

Peningkatan Kapasitas Produksi Susu Kental Manis
dengan Optimalisasi Peralatan

Harinaldi* dan Suharto Nawa Saputro**

*Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Indonesia

Kampus Baru UI Depok 16424

E-mail : harinald@eng.ui.ac.id

**PT. Frisian Flag Indonesia Jl. Raya ogor Km. 5, Jakarta Timur 13760

E-mail : Snawa@kompas.com

Abstrak

Selisih perhitungan antara kebutuhan pasar dan kemampuan produksi sebesar 4.188.00 kg pada tahun 2003 merupakan alasan untuk peningkatan kapasitas produksi. Beberapa variabel yang menjadi batasan optimalisasi dapat ditinjau secara teknis dan ekonomis. Dengan meningkatkan kapasitas laju produksi dari 6650 Kg/h menjadi 8300 Kg/h, sehingga efisiensi lini produksi dapat ditingkatkan dari 70,34 % menjadi 80, 90 %, maka kekurangan produksi dapat dipenuhi dengan optimalisasi peralatan tanpa adanya penambahan investasi berupa peralatan baru. Tinjauan ekonomi teknik dengan menggunakan metode *Net Present Value* dan *Pay Back Period* dilakukan untuk mempermudah pengambilan keputusan dalam pemilihan alternatif peningkatan kapasitas produksi SKM tahun 2003. Nilai NPV dari penggunaan alat pelarut dengan *agitator* sebesar Rp. 4.417.876,00 menunjukkan bahwa pelarutan dengan cara ini menghasilkan keuntungan yang lebih tinggi daripada pelarutan dengan menggunakan *turbo mixer* yang mempunyai nilai kapital tahun 2003 sebesar Rp. 475.000.000,00.

Kata kunci: Selisih output produksi dengan kebutuhan pasar, optimalisasi peralatan produksi, analisa teknik dan ekonomis.

I. PENDAHULUAN

Tujuan pendirian sebuah perusahaan adalah untuk memperoleh keuntungan maksimal. Namun dalam pencapaian tujuan tersebut terdapat beberapa kendala, dua diantaranya adalah masalah pemenuhan permintaan konsumen dan persaingan dengan perusahaan sejenis yang semakin hari semakin tinggi. Untuk mengatasinya perusahaan harus mampu menjaga kelangsungan proses produksi secara efisien sehingga dapat menghasilkan keuntungan dari seluruh produk yang dihasilkan.

Pada tahun 2003, kebutuhan SKM di pasar adalah sebesar 38.502.000 kg. Dengan kapasitas laju produksi sebesar 6650 kg/h dan kapasitas produksi per tahun sebesar 34.314.000 kg, maka selisih produksi yang mencapai 4.188.000 kg per tahun menjadi pertimbangan utama untuk pengembangan lini produksi. Tingkat efisiensi lini produksi sebesar 70,34 % dengan kapasitas laju produksi sebesar 6650 kg/h harus dapat lebih ditingkatkan agar output produksi dapat mencapai target, yaitu mencukupi kebutuhan pasar.

Kapasitas laju pasteurisasi dari peralatan yang dimiliki oleh perusahaan sebelum tahun 2003 masih jauh dari standar yang dapat dicapai oleh alat pasteurisasi. Demikian juga dengan kapasitas laju pelarutan material guna kepentingan produksi, masih dapat ditingkatkan lagi karena standar dari material yang semakin hari semakin baik. Waktu produksi SKM yang efektif adalah sebesar 120 jam dalam 5 hari kerja dan terbagi dalam 3 shift. Dengan batasan kode produksi menjadi salah satu alternatif untuk memecahkan masalah output produksi.

Dua alternatif yang dapat dipertimbangkan untuk mengatasi masalah tersebut adalah:

Alternatif 1 : Memperbarui peralatan produksi yang digunakan

Alternatif 2 : Mengoptimalkan sarana produksi yang ada pada saat ini sehingga didapatkan kapasitas produksi yang dapat mengimbangi laju kebutuhan produk di pasar.

Tujuan dari kajian yang dilakukan adalah untuk mengetahui kemampuan peningkatan kapasitas produksi dengan sarana produksi yang tersedia, menurunkan biaya produksi dengan memaksimalkan rentang waktu produksi dan juga guna penentuan jenis investasi yang paling baik untuk meningkatkan kapasitas produksi.

