

Optimasi Kapasitas Produksi untuk Mendapatkan Keuntungan Maksimum dengan *Linear Programming*

Ellysa Nursanti^{*}), Rina Intan Purnama dan Ida Bagus Suardika

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang,
Jalan Bendungan Sigura-gura No 2, Malang, 65145, Indonesia

Abstract

Higher demand requires company to optimize its production capacity. Optimization of production capacity can be done in many ways, such as making optimal scheduling of working hours, adding overtime, adding labor or adding machine. However, due to limited capital these demand often be ignored. If the problem continues, the company would have lost sales, which affect to the company's profits. For that, it needs to be optimized by considering the company's production capacity of existing human resources. In this research, the production capacity optimization is done by determining daily working hours, using linear programming methods. This model has the objective function to maximize profit. The model considers gross revenue, production costs, and lost sales simultaneously to obtain the optimum working hours per day. As the result, it is obtained that the model is a maximum function. Increasing production capacity means increasing profit. But, the production capacity only be increased up to it's maximum level. Over the level, the profit becomes less and continuing to decrease. Numerical example is also given to show the model characteristic and its sensitivity analysis.

Keywords : *Optimization, production capacity, working hours, lost sales, linear programming*

1. Pendahuluan

Tingginya permintaan konsumen, menuntut perusahaan untuk selalu mengoptimalkan kapasitas produksinya. Optimasi kapasitas produksi dapat dilakukan dengan banyak cara, diantaranya adalah dengan membuat penjadwalan jam kerja yang optimal, menambah jam lembur, menambah tenaga kerja ataupun menambah mesin. Namun demikian, karena keterbatasan modal perusahaan, seringkali tingginya permintaan konsumen terpaksa diabaikan. Apabila hal tersebut terus berlangsung, maka perusahaan akan mengalami kehilangan kesempatan menjual (*lost sales*), yang berpengaruh terhadap keuntungan perusahaan (Sutardi, 2007). Untuk itu, perlu dilakukan optimasi terhadap kapasitas produksi. Akan tetapi, jika optimasi dilakukan dengan penambahan tenaga kerja, maka diperlukan waktu, biaya, dan risiko tenaga kerja yang belum tentu sesuai dengan standar perusahaan. Sedangkan apabila optimasi dilakukan dengan penambahan mesin, maka perusahaan memerlukan modal yang cukup tinggi. Oleh karena itu, optimasi kapasitas produksi untuk memenuhi permintaan konsumen, hanya dapat dilakukan melalui penjadwalan jam kerja yang optimal dengan mempertimbangkan sumberdaya yang ada.

Christanty E, dkk (2014), mendefinisikan bahwa optimasi kapasitas produksi untuk meminimumkan sisa order produksi, dapat dilakukan dengan menambah jam kerja. Dalam studi kasus yang dikembangkan, dibuat model minimum sisa order produksi dengan jumlah produksi sebagai variabel keputusan, serta biaya produksi sebagai parameternya. Namun, pada penelitian tersebut hanya mendapatkan besarnya produk yang tidak terpenuhi, sedangkan pada penelitian ini, akan dicari besarnya keuntungan yang hilang (*lost sales*) dikarenakan tidak terpenuhinya

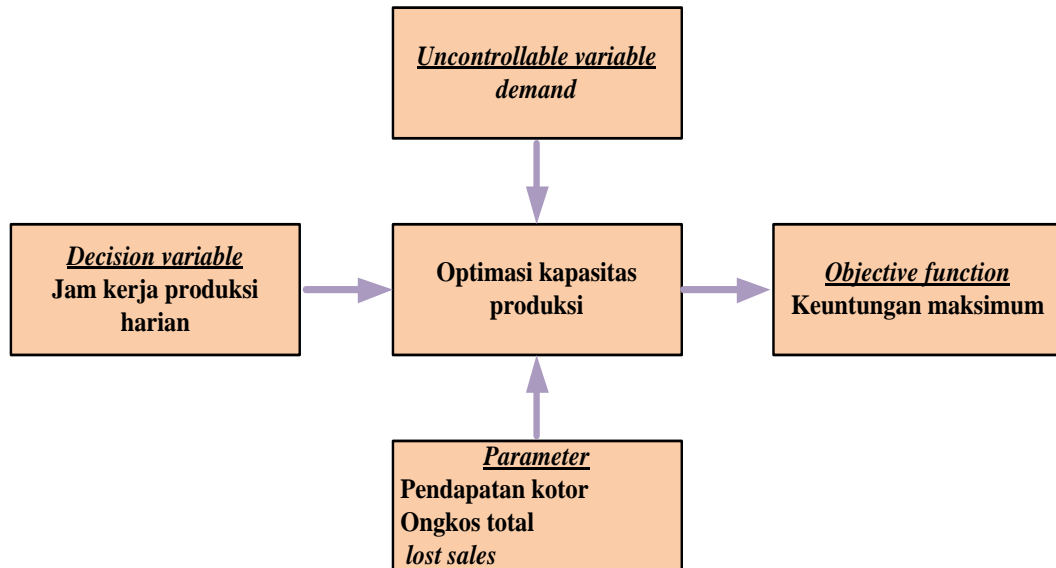
^{*}Correspondance : ellysa.nursanti@gmail.com

