

ANALISIS METODE MATERIAL REQUIREMENT PLANNING (MRP) TERHADAP PENGENDALIAN PERSEDIAAN MATERIAL PADA PEKERJAAN STRUKTUR PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG UKM CENTER KAMPUS KETINTANG UNESA

Rika Wulandari

Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: rika20104@mhs.unesa.ac.id

Arie Wardhono

Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: ariewardhono@unesa.ac.id

Abstrak

Pengadaan bahan baku sering menjadi permasalahan dalam suatu industri. Pengadaan bahan baku yang baik dapat memperlancar jalannya suatu proses produksi sehingga kebutuhan dapat terpenuhi tepat waktu dan meminimalisasi biaya pengadaan. Dalam suatu proses produksi, sangat sering ditemukan suatu kendala mengenai ketersediaan material, kendala tersebut yakni kurangnya stok material ataupun kelebihan stok sehingga sering berakibat meningkatnya alokasi anggaran biaya terutama dalam segi penyimpanan. Sebaliknya, kekurangan material dapat berpengaruh terhadap proyeksi untuk kemajuan pelaksanaan. Pengendalian persediaan adalah langkah atau kebijakan yang dilakukan untuk kelancaran suatu produksi terutama dalam pelaksanaan proyek konstruksi. Tujuan penelitian ini yaitu menentukan penggunaan teknik *lot sizing* yang dapat menghasilkan total biaya persediaan seefisien dan seminimum mungkin. Metode yang digunakan untuk mencapai tujuan tersebut yakni *Material Requirement Planning* (MRP) dengan menggunakan dua teknik *lot sizing* yaitu *Lot for Lot* (LfL) dan *Economic Order Quantity* (EOQ). Berdasarkan hasil analisa perhitungan akhir penelitian memunculkan dimana teknik *Lot for Lot* (LFL) merupakan teknik *lot sizing* yang dapat menghasilkan anggaran biaya persediaan paling rendah. Teknik LfL ini menghasilkan total biaya persediaan paling minimum dengan nominal sebesar Rp. 392.250.480,00. Teknik EOQ menjadi teknik yang paling konsumtif dalam biaya persediaan yang memiliki nominal sebesar Rp. 482.640.123,00.

Kata Kunci: Pengendalian material, MRP, EOQ, LfL

Abstract

Procurement of raw materials is often a problem in an industry. Procurement of good raw materials can facilitate the course of a production process so that needs can be met on time and minimize procurement costs. In a production process, it is very often found an obstacle regarding the availability of materials, the constraint is the lack of material stock or excess stock so that it often results in increased budget allocations, especially in terms of storage. On the other hand, material shortages can affect projections for implementation progress. Inventory control is a step or policy taken for the smooth running of a production, especially in the implementation of construction projects. The purpose of this study is to determine the use of lot sizing techniques that can produce the total cost of inventory as efficiently and as minimally as possible. The method used to achieve this goal is Material Requirement Planning (MRP) using two lot sizing techniques, namely Lot for Lot (LfL) and Economic Order Quantity (EOQ). Based on the results of the analysis of the final calculation of the study, it appears that the Lot for Lot (LFL) technique is a lot sizing technique that can produce the lowest inventory cost budget. This LfL technique produces the minimum total inventory cost with a nominal value of Rp. 392,250,480.00. The EOQ technique is the most consumptive technique in inventory costs which have a nominal value of Rp. 482,640,123.00.

Keywords: Material control, MRP, EOQ, LfL

PENDAHULUAN

Persediaan merupakan salah satu faktor produksi yang harus dikelola dengan baik dan benar karena merupakan aset yang sangat berpengaruh terhadap suatu proses produksi (Heizer, 2017). Selain persediaan, perencanaan persediaan material juga merupakan salah satu bagian terpenting dalam suatu proyek konstruksi. Hal ini menjadi masalah dikarenakan kebutuhan material menyerap hampir sebagian besar total biaya proyek, sehingga apabila persediaan material tidak diatur dengan sistem yang baik

dan benar akan mengakibatkan kehabisan persediaan material yang kemudian berdampak pada tertundanya pekerjaan lain, secara tidak langsung sistem persediaan material akan mempengaruhi waktu pelaksanaan proyek dan biaya total proyek (Rangkuti, 2004). Oleh karena itu, dengan perencanaan pengendalian persediaan yang baik dan benar dapat mengurangi biaya yang kemudian memperlancar pelaksanaan proyek.

Proyek pembangunan Gedung UMKM Center Kampus Ketintang UNESA berlokasi di Jalan Ketintang, Ketintang,

Kecamatan Gayungan, Kota Surabaya dibangun dengan luas bangunan tiap lantai ±46,0985 m². Bangunan ini terdiri dari 4 lantai. Proyek pembangunan ini dibangun diatas lahan yang sempit sehingga material tidak bisa disimpan dalam waktu yang lama dan dengan jumlah yang besar.

Selama pelaksanaan persediaan material pada proyek Pembangunan Gedung UMKM Center Kampus Ketintang UNESA disediakan tempat penyimpanan material seperti besi namun dengan luas lahan yang sangat sempit dan kurang, sehingga beberapa stok berada di luar dan banyak yang mengalami karat. Problematika ini sering terjadi pada proyek, sebagaimana hasil survei dan wawancara dengan pihak kontraktor yaitu terjadinya kekosongan stok pada material konstruksi sehingga mengakibatkan berpengaruh pada kelancaran pelaksanaan proyek. Maka dengan adanya keterbatasan waktu, area proyek yang sempit dan kebutuhan sumber daya material yang tidak sedikit, diperlukan adanya perencanaan persediaan material yang baik dan benar agar proyek dapat berjalan lancar tepat waktu dan biaya tidak membengkak. Oleh karena itu, untuk mengatasi permasalahan pada proyek Masalah keterlambatan suatu pelaksanaan konstruksi pada proyek Pembangunan Gedung UMKM Center Kampus Ketintang UNESA diperlukan penelitian lebih lanjut agar dapat dilakukan evaluasi kinerja pelaksanaan proyek PT. Pembangunan Graha Bumi Nusantara, sehingga didapatkan tujuan pada penelitian ini yakni untuk menentukan total biaya persediaan material beserta metode *Lot Sizing* yang dianggap paling minimum dalam pengadaan material pada proyek ini.

Pengendalian persediaan adalah sebuah rangkaian kegiatan yang saling berurutan dalam suatu operasi produksi perusahaan sesuai yang sudah direncanakan baik dalam waktu, jumlah, dan kuantitas serta biaya (Assauri, 2005). Menurut Astana (2007), ada dua kondisi yang memungkinkan terjadi pada perlakuan persediaan barang, yakni:

1. *Over stocking*, merupakan kondisi ketika jumlah persediaan barang yang tersimpan dalam jumlah yang besar dan memenuhi dalam jangka waktu lama.
2. *Under stocking*, merupakan kondisi ketika stok persediaan barang menipis karena digunakan untuk memenuhi kebutuhan dalam waktu pendek.

Terdapat beberapa jenis biaya yang terkandung dalam biaya persediaan, terdapat beberapa jenis biaya yang terdapat di dalamnya menurut (Schroeder (2017): (1) Biaya Penyimpanan (*Carrying Cost*), biaya ini dikaitkan dengan penyimpanan barang dengan persediaan dalam periode tertentu; (2) Biaya Pemesanan (*Order Cost*), biaya pemesanan yang akan muncul apabila perusahaan memesan barang secara banyak; (3) Biaya Penyimpanan (*Item Cost*), biaya yang berisikan biaya pembelian ataupun produksi item bahan mentah.

