

Pra-Rancangan Pabrik Nanoaspal dari Asbuton Kapasitas 80.000 Ton/Tahun

GIOVANNI ALFARISYI^{1*}, ISMAIL FAKHRI¹, RINY YOLANDHA P.

¹Institut Teknologi Nasional Bandung
Email: Geovanniaf.124@Gmail.com

Received 30 01 2023 | Revised 06 02 2023 | Accepted 06 02 2023

ABSTRAK

PT XYZ merupakan perusahaan yang memproduksi nanoaspal dari asbuton dengan menggunakan surfaktan Sorbitan Monooleat (SPAN 80). Sebagai salah satu pelopor industri nanoaspal di Indonesia, untuk memenuhi kebutuhan nanoaspal dalam negeri dengan kapasitas yang dirancang sebesar 80.000 ton/tahun. Selain membuat Nanoaspal sebagai produk utama, PT XYZ juga menyediakan SPAN 80 untuk kebutuhan dalam negeri dengan kapasitas sebesar 50.000 ton/tahun yang nantinya produk surfaktan SPAN 80 selain digunakan untuk kebutuhan proses pembuatan nano aspal juga dapat dijual guna memenuhi kebutuhan pasar. Lokasi pabrik ini berada di Kawasan Industri Kabupaten Buton, Sulawesi Tenggara. Lokasi tersebut didasarkan karena dekat dengan raw material yang tersebar di pulau Buton berupa batuan Abuton yang melimpah, kemudahan transportasi dan target pasar. PT XYZ beroperasi selama 330 hari dalam satu tahun dengan waktu shutdown dan maintenance selama 15 hari dan setiap harinya pabrik beroperasi selama 24 jam. Surfaktan yang digunakan berupa sorbitan monooleat dengan bahan baku Sorbitol dan Asam Oleat dengan bantuan katalis. Proses pembuatan surfaktan menggunakan metode esterifikasi menurut International Process Plan 2009. Metode tersebut digunakan karena proses yang terjadi pada tekanan atmosferik dan temperatur yang rendah sehingga energy yang digunakan tidak terlalu besar. Sedangkan untuk proses pembuatan nanoaspal dari asbuton menggunakan pelarut solar dan tambahan bahan aditif berupa karet Rubber. Terdapat 3 sumber utama keuntungan pabrik, yaitu dari penjualan nanoaspal, surfaktan dan residu. Dari hasil analisis ekonomi diperoleh nilai ROI (29,88%) > Marr (14%). PP < PP_{acceptable} dimana PP_{acceptable} sebesar 4,95 tahun sedangkan PP pabrik ini 4,27 tahun. Untuk nilai IRR pabrik ini lebih besar dibanding nilai suku bunga, nilai IRR yang didapat sebesar 30,95% sedangkan suku bunga 6,38%. Lalu untuk nilai PV diakhir umur proyeknya lebih besar dari nol. Nilai PV yang diperoleh diakhir umur proyek sebesar \$547.309.577,58. Berdasarkan analisis ekonomi tersebut maka PT XYZ layak untuk didirikan.

Keyword : surfaktan, nanoaspal, kapasitas, analisis ekonomi

ABSTRACT

PT XYZ is a company that produces nanoasphalt from asbuton using Sorbitan Monooleate (SPAN 80) surfactant. As one of the pioneers of the nanoasphalt industry in Indonesia, to meet domestic needs for nanoasphalt with a designed capacity of 80,000 tons/year. In addition to making Nanoasphalt as the main product, PT XYZ also provides SPAN 80 for domestic needs with a capacity of 50,000 tons/year which later the SPAN 80 surfactant product besides being

