

## PERENCANAAN DAN PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU PADA KERETA 16 TS KRL KCI MENGGUNAKAN METODE *MATERIAL REQUIREMENT PLANNING* (MRP)

### *RAW MATERIAL INVENTORY PLANNING AND CONTROL FOR 16 TS KRL KCI USING THE MATERIAL REQUIREMENT PLANNING (MRP) METHOD*

<sup>1</sup>Windhi Pratiwiningsih\*, <sup>2</sup>Ni Made Cyntia Utami, <sup>3</sup>I Made Dwi Budiana Penindra

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

<sup>1</sup>pratiwiningsihwindhi2@gmail.com, <sup>2</sup>Nmcyntiautami@unud.ac.id, <sup>3</sup>budiana\_penindra@yahoo.com

#### INFO ARTIKEL

#### ABSTRAK

PT Industri Kereta Api (Persero) merupakan perusahaan manufaktur perkeretaapian nasional yang berperan strategis dalam penyediaan sarana transportasi massal. Pada pelaksanaan proyek produksi Kereta 16 Trainset (16 TS) KRL KCI di PT INKA (Persero) Madiun, perusahaan menghadapi permasalahan dalam perencanaan dan pengendalian persediaan bahan baku, yang ditandai dengan terjadinya overstock dan understock material, serta keterlambatan pengadaan. Kondisi tersebut berdampak pada meningkatnya biaya persediaan dan terganggunya kelancaran proses produksi. Penelitian ini bertujuan untuk menyusun perencanaan kebutuhan material menggunakan metode Material Requirement Planning (MRP) serta menentukan metode lot sizing yang paling efisien. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan studi kasus pada proyek produksi Kereta 16 TS KRL KCI. Data yang digunakan meliputi Bill of Material (BOM), Master Production Schedule (MPS), data persediaan, serta biaya pemesanan dan penyimpanan untuk 86 komponen. Metode lot sizing yang diterapkan meliputi Lot for Lot (LFL), Part Period Balancing (PPB), dan Silver Meal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Silver Meal menghasilkan total biaya persediaan terendah sebesar Rp 51.606.619 dengan efisiensi biaya 57,60% dibandingkan LFL dan 34,96% dibandingkan PPB, sehingga dinilai paling optimal untuk diterapkan.

#### Kata Kunci:

Material Requirement Planning,  
Persediaan Bahan Baku, Lot Sizing.

#### ABSTRACT

*PT Industri Kereta Api (Persero) is a national railway manufacturing company that plays a strategic role in providing mass transportation. During the production of the 16 Trainset (16 TS) KRL KCI project at PT INKA (Persero) Madiun, the company encountered challenges in raw material inventory planning and control, characterized by material overstocks, understocks, and procurement delays. These conditions led to increased inventory costs and disrupted the production flow. This study aims to develop a material requirements planning (MRP) system using the MRP method and to determine the most efficient lot-sizing technique. The research employs a quantitative approach with a case study on the 16 TS KRL KCI production project. The data used include the Bill of Materials (BOM), Master Production Schedule (MPS), inventory data, and ordering and carrying costs for 86 components. The lot-sizing methods applied include Lot-for-Lot (LFL), Part Period Balancing (PPB), and Silver Meal. The results show that the Silver Meal method produces the lowest total inventory cost of Rp 51.606.619, achieving a cost efficiency of 57,60% compared to LFL and 34,96% compared to PPB, making it the most optimal method for implementation.*

#### Keywords:

Material Requirement Planning, Raw  
Material Inventory, Lot Sizing

#### \*Corresponding author:

pratiwiningsihwindhi2@gmail.com

## I. PENDAHULUAN

Produksi merupakan elemen penting dalam menjaga keberlangsungan aktivitas perusahaan, meliputi perencanaan, pengadaan bahan, perakitan, hingga distribusi produk akhir yang memerlukan sistem terorganisir[1]. Dalam penerapannya, keberhasilan proses produksi bergantung pada pengelolaan persediaan bahan baku yang tepat. Tanpa pengelolaan yang baik, perusahaan berisiko menghadapi *overstock* yang membebani biaya atau *understock* yang dapat menghambat jalannya proses produksi[1]. Oleh karena itu, perusahaan dituntut memiliki perencanaan material yang akurat untuk menghindari risiko keterlambatan produksi maupun pembengkakan biaya penyimpanan[2], sebagaimana dihadapi oleh industri

perkeretaapian di Indonesia, khususnya PT Industri Kereta Api (Persero) atau PT INKA.

PT INKA (Persero) Madiun merupakan perusahaan manufaktur perkeretaapian di Indonesia yang berperan strategis dalam menyediakan sarana transportasi massal modern yang mengedepankan efisiensi dan keberlanjutan[3]. Perusahaan ini memproduksi berbagai jenis kereta untuk kebutuhan domestik maupun ekspor. Salah satu proyek besar yang sedang dikembangkan adalah Kereta 16 *Trainset* (16 TS) KRL KCI, yang dirancang untuk meningkatkan kapasitas angkut penumpang perkotaan. Satu rangkaian kereta listrik terdiri atas empat kereta dengan panjang total sekitar 80 meter dan mampu mencapai kecepatan maksimum 100 km/jam.

