

EFEK PENAMBAHAN SURFAKTAN LINEAR ALKYBENZENE SULPHONATE (LAS) TERHADAP % RECOVERY BITUMEN PADA PROSES PEMISAHAN BITUMEN DARI ASBUTON MENGGUNAKAN AIR PANAS

¹Yosita Dyah Anindita, ^{2*}Maja Pranata Marbun, ³Ervie Sukma Prabawati,

⁴Ratih Estu Nungraheni, ⁵Susianto

¹²³⁴Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sunan Bonang,

⁵Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

*Penulis korespondensi: majapranata123@gmail.com

Abstrak. Pulau Buton di Sulawesi Tenggara merupakan tempat asal Asbuton, aspal alami yang tertanam dalam batuan. Bitumen dan agregat merupakan komponen dari aspal alami. Bitumen perlu dipisahkan dari aspal agar dapat digunakan secara efisien dalam industri aspal. Penelitian sebelumnya telah dilakukan mengenai penggunaan media air panas untuk memisahkan bitumen dari aspal; namun, bitumen yang digunakan tidak ideal karena viskositasnya tidak dapat diturunkan, sehingga pemisahan menjadi sulit. Modifikasi dilakukan dalam studi selanjutnya dengan menambahkan bahan bakar diesel, surfaktan anionik, dan NaOH; namun, persentase pemulihan yang dicapai tidak ideal. Surfaktan anionik kelas Linear Alkylbenzene Sulphonate (LAS) menjadi faktor yang diteliti dalam penelitian ini. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki bagaimana persentase pemulihan bitumen (%) dipengaruhi oleh penambahan surfaktan LAS. Penelitian ini dilakukan dalam tangki beraduk yang dilengkapi dengan empat baffle dan pengaduk disk turbin. Tangki tersebut memiliki diameter silinder 10,8 cm dan tinggi 20 cm. Fase awal penelitian melibatkan pencampuran 300 gram asbuton dengan 60% solar dalam tangki pengaduk yang diaduk pada kecepatan 250 rpm dan dijaga pada suhu 90 derajat Celsius selama 30 menit. Selanjutnya, larutan surfaktan LAS-NaOH dengan konsentrasi 25% ditambahkan ke dalam tangki yang mengandung campuran asbuton-solar (perbandingan larutan surfaktan terhadap campuran asbuton-solar). Konsentrasi natrium hidroksida 1 (% massa) dan larutan surfaktan yang digunakan adalah 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2% (% massa). Setelah menambahkan larutan NaOH dan LAS dan mengaduk selama 30 menit pada kecepatan 1500 rpm, proses pencernaan dimulai. Selanjutnya, campuran dipindahkan ke gelas beaker dan ditambahkan air garam dengan konsentrasi 3,5% untuk memulai proses pemisahan. Setelah itu, cairan dalam gelas beaker dibiarkan selama satu hari. Tiga lapisan akan terbentuk dalam campuran setelah satu hari. Kepadatan lapisan atas, yang merupakan larutan bitumen solar, diukur untuk menghitung persentase pemulihan (%). Berdasarkan eksperimen, persentase pemulihan tertinggi terjadi pada penambahan 60% diesel, konsentrasi surfaktan LAS 1,5%, konsentrasi NaOH 1%, dan perbandingan penambahan larutan surfaktan LAS-NaOH 25%, atau 97,74% dari total larutan.

Kata kunci: Asbuton, Air Panas, Digesting, Solar, Surfaktan LAS.

Abstract. Buton Island in Southeast Sulawesi is home to Asbuton, a naturally occurring asphalt that is embedded in rock. Bitumen and aggregate were components of natural asphalt. Bitumen needs to be separated from asphalt in order to be used as efficiently as possible in the Asphalt industry. There has been prior research on the use of hot water media to separate bitumen from asphalt; however, the bitumen used is not ideal as its viscosity cannot be decreased, making separation challenging. Modifications were made in subsequent studies by adding diesel fuel, anionic surfactants, and NaOH; nonetheless, the recovery percentage that was achieved was not ideal. Anionic surfactants of the Linear Alkylbenzene Sulphonate (LAS) class were the factors examined in this investigation. This study aims to investigate how bitumen recovery percentages (%) are affected by the addition of LAS surfactant. This study is being conducted in a berpengaduk tangki that has four baffles and a turbine disc stirrer. It has a tangki silinder diameter of 10.8 cm and a tinggi of 20 cm. The study's initial

