

# Optimalisasi Jumlah Produksi Celana Jeans untuk Memaksimalkan Keuntungan dengan Menggunakan Metode Branch and Bound

**Indah Linda Nur'aini\*, Farid Hirji Badruzzaman**

Prodi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Islam Bandung, Indonesia.

\*indahlindan@gmail.com, hirjifarid@gmail.com

**Abstract.** Production planning is one that must be owned by the company because with the production planning so that the optimal production amount and maximum revenue. Due to the increasing competition, the appropriate strategy is required externally or internally. Production planning strategies will make the company earn maximum revenue. One of the media aspects of production planning strategy is in the production process. In the production process involves determining the number of products by utilizing the available raw materials. Determining the amount of production, one of them is using linear programs, linear programs are one form of optimization for production planning, but the obtained solution is not necessarily an integer. To find an integer solution in this case will be discussed using the Branch and Bound method. The Branch and Bound method is a method of integer linear programming that can be used to obtain the optimal solution for determining integer quantities by looking at available resource limitations. The workpiece of the method is to cross non-integer variables into the upper branches and bottom branches, each branch having a upper and lower limit, the branch becomes a new constraint and calculated using the Simplex method, the branching process is done if the entire variable is retrieved to an integer with the solution chosen is the best solution. The purpose of this research is to optimize the number of jeans production to maximize profits using the Branch and Bound method of PT BSB. PT BSB is a company that produces several models of jeans. Based on the discussion, that the calculation result of the optimal number of jeans production using the Branch and Bound method is 826 jogger jeans, 1000 skinny jeans, 616 maternity jeans, 1000 boyfriend jeans with a profit of Rp. 646.346.042. At this time the company with the same raw materials produce 808 jogger jeans, 975 skinny jeans, 611 maternity jeans pants, 992 boyfriend jeans with a profit of Rp. 636.736.915. From two results, calculation of the company and calculation of the Branch and Bound methods look there is a difference of Rp 9.609.127 or 1.51%.

**Keywords: Branch And Bound, Linear Programming, Optimization.**

**Abstrak.** Perencanaan produksi merupakan salah satu yang harus dimiliki oleh perusahaan karena dengan adanya perencanaan produksi sehingga didapatkan jumlah produksi yang optimal dan pendapatan yang maksimal. Dengan adanya kondisi persaingan yang semakin meningkat sehingga diperlukan strategi yang tepat secara eksternal maupun internal. Strategi perencanaan produksi akan menjadikan perusahaan memperoleh pendapatan yang maksimal. Salah satu media aspek strategi perencanaan produksi adalah pada proses produksinya. Dalam proses produksi melibatkan penentuan

jumlah produk dengan memanfaatkan bahan baku yang tersedia. Penentuan jumlah produksi salah satunya adalah dengan menggunakan program linear, program linear adalah salah satu bentuk optimasi untuk perencanaan produksi, namun solusi yang diperoleh tidak selalu berupa integer atau bilangan bulat. Untuk mencari solusi yang integer dalam hal ini akan dibahas menggunakan Metode *Branch and Bound*. Metode *Branch and Bound* adalah suatu metode dari *integer linear programming* yang dapat digunakan untuk memperoleh solusi optimal dalam menentukan kuantitas berbentuk bilangan bulat dengan melihat keterbatasan sumber daya yang tersedia. Cara kerja dari metode ini adalah mencabangkan variabel yang non-integer menjadi cabang atas dan cabang bawah, masing-masing cabang memiliki batas atas dan batas bawah, cabang tersebut menjadi suatu kendala baru dan dihitung menggunakan metode simpleks, proses pencabangan dilakukan jika didapat seluruh variabel bernilai integer dengan solusi yang terpilih adalah solusi yang terbaik. Tujuan dari penelitian ini adalah mengoptimalkan jumlah produksi celana jeans untuk memaksimalkan keuntungan menggunakan metode *Branch and Bound* di PT BSB. PT BSB merupakan perusahaan yang memproduksi beberapa model celana jeans. Berdasarkan pembahasan, bahwa hasil perhitungan jumlah produksi celana jeans yang optimal dengan menggunakan metode *Branch and Bound* adalah 826 celana jeans *jogger*, 1000 celana jeans *skinny*, 616 celana jeans *maternity*, 1000 celana jeans *boyfriend* dengan keuntungan sebesar Rp. 646.346.042. Pada saat ini perusahaan dengan bahan baku yang sama memproduksi 808 celana jeans *jogger*, 975 celana jeans *skinny*, 611 celana jeans *maternity*, 992 celana jeans *boyfriend* dengan keuntungan sebesar Rp. 636.736.915. Dari kedua hasil perhitungan perusahaan dan perhitungan metode *Branch and Bound* terlihat ada perbedaan yaitu Rp 9.609.127 atau 1,51%.