permintaan konsumen. Sementara itu, Puspitasari M, dkk (2007), membuat model keuntungan maksimum dengan parameter ongkos tenaga kerja lembur serta jumlah produksi sebagai variabel keputusan. Pada penelitian tersebut, optimasi kapasitas produksi hanya dilakukan dalam bentuk penentuan jumlah produk yang akan diproduksi, serta ongkos produksi hanya berdasarkan harga pokok produksi saja. Padahal, ongkos produksi merupakan keseluruhan biaya yang dikorbankan untuk menghasilkan produk hingga produk sampai di tangan konsumen (Widjadjanta, 2001). Mempertimbangkan hal tersebut, maka pada penelitian ini perhitungan ongkos produksi melibatkan semua ongkos yang dikeluarkan perusahaan untuk memproduksi produk. Sementara itu, Novitasari, dkk (2013), memaksimalkan keuntungan dengan cara meminimumkan ongkos produksi melalui penentuan jumlah produk yang akan diproduksi. Akan tetapi, dalam penelitian tersebut jumlah produksi belum memperhitungkan jumlah tenaga kerja, jam kerja, serta waktu standar yang dibutuhkan untuk membuat 1 unit produk. Menyikapi hal tersebut, maka pada penelitian ini, jumlah produksi dihitung berdasarkan jumlah tenaga kerja, jam kerja produksi, dan waktu standar.

Melanjutkan penelitian-penelitian tersebut serta pentingnya mempertimbangkan keuntungan yang hilang dikarenakan tidak terpenuhinya permintaan konsumen, maka penelitian ini bertujuan untuk melakukan optimasi kapasitas produksi. Optimasi kapasitas produksi dilakukan dengan menentukan jam kerja produksi harian melalui metode *linear programming*. Model matematis yang dihasilkan, memiliki fungsi tujuan untuk memaksimalkan keuntungan. Model mempertimbangkan pendapatan kotor, ongkos produksi, dan *lost sales* secara simultan untuk mendapatkan jam kerja produksi per hari. Dengan mendapatkan jam kerja per hari, akan diketahui apakah perusahaan perlu mempekerjakan lembur karyawan dan berapa jam lemburnya, dan secara otomatis akan diketahui jumlah produk yang dapat dibuat sehingga diperoleh keuntungan maksimum.

2. Metode Penelitian

Penelitian dimulai dari studi pendahuluan dilapangan untuk mendapatkan informasi mengenai permasalahan yang ada di perusahaan tersebut. Kemudian dilakukan studi pustaka mengenai optimasi kapasitas produksi, yang selanjutnya dibandingkan dengan hasil studi lapangan agar diperoleh rumusan masalah tentang kapasitas maksimum yang dapat dicapai perusahaan agar diperoleh keuntungan maksimum. Tujuan dari penelitian ini adalah mengoptimalkan kapasitas produksi dalam bentuk penentuan jam kerja perhari mulai dari hari Senin sampai Sabtu untuk mendapatkan keuntungan maksimum. Pada tahap awal perhitungan, dibangun diagram sistem input *output* (Gambar 1). Kemudian, dibuat diagram pengaruh (*influence diagram*) untuk melihat hubungan tiap variabel pada pembentuk fungsi tujuan. Formulasi model diawali dengan menulis notasi matematika yang digunakan serta pengembangan model. Selain itu, dilakukan perhitungan untuk mengetahui solusi model dengan metode *linear programming* menggunakan program LINGO. Setelah diketahui solusi model, maka dilakukan analisis sensitivitas untuk mengetahui pengaruh variabel dominan terhadap model secara keseluruhan. Hasil akhir penelitian adalah kesimpulan dari pemecahan masalah yang nantinya dapat digunakan sebagai rujukan perusahaan dalam meningkatkan kapasitas produksi.

