

**PENGURANGAN BULLWHIP EFFECT PADA RANTAI
PASOK PRODUK GULA PASIR MENGGUNAKAN METODE
COLLABORATIVE PLANNING FORECASTING
REPLANISHMENT**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Strata-1 Program Studi Teknik Industri - Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia**



Nama : Lingsang Jallu Yudistira

No. Mahasiswa : 21522359

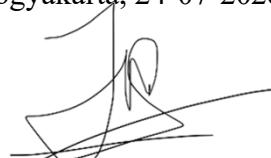
**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2026**

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya mengakui bahwa tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang seluruhnya sudah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 24-07-2026




(Lingsang Jallu Yudistira)
NIM. 21522359

SURAT BUKTI PENELITIAN



PT MADUBARU

PG.PS.MADUKISMO

SURAT KETERANGAN

No. : 1190 /DIR/MB/VI/2026

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa,

Nama : Lingsang Jallu Yudistira
NIM : 21522359

Adalah Mahasiswa Program Study Teknik Industri dari Universitas Islam Indonesia yang telah selesai melaksanakan Kerja Praktik di Bagian Pabrikasi Stasiun Pemurnian PT.Madubaru, pada periode tanggal 1 Februari 2026 s/d 28 Februari 2026. Selanjutnya Kami Memohonkan Surat keterangan Magang Dari PT. Madubaru.

Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 24 Juni 2026
atn Direktur PT Madubaru


Retno Marsriyani
Kasubag. Keuangan Aset

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**PENGURANGAN BULLWHIP EFFECT PADA RANTAI PASOK
PRODUK GULA PASIR MENGGUNAKAN METODE
COLLABORATIVE PLANNING FORECASTING
REPLANISHMENT**

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Lingsang Jallu Yudistira
No. Mahasiswa : 21522359

Yogyakarta, 08 – 07 - 2026

Dosen Pembimbing



(Dr. Qurtubi, S.T., M.T)

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

PENGURANGAN BULLWHIP EFFECT PADA RANTAI PASOK PRODUK GULA PASIR MENGGUNAKAN METODE COLLABORATIVE PLANNING FORECASTING REPLANISHMENT TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Lingsang Jallu Yudistira

No. Mahasiswa : 21522359

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 08 – 07 – 2026

Tim Penguji

Dr. Qurtubi, S.T., M.T

Ketua

Dr. Ir. Yuli Agusti Rochman, S.T., M.Eng.,
IPU.

Anggota I

Putri Dwi Annisa, S.T., M.Sc.

Anggota II

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM.
NIK. 015220101

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini penulis persembahkan kepada Ibu dan kedua adik saya. Tugas akhir dimulai dan diselesaikan dengan doa dan Ibu dan kedua adik saya.

MOTTO

*"Sesungguhnya Allah tidak mengubah keadaan suatu kaum hingga mereka mengubah apa yang ada pada diri mereka sendiri."
(QS. Ar-Ra'd: 11)*

*"No Risk No Everything."
(Nike)*

*"Yang memeluk raga kecilku, yang menyayangi kecilku, yang memeluk jiwa kecilku dan semua-semua aku."
(Nadin Amizah - Kekal)*

KATA PENGANTAR

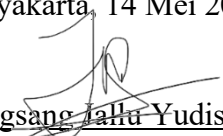
Bismillahirrahmanirrahim

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh Segala puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-NYA, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Shalawat serta salam tidak lupa penulis panjatkan kepada Nabi besar Muhammad SAW yang telah menuntun umat manusia pada jalan kebenaran.

Tugas Akhir ini dikerjakan sebagai salah satu syarat kelulusan pada Program Studi Strata 1 di Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Dengan judul “Pengurangan *Bullwhip Effect* Pada Rantai Pasok Produk Gula Pasir Menggunakan Metode *Collaborative Planning Forecasting Replanishment*”. Penulis berharap karya ini bermanfaat tidak hanya bagi dirinya, namun juga bagi pembaca, Universitas Islam Indonesia, khususnya di Program Studi Teknik Industri, dan juga PT. Madubaru. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang turut membantu dan mendukung di dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, Terutama kepada:

1. Ibu Prof Dr. Sri Kusumadewi, S.Si., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M. Eng.Sc., selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM., selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana, Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Dr. Qurtubi, S.T., M.T selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing, memberikan kesempatan, dan membagikan ilmu yang berguna kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik.
5. Bapak Budi Hidayat, selaku Direktur PT. Madukismo yang telah memberikan kesempatan untuk belajar dan mendapatkan pengalaman yang berharga.
6. Bapak Irwan, Pak Harman, Mas Ahmad selaku mentor yang telah membimbing penulis dan membantu selama proses pengambilan data di PT. Madukismo.
7. Keluarga kecil saya, Ibu Li-Ing, Lovelly Gabriell, Sofi Alya Rahma yang menjadi cinta pertama dan alasan penulis untuk selalu semangat pantang menyerah dalam menyelesaikan proses perkuliahan dan juga doa yang tak hentinya selalu dipanjatkan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik.
8. Kepada teman-teman grup MnM dan Info Madang, Cygnus, Shalwa, Wafiq, Fathan, Dava, Rafly, Bunga, Adji, Wildhan, Aziz, Arvel, Hapis, Bonar, Ibran, Radit, Dhalom, Nabila, Bunda Rince, Ayah Semedi, Pak Shomo, Bu Shomo, Om Jangkung, Tante Yani serta orang-orang baik yang tidak bisa penulis sebutkan semuanya.

Yogyakarta, 14 Mei 2026


Lingsang Jalla Yudistira
 21522359

ABSTRAK

Fenomena *bullwhip effect* dalam rantai pasok produk gula pasir menyebabkan fluktuasi *order* yang lebih besar dibandingkan permintaan aktual, sehingga menimbulkan ketidakseimbangan persediaan, dan risiko *stock out*. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur nilai *bullwhip effect* serta merancang strategi pengurangan melalui penerapan metode *Collaborative Planning, Forecasting, and Replenishment* (CPFR) pada PT Madukismo. Metode penelitian menggunakan data permintaan produk gula pasir periode Januari 2024–November 2025, dengan tahapan analisis meliputi *forecasting*, perhitungan *safety stock*, *reorder point*, *rough-cut capacity planning* (RCCP), dan evaluasi *service level*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai *bullwhip effect* awal cukup tinggi, namun setelah penerapan CPFR terjadi penurunan signifikan dengan tingkat pelayanan mencapai lebih dari 92%. Temuan ini membuktikan bahwa CPFR mampu meningkatkan akurasi peramalan, menstabilkan pola *order*, serta memperbaiki efisiensi rantai pasok perusahaan. Penelitian ini memberikan kontribusi praktis bagi perusahaan dalam mengoptimalkan strategi *replenishment* dan mengurangi risiko ketidakseimbangan persediaan.

Kata Kunci: *Bullwhip Effect*, CPFR, *Supply Chain*, *Forecasting*, *Safety Stock*

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
SURAT BUKTI PENELITIAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iv
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
MOTTO.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
ABSTRAK.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Kajian Literatur	7
2.2 Landasan Teori.....	15
2.2.1 Rantai Pasok	15
2.2.2 Supply Chain Management (Manajemen Rantai Pasok).	15
2.2.3 Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment (CPFR).....	15
2.2.4 Bullwhip Effect.	16
2.2.5 Forecasting.....	17
2.2.6 Safety Stock	19
2.2.7 Rough-Cut Capacity Planning (RCCP)	19
2.2.8 Service Level.....	20
BAB III METODE PENELITIAN.....	21
3.1 Obyek Penelitian	21
3.2 Metode Pengumpulan Data	21
3.2.1 Data Primer.....	21
3.2.2 Data Sekunder.	22
3.3 Pengolahan Data.....	23
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....	26
4.1 Latar Belakang Perusahaan	26
4.1.1 Profil Perusahaan.	26
4.1.2 Sejarah Singkat Perusahaan.	26
4.1.3 Visi dan Misi.....	26
4.1.4 Lokasi Perusahaan.....	27
4.2 Pengumpulan Data.....	27