phase involved combining 300 grams of asbuton with 60% diesel in a stirred tank that was agitated at 250 rpm and kept at 90 degrees Celsius for 30 minutes. Next, a 25% LAS-NaOH surfactant solution is introduced to the tank containing the asbuton sun mixture (surfactant solution to asbuton-solar mixture ratio). The concentrations of sodium hydroxide 1 (% mass) and surfactant solution utilized were 0.5%, 1%, 1.5%, and 2% (% mass). After adding the NaOH and LAS solutions and stirring for 30 minutes at 1500 rpm, the digestion process starts. Following that, the mixture is transferred into a glass beaker and 3.5% concentration of salt water is added to start the separation process. After then, the liquid in the glass beaker is left for a whole day. Three layers will appear in the mixture after a day. The density of the top layer, a solar bitumen solution, is measured in order to calculate the recovery percentage (%). According to the experiment, the highest percentage of recovery occurs at 60% diesel addition, 1.5% LAS surfactant concentration, 1% NaOH concentration, and a 25% LAS-NaOH surfactant solution addition ratio, or 97.74% of the total solution.

Keywords: Asbuton, Hot Water, Digesting, Solar, LAS Surfactant.

1. Pendahuluan

Salah satu bahan utama dalam aspal, bahan utama yang digunakan untuk mengaspal jalan, adalah bitumen. Aspal terdiri dari 95% agregat dan 5% bitumen, yang berfungsi sebagai pengikat agregat. Fleksibilitas aspal yang tinggi merupakan hasil dari viskositas alami bitumen, yang juga menghasilkan kombinasi dengan daya tahan yang baik [1]. Bitumen dalam asbuton terikat secara fisik dan kimia dalam struktur batuan, sehingga tidak dapat berfungsi seperti aspal minyak. Oleh sebab itu, perlu dilakukan pemisahan bitumen dari mineral dalam aspal alam tersebut.

Dalam beberapa tahun terakhir, Indonesia membutuhkan 1,2 juta ton bitumen untuk pengaspalan jalan. Hanya sekitar 75% dari kebutuhan tersebut dapat dipenuhi oleh produsen aspal dalam negeri. Bitumen diimpor dari luar negeri untuk memenuhi sisa permintaan yang tidak dapat dipenuhi oleh produksi dalam negeri [2].

Bitumen diekstraksi dari aspal menggunakan berbagai teknik dalam parameter studi ini, termasuk perbaikan pada proses air panas dan ekstraksi menggunakan pelarut organik. Saat menggunakan ekstraksi pelarut organik untuk menghilangkan bitumen dari aspal, diperlukan jumlah pelarut yang besar. Percobaan untuk mengekstraksi bitumen dari aspal menggunakan pelarut organik telah gagal pada skala industri karena biaya operasional yang tinggi dari metode ini, yang membuatnya tidak ekonomis.

Teknik kedua adalah proses air panas, yang pertama kali dikembangkan oleh Clark pada tahun 1920 untuk tujuan mengekstraksi bitumen dari pasir minyak Athabasca. Bitumen kemudian diisolasi dari tar dan pasir minyak menggunakan metode air panas dalam berbagai penelitian. Teknik air panas melibatkan penyuntikan bahan kimia, termasuk pelarut nonpolar, dan air panas ke dalam pasir minyak untuk memisahkan bitumen. Saat bitumen yang hidrofobik menyatu dengan campuran, ia terpisah dari air dan pasir, yang tetap berada dalam satu lapisan, dan bercampur dengan lapisan pelarut nonpolar. Bitumen dapat dipisahkan secara efektif dari pasir minyak menggunakan teknik ini [3]. Meskipun jenis kontaminan yang terdapat dalam pasir minyak dan asbuton berbeda, prosedur ini secara dasar dapat digunakan untuk memisahkan bitumen dari asbuton. Silika (SiO_2) adalah kontaminan yang terdapat dalam pasir minyak [4], sedangkan asbuton memiliki kandungan kalsium karbonat (CaCO_3) yang tinggi [5]. Salah satu alasan penggunaan metode ini untuk mengekstraksi bitumen dari aspal adalah air panas dapat menurunkan tegangan permukaan aspal, dan karena bitumen dan pelarut non-polar bersifat non-polar, bitumen dapat ditarik ke arahnya. Akibatnya, bitumen seharusnya dapat diekstraksi dari kontaminan yang berbeda yang terdapat dalam aspal.

