

# PERHITUNGAN EKONOMI DAN ANALISA SENSITIVITAS PABRIK MINYAK SAWIT DENGAN PROSES KONTINU

Ranti Martin, Anik Pujiati dan 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

*Palm oil mill with continue process is a new technology that more efficient than semi continue process. There is a pretreatment for fresh fruit bunch (FFB) before entering process and sterilizer is combining with stripper. The palm oil mill with continue process have total capital investment about 907,5 billion Rupiah at production capacity 150.000 ton per year. Total production cost is about 712 billion Rupiah per year and after taxes rate of return is 32%. Total capital investment is counted base on the equipment price, and 36% of equipment price is the purchase of sterilizer-stripper and equipment for pretreatment. The price of raw material is the most affected to total production cost, it is about 82,7% of total production cost. For 100% production capacity, the total production cost will equal to total income at increasing of raw material price about 82% and decreasing of product price about 40%. Sensitivity analysis for this process shows that plant capacity, the price of raw material and product are the major factor that can have an effect to economic parameter for palm oil mill with continue process.*

Keywords: *Palm oil, continue sterilizer, Total Capital Investment, Total Production Cost, sensivity analysis*

## 1. Pendahuluan

Kebutuhan minyak sawit di dunia dalam 5 tahun terakhir cenderung terus meningkat hingga 7,15% pertahun [Suryana *et al.* 2006]. Meningkatnya kebutuhan minyak sawit disebabkan oleh pesatnya industri oleokimia yang mulai menggantikan industri yang berbasis petrokimia. Keunggulan utama industri oleokimia dibanding industri petrokimia adalah bahan bakunya yang berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui.

Teknologi untuk memproduksi minyak sawit yang digunakan di Indonesia sampai saat ini masih menggunakan proses semi kontinu. Perolehan minyak yang dihasilkan pada teknologi ini masih rendah, karena penanganan awal terhadap tandan buah segar yang baru datang masih kurang baik. Perkembangan teknologi proses minyak sawit di Indonesia serta perbandingan teknologi proses pengolahan sawit secara semi kontinu dan kontinu telah dipaparkan secara lengkap oleh Pujiati *et al.* [2005]. Proses pengolahan sawit secara semi kontinu menggunakan *sterilizer* yang dioperasikan secara *batch*. Penggunaan *sterilizer* ini dapat mengganggu kelancaran proses produksi *steam* pada *boiler*. Saat berlangsung proses *steaming cycle* pada *sterilizer* dibutuhkan *steam* dalam jumlah yang cukup besar. Sebaliknya jika proses *steaming* telah selesai produksi *steam* terus bertambah dalam *boiler* hingga mencapai kapasitas maksimum, sebagai penanggulangannya *steam* dilepaskan ke udara (*up-set boiler*) dan upaya ini merupakan pemborosan energi. Untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi di pabrik

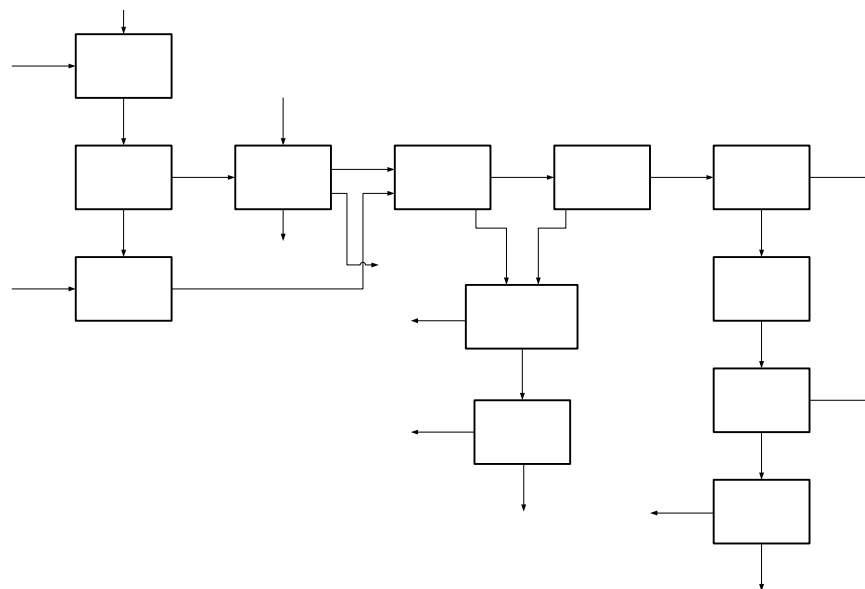
minyak sawit perlu dikembangkan suatu teknologi baru. Salah satunya adalah dengan cara menggabungkan peralatan *sterilizer* dengan *stripper* sehingga proses produksi minyak sawit bisa dilangsungnya secara sinambung (kontinu) [Kooi,1989].