4.2.1 Data Supply and Demand Produk Gula Kemasan.....	27
4.3 Pengolahan Data.....	29
4.3.1 Bullwhip Effect.....	29
4.3.1.1 Analisis Terjadinya Bullwhip Effect.....	29
4.3.1.2 Perhitungan Bullwhip Effect.....	30
4.3.2 Collaborative Planning, Forecasting, and Replenishment (CPFR).	31
4.3.2.1 Fase Planning.....	31
4.3.2.2 Fase Forecasting.....	32
4.3.2.3 Fase Replenishment.....	37
4.3.3 Nilai Bullwhip Effect Setelah Penerapan CPFR.....	38
4.3.3.1 Koefisien Variansi Demand.....	38
4.3.3.2 Koefisien Variansi Order.....	38
BAB V PEMBAHASAN.....	41
5.1 Analisis Bullwhip Effect.....	41
5.2 Analisis Perancangan Collaborative, Planning, Forecasting, and Replenishment.....	41
5.2.1 Analisis Planning.....	41
5.2.2 Analisis Forecasting.....	41
5.2.2.1 Analisis Safety Stock Produk Setelah Penerapan CPFR.....	42
5.2.2.2 Analisis Rerorder Point Setelah Penerapan CPFR.....	42
5.2.3 Analisis Replenishment.....	43
5.2.3.1 Analisis Rough-Cut Capacity Planning (RCCP).....	43
5.2.3.2 Analisis Service Level.....	44
5.3 Analisis Bullwhip Effect Setelah Penerapan CPFR.....	44
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	46
6.1 Kesimpulan.....	46
6.2 Saran.....	46
6.2.1 Bagi Perusahaan (PT. Madukismo).....	47
6.2.2 Bagi Peneliti Selanjutnya.....	47
DAFTAR PUSTAKA.....	48
LAMPIRAN	A-1

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kajian Literatur.....	13
Tabel 4. 1 Data <i>Supply and Demand</i> Tahun 2024	28
Tabel 4. 2 Data <i>Supply and Demand</i> Tahun 2025	28
Tabel 4. 3 Selisih <i>demand</i> dan <i>orderr</i>	28
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan <i>Bullwhip Effect</i>	31
Tabel 4. 5 <i>Forecasting</i> Terpilih	34
Tabel 4. 6 Hasil Peramalan menggunakan Metode HWA.....	35
Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan <i>Safety Stock</i>	36
Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan RCCP	37
Tabel 4. 9 Data <i>Order</i> Setelah CPFR.....	39
Tabel 4. 10 Hasil Perhitungan <i>Bullwhip Effect</i> Setelah CPFR	40
Tabel 5. 1 Hasil Analisis Perhitungan <i>Safety Stock</i>	42
Tabel 5. 2 Hasil Analisis Perhitungan RCCP	43
Tabel 5. 3 Perbandingan Skenario Solusi RCCP.....	43
Tabel 5. 4 Hasil Analisis <i>Bullwhip Effect</i> Setelah Penerapan CPFR.....	44
Tabel 5. 5 Hasil <i>Overstock</i>	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Tabel Data <i>Supply and Order</i>	2
Gambar 2. 1 Pola Data Musiman	18
Gambar 3. 1 Alur Penelitian	23
Gambar 4. 1 Lokasi Perusahaan	27
Gambar 4. 2 Pola Data Permintaan Produk Gula Kemasan selama 21 Bulan	32
Gambar 4. 3 Hasil <i>Forecasting</i> menggunakan WinQSB	33
Gambar 4. 4 Hasil Grafik <i>Forecasting</i> menggunakan WinQSB	34

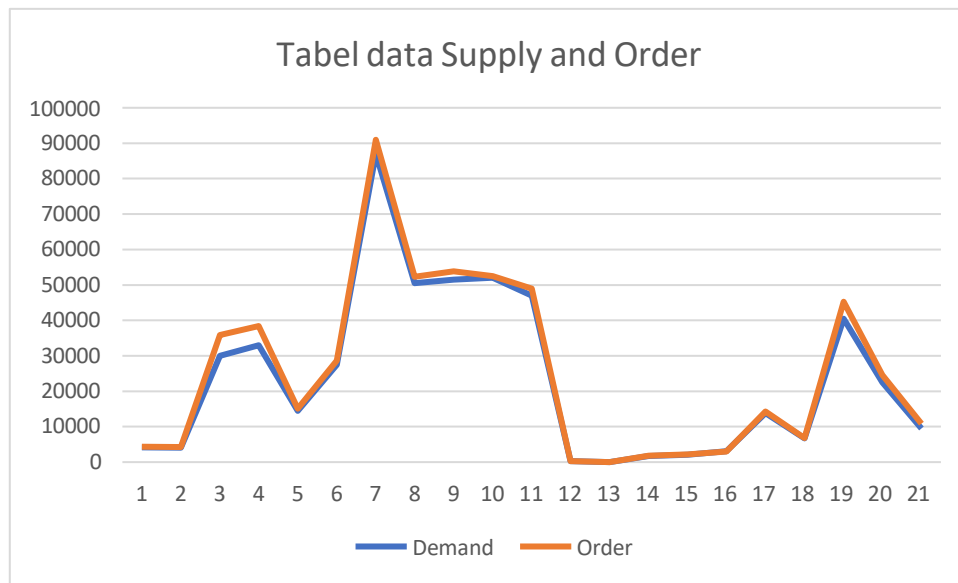
BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan di dunia bisnis semakin hari menjadi semakin pesat. Salah satu faktor yang membuat berkembangnya suatu bisnis adalah integrasi yang baik sebuah manajemen rantai pasok. Manajemen rantai pasok menyangkut aliran barang, informasi, dan uang. Selain itu, manajemen rantai pasok juga menyangkut proses desain perencanaan, produksi, inventori, transportasi, dan retail suatu produk dan jasa, termasuk juga pengelolaan limbah.

