

PERENCANAAN PERSEDIAAN MATERIAL PROYEK DENGAN TEKNIK LOT-SIZING (STUDI KASUS: PROYEK PEMBANGUNAN RUSUN ASPOL SANGLAH T.36)

I Gusti Ngurah Oka Suputra¹, Anak Agung Wiranata², Komang Suci Nirmala Sari³

^{1,2,3}*Program Studi Sarjana Teknik Sipil Universitas Udayana, Jimbaran, Bali, Indonesia*
e-mail: okasuputra@unud.ac.id

ABSTRAK

Proyek Pembangunan Rusun Aspol Sanglah merupakan proyek yang terletak di Jalan Diponegoro, Desa Dauh Puri, Denpasar Bali. Rusun ini dibangun dengan tujuan untuk meningkatkan sarana dan prasarana Polresta Denpasar. Kontraktor pelaksana dari proyek ini adalah PT. Karya Nirmala dan proyek ini menggunakan anggaran dari Dipa Polresta Denpasar. Dalam pelaksanaan pembangunann Rusun Aspol Sanglah T.36 terdapat beberapa kendala yang dialami, salah satunya adalah kehabisan persediaan/*stockout* yang diakibatkan oleh keterlambatan suplai material. Oleh karena itu, perlu dilakukan perencanaan persediaan material untuk menghindari hal yang sama terulang kembali di kemudian hari. Perencanaan persediaan dapat dilakukan dengan menggunakan Metode *Material Requirements Planning* (MRP) khususnya pada teknik *lot-sizing* yang sekaligus dapat digunakan untuk mendapatkan total biaya persediaan yang paling minimum. Metode dari teknik *lot-sizing* yang digunakan adalah metode LFL (*Lot-For-Lot*), FPR (*Fixed Period Requirements*), PPB (*Part Period Balancing*), dan SM (*Silver Meal Algorithm*). Material konstruksi yang menjadi obyek penelitian ini adalah material untuk pekerjaan pembesian dan bekisting struktur lantai 1,2,3,4, dan *rooftop*. Hasil penelitian mendapatkan bahwa metode LFL adalah metode yang menghasilkan total biaya persediaan paling minimum yaitu sebesar Rp 9.372.475.596. Hal ini membuktikan bahwa metode LFL merupakan metode yang paling cocok digunakan pada proyek pembangunan Rusun Aspol Sanglah berdasarkan pertimbangan biaya dan keterbatasan lokasi penyimpanan persediaan di lapangan.

Kata Kunci: *Persediaan Material, LFL (Lot-For-Lot), FPR (Fixed Period Requirements), PPB (Part Period Balancing), SM (Silver Meal Algorithm)*

INVENTORY PLANNING FOR CONSTRUCTION MATERIAL WITH LOT-SIZING TECHNIQUE (CASE STUDY: CONSTRUCTION PROJECT OF RUSUN ASPOL SANGLAH T.36)

ABSTRACT

The Sanglah Police Dormitory Construction Project is a project located on Jalan Diponegoro, Dauh Puri Village, Denpasar, Bali. This flat was built in order to improve the facilities and infrastructure of the Denpasar Police Department. The contractor of this project is PT. Karya Nirmala and this project was funded by Dipa Polresta Denpasar. During the construction of Rusun Aspol Sanglah there were several obstacles experienced, one of which was running out of stock due to delays in construction material supply. Therefore, it is necessary to plan ahead the material inventory to avoid the similar situation occurred in the future. Inventory planning can be done using the Material Requirements Planning (MRP) method, especially in the lot-sizing technique which can also be used to get the minimum total inventory cost. The methods of lot-sizing technique used in this research are LFL (*Lot-For-Lot*), FPR (*Fixed Period Requirements*), PPB (*Part Period Balancing*), and SM (*Silver Meal Algorithm*) method. The construction materials that are the object of this study are the materials for reinforcement work and formwork for the 1st, 2nd, 3rd, 4th floor and rooftop structures. The result of this planning shows that the LFL method produces the minimum total inventory cost of Rp 9,372,475,596 and that LFL method is the most suitable method to use in the Rusun Aspol Sanglah construction project based on the cost consideration and limitations of inventory storage on the site.

Keywords: *Material Inventory, Lot-For-Lot (LFL), Fixed Period Requirements (FPR), Part Period Balancing (PPB), Silver Meal Algorithm (SM)*

1 PENDAHULUAN

Proyek Pembangunan Rumah Susun Asrama Polisi (Rusun Aspol) Sanglah T.36 merupakan proyek yang terletak di Jalan Diponegoro, Desa Dauh Puri, Denpasar, Bali. Gedung ini dibangun dengan tujuan untuk meningkatkan sarana dan prasarana Polresta Denpasar. Kontraktor pelaksana dari proyek ini adalah PT. Karya Nirmala dan proyek ini menggunakan anggaran dari DIPA Polresta Denpasar.

