konsentrasi bitumen dapat ditentukan menggunakan kurva

kalibrasi. Massa bitumen yang terekstrak ditentukan berdasarkan data massa dan konsentrasi bitumen hasil pengukuran dengan persamaan :

$$\text{Massa bitumen terekstrak} = \text{Massa Lapisan Atas} \times \% \text{Konsentrasi Bitumen.}$$

3.3. Bahan yang Digunakan

1. Asbuton dari Kabungka
2. Surfaktan SDBS kemurnian 99%, dari Shanghai Worldyang Chemical Co., Ltd.
3. Solar DEX dari PT Pertamina (Persero)
4. Sodium Hydroxide 40 g/mol dari Merck KGaA

3.4. Alat yang Digunakan

3.4.1. Peralatan Ekstraksi Awal

1. Ekstraktor soklet
2. Gelas ukur 10ml
3. Kertas saring
4. *Erlenmeyer* 500ml dan 1000ml
5. Gelas arloji
6. Spatula
7. *Stopwatch*
8. *Thermometer*

3.4.2. Peralatan Proses *Milling*

1. Peralatan *milling* dan perlengkapannya
2. Ayakan 20mesh
3. *Erlenmeyer* 500ml
4. *Beaker glass* 1 dan 2 liter
5. Corong pemisah
6. Neraca analitik
7. Piknometer 10ml
8. *Thermometer*
9. Kertas saring whatman no. 41
10. Corong Buchner
11. Pompa vakum

12. Heater

3.5. Variabel Penelitian

3.5.1. Variabel Tetap

1. Temperatur operasi = 30°C (Suhu ruang)
2. Konsentrasi Surfaktan SDBS = 0,125% massa total*
3. Konsentrasi NaOH = 0,125% massa total*

*Massa total = Massa solar DEX + massa bitumen + massa *wetting agent***

***Wetting agent* = larutan SDBS + larutan NaOH

III.3.2 Variabel Bebas

1. Rasio solar DEX : bitumen = 2:1 ; 3:1
2. Rasio (Asbuton-Solar DEX) : *Wetting agent* = 15% ; 20% ; 30 % ;
40 %
3. Jumlah *Cycle* = 5 *Cycle*; 10 *Cycle*;
15 *Cycle**

*Pengulangan campuran bitumen-solar dan *wetting agent* saat masuk melewati inlet dan keluar melalui outlet.

3.5.3. Variabel Respon

Persen *recovery* bitumen

$$\text{Persen } recovery \text{ bitumen} = \frac{\text{Massa Bitumen Terpisah}}{\text{Massa Bitumen Awal}} \times 100\%$$

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan di uraikan tentang hasil penelitian yang didapatkan mengenai proses pemisahan bitumen dari batuan Asbuton dengan proses milling dan penambahan surfaktan. Proses milling sendiri dipilih sebagai proses baru dikarenakan adanya kekurangan dari penelitian sebelumnya yaitu, belum didupatkannya modifikasi penambahan surfaktan yang lebih baik Disisi lain tujuan dari proses *milling* diharapkan terjadinya pelepasan butiran mineral secara fisik atau *mechanical force*. Sehingga untuk penelitian ini dicari modifikasi sealing agent dan mengganti proses pengadukan dengan proses *milling* agar menghasilkan *recovery* bitumen yang semakin besar (Miller, 1991). Untuk perbandingan penelitian sebelumnya dengan hasil penelitian ini dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. Hasil penelitian terdahulu dan kelebihan penelitian ini

No	Kekurangan Penelitian Terdahulu	Kelebihan Penelitian Ini
1	Menggunakan pelarut solar dengan jumlah besar, karena didasarkan pada jumlah asbuton (Novitrie,2014; Yuda,2015)	Menggunakan pelarut solar dengan jumlah relative sedikit, karena didasarkan pada jumlah bitumen
2	Menghasilkan persen recovery rata rata cukup rendah (Ahmed, 2015)	Menghasilkan persen recovery sebesar 95%
3	Menggunakan proses pengadukan dengan <i>water bath</i> yang digunakan untuk menaikkan suhu (Kumar,1995)	Menggunakan proses <i>milling</i> dengan disertai pengadukan
4	Proses berlangsung secara <i>batch</i> (Sepulveda., 1979)	Proses dengan disertai penambahan <i>cycle</i> yang selanjutnya dapat dikembangkan menjadi proses kontinyu

Pada proses ini menggunakan bahan baku Asbuton dari Lawele, Sulawesi Tenggara, Asbuton merupakan aspal alam dengan viskositas sebesar 15.4 Pa.s (Siswoshoebroto, 2005). Asbuton termasuk digolongkan dalam *Tar Sand* kelas II yakni dengan viskositas 0,5-100 Pa.s yang membutuhkan *diluent* untuk meningkatkan *recovery* bitumen (Hupka, 1984). *Diluent* yang digunakan dalam penelitian ini adalah DEX yang merupakan pelarut non polar sehingga bitumen yang juga non polar akan larut dalam solar. Selain itu densitas DEX (tercantum dalam **tabel 2.5**) yang lebih rendah daripada air akan menyebabkan bitumen yang terlarut pada DEX berada pada lapisan paling atas dalam proses pemisahan 3 lapisan sehingga lebih mudah untuk dipisahkan dan dianalisa. *Diluent* sendiri memiliki fungsi sebagai agen pelunak atau *penetrating agent* dan penurun viskositas bitumen. Bahan yang digunakan selanjutnya adalah surfaktan, dalam penelitian ini digunakan surfaktan *Sodium Dodecylbenzene Sulfonate* (SDBS) atau disebut sebagai *wetting agent*. Perannya sebagai surfaktan yaitu menurunkan tegangan permukaan dengan menghancurkan ikatan hydrogen pada permukaan bitumen (Irfin, 2019). *Natrium Hidroksida* (NaOH) juga ditambahkan ke dalam campuran ini. Natrium Hidroksida berperan sebagai *sealing agent* yang berfungsi mencegah bitumen yang telah terpisah dari mineralnya tidak akan kembali berikatan serta berfungsi sebagai basa untuk mengaktifkan surfaktan alami dari asbuton.

Penelitian ini dimulai dengan tahap pre treatment, yang meliputi pengayakan. Pengayakan ditujukan untuk menyeleksi ukuran asbuton yang digunakan dalam proses pemisahan. Ayakan yang digunakan adalah ukuran 30 *mesh*, Ukuran partikel yang lebih besar dari 30 *mesh* digolongkan sebagai partikel kasar (*coarse particle*) , ukuran ini dianggap kurang efektif karena luas permukaan penyerapan yang lebih kecil. Namun ukuran partikel yang lebih kecil dari 30 *mesh* menyebabkan partikel larut dan akan menyebabkan untuk sulit dipisahkan.

