

Pengendalian Persediaan Bahan Baku Produksi Rumah Tipe 32/36 Menggunakan Metode *Material Requirements Planning* (MRP) Pada Perusahaan Pembangunan Perumahan PT XYZ

1st Dinda Azzahra Daryatno
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

dindaazzahrad@student.telkomuniversi-
ty.ac.id

2nd Ayudita Oktafiani
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

ayuditaoktafiani@telkomuniversity.ac.i-
d

3rd Tatang Mulyana
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

tatangmulyana@telkomuniversity.ac.id

PT XYZ, perusahaan industri pembangunan perumahan, menghadapi masalah penumpukan persediaan bahan baku di gudang yang menyebabkan kerugian sebesar 15,32% dari total biaya persediaan. Masalah ini dipicu oleh pengendalian persediaan yang kurang optimal dan pencatatan manual inventory status record yang rentan terhadap kesalahan manusia, ketidakakuratan data, dan kehilangan informasi. Untuk mengatasi masalah ini, dilakukan perbaikan kebijakan pengadaan material menggunakan metode Material Requirement Planning (MRP), yang mengelola kebutuhan bahan berdasarkan daftar bahan baku, persediaan, dan jadwal produksi. Analisis sensitivitas dilakukan untuk melihat dampak perubahan harga dan kuantitas. Implementasi MRP berhasil mengurangi total biaya persediaan dengan teknik lot sizing Lot For Lot (LFL), Least Unit Cost (LUC), dan algoritma Wagner Within (WW), yang menghemat masing-masing Rp 882.482.000, Rp 905.793.015, dan Rp 908.095.228 dibandingkan kondisi sebelumnya. Selain itu, dirancang sistem inventory status record yang mencatat riwayat inbound (masuk) dan outbound (keluar) material pada Google Spreadsheet, sehingga pencatatan lebih akurat dan data tersimpan aman. Sistem ini juga mampu menampilkan jumlah sisa persediaan secara kontinu. Dengan perbaikan kebijakan pengadaan material dan sistem pencatatan ini, perusahaan diharapkan dapat mengelola pengadaan secara lebih efektif dan meminimalkan total biaya persediaan.

Kata kunci— Total Biaya Persediaan, Kebijakan Pengadaan Material, Material Requirement Planning, Inventory Status Record, Inbound dan Outbound Material

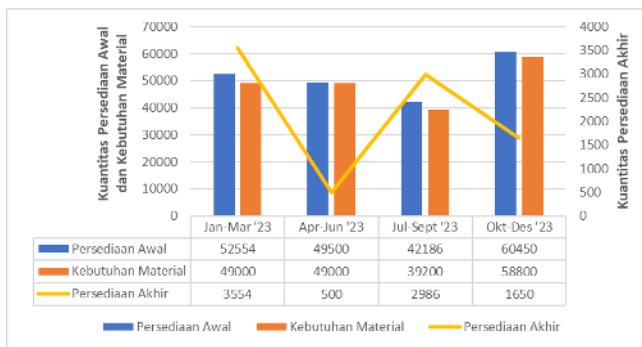
I. PENDAHULUAN

PT XYZ merupakan perusahaan yang bergerak pada bidang industri pembangunan perumahan, yang berlokasi di daerah Sumberanyar Kecamatan Paiton Kabupaten Probolinggo. Perusahaan memiliki 3 kompleks perumahan antara lain Sakinah Residence, Mutiara Sakinah dan Griya Mega Sakinah. Semuanya berada di lokasi strategis. Di antaranya, dekat dengan kantor Kecamatan Paiton, Pasar Paiton, perbankan, pertokoan, lembaga pendidikan, rumah

sakit, apotek, hingga tempat ibadah. Terdapat 3 tipe rumah yang telah diproduksi diantaranya adalah tipe 32/72, tipe 32/36, dan tipe subsidi. Tipe 32/36 paling laris terjual dengan kontribusi penjualan sebesar 54%. Oleh karena itu, rumah tipe 32/36 merupakan produk yang akan dipilih untuk menjadi fokus pada penelitian ini dengan ukuran luas sebesar 6x12 m.

Persediaan bahan baku merupakan aset berharga perusahaan yang berperan penting dalam mendukung aktivitas produksi, sehingga diperlukan pengendalian yang optimal [1]. Salah satu faktor penting yang dapat mempengaruhi keberlangsungan bisnis dalam suatu perusahaan adalah persediaan *material*. Perencanaan, pengaturan, serta pengendalian dalam penggunaan bahan baku harus diperhatikan dengan sebaik mungkin agar proses produksi dapat berjalan dengan lancar.

Berdasarkan hasil survei diketahui bahwa PT XYZ menghadapi permasalahan penumpukan persediaan bahan baku di gudang penyimpanan yang dapat dilihat pada Gambar 1. Hal tersebut disebabkan oleh jumlah kebutuhan bahan untuk produksi selalu berfluktuasi tergantung permintaan, akibatnya perusahaan mengalami kesulitan dalam menentukan tingkat persediaan yang harus dilakukan. Selama ini sistem pengendalian persediaan di perusahaan hanya berdasarkan perkiraan yang belum menggunakan perhitungan secara analitis tentang jumlah dan waktu pemesanan bahan yang optimal, sehingga menyebabkan persediaan bahan tidak terkontrol.



GAMBAR 1
(Data Inventory 2023 PT XYZ)

Berdasarkan data *inventory* pada Gambar 1.1, selama periode pembangunan 1 (Januari - Maret 2023) PT XYZ memproduksi sejumlah 5 unit rumah dengan persediaan awal *material* sejumlah 52.554 buah, kebutuhan *material* sejumlah 49.000 buah, dan persediaan akhir *material* sejumlah 3.554 buah. Kelebihan persediaan akhir tersebut terdiri dari 18 jenis *material* diantaranya, 640 m³ batu, 960 m³ pasir, 5 batang besi 8, 5 batang besi 6, 135 karung semen, 10 lembar triplek 8mm, 1000 buah bata merah, 200 m² keramik 40*40 cm, 90 m² keramik 25*50 cm, 15 m² keramik 25*25 cm, 5 batang paralon 1/2, 5 batang paralon 2,5", 5 batang paralon 3", 4 batang paralon 2", 25 lembar galvalum 7.5*0,75, 10 batang reng galvalum, 400 buah genteng beton garuda, dan 40 buah wuwung genteng beton garuda.

Berdasarkan data *inventory* pada Gambar 1, selama periode pembangunan 2 (April - Juni 2023), PT XYZ memproduksi sejumlah 5 unit rumah dengan persediaan awal *material* sejumlah 49.500 buah, kebutuhan *material* sejumlah 49.000 buah, dan persediaan akhir *material* sejumlah 500 buah. Kelebihan persediaan akhir tersebut terdiri dari 5 jenis *material* diantaranya, 80 m³ batu, 80 m³ pasir, 10 karung semen, 300 buah genteng beton garuda, dan 30 buah wuwung genteng beton garuda.

Berdasarkan data *inventory* pada Gambar 1, selama periode pembangunan 3 (Juli-September 2023), PT XYZ memproduksi sejumlah 4 unit rumah dengan persediaan awal *material* sejumlah 42.186 buah, kebutuhan *material* sejumlah 39.200 buah, dan persediaan akhir *material* sejumlah 2.986 buah. Kelebihan persediaan akhir tersebut terdiri dari 18 jenis *material* diantaranya, 32 m³ batu, 76 m³ pasir, 8 batang besi 8, 4 batang besi 6, 30 karung semen, 10 batang kayu 4/6 3m, 2 batang kayu 3/5 4m, 2 lembar triplek 8mm, 2000 buah bata merah, 100 m² keramik 40*40 cm, 40 m² keramik 25*50 cm, 4 m² keramik 25*25 cm, 5 batang paralon 1/2, 5 batang paralon 2,5", 2 batang paralon 3", 4 batang paralon 2", 620 buah genteng beton garuda, dan 42 buah wuwung genteng beton garuda.