Dalam pelaksanaan pembangunan Rusun Aspol Sanglah T.36 ini terdapat beberapa masalah yang dialami, salah satunya adalah keterlambatan suplai material ketika material tersebut tidak tersedia pada persediaan/gudang. Berdasarkan pengalaman tersebut, perlu dilakukan perencanaan material pekerjaan struktur sebagai simulasi apabila terjadi masalah yang sama dikemudian hari sehingga tidak terjadi kembali keterlambatan ataupun *stockout* serta material dapat tersedia dalam jumlah dan waktu yang tepat.

Perencanaan material bangunan merupakan salah satu kegiatan penting untuk menunjang kelancaran pelaksanaan proyek konstruksi. Menurut Haikal (2017), keterlambatan jadwal pelaksanaan dapat disebabkan oleh persediaan material yang tidak dapat memenuhi kebutuhan rencana kerja. *Material Requirement Planning* (MRP) dapat digunakan untuk merencanakan persediaan material proyek. Metode MRP ini dirancang untuk menghitung jumlah bahan yang diperlukan agar persediaan bahan yang berlebihan dapat dihindari, sehingga meminimalkan biaya penyimpanan (Wibawanti, 2019). Teknik *Lotting* atau *lot-sizing* dapat digunakan untuk menentukan besarnya jumlah pesanan (*lot size*) yang optimal dan yang memberikan biaya total (*total cost*) persediaan material yang paling minimum. Terdapat beberapa metode *lot-sizing* yang dapat digunakan untuk menghitung kebutuhan persediaan, antara lain adalah metode *Lot For Lot* (LFL), *Fixed Period Requirements* (FPR), *Part Period Balancing* (PPB), dan *Silver Meal Algorithm* (SM). Metode-metode tersebut akan digunakan untuk merencanakan persediaan pada proyek Pembangunan Rusun Aspol Sanglah. Tujuan dari studi perencanaan ini adalah untuk mengetahui besarnya biaya persediaan serta mengetahui metode yang akan menghasilkan biaya persediaan yang paling rendah dengan cara membandingkan hasil dari biaya persediaan masing-masing metode.

2 MANAJEMEN MATERIAL PROYEK KONSTRUKSI

2.1 Manajemen Sumber Daya Material

Bahan/Material harus dikelola dengan baik sehingga kebutuhan akan material tersebut dapat dicukupi sesuai dengan waktu dan tempat yang diinginkan. Jadwal pekerjaan lain sangat dipengaruhi oleh ketepatan waktu ataupun kesesuaian kuantitas material yang dibutuhkan, oleh sebab itu dikenal juga sebutan *Just In Time* yang memiliki arti bahwa pemesanan, pengiriman serta ketersediaan material saat dilokasi sesuai dengan jadwal yang direncanakan. Pemasok material memiliki hubungan kontrak langsung dengan kontraktor pelaksana dan telah disetujui oleh pemilik proyek melalui wakilnya (Husen, 2009).

2.2 Penjadwalan, Pengadaan dan Persediaan Material

Agar suatu proyek dapat selesai dengan tepat waktu dan biaya yang ekonomis, di perlukan perangkat yang berisi aktivitas yang diperlukan dalam urutan dan kerangka waktu tertentu. Perangkat ini umumnya disebut sebagai penjadwalan proyek (Callahan et al., 1992). Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan dalam penjadwalan, antara lain *Bar Chart*, Kurva S, Diagram Vektor, Metode Strip Kritis, Metode Diagram Prioritas dan Metode PERT.

Selain penjadwalan, bagian penting dalam pelaksanaan suatu proyek adalah pengadaan material. Pengadaan material merupakan usaha untuk mendapatkan barang berupa bahan dan peralatan dan/atau jasa dari pihak luar untuk suatu proyek (Sholeh & Fauziah, 2021).

Persediaan material dilakukan untuk nantinya digunakan atau dijual kembali pada suatu ketika atau untuk digunakan pada periode yang akan datang. Persediaan material sangat penting dalam suatu bisnis, sebab permasalahan pada persediaan cenderung akan menimbulkan suatu masalah jika tidak ditangani dengan tepat. Perencanaan persediaan merupakan satu di antara fungsi manajerial yang sangat berarti karena apabila suatu perusahaan menginvestasikan terlalu banyak dana pada persediaan, akan mengakibatkan biaya penyimpanan yang tinggi dan mungkin mempunyai *opportunity cost*. Demikian pula sebaliknya, jika perusahaan tidak mempunyai persediaan yang cukup, akan dapat menyebabkan terjadinya kekurangan bahan (*stockout*) yang akan berdampak timbulnya biaya-biaya tambahan (Rangkuti, 2004).

2.3 Biaya Persediaan

Biaya sistem persediaan adalah semua pengeluaran dan kerugian yang timbul sebagai akibat adanya persediaan. Biaya-biaya berikut adalah bagian dari biaya persediaan (Nasution & Prasetyawan, 2008).