Prarancangan pabrik merupakan tahap awal yang harus dilalui dalam pendirian suatu pabrik. Tahap ini diawali dengan mencari berbagai data dan informasi yang berkaitan dengan pabrik yang akan dibangun. Selanjutnya melakukan perhitungan neraca massa dan neraca energi, kemudian melakukan perhitungan peralatan proses dan peralatan utilitas [Baasel, 1990]. Perhitungan ekonomi merupakan tahap akhir dari prarancangan pabrik. Pada perhitungan ekonomi ini akan diperoleh besar biaya *capital investment* dan biaya produksi. Untuk mengetahui kelayakan ekonomi maka dilakukan analisa ekonomi yang meliputi *after tax rate of return* dan analisa sensitivitas [Peters *et al.*, 2003]. Tulisan ini bertujuan untuk memaparkan kelayakan ekonomi pendirian pabrik minyak sawit berdasarkan hasil prarancangan pabrik minyak sawit dengan proses kontinu yang dilakukan Ranti dan Pujiati [2006].

## 2. Uraian Proses Pengolahan Sawit

Proses konvensional yang selama ini digunakan adalah semi kontinu. Proses ini meliputi persiapan tandan buah segar (TBS), pelumatan, ekstraksi minyak, klarifikasi minyak, pemisahan *sludge* dan pemisahan kernel. Proses persiapan TBS yaitu perebusan dalam *sterilizer* dilakukan secara *batch* dengan menggunakan peralatan proses manual. Dari *sterilizer*, tandan buah yang telah direbus diumpankan ke *stripper* untuk dipisahkan dari tandannya dan kemudian secara kontinu diteruskan ke proses berikutnya [Naibaho, 1998].

Kooi [1989] memberikan gambaran proses pengolahan sawit dengan proses kontinu. Diagram alir proses ini dapat dilihat pada Gambar 1, sedangkan deskripsi singkat prosesnya diuraikan berikut. Pertama, buah yang diterima dari perkebunan dimasukkan ke tempat penerimaan tandan buah segar (TBS). Tandan buah segar diberi *steam* jenuh pada kondisi operasi bersuhu 60–100°C selama 5-60 menit. Pemberian *steam* ini bertujuan untuk melunakkan daging buah sehingga akan lebih mudah diolah pada proses selanjutnya. Kemudian, tandan buah dilewatkan pada *loose fruit separator* untuk memisahkan buah yang terlepas dari tandannya. Buah yang terlepas selanjutnya diangkut *conveyor* ke *loose fruit mill treatment*, sedangkan tandan buah diteruskan ke *sterilizer-stripper*.



Gambar 1. Diagram Alir Proses Pembuatan Minyak Sawit dengan Proses Kontinu [Kooi, 1989]

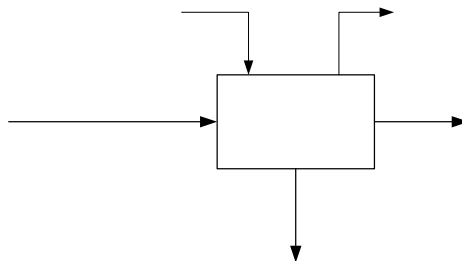
Selama berada di dalam *sterilizer-stripper*, tandan buah diberi *steam* jenuh secara terus menerus selama 20–150 menit pada suhu operasi 60–150°C. Selain menghentikan aktivasi enzim lipase dalam buah sawit, unit *sterilizer-stripper* juga berfungsi melepaskan buah dari tandanya. Buah yang telah lepas dari tandan kemudian diumpungkan ke digester. Digester berupa *vessel* yang dilengkapi *steam jacket* atau menggunakan *live steam injection*, berfungsi untuk melumatkan buah dan memudahkan minyak keluar dari perikarpium buah sawit. Suhu operasi digester berkisar antara 90-150°C dengan waktu tinggal buah di dalam digester selama 20–50 menit. *Virgin oil* yang keluar dari digester dialirkan ke unit klarifikasi minyak, sedangkan *nut* dan perikarpium yang telah dilumat diteruskan ke *screw press*.