Berdasarkan data *inventory* pada Gambar 1, selama periode pembangunan 4 (Oktober-Desember 2023), PT XYZ memproduksi sejumlah 6 unit rumah dengan persediaan awal *material* sejumlah 60.450 buah, kebutuhan *material* sejumlah 58.800 buah, dan persediaan akhir *material* sejumlah 1.650 buah. Kelebihan persediaan akhir tersebut terdiri dari 7 jenis *material* diantaranya, 60 m³ batu, 1228 m³ pasir, 192 karung semen, 50 lembar galvalum 7.5*0,75, 10 batang reng galvalum, 100 buah genteng beton garuda, dan 10 buah wuwung genteng beton garuda.

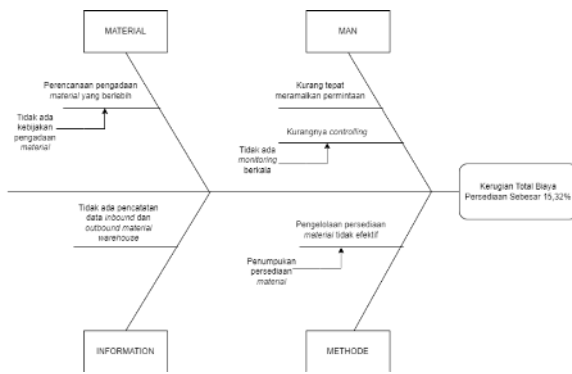
Penumpukan persediaan bahan baku disebabkan karena perusahaan rutin melakukan pemesanan dengan jumlah yang melebihi penggunaan bahan baku yang telah terpakai. Pemesanan bahan baku dilakukan satu kali dalam setiap minggu. Hal tersebut dikarenakan perusahaan tidak menginginkan adanya kehabisan *stock* yang menyebabkan keterlambatan proyek. Persediaan bahan baku hanya didasarkan pada perkiraan yang belum menggunakan perhitungan secara analitis. Perusahaan tidak memperhatikan ukuran *lot* pemesanan bahan baku berdasarkan permintaan dan persediaan yang berada di dalam gudang penyimpanan, sehingga terjadi kelebihan persediaan yang mengakibatkan *material* tersebut tidak digunakan secara optimal.

Perusahaan harus mampu mengendalikan persediaan bahan baku agar tidak terjadi penumpukan persediaan dengan menentukan jumlah yang optimal, frekuensi pemesanan yang optimal agar tidak terlalu sering, namun juga tidak menumpuk bahan yang tidak perlu. Penumpukan persediaan dan frekuensi pemesanan yang tinggi dapat mengakibatkan biaya penyimpanan dan biaya pemesanan semakin meningkat, yang menyebabkan total biaya persediaan juga semakin meningkat. Dengan perencanaan dan pengendalian persediaan yang tepat, perusahaan dapat memastikan bahan baku tersedia tepat waktu dan dapat menghindari gangguan produksi. Pengendalian persediaan yang optimal, dapat meminimalkan total biaya persediaan sehingga tujuan perusahaan dapat tercapai.



GAMBAR 2
(Perbandingan Total Biaya Persediaan Aktual Dan Target Perusahaan)

Berdasarkan data persediaan *material* yang terdapat pada Gambar 1, serta total biaya persediaan yang terdapat pada Gambar 2, terlihat bahwa banyaknya persediaan *material* yang tersisa di gudang mengakibatkan semakin banyak biaya yang harus dikeluarkan oleh PT XYZ. Biaya pemeliharaan dan penyimpanan akan semakin meningkat seiring dengan terus dilakukan pemesanan bahan baku yang mengakibatkan menumpuknya bahan baku di gudang. Dapat dilihat pada Gambar 2, target biaya persediaan perusahaan sebesar Rp 5.800.000.000 dan pada kondisi aktual mengeluarkan biaya sebesar Rp 6.688.541.000 sehingga melebihi target perusahaan sebesar 15,32%. Berikut merupakan hasil analisis akar permasalahan menggunakan diagram *fishbone* yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



GAMBAR 3
(Fishbone Diagram PT XYZ)

Berdasarkan *fishbone* diagram pada Gambar 3 dapat diidentifikasi pada permasalahan dari biaya persediaan melebihi target perusahaan, diantaranya peramalan permintaan *material* yang kurang akurat, menumpuknya persediaan bahan baku di gudang, kurangnya kegiatan *controlling* dan *monitoring* secara berkala, tidak ada kebijakan pengadaan *material*, serta tidak ada sistem memadai untuk *monitoring stock material*. Pada permasalahan pertama yaitu peramalan permintaan *material* yang kurang akurat. Sebagai alternatif solusi dapat dilakukan *forecasting* untuk memprediksi kapasitas produksi sesuai dengan permintaan konsumen.

Adapun akar permasalahan lain adalah menumpuknya persediaan bahan baku di gudang sehingga mengakibatkan biaya perawatan bahan baku yang semakin besar. Perusahaan belum melakukan perencanaan pembelian bahan baku dengan optimal, baik untuk menentukan kuantitas maupun waktu pemesanan. Alternatif solusi untuk menyelesaikan permasalahan mengenai pengendalian persediaan tersebut, dapat dilakukannya metode *Material Requirement Planning* (MRP). *Material Requirement Planning* (MRP) merupakan suatu metode yang digunakan untuk perencanaan dan pengendalian *material*, serta pengelolaan persediaan *item* barang (komponen) yang tergantung pada *item-item* tingkat (*level*) yang lebih tinggi [2].

Selain itu, pengimplementasian *tool* untuk *monitoring* persediaan pada *warehouse* perusahaan masih secara manual. *Tool* manual tersebut seperti sistem pencatatan berbasis pena dan kertas, dimana kertas dan pena tersebut digunakan untuk mencatat data *inbound* (*material* yang masuk ke *warehouse*) dan *outbound* (*material* yang keluar dari *warehouse*), dan menganalisis *database* perusahaan. Sistem pencatatan secara manual tersebut memiliki banyak kelemahan dan resiko yang lebih tinggi dibandingkan pada sistem pencatatan secara komputerisasi. Kelemahan-kelemahan tersebut diantaranya yaitu pemborosan terhadap waktu, terjadi kesalahan dalam pencatatan maupun perhitungan (*human error*). Sebagai alternatif solusi dapat dilakukan perancangan sistem informasi *warehouse* yang menerapkan automasi pada setiap proses yang terjadi pada *warehouse*.

Berdasarkan analisis alternatif solusi dari masing-masing akar permasalahan, didapatkan bahwa alternatif solusi yang paling memungkinkan untuk dilakukan adalah perancangan kebijakan pengadaan *material* menggunakan metode *Material Requirement Planning* (MRP) dan perancangan sistem informasi menggunakan *google spreadsheet* sebagai *tools* dalam melakukan pencatatan *inventory warehouse*.