1. Biaya Pembelian (*Purchasing Cost*)
2. Biaya Pengadaan (*Procurement Cost*)
3. Biaya Penyimpanan (*Holding Cost*)

2.4 Material Requirement Planning (MRP)

MRP merupakan suatu konsep dalam manajemen produksi yang membahas tentang cara yang benar untuk merencanakan permintaan barang selama produksi agar barang yang dibutuhkan dapat terkirim sesuai rencana (Astana, 2007). Dalam MRP terdapat rencana kebutuhan untuk menyempurnakan Rencana Induk Produksi ke dalam setiap komponen/bahan yang menyusunnya. Oleh karena itu, selain sebagai sistem pengendalian persediaan bahan baku, MRP juga digunakan sebagai sistem perencanaan dan pengendalian produksi (Astana, 2007).

2.5 Proses Material Requirement Planning (MRP)

Menurut Nasution & Prasetyawan (2008) dalam proses MRP terdapat beberapa langkah sebagai berikut:

1. Perhitungan Kebutuhan Kotor (*Explosion*)
2. Perhitungan Kebutuhan Bersih (*Netting*)
3. Penentuan Ukuran Lot (*Lotting*)
4. Penetapan Besarnya *Lead Time* (*Offsetting*)

2.6 Input Sistem MRP

Menurut Nugroho (2018), ada tiga hal yang menjadi komponen dalam proses input pada MRP yaitu:

1. Jadwal Induk Produksi atau *Master Production Schedule*
2. *Bill of Material*
3. *Inventory Records File*.

2.7 Teknik Penentuan Ukuran Lot

Lotting merupakan salah satu tahapan MRP dengan tujuan untuk mengetahui ukuran kuantitas pemesanan setiap periode. Teknik lot-sizing dapat dikelompokkan menjadi *Static Lot-sizing* dan *Dynamic Lot-sizing*. Pada *Static Lot-sizing*, ukuran lot adalah sama untuk setiap periodenya yang mana didapatkan dari hasil perhitungan ataupun besaran dari perhitungan sederhana dengan menggunakan faktor-faktor intuitif. Pada *Dynamic Lot-sizing*, ukuran lot tiap periodenya berbeda tergantung hasil perhitungan dari persamaan yang digunakan ataupun berdasarkan kebutuhan material pada periode tersebut untuk mendapatkan kuantitas pemesanan yang terbaik (Schenker, 2020). Berikut merupakan penjelasan dari masing-masing metode *lot-sizing* yang akan digunakan dalam penelitian ini.

1. Lot-For-Lot (LFL)

Metode penetapan kuantitas pemesanan dengan metode ini adalah berdasarkan pesanan diskrit. Metode ini merupakan metode yang paling sederhana dari semua metode penentuan ukuran lot yang ada. Kuantitas pemesanan untuk metode LFL ini adalah sebesar satu periode pada saat material tersebut di butuhkan, sehingga satu pemesanan hanya memenuhi satu periode tertentu.

2. Fixed Period Requirements (FPR)

Metode FPR ini menggunakan konsep interval pemesanan yang tetap namun kuantitas pemesanan dapat dibuat bervariasi. Pada metode FPR ini selang waktu pemesanan adalah tetap sementara kuantitas pemesanan dibuat tetap sesuai dengan kebutuhan bersih.

3. Part Period Balancing (PPB)

Metode PPB ini menggunakan metode *batch* untuk menentukan jumlah pesanan berdasarkan keseimbangan antara biaya pemesanan dan biaya penyimpanannya. Oleh karena itu, pendekatan ini disebut penyeimbangan periode parsial atau biaya total minimum. Metode ini memilih jumlah periode untuk menutup pesanan tambahan berdasarkan akumulasi biaya penyimpanan dan biaya pemesanan.

$$EPP \text{ (equivalent part - period)} = \frac{S}{h} \quad (1)$$

Dengan:

S = biaya pengadaan per unit

h = biaya simpan per unit per periode

4. Silver Meal Algorithm (SM)

Metode Silver Meal merupakan metode untuk menentukan ukuran lot pengadaan bahan yang dinamis

secara heuritis dengan cara mencari komulatif periode T yang akan menghasilkan *Total Relevant Cost per Period* yang minimum.

