



Studi Pemisahan Bitumen dari Asbuton Menggunakan Media Air Panas dengan Penambahan Surfaktan Anionik dan NaOH

Susianto, Yosita Dyah Anindita, Gissa Navira Sevie, Fadlilatul Taufany & Ali Altway
Dosen, Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, ITS
Mahasiswa, Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, ITS
aninditayosita@gmail.com

Abstrak

Asbuton adalah aspal alam yang terkandung dalam deposit batuan terdapat di Pulau Buton, Sulawesi Tenggara. Asbuton dimanfaatkan sebagai bahan alternatif pengganti aspal minyak setelah bitumen dipisahkan dari mineralnya. Penelitian proses pemisahan bitumen dari asbuton menggunakan hot water process sebelumnya telah dilakukan, tetapi bitumen yang terambil kurang maksimal. Oleh karena itu, pada penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan % *recovery* bitumen dengan modifikasi hot water process melalui penambahan surfaktan anionik dan NaOH. Proses pemisahan bitumen dari asbuton dilakukan melalui dua proses utama, yakni premixing-preheating dan digesting. Premixing-preheating dilakukan dengan mengaduk 250 rpm asbuton dan solar pada suhu 60,70,80, dan 90°C selama 30 menit. Proses digesting mengaduk 1500 rpm campuran solar-asbuton dengan penambahan wetting agent (Rwa), berupa larutan surfaktan LAS-NaOH sebesar 25%,30%,35% dan 40% terhadap massa campuran total. Konsentrasi larutan surfaktan LAS sebesar 0,5%,1%,1,5% dan 2%. Produk proses digesting dipisahkan secara gravitasi dengan menambahkan air garam konsentrasi 3.5% sehingga terbentuk tiga lapisan. Lapisan teratas merupakan larutan bitumen-solar, ditimbang berat dan diukur densitasnya untuk mengetahui persen (%) *recovery* yang diperoleh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa % *recovery* bitumen tertinggi diperoleh sebesar 97,74% pada suhu 90°C dengan *wetting agent* 25% dan konsentrasi surfaktan 1.5%.

Kata kunci: asbuton, hot water process, surfaktan anionik, NaOH

1 PENDAHULUAN

Kebutuhan aspal Indonesia mencapai 1,2 juta ton per tahun. Dari kebutuhan aspal ini, produsen aspal Indonesia hanya mampu memenuhi 900.000 ton per tahun, atau setara dengan 75% kebutuhan nasional. Sehingga untuk memenuhi kebutuhan nasional tersebut pemerintah melakukan impor sekitar 300.000 ton per tahunnya.

Aspal minyak sangat bergantung dengan ketersediaan minyak bumi dan hanya minyak bumi yang memiliki kandungan aspalten tinggi yang mengandung bitumen sehingga tidak semua minyak bumi mengandung bitumen. Oleh karena itu harus ada usaha alternatif lain yaitu aspal alam. Hal ini didasarkan Indonesia negara yang memiliki aspal alam kaya bitumen terbesar di dunia, yakni di Pulau Buton, Provinsi Sulawesi Tenggara. Aspal alam ini seringkali disebut Asbuton (aspal batu buton), karena bitumen yang ada membungkus partikel batuan kalsium, sehingga aspal alam ini cepat mengeras seperti batu. Menurut Departemen Pekerjaan Umum (2006), total cadangan asbuton mencapai 677.247.000 ton atau setara dengan 170.000.000 diproyeksi mampu memenuhi kebutuhan aspal nasional selama 330 tahun. Kadar aspal yang terkandung dalam Asbuton bervariasi, antara 20 – 30%.

