

PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU DALAM MENGEFISIENSIKAN BIAYA PERSEDIAAN DENGAN METODE LINEAR PROGRAMMING

Nia Kurniawati

Prodi S1. Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil,
Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: niakurniawati@mhs.unesa.ac.id

ABSTRAK

PT. SCG Readymix Indonesia adalah sebuah perusahaan bidang produksi dan penjualan beton siap pakai (ready-mix). Dalam proses pembuatan readymix, dibutuhkan bahan baku atau material seperti pasir, semen, dan kerikil. Selama ini perusahaan kurang tepat (optimal) dalam melakukan pengendalian persediaan bahan baku. Oleh karena itu, optimasi persediaan bahan baku menjadi aspek penting yang harus diperhitungkan oleh perusahaan, salah satu cara pengendalian persediaan bahan baku adalah dengan menggunakan metode *Linear Programming*. Linear programming merupakan suatu teknik yang membantu pengambilan keputusan dalam mengalokasikan sumber daya (mesin, tenaga kerja, uang, waktu, kapasitas gudang, dan bahan baku).

Penelitian ini termasuk penelitian deskriptif kuantitatif sebab dalam penelitian ini menuntut penggunaan angka, mulai dari pengumpulan data, pengolahan data hingga keluaran yang dihasilkan. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah wawancara, observasi, dan dokumentasi. Teknik analisis data menggunakan metode Linear Programming, Persediaan Pengaman, Titik Pemesanan Kembali, Persediaan Maksimum, Total Biaya Persediaan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menggunakan metode *Linear Programming* akan menekan biaya persediaan hingga Rp 59.853.433,00 dibandingkan dengan metode yang dipakai oleh perusahaan sebelumnya. Maka dari itu, metode ini sangat direkomendasikan ke perusahaan sebagai salah satu pertimbangan dalam pengendalian material agar dapat meminimalkan biaya persediaan material dan memaksimalkan keuntungan.

Kata Kunci: Pengendalian Material, *Linear Programming*, Total Biaya Persediaan.

ABSTRACT

PT. SCG Readymix Indonesia is a company of production and sale of ready-mix concrete. In the process of making readymix, it takes raw materials such as sand, cement, and gravel. So far, the company is not right (optimum) in controlling the supply of raw materials. Therefore, optimization of raw material inventory becomes an important aspect that must be taken into account by the company, one way of controlling raw material inventory can use the Linear Programming method. Linear programming is a technique that helps make decisions in allocating resources (machinery, labor, money, time, warehouse capacity, and raw materials).

This research includes quantitative descriptive research because in this study requires the use of numbers, starting from data collection, processing data to the output produced. Data collection techniques used were interviews, observation, and documentation. The data analysis technique uses the Linear Programming method, Safety Inventory, Return Order Point, Maximum Inventory, Total Inventory Cost.

The results of the study indicate that using the Linear Programming method will reduce inventory costs up to Rp. 59,853,433.00 compared to the method used by the previous company. Therefore, this method is highly recommended to companies as one of the considerations in material control so as to minimize the cost of material inventory and maximize profits.

Keywords: Material Control, Linear Programming, Total Inventory Cost

PENDAHULUAN

PT. SCG Readymix Indonesia adalah sebuah perusahaan bidang produksi dan penjualan beton siap pakai (ready-mix). Dalam proses pembuatan readymix, dibutuhkan bahan baku atau material seperti pasir, semen, dan kerikil. Setiap bahan baku berbeda sifatnya, sehingga akan mempengaruhi cara

pengadaan, cara penyimpanan dan pemeliharaan, serta cara pengendaliannya.

Selama ini perusahaan tidak optimal dalam melakukan pengendalian persediaan bahan baku, terutama jika jumlah proyek yang dilakukan lebih dari 1 (satu) proyek. Pada satu waktu yang bersamaan, perusahaan harus memenuhi kebutuhan readymix dari beberapa proyek sekaligus. Pemesanan bahan baku

biasanya menggunakan metode safety stock. Metode ini akan menghasilkan keputusan pembelian yang kurang tepat (optimal) karena menyebabkan terjadinya penumpukan bahan baku atau material tersebut.

Jika terjadi penumpukan bahan di gudang, maka akan mengakibatkan modal yang tertanam lebih besar dan tidak produktif. Disamping itu juga dapat menimbulkan terjadinya kerusakan bahan, kehilangan atau turunnya mutu bahan karena disimpan terlalu lama di gudang. Kemungkinan lain adalah terjadinya kekurangan bahan sehingga dapat mengakibatkan kerugian antara lain karena hilangnya kesempatan untuk memperoleh keuntungan, kerugian yang harus dibayarkan pada karyawan yang menganggur, serta mesin-mesin atau alat berat yang tidak beroperasi.

Masalah utama yang berkaitan dengan pengendalian persediaan bahan baku adalah jumlah bahan yang harus dipesan atau ditambahkan pada persediaan dan waktu pada penambahan itu dilakukan, sehingga biaya dapat ditekan seminimal mungkin dan dapat memberikan keuntungan yang optimal. Cara pengendalian persediaan merupakan faktor penting dalam pengambilan keputusan pembelian.

Manajemen material memiliki pengaruh yang besar sekali pada biaya keseluruhan produk, karena manajemen material menangani total aliran material pada sebuah organisasi (Tersine, 1994). Persediaan adalah suatu aktiva yang meliputi barang-barang milik perusahaan yang dimaksud untuk dijual dalam satu periode usaha yang normal atau persediaan barang baku yang menunggu penggunaannya dalam suatu proses produksi (Sofjan Assauri (2004: 169)).

Oleh karena itu, optimasi persediaan bahan baku menjadi aspek penting yang harus diperhitungkan oleh perusahaan, salah satu cara pengendalian persediaan bahan baku adalah dengan menggunakan metode *Linear Programming*. Menurut Mulyono (2004), Program linear (*Linear Programming* yang disingkat LP) adalah salah satu teknik *Operating Research* yang digunakan paling luas dan diketahui dengan baik.

Program Linear merupakan metode matematika yang didesain untuk membantu para manajer operasi dalam merencanakan dan membuat keputusan yang diperlukan untuk mengalokasikan sumber daya. *Linear Programming* merupakan suatu teknik yang membantu pengambilan keputusan dalam mengalokasikan sumber daya (mesin, tenaga kerja, uang, waktu, kapasitas gudang, dan bahan baku). Konsep *Linear Programming* diharapkan dapat memberikan jalan keluar pada para kontraktor dalam melakukan kegiatan persediaan material.

Dari latar belakang di atas, maka penulis dapat mengambil kesimpulan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana cara agar perusahaan dapat mengendalikan material pasir, semen, dan kerikil dengan tepat untuk menghindari kelebihan maupun kekurangan bahan baku menggunakan metode *Linear Programming*?