Namun, perlu dicatat bahwa prosedur air panas tidak dapat digunakan langsung karena CaCO_3 lebih mudah larut dalam air daripada SiO_2 , sehingga memerlukan penyesuaian. Penambahan NaOH dan surfaktan adalah dua perubahan yang dilakukan pada metode air panas. Surfaktan bertindak sebagai pengurang tegangan permukaan antara bitumen dan kontaminan padat, sehingga bitumen dapat terikat dengan pelarut non-polar. Sementara itu, NaOH mencegah pencampuran lapisan batu dan aspal surya dengan bertindak sebagai agen penyegel dan menciptakan penghalang di antara keduanya [6].

Air panas digunakan sebagai medium dalam studi lain. Dengan menggunakan air panas sebagai medium bersama pelarut surya dan surfaktan, studi ini menganalisis proses pemisahan bitumen dari asbuton [7]. Dengan perbandingan solar-asbuton 50%:50%, persentase pemulihan mencapai 81,09%. Penyelidikan metode ekstraksi bitumen dari aspal menggunakan air panas sebagai medium, perbandingan solar-aspal, dan surfaktan natrium hidroksida (NaOH) dan natrium lignosulfonat (SLS). Tingkat pemulihan mencapai 86,29% saat menggunakan campuran solar:aspal dengan perbandingan 60:40, surfaktan 0,05%, dan NaOH 0,05% [8]. Studi tentang perbandingan aspal terhadap bitumen, penggunaan surfaktan natrium hidroksida (NaOH) dan linear alkilbenzen sulfonat (LAS), serta medium air panas untuk pemisahan bitumen. Tingkat pemulihan mencapai 92% saat perbandingan solar:asbuton adalah 60:40, konsentrasi surfaktan 0,5% SLS, dan konsentrasi NaOH 1% [9].

Persentase pemulihan yang tidak lengkap merupakan salah satu kesulitan dalam menggunakan medium air panas yang dimodifikasi untuk memisahkan bitumen dari asbuton. Karena SLS memiliki nilai Hydrophilic Lipophilic Balance (HLB) sebesar 40[10], hal ini mungkin menjadi penyebab pemulihan bitumen yang tidak sempurna dari asbuton. Di sisi lain, surfaktan dengan nilai HLB rendah diperlukan untuk memisahkan bitumen dari mineral. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa surfaktan dengan nilai HLB rendah lebih hidrofobik. Saat menggunakan air panas sebagai medium untuk memisahkan bitumen, surfaktan sangat penting karena mereka menurunkan tegangan permukaan antara partikel bitumen aspal. Setelah terperangkap di balik mineral, lapisan bitumen-solar kini dapat naik ke permukaan. Oleh karena itu, untuk memisahkan bitumen menggunakan air panas sebagai medium dan meningkatkan persentase pemulihan, diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai efek surfaktan anionik.

2. Metode

2.1. Tahap Persiapan Bahan Baku

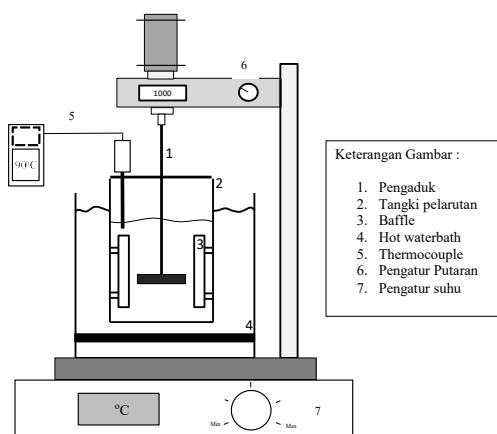
Dengan mengurangi ukuran partikel Asbuton menggunakan penghancur atau palu, kemudian menyaringnya melalui saringan berukuran 20–40 mesh, bahan baku dipersiapkan dengan tujuan menstandarkan diameter partikel.

