

Usulan Perbaikan Kebijakan Persediaan Menggunakan Pendekatan *Vendor Managed Inventory* Model (r, Q) Untuk Meminimasi Total Biaya Persediaan di Gudang CV XYZ

1st Ameylia Ika Pramudita
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
ameyliakap@student.telkomuniversity.
ac.id

2nd Putu Giri Artha Kusuma
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
putugiriak@telkomuniversity.ac.id

3rd Gisti Ayu Pratiwi
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
gistiayupratiwi@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — CV XYZ merupakan perusahaan distributor komoditas kedelai yang mengirim ke berbagai industri kedelai lain dalam jumlah besar maupun kecil. Pada kondisi *existing* Gudang CV XYZ belum menerapkan kebijakan persediaan yang sesuai dengan karakteristik dan kebutuhan, hal tersebut dapat dilihat dari beberapa gejala dan dampak yang ditimbulkan. Dalam 51 minggu terjadi 46 kali *backlog* sehingga persentasenya adalah 90,20% dan permintaan yang dipenuhi secara normal adalah 9,80%. Total biaya persediaan aktual yang telah dihitung menggunakan rumus klasik menunjukkan persentase yang berlebih sebesar 9,03%. Penelitian ini bertujuan untuk merancang usulan kebijakan persediaan pada Gudang CV XYZ untuk meminimasi total biaya persediaan, perancangan tersebut dilakukan dengan cara membandingkan kondisi aktual menggunakan model No-VMI dan VMI. Perbandingan jumlah *backlog* yang berhasil ditekan dari kondisi aktual ke VMI adalah 167,83 kg dengan persentase penurunan sebesar 99,98%. Total biaya persediaan kondisi aktual Rp 9.642.573,29 mengalami penurunan menjadi Rp 1.059.293,94. Penurunan total biaya persediaan dari kondisi aktual ke VMI adalah sebesar 90%, faktor yang mempengaruhi penurunan ini adalah ukuran lot pemesanan yang telah disesuaikan dengan kebutuhan gudang CV XYZ serta jumlah permintaan yang *dibacklog* diminimasi untuk mengurangi biaya denda yang timbul.

Kata kunci — kedelai, kebijakan persediaan, *backlog*, *vendor managed inventory*.

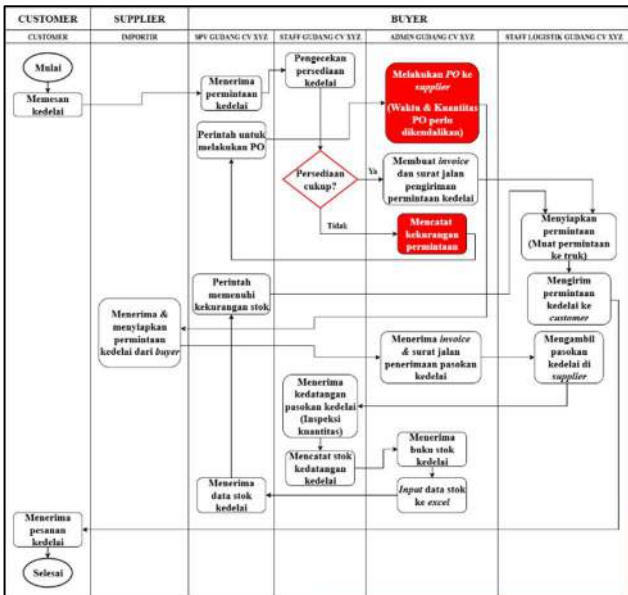
Abstract— CV XYZ is a soybean commodity distributor that supplies various soybean industries in large and small quantities. Under the existing conditions, CV XYZ's warehouse has not implemented a stock policy that is in line with its characteristics and needs, as can be seen from several symptoms and impacts. Over the course of 51 weeks, there were 46 instances of *backlog*, resulting in a *backlog* rate of 90,20%, while the normal fulfillment rate was 9,80%. The total actual inventory cost calculated using the classical formula showed an excess percentage of 9,03%. This study aims to design a proposed inventory policy for CV XYZ's warehouse to minimize total inventory costs. The design is carried out by comparing the actual conditions using the No-VMI and VMI models. The comparison of the *backlog* quantity successfully reduced from the actual condition to the VMI condition is 167.83 kg with a reduction percentage of 99,98%. The total inventory cost of the actual condition of Rp 9.642.573,29 decreased to Rp

1.059.293,94. The decrease in total inventory costs from the actual condition to VMI was 90%. The factors influencing this decrease were the order lot size, which was adjusted to the needs of the CV XYZ warehouse, and the minimization of *backlogged* demand to reduce penalty costs.

Keywords — soybean, inventory policy, *backlog*, *vendor managed inventory*.

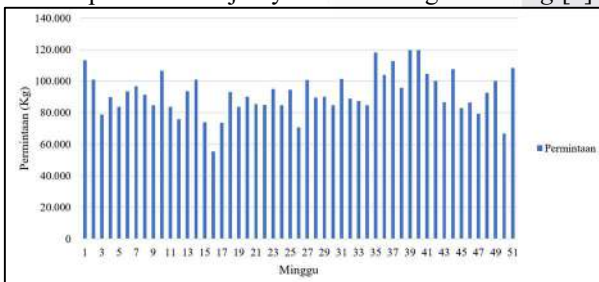
I. PENDAHULUAN

CV XYZ merupakan perusahaan distributor komoditas kedelai yang mengirim ke berbagai industri kedelai lain dalam jumlah besar maupun kecil. Gudang CV XYZ memperoleh pasokan kedelai dari Amerika Serikat melalui importir yang bertujuan untuk memenuhi permintaan pelanggan dalam jumlah besar maupun kecil, sehingga perlu dilakukan optimasi pengelolaan persediaan kedelai agar permintaan dapat selalu terpenuhi. Saat ini Gudang CV XYZ menjadi pengambil keputusan *replenishment*, pada kondisi aktual permintaan tentu memiliki sifat yang probabilistik namun Gudang CV XYZ tidak mempertimbangkan *safety stock* maupun *reorder point* dalam kebijakan persediaannya sehingga selalu mengalami kekurangan stok dan sering kali melakukan *replenishment* pada saat tingkat persediaan menyentuh titik nol bahkan negatif. Kekurangan stok tetap akan dipenuhi di hari berikutnya namun Gudang CV XYZ memberi kompensasi berupa potongan harga untuk pengiriman kedelai ke lokasi customer, kompensasi tersebut dapat dikatakan sebagai biaya kekurangan stok atau biaya denda keterlambatan pemenuhan permintaan yang ditanggung oleh Gudang CV XYZ.



