

Strategi Produksi untuk Meningkatkan Keuntungan dengan Metode Pemrograman Linier (Studi Kasus di UKM Sharon Plastic)

Sandra Widjaja¹, Kartika Suhada², Rainisa Maini Heryanto³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha
Jl. Prof. drg. Surya Sumantri M.P.H. No. 65, Bandung 40164

Email: sandrawidjamei98@gmail.com, kartika.suhada@eng.maranatha.edu, rainisa.mh@eng.maranatha.edu

ABSTRAK

Banyaknya produk yang berbahan baku plastik membuat bisnis plastik semakin berkembang pesat dan menjanjikan keuntungan yang besar. Strategi yang tepat dibutuhkan agar keuntungan yang diperoleh dapat maksimal. Sharon Plastic adalah sebuah Usaha Kecil Menengah (UKM) yang bergerak di bidang produksi alat-alat plastik. Adapun produk yang dihasilkan adalah gulungan benang, keran catok, kaki ranjang, dan mainan berbentuk terompet. Masalah yang dihadapi adalah sebagian besar permintaan gulungan tidak terpenuhi sehingga keuntungan yang diperoleh tidak maksimal karena kurang tepatnya strategi produksi saat ini, dimana perusahaan hanya menerapkan 1 *shift* waktu kerja reguler.

Dalam penelitian ini, diusulkan 2 alternatif strategi produksi, yaitu menerapkan waktu kerja reguler dan lembur dengan tambahan 1 mesin baru sebagai strategi 1 dan menerapkan 2 *shift* waktu kerja reguler dengan investasi 1 cetakan gulungan benang baru sebagai strategi 2. Kedua alternatif strategi usulan tersebut diformulasikan sebagai permasalahan pemrograman linier dengan tujuan meminimasi total biaya. Berdasarkan pengolahan data, strategi saat ini menghasilkan total biaya rata-rata sebesar Rp. 93.979.065,-/tahun. Sementara strategi yang diusulkan adalah strategi 2 dengan total biaya terkecil yaitu rata-rata sebesar Rp. 222.477.751,-/tahun dan *payback period* alat investasi sebesar 4 bulan. Dengan menerapkan strategi 2, seluruh permintaan gulungan benang terpenuhi dan terjadi peningkatan keuntungan rata-rata sebesar Rp 67.960.212,-/tahun atau 141%.

Kata Kunci: minimasi biaya, pemrograman linier, *payback period*, peningkatan keuntungan, strategi produksi

ABSTRACT

The number of products made from plastic make business of plastic grows rapidly and promises big profits. Right strategy is needed so that profits obtained could be maximized. Sharon Plastic is a Small and Medium Enterprise (SME) which is engaged in plastic products. The products are yarn spools, vise taps, footbeds, and trumpet-shaped toys. Problem faced by the company is most of spools demand didn't met so that profit obtained is not maximized due to inaccuracy of current production strategy, where company implements only 1 shift of regular work time.

In this research, two alternative production strategies are proposed, namely implementing regular and overtime work time with extra 1 machine as first strategy and implementing 2 shifts of regular work time with a new yarn molding as second strategy. Both strategies are formulated as linear programming problems with aim of minimizing total cost. Based on data calculation, current production strategy costs on average IDR 93.979.065,- /year. Meanwhile, second strategy gives the lowest cost on average IDR 222.477.751,- /year and four-month payback period of the investment. By implementing second strategy, all demand for yarn spools could be met with profit increase on average IDR 67.960.212,- /year or 141%.

Keywords: cost minimization, linear programming, *payback period*, production strategy, profit increase

Pendahuluan

Saat ini pemakaian dan pengolahan plastik semakin berkembang, ditandai dengan banyaknya barang berbahan baku plastik. Plastik merupakan suatu polimer yang memiliki sifat-sifat tertentu, seperti fleksibel, tidak mudah rusak, dapat diwarnai

dengan beraneka warna, serta memiliki harga yang relatif murah [1]. Pengolahan plastik tidak terbatas hanya untuk industri besar, namun juga industri kecil seperti Usaha Kecil Menengah (UKM) [2]. Tahapan proses produksi plastik terjadi dalam mesin *injection molding* yaitu suatu proses repetitif untuk membuat produk plastik, dimana biji plastik yang dilelehkan

akan diinjeksi ke dalam cetakan pada tekanan tertentu hingga plastik menjadi padat [3].

Sharon Plastic adalah sebuah Usaha Kecil Menengah (UKM) yang bergerak di bidang produksi alat-alat plastik. Ada 2 kategori produk plastik yang diproduksi, yaitu produk kontinu dan produk khusus. Produk kontinu adalah produk dengan permintaan yang cenderung stabil dan diproduksi secara massal (*mass production*). Produk kontinu tersebut adalah gulungan benang yang terdiri dari 3 macam bentuk yang berbeda. Sementara produk khusus adalah produk yang tidak dapat diprediksi pola permintaannya dan hanya diproduksi ketika ada permintaan. Ada 3 produk khusus yang diproduksi, yaitu keran catok, kaki ranjang, dan mainan berbentuk terompet.