Proses selanjutnya adalah *mixing* dan *milling*. Proses *mixing* yaitu meliputi mencampur bahan-bahan yang sudah melalui proses pre treatment, dengan acuan asbuton sebanyak 300 gram, banyak pelarut yang digunakan disesuaikan dengan

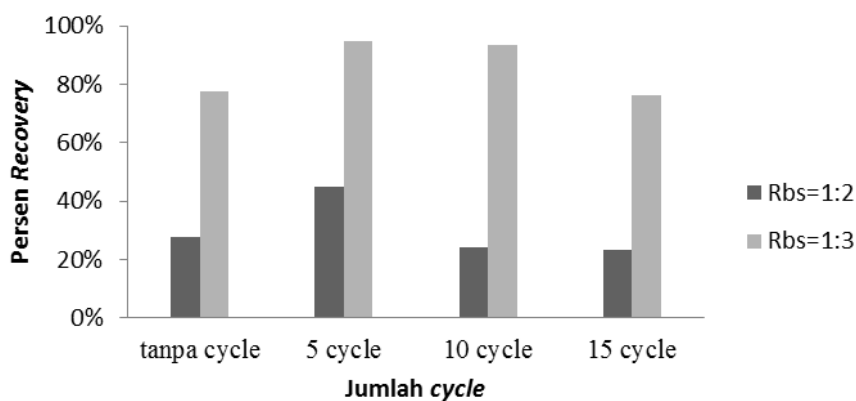
kandungan bitumen dalam asbuton. Perbandingan anantara bitumen dalam asbuton dengan DEX sebesar rbs =1:2 dan rbs=1:3. Berdasarkan hasil ekstraksi kadar bitumen awal didapatkan kadar bitumen sebanyak 19.38%, maka untuk perbandingan rbs =1:2 dibutuhkan DEX sebesar 116 gram. Begitu pula untuk variabel seterusnya. Sedangkan untuk komposisi *sealing agent* dan *wetting agent* terdiri dari 15%, 20%, 30%, dan 40% dari massa total. Konsentrasi *Sodium Dodecylbenzene Sulfonate* (SDBS) yang digunakan yaitu 0,125% dari massa total dan digunakan sebagai variabel tetap. Konsentrasi ini ditetapkan berdasarkan CMC SDBS yaitu sebesar 3.73 M. Sedangkan konsentrasi NaOH yang digunakan adalah 0,125% dari massa total, yang diambil dari *best practice* penelitian sebelumnya. Pencampuran dimulai dengan mencampurkan Asbuton dan DEX dalam sebuah wadah. Kemudian membuat larutan *wetting agent* dan *sealing agent* sesuai dengan konsentrasi yang sudah ditetapkan. Kemudian menambahkan campuran larutan *wetting agent* dan *sealing agent* berdasarkan perbandingan yang ditentukan ke dalam campuran asbuton dan DEX.

Proses *milling* dimulai dengan menentukan variabel putaran. Alat *milling* menggunakan gaya tekan dan geser sehingga terjadi tumbukan antar partikel asbuton yang secara fisik membantu pelepasan mineral dari asbuton (Miller dan Misra, 1981). Variasi putaran ditetapkan pada 500 rpm. Penuangan campuran ke alat *milling* harus dilakukan dengan hati-hati ketika putaran diatas 500 rpm dan perbandingan asbuton dan DEX semakin tinggi, karena dapat menyebabkan percikan ke luar alat *milling*. *Cycle* yaitu pengulangan proses campuran bitumen-DEX dan *wetting agent* saat masuk melewati inlet dan keluar melalui outlet. *Cycle* dapat dilakukan dengan variasi mulai dari 0, 5, 10, 15. Hasil dari proses *milling* kemudian ditempatkan ke suatu wadah yang sudah berisi air, yang digunakan untuk mempermudah pengamatan pemisahan 3 fase sekaligus mencegah lapisan pertama untuk kembali berikatan dengan mineral, dan didiamkan selama 24 jam hingga terbentuk 3 lapisan. Lapisan paling atas berupa campuran bitumen-solar, lapisan tengah terdiri dari air, surfaktan, dan mineral yang terlarut dalam air, dan lapisan paling bawah berupa padatan asbuton yang tidak terekstrak, mineral yang terendapkan dan sedikit air. Lapisan teratas kemudian diambil lalu dipindahkan ke gelas ukur untuk dihitung volume dan densitasnya.

Kondisi yang ditetapkan dalam penelitian ini adalah ukuran partikel, konsentrasi surfaktan *Sodium Dodecyl Benzene Sulfonat* (SDBS) dan konsentrasi natrium hidroksida (NaOH). Variabel pada penelitian ini adalah rasio asbuton dan solar, rasio *wetting agent*, dan jumlah *cycle milling*. Kadar bitumen yang diperoleh dengan metode ekstraksi dengan pelarut TCE sesuai SNI 03-3640-1994 diperoleh sebesar 19,38%.

4.1 Pengaruh Rasio Asbuton dan Solar DEX terhadap *Recovery Bitumen*

Solar Dex berfungsi sebagai pelarut dan juga menurunkan tegangan permukaan (Seyer, 1989). Semakin banyak jumlah solar DEX yang ditambahkan terhadap asbuton akan memudahkan bitumen untuk ikut larut dalam solar. Dari **Gambar 4.1.** dapat dilihat bahwa dengan presentase solar DEX yang tinggi terhadap bitumen akan menghasilkan *recovery* yang tinggi pula. Ketika jumlah solar DEX yang ditambahkan terlalu sedikit maka campuran akan berbentuk pasta sehingga sulit untuk diproses pada ruang *milling*. Namun ketika jumlah solar yang digunakan terlalu banyak maka akan menaikkan biaya operasi, maka untuk itu dipilih dimana jumlah pelarut DEX dapat optimal. Penghitungan jumlah solar DEX yang digunakan didasarkan terhadap jumlah bitumen yang dikandung asbuton. Sedangkan dari **gambar 4.2.** dapat dilihat pada pengamatan kurang dari satu jam pada pemisahan 3 fase hasil pada variasi solar tinggi sudah dapat terlihat bahwa hasil sudah cukup banyak.



*Rbs = Rasio bitumen terhadap solar

Gambar 4.1. Pengaruh rasio bitumen dan solar (rbs=1:2 dan 1:3) terhadap *recovery bitumen*



(a)



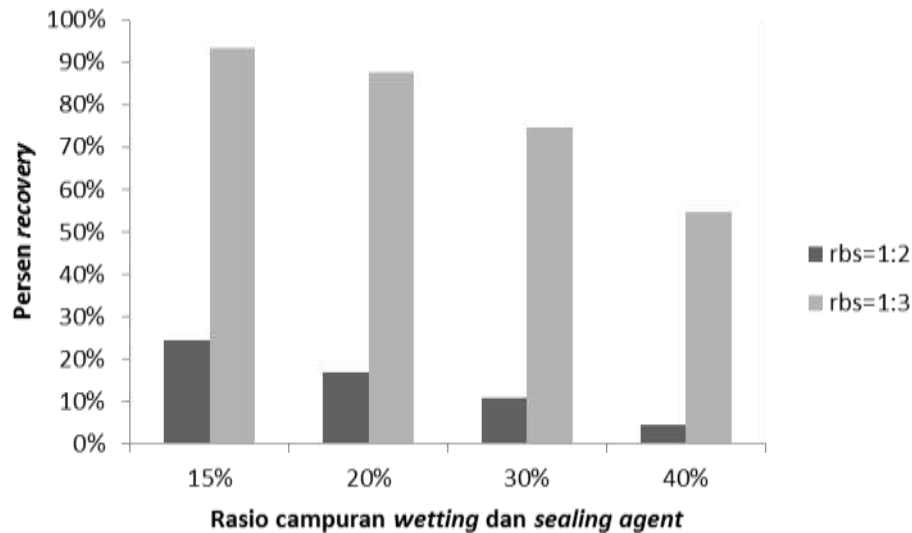
(b)