Total Relevant Cost per Period dapat dihitung dengan persamaan:

$$\begin{aligned} \frac{TRC(T)}{T} &= \frac{\text{Biaya Pengadaan} + \text{Total biaya simpan sampai periode } T}{T} \\ &= \frac{C + h.P \sum_{k=1}^T (k-1)R_k}{T} \end{aligned} \quad (2)$$

Dengan:

- C = Biaya pengadaan (*Set-up Cost*)
- h = Biaya simpan per unit per periode
- P = Nilai bahan
- k. T = Periode
- R_k = Kebutuhan per periode k

Jumlah periode T yang terbaik untuk menentukan ukuran lot dapat diketahui dengan cara:

$$\frac{TRC(T+1)}{(T+1)} > \frac{TRC(T)}{T} \quad (3)$$

Ukuran lot terbaik dihitung dengan persamaan:

$$Q = \sum_{k=1}^T R_k \quad (4)$$

3 METODE

3.1 Prosedur Perencanaan

Perencanaan ini dimulai dengan mengumpulkan data kebutuhan material proyek pembangunan Rusun Aspol Sanglah yang didapatkan dari volume pekerjaan pada Rencana Anggaran Biaya (RAB) proyek yang dikeluarkan oleh PT. Karya Nirmala. Data kebutuhan material tersebut kemudian dikalikan dengan Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) masing-masing pekerjaan untuk mendapatkan kebutuhan bersih material. Penentuan jadwal kebutuhan material diketahui dengan menghitung lama pengerjaan masing-masing pekerjaan yang terkait. Selanjutnya jadwal kebutuhan material disesuaikan kembali dengan *time schedule*. Metode yang digunakan untuk menentukan ukuran lot pemesanan material adalah *Lot For Lot* (LFL), *Fixed Period Requirements* (FPR), *Part Period Balancing* (PPB) dan *Silver Meal Algorithm* (SM). Dari hasil analisa dengan empat metode tersebut, akan diketahui metode yang akan menghasilkan biaya persediaan paling rendah/minimum.

3.2 Pengumpulan Data

Dalam perencanaan ini jenis data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh langsung melalui observasi di lapangan dan wawancara dengan pihak terkait, sedangkan data sekunder pada perencanaan ini meliputi:

1. Time Schedule
Dengan menggunakan *time schedule*, informasi yang didapatkan berupa durasi tiap pekerjaan, waktu dimulai dan waktu selesainya suatu pekerjaan dalam proyek. Data ini akan digunakan dalam perencanaan jadwal material dibutuhkan.
2. Rencana Anggaran Biaya
Pada data ini terdapat jumlah kebutuhan material masing-masing item pekerjaan yang akan digunakan sebagai data kebutuhan bersih material pada penelitian ini.
3. Analisa Harga Satuan
Dengan data ini, dapat diketahui keefisien tenaga kerja dan harga satuan dari material yang digunakan.
4. Gambar Kerja

Melalui data ini, didapatkan informasi mengenai gambar struktur serta volume kebutuhan material dari bagian bangunan yang akan dianalisis.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Perencanaan

Material yang direncanakan adalah material pada pekerjaan pembesian dan bekisting balok, pelat, kolom dan lisplank lantai 1, 2, 3, 4 dan *rooftop* Rusun Aspol Sanglah. Kebutuhan material didapatkan dari volume pekerjaan yang ditinjau pada Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang dikeluarkan oleh kontraktor pelaksana proyek yakni PT. Karya Nirmala. Selanjutnya data volume pekerjaan tersebut dikalikan dengan koefisien material pada AHSP untuk mendapatkan kebutuhan bersih material. Tabel 1 menampilkan total kebutuhan bersih masing-masing material yang ditinjau.

Tabel 1. Kebutuhan Bersih Material

Jenis Bahan Material	Satuan	Harga Material Per Unit (Rp)
Wiremesh M8	Lembar	432.530
Besi Tulangan Polos Ø8	Lonjor	33.180
Besi Tulangan Polos Ø10	Lonjor	51.828
Besi Tulangan Deform/Ulir D13	Lonjor	89.856
Besi Tulangan Deform/Ulir D16	Lonjor	136.512
Besi Tulangan Deform/Ulir D19	Lonjor	192.672
Besi Tulangan Deform/Ulir D22	Lonjor	257.472
Besi Tulangan Deform/Ulir fy 400	Kg	7.200
Metal Sheet t = 0,85 mm	m ²	110.000
Kayu Kelas III	m ³	1.324.000
Kayu Kelas II	m ³	2.767.950
Plywood 9 mm	Lembar	33.500
Dolken Kayu 8-10 cm	Batang	20.500

4.2 Biaya-Biaya Persediaan

Biaya persediaan merupakan semua pengeluaran dan kerugian yang timbul sebagai akibat dari adanya persediaan. Biaya persediaan yang diperhitungkan dalam perencanaan ini adalah biaya pembelian, biaya pengadaan serta biaya penyimpanan. Rekapitulasi biaya-biaya persediaan in ditampilkan dalam Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Rekapitulasi Biaya-Biaya Persediaan