**Kata Kunci:** Branch And Bound, Program Linear, Optimalisasi.

## 1. Pendahuluan

Industri pakaian atau disebut industri garmen semakin banyak bermunculan dan persaingannya semakin meningkat sehingga perusahaan harus memiliki prinsip kompetitif dengan strategi perencanaan produksi yang maksimal. Strategi perencanaan produksi memiliki aspek yaitu pemasaran, keuangan, proses produksi dan SDM yang berjalan dengan baik. Dalam proses produksi terkadang dihadapkan dengan persoalan mengoptimalkan jumlah produksi dengan sejumlah kendala yang dimiliki. Perusahaan dapat memperoleh hasil produksi yang optimal dengan menentukan jumlah produksi yang optimal.

Salah satu perusahaan di Indonesia yang bergerak dibidang industri pakaian atau industri garmen yaitu PT BSB. PT BSB merupakan perusahaan yang bergerak dibidang industri garmen yang telah memproduksi sejak 2013 dengan memproduksi celana jeans berbagai macam model yaitu *jogger jeans*, *skinny jeans*, *maternity jeans* dan *boyfriend jeans*.

Dalam memproduksi celana jeans dipengaruhi oleh beberapa macam sumber daya yang terbatas diantaranya bahan baku kain denim, furing, resleting, kancing, leather patch, rivet, benang dan ada beberapa model yang menggunakan karet elastic kemudian dalam proses produksi terdapat biaya proses *washing* dan keterbatasan jumlah produksi. Dengan keterbatasan sumber daya yang ada maka yang perlu dilakukan pertama kali adalah melakukan perencanaan produksi agar semua sumber daya yang tersedia digunakan secara tepat, setelah perencanaan produksi yaitu pemotongan pola. Pada dua tahap ini ada kemungkinan sebagai faktor yang sangat mempengaruhi perubahan jumlah produksi sehingga kemungkinan mengakibatkan sisa bahan yang tidak digunakan tidak berada dalam kuantitas seminimal mungkin. Agar dapat meminimalisir



Dengan,

$x_j$  : Variabel keputusan ke- $j$  atau banyaknya produk ke- $j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ )

$b_i$  : Nilai ruas kanan kendala ( $i = 1, 2, \dots, m$ )

$a_{ij}$  : Koefisien kendala atau bahan mentah ke- $i$  yang digunakan untuk memproduksi satu unit produk  $j$

$c_j$  : Koefisien ongkos atau harga jual satu unit  $j$

Dalam penyelesaian model program linear pada umumnya menggunakan dua metode, yaitu metode grafik atau metode simpleks. Metode simpleks adalah suatu metode yang secara sistematis dimulai dari suatu pemecahan dasar ke pemecahan dasar yang layak lainnya dilakukan berulang-ulang (dengan jumlah ulangan yang terbatas) sehingga akhirnya tercapai suatu pemecahan dasar yang optimal. Berikut ini langkah-langkah penyelesaian program linear menggunakan metode simpleks:

1. Formulasikan fungsi tujuan dan fungsi kendala. Agar memenuhi persyaratan penyelesaian daerah kelayakan (*feasible*) maka semua pertidaksamaan diubah menjadi persamaan dengan menambahkan *slack variable*, *surplus variable* dan *artificial variable*.
2. Fungsi tujuan dan fungsi kendala yang telah dirumuskan, maka selanjutnya dibuat dalam bentuk tabel.

**Tabel 1. Tabel Simpleks**

$C_j$		$C_1$	$C_2$	...	$C_n$	NK (Nilai Kanan)
Harga Basis ( $C_i$ )	Variabel Basis ( $V_B$ )	$x_1$	$x_2$	...	$x_n$	
$C_1$	$V_1$	$a_{11}$	$a_{12}$	...	$a_{1n}$	$b_1$
$C_2$	$V_2$	$a_{21}$	$a_{22}$	...	$a_{2n}$	$b_2$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$		$\vdots$	$\vdots$
$C_m$	$V_m$	$a_{m1}$	$a_{m2}$	...	$a_{mn}$	$b_m$
	$Z_j$	$\sum(C_m \times a_{m1})$	$\sum(C_m \times a_{m2})$	...	$\sum(C_m \times a_{mn})$	$\sum(C_m \times b)$
	$C_j - Z_j$	$C_j - Z_j$	$C_j - Z_j$	...	$C_j - Z_j$	