Dalam beberapa tahun terakhir, upaya untuk meningkatkan daya saing telah mendorong organisasi untuk menyadari pentingnya pengembangan metode kolaboratif yang efisien dalam rantai pasokan mereka. Inisiatif kolaborasi mendorong tindakan bersama antar mitra dengan tujuan yang sama, termasuk berbagi informasi antara pemasok, produsen, distributor, pengecer, dan mitra rantai pasokan lainnya dalam lingkungan manajemen rantai pasokan. Metode ini menghasilkan kenaikan efisiensi dan efektifitas melalui pengelolaan alur persediaan, pengelolaan jumlah stok, pemesanan ulang barang, mengantisipasi kekurangan stok, peningkatan pengiriman melalui pemangkasan waktu siklus, serta pengurangan risiko.

Kolaborasi memungkinkan peningkatan rantai pasokan dengan respons yang lebih cepat, sehingga menghasilkan efisiensi yang lebih tinggi. Metode kolaboratif yang paling komprehensif dan signifikan adalah *Collaborative Planning, Forecasting, and Replenishment* (CPFR). Model CPFR (*Collaborative planning, forecasting, and replenishment*) antara perusahaan dengan *supplier* dan distributor bersama-sama melakukan peramalan, perencanaan produksi, dan perencanaan pengiriman. Model CPFR memungkinkan pembeli dan penjual saling berkolaborasi dengan mengoreksi, menyesuaikan, mengusulkan harga dan jumlah produk yang akan dibeli dan dijual sehingga mencapai kesepakatan yang menguntungkan kedua belah pihak (Lina Saptaria, 2017).



Gambar 1. 1 Tabel Data *Supply and Order*

Berdasarkan Gambar 1. 1, dapat diketahui bahwa permasalahan pengelolaan persediaan di PT Madubaru PG/PS Madukismo terletak pada fluktuasi permintaan (*demand*) dan pemesanan (*order*) yang cukup tinggi pada setiap periode. Adanya lonjakan permintaan dan pemesanan yang sangat signifikan pada periode ke-7, kemudian mengalami penurunan secara drastis hingga mendekati nol pada periode ke-12 sampai ke-16, sebelum kembali meningkat pada periode ke-19. Selain itu, pada beberapa periode jumlah *order* masih sedikit lebih tinggi dibandingkan *demand*, yang menyatakan bahwa proses pemesanan belum sepenuhnya mencerminkan kebutuhan aktual. Kondisi tersebut berpotensi menyebabkan kelebihan persediaan (*overstock*) yang berdampak pada meningkatnya biaya penyimpanan, maupun kekurangan persediaan (*stockout*) ketika terjadi kenaikan permintaan secara tiba-tiba. Bagi perusahaan gula seperti PT Madubaru PG/PS Madukismo, permasalahan ini dapat memengaruhi kelancaran proses distribusi produk gula, efisiensi biaya operasional, serta tingkat pelayanan kepada pelanggan.