Permasalahan yang dihadapi perusahaan adalah sebagian besar permintaan gulungan benang tidak terpenuhi karena kurang tepatnya strategi produksi yang diterapkan saat ini, yaitu hanya menerapkan waktu produksi reguler selama 9 jam/hari dengan menggunakan 1 buah mesin. Oleh karena itu, diusulkan beberapa strategi produksi yang dapat diterapkan agar permintaan gulungan benang dapat dipenuhi dengan biaya yang murah.

Strategi produksi diusulkan merupakan bagian dari perencanaan agregat. Perencanaan agregat merupakan proses mengembangkan, menganalisis, dan mempertahankan suatu kegiatan operasi untuk menentukan sumber daya yang diperlukan dan biaya yang dikeluarkan selama periode perencanaan (biasanya 3 hingga 18 bulan). Perencanaan agregat bertujuan untuk menyesuaikan nilai pasokan dan permintaan dengan biaya yang seminimum mungkin [4]. Terdapat biaya utama yang berkaitan dengan perencanaan agregat, yaitu biaya perekrutan (*hiring*), biaya pemberhentian (*firing*), biaya lembur (*overtime*) dan menganggur (*undertime*), biaya persediaan (*inventory*) dan kekurangan (*shortage*), dan biaya subkontrak [5].

Metode Penelitian

Data waktu proses yang digunakan dalam penelitian ini terlebih dahulu diuji keseragaman dan kecukupan data. Pengujian keseragaman data bertujuan untuk menilai apakah waktu penyelesaian yang dihasilkan dari sebuah sistem berada dalam batas kewajaran atau tidak, sedangkan pengujian kecukupan data dilakukan untuk mengetahui minimal jumlah data pengamatan yang diperlukan dalam penelitian [6].

Melalui penelitian ini diusulkan 2 alternatif strategi produksi yang masing-masing akan menghasilkan rencana produksi. Perencanaan produksi adalah pernyataan dari kecepatan produksi yang direncanakan dan dinyatakan dalam satuan agregat. Rencana produksi dinyatakan secara singkat

dalam bentuk *family* atau kelompok produk [7]. Metode yang digunakan untuk memecahkan masalah perusahaan adalah pemrograman linier untuk masing-masing alternatif strategi produksi usulan, dimana tujuan dari pemrograman linier tersebut adalah minimasi biaya. Pemrograman linier merupakan sebuah teknik matematika yang dirancang untuk membantu para manajer operasi dalam merencanakan dan membuat keputusan terkait pengalokasian sumber daya serta mendapatkan solusi terbaik dari keterbatasan sumber daya yang ada [8]. Masalah pemrograman linier sendiri dapat dipecahkan dengan metode grafis dan simpleks. Metode grafis adalah metode untuk mencari solusi optimal jika hanya terdapat 2 variabel keputusan, sedangkan metode simpleks digunakan jika memiliki lebih dari 2 variabel keputusan [9].

Ada 2 alternatif strategi produksi yang diusulkan dalam penelitian ini untuk meningkatkan kapasitas produksi, yaitu menerapkan waktu kerja reguler dan waktu kerja lembur dengan penambahan 1 buah mesin baru sebagai alternatif 1, sedangkan alternatif 2 adalah menerapkan 2 *shift* kerja reguler dengan penggantian cetakan gulungan benang yang digunakan saat ini dengan cetakan baru yang memiliki kapasitas produksi lebih besar. Pada strategi 1, alat investasi berupa mesin baru agar kapasitas produksi meningkat dan permintaan terpenuhi walaupun dengan jam kerja yang lebih sedikit dibandingkan jam kerja pada strategi 2. Sedangkan pada strategi 2, jam kerja yang tersedia lebih banyak, dimana terdapat 2 *shift* reguler per hari. Namun 2 *shift* reguler tersebut tidak cukup untuk memenuhi permintaan sehingga perlu ditambahkan alat investasi berupa 1 cetakan baru untuk gulungan benang untuk meningkatkan kapasitas produksi.

Pada bagian akhir dari penelitian dilakukan perhitungan *payback period* dari alternatif yang terpilih untuk diusulkan. *Payback period* adalah jangka waktu yang diperlukan untuk mengembalikan modal suatu investasi, dihitung dari aliran kas bersih. Aliran kas bersih adalah selisih antara pendapatan terhadap pengeluaran per tahun [10].

Hasil dan Pembahasan

Realisasi Agregat Gulungan Benang

Ada 3 jenis gulungan benang dengan waktu bakunya masing-masing dimana setiap waktu baku tersebut menghasilkan 4 unit. Realisasi tersebut akan diagregatkan terhadap gulungan jenis 3 yang memiliki waktu baku terkecil.