Namun dalam realisasinya, PT INKA (Persero) menghadapi permasalahan nyata terkait pengelolaan

# PERENCANAAN DAN PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU PADA KERETA 16 TS KRL KCI MENGGUNAKAN METODE *MATERIAL REQUIREMENT PLANNING* (MRP)

persediaan bahan baku, khususnya terkait ketidaktepatan jumlah *Purchase Requisition* (PR) pada awal proyek. Total PR yang dibuat tidak sepenuhnya mencerminkan kebutuhan aktual selama proses produksi. Sisa material yang berlebih dikategorikan sebagai *overstock*, yang kurang dari kebutuhan sebagai *understock*, dan yang sesuai dikategorikan sebagai PAS. Dari total 86 material yang dianalisis, terdapat 42 material atau sekitar 47,7% yang mengalami *overstock*, salah satunya adalah material A11AB0120.

Menurut informasi Staff Divisi Perencanaan dan Pengendalian Operasi, kondisi tersebut berimplikasi pada meningkatnya biaya penyimpanan dan potensi penumpukan persediaan di gudang. Persentase *overstock* tersebut melebihi batas toleransi perusahaan sebesar 2%. Di sisi lain, material A11MH0010 mengalami *understock*, yang berisiko menghambat kelancaran proses produksi, menurunkan efektivitas pemanfaatan kapasitas kerja, serta mengakibatkan keterlambatan pemenuhan pesanan pelanggan. Sementara itu, beberapa material lainnya telah sesuai dengan kebutuhan sehingga tidak menimbulkan masalah berarti dalam operasional.

Selain itu, PT INKA juga mengalami masalah pengadaan material yang didominasi oleh kendala impor yang menyebabkan keterlambatan pengiriman rata-rata 24-25 minggu pada 27,9% jenis material. Tingginya variasi *lead time* dan hambatan administratif internal menyebabkan sulitnya pemenuhan material yang *understock*. Dampaknya, terjadi praktik peminjaman material antar proyek sebesar 5% dari total kebutuhan, yang secara langsung mengancam efektivitas perencanaan dan ketepatan waktu penyelesaian proyek. Tantangan dalam pengadaan material tersebut tidak dapat dipisahkan dari karakteristik sistem produksi PT INKA (Persero) yang turut memengaruhi pola perencanaan material.

Karakteristik produksi di PT INKA (Persero) sepenuhnya bersifat *make to order*, yakni proses produksi akan dilaksanakan setelah adanya pesanan resmi dari pelanggan. Pada proyek KCI, perusahaan memberikan fleksibilitas melalui layanan kustomisasi. Berdasarkan beberapa proyek KCI yang telah dijalankan, kustomisasi hanya sekitar 1% dari total komponen, khususnya di bagian tertentu seperti desain interior atau elemen tambahan sebagaimana dijelaskan oleh pihak internal perusahaan. Kondisi ini mengakibatkan kebutuhan material tidak sepenuhnya dapat diprediksi secara akurat, sehingga kompleksitas dalam perencanaan persediaan semakin meningkat.

Dalam aspek sistem informasi, PT INKA (Persero) saat ini menggunakan SAP (*System, Applications, and Products in Data Processing*) sebagai sistem pencatatan dan integrasi data, serta dukungan Google Spreadsheet untuk perhitungan sederhana. Namun, sistem tersebut masih bersifat administratif dan belum sepenuhnya mengoptimalkan BOM, stok aktual, *lead time*, serta jadwal produksi. Akibatnya, risiko *understock* dan *overstock* tetap terjadi, dan efisiensi pengendalian persediaan belum tercapai secara optimal. Tantangan utama dalam operasional PT INKA (Persero) terletak pada integrasi perencanaan kebutuhan material yang berdampak langsung pada biaya persediaan. Berbagai studi terdahulu memperkuat urgensi penggunaan

metode *Material Requirement Planning* (MRP) sebagai instrumen pengendalian. Implementasi MRP terbukti memberikan penghematan biaya yang variatif, mulai dari 25% pada industri baja[4], penurunan biaya dan frekuensi pemesanan pada industri manufaktur [5], hingga efisiensi ekstrem sebesar 81,9%[6]. Oleh karena itu, penerapan MRP dipandang sebagai pendekatan strategis untuk mengatasi inefisiensi material di perusahaan.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menerapkan metode *Material Requirement Planning* (MRP) yang dipadukan dengan teknik *lot sizing* dalam perencanaan dan pengendalian persediaan bahan baku pada produksi Kereta 16 TS KRL KCI di PT INKA (Persero), guna meminimalkan *overstock* dan *understock* serta meningkatkan efisiensi pengadaan material.

## II. TINJAUAN LITERATUR

### 2.1. Kajian Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian membuktikan efektivitas metode *lot sizing* dalam mengoptimalkan biaya persediaan. Renaldi[7] menemukan metode *Lot for Lot* lebih efisien dengan penghematan 12% dibandingkan metode *Part Period Balancing*. Pakpahan dkk.[8] menunjukkan bahwa metode *Part Period Balancing* mampu menurunkan biaya penyimpanan sebesar 32% dan mengefisiensikan total biaya tahunan. Di sisi lain, Hasan dkk[9]. membuktikan metode *Silver Meal* berhasil menurunkan total biaya persediaan sebesar 25%. Sejalan dengan hal tersebut, Gerra & Nofirza[10] mencatat bahwa implementasi *Silver Meal* menghasilkan efisiensi biaya mencapai 35,3% dari total biaya aktual perusahaan.

### 2.2. Persediaan

Persediaan (*inventory*) merupakan aset berupa bahan baku, barang dalam proses, maupun produk jadi yang disimpan untuk mendukung proses produksi, perakitan, hingga pemenuhan permintaan pelanggan[11],[12]. Penentuan jumlah persediaan yang tepat sangat krusial; kelebihan stok akan meningkatkan biaya penyimpanan, sementara kekurangan stok berisiko menghambat lini produksi dan menghilangkan peluang keuntungan[13].