II. KAJIAN TEORI

A. Persediaan

Persediaan memainkan peran penting dalam meningkatkan efisiensi operasional suatu perusahaan. Dengan adanya persediaan, proses produksi dapat berjalan lancar tanpa terganggu oleh kekurangan bahan baku. Selain itu, prosedur untuk memperoleh dan menyimpan bahan baku yang dibutuhkan dapat dilakukan dengan biaya yang minimal. Persediaan (*inventory*) merupakan suatu aset yang ada dalam bentuk barang-barang yang dimiliki untuk dijual dalam operasi perusahaan maupun barang-barang yang sedang didalam proses pembuatan (*work in process*) [1]. Berdasarkan bentuk fisiknya, terdapat 5 jenis persediaan, yakni:

1. Persediaan bahan mentah (*raw materials*): Persediaan barang-barang yang berwujud mentah yang digunakan dalam proses produksi.
2. Persediaan komponen-komponen rakitan (*purchased parts/ components*): Persediaan yang dapat langsung dirakit menjadi suatu produk.
3. Persediaan bahan pembantu atau penolong: Barang yang telah disediakan dan diperlukan dalam proses produksi tetapi bukan merupakan komponen barang jadi.
4. Persediaan barang dalam proses (*work in process*): Persediaan dari tiap-tiap proses produksi dan telah berbentuk, namun masih memerlukan proses lanjutan untuk menjadi barang jadi.
5. Persediaan barang jadi (*finished goods*): Persediaan barang yang telah melalui proses akhir dan siap untuk dipasarkan kepada konsumen.

B. Teknik Lot Sizing Lot For Lot (LFL)

Lot for Lot (LFL) adalah pendekatan sederhana dalam menentukan jadwal pemesanan untuk setiap periode [3]. Pendekatan teknik ini bertujuan untuk menghilangkan biaya penyimpanan, sehingga ongkos persediaan menjadi nol dalam setiap periode. Teknik ini merupakan *lot sizing* yang paling mudah dan sederhana, karena selalu melakukan perhitungan kembali (bersifat dinamis) terutama jika terjadi perubahan pada kebutuhan bersih. Pada teknik ini, pemenuhan kebutuhan bersih dilaksanakan setiap periode yang membutuhkannya, sedangkan besar ukuran kuantitas pemesanan (*lot sizing*) adalah sama dengan jumlah kebutuhan bersih yang harus dipenuhi pada periode yang bersangkutan.

Metode *Lot for Lot* (LFL), atau juga dikenal sebagai metode persediaan minimal, didasarkan pada ide menyediakan persediaan (atau memproduksi) sesuai dengan yang diperlukan saja, sehingga jumlah persediaan diusahakan seminimal mungkin. Jumlah pesanan sesuai dengan jumlah yang diperlukan (*lot-for-lot*) ini menghasilkan tidak adanya persediaan yang disimpan. Dengan demikian, biaya yang timbul hanya berupa biaya pemesanan saja.

C. Teknik *Lot Sizing Least Unit Cost* (LUC)

Biaya *unit* terendah atau *least unit cost* (LUC) adalah metode yang menentukan rata-rata biaya per-*unit* didasarkan pada jumlah periode dalam penambahan pesanan [3]. Penambahan pesanan direncanakan ketika biaya rata-rata per-*unit* pertama meningkat. Total biaya relevan adalah penjumlahan biaya pemesanan dan biaya penyimpanan. Dalam teknik ini, baik jumlah setiap kali pesan dan interval periode pemesanan dapat bervariasi atau mungkin tidak sama. Penentuan ukuran *lot* dilakukan dengan metode "*trial and error*". Prosedur LUC adalah sebagai berikut.:

1. Tetapkan selang interval pemesanan.
2. Tentukan besarnya *lot* yang dapat berupa jumlah *net requirement* di awal periode, atau ditambah dengan *net requirement* pada periode berikutnya.
3. Hitung total biaya, yaitu jumlah biaya pemesanan dan biaya penyimpanan.
4. Tentukan besar ukuran *lot* berdasarkan ongkos per *unit* terkecil.

Jika penerimaan pesanan dimulai pada periode pertama dan cukup untuk memenuhi kebutuhan sampai akhir periode T, maka total biaya relevan per-*unit* dihitung untuk menentukan besarnya *lot* dengan biaya per *unit* terkecil. Teknik ini memastikan bahwa pesanan dilakukan secara ekonomis dengan meminimalkan biaya total per *unit*.

D. Teknik *Lot Sizing* Algoritma *Wagner Within* (WW)

Metode WW menggunakan pendekatan optimasi dengan pemrograman dinamis yang bermanfaat untuk mengevaluasi semua kemungkinan cara pemesanan guna memenuhi kebutuhan produksi [4]. Tujuan dari metode ini adalah untuk menemukan nilai optimal dari setiap pemesanan yang dilakukan. Meskipun penerapannya cukup rumit bagi perusahaan, keunggulan metode ini adalah dapat dijadikan sebagai standar untuk mengukur efektivitas *lot sizing*. Dengan menggunakan teknik *lot sizing* algoritma *Wagner Within* (WW), perusahaan dapat mengidentifikasi strategi pemesanan yang paling efisien dan ekonomis, sehingga dapat meminimalkan biaya total persediaan dan juga memenuhi kebutuhan produksi.

Metode ini dapat dijelaskan dengan menghitung total biaya variabel untuk semua alternatif pemesanan yang mungkin terjadi selama beberapa periode (N). Total biaya variabel yang diperhitungkan mencakup biaya pemesanan dan biaya penyimpanan. Misalkan Z adalah total biaya variabel dari periode c sampai e dengan penempatan suatu pesanan dilakukan pada periode c untuk memenuhi kebutuhan pada periode c hingga e. Perhitungannya dapat dijabarkan sebagai berikut:

$$ZCE = C + hP\sum_{t=c}^e (Q_{ct} - Q_{ci})$$

Keterangan:

C = Biaya pesan per pesanan (Rp/pesanan)

h = Biaya simpan per unit per periode (Rp/unit/periode)

$q_{ct} = \sum_{k=c}^t D_k$

D_t = Permintaan pada periode i.

e = Batas awal periode yang dicakup pada pemesanan q_{ct}

i = Batas maksimum periode yang dicakup pemesanan q_{ct}

Biaya Pesan (C) pada teknik *lot sizing* ini adalah biaya tetap setiap kali melakukan pemesanan, dan biaya simpan yaitu biaya penyimpanan kumulatif dari periode c sampai e. Untuk setiap periode i. Biaya simpan dihitung sebagai $H \cdot (i-c) \cdot D_i$, di mana (i-c) adalah jumlah periode barang disimpan sejak periode pemesanan c. Pilih kombinasi c dan e yang meminimalkan total biaya variabel.

Teknik *wagner within* merupakan pemrograman dinamis model yang menambah kompleksitas pada perhitungan ukuran *lot*. Teknik ini mengasumsikan jangka waktu yang terbatas dan di luar itu tidak ada persyaratan tambahan [5]. Teknik ini akurat untuk melakukan optimasi perencanaan kebutuhan *material* dengan permintaan yang deterministik. Teknik algoritma *wagner within* ini lebih unggul dibandingkan metode optimasi lainnya dikarenakan pendekatan yang dilakukan adalah *zero-inventory*. Selain itu, perhitungan algoritma *wagner within* lebih sederhana dibandingkan metode lainnya.