II. METODOLOGI

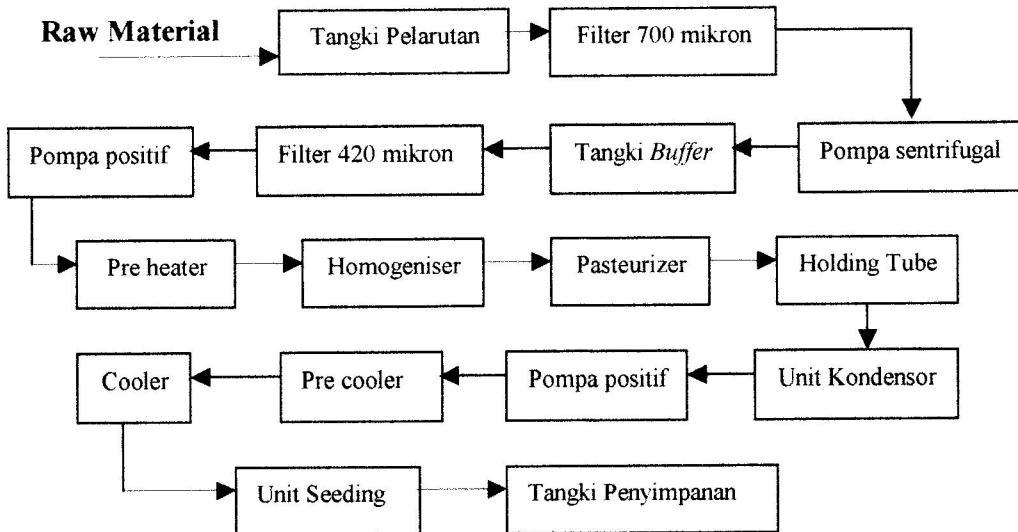
Metodologi yang dipergunakan untuk kajian ini adalah:

- Survai lapangan yang digunakan untuk mendapatkan data mengenai kapasitas terpasang dari desain *lay out* produksi SKM. Dari survai dapat diketahui bahwa kapasitas laju produksi adalah sebesar 6650 kg/h sehingga kapasitas produksi perminggu adalah sebesar 714.875 kg dengan kapasitas laju pelarutan adalah sebesar 6650 kg/h.
- Pengumpulan data mengenai kebutuhan pasar akan produk SKM di Indonesia pada tahun 2003 yang didapatkan dari departemen planning dan logistik.
- Observasi dan percobaan pelarutan guna mendapatkan kapasitas laju pelarutan dari tiap material yang digunakan untuk membuat SKM di departemen *Quality Control*.
- Analisa permasalahan teknis dengan menggunakan metode optimasi produksi
- Analisa permasalahan ekonomis dengan menggunakan metode *NPV* dan *Pay Back Period* guna membandingkan alternatif pemecahan masalah yang akan dipergunakan untuk kepentingan produksi di tahun 2003.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengamatan Produksi SKM

Industri pengolahan susu SKM adalah metode pengolahan susu dengan cara pasteurisasi dan penambahan material isolator yang berupa gula, dalam proses pasteurisasi susu dipanaskan hingga temperatur tertentu dimana bakteri patogen tidak dapat hidup dan berkembang biak. Sedangkan penambahan material isolator dilakukan untuk menghalangi hidup dan berkembangbiaknya beberapa bakteri patogen. Cara ini cukup murah dengan ditemukannya peralatan untuk menghomogenkan larutan susu dengan material isolator. Kendala yang dihadapi adalah masalah waktu pelarutan yang cukup lama per satuan larutan, tergantung dari jumlah dan jenis material yang akan dilarutkan.



Gambar 3.1. Diagram alir proses produksi SKM

Gambar 3.1 dapat dibedakan menjadi 3 bagian, yaitu: unit pelarutan, unit pasteurisasi dan unit penyimpanan. Peralatan produksi SKM di PT X merupakan desain tahun 1969 dengan perhitungan kemampuan produksi yang disesuaikan dengan daya serap pasar Indonesia

terhadap produk SKM pada saat itu, yaitu sebesar 6650 kg/h. Variabel yang dapat mempengaruhi desain ini adalah kapasitas laju pelarutan dan kapasitas laju pasteurisasi. Kapasitas laju pelarutan dipengaruhi oleh jenis dan jumlah material yang dilarutkan serta alat pelarutnya. Sedangkan kapasitas laju pasteurisasi dipengaruhi oleh material SKM dan desain dari peralatan pasteurisasi.