HPP/unit dan Keuntungan/unit Strategi Aktual

Harga pokok produksi (HPP) adalah biaya barang yang dibeli untuk diproses sampai selesai, baik sebelum maupun selama periode akuntansi berjalan. Manfaat dari menentukan HPP adalah

untuk menentukan harga jual produk, memantau realisasi biaya produksi, menghitung laba rugi secara periodik, menentukan harga pokok persediaan produk jadi dan produk dalam proses yang disajikan dalam neraca [11].

Strategi aktual yang diterapkan saat ini adalah menggunakan 1 *shift* waktu produksi reguler selama 9 jam per hari dengan 1 buah mesin. Tabel 1 menunjukkan rangkuman HPP/unit dan keuntungan/unit pada strategi aktual.

Total Biaya dan Keuntungan Strategi Aktual

Setelah menghitung HPP/unit dan keuntungan/unit strategi aktual dari masing-masing

produk, selanjutnya adalah menghitung total biaya dan keuntungan dari perencanaan produksi menggunakan strategi aktual selama 3 tahun, disajikan dalam Tabel 2 sampai Tabel 5.

Tabel 1. HPP/unit dan keuntungan/unit strategi aktual

Jenis produk	HPP/unit	Keuntungan/unit
	(Rp/unit)	(Rp/unit)
	Reguler	
Gulungan benang	75	35
Keran catok	170	330
Kaki ranjang	186	189
Terompet	227	106

Tabel 2. Total biaya dan keuntungan strategi aktual tahun 2017

Bulan-tahun	Total realisasi agregat (unit) gulungan benang	Realisasi produk khusus yang terjual (unit)			Biaya yang dikeluarkan (Rupiah)	Keuntungan (Rupiah)
		Keran catok	Kaki ranjang	Terompet		
Jan-17	100.834				7.562.550	3.529.190
Feb-17	96.864				7.264.800	3.390.240
Mar-17	105.181				7.888.575	3.681.335
Apr-17	92.625				6.946.875	3.241.875
Mei-17	97.057				7.279.275	3.396.995
Jun-17	75.831		5.500		6.710.325	3.693.585
Jul-17	104.733				7.854.975	3.665.655
Ags-17	78.931	7.500			7.194.825	5.237.585
Sep-17	24.336			28.800	8.362.800	3.904.560
Okt-17	16.345			38.800	10.033.475	4.684.875
Nov-17	10.206		8.000	36.000	10.425.450	5.685.210
Des-17	10.775			36.000	8.980.125	4.193.125
Total					96.504.050	48.304.230

Tabel 3. Total biaya dan keuntungan strategi aktual tahun 2018

Bulan-tahun	Total realisasi agregat (unit) gulungan benang	Realisasi produk khusus yang terjual (unit)			Biaya yang dikeluarkan (Rupiah)	Keuntungan (Rupiah)
		Keran catok	Kaki ranjang	Terompet		
Jan-18	104.987				7.874.025	3.674.545
Feb-18	93.000				6.975.000	3.255.000
Mar-18	101.041				7.578.075	3.536.435
Apr-18	69.293	5.000	6.000		7.162.975	5.209.255
Mei-18	95.168				7.137.600	3.330.880
Jun-18	76.340				5.725.500	2.671.900
Jul-18	101.137				7.585.275	3.539.795
Ags-18	104.588				7.844.100	3.660.580
Sep-18	54.885	10.000	7.000		7.118.375	6.543.975
Okt-18	74.862			14.400	8.883.450	4.146.570
Nov-18	21.189			36.000	9.761.175	4.557.615
Des-18	36.117			27.360	8.919.495	4.164.255
Total					92.565.045	48.290.805

Tabel 4. Total biaya dan keuntungan strategi aktual tahun 2019

Bulan-tahun	Total realisasi agregat (unit) gulungan benang	Realisasi produk khusus yang terjual (unit)			Biaya yang dikeluarkan (Rupiah)	Keuntungan (Rupiah)
		Keran catok	Kaki ranjang	Terompet		
Jan-19	102.493				7.686.975	3.587.255
Feb-19	100.132				7.509.900	3.504.620
Mar-19	104.406				7.830.450	3.654.210
Apr-19	84.150	4.000			6.991.250	4.265.250
Mei-19	90.748		6.000		7.922.100	4.310.180
Jun-19	72.138				5.410.350	2.524.830
Jul-19	109.104				8.182.800	3.818.640
Ags-19	104.261				7.819.575	3.649.135
Sep-19	100.435				7.532.625	3.515.225
Okt-19	109.044				8.178.300	3.816.540
Nov-19	35.148	7.000	9.000	14.400	8.768.900	6.767.580
Des-19	44.193			25.200	9.034.875	4.217.955
Total					92.868.100	47.631.420

Perencanaan Produksi Strategi 1

Permintaan gulungan benang diagregatkan dengan cara yang sama seperti pada realisasi agregat gulungan benang strategi aktual karena strategi aktual dan strategi 1 menggunakan jenis cetakan yang sama. Perencanaan produksi dengan menerapkan strategi 1 ini akan menghasilkan *output* berupa jumlah hari produksi setiap produk dan total biaya yang dihasilkan untuk memenuhi permintaan. Perencanaan menggunakan pemrograman linier yang diselesaikan dengan *Solver* yang terdapat pada *Microsoft Excel*. Berikut merupakan notasi dari model matematis strategi 1:

Indeks:

- i : kategori produk (1 = gulungan benang, 2 = keran catok, 3 = kaki ranjang, 4 = terompet)
- t : periode perencanaan produksi (1 = Jan 2017, 2 = Feb 2017, ..., 36 = Des 2019).