Dari penelitian ini, penulis memiliki beberapa tujuan penelitian, diantaranya:

1. Mengetahui cara pengendalian material pasir, semen, dan kerikil dengan tepat untuk menghindari kelebihan maupun kekurangan menggunakan metode *Linear Programming*.

Dalam penelitian ini, diharapkan dapat memberikan manfaat kepada pihak-pihak yang terkait, diantaranya:

Teoritis :

1. Dapat memberikan manfaat dan menambah pengetahuan dengan menerapkan ilmu manajemen logistik yang diperoleh di bangku kuliah pada perusahaan yang ditinjau mengenai bentuk pengendalian material yaitu dengan metode *Linear Programming*.
2. Dapat mengaplikasikan ilmu *Linear Programming* pada batching plant PT. SCG Readymix Indonesia Cabang Dupak, Surabaya.

Praktis :

1. Sebagai tambahan informasi kepada pihak manajemen perusahaan dalam menentukan persediaan yang efektif dan efisien dalam pengendalian material dengan metode *Linear Programming*.
2. Sebagai bahan pertimbangan bagi manajemen perusahaan maupun pihak lain yang berkepentingan dalam menjalankan pengendalian persediaan material pasir, semen, dan kerikil secara efektif dan efisien pada batching plant PT. SCG Readymix Indonesia Cabang Dupak, Surabaya.

Agar pembahasan dalam laporan ini tidak terlalu luas, maka penulis akan membatasi ruang lingkup pembahasan sebagai berikut :

1. Pembahasan berlokasi di batching plant PT. SCG Readymix Indonesia Cabang Dupak, Surabaya.
2. Pengendalian persediaan material pasir, semen, dan kerikil dalam pembuatan readymix.
3. Menggunakan metode *Linear Programming*.
4. Hanya mengatasi penjadwalan pemesanan dan jumlah pemesanan pada tahun 2018.
5. Harga bahan baku menggunakan harga pasar.
6. Data tentang suku bunga bank menggunakan rata-rata dari Bank Indonesia Rate pada tahun 2018

7. Data harga telepon menggunakan harga dari website PT. Telekomunikasi Indonesia.
8. Biaya persediaan yang digunakan yaitu biaya pemesanan dan biaya penyimpanan saja.
9. Biaya administrasi yang termasuk dalam biaya pemesanan diasumsikan sama dengan biaya penggunaan kertas.
10. Biaya panggilan (telepon) diasumsikan dilakukan 4 kali. Dua panggilan pertama dilakukan untuk mengetahui info dari supplier (karena rata-rata supplier yang digunakan berjumlah dua), panggilan ketiga digunakan untuk memastikan supplier mana yang akan digunakan, panggilan terakhir digunakan sebagai penanggulangan bila terjadi keterlambatan penerimaan atau hal lain yang tidak sesuai dengan yang direncanakan.
11. Biaya panggilan (telepon) diasumsikan dengan durasi 2 menit. Hal ini sesuai dengan durasi yang digunakan seseorang untuk melakukan panggilan.
12. Output yang dihasilkan berupa:
 - Jumlah bahan baku yang harus dipesan
 - Jumlah persediaan pengaman yang dibutuhkan
 - Jadwal pemesanan material kembali
 - Database yang digunakan adalah Lindo (Linus Schrage. 1991. Lindo An optimization Modeling System)
 - Bahasa pemrograman menggunakan LINDO Systems, Inc.

TINJAUAN PUSTAKA

A. Beton

Beton berbasis semen Portland adalah material komposit, yang terdiri dari material dasar : semen Portland, pasir (agregat halus), kerikil (agregat kasar), air dan material tambahan lain. Oleh karena itu, kualitas dan performansi material beton ditentukan oleh kualitas dan performansi material dasar tersebut. Selain itu, kualitas dan performansi beton juga ditentukan oleh proses pengadaan, proses pembuatan, proses perawatan dan bahkan pengujian kualitas itu sendiri. Beton di lapangan (in-situ) dapat dibuat dengan 2 macam cara berdasarkan pembuatan campuran beton yaitu: beton konvensional (non-ready mix) dan beton siap pakai (ready mix).

B. Bahan Baku

Pengertian bahan baku menurut Stice et al (2009:572), adalah barang-barang yang dibeli untuk digunakan dalam proses produksi. Bahan baku (bahan mentah) menurut Suyadi Prawirosentono (2001:61) merupakan bahan baku utama dari suatu produk atau barang, hal ini dapat secara visual bahwa bahan

tersebut merupakan bahan utama untuk membuat produk.

C. Persediaan

Persediaan menurut Sofjan Assauri (2004: 169) adalah suatu aktiva yang meliputi barang-barang milik perusahaan yang dimaksud untuk dijual dalam satu periode usaha yang normal atau persediaan barang baku yang menunggu penggunaannya dalam suatu proses produksi.

D. Manajemen Persediaan

Manajemen persediaan merupakan bagian dari Manajemen Keuangan yang dalam kegiatannya bertugas untuk mengawasi aktiva perusahaan. Sebelum membuat keputusan tentang persediaan tentu bagian ini harus memahami konsep persediaan.

E. Linear Programming

Linear Programming atau Program Linear adalah suatu cara untuk penyelesaian masalah dengan menggunakan persamaan atau pertidaksamaan linear yang mempunyai banyak penyelesaian, dengan memperhatikan syarat-syarat agar diperoleh hasil yang maksimum/ minimum (penyelesaian optimum).

F. Safety Stock

Safety stock (persediaan pengaman) menurut Assauri (2009:188), adalah persediaan yang diadakan untuk mencegah terjadinya kekurangan persediaan ketika permintaan tidak pasti atau karena faktor yang menentukan besarnya persediaan ini adalah penggunaan bahan baku rata-rata selama periode tertentu sebelum barang yang dipesan datang dan waktu tunggu yang bervariasi.

G. ReOrder Point (ROP)

Re Order Point (ROP) Menurut Heizer dan Render (2011:99), titik pemesanan ulang (ReOrder Point) yaitu tingkat persediaan dimana ketika persediaan mencapai tingkat tersebut, pemesanan harus dilakukan.

H. Rata-Rata (Average)

Rata-rata adalah suatu bilangan yang mewakili sekumpulan data. Nilai rata-rata dari suatu kelompok data adalah jumlah nilai data dibagi dengan banyaknya data.