*Screw press* merupakan alat untuk mengekstrak minyak dan air agar keluar dari *perikarpium*. Ekstraksi dengan menggunakan *screw press* dilakukan dengan dua tingkatan. Tingkat pertama dilakukan pengepresan pada tekanan rendah, kemudian dilanjutkan pengepresan pada tekanan yang lebih tinggi. Minyak yang diperoleh selanjutnya diolah pada unit klarifikasi dan purifikasi untuk menghilangkan *non oily solid* dari minyak. Terakhir sebelum memasuki tangki penyimpanan, minyak dikeringkan pada *oil drying* yang berfungsi untuk mengurangi kadar air dalam minyak.

*Nut* dan *fiber* yang merupakan ampas dari unit pengempaan (*screw press*) kemudian diolah pada unit kernel. *Nut* dan *fiber* dipisahkan pada *nut & fiber separator*, dan *nut* selanjutnya dipecah untuk memisahkan kernel dan cangkang menggunakan *nut cracker*. Untuk memperoleh kernel yang berkualitas baik, sebelum disimpan kernel harus dipisahkan dari cangkangnya dengan menggunakan alat *kernel & shell separator*.

### 3. Perhitungan Ekonomi dan Analisa Sensitivitas

Perhitungan ekonomi yang dilakukan meliputi penentuan *Total Capital Investment* (TCI), *Total Production Cost* (TPC) dan selanjutnya dilakukan analisa keuntungan. Berdasarkan hasil perhitungan neraca massa dan energi, kebutuhan bahan baku, bahan lain yang digunakan, serta produk yang dihasilkan pada prarancangan pabrik minyak sawit dengan proses kontinu secara sederhana disajikan pada Gambar 2. Penentuan spesifikasi peralatan proses dan pendukungnya diperoleh berdasarkan hasil perhitungan neraca massa dan energi, dan total harga peralatan diperoleh dari penjumlahan harga semua peralatan berdasarkan spesifikasi yang diperoleh.



Gambar 2. Neraca Massa dan Kebutuhan *steam* Total Pabrik Minyak Sawit dengan Proses Kontinu [Ranti dan Pujiati, 2006]

Total harga peralatan yang diperoleh merupakan harga peralatan di tempat pembuatannya, sehingga dibutuhkan biaya tambahan untuk pengiriman dan pajak hingga peralatan sampai ke lokasi pabrik. Biaya yang dibutuhkan untuk pembelian peralatan hingga ke lokasi pabrik diperkirakan dengan menggunakan faktor *Lang*. Nilai faktor *Lang* untuk pabrik minyak sawit ini adalah 4,3 [Peters, et al., 2003].

*Fixed capital cost* merupakan penjumlahan *production fixed-capital investment* (*direct cost*) dengan *nonproduction fixed-capital investment* (*indirect cost*) [Peters et al., 1993]. *Fixed capital cost* menunjukkan dana yang diperlukan untuk penginstalan peralatan proses dengan semua komponen pelengkapannya agar proses dapat berlangsung dengan baik. Biaya untuk

persiapan lahan, perpipaan, instrumentasi, isolasi, utilitas, bangunan, dan fasilitas pendukung lainnya merupakan bagian dari *offsite cost*. *Offsite cost* biasanya akan berkisar antara 20-50% dari biaya total proyek [Branan, 1998]. Biaya pembelian peralatan dan *offsite cost* dimasukkan dalam *direct cost*.

Satu jalan untuk memperoleh estimasi awal yang lebih baik adalah menambahkan biaya tidak terduga untuk tiap perkiraan. Penambahan biaya tidak terduga ini nantinya akan dapat menutupi kesalahan perkiraan dimasa yang akan datang [Branan, 1998]. Pengeluaran untuk *engineer* dan supervisi, pengeluaran untuk legalisasi, pengeluaran konstruksi, upah kontraktor dan biaya tidak terduga merupakan bagian dari *indirect cost* [Peters et al., 1993]. *Working capital* merupakan biaya yang diinvestasikan untuk produksi selama 1 bulan, antara lain persediaan bahan baku, gaji dan pajak. *Working capital investment* diperkirakan 15% dari *capital investment cost* [Peters et al., 2003].