Variabel keputusan:

- X_{it} : jumlah hari produksi reguler untuk produk i di periode t
- Y_{it} : jumlah hari produksi lembur untuk produk i di periode t

Variabel:

- I_t : jumlah unit persediaan gulungan benang di periode t
- TC : total biaya (Rp)

Parameter:

- c_{1i} : biaya per hari produksi reguler untuk produk i (Rp/hari)
- c_{2i} : biaya per hari produksi lembur untuk produk i (Rp/hari)
- c_3 : biaya per unit persediaan gulungan benang per periode (Rp/unit/periode)
- r_t : waktu reguler tersedia di periode t (detik)
- o_t : waktu lembur tersedia di periode t (detik)
- d_{1t} : permintaan gulungan benang di periode t (unit)
- d_{2t} : permintaan keran catok di periode t (unit)
- d_{3t} : permintaan kaki ranjang di periode t (unit)
- d_{4t} : permintaan terompet di periode t (unit)

Fungsi tujuannya adalah meminimasi total biaya dengan rumus seperti berikut ini:

$$TC = \sum_{i=1}^4 \sum_{t=1}^{36} [c_{1i} * X_{it} + c_{2i} * Y_{it} + c_3 * I_t] \quad (1)$$

Batasan:

- $32.400 X_{1t} + 32.400 X_{2t} + 32.400 X_{3t} + 32.400 X_{4t} = r_t \quad (2)$
- $14.400 Y_{1t} + 14.400 Y_{2t} + 14.400 Y_{3t} + 14.400 Y_{4t} \leq o_t \quad (3)$
- $8.104 X_{1t} + 3.600 Y_{1t} \geq d_{1t} \quad (4)$
- $2.912 X_{2t} + 1.288 Y_{2t} \geq d_{2t} \quad (5)$
- $5.888 X_{3t} + 2.616 Y_{3t} \geq d_{3t} \quad (6)$
- $3.456 X_{4t} + 1.440 Y_{4t} \geq d_{4t} \quad (7)$
- $I_{t-1} + 8.104 X_{1t} + 3.600 Y_{1t} - d_{1t} = I_t \quad (8)$
- X_{it}, Y_{it} bulat positif (9)

Batasan (2) adalah batasan waktu reguler dimana total pemakaian waktu reguler harus sama dengan waktu reguler tersedia di periode t . Batasan (3) adalah batasan waktu lembur dimana total pemakaian waktu lembur lebih kecil atau sama dengan waktu lembur tersedia di periode t . Batasan (4) adalah batasan permintaan gulungan benang dimana jumlah produksi gulungan benang lebih besar atau sama dengan permintaannya di periode t . Batasan (5) adalah batasan permintaan keran catok dimana jumlah produksi keran catok lebih besar atau sama dengan permintaannya di periode t . Batasan (6) adalah batasan permintaan kaki ranjang dimana jumlah produksi kaki ranjang lebih besar atau sama dengan permintaannya di periode t . Batasan (7) adalah batasan permintaan terompet dimana jumlah produksi terompet lebih besar atau sama dengan permintaannya di periode t . Batasan (8) adalah batasan persediaan gulungan benang dimana jumlah persediaan periode sebelum t ditambah dengan jumlah produksi reguler ditambah dengan jumlah produksi lembur dikurangi permintaan sama dengan jumlah persediaannya di periode t . Batasan terakhir (9) adalah batasan jenis bilangan semua variabel keputusan adalah bulat positif.

Biaya/hari dan Keuntungan/unit Strategi 1

Ada 2 komponen utama biaya pada strategi 1 yaitu biaya produksi dan biaya simpan. Biaya produksi terdiri dari biaya bahan baku, upah tenaga kerja, biaya listrik, biaya lain-lain untuk perawatan mesin dan cetakan, dan biaya depresiasi pada mesin baru. Sementara biaya simpan hanya terdapat pada produk gulungan benang dan terdiri dari biaya modal yaitu suku bunga/tahun dikalikan dengan HPP/unit. Tabel 5 merupakan rangkuman biaya/hari dan keuntungan/unit strategi 1.

Hasil variabel keputusan dan total biaya dari strategi 1 pada Tahun 2017 hingga 2019 disajikan dalam Tabel 6 hingga Tabel 8.