Penelitian Ceha mengembangkan model distribusi kopi ekspor di Jawa Barat yang bertujuan meningkatkan daya saing produk di pasar internasional. Hasil studi menunjukkan bahwa koordinasi antar pelaku rantai pasok dapat menurunkan biaya dan meningkatkan kepuasan pelanggan (CEHA, 2019). Penelitian Siswandi, Wiranatha, dan Hartiati menunjukkan bahwa manajemen rantai pasok yang baik dapat meningkatkan

nilai tambah dan efisiensi operasional. Studi mereka pada kopi Arabika Kintamani di Bali membuktikan bahwa model distribusi yang tepat membantu mempercepat pengiriman produk ke pasar dan membuat proses lebih efisien (Siswandi, 2019). Penelitian Manullang menyoroti pentingnya adaptasi teknologi untuk menghadapi perubahan sosial di desa. Teknologi membantu meningkatkan efisiensi dan mengubah cara kerja masyarakat. Hal ini relevan dalam pengelolaan rantai pasok telur di bidang makanan, yang menggunakan metode CPFR untuk mengatasi berbagai tantangan operasional (Manullang, 2021). Konsep *Collaborative Planning, Forecasting, and Replenishment* (CPFR) hadir sebagai pendekatan strategis yang menyampurkan proses perencanaan, peramalan, dan pengisian kembali stok secara kolaboratif antara mitra bisnis, seperti produsen, distributor, dan pengecer. CPFR bertujuan untuk meningkatkan kejelasan dan sinkronisasi data antar pihak dalam rantai pasok, sehingga keputusan yang diambil lebih akurat dan berbasis data nyata.

Berdasarkan latar belakang diatas, penelitian ini bertujuan untuk menurunkan *overstock* di PT. Madukismo dengan menggunakan *Collaborative Planning, Forecasting, and Replenishment* (CPFR) melalui metode ini, diharapkan perusahaan dapat mengembangkan strategi rantai pasok yang lebih efektif dan efisien untuk permasalahan *overstok* di PT. Madukismo.

1.2 Rumusan Masalah

Berikut merupakan rumusan masalah dalam penelitian ini:

1. Berapa nilai *bullwhip effect* pada produk gula pasir selama bulan Januari 2024 - November 2025?
2. Bagaimana mengurangi *bullwhip effect* pada rantai pasok produk gula pasir menggunakan metode *collaborative planning forecasting replanishment*?
3. Berapa nilai *overstok* setelah penerapan CPFR.

1.3 Tujuan Penelitian

Berikut merupakan tujuan penelitian untuk menjawab rumusan masalah diatas:

1. Mengetahui nilai *bullwhip effect* pada produk gula pasir selama bulan Januari 2024 - November 2025.
2. Melakukan pengurangan *bullwhip effect* pada rantai pasok produk gula pasir menggunakan metode *collaborative, planning, forecasting and replenishment* (CPFR).
3. Mengetahui nilai penurunan *overstock* setelah penerapan CPFR.

1.4 Manfaat Penelitian

Berikut merupakan manfaat penelitian yang dapat bermanfaat bagi perguruan tinggi, perusahaan dan peneliti, antara lain:

1. Bagi Perguruan Tinggi
 - a. Penelitian ini dapat memperkaya keilmuan di bidang Teknik Industri terutama di bagian *Supply Chain Management*.
 - b. Membangun hubungan kerja dengan perusahaan untuk mendukung kegiatan akademik dan penelitian.
 - c. Menciptakan lulusan siap kerja dan memperkuat citra perguruan tinggi.
2. Bagi Perusahaan
 - a. Perusahaan mendapatkan rancangan mengenai *Collaborative Planning, Forecasting, and Replenishment* (CPFR) dan potensi untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas rantai pasok.
 - b. Mahasiswa dapat membantu sebagai tenaga kerja tambahan yang terlatih.
 - c. Perusahaan memiliki kesempatan untuk mengevaluasi kinerja mahasiswa dan mempertimbangkan mereka sebagai calon tenaga kerja potensial di masa depan.
3. Bagi Mahasiswa
 - a. Mahasiswa mendapatkan kesempatan untuk mengaplikasikan teori yang dipelajari selama perkuliahan.
 - b. Mahasiswa dapat mengembangkan keterampilan teknis dalam analisis *Supply chain*.
 - c. Mahasiswa memperoleh pemahaman lebih mendalam tentang tantangan nyata dalam operasional perusahaan.

1.5 Batasan Penelitian

Berikut merupakan batasan-batasan yang ada di penelitian ini, antara lain:

1. Penelitian ini dilaksanakan di PT. Madukismo pada bagian logistik dan gudang produk jadi.
2. Penelitian ini menggunakan data permintaan produk gula satu tahun terakhir.
3. Penelitian ini menggunakan metode *bullwhip effect* dan CPFR.