Gambar 1. Diagram sistem *input output*

3. Formulasi Model

Formulasi model dimulai dengan menentukan notasi matematik yang digunakan dalam penelitian, yaitu sebagai berikut:

Notasi Matematika

- $Y(x_i)$: Keuntungan (Rp/minggu), dimana $i = 1, 2, \dots 6$
 $Z(x_i)$: Penghasilan kotor (Rp/ctn), dimana $i = 1, 2, \dots 6$
 $TC(x_i)$: Ongkos Total (Rp/ctn), dimana $i = 1, 2, \dots 6$
 $LS(x_i)$: Ongkos *lost sales* (Rp/ctn), dimana $i = 1, 2, \dots 6$
 x_i : Jumlah jam kerja pada hari ke i , dimana $i = 1, 2, \dots 6$ mewakili hari Senin, Selasa, Rabu, Kamis, Jumat, dan Sabtu.
 T : Harga jual produk (Rp/ctn)
 $Q(x_i)$: Jumlah produk yang dihasilkan(ctn), $i = 1, 2, \dots 6$
 $VC(x_i)$: Ongkos variabel untuk semua karton (Rp) , dimana $i = 1, 2, \dots 6$
 v : Ongkos produksi per karton (Rp/ctn)
 FC : Ongkos tetap (Rp/minggu)
 WS : Waktu standar (jam/ctn)
 P : Jumlah tenaga kerja (orang)
 U : Keuntungan (Rp/ctn)
 D : Permintaan (ctn)
 RC : upah tenaga kerja regular (Rp/jam)
 LC : upah tenaga kerja lembur (Rp/jam)
 r_i : jam kerja reguler per hari (jam), dimana $i = 1, 2, \dots 6$
 l_i : jam kerja lembur per hari (jam), dimana $i = 1, 2, \dots 6$
 $E(r_i)$: jumlah produksi untuk jam kerja reguler (ctn/minggu), dimana $i = 1, 2, \dots 6$

Pengembangan Model

Pendapatan kotor ($Z(x_i)$) merupakan hasil dari jumlah produk ($Q(x_i)$) yang terjual dikalikan dengan harga jual produk setiap karton (T) (Novitasari, 2013). Persamaan tersebut, dituliskan sebagai berikut:

$$Z(x_i) = Q(x_i) \times T, i = 1, 2, \dots, 6 \quad (1)$$

Namun pada persamaan tersebut, model jumlah produksi belum memperhitungkan jumlah tenaga kerja, jam kerja, serta waktu standar yang dibutuhkan untuk membuat 1 unit produk, sehingga dalam penelitian ini ditambahkan model penentuan jumlah produksi ($Q(x_i)$) yaitu, total jumlah jam kerja (x_i) per hari mulai dari hari Senin sampai hari Sabtu dibagi dengan waktu standar (WS) dan dikali dengan jumlah tenaga kerja (P) (Suparjo, 2012). Persamaan tersebut, dituliskan sebagai berikut:

$$Q(x_i) = \left(\frac{\sum_{i=1}^6 x_i}{WS} \right) \times P, \text{ dimana } i = 1, 2, \dots, 6 \quad (2)$$

Sementara itu, ongkos total ($TC(x_i)$) dihasilkan dari jumlah ongkos tetap (FC) per minggu ditambah dengan jumlah ongkos variabel ($VC(x_i)$) per karton (Puspitasari, 2007). Persamaan tersebut, dituliskan sebagai berikut:

$$TC(x_i) = FC + VC(x_i), \text{ dimana } i = 1, 2, \dots, 6 \quad (3)$$

Ongkos variabel pada persamaan 3 diartikan semua ongkos produksi yang dipengaruhi oleh besarnya produk yang dihasilkan. Ongkos variabel ini terdiri dari dua bagian, yaitu ongkos produksi yang dikeluarkan untuk memproduksi semua karton dan upah tenaga kerja. Ongkos produksi untuk semua karton diperoleh dari ongkos produksi per karton (v) dikalikan dengan jumlah produk yang diproduksi ($Q(x_i)$). Sedangkan upah tenaga kerja diperoleh dari upah tenaga kerja reguler (RC) dan upah tenaga kerja lembur (LC), dimana $x_i = r_i + l_i$. Hal ini dapat dituliskan sebagai berikut:

$$VC(x_i) = \left(v \times \left(\frac{\sum_{i=1}^6 x_i}{WS} \times P \right) \right) + (RC \times \sum_{i=1}^6 r_i) + (LC \times (\sum_{i=1}^6 x_i - r_i)), \text{ dimana } i = 1, 2, \dots, 6 \quad (4)$$