*Capital investment cost* merupakan hasil penjumlahan *Fixed capital cost* dengan *working capital*. Perhitungan *capital investment cost* dilakukan berdasarkan pada total harga peralatan [Peters et al., 2003]. Hasil perhitungan *capital investment cost* untuk pabrik minyak sawit dengan proses kontinu pada kapasitas produksi 150.000 ton minyak sawit per tahun ditampilkan pada Tabel 1.

**Tabel 1. Perhitungan *Capital Investment* pada Pabrik Minyak Sawit dengan Proses Kontinu**

|  | % terhadap peralatan | Jumlah (Milyar Rp) |
|--|----------------------|--------------------|
| <b>Peralatan</b>                             |                      |                    |
| Unit Penerimaan buah & perebusan             | 34%                  | 51,92              |
| Unit pelumatan dan pengempaan                | 18%                  | 27,26              |
| Unit pemurnian minyak                        | 26%                  | 40,49              |
| Unit kernel                                  | 22%                  | 33,33              |
| Total harga peralatan (E)                    |                      | 153,01             |
| <b><i>Direct Cost</i></b>                    |                      |                    |
| Pembelian peralatan                          | 100%E                | 153,01             |
| Instalasi peralatan                          | 39%E                 | 84,16              |
| Instrumentasi dan kontrol                    | 26%E                 | 39,78              |
| Perpipaan                                    | 31%E                 | 61,20              |
| Sistem listrik                               | 10%E                 | 15,30              |
| Bangunan                                     | 29%E                 | 61,20              |
| <i>Yard Improvement</i>                      | 12%E                 | 30,60              |
| <i>Service Facilities</i>                    | 55%E                 | 107,11             |
| Tanah  | 8%E                  | 12,24              |
| Total <i>Direct Cost</i>                     |                      | 564,61             |
| <b><i>Indirect Cost</i></b>                  |                      |                    |
| <i>Engineering &amp; supervision</i>         | 32%E                 | 45,90              |
| <i>Construction expenses</i>                 | 34%E                 | 52,02              |
| <i>Legal expenses</i>                        | 4%E                  | 23,20              |
| <i>Contractor's fee</i>                      | 19%E                 | 29,07              |
| Biaya tidak terduga                          | 37%E                 | 56,61              |
| Total <i>Indirect Cost</i>                   |                      | 206,81             |
| <i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>        |                      | 771,43             |
| <i>Working Capital (WC) = 15% FCI</i>        |                      | 136,13             |
| <b>Total <i>Capital Investment (TCI)</i></b> |                      | <b>907,56</b>      |

*Total production cost* meliputi biaya operasi pabrik setiap harinya, biasanya terbagi atas tiga kategori, yaitu: *direct production cost*, *indirect production cost* (atau *fixed production cost*) dan *general expenses* [Zhang et al., 2003]. *Direct production cost* meliputi biaya bahan baku, upah operator, upah supervisor dan tata usaha, utilitas (termasuk pembuangan limbah), pemeliharaan dan perbaikan, *operating supplies*, pengeluaran laboratorium, dan biaya untuk *patent* dan *royalty*. Perhitungan biaya bahan baku dan bahan pendukung proses lainnya berdasarkan pada harga dan laju alir penggunaan. Upah operator diperoleh dari kebutuhan

operator untuk berbagai peralatan proses. Pengeluaran lainnya, seperti upah supervisor dan tata usaha, pengeluaran pemeliharaan dan perbaikan, serta pengeluaran *operating supplies* dihitung secara individual dengan menggunakan faktor pengali tertentu. [Peters *et al.*, 1993].