Untuk mengoptimalkan hal tersebut, diperlukan manajemen persediaan yang efektif melalui perencanaan dan pengendalian aliran material mulai dari penerimaan hingga penyaluran hasil pengadaan[14]. Tujuan utamanya adalah mitigasi risiko terhadap keterlambatan pengiriman, ketidaksesuaian bahan, dan kelangkaan pasar yang dapat mengganggu kontinuitas produksi[15].

### 2.3. *Material Requirement Planning* (MRP)

*Material Requirement Planning* (MRP) merupakan sistem perencanaan dan pengendalian persediaan yang berfungsi mengatur proses perolehan serta pemanfaatan bahan baku dalam produksi[16]. Operasional MRP sangat bergantung pada integrasi dua input utama, yaitu *Master Production Schedule* (MPS) dan *Bill of Material* (BOM). MPS berperan sebagai rencana produksi yang menetapkan jumlah produk akhir dalam jangka waktu tertentu untuk mengelola persediaan dan memastikan permintaan pelanggan terpenuhi secara efisien[17]. Sementara itu, BOM berfungsi sebagai daftar terstruktur yang memuat seluruh



komponen, spesifikasi, dan instruksi pemrosesan yang dibutuhkan untuk menghasilkan produk akhir[18]. [19]Akurasi dalam penyusunan BOM sangat krusial, terutama pada sistem perakitan produk khusus, karena ketidaksesuaian data dapat memicu keterlambatan pengadaan material dan ketidakakuratan inventaris[20].

Dalam implementasinya, sistem MRP menjalankan empat tahapan utama untuk menjamin ketersediaan bahan baku secara tepat waktu[21]. Proses ini diawali dengan *netting* untuk menghitung kebutuhan bersih, *lotting* untuk menentukan ukuran pesanan, *offsetting* untuk menetapkan waktu pemesanan, dan *explosion* untuk memerinci kebutuhan ke tingkat komponen bawah.

#### 2.4. Lot Sizing

*Lot sizing* merupakan metode penentuan kuantitas pemesanan material yang optimal guna meminimalkan total biaya melalui keseimbangan antara biaya pemesanan dan biaya penyimpanan[22]. Salah satu teknik sederhana yang digunakan adalah *Lot for Lot* (LFL), yang menetapkan jumlah pesanan sesuai kebutuhan aktual setiap periode[23] untuk menekan biaya simpan, meskipun memiliki risiko kekosongan stok jika terjadi fluktuasi permintaan[24]. Metode lainnya adalah *Part Period Balancing* (PPB), yang bekerja dengan menggabungkan kebutuhan beberapa periode hingga mencapai titik keseimbangan[25] antara biaya pemesanan (*setup cost*) dan biaya penyimpanan (*holding cost*) yang dikenal sebagai *Economic Part Period* (EPP). Selain itu, terdapat metode Silver Meal yang bertujuan meminimalkan rata-rata biaya per periode dengan cara memperluas ukuran lot ke periode berikutnya selama rata-rata biaya kumulatif masih menunjukkan tren penurunan, sehingga kebutuhan produksi terpenuhi secara ekonomis tanpa terjadi penumpukan stok berlebih.

### III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan studi kasus pada proyek produksi Kereta 16 TS KRL KCI di PT Industri Kereta Api (Persero) Madiun. Penelitian dilakukan untuk mengevaluasi dan memperbaiki sistem perencanaan serta pengendalian persediaan bahan baku melalui penerapan metode *Material Requirement Planning* (MRP) yang dipadukan dengan metode *lot sizing*. Penelitian dilaksanakan dalam rentang waktu Agustus 2025 hingga Januari 2026, yang mencakup seluruh tahapan penelitian mulai dari studi pendahuluan hingga penarikan kesimpulan dan penyusunan saran. Alur penelitian disusun secara sistematis mulai dari identifikasi permasalahan hingga penyusunan rekomendasi.

Sebagai tahap awal, penelitian diawali dengan studi pendahuluan melalui observasi dan wawancara untuk mengidentifikasi permasalahan perencanaan material yang terjadi di perusahaan. Berdasarkan tahap ini, penelitian dibatasi pada perencanaan persediaan bahan baku produksi Kereta 16 TS KRL KCI menggunakan data proyek per 10 Juni 2025, dengan analisis hingga struktur *Bill of Material* (BOM) level 3.

Selanjutnya, data yang digunakan dalam penelitian diklasifikasikan menjadi data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi dan wawancara, sedangkan data sekunder berasal dari dokumen internal perusahaan, meliputi BOM, permintaan produksi,

persediaan awal, harga bahan baku, serta dokumen *Purchase Requisition* (PR) dan *Purchase Order* (PO). Data tersebut digunakan sebagai dasar dalam penyusunan *Master Production Schedule* (MPS) dan perhitungan kebutuhan material. Berdasarkan MPS yang telah disusun, perhitungan *Material Requirement Planning* (MRP) dilakukan dengan mempertimbangkan data BOM, persediaan, dan *lead time* untuk menghasilkan kebutuhan bersih serta jadwal pemesanan material. Selanjutnya, penentuan ukuran pemesanan dilakukan menggunakan metode *Lot for Lot* (LFL), *Part Period Balancing* (PPB), dan Silver Meal, yang dibandingkan berdasarkan total biaya persediaan. Pada tahap akhir, dilakukan analisis terhadap hasil perhitungan untuk menentukan metode *lot sizing* yang paling efisien sebagai rekomendasi perbaikan sistem perencanaan dan pengendalian persediaan bahan baku..