used for the needs of the nano asphalt manufacturing process can also be sold to meet market needs. The location of this factory is in the Industrial Area of Buton Regency, Southeast Sulawesi. The location is based on proximity to raw materials spread across Buton Island in the form of abundant Abuton rocks, ease of transportation and target market. PT XYZ operates 330 days a year with 15 days of shutdown and maintenance and the factory operates 24 hours every day. The surfactant used is sorbitan monooleate with raw materials Sorbitol and Oleic Acid with the help of a catalyst. The process for making surfactants uses the esterification method according to the International Process Plan 2009. This method is used because the process occurs at low atmospheric pressure and temperature so that the energy used is not too large. Whereas for the process of making nanoasphalt from asbuton using diesel solvent and additional additives in the form of rubber rubber. There are 3 main sources of factory profits, namely from the sale of nanoasphalt, surfactants and residues. From the results of the economic analysis, the value of ROI (29.88%) > Marr (14%) is obtained. PP < PAcceptable where PAcceptable is 4.95 years while the PP of this factory is 4.27 years. The IRR value for this factory is greater than the interest rate, the IRR value obtained is 30.95% while the interest rate is 6.38%. Then for the PV value at the end of the project life is greater than zero. The PV value obtained at the end of the project life is \$ 547,309,577.58. Based on the economic analysis, PT XYZ is feasible to be established.

Keyword : surfactant, nanoasphalt, capacity, economic analysis

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara dengan kekayaan sumber daya alam yang melimpah, akan tetapi kenyataannya hal tersebut justru sangat bertentangan karena negara-negara di dunia yang kaya akan sumber daya alamnya sering kali merupakan negara dengan tingkat ekonomi yang rendah. Salah satu kekayaan alam Indonesia yang kurang pemanfaatannya di Indonesia adalah Aspal, dimana Indonesia menjadi negara pengimportir aspal terbesar ke-10 di dunia. Kekayaan aspal di Indonesia terletak di Pulau Buton, Sulawesi Tenggara. Badan Geologi kementerian ESDM mencatat ada sebanyak 640 juta ton jumlah cadangan aspal Indonesia. Kadar aspal yang terdapat dalam asbuton yaitu sekitar 10% hingga 40%. Jumlah tersebut dapat menyuplai pembangunan jalan nasional selama 320 tahun dengan asumsi kebutuhan aspal nasional sebesar 2 juta ton/tahun.

Kebutuhan aspal di Indonesia yang terbilang tinggi mencapai 1-1,2 Juta ton per tahun, sementara produksi aspal nasional hanya mencapai 600.000 ton/tahun dan PT. Pertamina dan PT. Waskita Karya 500.000 ton/tahun. Sehingga pemerintah Indonesia membutuhkan pasokan impor dari luar negeri demi memenuhi kebutuhan pasar aspal di Indonesia.

Berdasarkan Keterangan tersebut Indonesia masih kekurangan 100.000 ton/tahun, oleh karena itu PT XYZ akan memenuhi kebutuhan aspal di Indonesia sebesar 80,000 ton/tahun yang bersumber dari asbuton. Upaya tersebut dilakukan dengan harapan untuk mengurangi impor aspal yang dibutuhkan Indonesia dalam kategori aspal modifikasi.

Surfaktan yang digunakan dalam proses produksi nanoaspal berupa Sorbitan Monooleat (SPAN 80) akan diproduksi secara mandiri dengan bahan baku berupa sorbitol dan asam oleat, sehingga pabrik memiliki dua buah produk yang dapat dijual ke pasaran yakni nanoaspal dan surfaktan. Keduanya dapat diproduksi dengan memanfaatkan bahan baku yang tersedia secara melimpah di Indonesia. Pembangunan pabrik juga didukung oleh fakta bahwa

Indonesia masih mengimpor aspal dan surfaktan dalam beberapa tahun terakhir. Maka dari itu, PT XYZ akan mendirikan perusahaan produksi nanoaspal yang dapat memenuhi kebutuhan masyarakat Indonesia.

2. Deskripsi Proses

2.1 Jenis-Jenis Proses

Produksi nanoaspal dari batuan asbuton dilakukan dengan cara ekstraksi mikroemulsi. Proses ini memanfaatkan pelarut dan surfaktan untuk mengekstraksi kandungan aspal pada batuan asbuton. Surfaktan yang diperlukan pada proses ini dibuat sendiri oleh PT XYZ. Jenis surfaktan yang digunakan ialah sorbitan monooleat. Surfaktan ini akan menentukan perolehan aspal yang terekstraksi. Sementara itu, terdapat beberapa metode produksi sorbitan monooleate, yaitu dengan metode dari International Process Plant (IPP) 2009, stockburger (1981), dan Ellis (2002). Pada setiap metodenya, didapatkan keunggulan yang berbeda-beda, dapat dilihat dari tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 1 Perbandingan Proses dalam Pembuatan Surfactant