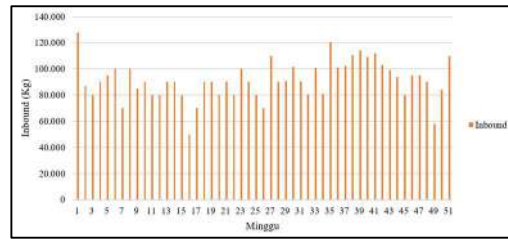
GAMBAR 1
PROSES BISNIS KONDISI EXISTING

Asumsi model yang digunakan dalam proses bisnis pada gambar 1 serta model untuk penelitian ini adalah importir sebagai *supplier* dan Gudang CV XYZ sebagai *buyer*. *Buyer* memiliki perbedaan jam kerja, yaitu jam operasional dan jam *open order*. Jam operasional dimulai pukul 08.00-21.00 WIB dan jam *open order* dimulai pukul 08.00-20.00 WIB, dengan 1 jam untuk *closing* harian termasuk melakukan rekapitulasi order dan kekurangan permintaan. Jika pesanan yang masuk hari ini di dalam rentang waktu *open order*, maka pesanan akan dikirim hari ini. Jika pesanan masuk hari ini tetapi di luar waktu *open order*, maka pesanan akan masuk ke catatan dan pengiriman keesokan harinya walaupun kondisi persediaan ada atau tidak ada. Jika persediaan mencukupi keseluruhan permintaan maka *buyer* (admin) dapat langsung membuat *invoice* dan surat jalan pengiriman kedelai ke *customer*, *buyer* (staff logistik) akan menyiapkan dan mengirimkan permintaan kedelai ke *customer*. Seluruh proses bisnis selesai saat customer telah menerima pesanan kedelai. Permintaan yang tidak dapat dipenuhi namun dapat dipenuhi di periode selanjutnya disebut dengan *backlog* [1].



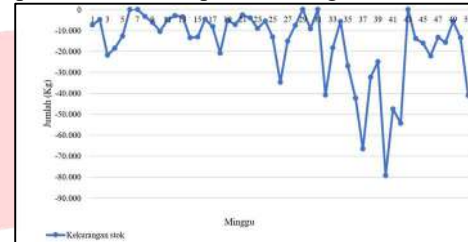
GAMBAR 2
DATA PERMINTAAN KEDELAJ 2023

Berdasarkan gambar 2, jumlah total permintaan kedelai tahun 2023 adalah 4.694.325 kg dengan rata-rata permintaan harian adalah 12.861,16 kg. Grafik tersebut menunjukkan bahwa permintaan bersifat probabilistik namun memiliki distribusi yang normal.



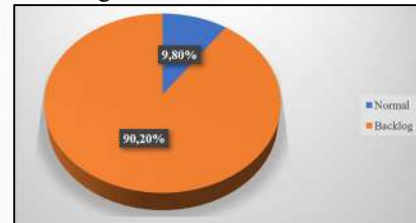
GAMBAR 3
DATA INBOUND KEDELAJ 2023

Berdasarkan gambar 3, total *inbound* kedelai tahun 2023 adalah 4.658.130 kg. Data ini akan digunakan untuk mengidentifikasi apakah permintaan pada setiap periode selalu terpenuhi atau terdapat kekurangan stok.



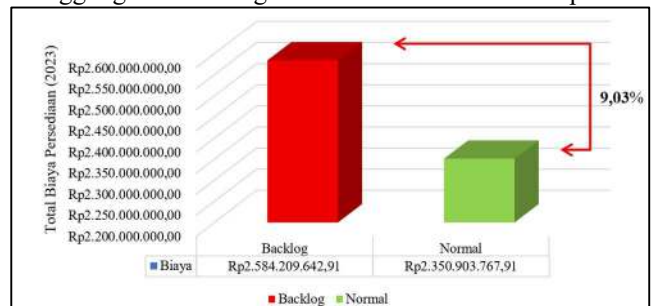
GAMBAR 4
DATA FREKUENSI BACKLOG

Berdasarkan gambar 4 Data frekuensi *backlog* berdasarkan data penjualan kedelai per hari kemudian diakumulasi menjadi mingguan, Gudang CV XYZ mencatat penjualan per hari sesuai dengan pesanan yang masuk di jam *open order*. Dalam 51 minggu terdapat 46 kali *backlog* dengan jumlah total permintaan yang *dibacklog* adalah 848.385 kg, dengan rata-rata permintaan yang *dibacklog* adalah 18.443,15 kg.



GAMBAR 5
PROPORSI FREKUENSI PERMINTAAN TERPENUHI

Berdasarkan gambar 5, dalam 51 minggu terjadi 46 kali *backlog* sehingga persentasenya adalah 90,20% dan permintaan yang dipenuhi secara normal adalah 9,80%. Adanya kekurangan stok ini menimbulkan biaya denda yang ditanggung oleh Gudang CV XYZ dalam bentuk kompensasi.



GAMBAR 6
PERBANDINGAN TOTAL BIAYA PERSEDIAN

Berdasarkan gambar 6, selisih antara kondisi normal dan *backlog* adalah 9,03% yang disebabkan oleh adanya biaya denda yang dikalikan dengan jumlah permintaan yang *dibacklog*. Biaya denda ini dihitung berdasarkan biaya pengiriman dari *buyer* ke *customer*, dimana pada pemenuhan permintaan secara normal *customer* yang membayar biaya pengiriman sedangkan jika terdapat kekurangan maka *buyer* yang membayar biaya pengirimannya. Perbaikan pada kebijakan persediaan bertujuan untuk meminimasi total biaya persediaan yang berlebih, dengan cara menekan jumlah kekurangan stok. Permasalahan yang diangkat adalah tidak ada kebijakan persediaan yang diterapkan yang sesuai dengan kebutuhan dari Gudang CV XYZ, perlunya kebijakan persediaan ini adalah untuk meminimasi total biaya persediaan dengan menggunakan pendekatan *Vendor Managed Inventory* model (r, Q) karena relevan dengan karakteristik permasalahan yang dihadapi oleh Gudang CV XYZ.