3. Tentukan angka yang paling besar pada  $C_j - Z_j$  dan diberi arsiran sehingga disebut dengan kolom kunci.
4. Tambahkan satu kolom untuk menghitung rasio dengan cara membagi nilai kanan dengan koefisien yang berada pada kolom *entering variabel*. Angka positif terkecil dijadikan sebagai baris kunci. Nilai perpotongan antara kolom kunci dan baris kunci dinamakan angka kunci.
5. Buat kembali tabel untuk iterasi 1, baris kunci baru adalah hasil bagi baris sebelumnya dengan angka kunci.
6. Kemudian untuk elemen dari masing-masing baris diubah dengan cara sebagai berikut: elemen baru = elemen sebelumnya - (elemen baris kunci baru  $\times$  elemen kolom kunci).
7. Nilai  $C_j - Z_j$  merupakan indikator untuk menilai optimal sebuah tabel simpleks. Nilai  $C_j - Z_j$  memberikan informasi tentang pilihan variabel non-basis yang bisa dipilih menjadi kandidat variabel basis untuk menaikkan nilai  $Z$  apabila yang dicari adalah memaksimalkan fungsi tujuan. Karakteristik pilihan itu adalah sebagai berikut:
  - a. Pilihan terhadap  $C_j - Z_j$  yang bernilai positif akan menaikkan nilai  $Z$ .
  - b. Pilihan terhadap  $C_j - Z_j$  yang bernilai nol tidak akan mempengaruhi nilai  $Z$ .
  - c. Pilihan terhadap  $C_j - Z_j$  yang bernilai negatif akan menurunkan nilai  $Z$ .

Jika semua nilai pada  $C_j - Z_j$  sudah tidak ada lagi yang bernilai positif (untuk memaksimalkan) atau sudah tidak ada lagi yang bernilai negatif (untuk meminimumkan) berarti sudah optimal. Jika belum terpenuhi maka diulangi dari langkah 2.

Banyak persoalan yang penyelesaiannya menggunakan program linier yaitu persoalan penentuan kuantitas produksi, persoalan transportasi dan sebagainya. Dalam menyelesaikan

program linier tidak semua persoalan dapat hasil yang optimal sehingga untuk kasus tertentu seperti penentuan kuantitas yang tidak seharusnya menghasilkan solusi pecahan dapat menggunakan *Integer Linear Programming* atau Program Linear Bilangan Bulat.

Program linear bilangan bulat merupakan masalah pemrograman linear yang mengharapkan solusi yang dihasilkan adalah berbentuk bilangan bulat. Beberapa metode telah dikembangkan untuk menyelesaikan persoalan *integer programming*, antara lain pencarian bilangan bulat terdekat, metode *Branch and Bound* dan metode *Cutting Plane*. Menurut Siswanto (2007), Cabang dan Batas (*Branch and Bound*) adalah sebuah metode untuk menghasilkan penyelesaian optimal pemrograman linear yang menghasilkan variabel-variabel keputusan bilangan bulat.

Algoritma penyelesaian masalah memaksimumkan program integer dengan metode *Branch and Bound* adalah sebagai berikut:

1. Penyelesaian optimal dengan metode program linier biasa  
Masalah yang dihadapi diselesaikan terlebih dahulu menggunakan metode program linier biasa (menggunakan metode grafik atau metode simpleks) sampai diperoleh hasil yang optimal.
2. Pemeriksaan penyelesaian optimal  
Hasil optimal pada langkah 1 diperiksa apakah variabel keputusan yang diperoleh bernilai integer (bilangan bulat) atau pecahan. Apabila semua nilai variabel keputusan tersebut merupakan bilangan bulat positif (*non-negative integer*), maka penyelesaian optimal telah dicapai. Apabila tidak, maka proses iterasi dilanjutkan.
3. Penyusunan sub-masalah (*branching*)  
Apabila penyelesaian optimal belum tercapai, maka masalah tersebut dimodifikasikan ke dalam dua sub-masalah (*branching*) dengan memasukkan kendala baru ke dalam masing-masing sub-masalah tersebut. Variabel kendala baru tersebut harus bersifat saling pengecualian (*mutually exclusive constraints*) sehingga memenuhi persyaratan penyelesaian integer.
4. Penentuan nilai batas (*bounding*)  
Hasil yang diperoleh dengan metode program linier biasa (*noninteger*) merupakan sebagai nilai batas atas (*upper bound*) bagi setiap sub-masalah sedangkan hasil dengan penyelesaian pembulatan ke bawah merupakan nilai batas bawah (*lower bound*) bagi masing-masing sub-masalah.

