

Produksi Ester Metil Sulfonat dari Ester Metil : 2. Evaluasi Ekonomi dan Analisa Sensitifitas

Ariesti Haryu Lestari, Aisyah Ardy, Lisa Legawati, Hari Rionaldo, Zulfansyah

Laboratorium Pengendalian dan Perancangan Proses

Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau

Kampus Binawidya Jl. HR Subrantas Km 12,5 Sp.Baru Pekanbaru 28293

zulfansyah@unri.ac.id

Abstract

In view of environmental contamination caused by raw materials based on the petroleum, numerous studies have been conducted on alternative processes to obtain substitute raw materials from renewable resources. MES is kind of surfactant that based on crude palm oil. The production of these surfactant use methyl ester as downstream product of CPO. Methyl ester sulfonates can produce by using oleum- H_2SO_4 or SO_3 . After reviewing the use of both of the processes, the sulphonation process by using sulfur trioxide is the best one. Gas behavior, economical feasibility, production capacity, and the mode of process that apply for MES production being an magnificent reason for the chosen of sulfur trioxide. A promising prospect of this industry by theory will make sure in this paper using economical feasibilities. The calculation of economical feasibilities shown that the value of ROI (before tax) 44,42%, ROI (after tax) 28,88%, PBP 2,46 years. The sensitivity analysis also deserve to see the effect of the factor that influence the economical viability, and provide more information for the optimization of MES production.

Keyword: Economical Feasibilities, MES, Sensitivity Analysis, Sulphonation.

1 Pendahuluan

Surfaktan berbasis petroleum memiliki banyak dampak negatif terhadap lingkungan. Sehingga dibutuhkan alternatif bahan baku penggunaan surfaktan tidak merusak alam. Penggunaan bahan baku berbasis biomassa adalah salah satu alternatif yang telah dikembangkan saat ini karena lebih mudah terdegradasi. Kelapa, kedelai, dan minyak sayur adalah beberapa contoh tumbuhan yang biasa digunakan sebagai pengganti bahan petroleum. Namun, kebutuhan sebagai sumber pangan membuat pemakaiannya pada bahan baku industri menjadi terbatas sehingga berharga relatif tinggi.

Pemilihan bahan pengganti petroleum didasarkan pada adanya ikatan rangkap dan gugus hidroksil pada suatu bahan (Hidayati dkk., 2008). Salah satu bahan yang paling tepat digunakan sebagai bahan baku surfaktan adalah minyak sawit atau lebih dikenal dengan *crude palm oil* (CPO), karena tersusun atas asam palmitat dan asam oleat. Selain itu, CPO juga mengandung antioksidan dan karoten sehingga memiliki kestabilan oksidatif (Martinez dkk., 2010). Ester metil sulfonat (EMS) merupakan surfaktan yang terbentuk dari reaksi metil ester berbasis CPO dengan senyawa sulfat dan sulfit. Surfaktan ini termasuk surfaktan jenis anionik, yaitu surfaktan yang bermuatan negatif gugus hidrofiliknya (Hidayati dkk., 2008).

Ester metil sulfonat memiliki banyak kelebihan dibanding produk berbahan baku petroleum seperti *fatty acid sulfates* (FAS), *alkyl benzene sulfonates* (LAS), dan *alkyl sulfates* (AS). Kelebihan-kelebihan tersebut yaitu MES dapat terserap dengan baik dalam air, memiliki kelarutan yang tinggi dibandingkan LAS, tidak terpengaruh oleh kesadahan air, kemampuan deterjensi yang lebih baik dibandingkan LAS dan AS pada bahan *cotton* dan *polyester*, dan lebih mudah terdegradasi secara alami di alam (Martinez dkk., 2010). Banyaknya kelebihan yang dimiliki EMS serta semakin terbatasnya ketersediaan minyak bumi membuat pendirian industri ini semakin prospektif untuk didirikan. Maka untuk mengetahui seberapa besar potensi ekonomi dari pendirian pabrik EMS perlu dilakukan analisa ekonomi dan analisa sensitivitas.

2 Metodologi

2.1 Proses Pembuatan EMS

EMS dapat diproduksi dengan menggunakan gas SO_3 dan Oleum- H_2SO_4 . Pada penggunaannya dalam proses produksi, kedua reaktan ini memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Berdasarkan Othmer (1999), jika ditinjau dari penanganan gas berbahaya danantisipasi reaksi eksotermis, ternyata produksi EMS dengan menggunakan SO_3 lebih baik daripada penggunaan oleum- H_2SO_4 sebagai reaktan. Karena produksi EMS menggunakan SO_3 lebih memenuhi

standar secara heuristik dibanding penggunaan oleum- H_2SO_4 .