PROSES	KELEBIHAN	KEKURANGAN	SUMBER
IPP	Reaksi atmosferik	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Temperatur tinggi mencapai 235^oC ➤ Memerlukan bleaching agent 	IPP. 2009. <i>Sorbitan Esters Plant</i> . www.ippe.com
Stockburger	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Temperatur yang digunakan lebih rendah ➤ Produk yang dihasilkan memiliki warna yang lebih baik 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tekanan vakum ➤ Memerlukan banyak bleaching agent ➤ Waktu reaksi yang Panjang dimana terdapat dua tahapan yaitu pembuatan anhydro sorbitol, lalu pembuatan sorbitan monooleate 	Stockburger. 1981. <i>Process for Preparing Sorbitan Esters</i> . United States Patent
Ellis	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Temperatur lebih rendah ➤ Reaksi atmosferik ➤ Produk yang dihasilkan memiliki warna yang baik 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Waktu Reaksi yang lama membutuhkan waktu 5 jam ➤ Jumlah katalis yang digunakan lebih banyak 	Ellis, Et al. 2002. <i>Manufactured of Fatty Acid Esters of Sorbitan as Surfaktan</i> . United States Patent

Sumber:

Berdasarkan uraian tersebut, PT XYZ akan memproduksi *nanoasphalt* dengan surfaktan sorbitan monooleat. Metode pembuatan surfaktan yang dipilih ialah metode IPP karena reaksi esterifikasi terjadi pada tekanan atmosferik, memiliki temperatur yang rendah dan memerlukan *decolorizing carbon* maupun *bleaching agent*.

2.2 Konsep Proses

Proses pembuatan nanoaspal dari asbuton dilakukan menggunakan metode ekstraksi mikroemulsi dengan bantuan pelarut dan surfaktan. Pelarut yang digunakan ialah solar dan surfaktan yang digunakan yaitu sorbitan monooleat. Pada PT XYZ, proses produksi dimulai dengan pembuatan surfaktan dan dilanjutkan dengan ekstraksi nanoaspal.

Proses pembuatan surfaktan sorbitan monooleat dilakukan pada sebuah Continuous Stirrer Tank Reactor (CSTR) dengan temperatur 370°C dan tekanan 3.6 atm. Proses pembuatan sorbitan monooleat ini merupakan reaksi esterifikasi yang menggunakan katalis asam basa yaitu NaOH dan H₃PO₄. Pertama, serbuk sorbitol, asam oleat berfasa liquid dan carbon black dipreparasi dan dipanaskan pada temperatur 235°C dan tekanan 3.6 atm pada *Pre-Reactor*. Campuran sorbitol, asam oleat dan carbon black dipompakan kedalam reaktor R-001 dan untuk membantu proses reaksi dimasukkan katalis yaitu H₃PO₄ dan NaOH. Reaksi yang terjadi dalam R-001 ialah sebagai berikut.