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Bill of Material Kereta KCI

BOM disusun berdasarkan hubungan antar komponen pada setiap level produk sebagai dasar dalam perhitungan kebutuhan material. Daftar kebutuhan material penyusun Kereta KCI memuat informasi level komponen, nama atau kode material, jumlah kebutuhan, *lead time*, serta *inventory* masing-masing komponen. Tabel berikut menyajikan BOM pada Kereta 16 TS KRL KCI.

Tabel 1. *Bill of Material* Kereta 16 TS KRL KCI

Level	Nama/Kode	Jumlah	LT	Inventory
0	KCI	16	1	0
1	Bogie Frame	384	1	0
2	Axle Box 02.0	1.536	1	0
3	A11AB0120	26	5	0
3	A11AB0320	7	5	3
3	A11MH0010	25	5	0
2	Side Beam Assy 03.1	1.152	1	0
3	A11AC0090	1.152	5	0
3	A11AC0120	584	5	0
3	A11AC0190	14	5	31
2	Transom 03.2	768	1	0
3	A11AC0140	96	5	0
3	A11AC0160	186	5	0
3	A11AC0500	27	5	0
3	A11AC1000	8	5	0
3	A15BG0600	122	5	42
2	Bracket 03.8	768	1	0
3	A15BG0500 A15BG0601	24	5	0
3	A16HI1778P	384	5	0
2	Bracket 03.8	1.536	1	0
3	A11AC0220	6	5	0
3	A11AC0250	369	5	70
3	A11AB0032	636	5	0
2	Componen 05.0	1.536	1	0
3	A11AB0023	304	5	0
2	Primary Suspension 06.0	1.536	1	0
3	A11AB0190	26	5	0
3	A11AB0400	2	5	0



**PERENCANAAN DAN PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU PADA KERETA 16 TS KRL KCI  
MENGUNAKAN METODE *MATERIAL REQUIREMENT PLANNING* (MRP)**

3	A11AB0500	26	5	0
3	A15PC1400	53	5	0
3	A11ZD0050	7	5	0
3	A11AB0012	112	5	0
2	Secondary Suspension 07.0	768	1	0
3	A11BF0120	16	5	0
3	A11BF0190	24	5	0
3	A11AB0060	500	5	0
2	Brake Support 08.0	1.536	1	0
3	A11AC0600	45	5	0
2	Bogie Connection 13.0	768	1	0
3	A11AC0320	60	5	12
3	A11AC0400	30	5	0
3	A15BG1500	5	5	0
2	Piping Arrangement 10.0	384	1	0
3	A15AB0270	6	5	0
3	A16HE0217	378	5	0
3	A16HE0173	205	5	0
2	Cable Arrangement 11.0	384	1	0
3	A11AB0045	456	5	0
3	A11AB0090	47	5	0
3	A11ZD0200	25	5	0
3	A11CU0100	1	5	0
1	Carbody	192	1	0
2	Main Frame of Underframe	192	1	0
3	A11BE0045D10	1.127	4	0
3	A11BE0060D16	514	4	0
3	A11BE0090D10	444	4	0
3	A11BE0120D10	560	4	0
3	A11BE0160	76	4	0
3	A11BE0094	36	4	0
3	A11BG0500	11	4	2
3	A15SZ1800	23	4	0
3	A16HD0138	61	4	80
3	A11BE0190D10	189	4	0
2	Main Frame of Sidewall	384	1	0
3	A11ND0045	2.064	4	0
3	A11ND0008	610	4	0
2	Main Frame of Roof	192	1	0
3	A11ND0020	1.641	4	0
3	A11ND0003C8	557	4	0
2	Main Frame of Endwall	384	1	0
3	A16ND0001	183	4	0
3	A11MH0006D24	25	4	0
2	Floor Construction	192	1	0
3	A11MH0020	2.836	4	0
3	A11MH0045	3	4	0
2	Cabin Maskara	32	1	0
3	A11ND0020D11	61	4	0
3	A11ND0003D30	32	4	0
2	Bracket	174	1	0
3	A11AB0002	129	4	0
3	A15ZO0060	174	4	0
3	A11MH0030	638	4	0
3	A11CU0020	10	4	0
3	A11ND0010	356	4	0
3	A16ND0272	4	4	0

3	A11AE0012	112	4	0
---	-----------	-----	---	---

**4.2. Master Production Schedule (MPS)**

Pada penelitian ini, MPS disusun untuk untuk produk jadi Kereta 16 TS KRL KCI sesuai dengan horizon perencanaan yang telah ditetapkan. Tabel 4.6 berikut menyajikan MPS Kereta 16 TS KRL KCI yang menunjukkan rencana jumlah produksi pada setiap periode perencanaan.

Tabel 2. Master Production Schedule (MPS)

Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Gross Requirement						1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Customer Order																					
On Hand																					
MPS Receipt						1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MPS Scheduled						1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Available To Promise																					

**4.3. Perhitungan MRP dengan Metode Lot for Lot (LFL)**

Metode Lot for Lot (LFL) menentukan pemesanan bahan baku berdasarkan kebutuhan aktual pada setiap periode, dengan jumlah pemesanan yang disesuaikan langsung dengan kebutuhan bersih tanpa memperhitungkan ukuran lot tertentu. Metode ini mampu meminimalkan biaya penyimpanan (*holding cost*), namun berpotensi meningkatkan biaya pengadaan (*setup cost*). Tabel 3 menyajikan contoh hasil perhitungan ukuran lot menggunakan metode LFL pada komponen Steel Plate A11AB0320.