Jenis Bahan Material	Satuan Per Unit	Biaya Pembelian Per Unit (Rp)	Biaya Pemesanan Per Pesanan (Rp)	Biaya Penyimpanan Per unit/hari (Rp)
Wiremesh M8	Lembar	432530	4250	65
Besi Tulangan Polos Ø8	Lonjor	33180	4250	5
Besi Tulangan Polos Ø10	Lonjor	51828	4250	8
Besi Tulangan Deform/Ulir D13	Lonjor	89856	4250	14
Besi Tulangan Deform/Ulir D16	Lonjor	136512	4250	21
Besi Tulangan Deform/Ulir D19	Lonjor	192672	4250	29
Besi Tulangan Deform/Ulir D22	Lonjor	257472	4250	39
Besi Tulangan Deform/Ulir fy 400	Kg	7200	4250	1
Metal Sheet t = 0,85 mm	m ²	110000	4250	17
Kayu Kelas III	m ³	1324000	4250	200
Kayu Kelas II	m ³	2767950	4250	417
Plywood 9 mm	Lembar	33500	4250	5
Dolken Kayu 8-10 cm	Batang	20500	4250	3

4.3 Jadwal Kebutuhan Material

Jadwal kebutuhan material dapat dibuat setelah kebutuhan bersih dari masing-masing bahan sudah diketahui. Pembuatan jadwal kebutuhan memerlukan data *time schedule* proyek dan hasil perhitungan produktivitas masing-masing pekerjaan. Jadwal kebutuhan material dibuat untuk menentukan kapan masing-masing material tersebut dibutuhkan, yang akan menjadi data input bagi masing-masing metode yang digunakan. Tabel 3 dan 4 di bawah ini menampilkan jadwal kebutuhan material dalam studi perencanaan ini.

Tabel 3. Jadwal Kebutuhan Material Bulan ke-6

NO.	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	Bulan VI																	Bulan VII															
			15	16	17	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17	18	19		
1	Pembesian Wiremesh M8-2 lapis	Lembar																																	249
2	Besi Tulangan Polos Ø8	Lonjor																																101	
3	Besi Tulangan Deform/Ulir D10	Lonjor	320	320						62	62	62	62	62																					
4	Besi Tulangan Deform/Ulir D13	Lonjor								88	88	88	88	88																					
5	Besi Tulangan Deform/Ulir D16	Lonjor																																	
6	Besi Tulangan Deform/Ulir D19	Lonjor	51	51						43	43	43	43	43																					
7	Besi Tulangan Deform/Ulir D22	Lonjor	102	102						81	81	81	81	81																					
8	Besi Tulangan Deform/Ulir fy 400 MPa	Kg																																1392	
9	Metal Sheet, t = 0,85 mm L = 1 m	m2																																16287	
10	Kayu Kelas III	m3				5,2	5,2	5,2	6,4																									2	
11	Kayu Kelas II	m3			4,9	2,4	2,4	2,4	2,9																									8,9	
12	Plywood 9 mm	Lembar			114	45	45	45	56																									13	
13	Dolken Kayu 8-10 cm	Batang			648	641	641	641	830																									3265	

Tabel 4. Jadwal Kebutuhan Material Bulan ke-7

NO.	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	TAHUN 2021																	TOTAL														
			Bulan VII							Bulan VIII			Bulan VIII																					
			10	11	12	13	14	15	19	20	22	11	12	13	14	15	19	20	22															
1	Pembesian Wiremesh M8-2 lapis	Lembar																																249
2	Besi Tulangan Polos Ø8	Lonjor																																101
3	Besi Tulangan Deform/Ulir D10	Lonjor																																
4	Besi Tulangan Deform/Ulir D13	Lonjor																																
5	Besi Tulangan Deform/Ulir D16	Lonjor																																
6	Besi Tulangan Deform/Ulir D19	Lonjor																																
7	Besi Tulangan Deform/Ulir D22	Lonjor																																
8	Besi Tulangan Deform/Ulir fy 400 MPa	Kg																																1392
9	Metal Sheet, t = 0,85 mm L = 1 m	m2																																16287
10	Kayu Kelas III	m3	5,2	5,2	5,2	6,4																												1
11	Kayu Kelas II	m3	2,4	2,4	2,4	2,9																												8,4
12	Plywood 9 mm	Lembar	45	45	45	56																												97
13	Dolken Kayu 8-10 cm	Batang	641	641	641	830																												3049

4.4 Total Biaya Persediaan

Biaya persediaan dapat dihitung setelah dilakukan perhitungan pengadaan material masing-masing metode yang digunakan. Biaya yang didapatkan setelah melakukan perhitungan adalah biaya pembelian, biaya pemesanan dan biaya penyimpanan. Setelah biaya-biaya tersebut dihitung, maka di dapatkan hasil total biaya persediaan minimum. Berikut merupakan biaya yang dihasilkan masing-masing metode.