Lost sales ($LS(x_i)$) didapat dari selisih antara permintaan (D) dengan jumlah produksi ($Q(x_i)$) (Christanty, 2014). Namun, persamaan tersebut hanya menghitung besarnya produk yang tidak terpenuhi. Sedangkan pada penelitian ini, akan dicari besarnya keuntungan yang hilang dikarenakan tidak memenuhi permintaan konsumen, dengan demikian selisih antara permintaan konsumen (*demand*) dan jumlah produksi harus dikalikan dengan keuntungan per karton produk (U). Persamaan dituliskan sebagai berikut:

$$LS(x_i) = (D - Q(x_i)) \times U, \text{ dimana } i = 1, 2, \dots, 6 \quad (5)$$

Dengan demikian, persamaan 1 sampai dengan persamaan 5, dapat dituliskan kembali secara simultan sebagai berikut:

$$\text{Max } Y(x_i) = \left[\left(\frac{\sum_{i=1}^6 x_i}{WS} \times P \right) \times T \right] - \left[\left[FC + \left(v \times \left(\frac{\sum_{i=1}^6 x_i}{WS} \times P \right) \right) + (RC \times \sum_{i=1}^6 r_i) + (LC \times \right. \right. \quad (6)$$

$$\left(\sum_{i=1}^6 x_i - r_i\right) + \left[\left(D - \left(\frac{\sum_{i=1}^6 x_i}{WS} \times P\right)\right) \times U\right], \text{ dimana } i = 1, 2, \dots, 6$$

Batasan Model

Untuk hari Senin sampai dengan Kamis, perusahaan memberi kebijakan jam kerja reguler (r_i) 7 jam per hari dan maksimum jam kerja produksi per hari 11 jam.

$$r_i \leq x_i \leq 11, \text{ dimana } i = 1, 2, \dots, 4 \quad (7)$$

Untuk hari Jumat dan Sabtu, perusahaan memberi kebijakan jam kerja reguler (r_i) 6 jam per hari dan maksimum jam kerja produksi per hari 11 jam.

$$r_i \leq x_i \leq 11, \text{ dimana } i = 5, 6 \quad (8)$$

Batasan jam kerja produksi bernilai positif.

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6 \geq 0 \quad (9)$$

4. Hasil dan Pembahasan

Data yang digunakan untuk mendapatkan solusi model adalah sebagai berikut:

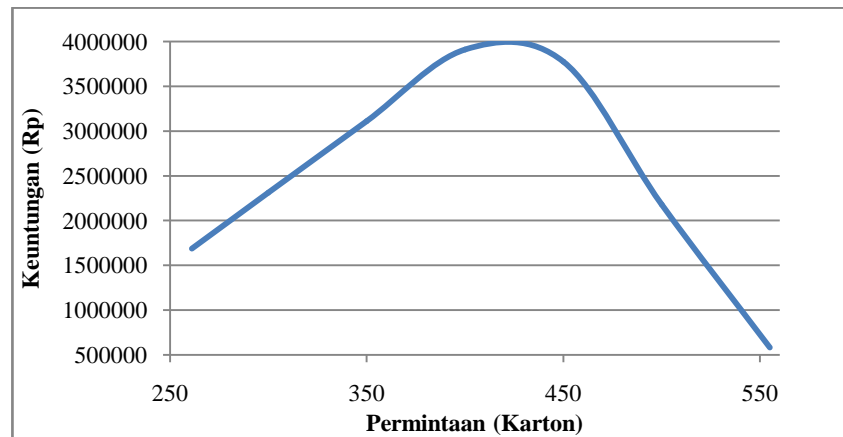
Tabel 1. Data Studi Kasus Yang Digunakan Pada Penelitian

No	Uraian	Jumlah
1	Ongkos variabel	Rp. 97.350/ karton
2	Ongkos tetap	Rp. 4658853/minggu
3	Keuntungan	Rp. 31.900/ karton
4	Harga jual	Rp. 130.000/karton
5	Jumlah tenaga kerja	15 orang
6	Waktu standar	2,3024 jam
7	Upah tenaga kerja reguler	Rp. 54.300/jam
8	Upah tenaga kerja lembur	Rp. 108.600/jam