Tabel 5. Rangkuman biaya/hari dan keuntungan/unit strategi 1

Jenis produk	Biaya/hari (Rp/hari)		Keuntungan/unit (Rp/unit)	
	Reguler	Lembur	Reguler	Lembur
Gulungan benang	742.727	390.924	18	1
Keran catok	628.751	340.092	284	236
Kaki ranjang	1.230.479	607.644	166	143
Terompet	916.751	457.404	68	15

Tabel 6. Nilai variabel keputusan dan total biaya strategi 1 tahun 2017

Periode	Hari produksi gulungan		Hari produksi keran catok		Hari produksi kaki ranjang		Hari produksi terompet		Total biaya (Rupiah)
	Reguler	Lembur	Reguler	Lembur	Reguler	Lembur	Reguler	Lembur	
1	25	0	0	0	0	0	0	0	18.705.729
2	24	0	0	0	0	0	0	0	17.880.556
3	26	0	0	0	0	0	0	0	19.392.732
4	23	5	0	0	0	0	0	0	19.119.209
5	24	3	0	0	0	0	0	0	19.080.639
6	20	12	0	0	1	0	0	0	20.859.067
7	26	0	0	0	0	0	0	0	19.397.473
8	17	0	9	0	0	0	0	0	18.372.568
9	16	2	0	0	0	0	8	1	20.544.708
10	16	2	0	0	0	0	10	3	23.293.386
11	16	2	0	0	0	4	10	1	24.809.521
12	13	9	0	0	0	0	10	1	22.888.100
Total									244.343.687

Tabel 7. Nilai variabel keputusan dan total biaya strategi 1 tahun 2018

Periode	Hari produksi gulungan		Hari produksi keran catok		Hari produksi kaki ranjang		Hari produksi terompet		Total biaya (Rupiah)
	Reguler	Lembur	Reguler	Lembur	Reguler	Lembur	Reguler	Lembur	
13	26	0	0	0	0	0	0	0	19.403.932
14	23	5	0	0	0	0	0	0	19.130.409
15	25	1	0	0	0	0	0	0	19.053.230
16	23	5	1	2	0	3	0	0	22.263.378
17	24	3	0	0	0	0	0	0	19.092.941
18	19	0	0	0	0	0	0	0	14.216.578
19	26	0	0	0	0	0	0	0	19.477.054
20	26	0	0	0	0	0	0	0	19.519.183
21	17	0	5	0	2	0	0	0	18.440.231
22	22	0	0	0	0	0	5	0	21.156.704
23	15	5	0	0	0	0	10	1	22.955.286
24	16	2	0	0	0	0	8	0	20.234.701
Total									234.943.628

Tabel 8. Nilai variabel keputusan dan total biaya strategi 1 tahun 2019

Periode	Hari produksi gulungan		Hari produksi keran catok		Hari produksi kaki ranjang		Hari produksi terompet		Total biaya (Rupiah)
	Reguler	Lembur	Reguler	Lembur	Reguler	Lembur	Reguler	Lembur	
25	26	0	0	0	0	0	0	0	19.588.245
26	23	0	0	0	0	0	0	0	17.426.962
27	25	0	0	0	0	0	0	0	18.988.482
28	13	0	11	0	0	0	0	0	16.993.820
29	23	0	0	0	2	0	0	0	20.013.423
30	18	0	0	0	0	0	0	0	13.863.546
31	27	0	0	0	0	0	0	0	20.594.804
32	26	0	0	0	0	0	0	0	19.894.206
33	25	0	0	0	0	0	0	0	19.189.024
34	27	0	0	0	0	0	0	0	20.705.783
35	13	0	5	0	2	0	5	0	20.497.874
36	18	5	0	0	0	0	7	1	22.852.556
Total									230.608.725

Perencanaan Produksi Strategi 2

Permintaan akan diagregatkan terhadap gulungan jenis 3, seperti halnya pada permintaan agregat strategi 1. Perencanaan produksi ini dilakukan dengan menerapkan 2 *shift* kerja reguler dengan penggantian cetakan gulungan benang yang digunakan saat ini dengan cetakan baru yang memiliki kapasitas produksi lebih besar. Pecarian solusi menggunakan pemrograman linier yang

diselesaikan dengan *Solver* pada *Microsoft Excel*. Berikut merupakan notasi dari model matematis pada strategi 2.

Indeks:

i : kategori produk (1 = gulungan benang, 2 = keran catok, 3 = kaki ranjang, 4 = terompet)

t : periode perencanaan produksi (1 = Jan 2017, 2 = Feb 2017, ..., 36 = Des 2019).