II. KAJIAN TEORI

A. Persediaan

Persediaan adalah sumber daya yang menganggur dan keberadaannya menunggu untuk diproses lebih lanjut seperti diproduksi, didistribusikan, atau dikonsumsi [2]. Persediaan bertujuan untuk menyediakan beberapa pilihan produk untuk memenuhi permintaan pelanggan dan mengantisipasi kondisi permintaan yang berfluktuasi, jika permintaan pelanggan berfluktuasi maka penambahan inventaris akan diperlukan [3]. Jika terjadi kekurangan dalam sistem persediaan maka terdapat dua biaya untuk dijadikan pertimbangan dalam pengendalian persediaan, yaitu biaya denda *backlog* dan biaya *lost sale* [4]. Manajemen persediaan memiliki relasi dengan berbagai macam parameter yang relevan seperti biaya persediaan, biaya persediaan tersebut meliputi biaya pengadaan, biaya pemesanan, biaya penyimpanan, serta biaya kekurangan maupun kehilangan [5]. Model Q *backorder* adalah metode pengendalian persediaan untuk menentukan jumlah pemesanan optimal dengan pertimbangan peluang keterlambatan pengiriman ke pelanggan, sehingga perhitungan *reorder point* untuk *replenishment* perlu menghasilkan hasil yang optimal. Model ini akan menghasilkan perhitungan biaya kekurangan stok, biaya simpan dan persentase kemungkinan keterlambatan pemenuhan pesanan pelanggan [6].

B. *Vendor Managed Inventory* (VMI)

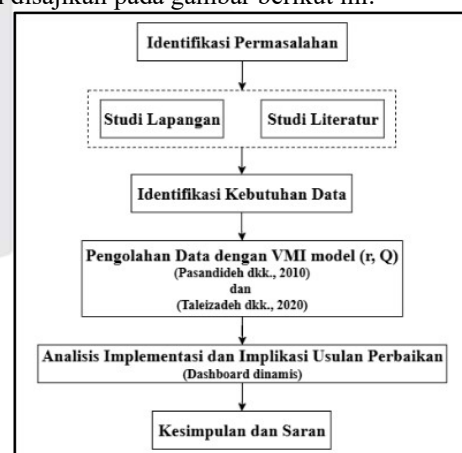
Vendor Managed Inventory didefinisikan sebagai manajemen inventori yang dikelola oleh pemasok secara langsung, pengelolaan persediaan ini akan berjalan secara dua arah berbasis *replenishment point*. Pemasok dan pembeli dapat memantau data persediaan secara *real time* sehingga dan waktu pengiriman dapat langsung ditentukan oleh pemasok sesuai dengan prosedur yang telah disepakati di awal perjanjian kerja. [7].

Tujuan diterapkannya VMI adalah memastikan kualitas layanan yang lebih optimal dengan biaya inventori yang rendah, mempercepat proses bisnis rantai pasok dan mengurangi *bullwhip effect* [8]. Dalam proses bisnis umumnya, perusahaan akan mengirimkan *purchase order*

ke pemasok. Namun untuk penerapan VMI, *purchase order* tidak perlu dikirimkan lagi ke pemasok karena pemasok telah memiliki data *real time* mengenai persediaan perusahaan. Sehingga pemasok dapat langsung mengirimkan pasokan sesuai dengan jumlah kebutuhan dan prosedur yang telah disepakati di awal perjanjian kerja sama, sehingga proses bisnis dapat dioptimalkan [9]. Pengembangan model VMI *supply chain* digunakan untuk minimasi total rata-rata biaya per satuan waktu *total cost*, biaya simpan, biaya pesan dan *penalty* vendor ke gudang memengaruhi model VMI [10]. Kebijakan persediaan dengan skema VMI tetap mempertimbangkan komponen biaya persediaan karena mencakup dua fasilitas yaitu fasilitas milik pemasok dan fasilitas milik *retailer*, sehingga perlu ditinjau antar biaya yang timbul di masing-masing fasilitas agar total biaya persediaan dapat diminimasi [11]. VMI dapat ditinjau dengan dua kebijakan yaitu kebijakan *continuous review* (r, Q) dan *periodic review* (R, T) , kedua kebijakan ini untuk *replenishment* dengan *partial backlog*. Kedua kebijakan ini akan menjadi pertimbangan untuk pemilihan kebijakan mana yang paling hemat dan optimal. Model (r, Q) dampaknya lebih signifikan dalam mengurangi total biaya persediaan namun membutuhkan tingkat responsivitas yang tinggi karena model (r, Q) dapat menghasilkan pengurangan dalam jumlah permintaan yang *dibacklog* [12]. Dasar dari VMI adalah pemasok lebih siap untuk mengatasi *inventory* milik pelanggan karena estimasi dari *lead time* sudah ditentukan, informasi dengan akurasi tinggi dan tepat waktu akan mencegah *stockout*, *backlog*, visibilitas stok yang meningkat, dan mengurangi biaya *inventory* [13].

III. METODE

Sistematika penyelesaian masalah bertujuan untuk mengetahui alur perancangan penelitian dengan runtut, sistematis, dan terperinci sehingga dapat mengatasi permasalahan yang diangkat. Sistematika penyelesaian masalah disajikan pada gambar berikut ini:



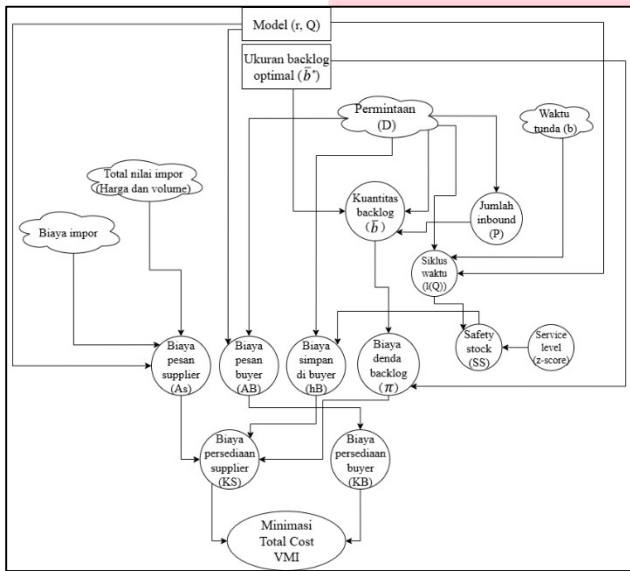
GAMBAR 7
SISTEMATIKA PENYELESAIAN MASALAH

Tahap pertama yang dilakukan untuk penelitian ini adalah mengidentifikasi permasalahan dengan cara menganalisis data yang telah didapat pada saat studi lapangan maupun wawancara dengan narasumber. Identifikasi kebutuhan data merupakan tahapan persiapan sebelum melakukan

pengolahan data dengan metode yang sesuai dengan karakteristik permasalahan, data yang diperlukan adalah data permintaan, data *inbound*, serta data komponen biaya. Pengolahan data menggunakan model dari acuan memiliki variabel keputusan yaitu ukuran lot pemesanan (Q), *replenishment point* (r) serta jumlah *backlog* optimal (\bar{b}^*). Fungsi tujuannya adalah minimasi total biaya persediaan menggunakan model VMI. Selanjutnya adalah analisis implementasi dan implikasi dari usulan perbaikan dengan cara merancang *dashboard* dinamis, sehingga implementasi VMI dapat dilakukan pada kondisi aktual.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap pengolahan data dilakukan dari menghitung total biaya persediaan pada kondisi aktual, menentukan fungsi tujuan dengan model matematis yang telah disesuaikan dengan kebutuhan *buyer*, melakukan perhitungan dengan model No-VMI dan VMI model (r, Q), melakukan analisis perbandingan sebelum dan sesudah perbaikan.