Gambar 4.2. (a) Hasil proses *milling* dengan rasio bitumen terhadap solar DEX $r_{bs}=1:3$, (b) Hasil proses *milling* dengan rasio bitumen terhadap solar DEX $r_{bs}=1:2$

4.2 Pengaruh Rasio *Wetting Agent* dan *Sealing Agent* terhadap Recovery Bitumen

Rasio penambahan surfaktan berpengaruh pada perubahan *recovery* bitumen karena surfaktan mempengaruhi sifat permukaan (*Interfacial tension*) pada bitumen. *Interfacial tension* merupakan salah satu parameter yang penting bagi pemisahan bitumen. Penambahan surfaktan yang ditambahkan dengan larutan alkali menjadikan *interfacial tension* (IFT) menjadi lebih rendah sehingga meningkatkan hasil *recovery* (Shuler dkk 1989). Disimpulkan bahwa untuk meningkatkan *recovery* bitumen dapat dilakukan dengan menambahkan kombinasi surfaktan dalam jumlah kecil dan alkali.

Surfaktan SDBS sendiri merupakan surfaktan anionik, pemilihan surfaktan ini didasarkan pada kondisi pemisahan bitumen yang efektif pada suasana basa ($pH > 10$), menyebabkan permukaan mineral terhidrolisis dan mengalami deprotonisasi sehingga menjadi bermuatan negatif, hal ini dapat membantu pelepasan bitumen dengan meningkatkan kekuatan gaya elektrostatis antara bitumen dan mineral (Bakhtiari, 2015)



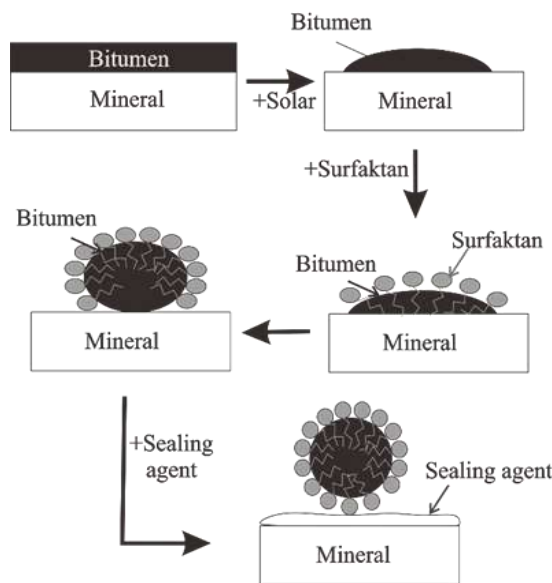
*Rbs = Rasio bitumen terhadap solar

Gambar 4.3. Pengaruh rasio *wetting agent* dan *sealing agent* terhadap *recovery* bitumen

Penambahan surfaktan bertujuan untuk mengubah sifat permukaan asbuton sehingga pelepasan bitumen menjadi lebih efektif. Surfaktan SDBS akan terabsorb setelah pencampuran, sehingga menurunkan *interfacial tension* dengan mematahkan ikatan–ikatan hidrogen pada permukaan bitumen, hal tersebut karena surfaktan SDBS memiliki gugus hidrofilik berupa rantai alkil dan hidrofobik berupa gugus sulfonat (SO_3^-). Gugus hidrofobik surfaktan akan mengikat bitumen dan mineral, sedangkan gugus hidrofiliknya mengikat air, sehingga akan tercipta gaya elektrostatis yang menyebabkan terpisahnya bitumen dari mineral. Ketika konsentrasi tertentu surfaktan SDBS ditambahkan maka surfaktan SDBS akan membentuk *micelle* dengan gugus hidrofobik yang mengikat mengelilingi bitumen pada bagian dalam (Liu,2011). Berdasarkan penelitian Liu dkk (2011), penambahan surfaktan SDBS pada kondisi basa lebih efektif menurunkan sudut kontak pada bitumen.

Asbuton sendiri mengandung bahan bahan yang bersifat asam yang kemudian dapat dinetralkan dengan menambahkan Natrium Hidroksida ataupun alkali (Kessick, 1983). Penambahan Natrium Hidroksida (NaOH) terhadap

campuran akan menyebabkan *recovery* bitumen mengalami peningkatan. Hal tersebut karena Natrium Hidroksida berfungsi sebagai *sealing agent* yang mencegah bitumen yang telah menempel pada surfaktan agar ketika terlepas dari mineralnya tidak kembali berikatan dengan mineral tersebut, selain itu berfungsi mengaktifkan surfaktan alami pada bitumen di asbuton sehingga semakin besar konsentrasi natrium hidroksida yang ditambahkan maka akan semakin banyak surfaktan alami yang aktif pada proses pelepasan, karena bersifat asam. Namun pada penambahan natrium hidroksida ini perlu diperhatikan pH dari kondisi tersebut, karena ketika mencapai pH 13 hal ini akan menciptakan emulsi stabil yang akan menyebabkan emulsi susah terpisahkan (Irfin, 2020). Berikut ilustrasi proses pelepasan bitumen dari mineral pada **gambar 4.4**.

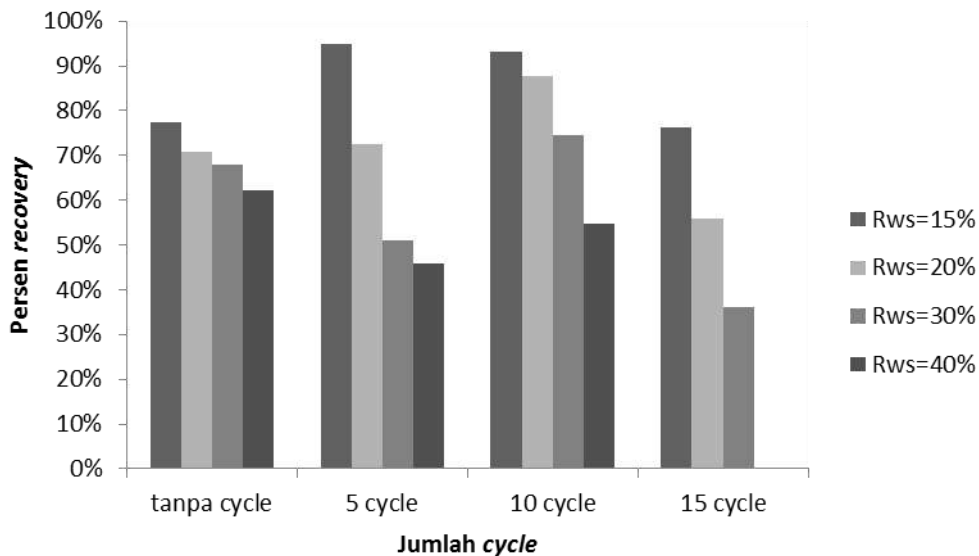


Gambar 4.4. Ilustrasi proses pelepasan bitumen dari mineral (Yosita, 2018)

Berdasarkan **Gambar 4.3** *recovery* bitumen cenderung menurun seiring dengan kenaikan rasio campuran *wetting agent* dan *sealing agent*. Penambahan kaustik dalam jumlah besar yang juga berfungsi sebagai *wetting agent* cenderung menyebabkan molekul pasir menjadi terdispersi dan akhirnya beremulsi dengan lapisan bitumen sehingga sulit dipisahkan dengan flotasi (Misra dan Miller, 1982).