Material Requirement Planning (MRP) yaitu suatu pengaturan material yang berhubungan mengenai sistem persediaan beserta sistem informasinya, bertujuan persediaan material tepat waktu dengan jumlah, kualitas dan harga dapat terpenuhi secara tepat (Wohos, 2014). *Material Requirement Planning* (MRP) merupakan teknik atau sebuah prosedur secara sistematis dengan cara menentukan kuantitas serta waktu dalam sebuah proses pengendalian kebutuhan suatu bahan terhadap komponen-komponen permintaan yang saling berkaitan satu sama lain (Gaspersz, 1998).

Penelitian mengenai *Material Requirement Planning* (MRP) ini sudah banyak diteliti. Tujuan perencanaan persediaan material dalam penjelasan Wohos (2014), yaitu agar pelaksanaan proyek ketika dalam penggunaan material yang tersedia dapat berjalan lancar dan sesuai dengan waktu, jumlah material sesuai dengan kebutuhan agar dapat meminimalisir adanya kekosongan persediaan material pada saat dibutuhkan setiap waktunya, serta kualitas dan harga disesuaikan dengan spesifikasi.

Proses pengelolaan MRP menurut Baroto (2002) dalam Suriyanto (2013) proses pengelolaan yaitu menentukan kebutuhan bersih (*netting*), menentukan jumlah pesanan (*lotting*), menentukan waktu pemesanan (*offsetting*), dan menentukan kebutuhan kotor (*explosion*). *Lotting* yaitu proses mencari besarnya kuantitas pesanan optimum pada setiap item secara sendiri-sendiri dan berlandaskan pada hasil perhitungan kebutuhan bersih yang telak diperhitungkan. Terdapat beberapa metode yang digunakan untuk menentukan nilai lot pada penelitian ini, yaitu:

1. Metode *Lot for Lot* (LfL)

Metode LfL yakni teknik *lot sizing* yang dianggap paling sederhana dan mudah dipahami. Pemesanan dilaksanakan dengan adanya pertimbangan estimasi biaya penyimpanan (Suriyanto, 2013).

2. Metode *Economic Order Quantity* (EOQ)

Metode EOQ yakni sistem berkelanjutan ataupun keadaan *fixed order quantity*, ketika persediaan mencapai tingkat spesifik tertentu yang biasa dikenal dengan titik pemesanan ulang (*Reorder Point*), maka jumlah kuantitas yang sesuai kebutuhan akan dipesan (Roberta S. Russel, 2010). Dibawah ini rumus dari Metode EOQ:

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2C_o D}{C_c}}$$

Keterangan:

Q_{opt} = Titik terendah dari biaya persediaan

C_o = *Ordering Cost* (Biaya Pemesanan)

D = *Demand* (Jumlah Kebutuhan/Periode)

C_c = *Carrying Cost* (Biaya Penyimpanan/Periode)

Safety Stock adalah persediaan bahan tambahan yang dilakukan untuk melindungi dan menjaga kemungkinan

terjadinya kekurangan bahan (*stock out*) (Rangkuti, 2004:10). Perhitungan *safety stock*, diawali dengan mengetahui deviasi material yang didapatkan dari kuadrat antara selisih pemakaian dan perkiraan di gudang. Selanjutnya hal tersebut dapat digunakan untuk menentukan.

1. Nilai σ (kuadrat error)

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum \text{kuadrat}(X - Y)}{\text{Bulan}}}$$

2. Nilai Z

Nilai Z yang digunakan sebesar 1,65 yang didapat dengan memperkirakan atau menggunakan asumsi bahwa perusahaan memenuhi permintaan sebesar 95% dan persediaan cadangan 5%, maka diperoleh nilai Z dengan tabel normal sebesar 1,65 standar deviasi rata-rata.

3. Besarnya *safety stock* yang dibutuhkan pada proses pelaksanaan pekerjaan struktur tersebut.

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

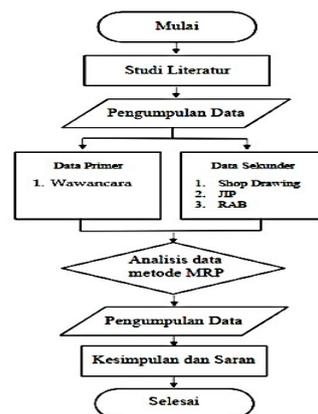
1. Berapakah total biaya persediaan material yang diperlukan dalam proyek Pembangunan Gedung UMKM Center Kampus Ketintang UNESA?
2. Pendekatan *Lot Sizing* apakah yang paling efisien untuk permasalahan pada proyek Pembangunan Gedung UMKM Center Kampus Ketintang UNESA?

Merujuk pada rumusan masalah yang telah dijabarkan, maka ditentukan batasan untuk analisa persediaan material pada proyek ini dengan tujuan untuk mempermudah dalam penyelesaian rumusan masalah dan tujuan penelitian yang ingin didapatkan. Berikut beberapa batasan masalah yang ditentukan dalam penelitian ini:

1. Data penelitian berasal dari Pembangunan Gedung UMKM Center Kampus Ketintang UNESA dengan PT. Pembangunan Graha Bumi Nusantara.
2. Penelitian ini menggunakan 2 (dua) metode untuk menentukan nilai *lot* yaitu model *lot for lot* (LFL) dan model *Economic Order Quantity* (EOQ).
3. Penelitian ini hanya melakukan analisa persediaan material pada item pekerjaan struktur beton atas yakni balok, kolom dan pelat lantai pada lantai 1 sampai dengan lantai 2.
4. Harga material diasumsikan sama dan tidak berubah sebagaimana sesuai dengan yang tercantum pada BOQ selama pembangunan berlangsung.
5. Diasumsikan *supplier* dapat menyanggupi pesanan material yang diajukan oleh proyek dengan segera dan sesuai dengan jumlah pesanan.
6. Waktu pelaksanaan pekerjaan tetap atau sama sesuai yang tercantum pada *time schedule* yang diperoleh.

METODE

Penelitian ini adalah penelitian deskriptif kuantitatif, yang membahas mengenai nominal angka, dari awal pengumpulan data hingga hasil ditemukan dengan cara mengolah data angka-angka yang telah tersedia tersebut secara sistematis. Untuk mewujudkan tujuan tersebut, terdapat beberapa langkah yang harus ditempuh dalam penelitian ini, tahap tersebut diringkas dalam bagan alir/*flowchart* sebagai berikut ini



Gambar 1 *Flowchart* Tahap Penelitian

Dari penjelasan gambar di atas dijelaskan secara deskriptif, tahapan penelitian dimulai dengan menentukan latar belakang serta permasalahan yang akan diungkap. Keseluruhan data tersebut pada akhirnya diproses melalui metode analisis data berupa *lot sizing* untuk mencapai titik akhir yaitu berupa kesimpulan hasil akumulasi berbagai biaya penyusun dalam total biaya persediaan setiap metode

Sasaran Penelitian

Sasaran penelitian yang dituju yaitu antara lain dapat menentukan metode yang dianggap menghabiskan anggaran dana paling minimum dan sederhana dari kedua metode *Lot Sizing* dalam pembahasan *Material Requirement Planning* (MRP) yang diterapkan pada pekerjaan struktur beton atas pada Proyek Pembangunan Gedung UMKM Center Kampus Ketintang UNESA yang dibangun di Kota Surabaya. Batasan penelitian diarahkan kepada item pekerjaan struktur untuk balok, kolom dan pelat lantai.