Apabila dalam penyelesaian integer menghasilkan hasil yang sama atau lebih baik daripada nilai  $Z$  dari setiap masalah maka penyelesaian optimal integer telah tercapai. Apabila tidak, maka sub-masalah yang memiliki nilai batas atas yang terbaik dipilih selanjutnya menjadi sub-masalah baru. Proses iterasi ini kembali kepada langkah 2, sehingga demikian seterusnya.

Industri garmen yaitu industri yang memproduksi pakaian jadi. Pakaian jadi berasal dari bahan baku yang diolah. Bahan baku yang digunakan adalah kain, benang dan aksesoris lainnya. Produk yang dihasilkan dapat berupa kemeja, rok, celana, celana jeans dan lain sebagainya. Celana jeans ini menggunakan bahan baku industri non ekstraktif yaitu kain denim. Denim adalah tenunan benang katun. Semula warna benangnya hanyalah putih dan biru yang asal-usulnya berasal dari sebuah kota di Perancis. Jenis denim ada yang *stretch* dan *non stretch*.

### 3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

#### Pengumpulan Data

Jenis celana jeans yang diteliti terdapat 4 model pada perusahaan tersebut yaitu celana jeans *jogger*, celana jeans *skinny*, celana jeans *maternity*, celana jeans *boyfriend*. Perincian bahan baku, persediaan, biaya produksi dan keuntungan pada masing-masing produk dapat dilihat pada table berikut ini:

**Tabel 2. Bahan Baku Pembuatan Celana Jeans**

No	Jenis Bahan Baku	Jenis Celana				Satuan
		<i>Jogger</i>	<i>Skinny</i>	<i>Maternity</i>	<i>Boyfriend</i>	
1	Denim Stretch	1,46	1,4	1,45	1,43	Yard
2	Furing	0,17	0,15	0,2	0,15	Yard

3	Resleting	1	1	0	1	Pc
4	Kancing	1	1	0	1	Pc
5	Rivet	6	6	0	6	Pc
6	Leather Patch	1	1	0	1	Pc
7	Benang 40/2	198	163	176	205	Yard
8	Elastic	0,8	0	1,2	0	Meter

**Tabel 3. Harga dan Persediaan Biaya untuk Proses Washing**

Persediaan Biaya	Jenis Celana			
	<i>Jogger</i>	<i>Skinny</i>	<i>Maternity</i>	<i>Boyfriend</i>
Rp 60.000.000	Rp 16000	Rp 17500	Rp 10000	Rp 20000

Keterangan: Harga dari tiap celana jeans adalah harga per pcs

**Tabel 4. Persediaan Bahan Baku**

No.	Jenis Bahan Baku	Persediaan	Satuan
1	Denim Stretch	5000	Yard
2	Furing	660	Yard
3	Resleting	3000	Pc
4	Kancing	3000	Pc
5	Rivet	21000	Pc
6	Leather Patch	3000	Pc
7	Benang	640000	Yard
8	Elastic	1400	Meter

**Tabel 5. Keuntungan Produk**

No	Jenis Celana Jeans	Biaya Produksi	Harga Jual	Keuntungan
1	<i>Jogger</i>	Rp 142011	Rp 294500	Rp 152489
2	<i>Skinny</i>	Rp 136542	Rp 294500	Rp 157958
3	<i>Maternity</i>	Rp 128916	Rp 350000	Rp 221083
4	<i>Boyfriend</i>	Rp 140955	Rp 367200	Rp 226245

### Penentuan Variabel Keputusan

Adapun variabel keputusan yang digunakan adalah  $x_1$  sebagai jumlah produksi celana jeans *jogger* per bulan,  $x_2$  sebagai jumlah produksi celana jeans *skinny* per bulan,  $x_3$  sebagai jumlah produksi celana jeans *maternity* per bulan dan  $x_4$  sebagai jumlah produksi celana jeans *boyfriend* per bulan.