Jumlah SKM yang diproduksi sangat tergantung pada kapasitas tangki pelarut dan tangki penyimpanan. Kode produksi untuk produk SKM didasarkan pada kapasitas tangki penyimpanan (*storage tank*) dan waktu produksi. Kapasitas laju produksi dapat diperhitungkan dengan memperhatikan standar keamanan pangan. Perhitungan output produksi SKM perminggu dapat kita lihat dibawah ini.

$$Q_{prod\ 1969} = Q_{pl\ 1969} = Q_{past\ 1969} = 6650 \text{ kg/h}$$

- *Jam kerja produksi total yang tersedia per minggu:*

$$\begin{aligned} t_{pm} &= \text{Jam kerja sehari} \times \text{jumlah hari kerja seminggu} \\ &= 24 \times 5 = 120 \text{ jam} \end{aligned}$$

- *Waktu persiapan* = t_{siap} = 4.5 jam
- *Waktu CIP (Cleaning in Place) dalam satu minggu* = t_{CIP} = 8 jam
- *Total waktu produksi untuk satu kode produksi:*

$$\begin{aligned} t_{prod\ 1969} &= \frac{V_{tpy}}{Q_{pl\ 1969}} = \frac{V_{tpy}}{Q_{past\ 1969}} = \frac{33.250}{6650} \frac{\text{kg}}{\text{kg/h}} \\ &= 5 \text{ h.} \end{aligned}$$

dimana:
 $t_{prod\ 1969}$ = waktu produksi untuk kapasitas desain tahun 1969
 V_{tpy} = kapasitas tangki penyimpanan
 $Q_{prod\ 1969}$ = kapasitas produksi 1969
 $Q_{pl\ 1969}$ = kapasitas laju pelarutan tahun 1969
 $Q_{past\ 1969}$ = kapasitas laju pasteurisasi tahun 1969

- *Jam kerja efektif yang tersedia dalam satu minggu adalah*
 $t_e = t_{pm} - (t_{siap} + t_{CIP}) = 120 - (4.5 + 8) = 107.5 \text{ jam}$
- *Jumlah output SKM berdasarkan kode produksi :*
 $V_{kode\ 1969} = t_e / t_{prod\ 1969} = 107.5 / 5 = 21.5 \text{ kode}$
- *Output mingguan SKM dalam satuan kilogram*

$$V_{kg\ 1969} = V_{kode\ 1969} \times 33250 \text{ kg} = 21.5 \text{ kode} \times 33250 \text{ kg} = 714.875 \text{ kg.}$$

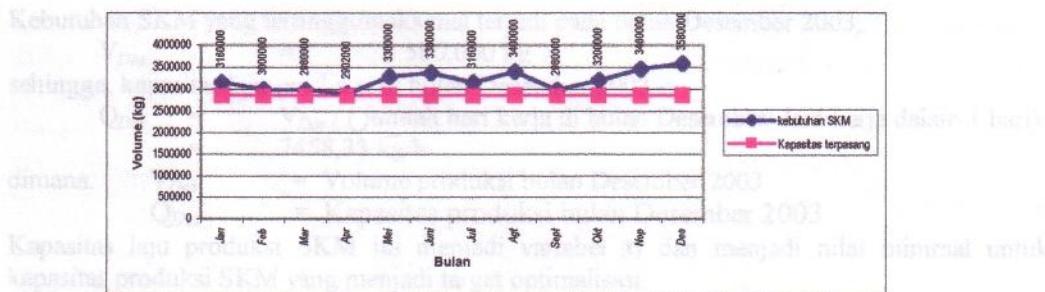
dimana:

t_{pm} = jumlah jam kerja dalam satu minggu
 $t_{persiapan}$ = jumlah jam persiapan produksi
 t_{CIP} = jumlah jam CIP/cleaning
 t_e = jumlah jam produksi tanpa jam persiapan dan CIP
 $V_{kode\ 1969}$ = volume produksi dalam satuan kode
 $V_{kg\ 1969}$ = volume produksi dalam satuan kilogram

Produk SKM memiliki pasar yang relatif lebih besar dibandingkan jenis produk susu yang lain, karena produk ini dikonsumsi oleh sebagian besar golongan masyarakat menengah ke bawah. Selain untuk konsumsi rumah tangga, SKM juga banyak digunakan oleh para pedagang terutama karena harganya yang relatif murah. Kesadaran akan kesehatan juga menjadi faktor pemicu peningkatan permintaan pasar.

Dari gambar 3.2 terlihat bahwa kapasitas produksi terpasang tidak dapat memenuhi permintaan dari konsumen yang cukup tinggi. Jika diperhitungkan dari total kapasitas pertahun, dapat dilihat bahwa dibutuhkan waktu produksi yang cukup panjang untuk dapat memenuhi semua permintaan konsumen tersebut.

- *Output SKM selama 1 tahun ... (V_{output})* = 34.314.000 kg
- *Jumlah SKM sesuai kebutuhan pasar... (V_{pasar})* = 38.502.000 kg
- *Selisih angka kebutuhan dan output produksi... (V_p)* = 4.188.000 kg



Gb. 3.2 Grafik perbandingan kebutuhan pasar vs kapasitas produksi SKM

Untuk melihat efektifitas dalam sumber daya manusia/operator maka kita dapat memperhitungkan beberapa data di bawah ini.