Tahap Pengumpulan Data

Menurut Syahrudin, Salim (2012) dalam Wohos (2014), setiap penelitian akan ditentukan dengan adanya beberapa metode untuk pengumpulan data, yaitu peneliti menggunakan cara untuk mengumpulkan data secara objektif. Jenis data yang terkumpul dijadikan pembahasan penelitian berupa data primer dan data sekunder, antara lain sebagai berikut:

a. Data primer:

Data primer pada penelitian ini dilakukan dengan wawancara. Berkaitan dengan covid-19 maka proses wawancara dilakukan secara *online* atau tidak dengan tatap muka secara langsung.

b. Data sekunder:

Data sekunder pada penelitian ini diperoleh dari pihak kontraktor pada proyek Pembangunan Gedung UMKM Center Kampus Ketintang UNESA yakni PT. Pembangunan Graha Bumi Nusantara. Data sekunder yang didapatkan antara lain sebagai berikut:

1) *Shop Drawing*:

Shop drawing digunakan untuk mengetahui besaran dimensi pada struktural dan non struktural, *shop drawing* digunakan sebagai pedoman untuk melihat detail penulangan pada stuktur yang akan dibahas.

2) Jadwal Induk Proyek (JIP)

Jadwal Induk Proyek digunakan untuk mengetahui progres pelaksanaan proyek, secara harian, mingguan maupun bulanan. Pada pembahasan MRP ini, JIP berguna untuk dapat memperkirakan durasi untuk melakukan pengadaan suatu material agar supaya tidak terjadi kehabisan ataupun kelebihan stok yang terdapat dalam gudang proyek.

3) *Bill Of Quantity* (BOQ)

Bill Of Quantity digunakan untuk membentuk pohon struktur dan melihat volume yang digunakan dalam pelaksanaan konstruksi.

4) Rencana Anggaran Biaya

Data pada RAB ini digunakan sebagai pelengkap dari BOQ, yang dimana digunakan untuk menentukan data harga material struktur.

Teknik Analisis Data

Data yang akan digunakan pada penelitian ini berupa data kuantitatif yang diperoleh dari data primer dan sekunder, adapun dalam tahap analisis data terdapat beberapa penjabaran yang dijelaskan sebagai berikut:

1. Menentukan Jenis Material, pada tahap ini diperlukan data acuan yakni BOQ, *Shop Drawing*, dan analisa material.
2. Menentukan Biaya Persediaan, pada tahap ini data yang dibutuhkan untuk menentukan biaya persediaan material yakni biaya pemesanan, biaya pembelian dan biaya penyimpanan material pada gudang ataupun *stock yard*.
3. Analisa Kebutuhan Material, pada tahap ini dimulai perhitungan tentang kebutuhan jumlah total material dalam suatu item struktur dengan data penunjang yaitu BoQ, RAB/AHSP, dan struktur produk atau BOM.
4. Menentukan Jadwal Induk Produksi (JIP), tahap ini memuat data tentang jumlah produk yang dilakukan pada suatu waktu yang terbatas dalam rencana. Dalam menentukan JIP, tentunya terdapat rumus sederhana

untuk dapat meneruskan perhitungan MRP seperti rumus dibawah ini:

$$Volume\ Total\ Pekerjaan\ per\ Periode = \frac{Volume\ Total}{Durasi}$$

5. Tahapan *Material Requirement Planning* (MRP)

Proses tahapan ini dilakukannya penentuan kebutuhan kotor material. Menurut Heizer (2017), kebutuhan kotor yaitu merupakan sebuah jadwal yang mana di dalamnya menunjukkan kebutuhan total pada suatu material dalam kondisi tertentu yaitu sebelum adanya pengurangan persediaan dan tanda terima keluar masuk persediaan terjadwal. Selain perhitungan kebutuhan kotor, terdapat pula perhitungan kebutuhan bersih material. Kebutuhan bersih material merupakan data hasil dari penyesuaian kebutuhan kotor untuk persediaan material dalam gudang dan tanda terima persediaan yang telah terjadwalkan dalam rencana.

Selain kebutuhan kotor dan kebutuhan bersih, terdapat perhitungan yang lain yaitu perhitungan *lotting*. Menurut Heizer (2017), *lotting* digunakan untuk menentukan pemilihan suatu proses, teknik dan penentuan besaran pemesanan dalam satuan lot. Pada penelitian ini terdapat tiga (3) teknik dalam *lotting* yakni yang pertama *Lot for Lot* (LfL), yang dimana teknik tersebut dianggap sebagai metode yang paling mudah karena dapat meminimalisir biaya penyimpanan material karena dalam prosesnya tidak terdapat proses penyimpanan material. Teknik yang kedua yakni *Economic Order Quantity* (EOQ), teknik ini menggunakan data kebutuhan bersih untuk diolah menjadi jumlah pemesanan yang dilakukan setiap periode waktu. Teknik ketiga adalah *Periode Order Quantity* (POQ), merupakan teknik modifikasi dari teknik EOQ. Data EOQ diolah menjadi berapa banyak jumlah pesanan yang dilakukan dalam periode per tahun, yang dimana kemudian dari jumlah periode dalam satu tahun dibagi dengan besaran kuantitas ini untuk menentukan interval pemesanan.

6. Perhitungan *Safety Stock*, menurut Rangkuti (2004:10), *safety stock* yakni persediaan tambahan yang dilakukan untuk melindungi atau menjaga kemungkinan terjadinya kekurangan bahan (*stock out*). Sehingga dengan adanya permasalahan tersebut, metode *safety stock* sering ditambahkan ke permintaan bahan selama waktu tunggu berjalan.
7. Penentuan Biaya Total Persediaan, merupakan biaya yang didapatkan dari jumlah akumulasi dari seluruh biaya persediaan yang terjadi. Dalam penentuan biaya total persediaan melalui metode yang berbeda seperti LfL, EOQ dan POQ serta penambahan dengan menggunakan perhitungan *safety stock* umumnya menghasilkan hasil perhitungan yang berbeda, dan sebagai tahap akhir maka mencari biaya paling minimum dari ketiga metode tersebut.

HASIL PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Gambaran Umum Proyek

a) Data Umum Proyek

Proyek Gedung UMKM Center Kampus Ketintang UNESA Surabaya. Pemilik proyek ini yakni Universitas Negeri Surabaya, dengan penanggung jawab untuk konsultan perencana yaitu PT. ADYA GRAHA, konsultan pengawas yakni PT. ADYA GRAHA danyang bertindak sebagai pelaksana yaitu PT. Pembangunan Graha Bumi Nusantara. Lingkup dari pekerjaan pada konstruksi ini yaitu struktur dan arsitektur yang memiliki jumlah lantai sebanyak 4 lantai. Proyek ini berdiri diatas tanah yang memiliki luas tanah sebesar 1373,1 m² dan memiliki luas bangunan sebesar 46,098 m².

b) Jadwal Pelaksanaan, Proyek Gedung UMKM Center Kampus Ketintang UNESA Surabaya mulai dilaksanakan sejak Agustus tahun 2020 sampai Desember 2020. Dalam waktu tersebut, PT. Pembangunan Graha Bumi Nusantara selaku kontraktor pelaksana mengerjakan semua item pekerjaan termasuk dengan pekerjaan stuktur. Penelitian ini melakukan estimasi persediaan material yang berfokus pada item pekerjaan struktur beton untuk lantai 1 dan lantai 2 dengan durasi waktu pelaksanaan 35 hari kalender, dimana lebih tepatnya pada tanggal 27 September hingga 31 Oktober 2020 dengan akumulasi bobot sebesar 10,20%.

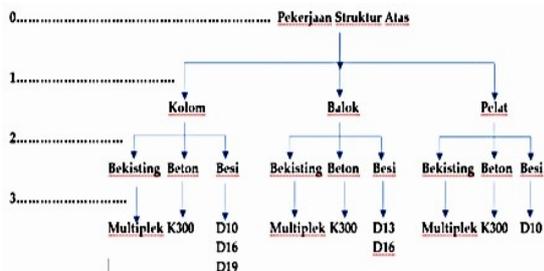
Tabel 1 Jadwal Pelaksanaan Pekerjaan

Pekerjaan	Durasi (Hari)	Schedule		Bobot %
		Start	Finish	
Struktur	35	27/9/2020	31/10/2020	10,202

Sumber: Proyek Gedung UMKM Center Kampus Ketintang UNESA Surabaya

2. Struktur Produk

Menurut Shoney et al. (2015) dalam Rangkuti (2014), *Bill of Material* merupakan suatu penjelasan secara visual tentang bagaimana suatu komponen ataupun lebih disusun secara utuh sebagai tujuan untuk membuat produk akhir. Item produk akhir yang dibahas dalam penelitian ini berupa struktur kolom, balok, dan pelat, sedangkan komponen penyusun untuk masing-masing produk akhir terbagi menjadi pembesian, bekisting dan juga beton.