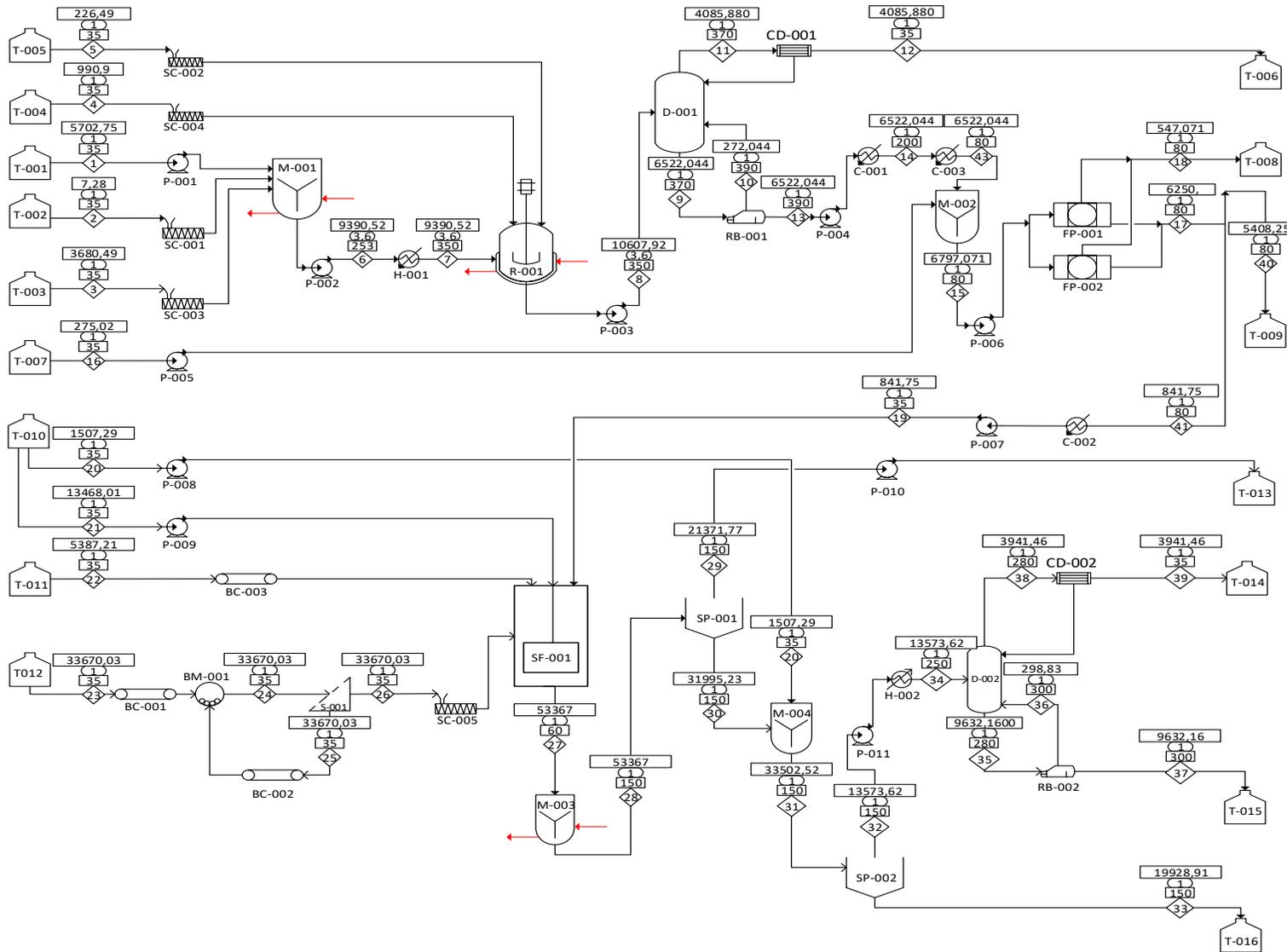


Hasil reaksi yang berfasa cair diantaranya produk sorbitan monooleat, reaktan yang tidak bereaksi yaitu sorbitol dan asam oleat serta katalis NaOH dan H₃PO₄, kemudian Air dari hasil reaksi, lalu dipompakan oleh P-003 menuju ke kolom distilasi D-001 untuk dipisahkan.

Pada proses pembuatan nanoaspal emulsi, dilakukan pengecilan ukuran aspal buton dengan menggunakan ball mill hingga 200 μm . Kemudian batuan tersebut dimasukkan ke dalam sonifier untuk dicampurkan dengan solar, crumb rubber, dan surfaktan agar dihasilkan produk berupa nanoaspal.

Hasil proses sonifikasi pada SF-001 yang berupa *slurry* kemudian dialirkan ke mixer M-002 untuk proses homogenisasi. Pada mixer, terjadi pemanasan terhadap hasil ekstraksi hingga temperatur 150°C dimana aditif karet mengalami pelelehan sehingga tercampur lebih homogen dengan hasil ekstraksi. Hasil ekstraksi kemudian dipompa menuju separator clarifier untuk didiamkan selama beberapa waktu hingga terbentuk dua lapisan. Lapisan atas merupakan nanoaspal yang terbentuk sedangkan lapisan bawah ialah residu dari batuan asbuton. Produk nanoaspal atau lapisan atas didinginkan oleh *cooler* hingga temperatur 35°C dan disimpan di dalam tangki penyimpanan. Sementara itu, lapisan bawah yaitu residu batuan asbuton masih mengandung aspal dan mineral yang cukup banyak sehingga dilakukan pencucian satu tahap dengan menggunakan solar. Lapisan atas yang diperoleh dari proses ekstraksi dan pencucian kemudian dipisahkan dengan pelarut solar dengan menggunakan alat distilasi sehingga nanoaspal yang dihasilkan memiliki kualitas yang lebih baik.