2.2. Tahap Pemisahan Bitumen dari Asbuton

Tangki pengaduk berdiameter 10,8 cm dan tinggi 20 cm digunakan untuk melarutkan aspal bitumen. Selain itu, sebuah penghalang dipasang di dalam tangki untuk mengurangi kemungkinan terbentuknya pusaran. Air panas digunakan untuk memisahkan bitumen dari batu aspal, yang seharusnya memudahkan pelarutan bitumen yang terdapat dalam batu aspal. Bahan bakar diesel digunakan sebagai pelarut dalam eksperimen ini. Sebuah aditif kimia bernama surfaktan LAS digunakan untuk menurunkan tegangan permukaan,

yang mempermudah pencelupan dan membuat bitumen lebih mudah larut dalam bahan bakar diesel. Untuk mencegah lapisan slurry kembali bercampur dengan lapisan bitumen-bahan bakar diesel, NaOH ditambahkan sebagai agen penyegel.

Langkah pertama dalam pra-pencampuran bitumen adalah menimbang massa bahan bakar diesel dan aspal dalam perbandingan persentase massa berdasarkan variabel yang digunakan. Tangki pencerna kemudian diisi dengan bahan bakar diesel dan aspal yang telah ditimbang. Selama 30 menit pada suhu 90°C, campuran aspal dan bahan bakar diesel diaduk dengan kecepatan 250 rpm. Kemudian, larutan surfaktan SLS-NaOH dibuat dengan konsentrasi yang tepat dan dipanaskan hingga $\pm 90^\circ\text{C}$. Langkah awal dalam proses pencerna adalah menambahkan larutan surfaktan panas ke campuran aspal-diesel yang telah dicampur. Pengadukan pada kecepatan 1500 rpm selama 30 menit menyelesaikan proses pencerna. Setelah pencerna selesai, cairan dipindahkan ke beaker dan ditambahkan 1000 mililiter larutan garam 3,5% pada suhu ruangan.



Gambar 1. Rangkaian alat proses air panas

SNI 03-3640-1994 menyatakan bahwa hal ini sesuai untuk bahan organik (bitumen) [11]. Massa mineral sisa kemudian dihitung. Massa bitumen yang diekstraksi, yang merupakan selisih antara massa asbuton awal dan massa mineral sisa, dapat dihitung.

- Membuat Kurva Kalibrasi $1/\rho$ vs. % Konsentrasi Bitumen dalam Solar

Membuat kurva kalibrasi $1/\rho$ versus konsentrasi bitumen dalam solar adalah tahap berikutnya. Untuk menyelesaikan tahap ini, bitumen murni dilarutkan ke dalam bahan bakar diesel pada konsentrasi 50%, 40%, 30%, 20%, 20%, 10%, dan 0%. Selanjutnya, densitas setiap campuran dihitung dan diplot terhadap $1/\rho$ sesuai dengan kandungan bitumen dalam campuran.

- Analisis Kadar Bitumen dari Hasil Penelitian

Berat lapisan atas, yang terdiri dari lapisan bitumen-surya, dan densitasnya harus diukur agar dapat melanjutkan ke tahap analisis kandungan bitumen dalam hasil penelitian. Sebuah timbangan analitik digunakan untuk mengukur massa lapisan atas, sedangkan sebuah pycnometer dengan volume yang diketahui digunakan untuk menentukan densitasnya. Kurva kalibrasi dapat digunakan untuk menggambar hasil ρ eksperimen pada kurva kalibrasi $1/\rho$ versus konsentrasi bitumen di bawah sinar matahari guna mengukur kandungan bitumen dalam larutan eksperimental.