Gambar 4.2 BOM Struur Atas

3. Biaya Persediaan

Biaya persediaan diklasifikasikan menjadi tiga jenis biaya untuk persediaan material, yakni biaya pembelian, biaya pemesanan, dan biaya penyimpanan material.

a) Biaya Pembelian

Biaya ini merupakan anggaran yang perlu dikeluarkan untuk membeli suatu material (Schroeder, 2017). Biaya pembelian ini dinyatakan sebagai biaya per satuan unit dikalikan dengan jumlah produksi yang dibutuhkan. Data harga satuan material diperoleh dari daftar harga satuan bahan yang tercantum dalam RAB pada proyek Gedung UMKM Center Kampus Ketintang UNESA, sebagaimana dijelaskan pada tabel berikut:

Tabel 2 Daftar Harga Material Per Unit

No	Jenis Material	Satuan	Harga Material Per Unit	Lokasi Supplier
1	Beton K-300	m ³	Rp. 870.000	Surabaya
2	Besi Beton D10	Lonjor	Rp. 55.500	Surabaya
3	Besi Beton D13	Lonjor	Rp. 218.400	Surabaya
4	Besi Beton D16	Lonjor	Rp. 142.200	Surabaya
5	Besi Beton D19	Lonjor	Rp. 268.200	Surabaya
6	Multiplex 12mm	Lbr	Rp. 160.000	Surabaya

Sumber: Proyek Gedung UMKM Center Kampus Ketintang UNESA.

b) Biaya Pemesanan, menurut Roberta S. Russell (2010), biaya pemesanan yaitu biaya yang terikat perihal kegiatan mengisi kembali ketersediaan material dalam gudang penyimpanan. Berikut beberapa biaya pemesanan yang dilakukan pada penelitian ini

1) Biaya Tarif Telepon, merupakan biaya yang dikeluarkan untuk keperluan melakukan pemesanan dengan cara menghubungi pihak *supplier* melalui telepon. Tarif untuk biaya telepon telah ditetapkan oleh PT. Telkom Indonesia, Tbk dengan jumlah biaya berkisar pada Rp. 250,-/1 menit untuk tujuan kode area yang sama dengan penerima material. Dalam pelaksanaan telepon ini diperkirakan dilakukan dengan durasi antara 1-5 menit, sehingga dalam penelitian ini diambil durasi paling lama yakni 5 menit dalam setiap kali dilakukan pemesanan material. Berikut merupakan Tabel 3 tarif telepon untuk pengadaan material pada proyek ini.

Tabel 3 Tarif Telepon Lokal

No.	Jenis Material	Lokasi Pesan	Tarif Telepon	Durasi (Menit)	Total Biaya
1	Beton K-300	Surabaya	Rp. 250 / 1 menit	5 menit	Rp. 1.250
2	Besi Beton D10	Surabaya	Rp. 250 / 1 menit	5 menit	Rp. 1.250
3	Besi Beton D13	Surabaya	Rp. 250 / 1 menit	5 menit	Rp. 1.250
4	Besi Beton D16	Surabaya	Rp. 250 / 1 menit	5 menit	Rp. 1.250
5	Besi Beton D19	Surabaya	Rp. 250 / 1 menit	5 menit	Rp. 1.250
6	Multiplex 12mm	Surabaya	Rp. 250 / 1 menit	5 menit	Rp. 1.250

Sumber: Proyek Gedung UMKM Center Kampus Ketintang UNESA.

2) Biaya Administrasi/Akuntansi

Biaya administasi digunakan untuk keperluan administrasi seperti pembukuan pemesanan ataupun pengiriman serta saat *ceklis* kedatangan material. Dalam penelitian ini, biaya administrasi yang diperhitungkan yaitu biaya untuk percetakan dokumen yang telah diasumsikan dengan harga Rp. 150,-/lembar cetak. Adapun pemilihan lembar cetakan untuk masing-masing material berjumlah 4 lembar yang berasal dari referensi jurnal penelitan sebelumnya yang relevan. Berikut pada Tabel 4 ditampilkan biaya administrasi pada proyek ini:

Tabel 4 Biaya Administrasi Pemesanan

No.	Jenis Material	Harga Percetakan / lembar	Jumlah Cetakan	Total Biaya
1	Beton K-300	Rp. 150	4	Rp. 600
2	Besi Beton D10	Rp. 150	4	Rp. 600
3	Besi Beton D13	Rp. 150	4	Rp. 600
4	Besi Beton D16	Rp. 150	4	Rp. 600
5	Besi Beton D19	Rp. 150	4	Rp. 600
6	Multiplek 12mm	Rp. 150	4	Rp. 600

Sumber: Proyek Gedung UMKM Center Kampus Ketintang UNESA.

3) Total biaya pemesanan merupakan hasil akumulasi keseluruhan dari biaya telepon dan biaya administrasi percetakan. Pada tabel berikut merupakan hasil total biaya pemesanan pada proyek ini.

Tabel 5 Total Biaya Pemesanan

No	Jenis Material	Lokasi Pesan	Total Biaya Telepon	Total Biaya Administrasi	Total Biaya Pemesanan
1	Beton K-300	Surabaya	Rp. 1.250	Rp. 600	Rp. 1.850
2	Besi Beton D10	Surabaya	Rp. 1.250	Rp. 600	Rp. 1.850
3	Besi Beton D13	Surabaya	Rp. 1.250	Rp. 600	Rp. 1.850
4	Besi Beton D16	Surabaya	Rp. 1.250	Rp. 600	Rp. 1.850
5	Besi Beton D19	Surabaya	Rp. 1.250	Rp. 600	Rp. 1.850
6	Multiplek 12mm	Surabaya	Rp. 1.250	Rp. 600	Rp. 1.850

Sumber: Proyek Gedung UMKM Center Kampus Ketintang UNESA.

c) Biaya Penyimpanan

Menurut Roberta S. Russell (2010), pada penjelasannya yakni biaya penyimpanan adalah biaya untuk penyimpanan barang untuk keperluan persediaan. Biaya ini bergantung pada besarnya jumlah persediaan dan periode waktu penyimpanan barang tersebut. Biaya persediaan dipengaruhi oleh laju suku bunga bank yang berlaku pada saat proses penyimpanan dilakukan, pada proyek ini didapatkan angka 7,50% untuk suku bunga bank pada tahun 2020 bulan September 2020 hingga Oktober 2020 yang dapat dilihat dari sumber Lembaga Penjamin Simpanan (LPS). Biaya perawatan yang digunakan untuk mengatasi kerusakan material selama proses penyimpanan memiliki persentase berbeda seperti penjelasan Pancawati (2011) menyatakan sebesar 0,5% untuk material besi beton, sedangkan untuk material lainnya seperti bekisting yakni sebesar 2%

(Indra & Pandia, 2018). Berikut penjabaran mengenai presentase penyimpanan dengan menggunakan asumsi 365 hari dalam periode satu tahun:

Material Besi Beton:

$$\frac{7,5\% + 0,5\%}{365} \times \text{harga material per unit}$$

Material Bekisting dan Beton:

$$\frac{7,5\% + 2\%}{365} \times \text{harga material per unit}$$

Tabel 6 Biaya Penyimpanan Material Struktur Atas

No	Jenis Material	Biaya Penyimpanan(%)	Harga Material Per Unit	Biaya Simpan/Unit /Hari
a	B	c	D	e = (c/365) x d
1	Beton K-300	9,5	Rp. 870.000	Rp. 226
2	Besi Beton D10	8,0	Rp. 55.500	Rp. 12
3	Besi Beton D13	8,0	Rp. 218.400	Rp. 48
4	Besi Beton D16	8,0	Rp. 142.200	Rp. 31
5	Besi Beton D19	8,0	Rp. 268.200	Rp. 59
6	Multiplek 12mm	9,5	Rp. 160.000	Rp. 42

Sumber: Proyek Gedung UMKM Center Kampus Ketintang UNESA.

d) Total Biaya Persediaan

Pada akhir perhitungan total biaya persediaan, perlu adanya perhitungan yaitu menjumlahkan biaya keseluruhan dari biaya pembelian, biaya pemesanan serta biaya penyimpanan yang telah diperhitungkan pada lampiran tabel-tabel sebelumnya yang kemudian digabungkan dalam Tabel 7 sebagaimana berikut:

Tabel 7 Total Biaya Persediaan

No	Jenis Material	Satuan	Biaya Pembelian Per Unit	Biaya Pemesanan Per Pesan	Biaya Penyimpanan Per Unit/hari
1	Beton K-300	m3	Rp. 870.000	Rp. 1.850	Rp. 226
2	Besi Beton D10	Lonjor	Rp. 55.500	Rp. 1.850	Rp. 12
3	Besi Beton D13	Lonjor	Rp. 218.400	Rp. 1.850	Rp. 48
4	Besi Beton D16	Lonjor	Rp. 142.200	Rp. 1.850	Rp. 31
5	Besi Beton D19	Lonjor	Rp. 268.200	Rp. 1.850	Rp. 59

Sumber: Proyek Gedung UMKM Center Kampus Ketintang UNESA.

4. Analisis Kebutuhan Material

Analisa kebutuhan material merupakan besarnya jumlah material yang dibutuhkan untuk menyelesaikan bagian pekerjaan dalam satu satuan pekerjaan. Pada Tabel 8 dibawah ini berisikan informasi mengenai kebutuhan material total untuk lantai 1 dan 2 pada proyek ini. berikut terdapat perhitungan konversi satuan material yang dilakukan dalam penjabaran rumus:

Material besi beton Balok D10:

$$\text{Volume akhir} = \frac{(481,57 \times 1,15)}{7,4} = 75 \text{ Lonjor}$$

Material bekisting Multiplek Balok

$$\text{Volume akhir} = \frac{(591,76 \times 0,017)}{1} = 30 \text{ Lembar}$$

Tabel 8 Tabel Kebutuhan Material Total

No	Jenis Material	Satuan	Volume	Koefisien	Berat /lonjor	Volume Akhir	Satuan
			A	B	c	d=(a*b)/c	
1	Balok						
	D13	Kg	545,91	1,15	12,48	51,00	Lonjor
	D16	Kg	554,44	1,15	18,96	34,00	Lonjor
	K-300	m3	113,80			113,80	m3
	Multiplek	m2	591,76	0,017		30,00	Lbr
2	Kolom						
	D10	Kg	481,57	1,15	7,4	75,00	Lonjor

	D16	Kg	487,90	1,15	18,96	30,00	Lonjor
	D19	Kg	517,08	1,15	26,76	23,00	Lonjor
	K-300	m3	62,90			62,90	m3
	Multiplek	m2	327,08	0,017		18,00	Lbr
3	Pelat						
	D10	Kg	202,68	1,15	7,4	32,00	Lonjor
	K-300	m3	188,20			188,20	m3
	Multiplek	m2	978,64	0,017		50,00	Lbr

Sumber: Proyek Gedung UMKM Center Kampus Ketintang UNESA.

5. Jadwal Induk Produksi

Jadwal Induk Produksi merupakan suatu jadwal produksi untuk membuat sejumlah produk dalam suatu periode waktu dengan memperhatikan kapasitas yang dimiliki (Elis, 2011). Terdapat beberapa bagian dalam JIP yang sebagaimana dijelaskan seperti berikut:

a) Durasi Pekerjaan

Tabel berikut merupakan durasi pada setiap item pekerjaan untuk lantai 1 dan 2 yang dilaksanakan berdasarkan *time schedule* pelaksanaan yang telah dilakukan secara jam kerja normal:

Tabel 9 Durasi Item Pekerjaan

No	Aktivitas	Durasi (hari)	
		Lt. 1	Lt. 2
1	Besi Kolom	15	14
2	Bekisting Kolom	14	14
3	Beton Kolom	14	14
4	Besi Balok	20	20
5	Bekisting Balok	21	21
6	Beton Balok	19	19
7	Besi Pelat	20	20
8	Bekisting Pelat	21	21

Sumber: Proyek Gedung UMKM Center Kampus Ketintang UNESA.

b) Hubungan Antar Aktivitas

Selain mengetahui durasi item pekerjaan, dalam memulai suatu pekerjaan perlu diketahui urutan pekerjaan yang akan dilakukan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 10 sebagai berikut:

Tabel 10 Hubungan Antar Aktivitas

No	Aktivitas	Notasi	Durasi (hari)	Predecessors
Lantai 1				
1	Besi Kolom	A	15	-
2	Bekisting Kolom	B	14	A(FS-13)
3	Beton Kolom	C	14	B(FS-13)
4	Besi Balok	D	20	C(FS-11)
5	Bekisting Balok	E	21	D(FS-22)
6	Beton Balok	F	19	E(FS-18)
7	Besi Pelat	G	20	C(FS-21)
8	Bekisting Pelat	H	21	D(FS-23)
9	Beton Pelat	I	19	E(FS-17)
Lantai 2				
10	Besi Kolom	J	14	I(FS-20)
11	Bekisting Kolom	K	14	J(FS-13)
12	Beton Kolom	L	14	K(FS-13)
13	Besi Balok	M	20	L(FS-9)
14	Bekisting Balok	N	21	M(FS-22)
15	Beton Balok	O	19	N(FS-17)
16	Besi Pelat	P	20	L(FS-21)
17	Bekisting Pelat	Q	21	M(FS-22)
18	Beton Pelat	R	19	N(FS-17)

Sumber: Proyek Gedung UMKM Center Kampus Ketintang UNESA.

c) Perhitungan Volume Material

Tahap ini dilakukan apabila telah menyelesaikan perhitungan total kebutuhan yang telah dijelaskan pada Tabel 8, yang dimana selanjutnya diperlukan perhitungan berikutnya dengan cara volume total dibagi dengan durasi pelaksanaan. Perhitungan volume material akan dijabarkan pada Tabel 11 sebagai berikut:

No	Aktivitas	Satuan	Volume	Durasi	Volume/hari
			A	B	a/b
1	Besi Kolom	Kg	1.486,55	21	70,79
2	Bekisting Kolom	m2	327,08	21	15,58
3	Beton Kolom	m3	62,9	21	3,00
4	Besi Balok	Kg	1.100,35	21	52,40
5	Bekisting Balok	m2	591,76	21	28,18
6	Beton Balok	m3	113,8	21	5,42
7	Besi Pelat	Kg	202,68	21	9,65
8	Bekisting Pelat	m2	978,64	21	46,60
9	Beton Pelat	m3	188,2	21	8,96

Sumber: Proyek Gedung UMKM Center Kampus Ketintang UNESA.

d) Jadwal Induk Produksi

JIP memuat sejumlah informasi yang mana mengenai kebutuhan volume material setiap item pekerjaan per periode yang telah ditentukan beserta durasi.