### Formulasikan Model Matematika

Fungsi Tujuan:

$$\text{Maksimalkan: } Z = 152489x_1 + 157958x_2 + 221083x_3 + 226245x_4 \quad (1)$$

Fungsi Kendala:

$$\text{Denim Stretch} \quad : \quad 1,46x_1 + 1,4x_2 + 1,45x_3 + 1,43x_4 \leq 5000 \quad (2)$$

$$\text{Furing} \quad : \quad 0,17x_1 + 0,15x_2 + 0,2x_3 + 0,15x_4 \leq 660 \quad (3)$$

$$\text{Resleting} \quad : \quad 1x_1 + 1x_2 + 0x_3 + 1x_4 \leq 3000 \quad (4)$$

$$\text{Rivet} \quad : \quad 6x_1 + 6x_2 + 0x_3 + 6x_4 \leq 21000 \quad (5)$$

$$\text{Benang} \quad : \quad 198x_1 + 163x_2 + 176x_3 + 205x_4 \leq 640000 \quad (6)$$

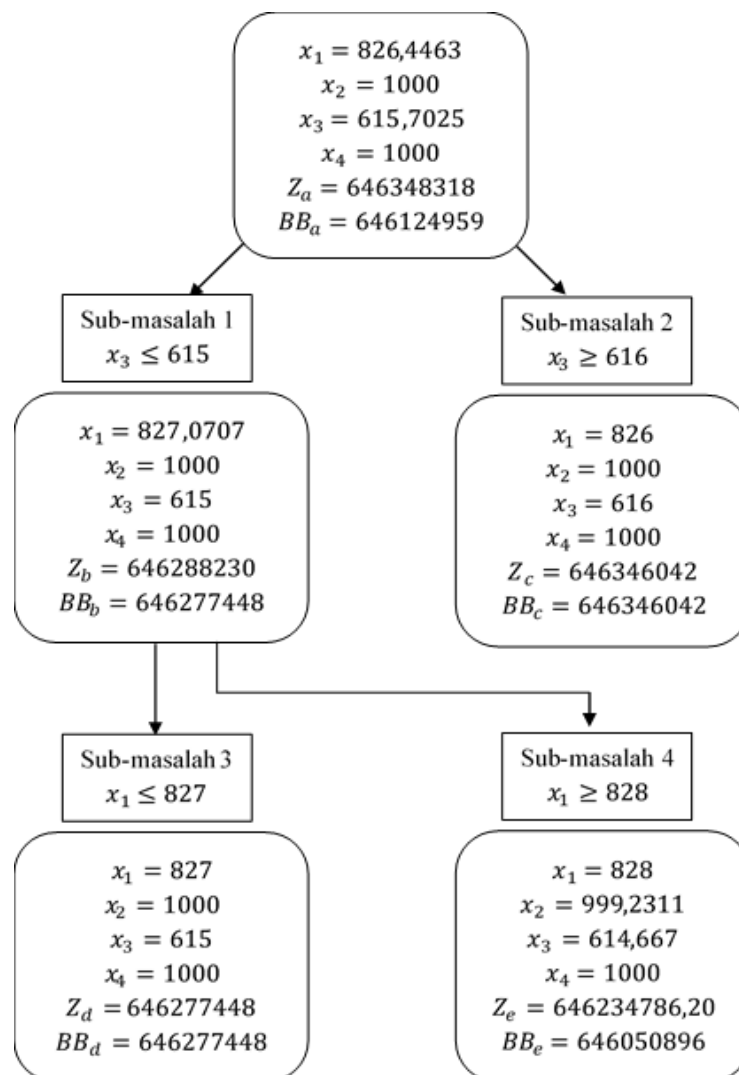
$$\text{Elastic} \quad : \quad 0,8x_1 + 0x_2 + 1,2x_3 + 0x_4 \leq 1400 \quad (7)$$

$$\text{Washing} \quad : \quad 16x_1 + 17,5x_2 + 10x_3 + 20x_4 \leq 60000 \quad (8)$$