GAMBAR 8 INFLUENCE DIAGRAM

Berdasarkan gambar 8, untuk mendapat *output* penelitian yaitu total biaya persediaan yang diminimasi menggunakan VMI perlu beberapa komponen biaya. Biaya tersebut seperti biaya persediaan di *supplier* (KS) dan biaya persediaan di *buyer* (KB), komponen biaya tersebut dianalisis kembali yaitu dengan cara mengidentifikasi biaya apa saja yang muncul di setiap eselon yang terlibat.

$$TC_{VMI} = KB_{VMI} + KS_{VMI} \tag{1}$$

$$TC_{VMI}^{r,Q} = \frac{2D(A_B + A_S) \left(1 + \frac{h_B}{\pi + h_B}\right)}{\sqrt{\frac{2D(A_B + A_S)}{h_B} \left(\frac{\pi + h_B}{\pi}\right)}} + \left(\left(z_p \times \sigma_L \times \sqrt{\frac{Q^*}{\mu_D}} \right) h_B \right) \tag{2}$$

Keterangan:

TC_{VMI} : Total biaya persediaan dengan VMI

KB_{VMI} : Biaya persediaan di *buyer*

KS_{VMI} : Biaya persediaan di *supplier*

A_S : Ongkos pesan di *supplier* (Rp/kg)

A_B : Ongkos pesan di *buyer* (Rp/kg)

D : Permintaan (kg/tahun)

π : Biaya denda (Rp/kg)

h_B : Biaya simpan di *buyer* (Rp/kg)

z_p : *Service level*

σ_L : Standar deviasi dari permintaan selama *lead time* atau waktu tunda

Q : Kuantitas pemesanan (kg)

μ_D : Rata-rata permintaan per hari (kg)

A. Perhitungan Total Biaya Persediaan Kondisi Aktual

Biaya persediaan pada kondisi aktual adalah biaya yang dibebankan pada *buyer*, biaya tersebut meliputi ongkos beli, ongkos pesan, ongkos simpan, ongkos total serta ongkos kekurangan karena pada penelitian ini terdapat permintaan yang *dibacklog*. Perhitungan biaya persediaan kondisi aktual ini digunakan sebagai kondisi sebelum perbaikan, sehingga usulan perbaikan dapat diukur sejauh mana optimalitasnya.

TABEL 1 PARAMETER TOTAL BIAYA PERSEDIAAN KONDISI AKTUAL

No	Notasi	Keterangan	Jumlah	Satuan
1	p	Harga kedelai	11.175,26	Rp/kg
2	D	Jumlah kedelai yang dibeli	4.694.325,00	Kg
3	f	Frekuensi pemesanan	268	Kali
4	A	Biaya pesan	19,06	Rp/kg
5	h	Biaya simpan	971,25	Rp/kg
6	m	Jumlah persediaan	4.694.325,00	Kg
7	π	Biaya kekurangan	275,00	Rp/kg
8	\bar{b}	Jumlah kekurangan	848.385,00	Kg

TABEL 2 HASIL TOTAL BIAYA PERSEDIAAN KONDISI AKTUAL

No	Keterangan	Rumus	Jumlah
1	Ongkos beli	$Ob = p \times D$	Rp 52.460.293.827,71
2	Ongkos pesan	$Op = f \times A$	Rp 88.804.099,30
3	Ongkos simpan	$Os = h \times m$	Rp 2.262.099.668,61
4	Ongkos kekurangan	$Ok = \pi \times \bar{b}$	Rp 233.305.875,00
5	Ongkos total	$Ot = Ob + Op + Os + Ok$	Rp 55.044.503.470,62

Total biaya persediaan pada kondisi aktual adalah sebesar Rp 2.584.209.642,91 per tahun karena dalam teori sistem persediaan, umumnya ongkos beli tidak dipertimbangkan sebagai parameter total biaya persediaan, sehingga total biaya persediaan yang dikeluarkan per sekali pesan adalah Rp 9.642.573,29.

B. Perhitungan Variabel Keputusan Model No-VMI dan VMI (r, Q)

Parameter yang digunakan untuk memodelkan fungsi tujuan didefinisikan kembali dari referensi, hal tersebut digunakan untuk menyesuaikan kebutuhan penelitian [11]. Pada tahap selanjutnya akan menghitung ukuran atau jumlah *backlog* optimal dalam satu siklus perencanaan untuk model No-VMI dan VMI, parameter yang digunakan untuk masukan adalah jumlah total permintaan, biaya pesan di *buyer*, biaya pesan di *supplier*, biaya simpan di *buyer*, serta biaya denda.

$$\bar{b}_{noVMI}^* = \sqrt{\frac{2DA_B h_B}{\pi(\pi + h_B)}} \tag{3}$$

$$\bar{b}_{VMI}^* = \sqrt{\frac{2Dh_B(A_B + A_S)}{\pi(\pi + h_B)}} \tag{4}$$

Keterangan:

\bar{b}_{noVMI}^* : Jumlah optimal permintaan yang *dibacklog* tanpa VMI (kg)

\bar{b}_{VMI}^* : Jumlah optimal permintaan yang *dibacklog* dengan VMI (kg)

D : Permintaan (kg/tahun)

A_B : Ongkos pesan di *buyer* (Rp/kg)

A_S : Ongkos pesan di *supplier* (Rp/kg)

h_B : Biaya akomodasi di *buyer* (Rp/kg)

π : Biaya denda (Rp/kg)

$$Q_{noVMI}^* = \sqrt{\left(\frac{2DA_B}{h_B}\right)\left(\frac{h_B + \pi}{\pi}\right)} \tag{5}$$

$$Q_{VMI}^* = \sqrt{\frac{2D(A_B + A_S)}{h_B}\left(\frac{\pi + h_B}{\pi}\right)} \tag{6}$$

Keterangan:

Q_{noVMI}^* : Kuantitas order optimal tanpa VMI (kg)

Q_{VMI}^* : Kuantitas order optimal dengan VMI (kg)

D : Permintaan (kg/tahun)

A_B : Ongkos pesan di *buyer* (Rp/kg)

A_S : Ongkos pesan di *supplier* (Rp/kg)

h_B : Biaya akomodasi di *buyer* (Rp/kg)

π : Biaya denda (kg/tahun)

$$l(Q) = \frac{Q^*}{\mu_D} \tag{7}$$

Keterangan:

$l(Q)$: Siklus waktu (hari)

Q^* : Ukuran lot pemesanan (kg)

μ_D : Rata-rata permintaan per hari (kg)

$$SS = z \times \sigma_L \times \sqrt{\frac{Q^*}{\mu_D}} \tag{8}$$

Keterangan:

SS : *Safety stock*

z : *Service level*

σ_L : Standar deviasi dari permintaan selama *lead time* atau waktu tunda

Q^* : Ukuran lot pemesanan (kg)

μ_D : Rata-rata permintaan per hari (kg)

$$d = \frac{D}{N} \tag{9}$$

$$ROP = d \times b + SS \tag{10}$$

Keterangan:

ROP : *Reorder point*

d : Rata-rata permintaan harian

D : Permintaan (kg/tahun)

N : Jumlah hari kerja dalam tahun

b : Waktu tunda pengiriman dari *supplier* ke *buyer*

SS : *Safety stock*

TABEL 3
PARAMETER MODEL NO-VMI DAN VMI

Notasi	Keterangan	Jumlah	Satuan
D	Permintaan <i>customer</i> di <i>buyer</i>	4.694.325	Kg/tahun
A_B	Ongkos pemesanan per pesan di <i>buyer</i>	Rp 19,06	Rp/kg
A_S	Ongkos pemesanan per pesan di <i>supplier</i>	Rp 5.291,65	Rp/kg
h_B	Biaya simpan di <i>buyer</i>	Rp 17,49	Rp/kg
π	Biaya denda <i>backlog</i> di <i>buyer</i>	Rp 275	Rp/kg
\bar{b}	Jumlah kekurangan stok di <i>buyer</i>	848.385	Kg/tahun
b	Waktu tunda untuk pengiriman barang dari <i>supplier</i> ke <i>buyer</i>	0,1667	Hari
z	<i>Service level</i>	95%	-
μ_D	Rata-rata permintaan per hari	13.149	Kg
σ_L	Standar deviasi dari permintaan selama <i>lead time</i> atau waktu tunda	2.143,53	Kg

Pada tabel 3 disajikan parameter yang digunakan untuk menghitung variabel keputusan serta fungsi tujuan dari penelitian ini. Perhitungan kebijakan persediaan ditinjau dengan dua kondisi yaitu kebijakan (r, Q) No-VMI dan kebijakan (r, Q) menggunakan VMI. Sebelum menghitung kebijakan persediaan perlu melakukan *mapping* biaya apa saja yang muncul di setiap eselon, biaya yang dikeluarkan oleh setiap eselon No-VMI pasti akan berbeda dengan kondisi jika menerapkan VMI.

Salah satu parameter yang dirubah adalah biaya denda, pada penelitian ini kenaikan biaya denda *backlog* dipengaruhi oleh faktor biaya tenaga kerja lebih untuk menangani *backlog* permintaan [5]. Biaya denda untuk No-VMI adalah Rp 275 dan biaya denda untuk VMI adalah RP 5.555,56. Pada kondisi aktual kedelai yang masuk ke gudang tidak disimpan lebih dari 24 jam, sehingga gudang ini adalah gudang *cross-docking*. *Cross-docking* memberi manfaat untuk mengurangi biaya transportasi dan biaya penyimpanan, selain itu waktu siklus dan kepuasan pelanggan juga dapat ditingkatkan [14]. Biaya simpan dalam konteks manajemen persediaan tradisional didefinisikan kembali untuk menyesuaikan model *cross-docking*, komponen biaya simpan yang telah disesuaikan pada kondisi aktual adalah biaya bongkar muat [15].

TABEL 4
HASIL PERHITUNGAN VARIABEL KEPUTUSAN

Keterangan	Aktual	No-VMI	VMI	Penurunan	
				Aktual ke No-VMI	Aktual ke VMI
Variabel \bar{b}^* (kg)	18.443,15	197,26	167,83	99,97%	99,98%
Keputusan Q^* (kg)	12.762	3.298,81	53.476,81	-	-
$l(Q)$ (hari)	1	0,25	4,07	-	-
SS (kg)	0	1.760,78	7.089,41	-	-
r (kg)	0	3.952,72	9.281,34	-	-

Hasil dari perhitungan jumlah *backlog optimal* dengan model No-VMI dan VMI ditampilkan pada tabel 4, jumlah *backlog* kondisi aktual ke VMI turun sebesar 99,98%. Perbedaan persentase penurunan jumlah *backlog* (b^*) dari kedua model sangat kecil, namun untuk ukuran lot pemesanan optimal (Q^*) memiliki perbedaan sangat besar sehingga akan memengaruhi siklus waktu ($l(Q)$), jumlah *safety stock* (SS) serta *replenishment point* (r) yang ditunjukkan pada tabel 4.

Hasil menggunakan VMI lebih mencerminkan kondisi aktual permintaan *customer* yang masuk ke *buyer*, meskipun kapasitas simpan gudang hanya 30.000 kg namun hal ini masih dapat diatasi dengan *split delivery* dan sistem *cross-docking*. Pengiriman pertama tidak akan disimpan di gudang *buyer* atau dapat disebut *cross-docking*, sehingga pasokan yang telah dikirim ke gudang *buyer* hanya untuk dicatat sebagai stok masuk dan stok keluar untuk dikirim ke *customer*. Hasil dari siklus waktu ($l(Q)$) untuk model No-VMI adalah 0,25 hari dan menggunakan VMI adalah 4,07 hari. Siklus ini merepresentasikan seberapa lama persediaan ini akan habis dan perlu pengisian ulang.

Usulan model kebijakan persediaan memberikan jumlah *safety stok* dan *replenishment point* untuk mengatasi permintaan yang bersifat probabilistik, dengan adanya kedua hal itu maka *buyer* lebih siap untuk memenuhi permintaan yang masuk. ROP atau *replenishment point* dari dua model menunjukkan selisih yang cukup besar dengan VMI memiliki ROP yang cukup tinggi daripada No-VMI, namun model yang menggunakan VMI memiliki tingkat risiko kehabisan stok yang lebih rendah dan kesiapan dalam mengatasi fluktuasi permintaan lebih tinggi. Jika dilihat dari perspektif biaya simpan tidak akan menjadi masalah karena biaya simpan untuk kedelai cenderung murah dan siklus waktu yang singkat.

C. Perhitungan Total Biaya Persediaan Model No-VMI dan VMI (r, Q)

Setelah melakukan perhitungan untuk setiap variabel keputusan dan fungsi objektif berdasarkan parameter yang ada, maka perlu menganalisis perbandingan antara kedua model serta dengan kondisi aktual.