Tabel 3. Contoh Perhitungan Lot for Lot (LFL)

Steel Plate		A11AB0320									
LT=5	Periode										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gross Requirement							1	1	0	1	0
Scheduled Receipt											
Project On Hand	3	3	3	3	3	3	2	1	1		
Net Requirement							0	0	0	0	0
Planned Order Receipt							0	0	0	0	0
Planned Order Release								1			1
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	TOTAL
0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	
0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	
0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	22
1				1							

Biaya Pesan	Rp 151.700
Biaya Simpan	Rp 3.034
Total Biaya Pesan	Rp 606.800
Total Biaya Simpan	Rp 66.748
Total Biaya Persediaan	Rp 673.548

Berdasarkan Tabel 3, metode Lot for Lot (LFL) menghasilkan rencana pemesanan yang dilakukan sesuai



dengan kebutuhan bersih (*net requirement*) pada setiap periode, sehingga jumlah pemesanan selalu sama dengan nilai kebutuhan bersih tersebut. Pola pemesanan ini menyebabkan tidak terjadinya penumpukan persediaan antarperiode, sehingga biaya penyimpanan relatif rendah. Namun, frekuensi pemesanan yang lebih sering berdampak pada meningkatnya total biaya pemesanan. Berdasarkan hasil perhitungan di atas, metode LFL pada material A11AB0320 menghasilkan total biaya persediaan sebesar Rp 673.548, yang merupakan akumulasi dari biaya pemesanan dan biaya pemesanan.

4.4. Perhitungan MRP dengan Metode *Part Period Balancing* (PPB)

Metode *Part Period Balancing* (PPB) menentukan ukuran lot pemesanan dengan tujuan menyeimbangkan biaya penyimpanan (*holding cost*) dan biaya pemesanan (*setup cost*), melalui pengelompokan kebutuhan beberapa periode hingga nilai *part period* mendekati nilai *Economic Part Period* (EPP). Nilai EPP diperoleh dari perbandingan antara biaya pemesanan dan biaya penyimpanan, yang dirumuskan sebagai berikut:

$$EPP = \frac{S}{H} \tag{1}$$

Berdasarkan rumus tersebut, dilakukan perhitungan untuk menentukan nilai EPP. Adapun hasil perhitungannya pada material A11AB320 adalah sebagai berikut:

$$EPP = \frac{S}{H} = \frac{Rp\ 151.700}{Rp\ 3.034} = 50$$

Setelah nilai EPP diperoleh, selanjutnya dilakukan perhitungan ukuran pemesanan dengan menjumlah *gross requirement* dari beberapa periode. Pemilihan *part period* dilakukan dengan mempertimbangkan nilai yang paling mendekati nilai EPP. Tabel 4 berikut menyajikan hasil perhitungan *part period* untuk material Steel Plate A11AB0320.

Tabel 4. Penentuan Ukuran Lot *Part Period Balancing* (PPB)

Periode	Gross Requirement (A)	Waktu (B)	(AxB)	Part Period
6	1			
7	1			
8	0			
9	1			
10	1			
11	0			
12	1	0	0	0
13	0	1	0	0
14	0	2	0	0
15	1	3	3	3
16	0	4	0	3
17	0	5	0	3
18	1	6	6	9
19	0	7	0	9
20	0	8	0	9
21	1	9	9	18

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 4, diperoleh nilai *part period* sebesar 49. Selanjutnya dilakukan perhitungan *Material Requirement Planning* (MRP), berdasarkan ukuran pemesanan yang telah ditentukan dari hasil perhitungan *part period*. Tabel 5 menyajikan contoh hasil perhitungan ukuran lot menggunakan metode PPB pada komponen Steel Plate A11AB0320.

Tabel 5. Perhitungan *Part Period Balancing* (PPB) Steel Plate A11AB0320

LT=5	Periode										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gross Requirement							1	1	0	1	0
Scheduled Receipt											
Project On Hand	3	3	3	3	3	3	2	1	1	0	0
Net Requirement							0	0	0	0	0
Planned Order Receipt											
Planned Order Release								4			
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	TOTAL
0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	
0	3	3	3	2	2	2	1	1	1	0	40
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
											4

Biaya Pesan	Rp 151.700
Biaya Simpan	Rp 3.034
Total Biaya Pesan	Rp 151.700
Total Biaya Simpan	Rp 121.360
Total Biaya Persediaan	Rp 273.060

Berdasarkan Tabel 5, metode *Part Period Balancing* (PPB) menghasilkan rencana pemesanan dengan mengelompokkan kebutuhan beberapa periode sehingga nilai *part period* mendekati nilai *Economic Part Period* (EPP). Pola pemesanan ini menyebabkan jumlah pemesanan tidak selalu sama pada setiap periode, namun mampu menyeimbangkan antara biaya penyimpanan dan biaya pemesanan. Berdasarkan hasil perhitungan di atas, metode PPB pada material A11AB0320 menghasilkan total biaya persediaan sebesar Rp 273.060, yang merupakan akumulasi dari biaya pemesanan dan biaya penyimpanan.