Data produksi tahun 2002

- Hasil Produksi : 33.652.900 kg (1013 kode)
- Total operator : 7 orang
- Jam Kerja : 5760 jam
- Waktu terbaik : 4 jam

sehingga perhitungannya menjadi

$$\clubsuit \text{ Indeks Produktivitas} = \frac{\text{Hasil Produksi}}{\text{Total Operator} \times \text{Jam Kerja}} = 33.652.900 / (7 \times 5760)$$

$$= 834.64 \text{ kg / MH}$$

$$\clubsuit \text{ Efisiensi Lini} = \frac{\text{Waktu terbaik} \times \text{hasil Produksi}}{\text{Jam kerja}} \times 100\% = \frac{4 \times 1013}{5760} \times 100\% = 70,34\%$$

3.2 Analisa Teknis Untuk Peningkatan Kapasitas

3.2.1 Optimalisasi Kapasitas Laju Pelarutan dan Kapasitas Laju Produksi

Dalam proses optimalisasi sistem produksi SKM akan ditentukan fungsi yang akan dimaksimalkan atau diminimalkan (*objective function*); sehingga proses optimalisasi sistem dapat dirumuskan sebagai berikut : $U = U(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) \rightarrow U_{\text{opt}}$ dimana U merupakan fungsi dari variabel lepas sejumlah n pada kondisi $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$, sedangkan U_{opt} merupakan nilai optimum dari U . x merupakan variabel pada disain yang dapat dirubah untuk mencapai disain optimum.

Pembatas (*constraint*) pada sistem produksi ini dapat dibedakan menjadi dua macam:

1. *Equality constraint* dirumuskan : $G_m(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) = 0$;

2. *Inequality constraint* dirumuskan : $H_l(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) \leq C_l$

dimana C adalah konstan atau fungsi yang telah diketahui; m dan l merupakan batasan optimalisasi pada fungsi G dan H yang tergantung pada n variabel disain $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$.

Dari beberapa variabel yang mempengaruhi laju produksi (Q_{prod}), dapat diketahui bahwa ada 2 macam variabel, yaitu

1. Variabel yang masih dapat divariasikan
2. Variabel yang tidak dapat divariasikan

Dengan pertimbangan bahwa masih terdapat variabel produksi yang dapat divariasikan, maka konsep optimalisasi produksi SKM dapat dilaksanakan. Variabel-variabel yang masih dapat divariasikan itu adalah

1. Target Produksi (x_1)
2. Kondisi peralatan produksi
 - a. Daya motor agitator (x_2)
 - b. Laju Pasteurisasi (x_3)
3. Jenis dan spesifikasi material (x_4)
4. Kemampuan Operator (x_5)

Kebutuhan SKM yang tertinggi/maksimal terjadi pada bulan Desember 2003,

$$V_{Des} = 3.580.000 \text{ kg}$$

sehingga, kapasitas laju produksi di bulan Desember 2003 =

$$\begin{aligned} Q_{Des} &= V_{Des} / (\text{jumlah hari kerja di bulan Desember/ Jam kerja dalam 1 hari}) \\ &= 7458,33 \text{ kg/h} \end{aligned}$$

dimana: V_{Des} = Volume produksi bulan Desember 2003

Q_{Des} = Kapasitas produksi bulan Desember 2003

Kapasitas laju produksi SKM ini menjadi variabel x_1 dan menjadi nilai minimal untuk kapasitas produksi SKM yang menjadi target optimalisasi.

$$x_1 \geq 7458,33 \text{ kg/h}$$

Kemampuan motor pemutar agitator dari tangki pelarut dapat menjadi batasan pelarutan

$$x_2 \leq P_{motor \text{ maksimal}}$$

$$x_2 \leq 37 \text{ kW}$$

variabel x_2 merupakan suatu nilai yang masih dapat divariasikan karena tergantung dari besarnya beban yang ditanggung oleh motor agitator.