Pra-Rancangan Pabrik Nanoaspal dari Asbuton Kapasitas 80.000 Ton/Tahun



KETERANGAN					
1	BC-001	Belt Conveyor 1	30	P-011	Pump 11
2	BC-002	Belt Conveyor 2	31	R-001	CSTR Reactor 1
3	BC-003	Belt Conveyor 3	32	RB-001	Reboiler 1
4	BM-001	Ball Mill 1	33	RB-002	Reboiler 2
5	C-001	Cooler 1	34	S-001	Screening 1
6	C-002	Cooler 2	35	SC-001	Screw Conveyor 1
7	C-003	Cooler 3	36	SC-002	Screw Conveyor 2
8	CD-001	Condenser 1	37	SC-003	Screw Conveyor 3
9	CD-002	Condenser 2	38	SC-004	Screw Conveyor 4
10	D-001	Distillation Cloum 1	39	SC-005	Screw Conveyor 5
11	D-002	Distillation Cloum 2	40	SF-001	Sonifier
12	FP-001	Filterpress 1	41	SP-001	Sparator Clarifier 1
13	FP-002	Filterpress 2	42	SP-002	Sparator Clarifier 2
14	H-001	Heater 1	43	T-001	Oleic Acid Tank
15	H-002	Heater 2	44	T-002	Carbon Black Silo
16	M-001	Mixer 1	45	T-003	Sorbitol Tank
17	M-002	Mixer 2	46	T-004	H ₂ PO ₄ Silo
18	M-003	Mixer 3	47	T-005	NaOH Tank
19	M-004	Mixer 4	48	T-006	Sorbito & Catalyst Tank
20	P-001	Pump 1	49	T-007	H ₂ O ₂ Tank
21	P-002	Pump 2	50	T-008	Carbon Black Cake Silo
22	P-003	Pump 3	51	T-009	SPAN 80 Tank
23	P-004	Pump 4	52	T-010	Solar Tank
24	P-005	Pump 5	53	T-011	Crummb Rubber Silo
25	P-006	Pump 6	54	T-012	Asbuton Landfill
26	P-007	Pump 7	55	T-013	Nano Asphalt Silo
27	P-008	Pump 8	56	T-014	Solar Tank
28	P-009	Pump 9	57	T-015	Nano Asphalt Silo
29	P-010	Pump 10	58	T-016	Residue Tank

	INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
	PRODUCTION OF NANO ASPHALT USING SPAN 80 TIM PEMBUAT
1	ISMAL FAKHRI (14-2015-008)
2	GEOVANI AL-FARISYI (14-2015-062)
SUPERVISI	
29 JANUARI 2022	

3. UTILITAS

Unit penyediaan air ini sangat mempengaruhi keberlangsungan seluruh proses produksi khususnya dalam memproduksi steam pada boiler. Bahan baku air diambil dari Sungai Sampolawa yang berlokasi tidak jauh dari *plantsite* milik PT XYZ. Pada PT XYZ, air digunakan sebagai air pendingin pada *heat exchanger* dan air umpan boiler untuk memproduksi steam. Selain digunakan sebagai air proses, air juga dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan non-proses seperti kebersihan, laboratorium dan kebutuhan lain. Berikut ini ialah jumlah kebutuhan air PT XYZ. Berikut table jumlah kebutuhan air dari PT XYZ.