4.5. Perhitungan MRP dengan Metode *Silver Meal*

Metode *Silver Meal* menentukan ukuran lot pemesanan dengan meminimalkan biaya persediaan rata-rata per periode yang merupakan kombinasi biaya penyimpanan (*holding cost*) dan biaya pemesanan (*setup cost*). Penentuan ukuran lot dilakukan dengan memperluas cakupan pemesanan ke beberapa periode selama nilai biaya rata-rata per periode mengalami penurunan, dan dihentikan ketika biaya tersebut mulai meningkat. Tabel 6. berikut menyajikan hasil perhitungan biaya penyimpanan dan biaya



**PERENCANAAN DAN PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU PADA KERETA 16 TS KRL KCI  
MENGUNAKAN METODE *MATERIAL REQUIREMENT PLANNING* (MRP)**

pemesanan kumulatif untuk setiap alternatif pengelompokkan periode menggunakan metode Silver Meal pada material A11AB0320. Nilai biaya rata-rata per periode dihitung untuk setiap penambahan cakupan periode guna menentukan titik minimum biaya yang menjadi dasar penetapan ukuran lot pemesanan.

Tabel 6. Penentuan Ukuran Lot Silver Meal

Periode	k	GR (A)	Periode Simpan (B)	(AxB)	H(k)	C(k)
6		1				
7		1				
8		0				
9		1				
10		1				
11		0				
12	1	1	0	0	Rp 0	Rp151.700
13	2	0	0	0	Rp 0	Rp 75.850
14	3	0	0	0	Rp 0	Rp 50.567
15	4	1	3	3	Rp 9.102	Rp 40.201
16	5	0	0	0	Rp 9.102	Rp 32.160
17	6	0	0	0	Rp 9.102	Rp 26.800
18	7	1	6	6	Rp 27.306	Rp 25.572
19	8	0	0	0	Rp 27.306	Rp 22.376
20	9	0	0	0	Rp 27.306	Rp 19.890
21	1	1	0	0	Rp 0	Rp151.700

Tabel 7 menyajikan contoh hasil perhitungan ukuran lot menggunakan metode Silver Meal komponen Steel Plate A11AB0320.

Tabel 7. Contoh Perhitungan Silver Meal

Steel Plate		A11AB0320											
LT=5		Periode											
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Gross Requirement Scheduled Receipt	On Hand	3	3	3	3	3	3	2	1	1	0	0	
Net Requirement Planned	Order Receipt Planned							0	0	0	0	0	
	Order Release								3				
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	TOTAL		
0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1			
0	2	2	2	1	1	1	0	0	0	0	31		
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
	3										1		
1													

Biaya Pesan	Rp 151.700
Biaya Simpan	Rp 3.034
Total Biaya Pesan	Rp 303.400

Total Biaya Simpan	Rp 94.054
Total Biaya Persediaan	Rp 397.454

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 4.9, metode Silver Meal menghasilkan rencana pemesanan dengan menentukan ukuran lot berdasarkan minimisasi biaya persediaan rata-rata per periode. Penentuan ukuran lot dilakukan dengan memperluas cakupan pemesanan ke beberapa periode selama nilai biaya rata-rata per periode mengalami penurunan, dan dihentikan ketika biaya tersebut mulai meningkat. Berdasarkan hasil perhitungan di atas, metode Silver Meal pada material A11AB0320 menghasilkan total biaya persediaan sebesar Rp 397.454, yang merupakan akumulasi dari biaya pemesanan dan biaya penyimpanan.

4.6. Analisis Perbandingan Total Biaya Persediaan

Setelah dilakukan perhitungan kebutuhan material untuk 86 komponen menggunakan teknik *Lot for Lot* (LFL), *Part Period Balancing* (PPB), dan Silver Meal, tahap selanjutnya yaitu melakukan analisis perbandingan total biaya persediaan. Analisis ini bertujuan untuk menentukan teknik *lot sizing* yang paling efisien dalam meminimalkan biaya pemesanan (*setup cost*) dan biaya penyimpanan (*holding cost*) pada PT INKA (Persero). Berdasarkan hasil pengolahan data terhadap keseluruhan komponen, dilakukan rekapitulasi total dari ketiga teknik tersebut sebagaimana disajikan dalam Tabel 8 berikut.

Tabel 8. Analisis Perbandingan Total Biaya Persediaan

<i>Lot Sizing</i>	Biaya Pemesanan	Biaya Penyimpanan	Total Biaya Persediaan
<i>Lot for Lot</i>	Rp 118.350.989	Rp 3.394.148	Rp 121.745.137
<i>Part Period Balancing</i>	Rp 32.832.944	Rp 46.625.149	Rp 79.358.093
Silver Meal	Rp 33.818.847	Rp 17.787.772	Rp 51.606.619

Berdasarkan Tabel 8 di atas analisis terhadap masing-masing metode *lot sizing* diuraikan sebagai berikut:

a. *Lot for Lot* (LFL)

Metode *Lot for Lot* menghasilkan total biaya persediaan tertinggi, yaitu sebesar Rp 121.745.137. Kondisi ini disebabkan oleh kebijakan pemesanan yang dilakukan tepat sebesar kebutuhan pada setiap periode. Pendekatan tersebut menyebabkan frekuensi pemesanan menjadi sangat tinggi, sehingga biaya pemesanan terakumulasi secara signifikan. Meskipun metode ini mampu meminimalkan biaya penyimpanan karena tidak terdapat persediaan yang disimpan untuk periode berikutnya, tingginya biaya pemesanan menjadikan metode *Lot for Lot* kurang efisien untuk diterapkan pada produksi dengan kebutuhan material yang berulang dan berlangsung dalam jangka waktu panjang, seperti produksi Kereta 16 TS KRL KCI.

b. *Part Period Balancing* (PPB)

Metode *Part Period Balancing* (PPB) menghasilkan total biaya persediaan sebesar Rp 79.358.093, atau memberikan penghematan sebesar 65,18% dibandingkan dengan metode *Lot for Lot* (LFL).