TABEL 5

HASIL PERHITUNGAN TOTAL BIAYA PERSEDIAAN

Kebijakan	Total Biaya Persediaan	Penurunan	
		Aktual ke No-VMI	Aktual ke VMI
Aktual	Rp 10.879.484,66	-	-
TC_{No-VMI}^{rQ}	Rp 7.587.707,39	30,26%	90,26%
TC_{VMI}^{rQ}	Rp 1.059.293,94		

Hasil dari perhitungan total biaya persediaan dengan model No-VMI sebesar Rp 7.587.707,39 dan menggunakan VMI sebesar Rp 1.0059.293,94. Total biaya persediaan ini hanya mencakup ongkos pesan, ongkos simpan dan ongkos beli, dan tidak mencakup ongkos beli dengan harga asli kedelai untuk seluruh pesanan. Model VMI mengalami penurunan sebesar 90,26% lebih besar daripada model No-VMI yang hanya menurunkan 30,26%. Meskipun persentase penurunan cukup besar, pengecekan secara struktur model

matematis perlu dilakukan untuk melihat apakah hasil sudah cukup jika memilih VMI model (r, Q) untuk dijadikan kebijakan persediaan yang baru.

$$A_S \geq A_B \left[\frac{4h_B(2h_B + \pi)}{(\pi + h_B)^2} \right] \tag{11}$$

Keterangan:

A_S : Ongkos pesan di *supplier* per kilogram

A_B : Ongkos pesan di *buyer* per kilogram

π : Biaya denda (kg/tahun)

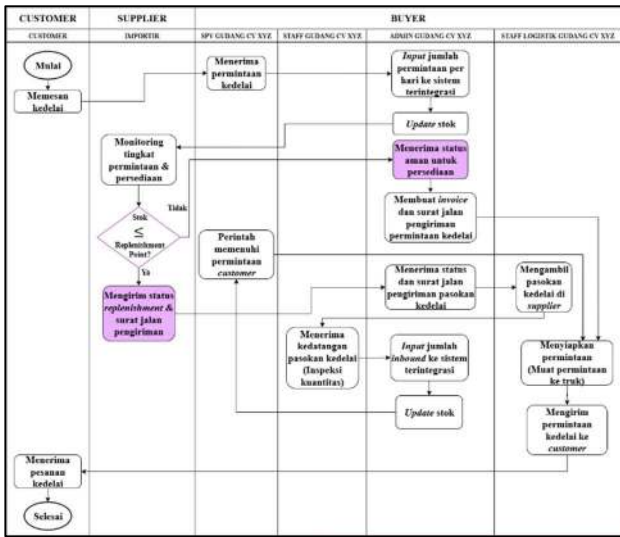
h_B : Biaya simpan di *buyer* (kg/tahun)

TABEL 6
HASIL PERHITUNGAN PERTIDAKSAMAAN

Kebijakan	No-VMI	VMI	α	Memenuhi (11)?	Keputusan
\bar{b}^* (kg)	197,26	167,83	Rp 0,24	Iya	VMI Model (r, Q)
Q^* (kg)	3.298,81	53.476,81			
TC	Rp 7.587.707,39	Rp 1.059.293,94			

Pertidaksamaan pada model (11) merupakan *threshold condition* untuk menentukan kapan saat strategi VMI lebih menguntungkan dibanding No-VMI maupun manajemen persediaan tradisional. Tujuan menghitung model (11) adalah melihat apakah sistem VMI *feasible* untuk diterapkan pada kondisi aktual. Jika pertidaksamaan ini dipenuhi maka total biaya persediaan VMI lebih rendah daripada No-VMI. Pertidaksamaan ini merepresentasikan *trade-off* antara peralihan tanggung jawab ke *supplier* dan biaya pemesanan yang dibebankan, jika biaya pesan *buyer* tidak terlalu besar maka VMI tidak menyebabkan kerugian sistemik di kedua pihak.

Sistem VMI memiliki konsep yang berbeda dengan sistem tradisional rantai tertutup, dimana masing-masing pihak mengambil keputusan berdasarkan kepentingannya. Saat *buyer* melakukan PO kepada *supplier* dan akan dilayani sesuai dengan informasi yang tertera pada PO, namun pada kondisi aktual terdapat bias seperti adanya permintaan yang tidak terpenuhi seluruhnya karena terdapat kekurangan stok. Berdasarkan kondisi tersebut, PO tidak merepresentasikan kondisi pasar dan kondisi persediaan secara aktual. Saat keputusan secara sepenuhnya diambil oleh *supplier*, maka *buyer* berperan pasif dalam pengelolaan persediaan karena tanggung jawab dialihkan kepada *supplier* [9].



GAMBAR 9 PERBAIKAN PROSES BISNIS

Perbaikan proses bisnis yang telah dirancang pada gambar 9 merupakan representasi dari alur yang digunakan pada saat implementasi kebijakan persediaan menggunakan sistem VMI, dimana dalam sistem tersebut *supplier* berperan aktif dalam mengelola persediaan milik *buyer* berbasis *replenishment point*.

D. Perancangan Dashboard Dinamis

Beberapa aspek yang akan dianalisa untuk implementasi adalah analisa sumber daya dan penyusunan panduan untuk menggunakan hasil dari usulan kebijakan persediaan. Saat ini *buyer* telah memiliki sistem informasi pencatatan stok namun tidak digunakan secara masif, oleh karena itu dirancanglah *dashboard* dinamis menggunakan excel untuk memudahkan pencatatan stok.

Sistem informasi yang dirancang akan digunakan oleh dua pihak yaitu *supplier* untuk mengelola persediaan *buyer* dengan cara monitoring grafik persediaan maupun jumlah permintaan harian dan bulanan. Untuk pihak *buyer* akan bertugas *input* data permintaan dan *inbound* serta melakukan *update* stok, sehingga seluruh data akan terintegrasi secara *real time*.



GAMBAR 10 TAMPILAN MENU DASHBOARD

Pada gambar 10, disajikan tampilan dari rancangan *dashboard* untuk sistem terintegrasi. Terdapat beberapa fitur yang dapat digunakan dalam *dashboard* tersebut, fitur yang ditampilkan adalah total permintaan, total *inbound*, stok saat ini, status stok, dan status *replenishment*. Pihak *supplier*

hanya akan dapat melihat menu *dashboard* VMI karena hanya akan memantau tingkat persediaan serta memutuskan kapan harus melakukan *replenishment*, sedangkan pihak *buyer* perlu melakukan *input* permintaan dan jumlah *inbound* saat terjadi *replenishment*.