Jumlah persediaan di akhir periode e bernilai nol ketika fe didefinisikan sebagai biaya minimum hingga periode e. Algoritme ini menghitung f₁, f₂, f₃, ..., f_N secara berurutan, dimulai dari f₀ = 0. Setelah itu, fe dihitung menggunakan.:

$$f_e = \text{MIN} [Z_{ce} + f_{c-1}] \text{ untuk } e = 1, 2, \dots, e \text{ dan } n = 1, 2, \dots, e$$

Ketika kondisi untuk periode hingga e terpenuhi, semua kombinasi pemesanan yang memungkinkan untuk setiap periode dapat dibandingkan, dan pilihan terbaik dapat diambil. Untuk memenuhi permintaan dari periode e hingga N periode berikutnya, pesanan terakhir akan ditentukan pada periode a:

$$f_N = Z_{WN} = Z_{ec} + f_{e-1}$$

Pesanan yang dilakukan sebelum pesanan terakhir harus ditempatkan antara periode v dan e-1.

$$f_{C-1} = O_{vc-1} + f_{v-1}$$

Pesanan awal dilakukan selama produksi yang mencakup periode 1 hingga u-1.

$$f_{u-1} = Z_{u-1} + f_0$$

E. *Material Requirement Planning* (MRP)

MRP digunakan untuk menentukan jumlah dan waktu pemesanan *material* dengan menggunakan data permintaan dari hasil peramalan [6]. Metode MRP dapat meningkatkan efisiensi karena kuantitas persediaan, waktu produksi, dan waktu pengiriman dapat direncanakan dengan lebih baik. Hal ini dimungkinkan karena adanya keterkaitan dengan jadwal induk produksi. Pengadaan hanya dilakukan untuk barang atau komponen yang dibutuhkan, sehingga dapat menghindari persediaan yang berlebihan.

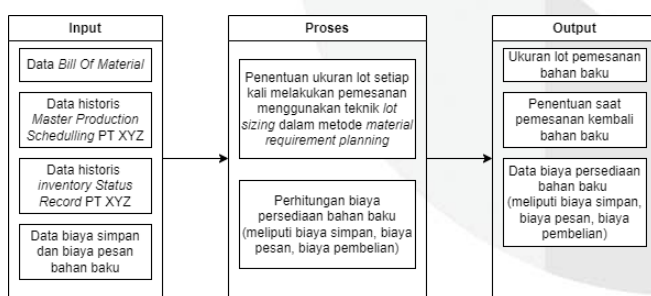
Tujuan utama dari MRP adalah untuk memperoleh *material* yang tepat pada waktu yang tepat. *Material Requirement Planning* (MRP) prosedur logis yang berupa aturan dan keputusan untuk menerjemahkan MPS menjadi *net requirement* dari semua *material* dengan memperhatikan *lead time material* [3]. Sistem MRP dapat membantu perusahaan untuk menyelesaikan permasalahan penentuan kebutuhan *material* yang bersifat dependen dengan lebih baik dan efisien sehingga tujuan perencanaan dan pengendalian produksi tercapai. Tahapan-tahapan dalam proses perhitungan MRP adalah sebagai berikut:

1. *Netting*, perhitungan dan penentuan jumlah kebutuhan bersih.
2. *Lotting*, penentuan besarnya pesanan setiap *item* yang optimal berdasarkan kebutuhan bersih (*Net Requirement*) yang dihasilkan dari proses *Netting*. Dalam *Lotting*, terdapat berbagai alternatif untuk menghitung ukuran pesanan, yang disebut sebagai teknik *Lot Sizing*.
3. *Offsetting*, penentuan waktu yang tepat untuk melakukan rencana pemesanan guna memenuhi kebutuhan bersih.
4. *Explosion/Exploding*, perhitungan kebutuhan kotor dari *item*/barang yang ada pada struktur yang lebih bawah.

III. METODE

A. Kerangka Berpikir

Berikut adalah kerangka pemikiran dalam penelitian ini.



GAMBAR 4
(Kerangka Berpikir)

B. Batasan Penelitian

Batasan dari penelitian ini meliputi:

1. Tidak ada kerjasama dengan pemasok dalam pengelolaan persediaan selama penelitian berlangsung.
2. Periode perhitungan satu tahun (Januari - Desember 2023).

3. Analisis dilakukan hanya pada proses pengadaan *material* untuk pembangunan perumahan tipe 32/36 di PT XYZ.

4. Parameter yang digunakan dalam penyusunan rancangan adalah jumlah kebutuhan (permintaan) bahan dalam satu tahun, harga pembelian, biaya pemesanan, dan biaya penyimpanan.

5. Perancangan sistem *inventory status record* terbatas pada pencatatan *inbound* dan *outbound material* menggunakan *google spreadsheet*.

6. *Item* nama *material* yang diverifikasi pada rancangan sistem *inventory status record* merupakan data yang terdapat pada *Bill of Material* (BOM).

7. Fokus pada penentuan ukuran *lot* pemesanan menggunakan metode *Material Requirements Planning* (MRP) dan teknik *lot sizing Lot For Lot* (LFL), algoritma *Wagner Within* (WW), dan *Least Unit Cost* (LUC).

8. Variabel yang terdapat dalam model antara lain:

a. *Dependent variable* (variabel terikat)

Variabel terikat adalah variabel yang dapat diukur perubahannya, dan dipengaruhi oleh variabel bebas atau tidak terikat. Biaya persediaan merupakan variabel terikat yang diukur dalam penelitian ini, di mana total biaya persediaan dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti biaya pemesanan, biaya penyimpanan, dan jumlah pemesanan bahan baku.

b. *Independent variable* (variabel tidak terikat)

Variabel tidak terikat adalah variabel yang tidak dipengaruhi oleh variabel lainnya dan dapat diubah untuk melihat pengaruhnya terhadap variabel terikat. Variabel tidak terikat dalam penelitian ini digunakan untuk menyusun analisis sensitivitas model yaitu biaya pemesanan, biaya penyimpanan, dan kuantitas kebutuhan *material*.

C. Asumsi Penelitian

Asumsi dari penelitian ini meliputi:

1. Kapasitas produksi mencapai 100% dengan permintaan rumah tipe 32/36 yang bersifat deterministik.
2. Sumber daya keuangan, tenaga kerja dan fasilitas yang ada mampu menangani sistem pengendalian persediaan. Setiap proses pembelian dapat berjalan dengan lancar.
3. Data biaya simpan dan biaya pesan didasarkan pada kebijakan perusahaan.
4. Penulis sudah melakukan wawancara dengan divisi *purchasing* namun tidak didapatkan angka yang pasti terkait biaya administrasi pemesanan, oleh karena itu dalam penelitian ini diasumsikan biaya administrasi tersebut adalah Rp3.000 per transaksi pembelian *material*. Biaya gaji karyawan gudang selama penelitian adalah konstan, dengan nilai yang diambil berdasarkan gaji UMR Kabupaten Probolinggo sebagai acuan perhitungan.
5. Penulis sudah melakukan wawancara dengan divisi *warehouse* namun tidak didapatkan angka yang pasti terkait rincian biaya pemeliharaan pada setiap *material*, oleh karena itu dalam penelitian ini diasumsikan biaya pemeliharaan *material* tersebut secara keseluruhan sejumlah Rp500.000 perbulan.

6. Diasumsikan bahwa bahan baku yang dibutuhkan selalu tersedia di pasaran, dengan kualitas baik, seragam dan siap digunakan dalam proses produksi.
7. Belum ada penambahan mesin, tenaga kerja, dan peningkatan kapasitas produksi. Mesin, tenaga kerja, dan fasilitas dapat berjalan dengan baik.
8. Harga barang konstan terhadap kuantitas/waktu sepanjang periode penelitian, tanpa perubahan harga akibat inflasi atau perubahan pemasok.
9. Diasumsikan tidak ada gangguan pada rantai pasokan, sehingga *lead time* pemesanan untuk semua *material* dianggap konstan.
10. Biaya dalam pengelolaan *material* [7]:
 - a. Biaya pembelian (Cb), merupakan perkalian antara jumlah barang yang dibeli dengan harga barang per *unit*nya.
 - b. Biaya pemesanan (Co), yaitu biaya yang dikeluarkan dalam tiap kali pesan. Biaya pesan merupakan perkalian antara frekuensi pemesanan dan biaya setiap kali pemesanan barang. Biaya setiap kali pemesanan barang terdiri dari biaya transportasi dan biaya admin.
 - c. Biaya simpan (Cs), yaitu biaya yang ditimbulkan akibat penyimpanan produk pada periode tertentu. Biaya simpan hasil perkalian jumlah *inventory* yang disimpan di gudang dengan biaya simpan per *unit* per periode. Biaya simpan bahan baku terdiri dari biaya perawatan gudang, biaya listrik, biaya karyawan gudang, dan biaya pemeliharaan *material*.
 - d. Biaya persediaan (Ci), yaitu hasil penjumlahan biaya penyimpanan, biaya pemesanan, dan biaya pembelian pada setiap *material*.
11. Biaya pesan (Co) konstan untuk setiap pesanan dan biaya simpan (Cs) sebanding dengan harga barang dan waktu penyimpanan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Biaya Pembelian