Tabel 2 Jumlah kebutuhan air PT. XYZ

Kebutuhan	Kuantitas (m ³ /jam)
Air Pendingin	3,460
Air Umpan Boiler	3,917
Air Sanitasi	0,2083
Air Hidran	8,5934
Total	8,8017

Air yang digunakan sebesar 8,8017 m³/jam. Pembangkit listrik didapatkan dari tenaga PLN dan juga menggunakan generator sebagai cadangan energi. Adapun kebutuhan steam dan listrik dari unit utilitas pada PT XYZ dapat dilihat pada tabel sebagai berikut.

Tabel 3 Jumlah kebutuhan steam PT. XYZ

Alat	Banyaknya steam (Kg/Jam)	$\frac{\dot{m}_{\text{steam}}}{\text{Jam}}$ ($\frac{\text{m}^3}{\text{Jam}}$)
M-001	22041,44065	22,0414406
M-003	3013,416682	3,01341668
R-001	49412,95256	49,4129526
H-001	2148,662027	2,14866203
H-002	435,5712264	0,43557123
RB-001	1223,072141	1,22307214
RB-002	72,63731514	0,07263732
Total	78347,7526	78,3477526

Tabel 4 Total Kebutuhan Listrik PT.XYZ

No	Kebutuhan	Kebutuhan Listrik (kWh)
1	Peralatan Elektronik	60
2	Penerangan	9475,2000
3	Alat-alat Proses	968,8469
TOTAL		10504,0469

4. Analisis Ekonomi

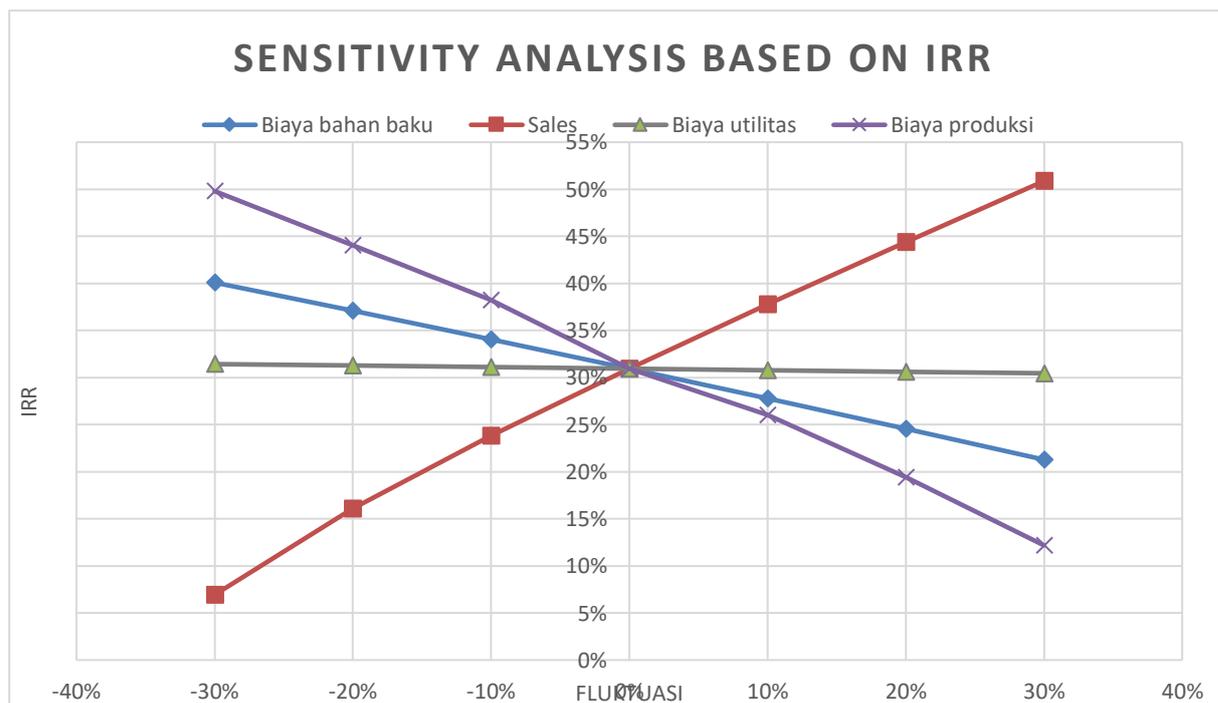
4.1 Feasibility Analysis

Analisis ekonomi pabrik menentukan apakah suatu pabrik layak didirikan atau tidak. PT XYZ layak untuk didirikan. Hal ini dikarenakan pabrik ini memiliki hasil analisis ekonomi sebagai berikut :