Kapasitas laju pasteurisasi dipengaruhi oleh kemampuan pasteurisasi untuk mensterilkan bakteri pathogen pada saat produksi. Nilai ini merupakan suatu standar yang didapatkan dengan suatu uji laboratorium tentang kandungan mikrobiologi dari suatu material setelah dilakukan pasteurisasi.

$$x_3 \leq 9000 \text{ kg/h}$$

Kemampuan operator untuk menyerap semua teknologi terbaru guna peningkatan kapasitas produksi menjadi variabel yang juga menentukan dalam perhitungan optimalisasi. Variabel ini bersifat kualitatif dan masih dapat divariasikan sesuai dengan standar kemampuan operator yang dimiliki oleh perusahaan. Nilai maksimum dari variabel ini adalah 1 pada skala

1 = masih dapat ditingkatkan kemampuannya / penggantian operator

0 = tidak dapat ditingkatkan kemampuannya / operator tidak dapat diganti

sehingga, $x_5 \leq 1$

Sedangkan standar yang tak dapat divariasikan adalah standar keamanan produksi pangan di negara Republik Indonesia yang mengacu pada kesehatan dan keselamatan konsumen yang menggunakan suatu produk.

Sehingga, x_6 adalah = 0

Jika

$$Q_{prod1969} = Q_{pl1969} = Q_{past1969} = 6650 \text{ kg/h}$$

dimana, $Q_{prod1969}$ = kapasitas laju produksi desain 1969

Q_{pl1969} = kapasitas laju pelarutan kapasitas produksi 1969

$Q_{past1969}$ = kapasitas laju pasteurisasi kapasitas produksi 1969

Jika dalam 1 kode adalah sebanding dengan kapasitas tangki penyimpanan, maka kita akan mendapatkan waktu produksi dengan perhitungan sebagai berikut

$$\begin{aligned} t_{prod1969} &= \frac{V_{tpy}}{Q_{pl1969}} = \frac{V_{tpy}}{Q_{past1969}} = \frac{33.250 \text{ kg}}{6650 \text{ kg/h}} \\ &= 5 \text{ h.} \end{aligned}$$

dimana, $t_{prod1969}$ = waktu produksi untuk kapasitas desain tahun 1969

V_{tpy} = kapasitas tangki penyimpanan

dan jika jumlah material yang terlarut adalah sebesar 6650 kg, maka

$$t_{pl1969} = \frac{V_{pl1969}}{Q_{pl1969}} = \frac{6650 \text{ kg}}{6650 \text{ kg/h}} = 1 \text{ h}$$

dimana: t_{pl1969} = waktu pelarutan material di dalam tangki pelarut

V_{pl1969} = jumlah material yang dilarutkan di dalam tangki pelarut

Untuk mendapatkan kapasitas produksi guna memenuhi permintaan pasar pada tahun 2003 ($Q_{prod\ 2003}$) maka kita dapat membuat suatu persamaan berdasarkan target produksi yang telah ditetapkan, yaitu: $Q_{prod} \geq 7458.33 \text{ kg/h}$

Dengan mengganti tahun produksi kita dapatkan persamaan

$$Q_{prod\ 2003} = Q_{pl\ 2003} = Q_{past\ 2003} \geq Q_{prod} = 7458.33 \text{ kg/h}$$

dimana: $Q_{prod\ 2003}$ = Kapasitas produksi tahun 2003

$Q_{pl\ 2003}$ = Kapasitas laju pelarutan tahun 2003

$Q_{past\ 2003}$ = Kapasitas laju pasteurisasi tahun 2003

Sehingga, variabel yang menjadi batasan kecepatan laju pelarutan adalah

$$Q_{pl\ 2003} \geq 7458.33 \text{ kg/h}$$

Semua material SKM dilarutkan dalam sebuah tangki pelarut dengan alat pengaduk berupa agitator yang berkapasitas 10 ton (V_{tpl}). Material yang telah terlarut kemudian diproses (pasteurisasi) dan disimpan dalam tangki penyimpanan yang berkapasitas 33.250 kg (V_{tpy})

Dengan membandingkan jumlah material di dalam tangki pada tahun 1969 dengan jumlah material yang mampu ditampung oleh tangki pelarutan maksimal

$$\begin{array}{lcl} V_{pl\ 1969} & \leq & V_{pl\ 2003} & \leq & V_{pl\ maks} \\ 6.650 \text{ kg} & \leq & V_{pl\ 2003} & \leq & 10.000 \text{ kg} \end{array}$$

dimana: $V_{pl\ 1969}$ = Jumlah material yang dilarutkan pada tahun 1969

$V_{pl\ 2003}$ = Jumlah material yang dilarutkan pada tahun 2003

$V_{pl\ maksimal}$ = Kapasitas tangki maksimal

Dengan melihat kapasitas tangki pelarutan dengan kode produksi (kapasitas tangki penyimpanan), maka

$$n_{pl\ 2003} = \frac{V_{tpy}}{V_{tpl}} = \frac{33250 \text{ kg}}{10000 \text{ kg}} = 3,325 \approx 4$$

dimana: V_{tpy} = kapasitas tangki penyimpanan

V_{tpl} = kapasitas tangki pelarutan

$n_{pl\ 2003}$ = frekuensi

Dengan frekuensi pelarutan sebanyak 4 kali maka dapat diperhitungkan material yang dilarutkan yaitu sebesar

$$V_{pl} = \frac{V_{tpy}}{n_{pl\ 2003}} = \frac{33250 \text{ kg}}{4} \approx 8300 \text{ kg}$$