I. Penelitian yang Terkait

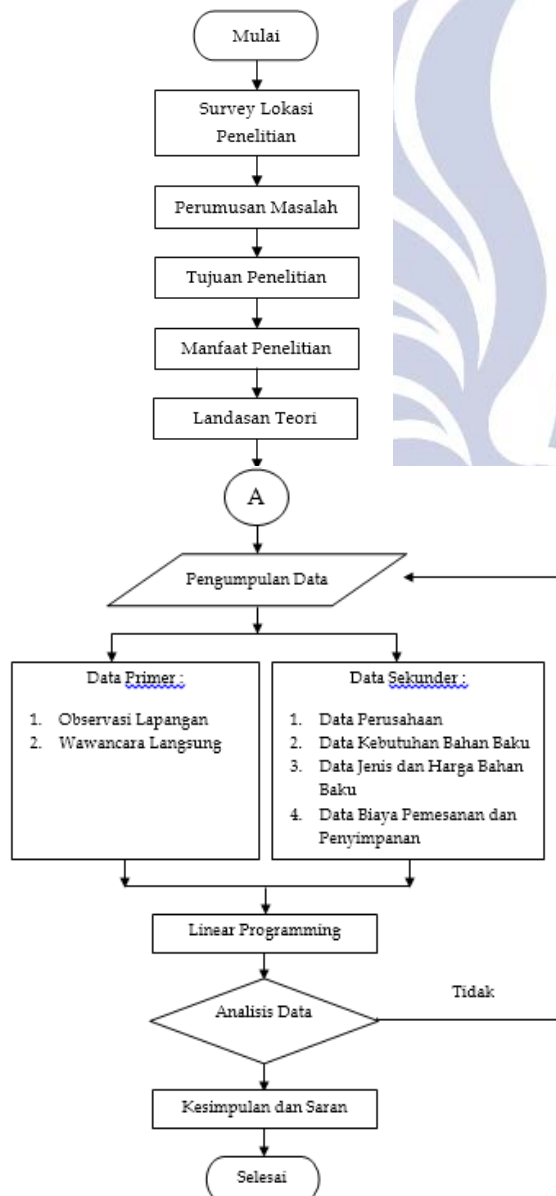
1. Analisis Optimalisasi Produksi Roti pada Marbella Bakery oleh Shanty Octaviani, 2012.

- Menentukan Jumlah Produksi Batik dengan Memaksimalkan Keuntungan Menggunakan Metode Linear Programming pada Batik Hana oleh Indrayanti, S.T, M. Kom., 2012.

METODE PENELITIAN

A. Pendekatan Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. SCG Readymix Indonesia yang berlokasi di Jalan Dupak Rukun No. 145 Asem Rowo Surabaya. Berdasarkan tujuan penelitian, penelitian ini termasuk penelitian deskriptif kuantitatif sebab dalam penelitian ini menuntut penggunaan angka, mulai dari pengumpulan data, pengolahan data hingga keluaran yang dihasilkan. Berikut ini adalah digram alir (flowchart) penelitian ini:



Gambar 1. Flow Chart Penelitian

B. Lokasi Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan oleh mahasiswa di Jalan Dupak Rukun Tambak Mayor 145, Surabaya.

C. Variabel Penelitian

- Variabel Independen : bahan baku (X1), waktu (X2), dan biaya (X3).
- Variabel Dependen : kuantitas optimum yang dapat dicapai oleh perusahaan dengan menggunakan metode *Linear Programming*.

D. Sumber Data dan Data Penelitian

- Sumber data pada penelitian ini didapat langsung dari bagian produksi PT. SCG Readymix Indonesia cabang Dupak, Surabaya.
- Data Penelitian berupa data umum perusahaan, data kebutuhan material, data input *linear programming*.

E. Sasaran Penelitian

Menemukan total biaya persediaan bahan baku (*total inventory cost*) yang paling efisien dengan menggunakan metode *Linear Programming*.

F. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian ini adalah data mengenai penerimaan dan pemakaian bahan baku pada tahun 2018.

G. Teknik Pengumpulan Data

- Wawancara
- Observasi
- Dokumentasi

H. Teknik Analisis Data

1. *Linear Programming*

Model Lindo minimal memiliki tiga syarat:

- Memerlukan fungsi objektif
- Variabel
- Batasan (fungsi kendala)

Untuk syarat pertama yaitu fungsi objektif, bisa dikatakan tujuan. Tujuan disini memiliki dua jenis tujuan yaitu maksimasi (MAX) dan minimasi (MIN). Kata pertama untuk mengawali pengetikan formula pada Lindo adalah MAX atau MIN. Formula yang diketikan ke dalam untitled (papan editor pada Lindo) setelah MAX atau MIN disebut fungsi tujuan. Secara umum dapat dituliskan sebagai berikut:

- Fungsi tujuan model matematika

$$\text{Min/Maks } Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n$$

- Diketikkan ke dalam untitled menjadi

$$\text{MIN } C1X1 + C2X2 + \dots + CnXn$$

atau

$$\text{MAX } C1X1 + C2X2 + \dots + CnXn$$

Untuk syarat kedua adalah variabel. Variabel ini sangat penting, Lindo tidak dapat dijalankan tanpa memasukkan variabel dalam formula.

Untuk syarat ketiga setelah fungsi objektif dan variabel selanjutnya adalah batasan. Dalam kenyataannya variabel tersebut pasti memiliki batasan, batasan itu misalnya keterbatasan bahan, waktu, jumlah pekerja, biaya operasional. Setelah fungsi objektif diketikkan selanjutnya diketikkan SUBJECT TO atau ST untuk mengawali pengetikan batasan dan pada baris berikutnya baru diketikkan batasan yang ada diakhir batasan kita akhiri dengan kata END. Secara umum dapat dituliskan sebagai berikut :

$$a11X1 + a12X2 + \dots + C1nXn \leq b1$$

$$a11X1 + a22X2 + \dots + C2nXn \leq b2$$

$$am1X1 + am2X2 + \dots + CmnXn \leq bm$$

$$X1, X2, \dots, Xn \geq 0$$

Untuk pengetikkan fungsi kendala ke dalam untitled adalah sebagai berikut :

SUBJECT TO

$$a11X1 + a12X2 + \dots + C1nXn \leq b1$$

$$a11X1 + a22X2 + \dots + C2nXn \leq b2$$

$$am1X1 + am2X2 + \dots + CmnXn \leq bm$$

$$X1 \geq 0$$

$$X2 \geq 0$$

$$Xn \geq 0$$

END

2. Safety Stock

Persediaan pengaman atau tambahan yang diadakan untuk melindungi atau menjaga kemungkinan terjadinya kekurangan bahan (Stock Out). Data yang dibutuhkan pada perhitungan Safety Stock adalah jumlah pemakaian bahan baku dan lead time. Rumus *safety stock* adalah sebagai berikut:

$$\text{Safety Stock} = (\text{Pemakaian Max.} - \text{Pemakaian Rata-rata}) \times \text{Lead Time}$$