Variabel keputusan:

X_{it} : jumlah hari produksi reguler untuk produk i di periode t

Variabel

I_t : jumlah unit persediaan gulungan benang di periode t

TC : total biaya (Rp)

Parameter

c_{1i} : biaya per hari produksi reguler untuk produk i (Rp/hari)

c_2 : biaya per unit persediaan gulungan benang per periode (Rp/unit/periode)

r_t : waktu reguler tersedia di periode t (detik)

d_{1t} : permintaan gulungan benang di periode t (unit)

d_{2t} : permintaan keran catok di periode t (unit)

d_{3t} : permintaan kaki ranjang di periode t (unit)

d_{4t} : permintaan terompet di periode t (unit)

s_i : kapasitas produksi per hari untuk produk i (unit)

Fungsi tujuannya adalah meminimasi total biaya dengan rumus seperti berikut ini:

$$TC = \sum_{i=1}^4 \sum_{t=1}^{36} [c_{1i} * X_{it} + c_2 * I_t] \quad (10)$$

Batasan:

$$64.800 X_{1t} + 64.800 X_{2t} + 64.800 X_{3t} + 64.800 X_{4t} = r_t \quad (11)$$

$$2.912 X_{2t} \geq d_{2t} \quad (12)$$

$$5.888 X_{3t} \geq d_{3t} \quad (13)$$

$$3.456 X_{4t} \geq d_{4t} \quad (14)$$

$$I_{t-1} + 11.360 X_{1t} - d_{1t} = I_t \quad (15)$$

$$2.912 X_{2t} - d_{2t} \leq s_2 \quad (16)$$

$$5.888 X_{3t} - d_{3t} \leq s_3 \quad (17)$$

$$3.456 X_{4t} - d_{4t} \leq s_4 \quad (18)$$

X_{it} bulat positif (19)

Batasan (11) adalah batasan waktu reguler dimana total pemakaian waktu reguler dengan 2 shift per harinya harus sama dengan waktu reguler yang tersedia di periode t . Batasan (12) adalah batasan permintaan keran catok dimana jumlah produksi keran catok lebih besar atau sama dengan permintaannya di periode t . Batasan (13) adalah batasan permintaan kaki ranjang dimana jumlah produksi kaki ranjang lebih besar atau sama dengan permintaannya di periode t . Batasan (14) adalah batasan permintaan terompet dimana jumlah produksi terompet lebih besar atau sama dengan permintaannya di periode t . Batasan (15) adalah batasan persediaan gulungan benang dimana persediaan sebelum periode t ditambah jumlah produksi reguler dikurangi permintaan sama dengan jumlah persediaannya di periode t . Batasan (16), (17), (18) adalah batasan kelebihan produksi untuk produk khusus yaitu keran catok, kaki ranjang, dan terompet dimana jumlah produksi reguler dikurangi permintaan adalah kelebihan suatu produk yang bernilai lebih kecil atau sama dengan kapasitas produksi per hari produk tersebut agar hari produksi dapat dibulatkan ke bilangan bulat terdekat. Batasan terakhir (19) adalah batasan jenis bilangan semua variabel keputusan adalah bulat positif.

Biaya/hari dan Keuntungan/unit Strategi 2

Tabel 9 merupakan rangkuman biaya/hari dan keuntungan/unit strategi 2. Hasil variabel keputusan dan total biaya dari strategi 2 pada Tahun 2017 hingga 2019 disajikan dalam Tabel 10 hingga Tabel 12.

Tabel 9. Rangkuman biaya/hari dan keuntungan/unit strategi 2

Jenis Produk	Biaya/hari (Rp/hari)	Keuntungan/unit (Rp/unit)
	2 Shift Reguler	
Gulungan Benang	737.373	45
Keran Catok	515.418	323
Kaki Ranjang	1.117.146	185
Terompet	803.418	101

Tabel 10. Nilai variabel keputusan dan total biaya strategi 2 tahun 2017

Periode	Hari produksi gulungan	Hari produksi keran catok	Hari produksi kaki ranjang	Hari produksi terompet	Total biaya (Rupiah)
	Reguler	Reguler	Reguler	Reguler	
1	25	0	0	0	18.571.914
2	24	0	0	0	17.756.612
3	26	0	0	0	19.261.110
4	23	0	0	0	17.049.694
5	24	0	0	0	17.791.610
6	20	0	1	0	15.948.444
7	26	0	0	0	19.267.759
8	23	3	0	0	18.631.810
9	15	0	0	9	18.416.525
10	14	0	0	12	20.084.754
11	13	0	2	11	20.769.762
12	12	0	0	11	17.785.764
Total					221.335.759

Tabel 11. Nilai variabel keputusan dan total biaya strategi 2 tahun 2018

Periode	Hari produksi	Hari produksi keran	Hari produksi kaki	Hari produksi	Total biaya (Rupiah)
	gulungan	catok	ranjang	terompet	
	Reguler	Reguler	Reguler	Reguler	
13	26	0	0	0	19.283.608
14	23	0	0	0	17.072.191
15	25	0	0	0	18.555.320
16	20	2	2	0	18.122.764
17	24	0	0	0	17.811.670
18	19	0	0	0	14.139.358
19	26	0	0	0	19.357.009
20	26	0	0	0	19.398.446
21	18	4	2	0	17.806.140
22	22	0	0	5	20.502.831
23	14	0	0	11	19.419.706
24	16	0	0	8	18.487.226
Total					219.956.270