Jika waktu pelarutan material selama 1 jam dipertahankan

$$t_{pl\ 1969} = t_{pl\ 2003} = 1 \text{ h}$$

$$\text{Maka: } Q_{pl\ 2003} = \frac{V_{pl}}{t_{pl\ 2003}} = \frac{8300 \text{ kg}}{1 \text{ h}} = 8300 \text{ kg/h}$$

sehingga, kapasitas laju pelarutan untuk produksi tahun 2003 adalah sebesar 8300 kg/h

jika, $Q_{past\ 2003} = Q_{pl\ 2003} = 8300 \text{ kg/h}$

maka: $Q_{past\ 2003} = Q_{pl\ 2003} = 8300 \text{ kg/h} \leq 9000 \text{ kg/h} \rightarrow \text{dapat dilakukan.}$

Kapasitas produksi SKM per minggu:

$$\text{Volume produksi perkode} = V_{prod\ 2003} = n_{pl\ 2003} \times V_{pl\ 2003} = 4 \times 8300 \text{ kg} = 33.200 \text{ kg}$$

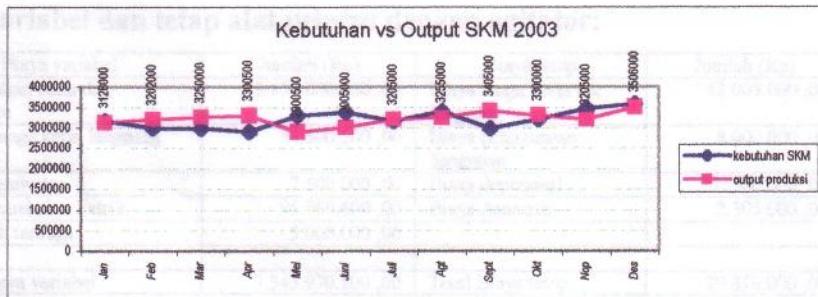
$$\text{Waktu produksi untuk 1 kode} = t_{prod\ 2003} = \frac{V_{tpy}}{Q_{prod\ 2003}} = \frac{V_{tpy}}{Q_{past\ 2003}} = \frac{33.200 \text{ kg}}{8300 \text{ kg/h}} = 4 \text{ h.}$$

$$\clubsuit \quad V_{kode\ 2003} = t_e / t_{prod\ 1969} = 107.5 / 4 = 26,875 \text{ kode}$$

$$\clubsuit \quad V_{kg\ 2003} = V_{kode\ 2003} \times 33200 \text{ kg} = 892.250 \text{ kg.}$$

- *Prosentase kenaikan produksi perminggu:*

$$(892250 \text{ kg} - 714875 \text{ kg}) / 714875 \text{ kg} \times 100 \% = 24.81 \%$$



Gb. 3.3 Kebutuhan vs Output SKM Kapasitas laju pelarutan 8300 kg/h

Untuk melihat efektifitas dalam sumber daya manusia/operator maka kita dapat memperhitungkan beberapa data di bawah ini.

Contoh ini mengacu pada produksi di tahun 2003

- Hasil Produksi : 38.662.000 kg (1165 kode)
- Total operator : 7 orang
- Jam Kerja : 5760 jam
- Waktu terbaik : 4 jam

sehingga perhitungannya menjadi

$$\clubsuit \text{ Indeks Produktivitas} = \frac{\text{Hasil Produksi}}{\text{Total Operator} \times \text{Jam Kerja}} = 38.662.000 / (7 \times 5760) \\ = 958,88 \text{ kg / MH}$$

$$\clubsuit \text{ Efisiensi Lini} = \frac{\text{Waktu terbaik} \times \text{hasil Produksi}}{\text{Jam kerja}} \times 100\% \\ = \frac{4 \times 1165}{5760} \times 100\% = 80,90\%$$

3.2.2 Optimalisasi Kapasitas Laju Pelarutan Dengan Penggantian Alat Pelarut

Salah satu alternatif untuk meningkatkan kapasitas produksi SKM pada tahun 2003 adalah dengan penambahan investasi. Investasi yang dipilih adalah penambahan kapasitas laju pelarutan dengan alat *Turbo Mixer*. Alat ini merupakan peralatan untuk melarutkan material SKM yang berkapasitas 8000 kg/h.