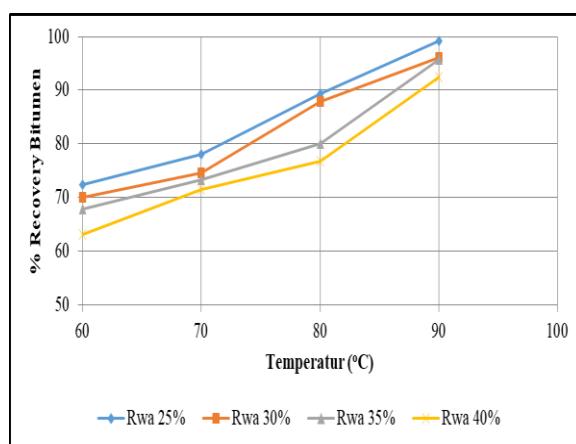
3. Hasil dan Pembahasan

Proses air panas terdiri dari tiga tahap: pemurnian bitumen, pencernaan, dan pencampuran serta pemanasan awal. Proses ini digunakan untuk memisahkan bitumen dari aspal alami, seperti asbuton. Lebih penting untuk mengidentifikasi variabel yang memengaruhi proses pencernaan, tetapi hal ini memerlukan penelitian tambahan [12]. Asbuton diklasifikasikan sebagai Tar Sand Kelas III, yang memerlukan penggunaan pelarut untuk meningkatkan persentase pemulihan bitumen, karena merupakan aspal alami dengan viskositas 154 poise [13] dan viskositas bitumen yang bervariasi antara 5 hingga 1000 poise [14]. Viskositas Asbuton kurang dengan penggunaan pelarut, yang meningkatkan efisiensi proses pencernaan air panas [15]. Tiga jenis pelarut berbeda digunakan dalam penelitian ini: natrium hidroksida (NaOH) sebagai agen penyegel, diesel sebagai agen penetrant, dan linear alkilbenzen sulfonat (LAS) sebagai agen pelembab.

Pertama, proses pemanasan selama 30 menit dengan pengadukan pada kecepatan 250 rpm diterapkan pada campuran aspal dan bahan bakar diesel. Proses pencernaan kemudian dilanjutkan selama 30 menit pada kecepatan 1500 rpm. Kedua fase tersebut menggunakan turbin cakram sebagai impeller. Studi ini menggunakan fluktuasi suhu, penambahan larutan surfaktan-NaOH, dan konsentrasi surfaktan linear alkilbenzen sulfonat (LAS) sebagai faktor. Ukuran partikel aspal (20–40 mesh), waktu pengadukan (30 menit) selama proses pencampuran, pemanasan awal, dan pencernaan, perbandingan solar-aspal (60%), konsentrasi larutan NaOH (1%), dan kecepatan pengadukan merupakan variabel konstan dalam studi ini. Dampak beberapa faktor terhadap persentase pemulihan dibahas di bawah ini.

3.1. Pengaruh Temperatur terhadap Perolehan % Recovery Bitumen

Gambar 2, yang menggambarkan hubungan antara suhu dan persentase pemulihan bitumen, menunjukkan bagaimana suhu memengaruhi persentase pemulihan bitumen. Pada konsentrasi surfaktan LAS 1,5% dan konsentrasi NaOH 1% (R_{wa})



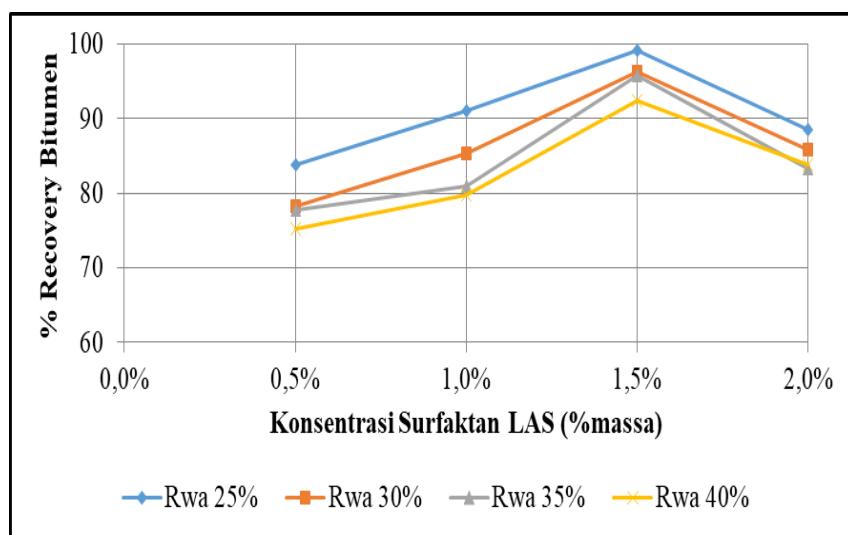
Gambar 2 Pengaruh konsentrasi surfaktan LAS terhadap % recovery bitumen pada R_s 60% dan konsentrasi NaOH 1%