1. Biaya Pembelian

Biaya pembelian dihitung dengan cara mengalikan jumlah pemesanan yang didapatkan dari masing-masing metode dengan harga satuan dari masing-masing material. Karena jumlah pengadaan material setiap metode sama dengan jumlah kebutuhan yang telah dibulatkan, maka biaya pembelian dengan metode LFL, FPR, PPB dan SM adalah sama. Biaya pembelian material dengan metode *lot-sizing* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Total Biaya Pembelian Teknik *Lot-Sizing*

Jenis Material	Satuan	Total Pemesanan	Biaya Pembelian/ Unit (Rp)	Total Biaya Pembelian (Rp)
Wiremesh M8	Lbr	922	432530	398792660
Besi Tulangan Polos Ø8	Ljr	378	33180	12542040
Besi Tulangan Deform/Ulir D10	Ljr	4360	53309	232426368
Besi Tulangan Deform/Ulir D13	Ljr	1760	89856	158146560
Besi Tulangan Deform/Ulir D16	Ljr	191	136512	26073792
Besi Tulangan Deform/Ulir D19	Ljr	1316	192672	253556352
Besi Tulangan Deform/Ulir D22	Ljr	2532	257472	651919104
Besi Tulangan Deform/Ulir fy 400	kg	5568	7200	40089600
Metal Sheet t=0,85 mm	m2	60313	110000	6634430000
Kayu Kelas III	m3	99	1324000	131076000
Kayu Kelas II	m3	94	2767950	259080120
Plywood 9 mm	Lbr	1262	33500	42277000
Dolken Kayu 8-10 cm	Btg	25908	20500	531114000

2. Biaya Pemesanan dan Penyimpanan

Biaya pesan didapatkan dari frekuensi pemesanan masing-masing material pada setiap metode yang dikalikan dengan biaya pesan per pemesanan, sedangkan biaya simpan didapatkan dari hasil total persediaan masing-masing material pada setiap metode dikalikan dengan biaya simpan per unit per hari. Biaya pesan dan biaya simpan dari masing-masing metode ditampilkan dalam Tabel 6 sampai dengan Tabel 9 di bawah ini.

Tabel 6. Total Biaya Pemesanan dan Penyimpanan Metode *Lot For Lot*

No	Jenis Material	Satuan	Frekuensi	Persediaan	Biaya Pesan/ Order (Rp)	Biaya Simpan/ Unit/ Hari (Rp)	Total Biaya Pesan/ Unit (Rp)	Total Biaya Simpan/ Unit/ Hari (Rp)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8) = (4) x (6)	(9) = (5) x (7)
1	Wiremesh M8	Lbr	4	0	4250	65	17000	0
2	Besi Tulangan Polos Ø8	Ljr	4	0	4250	5	17000	0
3	Besi Tulangan Deform/Ulir D10	Ljr	30	0	4250	8	127500	0
4	Besi Tulangan Deform/Ulir D13	Ljr	20	0	4250	14	85000	0
5	Besi Tulangan Deform/Ulir D16	Ljr	1	0	4250	21	4250	0
6	Besi Tulangan Deform/Ulir D19	Ljr	29	0	4250	29	123250	0
7	Besi Tulangan Deform/Ulir D22	Ljr	29	0	4250	39	123250	0
8	Besi Tulangan Deform/Ulir fy 400	kg	4	0	4250	1	17000	0
9	Metal Sheet t=0,85 mm	m2	4	0	4250	17	17000	0
10	Kayu Kelas III	m3	21	0	4250	200	89250	0
11	Kayu Kelas II	m3	26	0	4250	417	110500	0
12	Plywood 9 mm	Lbr	26	0	4250	5	110500	0
13	Dolken Kayu 8-10 cm	Btg	26	0	4250	3	110500	0

Tabel 7. Total Biaya Pemesanan dan Penyimpanan Metode *Fixed Period Requirements*

No	Jenis Material	Satuan	Frekuensi	Persediaan	Biaya Pesan/ Order (Rp)	Biaya Simpan/ Unit/ Hari (Rp)	Total Biaya Pesan/ Unit (Rp)	Total Biaya Simpan/ Unit/ Hari (Rp)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8) = (4) x (6)	(9) = (5) x (7)
1	Wiremesh M8	Lbr	4	3641	4250	65	17000	237305
2	Besi Tulangan Polos Ø8	Ljr	4	1509	4250	5	17000	7545
3	Besi Tulangan Deform/Ulir D10	Ljr	7	20677	4250	8	29750	161487
4	Besi Tulangan Deform/Ulir D13	Ljr	4	8800	4250	14	17000	119152
5	Besi Tulangan Deform/Ulir D16	Ljr	1	0	4250	21	4250	0
6	Besi Tulangan Deform/Ulir D19	Ljr	10	3618	4250	29	42500	105041
7	Besi Tulangan Deform/Ulir D22	Ljr	10	6951	4250	39	42500	269679
8	Besi Tulangan Deform/Ulir fy 400	kg	4	25056	4250	1	17000	27184
9	Metal Sheet t=0,85 mm	m2	4	249651	4250	17	17000	4138051
10	Kayu Kelas III	m3	10	264,9	4250	200	42500	52849
11	Kayu Kelas II	m3	10	230	4250	417	42500	95930
12	Plywood 9 mm	Lbr	10	3079	4250	5	42500	15543
13	Dolken Kayu 8-10 cm	Btg	10	65606	4250	3	42500	202660