Dalam lingkup penelitian berbagai metode digunakan untuk memisahkan bitumen dari asbuton, yakni metode *solvent recovery*. Pada metode ini digunakan pelarut hidrokarbon dan turunannya yang bersifat nonpolar seperti, n-heksana [1], TCE (*trichloroethylene*) dan n-propil bromida, karbon tetraklorida (CCl₄) [2], Pertasol [3], Kerosin [4] dan Solar [5], diperoleh hasil bahwa dibutuhkan pelarut organik dalam jumlah besar untuk mendapatkan bitumen dari asbuton sehingga kurang ekonomis. Sehingga pemisahan bitumen dari asbuton menggunakan metode *solvent recovery* tidak berhasil diterapkan dalam skala industri karena diperkirakan menelan biaya operasi yang cenderung tinggi. Proses yang kedua yaitu metode pemisahan dengan menggunakan media air panas yang pertama kali dilakukan oleh Clark pada tahun 1920 untuk memisahkan bitumen pada *Athabasca oil sand*. Metode pemisahan dengan menggunakan media air panas merupakan pemisahan bitumen melalui injeksi air panas dan bahan kimia seperti pelarut nonpolar terhadap oil sand. Metode ini cukup efektif untuk memisahkan bitumen dari *oil sand* [6]. Proses ini pada dasarnya bisa diaplikasikan untuk memisahkan bitumen dari asbuton, walaupun jenis pengotor yang terkandung dalam oil sand dan asbuton berbeda. Pengotor pada oil sand berupa silika (SiO₂) [7], sedangkan pada Asbuton terkandung banyak kalsium karbonat (CaCO₃) menurut Departemen Pekerjaan Umum, (2006) [8]. Proses ini dapat digunakan untuk memisahkan bitumen dari asbuton adalah karena air panas mampu menurunkan tegangan permukaan pada asbuton sedangkan pelarut non polar mampu menarik bitumen (karena sama-sama bersifat non polar) sehingga diperkirakan bitumen dapat dipisahkan dari berbagai pengotor yang terkandung di dalam asbuton. Namun yang perlu diperhatikan proses air panas ini tidak dapat diaplikasikan langsung, karena CaCO₃ memiliki angka kelarutan yang lebih tinggi dibanding SiO₂ di dalam air sehingga perlu dilakukan modifikasi pada proses air panas. Beberapa modifikasi proses air panas yang dilakukan adalah dengan menambahkan surfaktan serta NaOH. Surfaktan dan NaOH berfungsi sebagai

penurun tegangan permukaan antara bitumen dan pengotor yang berupa padatan sehingga menyebabkan bitumen bisa bergabung dengan pelarut non polar. Selain itu NaOH juga berfungsi sebagai sealing agent yang menjadi seal antara lapisan solar-aspal dengan lapisan batuan sehingga kedua lapisan tidak bercampur [9].

Salah satu problematika yang dihadapi pada media air panas dengan modifikasi untuk memisahkan bitumen dari asbuton adalah % recovery yang kurang sempurna. Penggunaan jenis surfaktan yang kurang tepat dimungkinkan menjadi penyebab masih kurang sempurnanya % recovery bitumen dari asbuton. Surfaktan memiliki peranan penting dalam pemisahan bitumen menggunakan media air panas karena dapat menurunkan tegangan permukaan antara bitumen dengan mineral yang terkandung dalam asbuton yang mengakibatkan lapisan bitumen-solar yang tadinya terperangkap dalam mineral mampu terangkat ke permukaan. Hal tersebut memotivasi kami untuk melakukan penelitian yang mempelajari pengaruh surfaktan anionik terhadap proses pemisahan bitumen dengan media air panas untuk mendapatkan % *recovery* yang lebih tinggi.

2 TINJAUAN PUSTAKA

Bitumen merupakan hidrokarbon rantai panjang yang ditemukan dalam bentuk cairan sangat kental ataupun padatan pada suhu kamar (25°C), berwarna hitam, dan menunjukkan sifat *thermoplastic*, yakni menjadi encer ketika dipanaskan, namun kembali mengeras seiring dengan pendinginan. Bitumen tergolong perekat dan *waterproofing* agent yang baik, dan memiliki ketahanan yang baik terhadap reaksi oksidasi. Walaupun demikian, bitumen mudah larut dalam berbagai pelarut organik seperti benzena, trikloroetana, dan karbon disulfida.

Bitumen ditemukan pada sejumlah deposit di permukaan bumi. Deposit ini terbentuk akibat adanya minyak bumi yang terdorong menembus kerak bumi. Komponen yang mudah menguap dari minyak bumi, seperti gasoline, kerosene menguap dan meninggalkan sejumlah deposit bitumen yang tercampur dengan mineral anorganik. Campuran bitumen-mineral anorganik inilah yang kemudian disebut sebagai aspal alam.

Asbuton adalah aspal alam yang terdapat di pulau Buton, Sulawesi Tenggara. Asbuton 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 berpori. Berdasarkan data Departemen Pekerjaan Umum (2006), Asbuton (Aspal Batu Buton) yang ditemukan kira-kira 70 tahun yang lalu merupakan deposit aspal alam terbesar di dunia.