*Indirect production cost* meliputi *overhead, packing*, penyimpanan, pajak lokal, asuransi dan depresiasi. Semua biaya ini tidak dipengaruhi oleh laju produksi. Untuk biaya *general expenses* meliputi biaya administrasi, biaya distribusi dan penjualan serta biaya untuk penelitian dan pengembangan. [Peters *et al.*, 1993]. Hasil perhitungan *total production cost* untuk pabrik minyak sawit dengan proses kontinu pada kapasitas produksi 150.000 ton minyak sawit per tahun ditampilkan pada Tabel 2 berikut;

**Tabel 2. Perhitungan Total Production Cost pada Pabrik Minyak Sawit dengan Proses Kontinu**

|  | Jumlah (Milyar Rp) |
|--|--------------------|
| <b>Direct production cost</b>  |                    |
| Bahan baku, Tandan buah segar  | 554,58             |
| <i>operating labor</i>   | 3,66               |
| <i>supervisory and clerical labor, 15% operating labor</i>                               | 0,55               |
| Perbaikan dan pemeliharaan, 2% harga alat  | 3,23               |
| <i>Operating supplies, 15% Perbaikan % pemeliharaan</i>                                  | 0,48               |
| Pengeluaran laboratorium, 10% <i>operating labor</i>                                     | 0,37               |
| <i>Patents &amp; royalty, 3% total production cost</i>                                   | 21,36              |
| <b>Total direct production cost</b>  | <b>584,22</b>      |
| <b>Indirect Production Cost</b>  |                    |
| <i>Overhead, packing and storage, 60% (operating labor + supervision + pemeliharaan)</i> | 4,46               |
| pajak lokal, 1% FCI  | 8,15               |
| Asuransi, 0,5% FCI   | 4,07               |
| <b>Total indirect production cost</b>  | <b>16,68</b>       |
| Depresiasi, 10% FCI  | 81,46              |
| <b>General expenses</b>  |                    |
| Biaya administrasi, 25% <i>overhead</i>  | 1,12               |
| Biaya distribusi dan penjualan, 10% <i>Total production cost</i>                         | 14,24              |
| Penelitian & pengembangan, 5% <i>Total production cost</i>                               | 14,24              |
| <b>Total general expenses</b>  | <b>29,59</b>       |
| <b>TPC</b>   | <b>711,95</b>      |

Analisa keuntungan awal yang dilakukan dalam pendirian suatu pabrik dinyatakan dalam *after tax rate of return*, merupakan persentasi keuntungan yang diperoleh setelah pajak relatif terhadap *total capital investment* [Peters *et al.*, 2003]. Keuntungan setelah pajak (*net annual profit after taxes*) sama dengan *income after taxes* ( $A_{IT}$ ) atau *net annual profit* ( $A_{NP}$ ) dikurangi dengan pajak [Zhang *et al.*, 2003]. *Break-event price* merupakan harga produk yang harus dijual agar sama dengan biaya yang dikeluarkan untuk memproduksi produk tersebut. Hasil analisa keuntungan yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3. Hasil Perhitungan Analisa Keuntungan pada Pabrik Minyak Sawit dengan Proses Kontinu**

| <b>Analisa Keuntungan</b>  |          |
|--|----------|
| Penjualan minyak sawit, Milyar rupiah  | 1.132,80 |
| Penjualan kernel, Milyar Rupiah  | 29,03    |
| <i>Net annual profit</i> (TPC – Penjualan produk), Milyar Rupiah                         | 449,88   |
| <i>after tax rate of return</i>  | 32%      |
| <i>Break-event price</i> , (Biaya produksi / kapasitas produksi), rupiah/kg minyak sawit | 4.746    |

*Performance* ekonomi suatu pabrik, seperti *fixed capital cost*, *total production cost* dan *break-event price of product* dapat ditentukan apabila faktor penting diketahui, seperti kapasitas pabrik, teknologi proses, biaya bahan baku dan biaya kimia. Bagaimanapun faktor-faktor ini akan mempengaruhi analisa ekonomi bila terjadi perubahan dari perhitungan awal [Zhang *et al.*, 2003]. Analisa sensitivitas memberikan indikasi faktor apa yang paling penting. Selanjutnya *process engineer* dapat memutuskan data apa yang paling dibutuhkan sebagai data kritis sebelum dilakukan tahap perancangan berikutnya. Dari hasil analisa sensitivitas ini juga dapat diperoleh gambaran resiko yang mungkin terjadi sehingga asumsi dapat diperbaiki [Baasel, 1990].