Pada **Gambar 2** menunjukkan bahwa persentase pemulihan meningkat seiring dengan kenaikan suhu. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa bitumen lebih mudah terpisah dari aspal ketika suhu yang digunakan dalam Proses Air Panas lebih tinggi,

karena hal ini menurunkan viskositas [16]. Menurut Siswosoebroto [17], viskositas bitumen tipe III harus diturunkan dengan menggunakan pelarut. Diesel merupakan salah satu pelarut yang digunakan dalam penelitian ini; berfungsi sebagai pelembut bitumen, agen penetrasi, dan pengurang viskositas. Karena densitasnya yang rendah, bitumen yang larut dalam diesel tetap berada di lapisan atas selama proses sedimentasi, membentuk tiga lapisan yang lebih mudah dipisahkan dan dianalisis. Itulah mengapa diesel dipilih. Bitumen juga larut dalam diesel karena diesel adalah pelarut non-polar. Pemanas dan pengadukan menyebabkan bitumen yang telah larut sebagian selama proses pencampuran dengan sinar matahari dan asbuton menjadi kurang viskos dan ukuran partikelnya menyusut, yang memudahkan pemisahannya dari asbuton. Pada suhu 90°C, tingkat pemulihan bitumen maksimum sebesar 97,74% tercapai.

3.2. Pengaruh Konsentrasi Surfaktan LAS terhadap Perolehan % Recovery Bitumen

Gambar 3, grafik yang menunjukkan hubungan antara persentase aspal yang dihasilkan pada berbagai nilai Rwa dan konsentrasi surfaktan LAS dalam massa pada 1% NaOH, menggambarkan pengaruh konsentrasi surfaktan LAS terhadap persentase pemulihan aspal.



Gambar 3 Pengaruh konsentrasi surfaktan LAS terhadap % recovery bitumen pada R_s 60% dan konsentrasi NaOH 1%

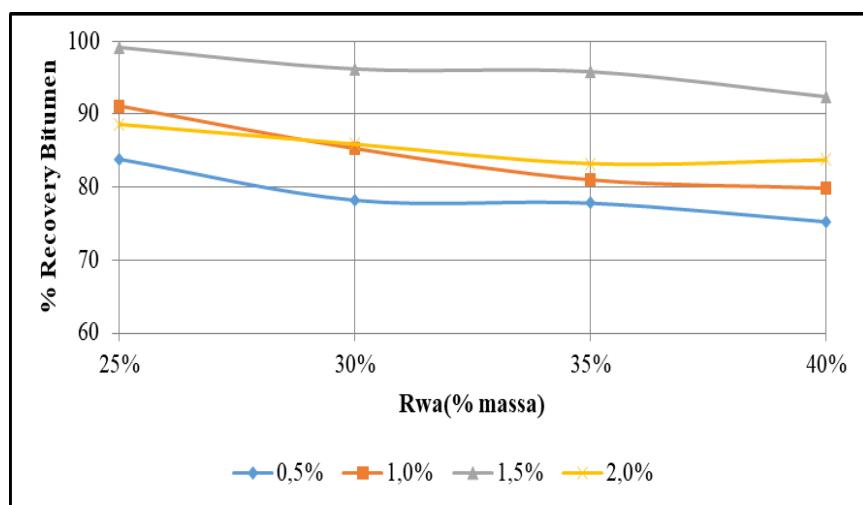
Gambar 3 menunjukkan bahwa pada nilai Rwa yang berbeda, persentase pemulihan bitumen cenderung menurun seiring dengan peningkatan konsentrasi surfaktan LAS. Dengan bertindak sebagai agen pelembab dan mengurangi tegangan antarmuka antara dua lapisan, surfaktan membantu mencapai pemisahan gravitasi yang sempurna [18]. Dalam proses ini, lapisan bitumen-solar naik ke atas dan lapisan mineral mengalir ke bawah akibat perbedaan densitas antara kedua lapisan. Agen pelembab dipilih berupa surfaktan sulfonat alkilbenzena linear berbasis air karena dapat mengurangi emulsifikasi antara lapisan air dan bitumen-solar serta mengikat lapisan mineral. Hal ini memungkinkan lapisan mineral terpisah sepenuhnya dari lapisan bitumen-solar. Lapisan mineral bagian bawah mungkin menjadi kurang viskos dan sebagian darinya dapat terbawa bersama lapisan bitumen-solar jika konsentrasi surfaktan LAS terlalu tinggi. Karena lapisan mineral yang terbawa ke atas membentuk campuran bitumen-solar-mineral yang seragam, pemisahannya menjadi sulit. Inilah sebabnya mengapa persentase pemulihan bitumen berkurang akibat kandungan surfaktan yang tinggi. Karena surfaktan