Biaya pembelian adalah pengeluaran yang digunakan untuk memperoleh barang inventaris. Besarnya biaya ini dipengaruhi oleh jumlah barang yang dibeli serta harga per unit barang tersebut [7]. Perhitungan biaya pembelian dilakukan dengan metode *material requirement planning*, menggunakan teknik *lot sizing* seperti *lot for lot*, *least unit cost*, dan algoritma *wagner-within*, kemudian dibandingkan dengan biaya pembelian dari kondisi aktual.

TABEL 1
(BIAYA PEMBELIAN)

| Teknik <i>Lot Sizing</i> | Jumlah Pembelian <i>Material</i> | Biaya Pembelian | Persentase selisih dari kondisi aktual |
|--------------------------|----------------------------------|-----------------|--|
| Lot For Lot | 196000 unit | Rp5.769.780.000 | Penurunan 10,44% |
| Algoritma Wagner Within | 196000 unit | Rp5.769.780.000 | |
| Least Unit Cost | 196000 unit | Rp5.769.780.000 | |
| Aktual | 204690 unit | Rp6.442.262.000 | - |

Jumlah pembelian dan total biaya pembelian yang paling rendah adalah metode *lot sizing lot for lot*, *least unit cost* dan algoritma *wagner within* sebesar Rp5.769.780.000. Biaya pembelian kondisi aktual lebih tinggi dengan selisih sebesar Rp672.482.000.

B. Biaya Pemesanan

Biaya pemesanan adalah biaya yang timbul dari pembelian bahan baku dari pemasok atau pembelian barang dari luar [7]. Perhitungan biaya pemesanan dilakukan

menggunakan metode *material requirement planning* dan pendekatan teknik *lot sizing lot for lot*, *least unit cost*, serta algoritma *wagner-within*, kemudian dibandingkan dengan biaya pemesanan dalam kondisi aktual.

TABEL 2
(BIAYA PEMESANAN)

| Teknik <i>Lot Sizing</i> | Frekuensi Pemesanan Barang | Biaya Pemesanan | Persentase selisih dari kondisi aktual |
|--------------------------|----------------------------|-----------------|--|
| Lot For Lot | 783 | Rp36.279.000 | 0% |
| Algoritma Wagner Within | 152 | Rp6.996.000 | Penurunan 80,72% |
| Least Unit Cost | 213 | Rp9.359.000 | Penurunan 74,20% |
| Aktual | 783 | Rp36.279.000 | - |

Frekuensi pemesanan *material* dan total biaya pemesanan yang paling rendah adalah metode *lot sizing* algoritma *wagner within* sebesar Rp6.996.000. Pada kondisi aktual dan teknik *lot sizing lot for lot*, total frekuensi pemesanan barang adalah sama. Hal ini disebabkan karena teknik *lot sizing lot for lot* dan kondisi aktual perusahaan melakukan pemesanan *material* pada setiap periode. Teknik *lot sizing* algoritma *wagner within* dan teknik *least unit cost* menggabungkan beberapa pesanan menjadi satu untuk mengurangi biaya pemesanan dan penyimpanan, dengan solusi yang sangat efisien dibandingkan teknik *lot for lot* dan kondisi aktual perusahaan. Biaya pemesanan *material* menggunakan teknik *lot sizing* algoritma *wagner within* lebih rendah dari teknik *least unit cost*. Hal ini disebabkan karena algoritma *wagner within* menggunakan teknik pengambilan keputusan yang lebih fleksibel yaitu dengan *backward planning*, alur pengambilan keputusan yang melihat kejadian dari periode terakhir terlebih dahulu. Akan tetapi, pada teknik *least unit cost* menggunakan *forward planning*, alur pengambilan keputusan yang dimulai dari periode awal. Metode heuristik menghasilkan solusi yang tidak menjamin adanya optimalitas, sedangkan metode optimasi menghasilkan solusi optimal dengan *backward planning* [3].

C. Biaya Penyimpanan

Biaya penyimpanan mencakup semua pengeluaran yang muncul akibat menyimpan barang [7]. Perhitungan biaya penyimpanan dilakukan menggunakan metode *material requirement planning* dengan teknik *lot sizing lot for lot*, *least unit cost* dan *wagner-within*, kemudian dibandingkan dengan biaya penyimpanan dalam kondisi aktual.

TABEL 3
(BIAYA PENYIMPANAN)

| Teknik <i>Lot Sizing</i> | Jumlah <i>Material</i> yang Disimpan | Biaya Penyimpanan | Persentase selisih dari kondisi aktual |
|--------------------------|--------------------------------------|-------------------|--|
| Lot For Lot | 0 | Rp0 | Penurunan 100% |
| Algoritma Wagner Within | 171695 unit | Rp3.669.772 | Penurunan 98,25% |
| Least Unit Cost | 168851 unit | Rp3.608.985 | Penurunan 98,28% |
| Aktual | 204690 unit | Rp210.000.000 | - |

Jumlah *material* yang disimpan dan total biaya simpan yang paling rendah adalah metode *lot sizing lot for lot* sebesar Rp 0. Kebijakan *lot-for-lot* memiliki biaya penyimpanan yang pada dasarnya nol karena persediaan dipesan hanya sesuai kebutuhan untuk memenuhi permintaan pada periode tersebut, sehingga mencegah adanya kelebihan *stock* yang biasanya menyebabkan biaya penyimpanan. Perhitungan total biaya penyimpanan menggunakan *material requirement planning* dengan teknik *lot sizing* algoritma *wagner within* dan *least unit cost* lebih rendah yang mengalami penurunan

98,25% dan 98,28% dari kondisi aktual. Hal ini disebabkan karena teknik algoritma *wagner within* dan *least unit cost* melibatkan perhitungan yang kompleks terkait biaya simpan, biaya pesan, dan ukuran *lot* pemesanan untuk menentukan jumlah pembelian *material*.

D. Total Biaya Persediaan

Total biaya persediaan diperoleh dari penjumlahan biaya penyimpanan, biaya pemesanan, dan biaya pembelian untuk setiap *material*. Perhitungan total biaya persediaan dilakukan menggunakan metode *material requirement planning* dan pendekatan teknik *lot sizing lot for lot*, *least unit cost* dan *wagner-within*, lalu dibandingkan dengan biaya pemesanan dalam kondisi aktual.



GAMBAR 5
(Biaya Persediaan)

Total biaya persediaan yang paling rendah adalah metode *lot sizing* algoritma *wagner within* sebesar Rp5.780.445.772. Teknik *lot sizing lot for lot*, *least unit cost* dan algoritma *wagner within* mengalami penurunan total biaya persediaan sebesar Rp882.482.000, Rp905.793.015 dan Rp908.095.228 dari kondisi aktual. Penurunan tersebut disebabkan karena terdapat perbedaan kebijakan pengadaan *material* yang mengakibatkan perubahan total biaya persediaan pada PT XYZ. Persentase selisih total biaya persediaan kondisi aktual dengan algoritma *wagner within* adalah persentase yang paling unggul jika dibandingkan dengan teknik *lot sizing lot for lot* dan *least unit cost*. Hal ini disebabkan karena perbedaan frekuensi pemesanan *material* yang mengakibatkan total biaya pemesanan pada *lot for lot* dan *least unit cost* mengalami peningkatan sebesar Rp29.283.000 dan Rp2.363.000 dari algoritma *wagner within*. Selain itu, perbedaan biaya penyimpanan juga mengakibatkan perbedaan total biaya persediaan.