Sehingga: $Q_{past\ 2003} = Q_{pl\ 2003} = 8000 \text{ kg/h} \leq 9000 \text{ kg/h} \rightarrow \text{dapat dilakukan.}$

Kapasitas produksi SKM per minggu:

$$\text{Volume produksi perkode} = V_{prod\ 2003} = n_{pl\ 2003} \times V_{pl\ 2003} = 4 \times 8000 \text{ kg} = 32.000 \text{ kg}$$

$$\text{Waktu produksi untuk 1 kode} = t_{prod\ 2003} = \frac{V_{tpy}}{Q_{pl\ 2003}} = \frac{V_{tpy}}{Q_{past\ 2003}} = \frac{32000}{8300} \frac{\text{kg}}{\text{kg/h}} = 4 \text{ h.}$$

$$\clubsuit V_{kode2003} = t_e / t_{prod1969} = 107,5 / 4 = 26,875 \text{ kode} \\ \clubsuit V_{kg2003} = V_{kode2003} \times 33200 \text{ kg} = 860.000 \text{ kg.}$$

- *Prosentase kenaikan produksi perminggu:*

$$(860.000 \text{ kg} - 714875 \text{ kg}) / 714875 \text{ kg} \times 100\% = 20,30\%$$

3.3 Analisa Ekonomis Untuk Peningkatan Kapasitas

3.3.1 Perhitungan Biaya Variabel dan Biaya Tetap

Apabila keseluruhan biaya operasional dari peralatan tersebut dikalkulasikan maka akan didapat tabel sebagai berikut

Biaya variabel dan tetap alat pelarut dengan agitator:

Biaya variabel	Jumlah (Rp)	Biaya tetap	Jumlah (Rp)
Biaya bahan baku dan pembantu	3.150.000.000 ,00	Biaya tiga kerja tak langsung	12.005.000 ,00
Biaya tenaga kerja langsung	84.500.500 ,00	Biaya penggunaan bangunan	8.000.000 ,00
Biaya Perawatan	7.500.000 ,00	Biaya depreciasi	7.500.000 ,00
Biaya pemakaian listrik	96.969.600 ,00	Biaya Asuransi	2.305.000 ,00
Biaya tak terduga	5.000.000 ,00		
Total Biaya variabel	3.343.970.100 ,00	Total Biaya tetap	29.810.000 ,00

Biaya variabel dan tetap alat pelarut dengan turbo mixer:

Biaya variabel	Jumlah (Rp)	Biaya tetap	Jumlah (Rp)
Biaya bahan baku dan pembantu	3.036.145.000 ,00	Biaya tiga kerja tak langsung	12.005.000 ,00
Biaya tenaga kerja langsung	84.500.500 ,00	Biaya penggunaan bangunan	8.000.000 ,00
Biaya Perawatan	23.500.000 ,00	Biaya depreciasi	39.500.000 ,00
Biaya pemakaian listrik	144.144.600 ,00	Biaya Asuransi	9.125.000 ,00
Biaya tak terduga	23.500.000 ,00		
Total Biaya variabel	3.311.790.100 ,00	Total Biaya tetap	68.630.000 ,00

Biaya listrik = Daya motor x jam kerja setahun x harga listrik per kWh

Biaya _{agitator} = Rp. 96.969.600 ,00

Biaya _{turbo mixer} = Rp 144.144.600 ,00

Sedangkan, depresiasi = (Harga investasi – Nilai sisa) / Umur ekonomis

Mesin	Agitator	Turbo mixer
Harga Mesin	120.000.000	475.000.000
Umur Ekonomis	10	10
Nilai sisa	45.000.000	80.000.000
Depresiasi / tahun	7.500.000	39.500.000

3.3.2 Perhitungan kas masuk bersih (*Proceeds*)

Mesin	EAT	Depresiasi	Proceeds
Pelarut dengan agitator	793.353.930 ,00	7.500.000 ,00	800.853.930 ,00
Pelarut dengan turbo mixer	674.850.930 ,00	39.500.000 ,00	714.350.930 ,00

dimana

	Pelarut agitator	Pelarut turbo mixer
HP	4.500.000.000 ,00	4.337.350.000 ,00
BV	3.343.970.100 ,00	3.311.790.100 ,00
BT	29.810.000 ,00	68.630.000 ,00
EBT	1.126.219.900	956.929.900 ,00

Dan

	Pelarut Agitator	Pelarut Turbo Mixer
EBT	1.126.219.900 ,00	956.929.900 ,00
10 %	2.500.000 ,00	2.500.000 ,00
15 %	7.500.000 ,00	7.500.000 ,00
30 % x (EBT – 50 juta)	322.865.970 ,00	272.078.970 ,00
Total Pajak	332.865.970 ,00	282.078.970 ,00
EAT	793.353.930 ,00	674.850.930 ,00

3.3.3 Perhitungan Net Present Value (NPV)

Analisa NPV dipergunakan untuk membandingkan penghasilan yang didapatkan oleh kedua alternatif dengan memperhitungkan penghasilan sepanjang umur ekonomis mesin yang akan dinilai besarnya untuk waktu sekarang dimana tingkat bunga yang berlaku adalah sebesar 12% pertahun.