Analisa sensitivitas dilakukan untuk melihat pengaruh yang terjadi jika asumsi suatu faktor diubah [Baasel, 1990]. Analisa sensitivitas yang dilakukan adalah pengaruh penurunan harga jual produk dan kenaikan harga bahan baku terhadap keuntungan yang diperoleh.

#### 4. Hasil dan Pembahasan

Perhitungan dan analisa ekonomi dilakukan pada pabrik minyak sawit dengan proses kontinu dengan kapasitas produksi minyak sawit 150.000 ton per tahun. Hasil perhitungan ekonomi dan analisa sensitivitas disajikan pada Tabel 4 dan Tabel 5.

**Tabel 4. Hasil Perhitungan Ekonomi dan Analisa Ekonomi**

| Parameter                                  | Hasil Perhitungan         |
|--|---------------------------|
| <b>Total Capital Investment (TCI)</b>      |                           |
| Peralatan                                  |                           |
| Unit Penerimaan buah & perebusan           | Rp 51.922.918.650         |
| % FCI                                      | 7%                        |
| Unit pelumatan dan pengempaan              | Rp 27.264.162.845         |
| % FCI                                      | 4%                        |
| Unit pemurnian minyak                      | Rp 40.491.175.794         |
| % FCI                                      | 5%                        |
| Unit kernel                                | Rp 33.333.711.473         |
| % FCI                                      | 4%                        |
| Total peralatan                            | Rp 153.011.968.764        |
| Total Direct Cost                          | Rp 564.614.164.739        |
| % FCI                                      | 73%                       |
| Total Indirect Cost                        | Rp 206.812.937.918        |
| % FCI                                      | 27%                       |
| Fixed Capital Cost (FCI)                   | Rp 771.427.102.658        |
| <b>TCI</b>                                 | <b>Rp 907.561.297.245</b> |
| <b>Total Production Cost (TPC)</b>         |                           |
| Bahan baku                                 | Rp 554.578.791.756        |
| % direct production cost                   | 94.99%                    |
| total direct production cost               | Rp 583.856.482.489        |
| % TPC                                      | 82.67%                    |
| total indirect production cost             | Rp 15.930.362.665         |
| % TPC                                      | 2.26%                     |
| total general expenses                     | Rp 29.340.542.966         |
| % TPC                                      | 4.15%                     |
| Depresiasi                                 | Rp 77.142.710.265         |
| % TPC                                      | 10.92%                    |
| <b>TPC</b>                                 | <b>Rp 706.270.098.387</b> |
| <b>Analisa Keuntungan</b>                  |                           |
| Penjualan minyak sawit                     | Rp1.132.800.000.000       |
| Penjualan kernel                           | Rp 29.031.441.773         |
| Net annual profit (TPC – Penjualan produk) | Rp 455.561.343.386        |
| <i>after tax rate of return</i>            | 32%                       |
| Break-event price, rupiah/kg minyak sawit  | Rp 4.708                  |

Penambahan peralatan *pretreatment* akan menambah biaya pembelian peralatan. *Sterilizer-stripper* merupakan peralatan dengan teknologi baru dan kapasitas besar, sehingga diperkirakan biaya pembelian alat ini cukup besar. Dari hasil perhitungan, diketahui bahwa peralatan pada unit penerimaan dan perebusan merupakan pengeluaran terbesar, yaitu mencapai 36% dari total harga peralatan (7% dari *fixed capital cost*).

Tabel 4 memperlihatkan bahwa *direct manufacturing cost* memiliki persentasi yang paling besar, yaitu 82,67% dari *total production cost*. Bahan baku memiliki persentasi yang cukup besar yaitu 94,99% dari *direct manufacturing cost*. Biaya ini memberikan pengaruh yang cukup besar dalam penentuan *direct manufacturing cost*, mengidentifikasi bahwa biaya bahan baku memiliki pengaruh yang sangat besar pada perhitungan *direct manufacturing cost*. Selain itu diperoleh *After taxes rate of return* sebesar 32%. *After taxes rate of return* yang diperoleh sesuai dengan *minimum acceptable rate of return* (MARR) untuk pabrik dengan produk atau proses baru [Peters *et al.*, 2003]. Melihat hasil perhitungan analisa ekonomi yang dilakukan, maka pabrik minyak sawit dengan proses kontinu ini layak untuk didirikan.