1.6 Sistematika Penulisan

Berikut merupakan sistematika penulisan yang terdapat pada penelitian ini, antara lain:

BAB I

PENDAHULUAN

Bab pendahuluan merupakan bab yang membahas latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan dan sistematika penelitian yang menjadi dasar dalam menentukan arah penulisan laporan Tugas Akhir ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Bab Tinjauan Pustaka merupakan bab yang memuat teori-teori dasar yang relevan, seperti konsep *Collaborative Planning, Forecasting, and Replenishment* (CPFR). Selain itu, bab ini juga mengulas berbagai penelitian terdahulu yang mendukung metode dan pendekatan yang digunakan. Informasi ini memberikan landasan teoritis yang kuat bagi penelitian.

BAB III

METODE PENELITIAN

Bab Metode Penelitian merupakan bab yang menguraikan langkah-langkah yang diambil untuk melaksanakan penelitian ini. Bab ini meliputi metode pengumpulan data dan analisis data menggunakan metode CPFR.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab Pengumpulan dan Pengolahan Data merupakan bab yang membahas data yang telah diperoleh dari perusahaan, seperti data permintaan produk. Setelah itu dianalisis menggunakan pendekatan CPFR. Hasil pengolahan data ini menjadi dasar untuk menentukan tindakan yang digunakan untuk rantai pasok perusahaan.

BAB V

PEMBAHASAN

Bab Pembahasan merupakan bab yang membahas mengenai hasil pengolahan data, hubungan temuan dengan tujuan penelitian, dan mengevaluasi efektivitas metode yang digunakan. Diskusi yang mendalam dilakukan untuk menjawab rumusan masalah yang telah dirumuskan sebelumnya.

BAB VI

PENUTUP

Bab Penutup merupakan bab yang menyajikan kesimpulan dari seluruh penelitian dan memberikan saran yang dapat diimplementasikan di dunia industri atau menjadi dasar untuk penelitian lebih lanjut. Kesimpulan dirangkum berdasarkan analisis dan pembahasan, sementara saran disusun dengan memperhatikan tantangan dan peluang yang ada.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Literatur

Dibawah ini merupakan 15 artikel penelitian untuk mengatur stok gudang. peneliti yang menggunakan metode CPFR yaitu Su (2016), Silva (2024), Nurhasanah (2020), Demiray (2016), Nunung (2020), Jia (2016), Makarius (2017), Zhang (2022), Hemant (2022), Yu (2017), dan Hill (2018). Sedangkan peneliti yang menggunakan metode CPFR dan *bullwhip effect* yaitu Liu (2021), Panahifar (2015), Li (2015), Alftan (2015). Berikut penjelasannya:

Penelitian Su (2016) mengembangkan model inventori terintegrasi dua-echelon antara vendor dan pembeli untuk mengatasi tantangan dalam rantai pasok produk dengan produksi tidak sempurna. Studi ini menyoroti masalah produk cacat yang dikembalikan ke vendor dan belum tentu dapat diperbaiki sepenuhnya, sehingga berdampak pada biaya operasional. Dengan memanfaatkan regresi linier untuk estimasi permintaan dan mempertimbangkan berbagai komponen biaya termasuk produksi, daur ulang, penyimpanan, dan pemesanan. penelitian ini merancang strategi pengadaan yang optimal. Hasilnya menunjukkan bahwa waktu siklus pembeli sebesar 0,273 tahun dan siklus vendor sebesar 1,636 tahun menghasilkan biaya total minimum sebesar \$201,204.14, serta menegaskan pentingnya analisis sensitivitas terhadap variabel-variabel seperti persentase cacat dan frekuensi *replenishment* untuk efisiensi rantai pasok.

Penelitian Silva (2024) mengusulkan roadmap komprehensif untuk mengintegrasikan teknologi digital *Industry 4.0* ke dalam model dasar *Collaborative Planning, Forecasting, and Replenishment* (CPFR). Studi ini dilatarbelakangi oleh tantangan kolaborasi dalam *supply chain*, seperti keterbatasan kepercayaan dan komitmen antar mitra. Dengan menganalisis 25 literatur menggunakan metode PRISMA, penelitian ini mengidentifikasi tujuh teknologi utama termasuk *blockchain*, *big data*, *artificial intelligence*, *cloud computing*, dan *Internet of Things* yang dapat memperkuat tiap tahapan CPFR. Hasilnya adalah peta strategis yang menghubungkan setiap sub-tahapan CPFR dengan teknologi digital yang relevan, memungkinkan perusahaan untuk meningkatkan akurasi peramalan, efisiensi pengisian ulang, dan transparansi informasi antar mitra *supply chain*. Roadmap ini

diharapkan menjadi panduan implementasi teknologi serta basis studi lanjutan untuk penguatan kolaborasi berbasis digital.