4.3 Pengaruh Jumlah Cycle terhadap Recovery Bitumen

Proses *milling* mengutamakan *mechanical force* untuk memisahkan bitumen dari mineralnya, secara ilustrasi dapat digambarkan pada **Gambar 2.1**. Jumlah *cycle* akan mempengaruhi lama kontak antar partikel asbuton maupun antara partikel asbuton dengan ruang alat *milling*. Asbuton sendiri memiliki viskositas yang cukup tinggi, selain dengan ditambahkan pelarut dan campuran lain (seperti *wetting agent* dan *sealing agent*) dibutuhkan proses fisik lain yang dapat menurunkan viskositas asbuton. *Cycle* juga berfungsi sebagai waktu penetrasi yaitu waktu yang dibutuhkan *diluent* untuk berinteraksi dengan bitumen. (Hupka, 1984)



*Rws = Rasio *wetting agent* dan *sealing agent*

Gambar 4.6. Pengaruh Jumlah *Cycle* terhadap *Recovery* Bitumen

Berdasarkan **Gambar 4.6**, *recovery* bitumen cenderung mengalami penurunan seiring dengan penambahan jumlah *cycle*. Hal ini disebabkan karena semakin lamanya waktu kontak campuran asbuton di dalam ruang *milling* yang mengakibatkan campuran semakin menjadi larut dalam minyak sehingga partikel akan membentuk emulsi dan menyebabkan susah untuk dipisahkan pada proses pemisahan 3 fase. Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, hasil terbaik diperoleh pada 5 kali jumlah *cycle* dengan perbandingan Bitumen-Solar 1:3,

dengan rasio *wetting agent* 15 % didapatkan *recovery* sebesar 95 %. Hal ini tidak sesuai dengan studi bahwa semakin lamanya waktu kontak akan menyebabkan semakin banyaknya *recovery*, begitu pula jika diiringi dengan proses pengadukan, perbedaan hasil ini bisa disebabkan karena perlakuan *cycle* yang dilakukan secara manual, terutama pada proses pengadukan sebelum memasukkan *feed* ke dalam alat *milling*. Disisi lain ada beberapa hal yang menyebabkan proses flotasi terhambat seperti, pengadukan yang terlalu lama dapat menimbulkan semakin turunnya kandungan udara pada campuran, semakin sedikitnya kandungan udara maka akan menyebabkan peningkatan kinetika pada proses flotasi, sehingga menyebabkan hanya sedikit bitumen yang dapat terpisah dari mineralnya dan terapung di permukaan (Flynn, 2001); dan semakin tinggi konsentrasi surfaktan yang disertai proses pengadukan yang cepat dan lama dapat mengakibatkan campuran minyak, air, dan surfaktan menjadi campuran emulsi, sehingga susah untuk dipisahkan dengan flotasi (Aisyah,2015). Pada kasus ini perlu dilakukan penelitian untuk mencegah campuran yang dihasilkan membentuk emulsi salah satunya dapat diidentifikasi dengan pH, ketika mencapai pH 13 maka sudah terbentuk emulsi yang stabil.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pengaruh surfaktan menurunkan tegangan permukaan sehingga mempermudah pelepasan mineral terhadap bitumen dan *recovery* bitumen cenderung menurun seiring dengan meningkatnya rasio surfaktan (*wetting agent*) dan *sealing agent*
2. Kondisi operasi dan komposisi *wetting agent* dan *sealing agent* untuk mendapatkan *recovery* tertinggi yaitu *recovery* bitumen mencapai 95% dengan kondisi operasi berupa 5 cycle, rasio 15% pada *wetting agent* dan *sealing agent* serta perbandingan bitumen-solar 1:3

V.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diberikan saran untuk perbaikan sebagai berikut:

1. Percobaan dengan kecepatan putar yang bervariasi diperlukan, dan juga untuk dilanjutkan modifikasi dengan pencampuran surfaktan lain yang dapat mendorong kinerja surfaktan SDBS.
2. Percobaan dengan variasi waktu flotasi dapat dikembangkan pada penelitian berikutnya
3. Memperhatikan pengadukan dan proses memasukkan feed untuk penuh di dalam tangki *milling*
4. Melakukan analisa komponen terhadap hasil proses *milling* dan analisa sudut kontak bitumen hasil pemisahan

Daftar Pustaka

- Aisyah, Y., Safriani, N., Muzaifa, M., dan Fakhurrazzi (2015), "Optimasi Proses Emulsifikasi Minyak Pala". Prosiding Seminar Agroindustri dan Lokakarya Nasional FKTP-TPI, hal B-283 – B-290
- Ali, A, Tariq,M, Patel,R, Ittoo FA (2008), "Interaction of Glycine with cationic, anionic, and nonionic surfactants at different temperatures: a volumetric; viscometric; refractive index, conductometric and fluorescence"; *Colloid Polymer Science*, hal 183-286.
- Ashoori, S.; Sharifi, M.; Masoumi, M.; Salehi, M.M (2017). "The Relationship between SARA Fractions and Crude Oil Stability". *Egypt. J. Pet.*, 26, 209–213.
- Azarmi, Rayhan; Ashjari Ali,(2015), "Type and application of some common surfactants", *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 7(2):632-640
- Bakhtiari, Marjan T (2015). "Role of Sodium Hydroxide in Bitumen Extraction: Production of Natural Surfactant and Slime Coating". Tesis, University of Alberta, Canada
- Branthaver, J.F.; Petersen, J.C.; Robertson, R.E.; Duvall, J.J.; Kim, S.S. Harnsberger, P.M.; Mill, T.; Ensley, E.K.; Barbour, F.A.; Schabron, J.F (1994). *Binder Characterization and Evaluation-vol 2 Chemistry*; SHRP Report A-368; National Research Council: Washington, DC, USA,.
- Clark K. A. and Pasternack D. S (1932)., "Hot Water Separation of Bitumen from Alberta Bituminous Sand," *Ind. Eng. Chem.*, vol. 24, no. 12, pp. 1410–1416.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga (2006), "Pemanfaatan Asbuton. Buku 1. Umum", Jakarta
- Drelich, J. (2008). "Wetting Phenomena in Oil Sand System and Their Impact on the Water Base Bitumen Extraction Process",. Michigan:Technology University, vol 25, 1.
- European Committee for Standardization EN 12597 (2000): "Bitumen and