Proses produksi EMS terdiri dari empat tahap, yaitu sulfonasi, *bleaching*, netralisasi, dan *drying*. Sulfonasi diawali dengan mereaksikan sulfur trioksida dengan metil ester dalam reaktor *falling film*. Gas SO_3 masuk ke dalam reaktor dengan konsentrasi 7% volum pada temperatur $42^{\circ}C$, sedangkan suhu inlet untuk ME antara $40^{\circ} - 56^{\circ}C$. Laju alir massa reaktan dikontrol sehingga rasio mol antara SO_3 dan ME berada pada rentang dari 1.15 - 1.25. Pemilihan rasio mol tergantung pada selektifitas ME pada reaksi samping dan pembentukan produk samping. Termasuk oksidasi gugus alkil oleh SO_3 , sulfonasi beberapa hasil olefin, pembentukan *methyl sulfuric acid* dan hidrolisis ester membentuk *disalt*.

Methyl Ester Sulfonic Acid (MESA) yang terbentuk selama proses sulfonasi pada reaktor *falling film* dialirkan kedalam *digester*. Setelah MESA diolah di *digester*, selanjutnya dicampurkan dengan metanol (30-35% wt) dan 50% hidrogen peroksida di dalam *bleacher*. Proses *bleaching* dilakukan selama 1-1.5 jam. Waktu *bleaching* sangat mempengaruhi warna produk yang dihasilkan. Semakin lama waktu *bleaching* yang dilakukan maka akan semakin cerah warna yang dihasilkan, proses *bleaching* dapat terus berlangsung selama hidrogen peroksida belum habis dikonsumsi. Metanol berlebih sangat efektif untuk menekan produksi *disalt* dan secara signifikan menurunkan viskositas campuran.

MESA yang telah mengalami proses *bleaching* dinetralisasi dengan penambahan 50% NaOH. MESA yang telah dinetralisasi akan menghasilkan MES dalam bentuk pasta. MES dikeringkan menggunakan *dryer* untuk memisahkan air dan metanol yang tersisa. Proses pengeringan berlangsung pada temperatur $145^{\circ}C$ dan beroperasi pada kondisi vakum dengan tekanan 120 - 200 torr. Tahap terakhir pada produksi MES adalah menyiapkan komposisi akhir produk MES dalam bentuk *liquid*, *semi-solid bar* atau *solid granule*, dengan menggunakan teknologi yang tepat.

2.2 Analisa Ekonomi dan Analisa Sensitivitas EMS

Analisa ekonomi meliputi perhitungan *Total Capital Investment* (TCI), *Total Production Cost* (TPC), dan analisa profitabilitas. *Total Capital Investment* diperoleh dari penjumlahan antara *Fixed Capital Investment* dan *Work Capital Investment*. *Fixed Capital Cost* (FCI) adalah biaya investasi untuk peralatan dan fasilitas pendukung lainnya. FCI dikelompokkan atas *direct cost* dan *indirect cost*. *Direct cost* merupakan semua biaya yang berkaitan dengan instalasi alat, sistem listrik, perpipaan, dan penambahan fasilitas gedung. Sedangkan *indirect cost* merupakan biaya yang meliputi *contingency*, upah kontraktor, biaya konstruksi, dan biaya pengurusan surat izin.

Penjumlahan antara *Manufacturing Cost* dan *General expenses* disebut dengan *Total Production Cost*.

Biaya yang berkaitan dengan bahan baku, utilitas, perbaikan alat, laboratorium, *patent* dan *royalty* termasuk dalam *manufacturing cost*. Sedangkan biaya yang berkaitan dengan administrasi, distribusi pasar, penelitian dan pengembangan termasuk dalam *general expenses*.

Ada tujuh metode yang digunakan pada perhitungan nilai TCI, diantaranya *Detailed-Item Estimate*, *Unit Cost Estimate*, *Percentage of Delivered-Equipment Cost*, *Lang Factors for Approximation of Capital Investment*, *Capacity Ratio*, dan *Investment Cost per Unit of Capacity*. Pemilihan metode didasarkan pada informasi yang tersedia, akurasi perhitungan yang diinginkan dan keperluan analisa ekonomi. Perhitungan TPC lebih didasarkan pada rentang persentasi parameter yang telah ditentukan.