Tabel 12. Nilai variabel keputusan dan total biaya strategi 2 tahun 2019

Periode	Hari produksi	Hari produksi keran	Hari produksi kaki	Hari produksi	Total biaya (Rupiah)
	gulungan	catok	ranjang	terompet	
	Reguler	Reguler	Reguler	Reguler	
25	26	0	0	0	19.475.047
26	23	0	0	0	17.322.054
27	25	0	0	0	18.863.607
28	22	2	0	0	17.723.003
29	23	0	2	0	19.708.351
30	18	0	0	0	13.812.511
31	27	0	0	0	20.494.143
32	26	0	0	0	19.798.208
33	25	0	0	0	19.098.433
34	27	0	0	0	20.606.772
35	15	3	2	5	19.569.728
36	17	0	0	8	19.669.367
Total					226.141.225

Perbandingan Alternatif Strategi Usulan

Kedua strategi usulan akan dibandingkan untuk menentukan strategi usulan terbaik yang sebaiknya diterapkan oleh UKM Sharon Plastic. Strategi terbaik adalah strategi dengan total biaya terkecil. Berikut merupakan perbandingan kedua strategi usulan.

Tabel 13. Perbandingan alternatif strategi usulan

Tahun	Strategi	Biaya investasi awal (Rupiah)	Total biaya perencanaan produksi (Rupiah)
2016	1	200.000.000	-
	2	30.100.000	-
2017	1	-	244.343.687
	2	-	221.335.759
2018	1	-	234.943.628
	2	-	219.956.270
2019	1	-	230.608.725
	2	-	226.141.225

Berdasarkan Tabel 13, masing-masing strategi memiliki keunggulan dalam meminimasi biaya. Strategi 1 unggul dalam meminimasi persediaan gulungan benang sehingga biaya simpan bernilai minimum. Namun total biaya yang dihasilkan lebih

besar dari strategi 2 karena terdapat biaya investasi awal berupa mesin baru sebesar Rp. 200.000.000 dan biaya depresiasi mesin pada Harga Pokok Produksi sehingga biaya produksi per hari nya meningkat dan lebih besar dari biaya produksi per hari pada strategi 2. Sedangkan strategi 2 unggul dalam menghasilkan biaya produksi per hari yang minimum karena investasi awal hanya berupa 1 cetakan gulungan benang dengan biaya yang lebih kecil dari mesin baru sehingga biaya depresiasi yang dibebankan juga lebih kecil. Namun total persediaan yang dihasilkan lebih banyak dari total persediaan pada strategi 1 sehingga biaya simpan lebih besar. Strategi 2 lebih baik dalam meminimasi biaya daripada strategi 1. Dengan demikian, strategi 2 adalah strategi usulan terbaik yang sebaiknya diterapkan oleh UKM Sharon Plastic untuk memenuhi permintaan.

Perbandingan Strategi Aktual dan Strategi Usulan Terbaik

Strategi aktual dan strategi terbaik perlu dibandingkan untuk mengetahui apakah strategi usulan lebih baik dari strategi aktual atau tidak. Berikut perbandingan persentase pemenuhan permintaan kedua strategi.

Tabel 14
 Persentase pemenuhan permintaan gulungan benang

Tahun	Strategi Aktual	Strategi 2
2017	41	100
2018	48	100
2019	75	100
Rata-rata	55	100

Berdasarkan Tabel 14, rata-rata 55% permintaan gulungan benang dapat terpenuhi dengan menggunakan strategi aktual. Namun dengan strategi 2, seluruh permintaan gulungan benang dapat terpenuhi (100% terpenuhi). Dengan demikian, strategi 2 lebih baik dari strategi aktual. Tabel 15 menunjukkan perbandingan total biaya dan keuntungan serta besar peningkatannya dari strategi aktual dan strategi 2 sebagai strategi usulan terbaik.

Berdasarkan Tabel 15, selama 3 tahun berturut-turut, strategi usulan terbaik, yaitu strategi 2 dapat meningkatkan total keuntungan dengan rata-rata peningkatan sebesar Rp. 67.960.212/tahun atau 141%. Peningkatan keuntungan ini dipengaruhi oleh peningkatan keuntungan/unit gulungan benang akibat HPP/unit yang mengecil pada strategi 2 karena menggunakan cetakan baru yang dapat meningkatkan kapasitas produksi per hari. Selain itu,

strategi usulan dapat memenuhi semua permintaan produk sehingga total keuntungan yang dihasilkan semakin besar dan jauh melebihi total keuntungan strategi aktual. Namun peningkatan keuntungan yang dihasilkan juga berbanding lurus dengan peningkatan biaya yang harus dikeluarkan dimana dalam hal ini, terjadi peningkatan biaya perencanaan produksi dengan rata-rata sebesar Rp 128.498.686/tahun atau 137%. Meskipun demikian, peningkatan biaya tersebut sebanding dengan peningkatan keuntungan yang signifikan, dimana target peningkatan keuntungan yang ditentukan oleh pemilik sebesar 30%/tahun. Dengan demikian, strategi 2 layak untuk diterapkan oleh UKM Sharon Plastic.