3. Reorder Point

Agar pembelian bahan yang sudah ditetapkan dalam Linear Programming tidak mengganggu kelancaran kegiatan produksi, maka diperlukan waktu pemesanan kembali bahan baku. Data yang dibutuhkan pada perhitungan Re Order Point adalah Jumlah pemakaian bahan baku,

lead time (waktu tunggu pemesanan), *safety stock*. Cara perhitungan *Reorder Point* adalah sebagai berikut:

$$\text{Reorder Point} = (\text{LD} \times \text{AU}) + \text{SS}$$

$$\text{Dimana : LD} = \text{Lead Time}$$

$$\text{AU} = \text{Average Usage} \\ (\text{Pemakaian rata-rata})$$

$$\text{SS} = \text{Safety Stock}$$

4. Penentuan Persediaan Maksimum (Maximum Inventory)

$$\text{Maksimum inventory} = \text{Safety stock} + \text{LP}$$

Keterangan:

$$\text{Safety stock} = \text{Persediaan pengaman}$$

$$\text{LP} = \text{Kuantitas Pembelian Optimal}$$

5. Perhitungan Total Biaya Persediaan Bahan Baku (Total Inventory Cost/TIC)

$$\text{TIC} = \text{Biaya Pesan} + \text{Biaya Simpan}$$

$$\left[\frac{\text{Kuantitas Pemakaian}}{\text{Kuantitas Optimal}} \times \text{Biaya Pemesanan} \right] \\ + \left[\text{Rata-rata Persediaan} \times \text{Biaya Simpan} \frac{\text{unit}}{\text{tahun}} \right] \\ \left[\frac{D}{Q} \times S \right] + \left[\frac{Q}{2} \times H \right]$$

Keterangan:

$$D = \text{Kuantitas Pemakaian}$$

$$Q = \text{Kuantitas Optimal}$$

$$S = \text{Biaya pemesanan rata-rata}$$

$$H = \text{Biaya penyimpanan per unit}$$

$$\frac{Q}{x} = \text{Rata-rata Persediaan}$$

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum Perusahaan

1. Sejarah Berdirinya Perusahaan

PT. Jaya Readymix atau yang terkenal dengan merek Jayamix, berdiri sejak tahun 1972 dan menjadi penyedia beton siap pakai pertama di Indonesia. Pada tahun 2012, Siam Cement Group (SCG), sebuah produsen bahan-bahan bangunan terbesar di Thailand, mengambil alih kepemilikan dan kemudian mengubah PT. Jaya Readymix menjadi PT. SCG Readymix Indonesia dengan brand Jayamix by SCG.

PT. SCG Readymix Indonesia merupakan perusahaan Thailand yang mengawali usahanya dengan mendirikan perusahaan semen di tahun 1913. Hingga saat ini PT. Siam Cement Group (SCG) memiliki tiga bisnis utama, yaitu SCG Cement Building Material, SCG Paper, dan SCG Chemical yang di dalam ketiganya terdapat lebih dari 200 perusahaan dengan karyawan 45.000 orang.

2. Data Perusahaan

Nama Perusahaan : PT. Siam Cement Group
 Readymix Indonesia
 Cabang Dupak, Sby
 Kantor : Jl. Dupak Tambak
 Mayor No. 145, Sby
 Bidang Usaha : Pemasok Beton Siap
 Pakai
 Tahun Berdiri : 1972
 Jumlah Karyawan : 502 orang
 Kepala Cabang : Ratchayut Kasemchaisiri
 Manager Prod. 1 : Mohammad Arif
 Mawardi
 Manager Prod. 2 : Soeroso
 Manager Pengadaan : Irfan Affandi
 Personalia : Irfan Affandi

3. Kondisi Umum Perusahaan

PT. SCG Readymix Indonesia Cabang Dupak Surabaya merupakan salah satu kantor pusat dan batching plant untuk Surabaya yang berlokasi di Jalan Dupak Tambak Mayor No. 145, Surabaya. Di dalam plant ini terdapat 4 bangunan utama, yaitu ruang kantor administrasi, pengadaan, produksi, dan laboratorium.

B. Deskripsi Hasil Penelitian

1. Penerimaan Material

PT. Siam Cement Group (SCG) Readymix Indonesia telah melakukan pembelian material berupa semen, pasir, dan kerikil ke beberapa supplier yang telah menjadi rekanan selama ini. Data kuantitas pemakaian material pada perusahaan batching plant PT. SCG Readymix Indonesia cabang Dupak, Surabaya ialah sebagai berikut:

Tabel 1. Kuantitas Kebutuhan Material

PT. JAYA READYMIX	Plant : Dupak			
	Semen	1/1	1/2	Pasir
Bulan	kg	kg	kg	kg
Januari	1.198.434,98	661.606,79	1.213.775,49	1.895.458,00
Februari	910.957,38	502.902,20	922.618,05	1.440.780,26
Maret	1.247.367,34	688.620,34	1.263.334,21	1.972.849,96
April	1.400.688,72	773.262,79	1.418.618,18	2.215.344,76
Mei	1.932.420,33	1.066.810,00	1.957.156,20	3.056.337,35
Juni	1.021.055,18	563.682,69	1.034.125,16	1.614.912,16
Juli	1.339.523,27	739.495,86	1.356.669,79	2.118.604,81
Agustus	2.304.306,25	1.272.112,96	2.333.802,42	3.644.516,22
September	2.115.508,90	1.167.885,69	2.142.588,39	3.345.912,25
Oktober	2.381.782,48	1.314.884,41	2.412.270,39	3.767.053,49
November	2.473.122,88	1.365.309,70	2.504.779,99	3.911.518,47
Desember	2.063.314,39	1.139.071,24	2.089.725,76	3.263.360,83
JUMLAH	20.388.482,10	11.255.644,67	20.649.464,02	32.246.648,56
Rata-rata	1.699.040,18	937.970,39	1.720.788,67	2.687.220,71

2. Harga Material

Harga material yang digunakan dalam perhitungan didapat dari harga survey pada toko material di Surabaya Tahun 2018. Harga material yang digunakan ialah dengan satuan kilogram (kg) untuk semua material, sehingga beberapa harga akan dikonversikan ke dalam satuan tersebut.