Dari hasil pengolahan data menggunakan program LINGO, didapatkan solusi model optimasi yaitu jumlah jam kerja produksi mulai dari hari Senin x_1 , Selasa x_2 , Rabu x_3 , Kamis x_4 , Jumat x_5 , sampai dengan Sabtu x_6 adalah 11 jam per hari. Kapasitas optimum yang dihasilkan adalah sebesar 430 karton, dengan total keuntungan yang diperoleh sebesar Rp. 4.399.243 per minggu. Sehingga, permintaan konsumen (*demand*) maksimal yang dapat diterima perusahaan adalah sebanyak 430 karton perminggu. Sedangkan Analisis sensitivitas untuk Jumlah permintaan melebihi jumlah produksi $D \geq E(r_i)$, untuk $i = 1, 2, \dots, 6$ dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Demand, Jam Kerja Produksi, dan Keuntungan Perusahaan

Demand (Karton)	Keuntungan (Rp)	Jumlah jam kerja (jam)					
		x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
261	1688625	7	7	7	7	6	6
300	2312547	11	9	7	7	6	6
350	3112551,126	11	11	11	8,667	6	6
400	3911305,739	11	11	11	11	11	6,33
450	3775112,217	11	11	11	11	11	11
500	2180112,217	11	11	11	11	11	11
555	585112,2174	11	11	11	11	11	11



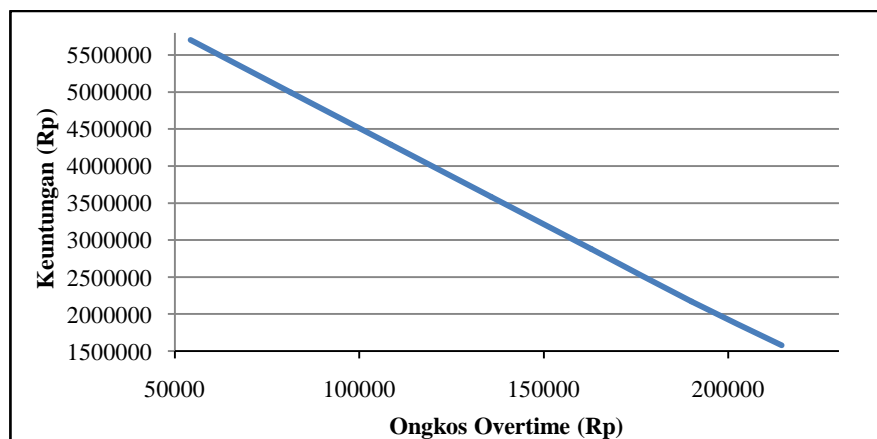
Gambar 2. Grafik Permintaan Terhadap Keuntungan

Pada Gambar 2, dapat dilihat bahwa model optimasi peningkatan kapasitas produksi merupakan fungsi maksimum. Semakin tinggi permintaan, menuntut peningkatan kapasitas perusahaan. Namun demikian, tidak selamanya meningkatkan kapasitas produksi dapat meningkatkan keuntungan lebih tinggi. Hal ini dikarenakan perusahaan memiliki kapasitas produksi maksimum.

Sementara itu, perbandingan antara upah tenaga kerja reguler (RC) dan upah tenaga kerja lembur (LC) terhadap keuntungan yang dihasilkan dan jam kerja produksi optimal dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. *Regular Time* dan *Overtime* Terhadap Keuntungan Perusahaan $Y(x_i)$ dan Jam Kerja Produksi

RC (Rp)	OC (Rp)	$Y(x_i)$ (Rp)	Jam kerja produksi (jam)					
			x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
54300	54300	5703043	11	11	11	11	11	11
54300	81450	4997143	11	11	11	11	11	11
54300	108600	4291243	11	11	11	11	11	11
54300	135750	3585343	11	11	11	11	11	11
54300	162900	2879443	11	11	11	11	11	11
54300	190050	2173543	11	11	11	11	11	11
54300	214485	1578538	7	7	7	7	6	6

Gambar 3. Grafik Ongkos *Overtime* terhadap Keuntungan

Pada Gambar 3, dapat dilihat bahwa besarnya upah tenaga kerja lembur mempengaruhi keuntungan perusahaan dan jam kerja produksi harian. Pada upah tenaga kerja lembur Rp. 214.485, terjadi penurunan jumlah jam kerja produksi harian, yang juga menurunkan keuntungan secara keseluruhan. Semakin mahal upah tenaga kerja lembur, maka keuntungan semakin menurun dan jumlah jam kerja produksi akan kembali pada jam kerja produksi reguler.