Perhitungan total biaya persediaan menggunakan *material requirement planning* dengan teknik *lot sizing* algoritma *wagner within* (WW) lebih rendah dan mengalami penurunan sebesar 15,71% dibandingkan dengan kondisi aktual. Hal ini disebabkan karena algoritma *wagner within* merupakan teknik yang optimal. Teknik *lot sizing* algoritma *wagner within* merepresentasikan semua kejadian yang akan terjadi dan terpilih yang paling rendah biayanya. Sementara itu, Metode heuristik teknik *Least Unit Cost* (LUC) menawarkan pendekatan berbasis biaya per *unit* menggunakan *forward planning*, tetapi tidak sefleksibel WW dalam menentukan pesanan dengan *backward planning*. Metode heuristik menghasilkan solusi yang tidak menjamin adanya optimalitas, sedangkan metode optimasi menghasilkan solusi optimal dengan *backward planning* [3].

Perhitungan total biaya persediaan menggunakan *material requirement planning* dengan teknik *lot sizing* algoritma *wagner within* (WW) lebih rendah dan mengalami penurunan sebesar 15,71% dibandingkan dengan kondisi aktual. Hal ini disebabkan karena algoritma *wagner within* merupakan teknik yang optimal. Teknik *lot sizing* algoritma *wagner within* merepresentasikan semua kejadian yang akan terjadi dan terpilih yang paling rendah biayanya. Sementara itu, Metode heuristik teknik *Least Unit Cost* (LUC) menawarkan pendekatan berbasis biaya per *unit* menggunakan *forward planning*, tetapi tidak sefleksibel WW dalam menentukan pesanan dengan *backward planning*. Metode heuristik menghasilkan solusi yang tidak menjamin adanya optimalitas, sedangkan metode optimasi menghasilkan solusi optimal dengan *backward planning* [3].

E. Analisis Sensitivitas Total Biaya Persediaan

Analisis sensitivitas dilakukan dengan mengubah parameter-parameter tertentu untuk mengetahui pengaruh yang terjadi. Parameter-parameter yang diubah adalah parameter kuantitas pembelian *material*, biaya penyimpanan, dan biaya pemesanan. Pada penelitian ini dilakukan analisis sensitivitas total biaya persediaan teknik *lot sizing* algoritma *wagner within* dengan mengubah parameter sebesar $\pm 5\%$ hingga melebihi target biaya yang ditetapkan oleh perusahaan.

Analisis sensitivitas dilakukan dengan cara mengubah kuantitas pembelian *material* untuk mengetahui bagaimana perubahannya dapat mempengaruhi rancangan total biaya persediaan usulan. Analisis ini berperan penting dalam pengambilan keputusan untuk menghadapi kasus di dunia nyata yang selalu berubah-ubah, seperti perubahan permintaan produk yang mengubah kuantitas pembelian *material*, dan berubahnya harga beli bahan baku. Hasil analisis sensitivitas pada parameter ini menyatakan bahwa terjadi perubahan pada total biaya persediaan jika parameter kuantitas pembelian *material* diubah, sehingga dapat dikatakan bahwa parameter tersebut bersifat sensitif. Jika kuantitas pembelian *material* meningkat sebesar 180% maka total biaya persediaan tidak melebihi target biaya persediaan yang ditetapkan oleh perusahaan, dan jika peningkatannya sebesar 185% maka total biaya persediaan melebihi target biaya tersebut.

Analisis sensitivitas dilakukan dengan cara mengubah biaya simpan untuk mengetahui bagaimana perubahannya dapat mempengaruhi rancangan total biaya persediaan usulan. Hasil analisis sensitivitas ini menyatakan bahwa terjadi perubahan pada total biaya persediaan jika parameter biaya simpan diubah, sehingga dapat dikatakan bahwa parameter tersebut bersifat sensitif. Semakin meningkat biaya penyimpanan perusahaan, semakin meningkat pula total biaya persediaan yang dikeluarkan perusahaan. Jika biaya simpan meningkat sebesar 530% maka total biaya persediaan tersebut meningkat tetapi tidak melebihi target biaya persediaan yang ditetapkan oleh perusahaan. Namun jika peningkatannya sebesar 535% maka total biaya persediaan melebihi target. Di sisi lain, Jika biaya simpan menurun sebesar 100%, maka total biaya persediaan tersebut juga semakin menurun. Penurunan total biaya persediaan tersebut disebabkan karena biaya penyimpanan yang dikeluarkan perusahaan sebesar Rp 0, dalam arti bahwa perusahaan hanya mengeluarkan biaya pembelian dan biaya pemesanan saja.

Analisis sensitivitas dilakukan dengan cara mengubah biaya pesan untuk mengetahui bagaimana perubahannya dapat mempengaruhi rancangan total biaya persediaan usulan. Pada saat melakukan analisis sensitivitas tersebut, apabila tidak terdapat perubahan total biaya persediaan, maka variabel biaya pesan dapat dikatakan tidak sensitif. Jika berubah, maka variabel tersebut dapat dikatakan sensitif. Hasil analisis sensitivitas ini menyatakan bahwa terjadi perubahan pada total biaya persediaan jika biaya pesan diubah, sehingga dapat dikatakan bahwa parameter tersebut bersifat sensitif. Semakin meningkat biaya pemesanan bahan baku, semakin meningkat pula total biaya persediaan yang dikeluarkan perusahaan. Jika biaya pemesanan meningkat sebesar 275% maka total biaya persediaan tersebut meningkat tetapi tidak melebihi target biaya persediaan yang ditetapkan oleh perusahaan. Namun jika peningkatannya sebesar 280% maka total biaya persediaan melebihi target biaya perusahaan tersebut. Di sisi lain, Jika biaya pemesanan menurun sebesar 100%, maka total biaya persediaan tersebut juga semakin menurun. Penurunan total biaya persediaan tersebut disebabkan karena biaya pemesanan yang dikeluarkan perusahaan sebesar Rp 0, dalam arti bahwa perusahaan hanya mengeluarkan biaya pembelian dan biaya penyimpanan saja.

F. Sistem Monitoring Warehouse

Berdasarkan *fishbone* diagram pada Gambar 3, terdapat akar permasalahan pada faktor *information* dimana perusahaan melakukan proses pencatatan *inventory* secara manual. Sistem pencatatan manual yang digunakan rentan terhadap kesalahan manusia (*human error*) seperti ketidakakuratan data dan kehilangan informasi. Untuk mengatasi masalah tersebut, diperlukan sistem *monitoring* persediaan berbasis teknologi yang transparan, mudah diakses, dan mampu meminimalisir kesalahan pencatatan *material*. Sistem *inventory* dirancang menggunakan *Google Spreadsheet* yang dilengkapi dengan fitur pencatatan data masuk (*inbound*) dan keluar (*outbound*) *material warehouse* secara otomatis. Sistem *inventory status record* yang dirancang terdiri dari beberapa fitur utama yaitu:

| Tanggal | Nama Admin | Kode Material | Nama Material | Kategori | Unit | Lokasi Penyimpanan | Kuantitas (Unit) | Kode Material | Keterangan |
|------------|------------|---------------|---------------|------------------|---------|--------------------|------------------|---------------|------------|
| 1 Jan 2022 | Prita | A1201 | Batu | Struktur Pondasi | m3 | Gudang A | 2.500 | 2 | |
| 1 Jan 2022 | Prita | A1202 | Pasir | Struktur Pondasi | m3 | Gudang A | 2.800 | 2 | |
| 1 Jan 2022 | Prita | A1203 | Semen | Struktur Pondasi | Kantong | Gudang A | 500 | 2 | |
| 2 Jan 2022 | Prita | A1204 | Batu 8 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 200 | 2 | |
| 2 Jan 2022 | Prita | A1205 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 200 | 2 | |
| 2 Jan 2022 | Prita | A1206 | Batu | Struktur Pondasi | m3 | Gudang A | 1.200 | 2 | |
| 2 Jan 2022 | Prita | A1207 | Pondasi | Struktur Pondasi | m3 | Gudang A | 400 | 2 | |
| 2 Jan 2022 | Prita | A1208 | Kawat | Struktur Pondasi | kg | Gudang A | 60 | 2 | |
| 2 Jan 2022 | Prita | A1209 | Kawat | Struktur Pondasi | Kantong | Gudang A | 60 | 2 | |
| 2 Jan 2022 | Prita | A1210 | Kawat | Struktur Pondasi | Kantong | Gudang B | 20 | 2 | |
| 1 Jan 2022 | Prita | A1211 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 2 | |
| 1 Jan 2022 | Prita | A1212 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 2 | |
| 1 Jan 2022 | Prita | A1213 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 2 | |
| 1 Jan 2022 | Prita | A1214 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 2 | |
| 1 Jan 2022 | Prita | A1215 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 2 | |
| 1 Jan 2022 | Prita | A1216 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 2 | |
| 1 Jan 2022 | Prita | A1217 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 2 | |
| 1 Jan 2022 | Prita | A1218 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 2 | |
| 1 Jan 2022 | Prita | A1219 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 2 | |
| 1 Jan 2022 | Prita | A1220 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 2 | |
| 1 Jan 2022 | Prita | A1221 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 2 | |
| 1 Jan 2022 | Prita | A1222 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 2 | |
| 1 Jan 2022 | Prita | A1223 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 2 | |
| 1 Jan 2022 | Prita | A1224 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 2 | |
| 1 Jan 2022 | Prita | A1225 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 2 | |
| 1 Jan 2022 | Prita | A1226 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 2 | |
| 1 Jan 2022 | Prita | A1227 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 2 | |
| 1 Jan 2022 | Prita | A1228 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 2 | |
| 1 Jan 2022 | Prita | A1229 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 2 | |
| 1 Jan 2022 | Prita | A1230 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 2 | |
| 1 Jan 2022 | Prita | A1231 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 2 | |
| 1 Jan 2022 | Prita | A1232 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 2 | |
| 1 Jan 2022 | Prita | A1233 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 2 | |
| 1 Jan 2022 | Prita | A1234 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 2 | |
| 1 Jan 2022 | Prita | A1235 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 2 | |
| 1 Jan 2022 | Prita | A1236 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 2 | |
| 1 Jan 2022 | Prita | A1237 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 2 | |
| 1 Jan 2022 | Prita | A1238 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 2 | |
| 1 Jan 2022 | Prita | A1239 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 2 | |
| 1 Jan 2022 | Prita | A1240 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 2 | |
| 1 Jan 2022 | Prita | A1241 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 2 | |
| 1 Jan 2022 | Prita | A1242 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 2 | |
| 1 Jan 2022 | Prita | A1243 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 2 | |
| 1 Jan 2022 | Prita | A1244 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 2 | |
| 1 Jan 2022 | Prita | A1245 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 2 | |
| 1 Jan 2022 | Prita | A1246 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 2 | |
| 1 Jan 2022 | Prita | A1247 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 2 | |
| 1 Jan 2022 | Prita | A1248 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 2 | |
| 1 Jan 2022 | Prita | A1249 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 2 | |
| 1 Jan 2022 | Prita | A1250 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 2 | |

GAMBAR 6
(Sistem Inventory Data Entry)

Pada *sheet data entry* akan ditampilkan sejumlah informasi seperti pada Gambar 6 yang mana terdapat informasi yang menunjukkan jumlah persediaan *material* dengan kode mutasi sebagai informasi alur *material* tersebut (*inbound* maupun *outbound*). Sheet ini merupakan *data base* yang dilakukan proses *input* oleh karyawan *purchasing*.

| Kode Material | Nama Material | Kategori | Unit | Lokasi Penyimpanan | Inbound Material | Outbound Material | Persediaan Akhir |
|---------------|---------------|------------------|---------|--------------------|------------------|-------------------|------------------|
| A1201 | Batu | Struktur Pondasi | m3 | Gudang A | 2.500 | 1.000 | 1.500 |
| A1202 | Pasir | Struktur Pondasi | m3 | Gudang A | 2.800 | 1.000 | 1.800 |
| A1203 | Semen | Struktur Pondasi | Kantong | Gudang A | 500 | 300 | 200 |
| A1204 | Batu 8 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 200 | 100 | 100 |
| A1205 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 200 | 100 | 100 |
| A1206 | Batu | Struktur Pondasi | m3 | Gudang A | 1.200 | 800 | 400 |
| A1207 | Pondasi | Struktur Pondasi | m3 | Gudang A | 400 | 200 | 200 |
| A1208 | Kawat | Struktur Pondasi | kg | Gudang A | 60 | 30 | 30 |
| A1209 | Kawat | Struktur Pondasi | Kantong | Gudang A | 60 | 30 | 30 |
| A1210 | Kawat | Struktur Pondasi | Kantong | Gudang B | 20 | 10 | 10 |
| A1211 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 0 | 10 |
| A1212 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 0 | 10 |
| A1213 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 0 | 10 |
| A1214 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 0 | 10 |
| A1215 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 0 | 10 |
| A1216 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 0 | 10 |
| A1217 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 0 | 10 |
| A1218 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 0 | 10 |
| A1219 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 0 | 10 |
| A1220 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 0 | 10 |
| A1221 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 0 | 10 |
| A1222 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 0 | 10 |
| A1223 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 0 | 10 |
| A1224 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 0 | 10 |
| A1225 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 0 | 10 |
| A1226 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 0 | 10 |
| A1227 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 0 | 10 |
| A1228 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 0 | 10 |
| A1229 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 0 | 10 |
| A1230 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 0 | 10 |
| A1231 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 0 | 10 |
| A1232 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 0 | 10 |
| A1233 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 0 | 10 |
| A1234 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 0 | 10 |
| A1235 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 0 | 10 |
| A1236 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 0 | 10 |
| A1237 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 0 | 10 |
| A1238 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 0 | 10 |
| A1239 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 0 | 10 |
| A1240 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 0 | 10 |
| A1241 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 0 | 10 |
| A1242 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 0 | 10 |
| A1243 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 0 | 10 |
| A1244 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 0 | 10 |
| A1245 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 0 | 10 |
| A1246 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 0 | 10 |
| A1247 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 0 | 10 |
| A1248 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 0 | 10 |
| A1249 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 0 | 10 |
| A1250 | Batu 6 | Struktur Pondasi | batang | Gudang A | 10 | 0 | 10 |

GAMBAR 7
(Sistem Inventory Stock Master)

Pada Gambar 7 bahwasanya ini merupakan tampilan persediaan *material* yang dapat dilihat dengan jumlah persediaan akhir terupdate sesuai data *input* pada *sheet data entry*. Pada *sheet stock master*, hanya manajer *purchasing* yang memiliki akses untuk dapat melakukan *editing* pada data yang telah di-*input* apabila terdapat kesalahan informasi. Pada *sheet* ini, manajer *purchasing* dapat melakukan tugas-tugasnya dengan lebih aman karena data yang ditampilkan berdasarkan *data base* yang ada pada *sheet data entry* sehingga meminimalisir terjadinya data hilang atau terhapus.