6. Analisa Kebutuhan Material Per Periode

Kebutuhan material per periode diperhitungkan dari kebutuhan material total beserta jadwal induk produksi pada tiap masing-masing pekerjaan.. Perhitungan kebutuhan per periode ini pada intinya sama dengan menyusun jadwal induk produksi, yang mana terdapat perbedaan yakni material yang dihitung adalah material untuk level 3 pada *Bill of Material* (BOM) atau lebih tepatnya berdasarkan item pekerjaannya

7. Tahapan MRP

a) Kebutuhan kotor menurut Elis (2011), kebutuhan material dalam satu periode adalah hasil dari penjumlahan kebutuhan material pada semua item pekerjaan yang menggunakan material tersebut dalam periode yang sama. Ketersediaan data JIP dan kebutuhan material perperiode, maka dapat ditentukan kebutuhan kotor material sebagai berikut:

Tabel 12 Kebutuhan Kotor Material (*Gross Requirement*)

No	Jenis Material	Volume	Satuan	Vol. Akhir	Satuan
		a		B	
1	Balok				
	D13	545,91	Kg	51,00	Lonjor
	D16	554,44	Kg	34,00	Lonjor
	K-300	113,80	m3	113,80	m3
	Multiplek	591,76	m2	30,00	Lbr
2	Kolom				
	D10	481,57	Kg	75,00	Lonjor
	D16	487,90	Kg	30,00	Lonjor
	D19	517,08	Kg	23,00	Lonjor
	K-300	62,90	m3	62,90	m3
	Multiplek	327,08	m2	18,00	Lbr
3	Pelat				

	D10	202,68	Kg	32,00	Lonjor
	K-300	188,20	m ³	188,20	m ³
	Multiplek	978,64	m ²	50,00	Lbr

Sumber: Proyek Gedung UMKM Center Kampus Ketintang UNESA.

b) Kebutuhan Bersih (*Netting*)

Perhitungan kebutuhan bersih merupakan suatu proses perhitungan untuk menetapkan banyaknya jumlah kebutuhan bersih, yang besarnya merupakan selisih antara kebutuhan kotor dengan persediaan yang dimiliki pada awal perencanaan, atau secara matematis dapat dituliskan:

Kebutuhan bersih = kebutuhan kotor – persediaan di tangan

Dikarenakan tidak ada persediaan material diawal pekerjaan maka kebutuhan bersih sama dengan kebutuhan kotor yang dapat dilihat pada Tabel 12.

c) *Lotting*, metode yang digunakan dalam MRP *lot sizing* terdapat 2 teknik yaitu LfL dan EOQ sebagai alat bantu perhitungan *lotting* pada penelitian ini. tujuan dari *lotting* merupakan teknik yang berguna dalam menentukan lot pesanan serta frekwensi yang harus dilakukan pada saat periode tertentu.

1) *Lot for Lot* (LfL), metode LfL yakni teknik *lot sizing* yang dianggap paling sederhana dan mudah serta tidak sukar untuk dipahami. Pemesanan dilaksanakan dengan adanya pertimbangan estimasi biaya penyimpanan (Surianto, 2013).

Tabel 13 Hasil Perhitungan LfL berdasarkan Tabel Lampiran B.1

No	Jenis Material	Total Volume			Satuan
		Demand	Inventory	Order Release	
1	Besi D10	119	-	119	Lonjor
2	Besi D13	68	-	68	Lonjor
3	Besi D16	69	-	69	Lonjor
4	Besi D19	29	-	29	Lonjor
5	Beton K-300	385	-	385	m ³
6	Multiplek	112	-	112	Lembar

Sumber: Hasil perhitungan metode LfL yang dapat ditinjau lebih lanjut pada Tabel Lampiran B.1.

2) *Economic Order Quantity* (EOQ), pada teknik EOQ besar untuk ukuran lot adalah tetap. Namun pada perhitungannya telah mencakup biaya-biaya pemesanan serta biaya-biaya penyimpanan. Perhitungan metode EOQ dapat dilihat pada Tabel 15 yang telah menyesuaikan jumlah nilai D pada Tabel 14 berikut:

Tabel 14 Perhitungan Nilai EOQ

No	Jenis Material	Satuan	k (Rp.)	D	H (Rp.)	EOQ = $\sqrt{\frac{2Dk}{h}}$	Pembulatan
1	Beton K-300	m ³	1.850	385	226	79,32	80
2	Besi Beton D10	Lonjor	1.850	119	12	190,25	191
3	Besi Beton D13	Lonjor	1.850	68	48	72,50	73
4	Besi Beton D16	Lonjor	1.850	69	31	90,51	91
5	Besi Beton D19	Lonjor	1.850	29	59	42,72	43
6	Multiplek 12mm	Lbr	1.850	112	42	99,75	100

Sumber: Hasil perhitungan metode LfL yang dapat ditinjau lebih lanjut pada Tabel Lampiran B.1.

Tabel 15 Hasil Perhitungan Metode EOQ

No	Jenis Material	Total Volume			Satuan
		Demand	Inventory	Order Release	
1	Besi D10	119	4026	191	Lonjor
2	Besi D13	68	1058	73	Lonjor
3	Besi D16	69	1822	91	Lonjor
4	Besi D19	29	588	43	Lonjor
5	Beton K-300	385	-	459	m ³
6	Multiplek	112	1924	200	Lembar

Sumber: Hasil perhitungan metode LfL yang dapat ditinjau lebih lanjut pada Tabel Lampiran B.1.

Jika dilihat pada jumlah *order release* untuk metode EOQ pada Tabel 15, kuantitas metode lebih banyak jika dikomparasi dengan metode lainnya yang dimana disebabkan karena terdapat perhitungan terhadap besaran kuantitas pembulatan yang merangkap *demand*, *cost order*, dan *carry cost*.

d) Penentuan Persediaan Pengaman (*Safety Stock*), dalam perhitungan *safety stock*, diawali dengan mengetahui deviasi material yang didapatkan dari kuadrat antara selisih pemakaian dan perkiraan digudang. Berikut salah satu contoh perhitungan untuk *safety stock* untuk selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 16 Deviasi Material Besi D10

Bulan	Pemakaian (Lonjor)	Perkiraan (Lonjor)	Deviasi	Kuadrat
	X	Y	(X-Y)	(X-Y) ²
September	12	15	-3	9
Oktober	107	100	7	49
	119	115	4	58

Sumber: Hasil perhitungan metode LfL yang dapat ditinjau lebih lanjut pada Tabel Lampiran B.1.

$$\sigma = \sqrt{\frac{58}{2}} = 5,38 \text{ kg}$$

Adapun cara untuk menentukan jumlah persediaan pengaman adalah sebagai berikut:

$$Z = 1,65$$

$$\begin{aligned} \text{Safety stock} &= Z \times \sigma \\ &= 1,65 \times 5,38 \text{ kg} \\ &= 8,89 \text{ kg} \end{aligned}$$

Jadi persediaan pengaman yang harus ada untuk material besi beton D10 yaitu 8,89 kg atau 2 lonjor.

8. Analisis Total Biaya Pengadaan Material

a) Biaya Pembelian, pada teknik LfL memiliki jumlah pesanan yang sama sehingga pembelian material juga sama, sedangkan untuk teknik EOQ memiliki total pemesanan yang berbeda dari kedua teknik tersebut. Hasil perhitungan total biaya pembelian teknik LfL dapat dilihat pada Tabel 17, sedangkan teknik EOQ dapat dilihat pada Tabel 18 yang dijelaskan sebagai berikut:

Tabel 17 Total Biaya Pembelian LfL

No	Jenis Material	Satuan	Total Pemesanan	Biaya pembelian / unit	Total Biaya Pembelian
A	B	c	D	E	f = d x e
1	Beton K-300	m ³	385	Rp. 870.000	Rp. 334.950.000
2	Besi Beton D10	Lonjor	119	Rp. 55.500	Rp. 6.604.500
3	Besi Beton D13	Lonjor	68	Rp. 218.400	Rp. 14.851.200

4	Besi Beton D16	Lonjor	69	Rp. 142.200	Rp. 9.811.800
5	Besi Beton D19	Lonjor	29	Rp. 268.200	Rp. 7.777.800
6	Multiplek 12mm	Lbr	112	Rp. 160.000	Rp. 17.920.000
Total Pembelian					Rp. 6.726.550.200

Sumber: Hasil perhitungan metode LfL yang dapat ditinjau lebih lanjut pada Tabel Lampiran B.1.