Tanggal	Customer	Persamaan (kg)
01/01/2023	-	2
02/01/2023	-	19.000
03/01/2023	-	2.200
04/01/2023	-	4.000
05/01/2023	-	3.400
06/01/2023	-	17.000
07/01/2023	-	2.000
08/01/2023	-	1.000
09/01/2023	-	1.000
10/01/2023	-	1.000
11/01/2023	-	1.000
12/01/2023	-	1.000
13/01/2023	-	1.000
14/01/2023	-	1.000
15/01/2023	-	1.000
16/01/2023	-	1.000
17/01/2023	-	1.000
18/01/2023	-	1.000
19/01/2023	-	1.000
20/01/2023	-	1.000
21/01/2023	-	1.000
22/01/2023	-	1.000
23/01/2023	-	1.000
24/01/2023	-	1.000
25/01/2023	-	1.000
26/01/2023	-	1.000
27/01/2023	-	1.000
28/01/2023	-	1.000
29/01/2023	-	1.000
30/01/2023	-	1.000
31/01/2023	-	1.000
01/02/2023	-	1.000
02/02/2023	-	1.000
03/02/2023	-	1.000
04/02/2023	-	1.000
05/02/2023	-	1.000
06/02/2023	-	1.000
07/02/2023	-	1.000
08/02/2023	-	1.000
09/02/2023	-	1.000
10/02/2023	-	1.000
11/02/2023	-	1.000
12/02/2023	-	1.000
13/02/2023	-	1.000
14/02/2023	-	1.000
15/02/2023	-	1.000
16/02/2023	-	1.000
17/02/2023	-	1.000
18/02/2023	-	1.000
19/02/2023	-	1.000
20/02/2023	-	1.000
21/02/2023	-	1.000
22/02/2023	-	1.000
23/02/2023	-	1.000
24/02/2023	-	1.000
25/02/2023	-	1.000
26/02/2023	-	1.000
27/02/2023	-	1.000
28/02/2023	-	1.000
29/02/2023	-	1.000
30/02/2023	-	1.000
31/02/2023	-	1.000

GAMBAR 11 TAMPILAN MENU PERMINTAAN

Pada tahap pertama, *buyer* akan *input* jumlah permintaan per hari dan per *customer* di menu “PERMINTAAN”, untuk kolom *customer* dapat diisi dengan kode atau nomor setiap *customer* seperti yang ditampilkan pada gambar 11.

Tanggal	Inbound (kg)
01/01/2023	40.000
02/01/2023	-
03/01/2023	-
04/01/2023	-
05/01/2023	40.000
06/01/2023	-
07/01/2023	-
08/01/2023	40.000
09/01/2023	-
10/01/2023	40.000
11/01/2023	-
12/01/2023	-
13/01/2023	40.000
14/01/2023	-
15/01/2023	-
16/01/2023	40.000
17/01/2023	-
18/01/2023	40.000
19/01/2023	-
20/01/2023	-
21/01/2023	40.000
22/01/2023	-
23/01/2023	-
24/01/2023	40.000
25/01/2023	-
26/01/2023	-
27/01/2023	40.000
28/01/2023	-
29/01/2023	-
30/01/2023	40.000
31/01/2023	-
01/02/2023	-
02/02/2023	40.000
03/02/2023	-
04/02/2023	-
05/02/2023	40.000
06/02/2023	-
07/02/2023	-
08/02/2023	40.000
09/02/2023	-
10/02/2023	-
11/02/2023	40.000
12/02/2023	-
13/02/2023	-
14/02/2023	40.000
15/02/2023	-
16/02/2023	-
17/02/2023	40.000

GAMBAR 12 TAMPILAN MENU INBOUND

Tahap kedua adalah *buyer* perlu *input* data jumlah *inbound* ketika ada *replenishment* di hari tertentu pada menu “INBOUND”, untuk tahap ini hanya perlu mengisi jumlah *inbound* pada kolom *inbound* dengan satuan kilogram seperti yang ditampilkan pada gambar 12.

Tanggal	Inbound	Outbound/Permintaan	Stock Awal	Stok Akhir	Reorder Point	Status
01/01/2023	-	19.200	27.000	7.800	8.000	REPLENISHMENT
02/01/2023	40.000	23.000	9.800	28.800	8.000	AMAN
03/01/2023	-	9.700	20.000	10.300	8.000	AMAN
04/01/2023	-	9.800	10.300	0.500	8.000	REPLENISHMENT
05/01/2023	-	16.500	9.000	27.000	8.000	AMAN
06/01/2023	40.000	38.800	27.000	11.200	8.000	AMAN
07/01/2023	-	9.800	11.200	1.400	8.000	REPLENISHMENT
08/01/2023	40.000	17.700	1.400	23.300	8.000	AMAN
09/01/2023	29.000	29.000	23.300	3.300	8.000	REPLENISHMENT
10/01/2023	40.000	20.500	3.300	14.800	8.000	AMAN
11/01/2023	-	39.800	14.800	1.700	8.000	REPLENISHMENT
12/01/2023	-	19.000	9.700	11.200	8.000	REPLENISHMENT
13/01/2023	40.000	33.000	11.200	18.200	8.000	AMAN
14/01/2023	-	22.000	18.200	6.200	8.000	REPLENISHMENT
15/01/2023	-	20.000	4.200	38.800	8.000	REPLENISHMENT
16/01/2023	40.000	22.000	38.800	16.800	8.000	REPLENISHMENT
17/01/2023	-	16.500	16.800	0.300	8.000	REPLENISHMENT
18/01/2023	-	16.500	0.300	12.800	8.000	REPLENISHMENT
19/01/2023	40.000	37.000	12.800	34.800	8.000	REPLENISHMENT
20/01/2023	40.000	30.000	34.800	14.800	8.000	REPLENISHMENT
21/01/2023	40.000	8.000	14.800	50.800	8.000	AMAN
22/01/2023	40.000	13.000	50.800	37.800	8.000	AMAN
23/01/2023	-	14.000	37.800	23.800	8.000	AMAN
24/01/2023	-	2.000	23.800	21.800	8.000	AMAN
25/01/2023	-	14.000	21.800	0.800	8.000	REPLENISHMENT
26/01/2023	40.000	14.000	0.800	47.800	8.000	AMAN
27/01/2023	-	1.000	47.800	46.800	8.000	AMAN
28/01/2023	40.000	1.000	46.800	78.800	8.000	AMAN
29/01/2023	20.000	70.000	78.800	28.800	8.000	REPLENISHMENT
30/01/2023	-	1.000	28.800	27.800	8.000	AMAN
31/01/2023	40.000	30.000	27.800	37.800	8.000	AMAN
01/02/2023	-	30.000	37.800	7.800	8.000	REPLENISHMENT
02/02/2023	-	3.000	14.800	11.800	8.000	AMAN

GAMBAR 13 TAMPILAN MENU STOK

Tahap ketiga pada pengoperasian *dashboard* hanya perlu melakukan *refresh data* menggunakan *shortcut* excel yaitu “Ctrl + Alt + F5”, setelah *refresh data* maka data pada menu “STOK” akan diperbarui sesuai dengan *input* yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya. Data yang telah dipower *query* akan terintegrasi satu sama lain, sehingga tidak akan terjadi *double process* untuk proses *input data*. Hal ini akan memudahkan pihak *buyer* untuk proses pencatatan stok, serta pihak *supplier* dalam melihat *real time data*.