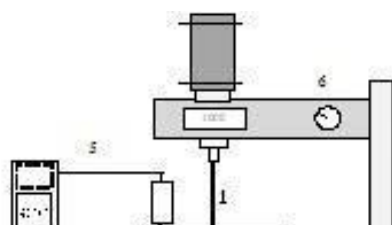
Menurut Cullum (1994), surfaktan (surface active agent) merupakan suatu zat yang memiliki kemampuan menurunkan tegangan permukaan (interfacial tension). Salah satu sebabnya adalah karena surfaktan memiliki gugus hidrofilik (bagian polar) di satu sisi dan hidrofobik (non-polar) di sisi yang lain. Bagian polar surfaktan dapat bermuatan positive, negative atau netral. Pada sebagian besar surfaktan, bagian hidrofobiknya berupa rantai hidrokarbon yang memiliki panjang rantai 12 hingga 18 atom karbon dan disebut juga sebagai ekor, sementara bagian yang polar disebut sebagai kepala. Sifat hidrofob dan hidrofil dari surfaktan dapat dilihat dari nilai *Hidrophile Lipophile Balance* (HLB) dari surfaktan tersebut, semakin tinggi nilai HLB suatu surfaktan akan lebih bersifat hidrofil sedangkan semakin rendah nilai HLB suatu surfaktan akan lebih bersifat hidrofob.

Penambahan surfaktan dalam larutan akan menyebabkan turunnya tegangan permukaan larutan. Setelah mencapai konsentrasi tertentu, tegangan permukaan akan konstan walaupun konsentrasi surfaktan ditingkatkan. Bila surfaktan ditambahkan melebihi konsentrasi ini maka surfaktan mengagregasi membentuk misel. Konsentrasi terbentuknya misel ini disebut *Critical Micelle Concentration* (CMC). Tegangan permukaan akan menurun hingga CMC tercapai. Setelah CMC tercapai, tegangan permukaan akan konstan yang menunjukkan bahwa antar muka menjadi jenuh dan terbentuk micelle yang berada dalam keseimbangan dinamis dengan monomer *Micelle* tersebut adalah pengumpulan atau agregasi molekul – molekul surfaktan.

Salah satu jenis surfaktan yang sering digunakan untuk pemisahan bitumen adalah surfaktan anionik. Menurut Genaro (1990), *Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate* (LAS) adalah surfaktan anionik umumnya sebagai pembasah, foaming, emulgator dalam pembuatan detergen. LAS terbentuk dari reaksi antara *Benzene* dan *Dodecene* membentuk *Dodecyl Benzene*. Kemudian *Dodecyl Benzene* yang terjadi ditambahkan dengan oleum menghasilkan *Dodecyl Benzene Sulfonic Acid*. *Dodecyl Benzene Sulfonic Acid* yang terjadi kemudian dinetralkan dengan penambahan NaOH sehingga menghasilkan *Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate*. LAS memiliki rantai hidrokarbon sebagai gugus hidrofobik dan ion SO_3^- sebagai gugus hidrofiliknya.

3 METODE PENELITIAN

Proses pelarutan bitumen aspal dilakukan didalam suatu tangki *digester* dengan diameter 10,8 cm dan tinggi 20 cm, pada tangki juga dipasang *baffle* untuk mengurangi terjadinya *vortex* didalam tangki tersebut dipasang *thermocouple* sebagai alat pembaca temperatur. Tangki *digester* ini dilengkapi dengan *impeller* jenis *disk turbine* untuk proses pencampuran dimana putaran *impeller* tersebut diatur menggunakan pengatur putaran. Pada bagian luar tangki terdapat *waterbath* yang dilengkapi dengan pengatur temperatur berfungsi sebagai media pemanas.



Keterangan Gambar :