Perhitungan tentang tingkat keuntungan pendirian dan pengoperasian pabrik disebut dengan analisa profitabilitas. Metode perhitungan analisa profitabilitas dapat dilakukan dengan menggunakan dua metode, yaitu metode yang tidak memperhitungkan nilai uang terhadap waktu dan metode memperhitungkan nilai uang terhadap waktu. Evaluasi dari metode pertama dapat dilihat dari nilai *Return on Investment* (ROI), *Payback Period* (PBP), dan *Net Return*. Penggunaan metode ini didasarkan pada perhitungan depresiasi metode *straightline*. Metode ini biasa digunakan jika depresiasi dianggap tidak memiliki pengaruh besar pada perhitungan analisa ekonomi. Sedangkan evaluasi untuk metode kedua dapat dilihat dari nilai *Net Present Worth* (NPW) dan *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFRR).

Kelayakan nilai ROI didasarkan pada perbandingan dengan m_{ar} (*minimum acceptable rate of return*). Nilai m_{ar} dibedakan atas jenis produk serta teknologi proses pabrik yang akan didirikan. Rincian nilai m_{ar} dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai m_{ar} yang disarankan

Deskripsi Investasi	Level Resiko	Minimum m_{ar}
Basis: pabrik yang telah ada.	Aman	4-8
Kapasitas baru	Rendah	8-16
Produk baru, atau teknologi proses baru	Sedang	16-24
Produk baru atau Proses dengan aplikasi baru	Tinggi	24-32
Semua baru, R&D tinggi	Sangat Tinggi	32-48+

Sumber: Peter dkk.,2003

PBP merupakan waktu yang dibutuhkan untuk mengembalikan *fixed capital investment*. Kelayakan nilai PBP dilihat dari perbandingan dengan perhitungan PBP referensi dapat dihitung dengan m_{ar} dengan

menggunakan persamaan PBP_{ref} . Nilai PBP dapat diterima jika kecil atau sama dengan hasil perhitungan PBP referensi.

$$PBP_{ref} = \frac{0,85}{m_{ar} + 0,85/N}$$

Analisa sensitivitas merupakan cara untuk mengetahui pengaruh perubahan berbagai faktor ekonomi terhadap tingkat profitabilitas. Faktor-faktor tersebut meliputi harga bahan baku, harga produk, kapasitas produksi serta inflasi mata uang. Berdasarkan hasil analisa sensitivitas dapat diketahui faktor yang paling berpengaruh terhadap tingkat keuntungan pendirian pabrik. Sehingga kemungkinan resiko kerugian dalam pendirian dan pengoperasian pabrik dapat dipredikasi lebih awal dan dicegah.

3 Hasil dan Pembahasan

Analisa ekonomi dari pabrik Ester Metil Sulfonat dimulai dengan mengetahui spesifikasi peralatan dan jumlah kebutuhan bahan baku. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan *purchased cost* untuk peralatan pabrik sekitar 120 milyar rupiah. Pada analisa pabrik EMS ini, kapasitas produksi pabrik EMS direncanakan yaitu 30.000 ton/tahun dengan asumsi waktu operasi 330 hari/tahun. Kebutuhan bahan baku dan produk yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kebutuhan bahan baku dan produksi produk pada pabrik EMS

Bahan baku	Kebutuhan (ton/tahun)
H ₂ O ₂	1954
Metil Ester	28188
Sulfur	6777
Metanol	5102
Natrium Hidroksida	6121
Produk	Produksi (ton/tahun)
Asam Sulfat	7673
Na ₂ SO ₃	376
MES	30

Hasil perhitungan analisa ekonomi yang meliputi *Total Capital Investment* (TCI) dan *Total Production Cost* (TPC) dari pabrik ester metil sulfonat dapat dilihat pada Tabel 3.

Estimasi *Total Capital Investment* (TCI) sangat dipengaruhi oleh kapasitas pabrik yang akan didirikan, semakin besar kapasitas pabrik maka investasi untuk peralatan akan semakin besar pula. Pada artikel ini metode yang digunakan untuk menghitung TCI adalah *Delivered Equipment Ratio Factor* (DERF). Metode tersebut dipilih karena biasa digunakan pada perhitungan

studi kasus prarancangan pabrik. Tipe proses yang dipilih adalah *solid liquid processing*, karena bahan baku yang digunakan pada proses produksi berfasa padat dan cair. Perhitungan dengan metode (DERF) menggunakan persentase pada setiap detail parameternya, sehingga kalkulasi dapat diselesaikan hanya dengan melakukan perkalian antara harga *purchased cost* dengan masing-masing persentase parameter yang telah ditentukan. Hasil perhitungan TCI adalah sekitar 600 milyar rupiah.