$$320 \leq x_j \leq 1000 \text{ untuk } j = 1,2,3,4$$

### Metode *Branch and Bound*

Menggunakan metode Simpleks didapat solusi dari masing-masing variabel keputusan yaitu:  $x_1 = 826,446$ ;  $x_2 = 1000$ ;  $x_3 = 615,702$ ;  $x_4 = 1000$  dengan nilai  $Z = 646348318,182$ . Namun solusi ini belum optimal karena hasil yang dibutuhkan berupa integer sehingga akan menggunakan metode *Branch and Bound* agar solusi yang didapat optimal. Nilai  $Z = 646348318,182$  menjadi batas atas (BA) sedangkan batas bawah diperoleh dari metode pembulatan ke bawah yaitu  $x_1 = 826$ ,  $x_2 = 1000$ ,  $x_3 = 615$ ,  $x_4 = 1000$  dengan nilai keuntungan  $Z = 646124959$  sebagai batas bawah (BB). Kemudian dilakukan pencabangan dengan memilih variabel keputusan dengan nilai pecahan terbesar yaitu  $x_3 = 615,702$ . Nilai  $x_3 = 615,702$  akan dicabangkan menjadi sub-masalah 1 dan sub-masalah 2 sebagai kendala baru dengan sub-masalah 1 yaitu  $x_3 \leq 615$  dan sub-masalah 2  $x_3 \geq 616$ , masukan masing-masing nilai kendala baru dari hasil pencabangan pada fungsi kendala dan fungsi tujuan kemudian dihitung kembali menggunakan metode simpleks. Proses pencabangan ini dilakukan terus hingga mendapatkan solusi optimal. Dapat dilihat pada diagram Branch and Bound dibawah ini:



**Gambar 1.** Diagram Metode Branch and Bound

Pada gambar 1 proses pencabangan sub-masalah 2 dan 3 berhenti karena setiap variabel keputusan sudah bernilai interger kemudian sub-masalah 4 berhenti karena nilai  $Z$  yang diperoleh lebih kecil dari pada batas bawah sehingga diperoleh solusi optimal untuk mendapatkan keuntungan

maksimal yaitu 826 celana jeans jogger, 1000 celana jeans *skinny*, 616 celana jeans *maternity*, 1000 celana jeans *boyfriend* dengan keuntungan Rp. 646.346.042.

Jumlah produksi celana jeans yang dilakukan oleh perusahaan yaitu 808 celana jeans jogger, 975 celana jeans *skinny*, 611 celana jeans *maternity*, 992 celana jeans *boyfriend* dengan keuntungan Rp 636.736.915. Dengan menggunakan metode *Branch and Bound* jumlah produksi bertambah sebesar 56 pcs. Hal ini meningkatkan keuntungan perusahaan sebesar Rp 9.609.127 atau 1,51%.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan beberapa hasil penelitian sebagai berikut:

Jumlah produksi optimal yang diperoleh menggunakan metode *Branch and Bound* adalah 826 celana jeans jogger, 1000 celana jeans *skinny*, 616 celana jeans *maternity*, 1000 celana jeans *boyfriend* dengan keuntungan Rp. 646.346.042 sedangkan berdasarkan jumlah produksi celana jeans yang diperoleh perusahaan dengan masing-masing model yaitu 808 celana jeans jogger, 975 celana jeans *skinny*, 611 celana jeans *maternity*, 992 celana jeans *boyfriend* dengan keuntungan Rp 636.736.915

Berdasarkan hasil perhitungan maka keuntungan yang diperoleh dengan metode *Branch and Bound* lebih besar dibandingkan perhitungan perusahaan karena ada kenaikan sebesar Rp 9.609.127 atau 1,51%.

#### 5. Saran

Berdasarkan pembahasan yang didapat dari hasil penelitian mengenai optimalisasi jumlah produksi untuk memaksimalkan keuntungan di PT BSB maka penulis bermaksud memberikan saran bagi peneliti selanjutnya yaitu sebaiknya melakukan peramalan permintaan jumlah produksi dan disertai penentuan jumlah bahan baku optimal untuk meminimalisasi pengeluaran sehingga ada keseimbangan antara pengeluaran dan juga pemasukan.

#### Daftar Pustaka

- [1] I. Gitosudarmo, Sistem Perencanaan dan Pengendalian Produksi, Yogyakarta: BPFE-Yogyakarta, 1982.
- [2] P. Subagyo, M. Asri dan T. H. Handoko, Dasar-Dasar Operations Research Edisi 1, Yogyakarta: BPFE-Yogyakarta, 1984.
- [3] W. L. Winston, Operations Research: Applications and Algorithm, Curt Hinrichs, 2004.
- [4] P. Sitorus, Program Linear, Jakarta: Universitas Trisakti, 1997.
- [5] Darta dan T. Kandaga, Program Linier dan Aplikasinya, Bandung: Refika, 2019.
- [6] Siswanto, Operation Research, Jakarta: Erlangga, 2007.