Hasil dari perancangan *dashboard* dinamis menggunakan excel ini adalah sistem informasi yang dapat digunakan *supplier* untuk berkomunikasi mengenai *real time data* yang ada pada *buyer*, sehingga *supplier* dapat lebih mudah dalam pengelolaan persediaan. Tampilan *dashboard* dirancang sedemikian rupa agar operator tidak sulit dalam mengoperasikannya, dengan adanya *dashboard* ini maka usulan kebijakan persediaan lebih siap untuk diimplementasikan.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan dan pengolahan data yang telah dianalisa, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa jumlah *backlog* pada kondisi aktual sebesar 18.443,15 kg turun menjadi 167,83 kg serta persentase penurunannya adalah 99,98% dengan menggunakan model VMI. Penurunan jumlah *backlog* disebabkan oleh faktor ukuran lot pemesanan model VMI yang sesuai dengan kebutuhan selama siklus waktu yang telah ditentukan. Ukuran lot pemesanan pada kebijakan VMI (r, Q) adalah sebesar 53.476,81 kg, ukuran lot pemesanan ini dapat menutup jumlah permintaan yang *dibacklog* pada periode sebelumnya dan jumlah permintaan yang masuk pada periode selanjutnya.

Pada kondisi aktual *buyer* tidak selalu memiliki *safety stock* serta tidak memiliki titik pemesanan ulang yang ditetapkan, dengan model VMI maka dihitunglah jumlah *safety stock* serta *replenishment point* untuk meredam ketidakpastian sehingga *buyer* lebih siap dalam menghadapi fluktuasi permintaan. Ukuran lot pemesanan yang telah disesuaikan dengan kebutuhan *buyer* dapat meminimasi jumlah *backlog* untuk setiap siklus waktunya, maka total biaya persediaan pada kondisi aktual berhasil diminimasi menggunakan kebijakan persediaan VMI (r, Q). Total biaya persediaan yang telah dihitung menggunakan kebijakan VMI (r, Q) adalah sebesar Rp 1.059.293,94, persentase penurunan dari kondisi aktual ke VMI (r, Q) adalah 90,26%.

Setelah melakukan perhitungan kebijakan persediaan menggunakan sistem VMI maka dirancanglah sistem informasi berupa *dashboard* dinamis yang dapat dioperasikan pihak *supplier* dan pihak *buyer*, *dashboard* tersebut digunakan sebagai media komunikasi data untuk menunjang keberhasilan penerapan VMI. *Dashboard* dinamis memiliki fitur untuk menampilkan jumlah permintaan serta jumlah *inbound* harian atau bulanan, kemudian terdapat grafik posisi persediaan sehingga pada *dashboard* dapat memunculkan kondisi stok saat ini serta tampilan status stok yang perlu *replenishment* atau dalam kondisi aman. *Dashboard* dinamis ini telah dirancang dengan

sedemikian rupa agar operator dapat lebih mudah dalam mengoperasikannya.

REFERENSI

- [1] S. Chopra and P. Meindl, *Supply chain management : strategy, planning, and operation*. Pearson, 2016.
- [2] S. N. Bahagia, “Sistem Inventori Senator Bur Bahagia,” 2006.
- [3] J. Heizer, B. Render, and C. Munson, *Operations management: sustainability and supply chain management*. Pearson, 2020.
- [4] L. A. San-José, J. Sicilia, and J. García-Laguna, “Analysis of an EOQ inventory model with partial backordering and non-linear unit holding cost,” *Omega (United Kingdom)*, vol. 54, pp. 147–157, 2015, doi: 10.1016/j.omega.2015.01.007.
- [5] S. Sharma, *Inventory Parameters*. 2017.
- [6] T. Tandiansyah *et al.*, “Pengendalian persediaan suku cadang nut dengan menggunakan metode klasifikasi abc dan model q back order di pt fgh,” vol. 6, no. 11, 2025.
- [7] V. Belvedere, A. Grando, G. Stabilini, and R. Secchi, *Production, operations and supply chain management*. Bocconi University Press, 2021.
- [8] G. Marques, J. Lamothe, and C. Thierry, “Vendor Managed inventory, from concept to processes, for an unified view,” 2008. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/40843883>
- [9] P. D. Kusuma and M. Kallista, “COLLABORATIVE VENDOR MANAGED INVENTORY MODEL BY USING MULTI AGENT SYSTEM AND CONTINUOUS REVIEW (R, Q) REPLENISHMENT POLICY,” *J. Appl. Eng. Sci.*, vol. 20, no. 1, pp. 254–263, 2022, doi: 10.5937/jaes0-31532.
- [10] D. Oktapriandi and C. Saleh, “Optimasi Biaya Pada Model Vendor Managed Inventory (VMI): Single-Vendor Multi-Retailer Menggunakan Algoritma Genetika.”
- [11] S. H. R. Pasandideh, S. T. A. Niaki, and A. Roozbeh Nia, “An investigation of vendor-managed inventory application in supply chain: The EOQ model with shortage,” *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 49, no. 1–4, pp. 329–339, 2010, doi: 10.1007/s00170-009-2364-5.
- [12] A. A. Taleizadeh, I. Shokr, I. Konstantaras, and M. VafaeiNejad, “Stock replenishment policies for a vendor-managed inventory in a retailing system,” *J. Retail. Consum. Serv.*, vol. 55, no. May, p. 102137, 2020, doi: 10.1016/j.jretconser.2020.102137.
- [13] J. F. Joseph, B. Sundarakani, P. Hosie, and S. Nagarajan, “Analysis of vendor managed inventory practices for greater supply chain performance,” *Int. J. Logist. Econ. Glob.*, vol. 2, no. 4, p. 297, 2010, doi: 10.1504/ijleg.2010.037518.
- [14] D. Buakum and W. Wisittipanich, “A literature review and further research direction in cross-docking,” *Proc. Int. Conf. Ind. Eng. Oper. Manag.*, vol. 2019, no. MAR, pp. 471–481, 2019.
- [15] N. Boysen and M. Fliedner, “Cross dock scheduling: Classification, literature review and research agenda,” *Omega*, vol. 38, no. 6, pp. 413–422, 2010,

doi: 10.1016/j.omega.2009.10.008.