Perhitungan *Total Product Cost* (TPC) dilakukan dengan menjumlahkan *manufacturing cost* dan *general expenses*. Hasil perhitungan diperoleh dari perkalian antara *Fixed Capital investment* (FCI) dengan rincian data pada masing-masing parameter dalam bentuk rentang persentase. Hasil perhitungan TPC adalah sebesar 508 milyar rupiah.

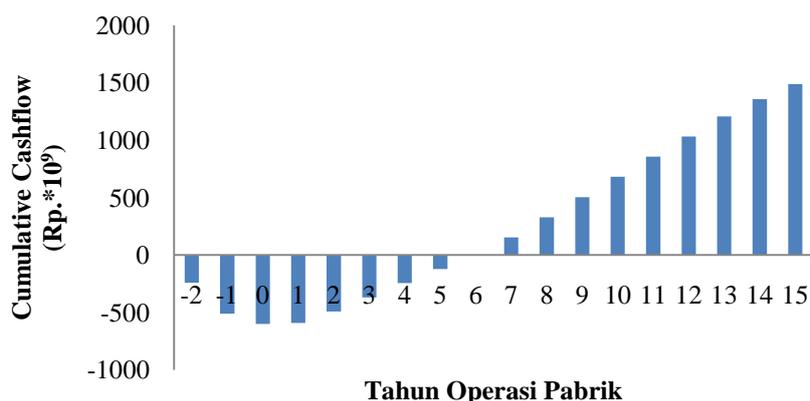
Konstruksi pabrik EMS berlangsung selama dua tahun dengan estimasi analisa ekonomi pabrik selama lima belas tahun. Pabrik dibangun dengan investasi dari pemegang saham sebesar 60% dan modal pinjaman bank 40%. Bunga bank bernilai 15% dan pajak sebesar 35%. Data-data tersebut digunakan sebagai asumsi pada perhitungan *cashflow*.

Dari grafik *cashflow* terlihat hubungan antara tahun operasi dan estimasi analisa ekonomi pabrik terhadap nilai *cumulative cashflow*. Pada grafik terlihat bahwa selama dua tahun masa konstruksi pabrik, nilai *cumulative cashflow* bernilai negatif. *Cumulatif cashflow* mulai bernilai positif pada tahun kelima pendirian pabrik. Hal tersebut menyatakan bahwa selama dua tahun pendirian pabrik hingga tahun keempat pabrik beroperasi belum ada keuntungan yang diperoleh.

keuntungan bersih mulai diperoleh pada tahun operasi keenam dan terus mengalami peningkatan tiap tahunnya. Keadaan ini menunjukkan bahwa pendirian pabrik EMS prospektif secara ekonomi karena tidak dibutuhkan waktu lama untuk menghasilkan keuntungan bersih.

Tabel 3. Perhitungan Analisa Ekonomi Pabrik EMS

Parameter	Hasil Perhitungan (juta rupiah)
Total Direct Plant Cost	359,661
Total Indirect Plant Cost	150,057
Fixed Capital Investment	509,718
Working Capital Investment	89,950
Total Capital Investment	599,669
Manufacturing Cost	172,781
General Expenses	335,398
Depreciation	509,718
Total Production Cost	508,179



Gambar 1. Grafik Cashflow Pabrik EMS

Metode yang digunakan pada perhitungan analisa profitabilitas meliputi ROI, PBP, NPW dan DCFRR. Data hasil perhitungan analisa profitabilitas ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Analisa Profitabilitas

Parameter	Hasil Perhitungan
ROI (Before tax)	44,42%
ROI (After tax)	28,88%
PBP	2,46 tahun
NPW	Rp 428 milyar
DCFRR	17,5%

Dari hasil perhitungan analisa profitabilitas didapat nilai ROI sebesar 28,88%. Pabrik EMS ini termasuk dalam jenis pabrik dengan produk baru atau teknologi proses baru, dengan m_{ar} range 16-24. Nilai ROI pada Tabel 4 menunjukkan hasil perhitungan sudah melebihi $range$ minimum m_{ar} , yang berarti laju pengembalian modal sudah melebihi batas minimal. Nilai PBP yang didapat dari hasil perhitungan profitabilitas yaitu 2,46. Angka tersebut berarti investasi dalam pendirian pabrik dapat dikembalikan dalam jangka waktu dua tahun enam bulan. ROI menggambarkan laju pengembalian modal setiap tahunnya dalam bentuk persen, sedangkan PBP