3	Besi Beton D13	Lonjor	20	Rp. 48	Rp. 948
4	Besi Beton D16	Lonjor	3	Rp. 31	Rp. 81
5	Besi Beton D19	Lonjor	9	Rp. 59	Rp. 536
7	Multiplek 12mm	Lbr	12	Rp. 42	Rp. 507

Sumber: Hasil perhitungan metode LfL yang dapat ditinjau lebih lanjut pada Tabel Lampiran B.1.

- d) Biaya Total Persediaan, merupakan akumulasi dari perhitungan total biaya pembelian, pesan, dan simpan untuk setiap teknik *lot sizing* serta ditambahkan dengan *safety stock*. Berikut dijelaskan pada Tabel 22, dan Tabel 23.

Tabel 18 Total Biaya Pembelian EOQ

No	Jenis Material	Satuan	Total Pemesanan	Biaya pembelian /unit	Total Biaya Pembelian
a	B	c	D	E	f = d x e
1	Beton K-300	m ³	459	Rp. 870.000	Rp. 399.330.000
2	Besi Beton D10	Lonjor	191	Rp. 55.500	Rp. 10.600.500
3	Besi Beton D13	Lonjor	73	Rp. 218.400	Rp. 15.943.200
4	Besi Beton D16	Lonjor	91	Rp. 142.200	Rp. 12.940.200
5	Besi Beton D19	Lonjor	43	Rp. 268.200	Rp. 11.532.600
6	Multiplek 12mm	Lbr	200	Rp. 160.000	Rp. 32.000.000
Total Pembelian					Rp. 8.001.197.100

Sumber: Hasil perhitungan metode LfL yang dapat ditinjau lebih lanjut pada Tabel Lampiran B.1.

- b) Biaya Pesan dan Simpan, bertujuan untuk menghitung kebutuhan biaya pesan dan simpan untuk tiap jenis material berdasarkan teknik *lot sizing* yang telah dijabarkan. Untuk perhitungan biaya pesan dan simpan dapat dilihat pada Tabel 19, dan Tabel 20 sebagai berikut:

Tabel 19 Total Biaya Pesan Simpan LfL

No	Jenis Material	Satuan	Frekuensi Pemesanan	Biaya Pesan (Rp.)	Total Biaya Pesan (Rp.)	Inventory	Biaya Simpan / unit / hari (Rp.)	Total Biaya Simpan
a	B	c	d	E	f = d x e	g	h	i = g x h
1	Beton K-300	m ³	32	1850	59.200	0	226	Rp. 0
2	Besi Beton D10	Lonjor	34	1850	62.900	0	12	Rp. 0
3	Besi Beton D13	Lonjor	28	1850	51.800	0	48	Rp. 0
4	Besi Beton D16	Lonjor	34	1850	62.900	0	31	Rp. 0
5	Besi Beton D19	Lonjor	21	1850	38.850	0	59	Rp. 0
6	Multiplek 12mm	Lbr	31	1850	57.350	0	42	Rp. 0

Sumber: Hasil perhitungan metode LfL yang dapat ditinjau lebih lanjut pada Tabel Lampiran B.1.

Tabel 20 Total Biaya Pesan Simpan EOQ

No	Jenis Material	Satuan	Frekuensi Pemesanan	Biaya Pesan (Rp.)	Total Biaya Pesan (Rp.)	Inventory	Biaya Simpan / unit / hari (Rp.)	Total Biaya Simpan
a	b	c	D	E	f = d x e	g	h	i = g x h
1	Beton K-300	m ³	5	1.850	9.250	0	226	0
2	Besi Beton D10	Lonjor	1	1.850	1.850	4.026	12	Rp. 48.974
3	Besi Beton D13	Lonjor	1	1.850	1.850	1.058	48	Rp. 50.645
4	Besi Beton D16	Lonjor	1	1.850	1.850	1.822	31	Rp. 56.786
5	Besi Beton D19	Lonjor	1	1.850	1.850	588	59	Rp. 34.565
6	Multiplek 12mm	Lbr	2	1.850	3.700	1.924	42	Rp. 80.123

Sumber: Hasil perhitungan metode LfL yang dapat ditinjau lebih lanjut pada Tabel Lampiran B.1.

- c) Biaya *Safety Stock*, bertujuan untuk menghitung biaya pada persediaan pengaman stock material dalam proses pelaksanaan sebuah proyek. Perhitungan biaya *safety stock* dapat dilihat pada tabel-tabel dibawah ini.

Tabel 21 Biaya *Safety Stock*

No	Jenis Material	Satuan	Safety Stock	Biaya Simpan / unit / hari	Total Biaya safety stock
a	B	c	d	E	f = d x e
1	Beton K-300	m ³	-	Rp. 226	-
2	Besi Beton D10	Lonjor	9	Rp. 12	Rp. 108

Tabel 22 Total Biaya Persediaan LFL

No	Jenis Material	Satuan	Total Biaya Pembelian (Rp.)	Total Biaya Pesan (Rp.)	Total Biaya Simpan (Rp.)	Total Biaya Safety Stock (Rp.)	Total Biaya Persediaan
a	b	c	d	e	f	g	h = d + e + f + g
1	Beton K-300	m ³	334.950.000	59.200	0	0	Rp. 335.009.200
2	Besi Beton D10	Lonjor	6.604.500	62.900	0	108	Rp. 6.667.508
3	Besi Beton D13	Lonjor	14.851.200	51.800	0	948	Rp. 14.903.948
4	Besi Beton D16	Lonjor	9.811.800	62.900	0	81	Rp. 9.874.781
5	Besi Beton D19	Lonjor	7.777.800	38.850	0	536	Rp. 7.817.186
6	Multiplek 12mm	Lbr	17.920.000	57.350	0	507	Rp. 17.977.857
Total							Rp. 392.250.480

Sumber: Hasil perhitungan metode LfL yang dapat ditinjau lebih lanjut pada Tabel Lampiran B.1.

Tabel 23 Total Biaya Persediaan EOQ

No	Jenis Material	Satuan	Total Biaya Pembelian (Rp.)	Total Biaya Pesan (Rp.)	Total Biaya Simpan (Rp.)	Total Biaya Safety Stock (Rp.)	Total Biaya Persediaan
a	b	c	d	e	f	g	h = d + e + f + g
1	Beton K-300	m ³	399.330.000	9.250	0	0	Rp. 399.339.250
2	Besi Beton D10	Lonjor	10.600.500	1.850	48.974	108	Rp. 10.651.432
3	Besi Beton D13	Lonjor	15.943.200	1.850	50.645	948	Rp. 15.996.643
4	Besi Beton D16	Lonjor	12.940.200	1.850	56.786	81	Rp. 12.998.918
5	Besi Beton D19	Lonjor	11.532.600	1.850	34.565	536	Rp. 11.569.550
6	Multiplek 12mm	Lbr	32.000.000	3.700	80.123	507	Rp. 32.084.330
Total							Rp. 482.640.123

Sumber: Hasil perhitungan metode LfL yang dapat ditinjau lebih lanjut pada Tabel Lampiran B.1.