1. Pengaduk
2. Tangki *Digester*
3. *Baffle*
4. *Waterbath*
5. *Thermocouple*
6. Pengatur Putaran
7. Pengatur suhu

Gambar 1. Tangki *Digester*

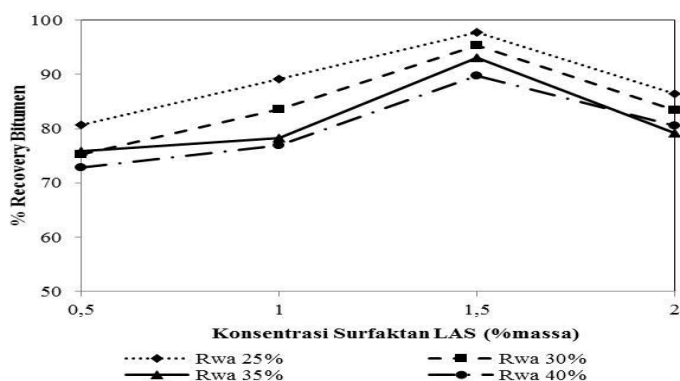
Proses pemisahan bitumen dari batuan asbuton digunakan bantuan air panas, dengan adanya air panas diharapkan bitumen yang terdapat pada batuan asbuton semakin mudah terlarut. Surfaktan LAS ditambahkan untuk menurunkan tegangan permukaan, sehingga efek pembasahan (*wetting*) dapat terjadi dan membuat bitumen mudah terlarut dalam solar. Selain itu juga ditambah NaOH yang berfungsi sebagai *sealing agent*, yang berfungsi sebagai *seal* agar lapisan lumpur tidak bercampur kembali dengan lapisan bitumen-solar. Kadar bitumen dalam asbuton dianalisis melalui metode ekstraksi menggunakan soklet sesuai SNI 03-3640-1994 (BALITBANG-DINAS PU) menggunakan pelarut *Trichloroethylene*. Pada tahap analisis kadar bitumen hasil penelitian dilakukan dua pengukuran, pengukuran berat lapisan atas yang berupa lapisan bitumen-solar dan pengukuran densitas lapisan atas. Menggunakan bantuan kurva kalibrasi hubungan antara $1/\rho$ dan % konsentrasi bitumen dalam solar untuk menentukan % konsentrasi bitumen larutan hasil percobaan.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pemisahan bitumen dari aspal alam seperti asbuton menggunakan metode *hot water* terdiri dari tiga tahapan proses, yakni proses *premixing-preheating*, *digesting* dan proses pemurnian bitumen. Namun proses *digesting* dianggap lebih menentukan (Miller, 1991), sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai variabel-variabel yang mempengaruhinya. Asbuton merupakan aspal alam dengan viskositas sebesar 154 poise [10], dengan viskositas bitumen antara 5-1000 poise tergolong dalam *Tar Sand* kelas III yang membutuhkan *diluent* untuk meningkatkan % *recovery* bitumen. *Diluent* yang ditambahkan untuk menurunkan viskositas dari asbuton sehingga bisa membantu efektivitas dari proses *digesting hot water* ini. Pada penelitian ini digunakan 3 macam *diluent*, yakni solar sebagai *penetrating agent*, surfaktan *Linear Alkylbenzene Sulfonate* (LAS) sebagai *wetting agent*, dan Sodium Hidroksida sebagai *sealing agent*.

Pada proses pertama, solar dan asbuton mengalami tahapan *mixing* dan *preheating* menggunakan pengadukan 250 rpm selama 30 menit, kemudian tahapan *digesting* dilakukan pada kecepatan pengadukan 1500 rpm dengan waktu pengadukan selama 30 menit. Variabel yang digunakan pada penelitian ini menggunakan konsentrasi surfaktan *Linear Alkylbenzene Sulfonate* (LAS), Penambahan larutan surfaktan-NaOH (R_{wa}) dan perubahan temperatur.

Pengaruh konsentrasi surfaktan LAS terhadap perolehan % *recovery* bitumen ditunjukkan pada **Gambar 2**, yakni grafik konsentrasi surfaktan LAS (% massa) terhadap % *recovery* bitumen pada konsentrasi NaOH 1% dalam berbagai nilai R_{wa} .



Gambar 2. Pengaruh konsentrasi surfaktan LAS terhadap % *recovery* bitumen pada R_s (Rasio solar :asbuton) 60% dan konsentrasi NaOH 1%

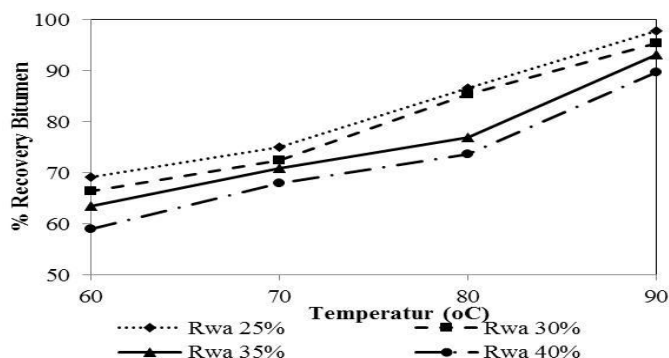
Gambar 2 menunjukkan bahwa konsentrasi surfaktan LAS 1,5% merupakan konsentrasi yang optimal untuk menghasilkan % *recovery* bitumen tertinggi. Hal ini dikarenakan pada konsentrasi surfaktan LAS 1,5% lapisan bitumen-solar terpisahkan secara sempurna dari lapisan mineral. Sementara konsentrasi surfaktan LAS di bawah 1,5% belum mampu menurunkan *interfacial tension* antara lapisan bitumen-solar dengan lapisan mineral secara sempurna sehingga masih