- Bituminous Binders-Terminology; European Committee for Standardization”: Brussels, Belgium.
- Flynn, M., Bara, B., Czarnecki, J., and Masliyah J. (2001)., “An Investigation of the Effect of Air Addition during Oil Sand Conditioning”, *Can. J. Chem. Eng.* 79: 468–470
- Hupka, J, Miller J.D. dan Cortez A.. (1984). "Importance of Bitumen Viscosity in the Hot Water Processing of Domestic Tar Sands". Technical Papers.
- Irfin, Z. (2020). “Pemisahan Bitumen dari Asbuton Menggunakan Metoda Modifikasi *Hot Water Process*”. Surabaya: Disertasi Jurusan Teknik Kimia FTI – ITS.
- Jiménez-Mateos, J.M.; Quintero, L.C.; Rial, C (1996). “Characterization of petroleum bitumens and their fractions by thermogravimetric analysis and differential scanning calorimetry”. *Fuel Journal*, 75, 1691–1700.
- Johnson. M. (2013) *Materials and Methods.*, , 1-18.
- Kurniadji (2014), “Ekstraksi Asbuton Dengan Pelarut Berbasis Bahan (Asbuton Extraction Using Organic Based Solvent and,” vol. 31, no. 1, pp. 12–23.
- Kumar, R. (1995). “Pilot Plant Studies of A New Hot Water process For Extraction of Bitumen For Utah Tar Sands”, Department of Chemicals and Fuels Engineering, The University of Utah.
- Kupfer W (1990)., “Tenside Surfactant Detergent.”, hal 297-300.
- Lesueur, D (2009). *The Colloidal Structure of Bitumen: Consequences on the Rheology and on the Mechanisms of Bitumen Modification.* *Adv. Colloid Interface Sci*, 145, 42–82.
- Liu, W., Jin Y., Tan X., dan Yeung A.. (2011). *Altering The Wettability Of Bitumen-Treated Glass Surfaces With Ionic Surfactants.* *Fuel Elsevier Journal* 90 (2011) 2858–2862
- McNally, T (2011), *Introduction to polymer modified bitumen (PmB).* In *Polymer Modified Bitumen Properties and Characterisation*, 1st ed.; McNally, T., Ed.; Woodhead Publishing: Sawston, UK.
- Misra, M dan J.D Miller (1982). "Hot Water Process Development For Utah Tar Sands. *Fuel Processing Technology*".*Elsevier Journal*, Vol 6, 27—59.
- Naderi B. O. K., Romaniuk N., Little L., Argüelles-Vivas F. J. (2015), “Effect of

bitumen viscosity and bitumen–water interfacial tension on steam assisted bitumen recovery process efficiency.”.

Negin, Ali, (2013). “Most Common Surfactans Employed in Chemical Enhanced Oil Recovery”. Tesis, Department of Petroleum Engineering Curtin University, Perth

Novitrie, N. A. (2014). “Studi Proses Pemisahan Bitumen dari Asbuton dengan Media Air Panas dan Penambahan Solar serta Surfaktan.”, Surabaya: Laporan Thesis Jurusan Teknik Kimia FTI – ITS.

Onojake M. C., Osuji L. C., and Ndubuka C. O. (2017), “Characterization of bitumen samples from four deposits in southwest, Nigeria using trace metals,” *Egypt. J. Pet.*, vol. 26, no. 2, pp. 547–552.

Porto, M; Caputo, P; Loise V; Eskandarsefat S; Teltayev B; dan Rossi C O (2019), “Bitumen and Bitumen Modification: A Review on Latest Advances”, *Appl. Sci.*, 9, 742

Sepulveda J. E. (1979), "Separation of Bitumen from Utah Tar Sands by a Hot Water Dugestion Floataion Texhnique";. *AIME Annual Meeting*; University of Utah, Denver, Colorado; hal AB86-AB95

Speight, J.C (1999), “The Chemistry and Technology of Petroleum”, 3rd ed.; Marcel Dekker: New York, NY, US.

Strategic Highway Research: Special Report 260 (2001). “Committee for Study for a Future Strategic Highway Research Program, Strategic Highway Research; Transportation Research Board Special Report 260”; National Research Council: Washington, DC, USA,.

Siswosoebrotho, Ismanto, B. , Kusnianti, Neni, Tumewu, dan Willy (2005), "Laboratory Evaluation of Lawele Buton Natural Asphalt in Asphalt Concrete Mixture". *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol. 5, pp. 857-867.

Sukirman S. (2003), *Beton Aspal Campuran Panas*, edisi pertama, Buku Obor, Jakarta

APPENDIKS A
CONTOH PERHITUNGAN

1. Perhitungan Kadar Bitumen Awal dalam Asbuton

Untuk menentukan kadar bitumen awal pada asbuton dilakukan berdasarkan SNI 03-3640 -1994 yaitu ekstraksi asbuton dengan pelarut TCE (*Trichloroethylene*) menggunakan alat soklet dilakukan pada suhu 90°C hingga pelarut yang ada di dalam tabung soklet jernih. Dilakukan sebanyak 3 kali percobaan.

Contoh perhitungan:

Asbuton kering = 27,54 gram

TCE (*Trichloroethylene*) = 400 ml

T operasi = 90°C

Mineral kering = 22,1355 gram

Bitumen Terekstrak = Berat Asbuton – Berat Mineral
= 27,54 gram – 22,1355 gram
= 5,4045 gram

$$\begin{aligned} \text{kadar bitumen} &= \frac{\text{Bitumen Terekstrak}}{\text{Asbuton Kering}} \times 100\% \\ &= \frac{5,4045}{27,54} \times 100\% = 19,6241\% \end{aligned}$$

Analisa konsentrasi awal dilakukan sebanyak 3 kali, kemudian didapatkan kadar awal bitumen rata-rata sebesar 19,6242%.

2. Penambahan DEX

Diketahui Kadar bitumen dalam asbuton = 20% (pembulatan)

Variabel yang diminta untuk bitumen : Solar DEX = 1 : 2

Ditetapkan asbuton yang diambil dalam 1 variabel : 300 gram

Maka bitumen awal dalam asbuton = 20% x 300 gram = 60 gram.

Sehingga, DEX yang dibutuhkan : $\frac{2}{1} \times 60 \text{ gram} = 120 \text{ gram}$

Dengan cara tersebut diperoleh data sebagai berikut

Variabel bitumen : Solar DEX	Massa Asbuton (gram)	Massa Bitumen dalam asbuton (gram)	Massa Solar yang ditambahkan (gram)
1 : 2	300	60	120
1 : 3	300	60	120

Diketahui densitas DEX = 0,831 gram/ml

3. Pembuatan Larutan Wetting Agent (SDBS + NaOH)

- Pembuatan Larutan SDBS 0,125%
- Perhitungan untuk variabel 20% Wetting Agent pada bitumen : Solar = 1 : 2

$$\text{Kebutuhan Wetting Agent} = \frac{(\text{Solar} + \text{Asbuton})}{(100 - 20)\%} - (\text{Solar} + \text{Asbuton})$$

$$= \frac{(120 + 300)}{0,8} - (120 + 300)$$

$$= 105 \text{ gram}$$

$$\text{Sehingga berat total} = 300 + 120 + 105$$

$$= 525 \text{ gram}$$

$$\text{kebutuhan larutan SDBS } 0,125\% = \frac{0,125}{100} \times (\text{berat total})$$

$$= \frac{0,125}{100} \times (525) \text{ gram} = 0,656 \text{ gram}$$

$$\text{kebutuhan larutan NaOH } 0,125\% = \frac{0,125}{100} \times (\text{berat total})$$

$$= \frac{0,125}{100} \times (525) \text{ gram} = 0,656 \text{ gram}$$

Kebutuhan air = $105 - 0,656 - 0,656 = 103,69$ gram

Diketahui densitas air = 1 g/mL

Maka kebutuhan air dalam satuan volume = $\frac{103,69 \text{ g}}{1 \text{ g/mL}} = 103,69$ mL

Dengan cara yang sama diperoleh data sebagai berikut.