| Tanggal | Kode Material | Nama Material | Kategori | Unit | Lokasi Persediaan | Kuantitas | Kode Stock |
|-------------|---------------|---------------|-------------------|------|-------------------|-----------|------------|
| 1 Jan 2023 | PM01 | Semen | Material Produksi | kg | Gudang A | 1000 | 1 |
| 3 Jan 2023 | PM02 | Pasir | Material Produksi | kg | Gudang A | 1000 | 1 |
| 5 Jan 2023 | PM03 | Batu | Material Produksi | kg | Gudang A | 1000 | 1 |
| 7 Jan 2023 | PM04 | Batu | Material Produksi | kg | Gudang A | 1000 | 1 |
| 9 Jan 2023 | PM05 | Batu | Material Produksi | kg | Gudang A | 1000 | 1 |
| 11 Jan 2023 | PM06 | Batu | Material Produksi | kg | Gudang A | 1000 | 1 |
| 13 Jan 2023 | PM07 | Batu | Material Produksi | kg | Gudang A | 1000 | 1 |
| 15 Jan 2023 | PM08 | Batu | Material Produksi | kg | Gudang A | 1000 | 1 |
| 17 Jan 2023 | PM09 | Batu | Material Produksi | kg | Gudang A | 1000 | 1 |
| 19 Jan 2023 | PM10 | Batu | Material Produksi | kg | Gudang A | 1000 | 1 |
| 21 Jan 2023 | PM11 | Batu | Material Produksi | kg | Gudang A | 1000 | 1 |
| 23 Jan 2023 | PM12 | Batu | Material Produksi | kg | Gudang A | 1000 | 1 |
| 25 Jan 2023 | PM13 | Batu | Material Produksi | kg | Gudang A | 1000 | 1 |
| 27 Jan 2023 | PM14 | Batu | Material Produksi | kg | Gudang A | 1000 | 1 |
| 29 Jan 2023 | PM15 | Batu | Material Produksi | kg | Gudang A | 1000 | 1 |
| 31 Jan 2023 | PM16 | Batu | Material Produksi | kg | Gudang A | 1000 | 1 |
| 1 Feb 2023 | PM17 | Batu | Material Produksi | kg | Gudang A | 1000 | 1 |
| 3 Feb 2023 | PM18 | Batu | Material Produksi | kg | Gudang A | 1000 | 1 |
| 5 Feb 2023 | PM19 | Batu | Material Produksi | kg | Gudang A | 1000 | 1 |
| 7 Feb 2023 | PM20 | Batu | Material Produksi | kg | Gudang A | 1000 | 1 |
| 9 Feb 2023 | PM21 | Batu | Material Produksi | kg | Gudang A | 1000 | 1 |
| 11 Feb 2023 | PM22 | Batu | Material Produksi | kg | Gudang A | 1000 | 1 |
| 13 Feb 2023 | PM23 | Batu | Material Produksi | kg | Gudang A | 1000 | 1 |
| 15 Feb 2023 | PM24 | Batu | Material Produksi | kg | Gudang A | 1000 | 1 |
| 17 Feb 2023 | PM25 | Batu | Material Produksi | kg | Gudang A | 1000 | 1 |
| 19 Feb 2023 | PM26 | Batu | Material Produksi | kg | Gudang A | 1000 | 1 |
| 21 Feb 2023 | PM27 | Batu | Material Produksi | kg | Gudang A | 1000 | 1 |
| 23 Feb 2023 | PM28 | Batu | Material Produksi | kg | Gudang A | 1000 | 1 |
| 25 Feb 2023 | PM29 | Batu | Material Produksi | kg | Gudang A | 1000 | 1 |
| 27 Feb 2023 | PM30 | Batu | Material Produksi | kg | Gudang A | 1000 | 1 |
| 29 Feb 2023 | PM31 | Batu | Material Produksi | kg | Gudang A | 1000 | 1 |
| 1 Mar 2023 | PM32 | Batu | Material Produksi | kg | Gudang A | 1000 | 1 |

GAMBAR 8
(Sistem Monitoring Persediaan)

Pada Gambar 8 ditampilkan sejumlah informasi yang sama dengan *sheet stock master*, namun dengan format yang sedikit berbeda yang mana persediaan material yang telah di-*input* pada *data entry* dapat dilakukan *filter data* sesuai tanggal maupun kode mutasi, serta kuantitas yang dicantumkan merupakan kuantitas sesuai kode mutasi, tidak memiliki informasi jumlah persediaan akhir terupdate seperti *sheet stock master*. *Sheet* sistem monitoring persediaan ini merupakan hasil modifikasi *sheet stock master* berdasarkan rentang tanggal tertentu. *Data base* ini digunakan sebagai acuan pada proses *monitoring data inventory status record* yang dijadikan sebagai sumber perhitungan *lot* pemesanan pada kegiatan pengadaan *material*. Hal ini dirancang dengan tujuan meminimalisir ketidakakuratan data hingga kehilangan informasi pada rekapitulasi data *inventory status record* tersebut.

V. KESIMPULAN

Pengendalian bahan baku menggunakan metode *Material Requirement Planning* (MRP) dengan teknik *lot sizing Lot For Lot* (LFL), *Least Unit Cost* (LUC) dan algoritma *Wagner Within* (WW), berhasil mengalami penurunan biaya persediaan sebesar Rp882.482.000, Rp905.793.015 dan Rp908.095.228 dari kondisi aktual. Hasil ini menjawab rumusan masalah terkait optimalisasi jumlah bahan baku dan waktu pemesanan serta tujuan untuk meminimalkan biaya persediaan, yang dapat mengurangi biaya penyimpanan dan pemesanan yang tidak perlu.

Penelitian ini berhasil merancang sistem pencatatan dan *monitoring inventory status record* berbasis *google spreadsheet* yang efektif untuk mencatat data *inbound* dan *outbound material* di *warehouse* PT XYZ. Sistem ini menjawab rumusan masalah terkait kurangnya kegiatan *controlling* dan *monitoring* persediaan yang sebelumnya dilakukan secara manual, sehingga meningkatkan akurasi pencatatan, meminimalkan *human error*, dan mempercepat proses pelacakan *stock raw material*. Dengan adanya sistem ini, biaya persediaan dapat diminimalkan karena perusahaan lebih mudah mengontrol frekuensi dan jumlah pemesanan *material*.

REFERENSI

[1] Chamidah, N., & dkk. (2019). *Analisis Persediaan Bahan Baku Produksi Beton Dengan Metode Material Requirement Planning (MRP) Pada PT Merak Jaya Beton Plant Kedung Cowek Surabaya*. Jurnal Inovasi Bisnis Dan Manajemen Indonesia, 505-512.

- [2] Ginting. (2007). *Sistem Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [3] Eunike, A., & dkk. (2021). *Perencanaan Produksi dan Pengendalian Persediaan*. Malang: UB Press.
- [4] Fogarty, D. W., Blackstone, H. J., & Hoffman, T. R. (1991). *Production & Inventory Management*. America: American Production & Inventory Control Society.
- [5] Heizer, J., & dkk. (2009). *Flexible Edition Operations Management Ninth Edition*. London: Pearson Education International.
- [6] Sugara, Y., & dkk. (2022). *Analysis Of A01 Raw Material Requirement Planning Using The Lot Sizing Wagner within, Lot For Lot, and Period Order Quantity*. Central Asia & the Caucasus (14046091), 1-11.
- [7] Bahagia, S. N. (2006). *Sistem Inventori*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.