**Tabel 5. Hasil Perhitungan Sensitivitas**

| perubahan harga | kapasitas produksi |                       |
|-----------------|--------------------|-----------------------|
|                 | harga produk turun | Harga bahan baku naik |
| 0.00%           | 21%                | 21%                   |
| 10.00%          | 27%                | 23%                   |
| 20.00%          | 35%                | 26%                   |
| 30.00%          | 53%                | 29%                   |
| 40.00%          |                    | 34%                   |
| 50.00%          |                    | 40%                   |
| 60.00%          |                    | 50%                   |
| 70.00%          |                    | 65%                   |

Analisa sensitivitas yang dilakukan untuk mengukur pengaruh penurunan harga jual produk dan kenaikan harga bahan baku terhadap keuntungan yang diperoleh. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa pabrik akan mengalami kerugian pada penurunan harga produk sebesar 40% pada kapasitas produksi 100%. Sebaliknya, pabrik tidak akan memperoleh keuntungan dan mengalami kerugian (titik impas), jika terjadi penurunan harga jual produk sebesar 39,21% untuk kapasitas produksi yang sama. Selain itu, pabrik yang beroperasi dengan kapasitas 100% masih berada pada titik impasnya jika terjadi kenaikan harga bahan baku sebesar 82,15%, dan mulai mengalami kerugian pada peningkatan harga bahan baku mencapai 90%. Tabel 5 menampilkan kapasitas produksi pabrik yang pengoperasiannya masih berada pada titik impas jika terjadi perubahan harga, baik bahan baku maupun produk. Agar pengoperasian pabrik minyak sawit ini memperoleh keuntungan pada variasi perubahan harga yang terjadi, maka pabrik harus berproduksi di atas kapasitas yang disajikan Tabel 5.

## 5. Kesimpulan

Dari perhitungan kelayakan ekonomi pabrik minyak sawit dengan proses kontinu yang telah dilakukan dapat disimpulkan hal berikut. Pembelian peralatan pada unit penerimaan buah dan perebusan memiliki pengaruh yang paling besar pada total pembelian peralatan. Sebagian besar biaya produksi minyak sawit berasal dari pembelian bahan baku. Untuk itu penghematan pembelian bahan baku merupakan langkah awal yang harus dilakukan untuk mengoptimalkan biaya produksi. Penurunan harga jual produk lebih mempengaruhi keuntungan yang diperoleh dibanding jika terjadi kenaikan harga bahan baku. Analisa sensitivitas yang dilakukan menunjukkan bahwa kapasitas pabrik, harga tandan buah segar, harga minyak sawit dan kernel merupakan faktor utama yang menentukan kelayakan ekonomi pabrik minyak sawit dengan proses kontinu.

## Daftar Pustaka

Baasel, William D., (1990), "*Preliminary Chemical Engineering Plant Design*", Van Nostrand Reinhold, NewYork

- Branan, Carl L., (1998), "*Rule of Thumb for Chemical Engineers*", Gulf Publishing Company, Houston
- Kooi, B.M., (1991), "*Process for Continuous Extraction of Palm Oil or Vegetable Edible Oil*", U.S. Patent No. 5,039,455
- Naibaho, Ponten M., (1998), "Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit", Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Medan
- Peters, M.S., Timmerhaus, K.D., and West, R.E., (2003), "*Plant Design and Economics for Chemical Engineers*", McGraw-Hill chemical engineering series.
- Pujiati, A, Ranti, M dan Zulfansyah, (2005), "*Review Teknologi Proses Pengolahan Minyak Sawit*", Seminar Teknik Kimia-Teknologi Oleo dan Petrokimia Indonesia, Pekanbaru 21 Desember.
- Ranti, M. dan Pujiati, A., (2006), Laporan Kemajuan - "*Prarancangan Pabrik Minyak Sawit dengan proses Kontinu*", Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau (tidak dipublikasikan).
- Suryana, A., Goenadi, D.H., Dradjat, B., Erningpraja, L., dan Hutabarat, B. (2005), "*Prospek dan Arah Pengembangan Agribisnis Kelapa Sawit*", Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Peratanian RI.
- Zhang, Y., Dube, M.A., McLean, D.D., and Kates, M., (2003), "*Biodiesel Production From Waste Coocing Oil: 2. Economic Assessmnet and Sensitivity Analysis*", Bioresours. Technol. 90, 229 – 240