Asbuton (gr)	Solar DEX (gr)	Variabel Bitumen-Solar	Variabel Rasio Wetting Agent	Larutan Wetting Agent (gr)	Padatan SDBS	NaOH	Air	Berat Total (gr)
300	120	1 : 2	15%	74,117647	0,618	0,618	72,88	494,118
			20%	105	0,656	0,656	103,69	525
			30%	180	0,750	0,750	178,50	600
			40%	280	0,875	0,875	278,25	700
300	180	1 : 3						
			20%	120	0,750	0,750	118,50	600
			30%	206	0,857	0,857	204,00	686
			40%	320	1	1	318,00	800

4. Perhitungan Konsentrasi Bitumen yang Diperoleh

Analisa kadar bitumen dalam larutan dengan cara mengukur densitas campuran solar bitumen

Prosedur :

Untuk mengetahui konsentrasi bitumen dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Mengukur densitas campuran bitumen dan solar yang diperoleh menggunakan densitometer.
2. Menggunakan kurva kalibrasi untuk menentukan kadar bitumen larutan hasil percobaan dengan cara mem-plot nilai $\frac{1}{\rho}$ yang diperoleh pada kurva kalibrasi bitumen murni antara $\frac{1}{\rho}$ vs konsentrasi.

Catatan :

Bitumen murni diperoleh dengan cara ekstraksi menggunakan soklet sesuai SNI 03-3640 -1994.

5. Perhitungan *Recovery* Bitumen

$$\text{Recovery bitumen} = \frac{\text{Jumlah bitumen terekstrak}}{\text{Jumlah bitumen awal}} \times 100\%$$

Contoh perhitungan untuk *recovery* bitumen dengan variabel proses sebagai berikut, rasio bitumen:solar DEX = 1 : 2, konsentrasi larutan surfaktan = 0,125% berat, NaOH = 0,125 % berat.

Data yang diketahui:

Massa asbuton = 300 gram

Kadar bitumen = 19,6241%

Massa bitumen awal = 300 gram x 19,6241% = 58,8723 gram

ρ bitumen + solar = 0,9914 gram/ml

dari kurva kalibrasi konsentrasi bitumen = 78,525187%

Massa bitumen terekstrak = massa bitumen total yang diperoleh x konsentrai bitumen x 100

$$= 18,8363 \times 78,5252 \% \times 100 = 14,7913 \text{ gram}$$

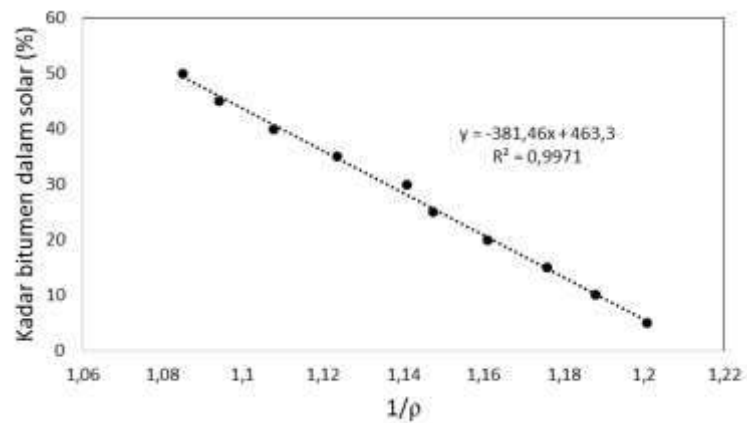
Recovery bitumen = $\frac{14,7913}{58,8723} \times 100\% = 25\%$

APPENDIKS B
KURVA KALIBRASI

Dilakukan kurva kalibrasi dengan hasil sebagai berikut:

Kurva kalibrasi pertama

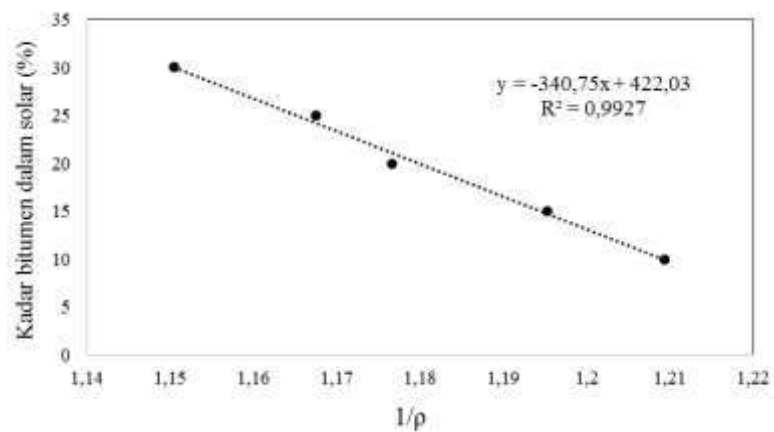
Kadar bitumen dalam solar (%)	ρ (gram/cm ³)	1/ ρ
50	0,921565	1,08511
45	0,913859	1,09426
40	0,902664	1,107833
35	0,889976	1,123626
30	0,876576	1,140802
25	0,871528	1,14741
20	0,861327	1,160999
15	0,850454	1,175842
10	0,841721	1,188043



Gambar B.1 Kurva kalibrasi kadar bitumen (1)

Kurva kalibrasi kedua

Kadar bitumen dalam solar (%)	ρ (gram/cm ³)	1/ ρ
30	0,869198	1,150486
25	0,856574	1,167442
20	0,849843	1,176689
15	0,836627	1,195276
10	0,826855	1,209401

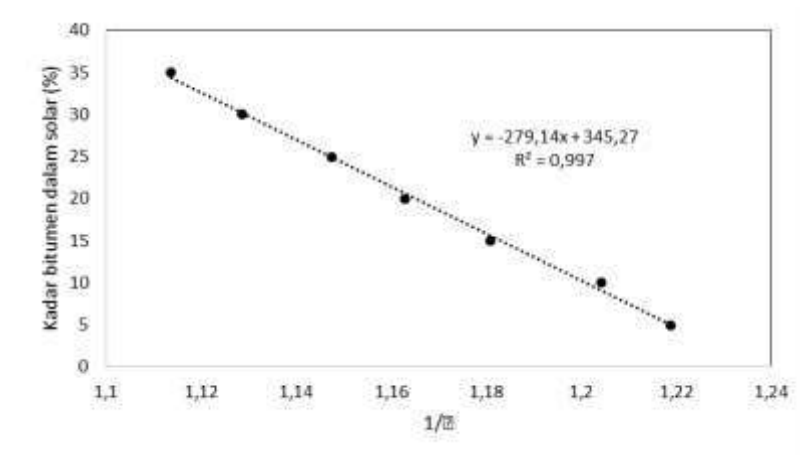


Gambar B.2 Kurva kalibrasi kadar bitumen (2)