Tabel 2. Harga Material

No.	Jenis Material	Tahun 2018
1	Semen	Rp 1.300,00
2	Split 1:1	Rp 131,00
3	Split 1:2	Rp 162,00
4	Pasir	Rp 159,00

Sumber : perhitungan

3. Biaya-Biaya Persediaan

Biaya-biaya persediaan dalam perusahaan ialah jumlah biaya pemesanan dan biaya penyimpanan seperti dibawah ini:

a. Biaya Pemesanan

• Biaya Telepon

Biaya telepon ialah biaya yang dikeluarkan untuk melakukan sambungan telepon guna pemesanan material dalam satu kali pesan. Hal ini dapat diasumsikan 3 menit untuk satu kali melakukan panggilan telepon ke supplier. Data untuk biaya telepon bisa didapat melalui website PT. Telekomunikasi Indonesia, dimana dalam website tersebut mencantumkan biaya telepon untuk berbagai sambungan (lokal, SLJJ) dan berbagai provider (Telkomsel, Kartu As, dan lain-lain) yang dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3. Daftar Biaya Telepon

No	Jenis Sambungan	Biaya	Waktu
1	SLJ	Rp 250	6 detik
2	SLJJ	Rp 1.100	6 detik

• Biaya Administrasi

Biaya administrasi ialah segala biaya yang digunakan untuk surat menyurat dalam satu kali pemesanan material. Biaya pengeluaran surat ini diasumsikan dengan biaya kertas yang ada di pasaran yaitu sebesar Rp 200,00 /halaman kertas. Dalam pemesanan hingga material datang ke plant, administrasi yang dikeluarkan meliputi surat Good Inward Docket (GID) rangkap 4, dan tiket timbangan rangkap 2. Jadi total jumlah kertas yang dikeluarkan berjumlah 6 buah dengan biaya per kertas Rp 200 maka:

$$\begin{aligned} \text{Biaya administrasi} &= \text{Rp } 200,00 \times 6 \\ &= \text{Rp } 1.200,00 \end{aligned}$$

- **Biaya Pengiriman Material**

Biaya pengiriman material adalah biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan ketika mendapatkan material dari supplier. Dalam PT. SCG Readymix Indonesia Cabang Dupak, Surabaya biaya pengiriman material sudah masuk ke dalam (include) harga material yang dibayarkan dan tidak dijabarkan secara rinci berapa biaya pengiriman yang dikeluarkan. Maka dari itu biaya pengiriman tidak dimasukkan sebagai biaya pemesanan karena sudah termasuk biaya material.

Tabel 4.Daftar Biaya Pemesanan

No.	Jenis Material	Biaya Pemesanan Tahun 2018
1.	Semen	Rp 31.200,00
2.	Split 1:1	Rp 144.000,00
3.	Split 1:2	Rp 144.000,00
4.	Pasir	Rp 144.000,00

Sumber: perhitungan

- **Biaya Penyimpanan**

Biaya penyimpanan adalah semua pengeluaran yang timbul akibat menyimpan barang. Biaya ini meliputi biaya memiliki persediaan (biaya modal) dan biaya kerusakan atau penyusutan. Untuk biaya modal ini diperhitungkan berdasarkan pada biaya modal yang diinvestasikan pada persediaan (inventory), yang dapat diukur dengan suku bunga bank pada Bank Indonesia yaitu rata-rata sebesar 5% per tahun. Untuk biaya penyusutan atau kerusakan tidak diperhitungkan karena material yang digunakan dalam perusahaan langsung dipakai dan digantikan kembali sehingga biaya kerusakannya sangat minimum.

Tabel 5. Biaya Penyimpanan Material

No.	Jenis Material	Biaya Penyimpanan Tahun 2018
1.	Semen	Rp 650,00
2.	Kerikil 1:1	Rp 65,00
3.	Kerikil 1:2	Rp 81,00
4.	Pasir	Rp 80,00

Sumber: perhitungan

- **Biaya Pembelian**

Biaya pembelian material adalah biaya yang akan dikeluarkan untuk membeli material sebagai bahan produksi yang dibutuhkan perusahaan. Biaya pembelian material dihitung dengan mengalikan biaya per unit material dengan kuantitas (jumlah) material.

Tabel 6. Daftar Biaya Pembelian

Jenis Material	Kuantitas Material per Tahun	Biaya Pembelian Perusahaan
Semen	20.388.482	Rp 26.505.026.600
Kerikil 1:1	11.255.644	Rp 1.474.489.364
Kerikil 1:2	20.649.464	Rp 3.345.213.168
Pasir	32.246.648	Rp 5.127.217.032

Sumber: perhitungan

Dalam kaitannya melakukan pembelian material, biaya persediaan juga termasuk biaya pembelian. Karena saat melakukan pembelian juga diperlukan biaya pemesanan, dan ketika material telah sampai ke perusahaan sebelum disalurkan ke konsumen membutuhkan biaya penyimpanan (perhitungan biaya persediaan menurut perusahaan dapat dilihat pada perhitungan total persediaan bahan baku/TIC perusahaan). Maka dari itu bisa dikatakan bahwa total biaya pembelian yaitu jumlah dari biaya pembelian dan biaya persediaan perusahaan.

Tabel 7. Biaya Persediaan Material

Jenis Material	Biaya Persediaan Perusahaan
Semen	Rp 13.252.513.300
Kerikil 1:1	Rp 731.616.860
Kerikil 1:2	Rp 1.672.606.584
Pasir	Rp 2.579.731.840

Sumber: perhitungan

Tabel 8. Biaya Pembelian Material

Jenis Material	Total Biaya Pembelian Material
Semen	Rp 39.757.539.900
Kerikil 1:1	Rp 2.206.106.224
Kerikil 1:2	Rp 5.017.819.752
Pasir	Rp 7.706.948.872

Sumber: perhitungan

C. Analisis Data

1. Analisis Kebutuhan Material

Analisis kebutuhan material untuk menghindari kelebihan maupun kekurangan bahan baku dengan menggunakan metode *Linear Programming*, *Safety Stock*, dan *Reorder Point*.

a. Penentuan Linear Programming

- Variabel keputusan

$x_{ij} \rightarrow$ Jumlah kandungan bahan i yang dibutuhkan untuk produk j .

Dimana i (1= semen, 2= split 1/1, 3= split 1/2, 4= pasir),

dan j (a= K225, b= K250, c= K275, d= K300, e= K350, f= K500).