memiliki ambang batas Konsentrasi Mikela Kritis (CMC), kemampuannya untuk melarutkan akan berkurang jika ditambahkan melebihi batas CMC. Peneliti menemukan bahwa penambahan banyak bahan kaustik, yang juga berfungsi sebagai agen pelembab, membuat pemisahan flotasi partikel pasir menjadi lebih sulit karena bahan tersebut menyebarkan partikel pasir dan akhirnya mengemulsikan partikel tersebut dengan lapisan bitumen. Hasil analisis hubungan antara konsentrasi surfaktan LAS dan persentase pemulihan menunjukkan titik optimal sebesar 1,5% berat, yang ketika dikombinasikan dengan konsentrasi NaOH 1% dan nilai R_{wa} 25%, menghasilkan persentase pemulihan sebesar 97,74%. Untuk menentukan titik optimal pengaruh konsentrasi surfaktan, penelitian lebih lanjut dilakukan untuk menguji efek penurunan konsentrasi surfaktan terhadap persentase pemulihan bitumen.

Gambar 3 menunjukkan bahwa konsentrasi surfaktan LAS terbaik untuk mencapai persentase pemulihan aspal tertinggi adalah 0,5%. Peneliti menemukan bahwa penambahan banyak bahan kaustik, yang juga berfungsi sebagai agen pelembab, membuat pemisahan flotasi partikel pasir menjadi lebih sulit karena bahan tersebut menyebarkan partikel pasir dan akhirnya mengemulsikan partikel tersebut dengan lapisan bitumen. Hasil analisis hubungan antara konsentrasi surfaktan LAS dan persentase pemulihan menunjukkan titik optimal sebesar 1,5% berat, yang ketika dikombinasikan dengan konsentrasi NaOH 1% dan nilai R_{wa} 25%, menghasilkan persentase pemulihan sebesar 97,74%. Karena hanya lapisan bitumen-solar murni, bebas dari kontaminasi mineral, yang digunakan untuk analisis, hal ini secara alami menurunkan persentase pemulihan bitumen.

3.3. Pengaruh Penambahan Wetting Agent (R_{wa}) terhadap perolehan % recovery bitumen

Gambar 4, grafik persentase pemulihan bitumen terhadap nilai R_{wa} dan konsentrasi surfaktan LAS 1,5% dalam larutan NaOH 1%, menunjukkan dampak yang signifikan dari nilai R_{wa} terhadap persentase pemulihan bitumen.



Gambar 4 Pengaruh besar R_{wa} terhadap % recovery bitumen pada konsentrasi surfaktan LAS 1,5%

Gambar 4 Menunjukkan bahwa ketika nilai R_{wa} meningkat, persentase pemulihan bitumen cenderung menurun. Viskositas mineral yang lebih rendah dan campuran yang lebih mudah dengan campuran bitumen-aspal dapat terjadi akibat kelebihan partikel

surfaktan LAS yang disebabkan oleh perbandingan yang berlebihan antara larutan surfaktan LAS-NaOH dengan total larutan. Ada dua kemungkinan hasil dari hal ini: sebagian lapisan atas (asphalt-mineral) mungkin terbawa bersama mineral di lapisan bawah, atau mineral mungkin terbawa bersama lapisan atas (campuran bitumen-asphalt) untuk menghasilkan lapisan bitumen-asphalt-mineral yang homogen dan sulit dipisahkan. Studi Hupka pada tahun 1984 juga menunjukkan bahwa bitumen tidak boleh dipisahkan dari pasir tar dengan menambahkan lebih dari 35% pelarut. Tingkat pemulihan bitumen maksimum sebesar 97,74% dicapai pada suhu 90°C, konsentrasi surfaktan LAS 1,5%, dan nilai R_w 25%, menurut studi tentang perbandingan larutan surfaktan LAS-NaOH terhadap total larutan.