Penurunan biaya ini dicapai karena PPB menerapkan logika keseimbangan antara biaya pemesanan dan biaya penyimpanan dengan menggabungkan kebutuhan beberapa periode ke dalam satu lot pesanan. Penggabungan tersebut mampu menurunkan frekuensi pemesanan sehingga biaya pemesanan berkurang. Namun demikian, peningkatan jumlah persediaan yang disimpan akibat penggabungan periode menyebabkan biaya penyimpanan menjadi relatif lebih tinggi, sehingga metode ini belum menghasilkan total biaya persediaan yang paling minimum.

c. Silver Meal

Metode Silver Meal terbukti sebagai metode *lot sizing* yang paling efisien dengan menghasilkan total biaya persediaan terendah sebesar Rp 51.606.619. Metode ini memberikan efisiensi biaya sebesar 42,39% dibandingkan dengan *Lot for Lot* (LFL) dan 65,03% dibandingkan dengan *Part Period Balancing* (PPB). Keunggulan metode Silver Meal terletak pada algoritmanya yang berfokus pada minimisasi rata-rata biaya per periode, sehingga mampu menentukan kombinasi penggabungan kebutuhan antarperiode yang paling ekonomis. Pendekatan ini menghasilkan keputusan pemesanan yang lebih optimal dan konsisten dibandingkan PPB, serta mampu menekan biaya penyimpanan tanpa meningkatkan biaya pemesanan secara berlebihan.

Berdasarkan perbandingan ketiga metode *lot sizing* tersebut, metode Silver Meal menunjukkan kinerja terbaik dalam meminimalkan total biaya persediaan. Oleh karena itu, metode ini dinilai paling sesuai untuk diterapkan dalam perencanaan kebutuhan 86 komponen pada produksi Kereta 16 TS KRL KCI di PT INKA (Persero).

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai perencanaan dan pengendalian persediaan bahan baku pada proyek produksi Kereta KRL KCI 16 Trainset di PT INKA (Persero) Madiun dengan penerapan metode *Material Requirement Planning* (MRP), penyusunan *Master Production Schedule* (MPS) yang menetapkan produksi satu unit per periode dari periode ke-6 hingga ke-21 mampu memberikan penjadwalan produksi yang jelas dan terukur.

Hasil perbandingan metode *lot sizing* menunjukkan bahwa metode Silver Meal menghasilkan total biaya persediaan terendah dibandingkan metode *Lot for Lot* dan *Part Period Balancing*, sehingga dinilai paling optimal dalam pengelolaan persediaan 86 komponen produksi Kereta 16 TS KRL KCI di PT INKA (Persero). Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki keterbatasan karena belum mempertimbangkan faktor risiko keterlambatan pengadaan material, perubahan jadwal produksi, serta integrasi dengan analisis kapasitas produksi secara dinamis, sehingga penelitian selanjutnya dapat diarahkan pada pengembangan model perencanaan material yang lebih adaptif dan komprehensif.

DAFTAR RUJUKAN

[1] N. Nuraeni and B. Santoso, "Peranan Manajemen Persediaan Bahan Baku Terhadap Penjadwalan

Produksi PT XYZ," *Jurnal Bisnis Manajemen*, vol. 2, no. 2, pp. 379–394, Jun. 2024.

[2] K. I. R. Citro, Y. D. Suseno, and Sunarso, "Penerapan Material Requirement Planning Pada Persediaan Bahan Baku dan Pengaruhnya Terhadap Efisiensi Biaya Persediaan (Survei pada Roti Gaenep Solo)," *Jurnal Ekonomi dan Kewirausahaan*, vol. 18, no. 3, pp. 441–453, Sep. 2018.

[3] W. A. Syahputra, "Hasil Pengelasan GTAW Dengan Variasi Amper Yang Berbeda Dan Ketebalan Plat Yang Berbeda Di PT. INKA (Persero)," Jul. 2024.

[4] M. Arif, Supriyadi, and D. Cahyadi, "Analisis Perencanaan Persediaan Batubara FX Dengan Metode Material Requirement Planning," *Jurnal Manajemen Industri dan Logistik*, vol. 1, no. 2, p. 148, Nov. 2017, doi: 10.30988/jmil.v1i2.25.

[5] A. P. Pamungkas and B. I. Putra, "Perencanaan Jumlah Material Yang Minimal Dengan Metode Material Requirement Planning (Study Kasus PT. Z)," Sidoarjo, Apr. 2021.

[6] D. Dwiyanti, "Aplikasi Metode Material Requirement Planning (MRP) pada CV. Kana Permadi Dalam Merencanakan Kebutuhan Bahan Baku," *Jurnal Ilmiah Akuntansi dan Keuangan*, vol. 4, no. 8, pp. 3744–3754, Mar. 2022, [Online]. Available: <https://journal.ikopin.ac.id/index.php/fairvalue>

[7] Renaldi, "Analisis Perencanaan Persediaan Bahan Baku pada Produk Paving Block dengan Menggunakan Metode Lot For Lot dan Part Periode Balancing untuk Meminimumkan Biaya Persediaan di PT. Samson Jaya Utama," *Prosiding Manajemen*, vol. 4, no. 2, pp. 708–712, 2018.

[8] E. P. Pakpahan, A. Thoah, Fedrico, C. H. Hutagalung, and N. D. P. Sitorus, "Implementasi Metode Forecasting Regresi Linear dan Metode Part Period Balancing (PPB) dalam Perencanaan serta Pengendalian Produksi Lemari," *TALENTA Conference Series: Energy & Engineering (EE)*, vol. 8, no. 1, pp. 771–777, 2025, doi: 10.32734/ee.v8i1.2643.