5. Simpulan

Simpulan dari hasil penelitian adalah model optimasi peningkatan kapasitas produksi merupakan fungsi maksimum. Semakin tinggi kapasitas produksi, keuntungan juga semakin meningkat. Namun demikian, tidak selamanya merespon demand dapat meningkatkan keuntungan bagi perusahaan. Kenaikan demand hanya dapat dilayani sampai batas maksimum kapasitas produksi saja. Pada contoh kasus, kapasitas optimal perusahaan yang diperoleh adalah sebesar 430 karton perminggu dengan jam kerja produksi mulai hari Senin (x_1) 11 jam, Selasa (x_2) 11 jam, Rabu (x_3) 11 jam, Kamis (x_4) 11 jam, Jumat (x_5) 11 jam, sampai dengan Sabtu (x_6) 11 jam. Keuntungan maksimum yang diperoleh perusahaan adalah Rp. 4.399.243,- per minggu. Untuk penelitian lanjutan, penambahan jam kerja perlu melibatkan pertimbangan penambahan tenaga kerja. Sementara itu, upah tenaga kerja lembur perlu dibedakan berdasarkan keahlian tenaga kerja.

Daftar Pustaka

- Cachon, dan Terwiesch. (2006). *Matching Supply with Demand : An Introduction to Operation Management*, McGraw-Hill, New York.
- Chase, Jacobs, dan Aquilano. (2004). *Operation Management for Competitive Advantage*, McGraw-Hill, New York.
- Christanty E, dkk. (2014). Optimasi Kapasitas Produksi Dalam Penyusunan Jadwal Induk Produksi Menggunakan Integer Linear Programming (ILP) (Studi Kasus: CV. Pabrik Mesin Guntur Malang). *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*, Vol. 2, No. 4, pp. 1147-1156.
- Djalal N, dan Hardinus Usman. (2004). *Teknik Pengambilan Keputusan*, Grasindo, Jakarta.
- Gasperz. (2002). *Production Planning and Inventory Control*, Gramedia Pustaka, Jakarta.
- Ginting R. (2007). *Sistem Produksi*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Heizer dan Render. (200). *Operation Management*, Prentice Hall, New Jersey.
- Hilton dan Maher. (2003). *Cost Management, Strategis For Business Decisions*, McGraw-Hill, New York.
- Karl Marx. (1969). *Value, Price, and Profit*, Internationa, Co-Inc, New York.
- Murthy, D. N. P. (1990). *Mathematical Modelling*, Pergamon Press.
- Novitasari, dkk, (2013). Pendekatan Goal Programming Dalam Perencanaan Produksi. *Jurnal Mahasiswa Matematika*, (online), (<http://matematika.studentjournal.ub.ac.id>), diakses tanggal 15 Desember 2014.
- Pujawan I. (2009). *Ekonomi Teknik*, Guna Widya, Surabaya.
- Puspitasari M, dkk, (2007), Pengembangan Model Matematis untuk Optimasi Perencanaan Produksi Minuman Marimas. *Jurnal Teknik Industri*, (online), (<http://ejournal.undip.ac.id/>), diakses tanggal 15 Desember 2014.
- Sinulingga S. (2009). *Perencanaan Dan Pengendalian Produksi*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Siswanto. (2006). *Operation Research*, Erlangga, Jakarta.
- Sugiono. (2009). *Manajemen Keuangan untuk Praktisi Keuangan*, Grasindo, Jakarta.

- Suparjo, dkk. (2012). Analisa Peningkatan Kapasitas Produksi Dengan Membandingkan Antara Penambahan Shift Dan Kerja Lembur Pada UD. Barokah, *Jurnal Manajemen Teknologi*, (online), (<http://www.jurnal.itats.ac.id>), diakses tanggal 25 November 2014.
- Sutardi A, dan Endang Budiasih, (2007). Sediakan Dan Hitung Stock Agar Tak Kehilangan Konsumen, Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Webb A. (2008). *The Project Manager's Guide The Handling Risk*, Gower Publishing Limited, Burlington.
- Widjadjanta. (2001). *Ekonomi*, Citra Praya, Bandung.
- Winter. (2008). *Incone The Regulation*, CCH Group, United Stated.
- Wingjosoebroto. (2000). *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu*, Guna Widya, Surabaya.