Payback Period

Analisis ini digunakan untuk mengetahui jangka waktu yang diperlukan untuk mengembalikan modal investasi yang telah dikeluarkan. Berdasarkan perhitungan *payback period*, dimana data pada tahun ke-0 adalah modal investasi cetakan baru yang harus dikeluarkan dan data pada tahun ke-1 adalah rata-rata total keuntungan per tahun dapat disimpulkan bahwa modal investasi cetakan baru sebesar Rp. 30.100.000 dapat kembali setelah 4 bulan.

Tabel 15
 Perbandingan strategi aktual dan strategi usulan terbaik

Tahun	Total biaya (Rupiah)		Besarnya peningkatan		Total keuntungan		Besarnya peningkatan	
	Strategi aktual	Strategi 2	Rp	%	Strategi aktual	Strategi 2	Rp	%
2017	96.504.050	221.335.759	124.831.709	129	48.304.230	130.994.720	82.690.490	171
2018	92.565.045	219.956.270	127.391.225	138	48.290.805	125.912.930	77.622.125	161
2019	92.868.100	226.141.225	133.273.125	144	47.631.420	91.199.440	43.568.020	91
Total	281.937.195	667.433.254			144.226.455	348.107.090		
Rata-rata	93.979.065	222.477.751	128.498.686	137	48.075.485	116.035.697	67.960.212	141

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa strategi 2 dapat diterapkan pihak UKM dalam perencanaan produksinya, yaitu menggunakan 2 *shift* reguler dengan investasi berupa 1 cetakan baru gulungan benang seharga Rp. 30.100.000,- dengan *payback period* sebesar 4 bulan. Total biaya yang dibutuhkan sebesar rata-rata Rp. 222.477.751/tahun, sedangkan keuntungan rata-rata yang diperoleh sebesar Rp. 116.035.697/tahun. Dengan menerapkan strategi 2, seluruh permintaan gulungan benang dapat terpenuhi dan terjadi peningkatan keuntungan rata-rata sebesar Rp. 67.960.212/tahun atau 141%.

Penelitian lanjutan dapat dilakukan dengan mengkaji strategi usulan lain, seperti menggunakan *water chiller* untuk mengurangi waktu siklus produksi dengan mempercepat proses pendinginan (*cooling*) dan dikombinasikan dengan tipe waktu produksi, seperti reguler, lembur, atau 2 *shift* reguler. Selain itu, dapat juga menggunakan 1 *shift* reguler

tanpa lembur dengan penambahan 1 mesin baru dan 1 cetakan baru. Kemudian dapat ditambahkan variabel biaya menganggur (*delay cost*) pada model matematis ketika permintaan jauh lebih kecil dari kapasitas produksinya

Daftar Pustaka

- [1] A. I. Ramadhan, E. Diniardi and D. Muhamad, "Analisa Penyusutan Produk Plastik pada Proses Injection Molding Menggunakan Media Pendingin Cooling Tower dan Udara dengan Material Polypropylene," *Jurnal Riset Sains dan Teknologi (JRST)*, vol. 1, pp. 65-74, 2017.
- [2] F. Fahrizal, "Prosedur Pengolahan Plastik dengan Metode Injection Molding," *Jurnal Ilmiah APTEK (Aplikasi Teknologi)*, vol. 1, no. 1, pp. 15-17, Juli 2009.
- [3] R. Rosato, *Injection Molding Handbook 3rd ed.*, Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, 2000.

- [4] J. Kamauff, *Manager's Guide to Operations Management*, New York: McGraw-Hill Education, 2010.
- [5] S. Suparno, "Perencanaan Produksi Menggunakan Metode Agregat pada Kayu Olahan Jenis Turning Model Payung Ukuran 4,5 cm x 81 cm Untuk Meminimalkan Biaya Produksi," *Kaizen: Managements Systems & Industrial Engineering Journal*, vol. 1, no. 2, pp. 76-77, 2018.
- [6] I. Z. Sitalaksana, R. Anggawisastra and J. H. Tjakraatmadja, *Teknik Perancangan Sistem Kerja*, Bandung: ITB, 2006.
- [7] S. Santoso and R. M. Heryanto, *Perencanaan dan Pengendalian Produksi 1*, Bandung: Alfabeta, 2017.
- [8] D. J. Rader, *Deterministic Operations Research: models and methods in linear*, New Jersey: John Willey & Sons, Inc., 2010.
- [9] W. J. Stevenson, *Operations Management*, 11th ed., New York: McGraw-Hill/Irwin, 2011.
- [10] C. F. Sari, M. E. Sawaki and M. S. Sabarofek, "Pengaruh Analisis Investasi Terhadap Kelayakan Penambangan Batu Mangan di PT. Berkat Esa Mining," *Jurnal Science Tech*, vol. 4, no. 1, p. 14, Februari 2018.
- [11] U. Anita, "Analisis Perhitungan Harga Pokok Produksi Sebagai Dasar Penetapan Harga Jual Produk Furniture (Studi Kasus pada PT. Hanin Designs Indonesia – Indonesian Legal Wood)," *Jurnal Universitas Dian Nuswantoro*, pp. 3-5, 2013.