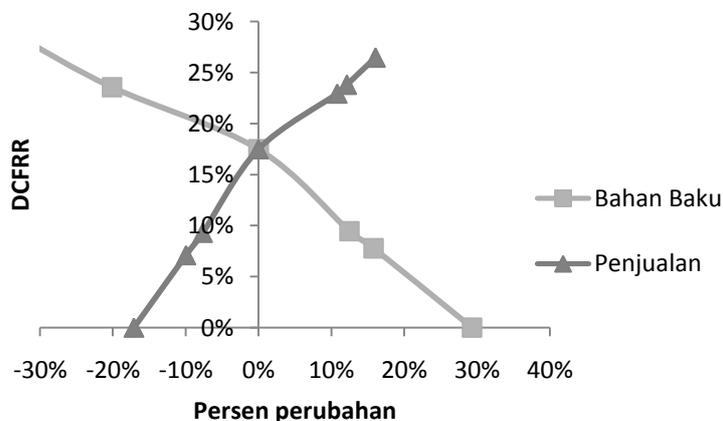
menggambarkan lamanya pengembalian modal setelah pabrik beroperasi.

Penentuan kelayakan nilai PBP yang dimiliki oleh pabrik EMS dilihat dari nilai PBP referensi berdasarkan nilai m_{ar} . Dari hasil perhitungan didapat nilai PBP referensi sebesar 2,86 tahun. Nilai PBP yang didapat untuk pabrik EMS lebih besar dari pada PBP referensi, sehingga dapat diartikan bahwa pada pabrik EMS nilai PBP yang dihasilkan dapat diterima dan digunakan sebagai salah satu parameter profitabilitas.

Untuk mengetahui pengaruh masing-masing faktor utama terhadap analisa ekonomi dapat dilihat dari analisa sensitivitas. Pada Gambar 2 dapat dilihat pengaruh harga bahan baku dan harga jual produk terhadap DCFRR.

Kenaikan harga CPO sebagai bahan baku ME meningkat dapat mengakibatkan kenaikan harga bahan baku pabrik EMS. Fluktuasi harga CPO dalam beberapa tahun terakhir menunjukkan perubahan-perubahan yang signifikan. Harga CPO pernah melonjak naik hingga 15,80% dan turun hingga -46,76% dari harga rata-ratanya. Sedangkan data harga penjualan EMS belum tidak terlalu fluktuatif.

Berdasarkan hasil analisa sensitivitas dapat diketahui harga impas tidak untung atau rugi yang disebut harga break even. Nilai break even untuk bahan



Gambar 2. Grafik Analisa Sensitivitas Pabrik EMS

baku terjadi apabila harga bahan meningkat sebesar 29,3%. Sedangkan nilai break even untuk harga penjualan terjadi apabila harga produk menurun sebesar 17,1%. Dari data tersebut dapat diketahui bahwa penurunan harga produk lebih sensitif terhadap profitabilitas jika dibandingkan peningkatan harga bahan baku.

4 Kesimpulan

Pendirian pabrik EMS dengan menggunakan proses sulfonasi memiliki potensi ekonomi untuk dikembangkan. Analisa profitabilitas menunjukkan nilai ROI (after tax) 28,88%, dan PBP 2,46 tahun. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa pendirian pabrik EMS akan sangat menguntungkan. Sedangkan dari analisa dapat diketahui perubahan harga produk akan lebih besar pengaruhnya terhadap tingkat keuntungan dari pada faktor ekonomi lainnya.

Daftar Pustaka

- Hidayati, SI., Permadi, P. 2008. Optimasi Proses Sulfonasi untuk Memproduksi Metil Ester Sulfonat dari Minyak Sawit Kasar. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II*. Universitas Lampung: Bandar Lampung
- Martinez, D., Orozco, G., Rincon, S. 2010. Simulation and Pre-feasability Analysis of the Production Process of α -Methyl Ester Sulfonates. *Bioresource Technology*. vol.101. hal. 8762-8771.
- Othmer, K. 1999. *Encyclopedia of Chemical Technology*. Fourth edition. John Wiley & Sons : New York.
- Peter, MS., Timmerhaus, KD. 2003. *Plant Design and Economic for Chemical Engineers*. Mc Graw Hill: New York.