adacampran bitumen-solar yang terikat pada lapisan mineral. Sedangkan pada konsentrasi surfaktan LAS di atas 1,5% menyebabkan lapisan mineral turun viskositasnya sehingga mudah bercampur dengan lapisan bitumen-solar membentuk lapisan homogen yang susah dipisahkan. Hal inilah yang menyebabkan semakin tinggi konsentrasi surfaktan dapat menyebabkan turunnya % recovery bitumen. Penurunan % recovery bitumen juga diakibatkan karena konsentrasi surfaktan LAS melewati titik CMC (*Critical Micelle Concentration*) nya.

Linear Alkylbenzene Sulphonate yang bersifat *water base* dipilih sebagai *wetting agent* dikarenakan dapat meminimalisir emulsi yang terjadi antara lapisan air dengan lapisan bitumen-solar dan mampu mengikat lapisan mineral (Audibert-Hayet, 2006) sehingga lapisan bitumen-solar yang diperoleh bisa terpisah sempurna dari lapisan mineral

Dari penelitian mengenai pengaruh konsentarsi surfaktan LAS terhadap % recovery didapatkan konsentrasi surfaktan LAS optimal pada 1,5% massa yang mampu menghasilkan % recovery sebesar 97,74% yakni pada nilai konsentrasi NaOH 1% dan nilai R_{wa} sebesar 25%.

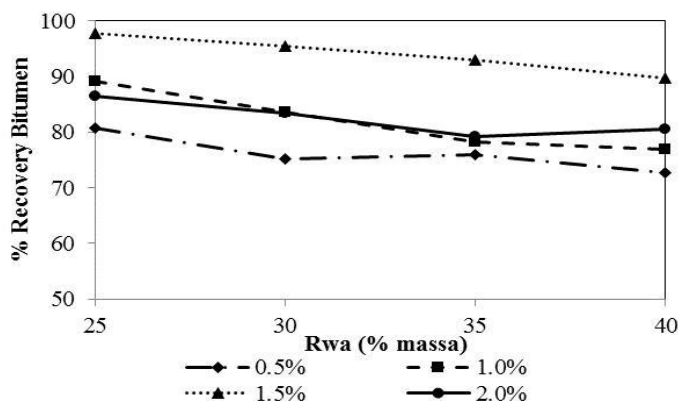
Pengaruh temperatur terhadap perolehan % recovery bitumen ditunjukkan pada **Gambar 3**, yakni grafik temperatur terhadap % recovery bitumen. Pada konsentrasi surfaktan LAS 1,5% dan konsentrasi NaOH 1% dalam berbagai Penambahan larutan surfaktan-NaOH (R_{wa}).



Gambar 3. Pengaruh temperatur terhadap % recovery bitumen pada konsentrasi surfaktan LAS 1,5% dan konsentrasi NaOH 1%

Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu maka % Recovery yang diperoleh semakin tinggi. Hal tersebut disebabkan karena semakin tinggi temperatur yang digunakan pada *Hot Water Process* maka viskositas dan *interfacial tension* akan semakin turun sehingga kinerja surfaktan LAS menjadi optimal, bitumen akan lebih mudah terlepas dari asbuton (Miller,1991). Bitumen yang sebagian telah larut pada proses pencampuran solar dan asbuton, viskositas dan ukuran partikelnya menjadi semakin kecil oleh pemanasan serta dibantu dengan proses pengadukan menyebabkan bitumen lebih mudah dipisahkan dari asbuton.