Kurva kalibrasi ketiga

Kadar bitumen dalam solar (%)	ρ (gram/cm ³)	1/ ρ
35	0,897849	1,113773
30	0,885992	1,128678
25	0,8715	1,147447

20	0,859972	1,162828
15	0,846798	1,18092
10	0,830329	1,204341



Gambar B.3 Kurva kalibrasi kadar bitumen (3)

APPENDIKS C
DATA HASIL EKSPERIMEN

Tabel C.1 Hasil Pengujian Kadar Bitumen Sesuai SNI 03-3640-1994

No	Keterangan	Hasil 1 (gram)	Hasil 2 (gram)	Hasil 3 (gram)
1	PENENTUAN BERAT ASBUTON KERING			
b	Berat campuran beraspal + kertas saring	31,7844	32,8342	31,7619
a	Berat kertas saring kosong	4,3345	4,4588	4,2102
c	Berat asbuton	27,4499	28,3754	27,5517
d	Berat air	0,2223	0,2881	0,2466
e	Berat campuran beraspal kering (e = c - d)	27,2276	28,0873	27,3051
2	BERAT MINERAL DALAM LARUTAN			
f	Berat mineral + kertas saring	26,4701	24,4794	28,4212
a	Kertas saring kosong	4,3345	4,4588	4,2102
g	Berat mineral dalam larutan	22,1356	20,0206	24,2110
3	BERAT ASPAL DALAM ASBUTON			
e	Berat campuran beraspal kering	27,5401	24,8642	30,1764
g	Berat mineral	22,1356	20,0206	24,2110
h	Berat bitumen (h= e-g)	5,4045	4,8436	5,9654
	Kadar bitumen = (h/e) * 100%	19,6241%	19,4802%	19,7684%
KADAR BITUMEN RATA-RATA		19,62%		

Tabel C.2 Data Hasil Penelitian Pemisahan Bitumen dengan Proses Atrisi Rasio

Bitumen : Solar DEX = 1 : 2

Variabel Rasio Wetting Agent	Larutan Wetting Agent (g)	Berat Total (g)	Cycle 5 kali				
			Densitas Bitumen (rho)	Kadar Bitumen dalam (%)	Massa Total lapisan Atas (g)	Massa Kadar Bitumen	% Recovery
15%	74,12	494	0,989032901	77,6101008	34,6161515	26,8656301	45%
20%	105	525	0,997008973	80,69562	10,9670987	8,8499683	15%
30%	180	600	1,016949153	88,1976667	7,11864407	6,27847797	10%
40%	280	700	0	0	0	0	0%
Cycle 10 kali							
15%	74,12	494	1,032901296	93,9907529	15,4935194	14,5624756	24%
20%	105	525	0,991385057	78,525187	12,8880057	10,1203306	17%
30%	180	600	0,979380395	73,8088461	8,81442355	6,50582431	11%
40%	280	700	1,009392051	85,3893561	3,02817615	2,58574012	4%
Cycle 15 kali							
15%	74,12	494	0,96111665	66,4074896	21,1445663	14,0415757	23%
20%	105	525	0,903350864	41,0277523	13,550263	5,55936833	9%
30%	180	600	0,857332991	18,3620307	9,4306629	1,73166122	3%
40%	280	700	0	0	0	0	0%

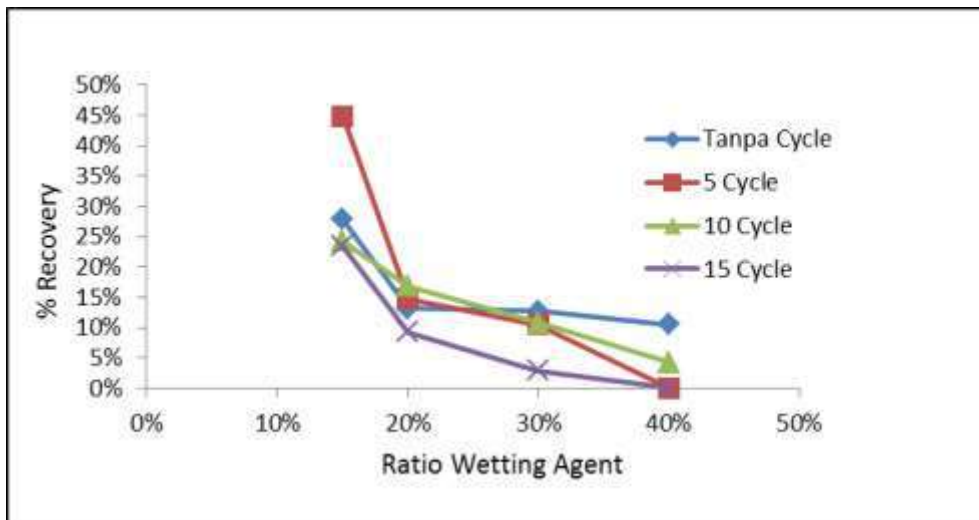
Tabel C.3 Data Hasil Penelitian Pemisahan Bitumen dengan Proses Atrisi Rasio

Bitumen : Solar DEX = 1 : 3

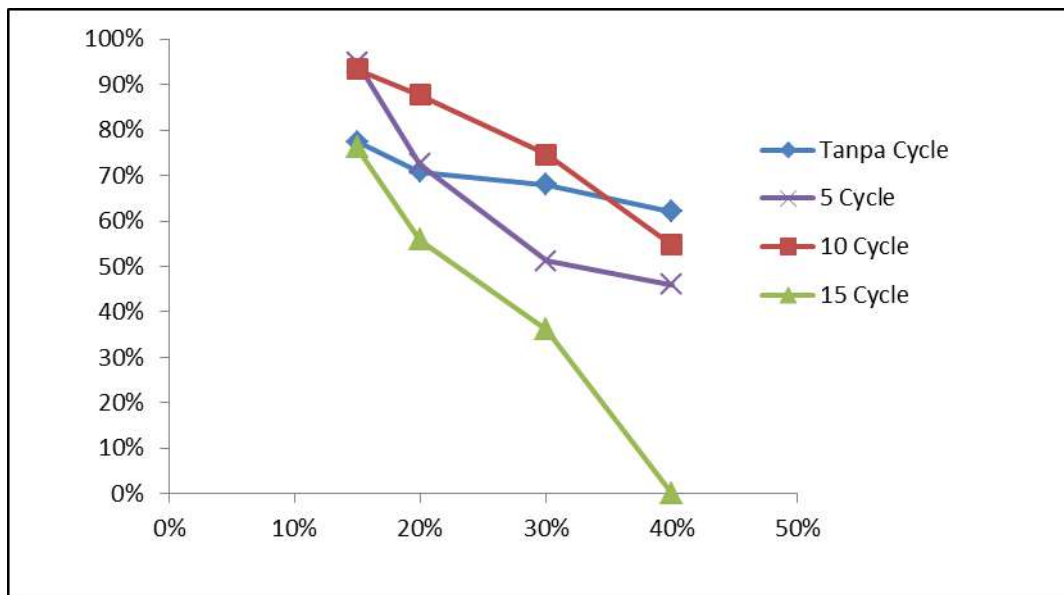
Variabel Rasio Wetting Agent	Larutan Wetting Agent (g)	Berat Total (g)	Cycle 5 kali				
			Densitas Bitumen (rho)	Kadar Bitumen dalam (%)	Massa Total lapisan	Massa Kadar Bitumen	% Recovery