1. ROI (38,90%) > MARR (14%)
2. PP (2,37 tahun) < PP_{acceptable} (4,95 tahun)
3. IRR (44,8%) > Suku Bunga (10%)
4. PV \$ 104.818.722,3 > 0 diakhir umur pabrik
5. BEP (30%)

4.2 Sensitivity analysis

Sensitivity analysis bertujuan untuk mengetahui tingkat sensitifitas kelayakan pabrik terhadap perubahan-perubahan faktor yang menjadi pertimbangan dalam analisis ekonomi. Faktor-faktor tersebut meliputi penjualan, biaya produksi, bahan baku, dan utilitas. Berikut *spider web curve* yang menunjukkan *sensitivity analysis* dari PT XYZ.



Gambar 1 Spider Web (NPV terhadap Variasi Fluktuasi)

Sensitifitas pabrik PT. XYZ yang diperoleh menunjukkan, apabila nilai penjualan (sales) mengalami penurunan, maka pabrik akan mengalami kerugian. Pada PT. XYZ sensitifitas terhadap utilitas dan juga *raw* material tidak sensitif terhadap perubahan kenaikan harga *raw* material dan juga harga untuk utilitas, hal tersebut menjelaskan bahwa pabrik ini memiliki tingkat sensitifitas yang rendah. Jadi, dapat disimpulkan bahwa pabrik ini layak untuk didirikan terlihat dari nilai-nilai yang sudah di jelaskan di atas. Dengan berdirinya pabrik PT. XYZ ini tentu akan memberikan dampak yang baik dan menguntungkan bagi Indonesia karena dapat mengurangi kebutuhan impor aspal dan surfaktan, menambah lapangan pekerjaan, meningkatkan kesejahteraan masyarakat sekitar dan juga meningkatkan devisa Negara dengan mempunyai peluang ekspor ke luar negeri.

5. Kesimpulan

Perancangan Pabrik pembuatan Nanoaspal dari Batuan Asbuton dengan Kapasitas Produksi 80.000 ton/tahun akan berdiri di pulau Buton, Sulawesi Tenggara. Surfaktan yang akan diproduksi sebesar 50.000 ton/tahun. Surfaktan yang digunakan berupa sorbitan monooleat dengan bahan baku Sorbitol dan Asam Oleat. Manajemen perusahaan akan didirikan dalam bentuk Perseroan Terbatas (PT). Dari analisa ekonomi didapati nilai ROI sebesar 38,90%, PP 2,37 tahun, IRR (44,8%) dan BEP sebesar 30% Sehingga pabrik ini layak didirikan dan dapat diteruskan ke tahap perancangan pabrik alumina.

DAFTAR PUSTAKA

- Ellis, Et al. 2002. *Manufactured of Fatty Acid Esters of Sorbitan as Surfaktan*. United States Patent.
- Ezzat Hellal, dkk.2016."Evaluation of Asphalt Binders Modified with Nanoclay and Nanosilica".University Cairo. Egypt
- Hermadi, Madi. 2019. *Renstra Loka Litbang Asbuton 2015-2019*. Puslitbang Jalan dan Jembatan : Sulawesi Tenggara.
- IPP. *Sorbitan Esters Plant*. www.ippe.com
- Martwan, Riza. 2016. *Modul Ekonomi Proses*. Bandung: Teknik Kimia Institut Teknologi Nasional.
- Nasution, Idris Muhammad. 2011. *Pembuatan Sorbitan Monooleat dari Sorbitol dan Asam Oleat dengan Kapasitas 20.000 Ton/Tahun*. Universitas Sumatera Utara : Medan.
- Stockburger. 1981. *Process for Preparing Sorbitan Esters*. United States Patent
- Sarwono Djoko,dkk.2018." Karakteristik ekstral asbuton menggunakan peremaja solar yang dimodifikasi dengan aspal penetrasi 60/70 (Semarbut aspal tipe 4).USM:Surakarta