4. Simpulan

Ketika natrium dodekilsulfonat mencapai titik CMC-nya, pemulihan akan berkurang seiring dengan peningkatan konsentrasi surfaktan. Tren yang sama berlaku untuk empat variabel alkali yang diperkenalkan. Pada suhu 90°C, nilai R_w 25%, dan konsentrasi surfaktan LAS 1,5%, pemulihan bitumen maksimum sebesar 97,74% tercapai.

Daftar Pustaka

- Eurobitume, 2014. *"Bitumen and Asphalt"*. <http://www.eurobitume.eu/bitumen/applications/roads> diakses 22 Januari 2015.
- Setiawan, A. 2011. Studi Penggunaan Asbuton Butir Terhadap Karakteristik Marshall Asphaltic Concrete Wearing Course Asbuton Campuran hangat (AC-WC-ASB-H). Jurnal Smartek Teknik Sipil..
- Fuel Chemistry Division. 2014. *"Oil Sands"*. http://www.ems.psu.edu/~pisupati/ACSOutreach/Oil_Sands.html diakses 23 Januari 2015.
- Akinyemi, LP, R.K. Odunaike, dan O. Fasunwon. 2013. Physical and Chemical Characterization of Oil Sands Observed at Imeri in Ogun State of South Western, Nigeria. Geoscience Engineering Partnership Journal.
- Departemen Pekerjaan Umum:Direktorat Jenderal Bina Marga. 2006. *Pemanfaatan Asbuton*. Pedoman Konstruksi dan bangunan No.001-01/BM/2006.
- Dai, Qi dan Ken H. Chung. 1996. *Hot Water Extraction Process Mechanism Using Model Oil Sands*. Fuel Processing Technology Elsevier Journal Vol. 75 No. 2, 220-226.
- Miller, J.D dan M. Misra. 1982. *Hot Water Process Development For Utah Tar Sands*. Fuel Processing Technology Elsevier Journal, Vol 6, 27--59
- Liu, Weikang, Ying Jin, Xiaoli Tan, dan Anthony Yeung. 2011. *Altering The Wettability Of Bitumen-Treated Glass Surfaces With Ionic Surfactants*. Fuel Elsevier Journal 90 (2011) 2858-2862
- M. Young, *The Technical Writers Handbook*. Mill Valley, CA: University Science (1989).
- Genaro. 1990. Rhemington's Pharmaceutical Science 18th Ed. USA : Mack Printing Company.
- Bakhtiar, Marjan T. 2015. Role of Sodium Hydroxide in Bitumen Extraction: Production of Natural Surfactant and Slime Coating. Canada: Thesis University of Alberta
- Siswosoebroho, Bambang Ismanto., Kusnanti, 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

Yosita Dyah Anindita, Maja Pranata Marbun, Ervie Sukma Prabawati, Ratih Estu Nungraheni, Susianto: Efek penambahan surfaktan linear alkybenzene sulphonate (LAS) terhadap % recovery bitumen pada proses pemisahan bitumen dari asbuton menggunakan air panas

- Hupka, J, J.D. Miller dan A.Cortez. 1984. Importance of Bitumen Viscosity in the Hot Water Processing of Domestic Tar Sands. Technical Papers
- Departemen Pekerjaan Umum:Direktorat Jenderal Bina Marga. 2006. Pemanfaatan Asbuton. Pedoman Konstruksi dan bangunan No.001-01/BM/2006.
- Xu, Ke, Chengdong Wu, Xiaojun Tian, dan Zaili Dong. 2011. *A Study on the Influence of Different Anionic Surfactants on the AFM Scanning and Imaging of SWCNTs*. Advanced Material Research Vols. 284-286, pp 110-113.
- 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.
- Yuda, Teo dan Reza Eka Septiawan. 2015. Studi Proses Pemisahan Bitumen dari Asbuton Menggunakan Media Air Panas dengan Penambahan Solar dan Surfaktan Sodium Ligno Sulfonat (SLS) serta Natrium Hidroksida (NaOH). Surabaya: Laporan Skripsi Teknik Kimia FTI ITS.
- Ahmed, Dita dan Affan Hamzah. 2015. Studi Proses Pemisahan Bitumen dari Asbuton dengan Media Air Panas dan Penambahan Solar, Surfactan SLS, dan NaOH. Surabaya: Laporan Skripsi Jurusan Teknik Kimia FTI – ITS.