Tabel 8. Total Biaya Pemesanan dan Penyimpanan Metode *Part Period Balancing*

Jenis Material	Satuan	Frekuensi	Persediaan	Biaya Pesan/ Order (Rp)	Biaya Simpan/ Unit/ Hari (Rp)	Total Biaya Pesan/ Unit (Rp)	Total Biaya Simpan/ Unit/ Hari (Rp)
(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8) = (4) x (6)	(9) = (5) x (7)
Wiremesh M8	Lbr	2	6609	4250	65	8500	430747
Besi Tulangan Polos Ø8	Ljr	2	4848	4250	5	8500	24240
Besi Tulangan Deform/Ulir D10	Ljr	5	14457	4250	8	21250	112909
Besi Tulangan Deform/Ulir D13	Ljr	3	16720	4250	14	12750	226388
Besi Tulangan Deform/Ulir D16	Ljr	1	0	4250	21	4250	0
Besi Tulangan Deform/Ulir D19	Ljr	3	13380	4250	29	12750	388458
Besi Tulangan Deform/Ulir D22	Ljr	5	18735	4250	39	21250	726865
Besi Tulangan Deform/Ulir fy 400	kg	4	0	4250	1	17000	0
Metal Sheet t=0,85 mm	m2	4	0	4250	17	17000	0
Kayu Kelas III	m3	1	2696,1	4250	200	4250	537890
Kayu Kelas II	m3	1	2795	4250	417	4250	1165762
Plywood 9 mm	Lbr	3	12705	4250	5	12750	64134
Dolken Kayu 8-10 cm	Btg	9	31315	4250	3	38250	96733

Tabel 9. Total Biaya Pemesanan dan Penyimpanan Metode *Silver Meal*

No	Jenis Material	Satuan	Frekuensi	Persediaan	Biaya Pesan/ Order (Rp)	Biaya Simpan/ Unit/ Hari (Rp)	Total Biaya Pesan/ Unit (Rp)	Total Biaya Simpan/ Unit/ Hari (Rp)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8) = (4) x (6)	(9) = (5) x (7)
1	Wiremesh M8	Lbr	4	0	4250	65	17000	0
2	Besi Tulangan Polos Ø8	Ljr	4	0	4250	5	17000	0
3	Besi Tulangan Deform/Ulir D10	Ljr	5	14457	4250	8	21250	112909
4	Besi Tulangan Deform/Ulir D13	Ljr	4	3520	4250	14	17000	47661
5	Besi Tulangan Deform/Ulir D16	Ljr	1	0	4250	21	4250	0
6	Besi Tulangan Deform/Ulir D19	Ljr	5	8804	4250	29	21250	255604
7	Besi Tulangan Deform/Ulir D22	Ljr	7	9600	4250	39	29750	372453
8	Besi Tulangan Deform/Ulir fy 400	kg	4	0	4250	1	17000	0
9	Metal Sheet t=0,85 mm	m2	4	0	4250	17	17000	0
10	Kayu Kelas III	m3	2	1485,1	4250	200	8500	296288
11	Kayu Kelas II	m3	2	1410,4	4250	417	8500	588261
12	Plywood 9 mm	Lbr	5	3535	4250	5	21250	17844
13	Dolken Kayu 8-10 cm	Btg	13	18644	4250	3	55250	57592

3. Biaya Persediaan Minimum

Dari hasil di atas, dapat diketahui metode yang menghasilkan biaya persediaan minimum untuk setiap jenis material. Rekapitulasi biaya persediaan yang paling minimum berdasarkan masing-masing jenis material dapat dilihat pada Tabel 10, sedangkan Tabel 11 menampilkan rekapitulasi total biaya persediaan berdasarkan metode *lot-sizing*.

Tabel 10. Biaya Persediaan Minimum Masing-Masing Jenis Material

No	Jenis Material	Metode Lot-Sizing	Total Biaya Persediaan
1	Wiremesh M8	<i>Lot-For-Lot dan Silver Meal</i>	Rp 398.809.660
2	Besi Tulangan Polos Ø8	<i>Lot-For-Lot dan Silver Meal</i>	Rp 12.559.040
3	Besi Tulangan Deform/Ulir D10	<i>Lot-For-Lot</i>	Rp 232.553.868
4	Besi Tulangan Deform/Ulir D13	<i>Silver Meal</i>	Rp 158.211.221
5	Besi Tulangan Deform/Ulir D16	<i>Lot-For-Lot, FPR, PPB dan Silver Meal</i>	Rp 26.078.042
6	Besi Tulangan Deform/Ulir D19	<i>Lot-For-Lot</i>	Rp 253.679.602
7	Besi Tulangan Deform/Ulir D22	<i>Lot-For-Lot</i>	Rp 652.042.354
8	Besi Tulangan Deform/Ulir fy 400	<i>Lot-For-Lot, PPB dan Silver Meal</i>	Rp 40.106.600
9	Metal Sheet t=0,85 mm	<i>Lot-For-Lot, PPB dan Silver Meal</i>	Rp 6.634.447.000
10	Kayu Kelas III	<i>Lot-For-Lot</i>	Rp 131.165.250
11	Kayu Kelas II	<i>Lot-For-Lot</i>	Rp 259.190.620
12	Plywood 9 mm	<i>Silver Meal</i>	Rp 42.316.094
13	Dolken Kayu 8-10 cm	<i>Lot-For-Lot</i>	Rp 531.224.500