9. Rekapitulasi Total Biaya Persediaan Material

Rekapitulasi total biaya persediaan material adalah perhitungan rekapitulasi dari semua semua biaya-biaya yang diperlukan saat melakukan persediaan material. Tahap ini merupakan tahapan akhir dari perhitungan *lot sizing* sekaligus sebagai pengungkapan hasil rekapitulasi untuk menentukan total biaya paling efektif diantara kedua teknik yang diterapkan yakni LfL dan EOQ. Berikut pada Tabel 24 dijelaskan hasil rekapitulasi total biaya persediaan setiap jenis material.

Tabel 24 Rekapitulasi Total Biaya Persediaan

No	Jenis Material	Teknik	Total Biaya Persediaan
1	Beton K-300	LFL	Rp. 335.009.200
		EOQ	Rp. 399.339.250
2	Besi Beton D10	LFL	Rp. 6.667.508
		EOQ	Rp. 10.651.432
3	Besi Beton D13	LFL	Rp. 14.903.948
		EOQ	Rp. 15.996.643
4	Besi Beton D16	LFL	Rp. 9.874.781

		EOQ	Rp. 12.998.918
5	Besi Beton D19	LFL	Rp. 7.817.186
		EOQ	Rp. 11.569.550
6	Multiplek 12mm	LFL	Rp. 17.977.857
		EOQ	Rp. 32.084.330

Sumber: Hasil perhitungan metode LfL yang dapat ditinjau lebih lanjut pada Tabel Lampiran B.1.

B. Pembahasan

Pada pembahasan ini penggunaan Teknik LfL menjadi pilihan perhitungan untuk Proyek Pembangunan Gedung UMKM Center Kampus Ketintang UNESA karena memiliki total biaya persediaan yang paling rendah dibandingkan dengan teknik lainnya. Pada teknik *Lot for Lot* tidak terdapatnya persediaan material sehingga material yang datang langsung dipergunakan, jumlah material yang dipesan samadengan jumlah yang dipergunakan saat hari itu juga. Penggunaan teknik ini membuat ongkos untuk penyimpanan menjadi nol (Assauri, 2005).

Berdasarkan hasil perhitungan biaya total sebagaimana yang telah dijabarkan pada Tabel 24, maka total biaya persediaan setiap teknik dapat dijabarkan menurut yang paling minim yakni teknik LfL sebesar Rp. 392.250.480,00 dan Teknik EOQ dengan nilai sebesar Rp. 482.640.123,00. Berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa total biaya persediaan pada Proyek Pembangunan Gedung UMKM Center Kampus Ketintang UNESA dapat menjadikan teknik LfL adalah teknik paling minimum dan ekonomis untuk diaplikasikan pada proyek tersebut.

Teknik yang memiliki nilai paling konsumtif dalam memanfaatkan anggaran yakni teknik EOQ. Penyebabnya dikarena, besarnya kuantitas material tiap kali melakukan pemesanan untuk teknik EOQ telah diperhitungkan berdasarkan kebutuhan bersih, sehingga akan berakibat pada biaya pembelian dan penyimpanan yang tinggi.

Hasil pembahasan dalam penelitian ini mendukung dari hasil pembahasan dalam penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Pratiwi dan Putri (2014) yang melakukan analisa tentang persediaan material dengan metode *Material Requirement Planning* pada struktur pada pembangunan jembatan Sungai Brantas di Ruas Tol Kertosono-Mojokerto. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan mengenai penggunaan metode LfL bahwa penggunaan metode tersebut merupakan yang lebih efektif dan efisien dalam segi biaya.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan analisis persediaan material menggunakan metode MRP *Lot Sizing* teknik *Lot*

for Lot (LfL) dan *Economic Order Quantity (EOQ)*. Dimana total biaya persediaan paling rendah atau minimum yang dibutuhkan dalam penyelenggaraan persediaan material pada Proyek Pembangunan Gedung UMKM Center Kampus Ketintang UNESA Surabaya pada metode LfL yakni sebesar Rp. 392.250.480,00.

Penentuan *lot sizing* pada metode LfL sebagai teknik utama yang digunakan dalam perhitungan total biaya persediaan yakni didasarkan pada penggunaan metode yang lebih dominan berdasarkan dari data hasil perhitungan persediaan setiap jenis material. Berikut hasil penggunaan teknik *lotting* paling efisien untuk setiap jenis material dengan menggunakan metode LfL:

- a) Besi Beton D10 : *Lot for Lot (LfL)*
- b) Besi Beton D13 : *Lot for Lot (LfL)*
- c) Besi Beton D16 : *Lot for Lot (LfL)*
- d) Besi Beton D19 : *Lot for Lot (LfL)*
- e) Multiplek 12mm : *Lot for Lot (LfL)*

Penggunaan metode LfL yang lebih dominan pada sebagian jenis material, sehingga penerapan metode LfL dapat menjawab bahwasannya metode yang menghasilkan biaya paling minimum pada proyek Pembangunan Gedung UMKM Center Kampus Ketintang UNESA dikarenakan tidak terdapatnya biaya penyimpanan untuk material yang digunakan.

Saran

1. Teknik perhitungan *lotsizing* dalam MRP yang menghasilkan persediaan paling minimum pada penelitian ini tidak bisa menjadi acuan untuk studi kasus pada proyek pembangunan lainnya, dikarenakan setiap proyek memiliki teknik *lotsizing* sendiri yang sesuai dengan penjadwalan, volume dan karakteristik material yang berbeda-beda sehingga mempengaruhi jadwal induk produksi dan besarnya ukuran pemesanan.
2. Pada penelitian ini hanya menggunakan metode MRP, pada penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan metode yang lain sebagai perbandingan.

DAFTAR PUSTAKA

- Astana, I.N.Y. 2007. Perencanaan Persediaan Bahan Baku Berdasarkan Metode MRP. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 11(2), 1-11. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/jits/article/view/3468>
- Assauri, Sofyan. 2005. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: Lembaga Penerbit FEUI.
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. 2017. Principles of Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management. In *Principles of Operations Management*.

- Orlicky, J. 1994. *Orlicky's Material Requirements Planning (Vol.2)*. McGraw-Hill. Inc.
- Pancawati, E. 2011. *Perencanaan Persediaan Material pada Proyek Pembangunan Trillium Office & Residence Surabaya*.
- Pratiwi T.W., Putri Y.E., dan Indryani R.. 2014. *Analisa Persediaan Material Pada Proyek Pembangunan Jembatan Sungai Brantas di Ruas Tol Kertosono-Mojokerto*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Rangkuti, Freddy. 2004. *Manajemen Persediaan (Aplikasi di Bidang Bisnis)* Edisi Keenam. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persanda.
- Roberta S. Russell, B. W. T. 2010. *Operations Management: Creating Value Along the Supply Chain, Seventh Edition*. In *wiley: Vol. 7th edition (7th ed)*. Jhon Wiley & Sons, Inc.
- Ruauw, E. 2011. *Pengendalian Persediaan Bahan Baku (Contoh Pengendalian pada Usaha Grenda Bakery Lianli, Manado)* Eyverson Ruauw. *Ase*, 7(1),1-11.
- Schroeder, R. 2017. *Operations Management in the Supply Chain*. In *Total Supply Chain Management (Seventh)*. <https://doi.org/10.1016/b978-0-7506-8426-2.50012-5>
- Suriyanto, A.2013. *Penerapan Metode Material Requirement Planning (MRP) di PT. Bokormas Mojokerto*. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa, FEB UB, 1(2),1-61* <http://jimfeb.ub.ac.id/index.php/jimfeb/artocle/view/557>
- Wohos, I. P. 2014. *Pengendalian Material Proyek Dengan Metode Material Requirement Planning Pada Pembangunan Star Square Manado*, 12.