- Fungsi Tujuan
Membuat formulasi untuk meminimumkan biaya produksi :

$$\begin{aligned} \text{Min } \Sigma = & \$1300x_{11} + \$131x_{21} + \\ & \$162x_{31} + \$159x_{41} + \$1300x_{12} + \\ & \$131x_{22} + \$162x_{32} + \$159x_{42} + \\ & \$1300x_{13} + \$131x_{23} + \$162x_{33} + \\ & \$159x_{43} + \$1300x_{14} + \$131x_{24} + \\ & \$162x_{34} + \$159x_{44} + \$1300x_{15} + \\ & \$131x_{25} + \$162x_{35} + \$159x_{45} + \\ & \$1300x_{16} + \$131x_{26} + \$162x_{36} + \\ & \$159x_{46} \end{aligned}$$

- Constraint

➤ Ketersediaan bahan baku :

$$10x_{11} + 11x_{12} + 12x_{13} + 13x_{14} + 15x_{15} + 22x_{16} \geq 1699040$$

$$12x_{21} + 13x_{22} + 13x_{23} + 11x_{24} + 16x_{25} + 15x_{26} \geq 937970$$

$$28x_{31} + 27x_{32} + 26x_{33} + 28x_{34} + 33x_{35} + 34x_{36} \geq 1720788$$

$$50x_{41} + 49x_{42} + 49x_{43} + 48x_{44} + 36x_{45} + 29x_{46} \geq 2687220$$

➤ Jumlah bahan baku yang dibutuhkan untuk produksi beton :

$$10x_{11} + 12x_{21} + 28x_{31} + 50x_{41} \geq 971257$$

$$11x_{12} + 13x_{22} + 27x_{32} + 49x_{42} \geq 2232909$$

$$12x_{13} + 13x_{23} + 26x_{33} + 49x_{43} \geq 485617$$

$$13x_{14} + 11x_{24} + 28x_{34} + 48x_{44} \geq 4368750$$

$$15x_{15} + 16x_{25} + 33x_{35} + 36x_{45} \geq 970841$$

$$22x_{16} + 15x_{26} + 34x_{36} + 29x_{46} \geq 679591$$

➤ Non Negativitas

$$x_{11} \geq 240 \quad x_{31} \geq 652$$

$$x_{12} \geq 250 \quad x_{32} \geq 625$$

$$x_{13} \geq 280 \quad x_{33} \geq 612$$

$$x_{14} \geq 300 \quad x_{34} \geq 644$$

$$x_{15} \geq 334 \quad x_{35} \geq 733$$

$$x_{16} \geq 504 \quad x_{36} \geq 793$$

$$x_{21} \geq 269 \quad x_{41} \geq 1150$$

$$x_{22} \geq 297 \quad x_{42} \geq 1147$$

$$x_{23} \geq 291 \quad x_{43} \geq 1136$$

$$x_{24} \geq 266 \quad x_{44} \geq 1114$$

$$x_{25} \geq 351 \quad x_{45} \geq 804$$

$$x_{26} \geq 347 \quad x_{46} \geq 685$$

Dari perhitungan menggunakan aplikasi Lindo diperoleh hasil solving seperti berikut.

Gambar 2. Hasil Solve Report Lindo

OBJECTIVE FUNCTION VALUE		
1)	0.1414347E+09	
VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X11	240.000000	0.000000
X21	269.000000	0.000000
X31	652.000000	0.000000
X41	18947.460938	0.000000
X12	250.000000	0.000000
X22	779.230774	0.000000
X32	625.000000	0.000000
X42	44962.328125	0.000000
X13	280.000000	0.000000
X23	291.000000	0.000000
X33	612.000000	0.000000
X43	9440.041016	0.000000
X14	300.000000	0.000000
X24	266.000000	0.000000
X34	57806.929688	0.000000
X44	57152.707031	0.000000
X15	334.000000	0.000000
X25	57043.625000	0.000000
X35	733.000000	0.000000
X45	804.000000	0.000000
X16	76437.273438	0.000000
X26	347.000000	0.000000
X36	793.000000	0.000000
X46	685.000000	0.000000

Berdasarkan nilai diatas, dapat dihasilkan nilai dan biaya maksimum pemesanan material per tahun seperti pada tabel 9 di bawah ini.

Tabel 9. Nilai dan Biaya Maksimum Pemesanan

Material	Value	Harga	Total
Semen	77.841	1.300	Rp 101.193.300
Split 1	58.997	131	Rp 7.728.607
Split 2	61.221	162	Rp 9.917.802
Pasir	131.990	159	Rp 20.986.410

2. Penentuan Persediaan Pengaman (*Safety Stock*)

Untuk menghitung safety stock, kita membutuhkan jumlah pemakaian material yang dipakai. Kemudian menentukan pemakaian maksimum dan pemakaian rata-rata penggunaan material, dalam perhitungan kali ini menggunakan microsoft excel.

Setelah itu, kita masukkan ke dalam rumus *Safety Stock*, yaitu (Pemakaian Maksimal – Pemakaian Rata-rata) x *lead time*.

$$\text{Safety Stock} = (2.473.122,88 - 1.699.040,18) \times (1/350) = 2.211,66 \text{ kg}$$

Sehingga dapat dihasilkan persediaan pengaman untuk material semen adalah 2.211,66 kg per hari.

Tabel 10. Hasil perhitungan *safety stock*

Material	<i>Safety Stock</i>
Semen	2.211,66
Split 1	1.220,97
Split 2	2.239,98
Pasir	3.497,99

3. Penentuan Pemesanan Kembali (*Reorder Point*)

Perhitungan pemesanan kembali material semen pada perusahaan adalah sebagai berikut:
 $ROP = \text{Safety stock} + (\text{Lead time} \times \text{kebutuhan per hari})$

$$ROP = 2.211,66 + (1 \times (1.699.040,18 / 350)) = 7.066,07$$

Jadi pemesanan ulang (*reorder point*) semen dilakukan bila persediaan telah mencapai 7.066,07 kg.

Tabel 11. Hasil Perhitungan *Reorder Point*

Material	Reorder Point
Semen	7.066,07
Split 1	3.900,88
Split 2	7.156,51
Pasir	11.175,77

4. Penentuan Persediaan Maksimum (*Maximum Inventory*)

Persediaan maksimum dapat dicari menggunakan rumus berikut ini

$$\begin{aligned} \text{Maximum Inventory} &= LP + \text{Safety Stock} \\ &= 77.841 + 2.211,66 \\ &= 80.052,66 \text{ kg} \end{aligned}$$

Jadi persediaan maksimum (*maximum inventory*) semen yang dapat dicapai oleh perusahaan adalah 80.052,66 kg

Tabel 12. Hasil Perhitungan Persediaan Maksimum

Material	LP	SS	Total
Semen	77.841	2211,66	80.052,66
Split 1	58.997	1220,97	60.217,97
Split 2	61.221	2239,98	63.460,98
Pasir	131.990	3497,99	135.487,99

5. Perhitungan Total Biaya Persediaan Material (*Total Inventory Cost/TIC*) Menurut *Linear Programming*

- Biaya Pemesanan
 $= (\text{Kuantitas Pemakaian 1 tahun} / LP) \times \text{Biaya Pesan}$
 $= (20.388.482 / 77.841) \times 31.200$
 $= \text{Rp } 8.172.051,00$
- Biaya Penyimpanan
 $= \text{Rata-Rata Persediaan} \times \text{Biaya Simpan per tahun}$
 $= (LP/2) \times \text{Biaya Simpan per tahun}$
 $= (77.841/2) \times 650$
 $= \text{Rp } 25.298.325,00$

Total Biaya Persediaan Material (*Total Inventory Cost/TIC*)

$$\begin{aligned} \text{TIC} &= \text{Biaya Pemesanan} + \text{Biaya Penyimpanan} \\ &= \text{Rp } 8.172.051,00 + 25.298.325,00 \\ &= \text{Rp } 33.470.376,00 \end{aligned}$$

Jadi total biaya persediaan (*inventory cost*) untuk material semen yang dikeluarkan menurut perhitungan dengan metode *linear programming* adalah sebesar Rp 33.470.376,00.