Tabel 11. Total Biaya Persediaan Masing-Masing Metode

No	Metode Lot-Sizing	Total Biaya Persediaan
1	Lot For Lot (LFL)	Rp 9.372.475.596
2	Fixed Period Requirements (FPR)	Rp 9.377.330.021
3	Part Period Balancing (PPB)	Rp 9.375.480.472
4	Silver Meal Algorithm (SM)	Rp 9.373.527.209

Dapat disimpulkan dari

Tabel 11 di atas, bahwa metode *Lot For Lot* menghasilkan total biaya persediaan yang paling rendah untuk perencanaan material pembesian dan bekisting pekerjaan struktur lantai 1,2,3,4, dan *rooftop* pada Proyek Pembangunan Rusun Aspol Sanglah T.36. Total biaya persediaan semua material dengan metode *Lot For Lot* adalah sebesar Rp 9.372.833,940. Metode *Lot For Lot* ini memiliki selisih sebesar Rp4.859.033,00 atau sekitar 0,052% lebih kecil dibandingkan metode *Fixed Period Requirements*. Selanjutnya bila dibandingkan dengan berturut-turut metode *Part Period Balancing* dan metode *Silver Meal Algorithm* terdapat selisih sebesar Rp 3.008.098,00 dan Rp1.054.834,00 atau lebih rendah sekitar 0,032% dan 0,011%.

5 KESIMPULAN

Berdasarkan pertimbangan total biaya persediaan yang paling ekonomis maka metode *Lot For Lot* (LFL) adalah metode yang paling tepat untuk digunakan pada Proyek Pembangunan Rusun Aspol Sanglah T.36, yaitu lebih rendah sampai dengan 0,052% dibandingkan dengan metode lainnya. Hal ini disebabkan oleh keadaan di lapangan yang tidak memungkinkannya menyimpan banyak material sekaligus. Perlu ditekankan di sini bahwa metode dan hasil studi perencanaan ini belum tentu menghasilkan total biaya persediaan paling minimum pada studi kasus lain, sehingga hasil perencanaan ini hanya relevan untuk studi kasus yang ditinjau

Untuk meningkatkan efisiensi manajemen material, keakuratan jadwal pembelian bahan dapat disesuaikan dengan ketersediaan bahan di sekitar lokasi proyek. Apabila bahan yang dibutuhkan tidak tersedia di sekitar lokasi proyek, maka waktu tunggu (*lead time*) harus diperhitungkan. Selain itu, potongan harga dalam pembelian skala besar sebaiknya diperhitungkan pula untuk mengoptimalkan perencanaan agar lebih sesuai dengan keadaan riil di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Astana, I N. Y. (2007). *Perencanaan persediaan bahan baku berdasarkan metode material requirement plan (MRP)*. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 11(2).
- Callahan, M. T., Quackenbush, D. G., & Rowings, J. E. (1992). *Construction Project Scheduling*. McGraw-Hill. New York.
- Haikal, M. (2017). *Pengadaan Material Proyek Konstruksi Menggunakan Teknik Pemesanan EOQ dan PPB*. *Pengadaan Material Proyek Konstruksi*, 10(3), 191–198.
- Husen, A. (2009). *Manajemen Proyek* (D. Prabantini (ed.); II). CV. Andi Offset. Yogyakarta
- Nasution, A. H., & Prasetyawan, Y. (2008). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Nugroho, A., Andwiyan, D., & Hasanudin, M. (2018). *Analisa dan Aplikasi MRP (MATERIAL Requirement Planning) (Studi Kasus PT. X)*. *Jurnal Ilmiah Fifo*, 10(2), 51–60.
- Rangkuti, F. (2004). *Manajemen Persediaan Aplikasi Di Bidang Bisnis* (Ed. 2, Cet). PT Raja Grafindo Persada. Jakarta
- Schenker, S. (2020). *Lot sizing procedures: Which is the best for industrial purchasing?* <https://genlots.com/lot-sizing-in-industrial-purchasing/>
- Sholeh, M. N., & Fauziyah, S. (2021). *Pengadaan Material Proyek Engineering Procurement Construction*. Pustaka Pranala. Yogyakarta
- Wibawanti, Y. (2019). *Analisis Perencanaan Kebutuhan Material Proyek dengan Metode Material Requirement Planning*. *STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi)*. 3(3), 330–335.