Pengaruh besar nilai R_{wa} terhadap perolehan % Recovery bitumen dengan R_s 60%, konsentrasi NaOH 1% dan temperatur 90 °C dengan berbagai nilai konsentrasi surfaktan LAS dapat ditunjukkan pada **Gambar 4**



Gambar 4. Pengaruh penambahan surfaktan LAS dan NaOH (R_{wa}) terhadap % recovery bitumen pada R_s 60%, konsentrasi NaOH 1% dan temperatur 90 °C dengan berbagai nilai konsentrasi surfaktan LAS

Gambar 4 menunjukkan bahwa % Recovery bitumen cenderung menurun dengan meningkatnya nilai R_{wa} diatas 25%. Rasio larutan surfaktan LAS-NaOH: larutan total (R_{wa}) yang terlalu besar dapat menyebabkan terlalu ekksesnya jumlah partikel dari surfaktan LAS dan NaOH sehingga meningkatkan hidrolisis mineral (keterbasahan) menyebabkan mineral bercampur dengan campuran bitumen-solar. Hal ini bisa menyebabkan dua hal, pertama mineral terikat bersama lapisan atas (bitumen-solar) dengan membentuk lapisan bitumen-solar-mineral yang homogen sehingga sulit dipisahkan, atau sebagian lapisan atas (solar-aspal) terikat bersama mineral di lapisan bawah.

Dari penelitian mengenai variabel rasio larutan surfaktan LAS-NaOH : larutan total (R_{wa}) didapatkan bahwa % Recovery bitumen tertinggi, yakni sebesar 97,74% yang dihasilkan pada nilai R_{wa} 25%, temperatur 90°C dan konsentrasi surfaktan LAS 1,5%.

5 KESIMPULAN

Temperatur berbanding lurus dengan % *recovery* Bitumen dengan temperatur terbaik pada 90 °C dan % *recovery* optimum diperoleh pada konsentrasi surfaktan LAS 1,5% yaitu sebesar 97,74% dengan larutan surfaktan LAS-NaOH : larutan total 25 % dan konsentrasi NaOH 1%. % *Recovery* bitumen meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi surfaktan LAS dari 80,67% pada konsentrasi surfaktan LAS 0,5% hingga 97,74% pada konsentrasi surfaktan LAS 1,5%, kemudian mengalami penurunan hingga 88,59% pada konsentrasi surfaktan 2% dengan temperatur 90°C, dan Rwa sebesar 25%. % *Recovery* bitumen menurun seiring dengan meningkatnya penambahan wetting agent (Rwa) dari 97,74% pada nilai Rwa sebesar 25% menjadi 89,74% pada nilai Rwa sebesar 40% dengan temperatur 90°C dan konsentrasi surfaktan LAS 1,5%.

6 UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih yang setinggi-tingginya kepada jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember yang telah banyak memberikan dukungan terhadap pengembangan penelitian ini.

7 DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Purwono, "Koefisien Perpindahan Massa pada Pemisahan Aspal Buton dari Kabungka dan Bau-Bau dengan Pelarut n-Heksan," *Forum Tek.*, vol. 29, pp. 40–49, 2003.
- [2] Aris, "Physical and Chemical Characterization of Oil Sands Observed at Imeri in Ogun State of South Western, Nigeria," *Geosci. Eng. Partnersh. J.*, 1996.
- [3] Tommy, "Proses Ekstraksi Asbuton dengan Pelarut Pertasol," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2012.
- [4] S. Shidiq, M. & Rachmadhani, "Studi Proses Pemisahan Bitumen dari Asbuton Dengan Proses Hot Water Menggunakan Bahan Pelarut Kerosin dan Larutan Surfaktan," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2013.
- [5] Zindy, "Studi Proses Pemisahan Bitumen dari Asbuton Menggunakan Media Air Panas dengan Penambahan Surfaktan," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2013.
- [6] F. C. Division, "Oil Sand," 2014. [Online]. Available: http://ems.psu.edu/~pisupati/ACSO Outreach/Oil_Sands.html.
- [7] D. Akinyemi, LP, "Physical and Chemical Characterization of Oil Sands Observed at Imeri in Ogun State of South Western, Nigeria.," *Geosci. Eng. Partnersh. Journal.*, 2013.
- [8] Departemen Pekerjaan Umum ; Direktorat Jenderal Bina Marga, *Pemanfaatan Asbuton*. 2006.
- [9] Q. dan K. H. C. Dai, "Hot Water Extraction Process Mechanism Using Model Oil Sands," *Fuel Process. Technol.*, vol. 75, no. 2, pp. 220–226, 1996.
- [10] W. Siswosoebrotho, Bambang Ismanto., Kusnianti, Neni., Tumewu, "Laboratory Evaluation of Lawele Buton Natural Asphalt in Asphalt Concrete Mixture," in *Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 2005, pp. 857–867.