Tabel 13. Total Biaya Persediaan menurut *linear programming*

Material	Biaya Pesan	Biaya Simpan	Total Biaya
Semen	Rp 8.172.051	Rp 25.298.325	Rp 33.470.376
Kerikil 1:1	Rp 27.472.799	Rp 1.917.403	Rp 29.390.202
Kerikil 1:2	Rp 48.570.308	Rp 2.479.451	Rp 51.049.758
Pasir	Rp 35.180.827	Rp 5.279.600	Rp 40.460.427

6. Perhitungan Total Biaya Persediaan Material (*Total Inventory Cost/TIC*) Menurut Perusahaan

- Biaya Pemesanan
 $= \text{Frekuensi Pemesanan} \times \text{Biaya Pesan}$
 $= 350 \times 31.200$
 $= \text{Rp } 10.920.000,00$
- Biaya Penyimpanan
 $= \text{Kuantitas Pemakaian} \times \text{Biaya Simpan per tahun}$
 $= 20.388.482 \times (650/350)$
 $= \text{Rp } 37.864.324,00$
- Total Biaya Persediaan Material (*Total Inventory Cost/TIC*)
 $\text{TIC} = \text{Biaya Pemesanan} + \text{Biaya Penyimpanan}$
 $= \text{Rp } 10.920.000,00 + \text{Rp } 37.864.324,00$
 $= \text{Rp } 48.784.324,00$

Jadi total biaya persediaan (*inventory cost*) untuk material semen yang dikeluarkan menurut perusahaan adalah sebesar Rp 48.784.324,00.

Tabel 13. Total Biaya Persediaan menurut perusahaan

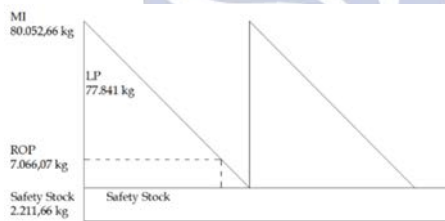
Material	Biaya Pesan	Biaya Simpan	Total Biaya
Semen	Rp 10.920.000	Rp 37.864.324	Rp 48.784.324
Kerikil 1:1	Rp 50.400.000	Rp 2.090.334	Rp 52.490.334
Kerikil 1:2	Rp 50.400.000	Rp 4.778.876	Rp 55.178.876
Pasir	Rp 50.400.000	Rp 7.370.662	Rp 57.770.662

D. Pembahasan Hasil Penelitian

Berdasarkan data yang diperoleh dari perusahaan menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara *Linear Programming*, *Safety Stock*, *Reorder Point*, dan *Maximum Inventory* serta adanya perbedaan *Total Inventory Cost* (TIC) material antara TIC perusahaan dengan TIC menggunakan metode *Linear Programming* adalah sebagai berikut:

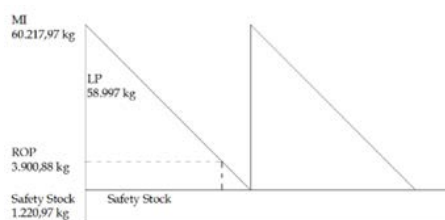
Pada perhitungan sebelumnya telah diketahui bahwa perusahaan melakukan pembelian sebesar material kembali dilakukan pada saat persediaan tersisa 7.066,07 kg. Dengan demikian saat pemesanan material diterima dengan lead time satu hari, persediaan yang tersisa masih 2.211,66 kg, sedangkan untuk menghindari terjadinya kelebihan bahan baku, jumlah pembelian yang harus dilakukan sebesar 77.841 kg, agar tidak melebihi *Maximum Inventory* sebesar 80.052,66 kg. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik berikut:

Grafik 1. Hubungan *Linear Programming*, *Safety Stock*, *ROP*, dan *Maximum Inventory* Semen

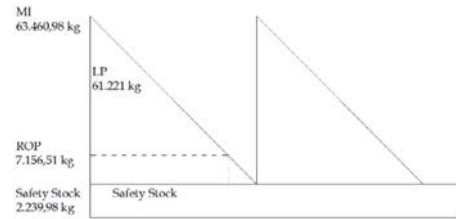


Total biaya persediaan material semen menurut *Linear Programming* yaitu sebesar Rp 33.470.376,00 sedangkan menurut PT. SCG Readymix Indonesia Cabang Dupak, Surabaya sebesar Rp 48.784.324,00. Jadi terdapat penghematan total biaya persediaan semen yaitu sebesar Rp 15.313.948,00.

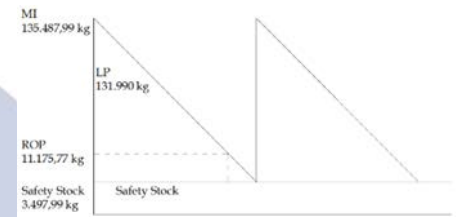
Grafik 2. Hubungan *Linear Programming*, *Safety Stock*, *ROP*, dan *Maximum Inventory* Split 1:1



Grafik 3. Hubungan *Linear Programming*, *Safety Stock*, *ROP*, dan *Maximum Inventory* Split 1:2



Grafik 4. Hubungan *Linear Programming*, *Safety Stock*, *ROP*, dan *Maximum Inventory* Pasir



Tabel 14. Daftar TIC Menurut *Linear Programming* dan Perusahaan

Jenis Material	TIC <i>Linear Programming</i>	TIC Perusahaan	Efisiensi
Semen	Rp 33.470.376,00	Rp 48.784.324,00	Rp 15.313.948,00
Split 1:1	Rp 29.390.202,00	Rp 52.490.334,00	Rp 23.100.132,00
Split 1:2	Rp 51.049.758,00	Rp 55.178.876,00	Rp 4.129.118,00
Pasir	Rp 40.460.427,00	Rp 57.770.662,00	Rp 17.310.236,00