[9] M. R. Hasan, A. Lamatinulu, N. Chairany, and A. Fole, "Evaluasi Efektivitas Metode Silver Meal dalam Optimalisasi Persediaan Tepung Roti pada UMKM Malikh Bakery Makassar," *Journal of Industrial Engineering Innovation*, vol. 2, no. 01, pp. 21–27, Apr. 2024, doi: 10.58227/jiei.v2i01.119.

[10] Gerr and Nofirza, "Optimalisasi Biaya Perencanaan dan Pengendalian Persediaan Menggunakan Metode Silver-Meal (Studi Kasus CV. Dhika Putra)," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 3, no. 1, pp. 17–25, 2017.

[11] K. Arjuna, "Manajemen Persediaan," Jambi, Nov. 2021. Accessed: Sep. 17, 2025. [Online]. Available: <http://bit.ly/42FBlak>

[12] M. Z. Rifai, "Pengendalian Persediaan Bahan Baku Menggunakan Metode Economic Order Quantity (EOQ) Di PT. Solo Grafika Utama," Jul. 2021.

[13] M. N. Daud, "Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Produksi Roti Wilton Kualasimpang,"



**PERENCANAAN DAN PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU PADA KERETA 16 TS KRL KCI  
MENGUNAKAN METODE *MATERIAL REQUIREMENT PLANNING* (MRP)**

- Jurnal Samudra Ekonomi dan Bisnis*, vol. 8, no. 2, pp. 184–198, Jul. 2017.
- [14] M. Meyliawati and E. Suprianto, “Tinjauan Sistem Prosedur Pengeluaran Material C212 Di Gudang Manajemen Persediaan PT. X,” *Jurnal Industri, Elektro, dan Penerbangan*, vol. 6, no. 1, pp. 17–23, Feb. 2016.
- [15] B. F. Rambitan, J. S. B. Sumarauq, and A. H. Jan, “Analisis Penerapan Manajemen Persediaan Pada CV. Indospice Manado,” *Jurnal EMBA*, vol. 6, no. 3, pp. 1448–1457, Jul. 2018.
- [16] R. Herdiyanto, I. Yuniar, and R. Sukawati, “Aplikasi Material Requirement Planning Mempertimbangkan Waktu Pemesanan Bahan Baku,” *is The Best Accounting Information Systems and Information Technology Business Enterprise this is link for OJS us*, vol. 4, no. 2, pp. 91–105, Jan. 2020, doi: 10.34010/aisthebest.v4i02.1866.
- [17] Supriyadi and Riskiyadi, “Penjadwalan Produksi IKS-FILLER Pada Proses Ground Calcium Carbonate Menggunakan Metode MPS Di Perusahaan Kertas,” *SINERGI*, vol. 20, no. 2, pp. 157–164, Jun. 2016.
- [18] N. K. Ningrat and S. Gunawan, “Pengendalian Persediaan Bahan Baku Untuk Meningkatkan Efisiensi Biaya Persediaan Dengan Menggunakan Metode EOQ (Economic Order Quantity) Di UMKM Kerupuk Nusa Sari Kecamatan Cimaragas Kabupaten Ciamis,” *Jurnal Industrial Galuh*, vol. 5, no. 1, pp. 18–28, 2023.
- [19] B. N. Sari, O. Komarudin, T. N. Padilah, and M. Nurhusaeni, “Bill Of Material (BOM) Pada Sistem Inventori Kawasan Berikat Untuk Pelacakan Material Movement,” *ILKOM Jurnal Ilmiah*, vol. 10, no. 3, pp. 323–330, Dec. 2018, doi: 10.33096/ilkom.v10i3.381.323-330.
- [20] B. N. Sari, O. Komarudin, T. N. Padilah, and M. Nurhusaeni, “Bill Of Material (BOM) Pada Sistem Inventori Kawasan Berikat Untuk Pelacakan Material Movement,” *ILKOM Jurnal Ilmiah*, vol. 10, no. 3, pp. 323–330, Dec. 2018, doi: 10.33096/ilkom.v10i3.381.323-330.
- [21] T. Ernita, R. Ervil, and R. Meidy, “Perencanaan Persediaan Bahan Baku Dengan Metode Material Requirement Planning (MMRP) Pada Proses Produksi Bak Mobil Truk di CV. Lursa Abadi Kota Padang,” *Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 21, no. 1, Jun. 2021.
- [22] W. N. Madinah, Y. Sumantri, and W. Azlia, “Penentuan Metode Lot Sizing Pada Perencanaan Pengadaan Bahan Baku Kikir Dan Mata Bor,” *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*, vol. 3, no. 3, p. 505, 2015.
- [23] S. A. Azis and A. Sutoni, “Analisis Persediaan dalam Proyek Renovasi Gedung Menggunakan Metode Material Requirements Planning dengan Teknik Lot For Lot,” May 2019.
- [24] A. R. Mahendra and M. Sidqon, “Design And Implementation Of Inventory Control System Using Lot Sizing Method ‘Lot For Lot’ Based On Website At Zulfahcollection.Id,” *Jurnal Rekayasa Sistem Informasi dan Teknologi*, vol. 2, no. 1, pp. 390–399, Jul. 2024.
- [25] A. Quenantari, “Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Dengan Menggunakan Metode MRP (Material Requirement Planning) Model Dynamic Lot Sizing Studi Kasus di PT. Semen Bosowa Maros, Sulawesi Selatan,” Yogyakarta, 2016.