Perhitungan Net Present Value mempergunakan rumus

$$\text{NPV} = \text{PV Keuntungan} - \text{PV Investasi}$$

♣ NPV pelarut dengan agitator:

$$\begin{aligned} \text{NPV} &= \text{PV Keuntungan} - \text{PV Investasi} \\ &= \text{Rp. } 4.523.383.167,50 - \text{Rp. } 105.510.000,00 \\ &= \text{Rp. } 4.417.873.166,50 \end{aligned}$$

♣ NPV pelarut dengan turbo mixer:

$$\begin{aligned} \text{NPV} &= \text{PV Keuntungan} - \text{PV Investasi} \\ &= \text{Rp. } 4.034.796.923,00 - \text{Rp. } 449.240.000,00 \\ &= \text{Rp. } 3.585.556.923,00 \end{aligned}$$

3.3.4 Perhitungan Pay Back Periode (PP)

Investasi	Rp. 120.000.000,00
Proceeds tahun ke-1	Rp. 800.853.930,00
Investasi - Proceeds (agitator)	Rp. 680.853.930,00

$$\begin{aligned} \text{Maka PP}_{\text{agitator}} \text{ tahun ke-1} &= (680.853.930 / 800.853.930) \times 12 \text{ bulan} \\ &= 10,20 \text{ bulan} = 10 \text{ bulan } 10 \text{ hari.} \end{aligned}$$

Investasi	Rp. 475.000.000,00
Proceeds tahun ke-1	Rp. 714.350.930,00
Investasi - Proceeds (turbo mixer)	Rp. 239.350.930,00

$$\begin{aligned} \text{Maka PP}_{\text{turbomixer}} \text{ tahun ke-1} &= (239.350.930 / 714.350.930) \times 12 \text{ bulan} \\ &= 4,02 \text{ bulan} = 4 \text{ bulan } 1 \text{ hari} \end{aligned}$$

Jika mengacu pada waktu pengembalian investasi, maka pelarutan dengan turbo mixer akan memberikan hasil yang lebih baik. Tetapi apabila kita mengacu pada nilai peralatan pada saat ini, pelarut dengan agitator akan memberikan hasil yang lebih maksimal karena nilainya lebih tinggi daripada pelarut dengan turbo mixer.

IV. KESIMPULAN

Optimalisasi peralatan menjadi solusi yang harus dipilih dibandingkan dengan penambahan investasi (pembelian turbio mixer), sebab

1. Optimalisasi peralatan menghasilkan nilai kapasitas produksi yang lebih tinggi (892.250 kg/minggu) daripada penambahan investasi dengan menggunakan turbo mixer (860.000 kg/minggu). Peningkatan kapasitas yang dapat dicapai adalah sebesar 24,81 %, dibandingkan dengan menggunakan turbo mixer yaitu hanya sebesar 20,30 %.
2. Efisiensi Lini sebesar 70,34% dapat ditingkatkan menjadi 80,90 %.
3. *Net Present Value* dengan menggunakan alat pelarutan yang berupa agitator bernilai lebih tinggi daripada NPV pelarutan dengan menggunakan turbo mixer (penambahan investasi) yaitu sebesar Rp. 4.417.873.166,00.
4. Lini produksi tidak akan terganggu dengan adanya kontruksi pemasangan peralatan baru.

DAFTAR PUSTAKA

- ♣ Gosta Bylund, M.Sc. 1995, *Dairy Processing Hand Book*, Tetra Pak Processing System AB, Sweden
- ♣ Dr. Bernhard von Bockelmann, *Long Life Product*, Tetra Pak Processing System AB, Sweden
- ♣ Pujawa, I Nyoman, 1999, *Ekonomi teknik Edisi I*, PT Guna Widya, Indonesia
- ♣ E. Paul DeGarmo, William G. Sullivan, James A Bontadelli, *Ekonomi Teknik jilid 1*, PT Prenhalindo, Jakarta, Indonesia
- ♣ E. Paul DeGarmo, William G. Sullivan, James A Bontadelli, *Ekonomi Teknik jilid 2*, PT Prenhalindo, Jakarta, Indonesia
- ♣ Jogesh Jaluria, *Design and Optimization of Thermal Systems*, McGraw-Hill, Singapore