					Atass (g)	(g)	
15%	84,7059	565	0,949152542	61,4046429	94,9152542	58,2823729	97%
20%	120	600	0,934197408	54,9708858	81,2751745	44,6776833	75%
30%	206	686	0,919242273	48,3277874	63,4277168	30,6532122	51%
40%	320	800	0,919242273	48,3277874	56,9930209	27,543466	46%
Cycle 10 kali							
15%	84,7059	565	0,953140578	63,0862134	88,6420738	55,9209278	93%
20%	120	600	0,949368738	61,4961647	85,4431864	52,5442827	88%
30%	206	686	0,93436291	55,0432123	81,2895731	44,7443924	75%
40%	320	800	0,874339596	27,0164306	56,8320738	15,3539978	26%
Cycle 15 kali							
15%	84,7059	565	0,964107677	67,6388004	67,4875374	45,6477607	76%
20%	120	600	0,936363687	55,9155559	59,927276	33,5086695	56%
30%	206	686	0,929360967	52,8459207	40,8918825	21,6096918	36%
40%	320	800	0	0	0	0	0%

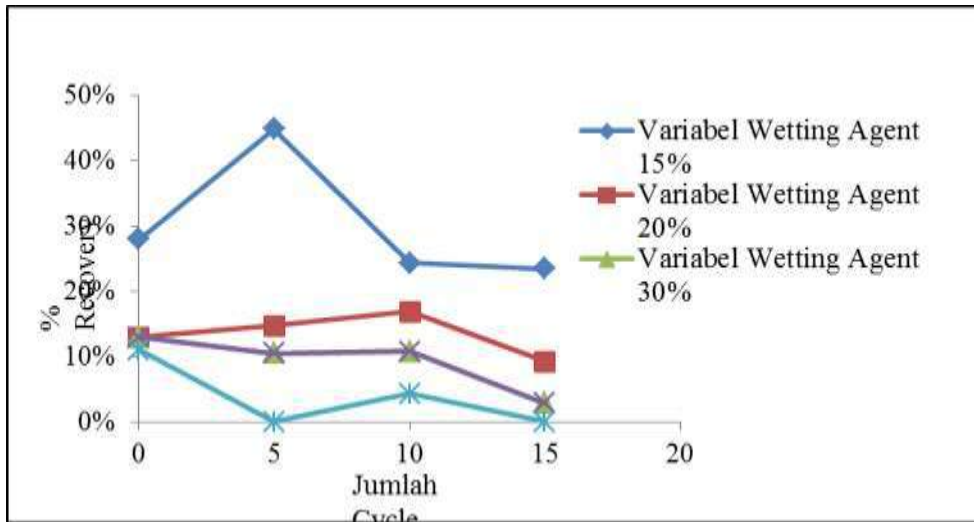
APPENDIKS D
PENGARUH WETTING AGENT TERHADAP RECOVERY BITUMEN



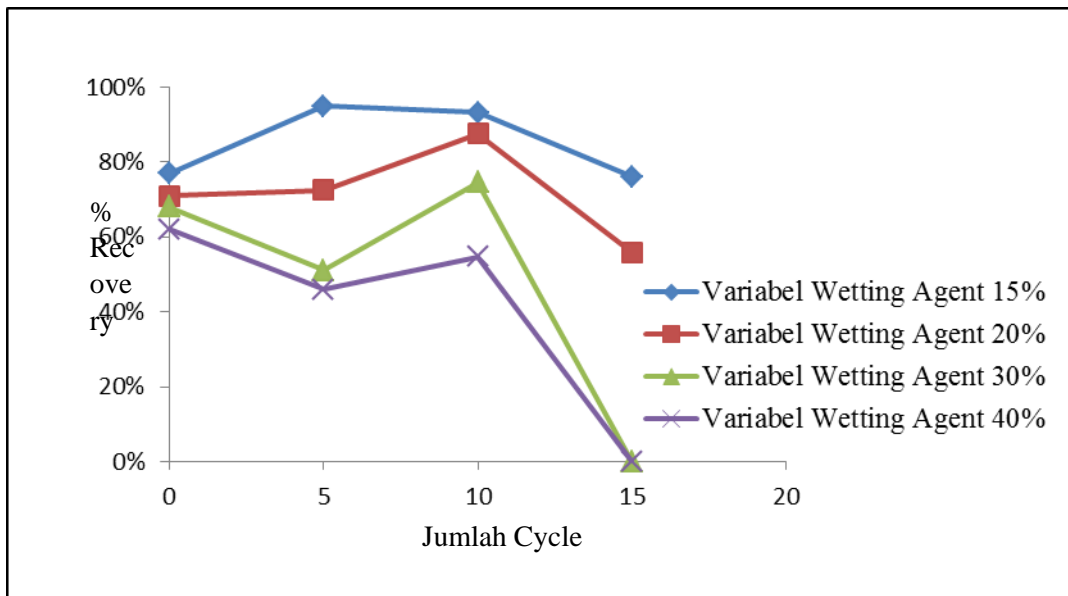
Gambar IV.1 Pengaruh Rasio Wetting Agent Vs % Recovery Bitumen (Variabel 1:2)



Gambar IV.2 Pengaruh Rasio Wetting Agent terhadap *recovery* bitumen (Variabel 1:3)



Gambar IV.2 Pengaruh Jumlah Cycle Vs % Recovery Bitumen pada rasio Bitumen : Solar = 1 : 2



Gambar IV.3 Pengaruh Jumlah Cycle Vs % Recovery Bitumen pada rasio Bitumen : Solar = 1:3

Biodata Penulis



Zalza Lola Rinanda, lahir pada 21 April 1995 di Jember, Jawa Timur. Penulis memulai Pendidikan formalnya di TK Al-Furqan pada tahun 1999-2001. Kemudian dilanjutkan sekolah dasar di SD Jember Lor III (2001-2007). Pada jenjang menengah pertama penulis melanjutkan di SMP Negeri 2 Jember (2007-2010) dan SMA Negeri 1 Jember (2010-2013) pada jenjang menengah atas. Selanjutnya penulis menempuh Pendidikan S1 Teknik Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya pada tahun 2013-2017. Penulis memilih Laboratorium Perpindahan Panas dan Massa untuk penelitian Tugas Akhir Skripsi dengan judul “**Pengembangan Proses Regenerasi**

Absorben di Dalam Unit Acid Gas Removal Menggunakan Membran Electrolysis Sistem Kontinyu”. Kemudian dilanjutkan menempuh Pendidikan S2 Teknik Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya pada tahun 2018-2020, dan kembali menekuni Laboratorium Perpindahan Panas dan Massa namun dengan materi penelitian akhir yang berbeda yaitu dengan judul “**Proses Pemisahan Bitumen dari Batuan Asbuton Dengan Proses Milling dan Penambahan Surfaktan**”