Dari pembahasan hasil penelitian tersebut, *Linear programming* sesuai dengan tujuan persediaan menurut Sofjan Assauri (1998:177) yaitu dapat menjaga agar perusahaan tidak sampai kehabisan persediaan sehingga menyebabkan proses produksi terhenti, menjaga agar penentuan persediaan tidak terlalu besar sehingga biaya persediaan dapat ditekan, dan menjaga pembelian bahan baku secara kecil-kecilan dapat dihindari. Selain dari tujuan persediaan tersebut, *Linear Programming* juga memenuhi ketiga fungsi persediaan sesuai pendapat Adapun fungsi persediaan menurut Freddy Rangkuty (2004:15) yaitu fungsi *Decoupling*, fungsi *Economic Lot Sizing*, dan fungsi *Antisipasi*. Selain memenuhi tujuan dan fungsi persediaan di atas, hal tersebut juga sesuai dengan keunggulan dari metode *Linear Programming* menurut Sofjan Assauri (1999, p9) yaitu suatu teknik perencanaan yang menggunakan model matematika dengan tujuan untuk menemukan kombinasi-kombinasi produk yang terbaik di

dalam menyusun suatu alokasi sumber daya yang terbatas guna mencapai tujuan yang digunakan secara optimal. Untuk mengetahui besarnya persediaan yang harus dipesan dapat menggunakan analisis kuantitas pembelian optimal, untuk mengetahui kapan seharusnya pemesanan dilakukan yaitu dengan cara menganalisis waktu pemesanan kembali (Re Order Point), sedangkan untuk mengatasi ketidak pastian permintaan dapat dianalisis menggunakan persediaan pengaman (safety stock), dan mudah diaplikasikan pada proses produksi massal misalnya pada perusahaan batching plant PT. SCG Readymix Indonesia Cabang Dupak, Surabaya.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan pada bab sebelumnya, dapat diambil satu simpulan sebagai berikut:

1. Cara yang Dilakukan Perusahaan untuk Mengendalikan Material Pasir, Semen, Dan Kerikil Dengan Tepat untuk Menghindari Kelebihan Maupun Kekurangan Bahan Baku Menggunakan Metode *Linear Programming*.
 - a. Pembelian Kuantitas Optimum menggunakan *Linear Programming*
 Pembelian kuantitas optimum untuk material pasir adalah sebesar 77.841 kg, untuk material split 1:1 adalah sebesar 58.997 kg, untuk material split 1:2 adalah sebesar 61.221 kg, sedangkan untuk material pasir adalah sebesar 131.990 kg
 - b. Persediaan Pengaman (Safety Stock)
 Persediaan pengaman (safety stock) yang harus disediakan perusahaan untuk material pasir adalah sebesar 2.211,66 kg, untuk material split 1:1 adalah sebesar 1.220,97 kg, untuk material split 1:2 adalah sebesar 2.239,98 kg, sedangkan untuk material pasir adalah sebesar 3.497,99 kg
 - c. Titik Pemesanan Kembali (Reorder Point)
 Batas atau titik pemesanan material semen yang dibutuhkan oleh perusahaan bila menggunakan metode linear programming adalah sebesar 7.066,07 kg, untuk material split 1:1 adalah sebesar 3.900,88 kg, untuk material split 1:2 adalah sebesar 7.156,51 kg, sedangkan untuk material pasir adalah sebesar 11.175,77 kg.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous. 2014. "Pedoman Penulisan Skripsi". Universitas Negeri Surabaya.
- Budianto, Marianawaty. 2013. "Penerapan Integer Linier Programming pada Produksi Sprei di Konveksi XYZ Surabaya." *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya* Vol. 2 No. 1 Surabaya: Jurusan Manajemen Fakultas Bisnis dan Ekonomika Universitas Negeri Surabaya.
- Darudiato, Suparto dan Krisma Punta. 2007. "Analisis dan Perancangan Sistem Informasi Dengan Intranet: Studi Kasus Persediaan Material PT. Balfoue Beatty Sakti Indonesia". *CommIT*, Vol. 1 No. 1, Mei 2007, hlm. 95-102.
- Indrayanti, S.T., M. Kom. 2012. "Menentukan Jumlah Produksi Batik dengan Memaksimalkan Keuntungan Menggunakan Metode Linear Programming pada Batik Hana" *Jurnal Ilmiah ICTech* Vol. X No. 1. Pekalongan: Program Studi Manajemen Informatika, STMIK Widya Pratama.
- Heizer, Jay dan Barry Render. 2011. "Operations Management", Buku 1 edisi ke sembilan. Salemba Empat : Jakarta.
- Kamaruzzaman, Findy. 2012. "Study Keterlambatan Penyelesaian Proyek Konstruksi". *Jurnal Teknik Sipil UNTAN / Volume 12 Nomor, Des 2012.*
- Liana, Lie. 2012. "Desain Sistem Informasi Persediaan Bahan Baku Sebagai Upaya Minimalisasi Biaya Persediaan Pada Sistem Manufaktur" *Dinamika Teknik* Vol. VI, No. 1, Jnuari 2012, Hal 1-3. Semarang: Fakultas Ekonomi Universitas Stikubank Semarang.
- Malik, Ngarap Im, Evelin Widyawati, dan Rudi tjiptadi. 2010. "Aplikasi Algoritma Dynamic Probabilistic Inventory Pada Proses Pengendalian Persediaan Bahan Bangunan. Seminar Nasional Informatika 2010 (semnasIF 2010) UPN "Veteran" Yogyakarta, 22 Mei 2010. Yogyakarta: FST-UBINUS dan FASILKOM-UBINUS
- Octavia, Shanty. 2012. "Analisis Optimalisasi Produksi Roti pada Marbella Bakery". Bogor: Fakultas Ekonomi Manajemen Institut Pertanian Bogor.
- Rangkuti, F. 2004. "Manajemen Persediaan Aplikasi di Bidang Bisnis". Erlangga: Jakarta.
- Sanny, Lim, Haryadi Sarjono, dan Yiska Andrie. 2011. "Penerapan Model Linear Programming untuk Mengoptimalkan Jumlah

- Produksi dalam Memperoleh Keuntungan Maksimal” Jurnal Ekonomi Vol. 2 No. 2. Jakarta Barat: BINUS University.
- Saptiaji. 2014. “Optimasi Keuntungan Menggunakan Linear Programming di PT. Pertamina Refinery Unit (RU) VI Balongan” Jurnal Online Institut Teknologi Nasional. Bandung: Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Nasional.
- Sindi, Denny Pratama. 2012. “Optimalisasi Produksi Industri Sambal Menggunakan Pemrograman Optimization of Production Industrial Sauce Using Linear Programming”. Depok: Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Gunadarma.