Penelitian Nurhasanah (2020) merancang model rantai pasok untuk agroindustri serat alam kenaf guna menjawab ketimpangan pasokan serat alami di Indonesia, di mana hanya 9,62% dari permintaan kenaf domestik yang dapat dipenuhi. Studi ini mengembangkan tiga sub-model utama yaitu pengisian ulang kolaboratif, perencanaan produksi dan inventori terintegrasi, serta peningkatan kinerja *supply chain*. Dengan mengadopsi pendekatan seperti *supply chain analytics*, CPFR, *particle swarm optimization*, dan *Value Chain Operation Reference*, penelitian ini menggabungkan aspek teknis dengan konsep Industri 4.0 melalui penerapan *Internet of Things*, *sensor*, dan *image processing* dalam produksi serat kenaf kering. Indikator keberhasilan meliputi efisiensi dan efektivitas supply chain, peningkatan kepuasan antar pelaku, optimalisasi level dan meminimalkan biaya inventori, serta pemanfaatan aplikasi berbasis web NFISCA sebagai sistem pendukung keputusan rantai pasok kenaf.

Penelitian Liu (2021) melakukan analisis kritis terhadap desain rantai pasok kolaboratif yang diterapkan oleh BMW dalam industri otomotif global. Studi ini melihat hubungan antara gudang, pasar, dan pemasok, serta keterkaitan antara sistem inventori dan peramalan permintaan. Dengan mencampur pendekatan CPFR, BMW mengintegrasikan berbagai elemen strategis seperti pengaruh pelanggan, pameran penjualan, dan promosi melalui media film untuk meningkatkan akurasi perencanaan dan respons rantai pasok. Tiga metode yang digunakan meliputi *demand-forecasting warehousing*, *supplier-facing warehousing*, dan *value-adding supply chain management*. Pendekatan ini menunjukkan bagaimana CPFR dapat dioptimalkan untuk menciptakan nilai tambah melalui kolaborasi lintas fungsi dan pemanfaatan data pasar secara real-time. Indikator keberhasilan mencakup peningkatan efisiensi operasional, pengurangan ketidakpastian permintaan, serta penguatan hubungan antara mitra bisnis dalam ekosistem rantai pasok otomotif.

Penelitian Demiray (2016) menekankan pentingnya kolaborasi dalam rantai pasok telah diakui sebagai kunci untuk mencapai keunggulan kompetitif di pasar global. Namun, implementasinya sering kali terhambat oleh pendekatan tradisional industri ritel yang cenderung abstrak, kualitatif, dan kurang fleksibel. Untuk menjawab tantangan tersebut, *Voluntary Interindustry Commerce and Standards Committee* (VICS) memperkenalkan

metode *Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment* (CPFR) sebagai kerangka kerja terstruktur yang dapat diterapkan lintas industri. Penelitian ini mengembangkan roadmap CPFR secara holistik dan aplikatif, yang tidak hanya relevan bagi akademisi tetapi juga praktisi supply chain. Studi kasus nyata antara perusahaan pemasok otomotif dan pelanggan aftermarket-nya menunjukkan bagaimana roadmap CPFR dapat meningkatkan kinerja kolaboratif melalui indikator-indikator utama, serta memberikan gambaran praktis mengenai efektivitas penerapannya dalam lingkungan bisnis yang dinamis.

Penelitian Panahifar (2015) mengkaji tantangan implementasi *Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment* (CPFR) dalam manajemen rantai pasok global, khususnya pada sektor otomotif. Meskipun CPFR diakui memiliki potensi besar dalam meningkatkan kolaborasi antar pelaku *supply chain*, tingkat adopsinya masih lebih rendah dari yang diharapkan. Studi ini mengidentifikasi bahwa kompleksitas dan kesulitan dalam mengubah praktik bisnis yang telah mapan menjadi faktor utama penghambat penerapan CPFR. Untuk mengatasi hal tersebut, penelitian ini merancang pendekatan hibrid yang menggabungkan metode *fuzzy extended analytical hierarchy process* dan *interpretive structural modeling* guna mengidentifikasi dan memetakan *enabler* paling berpengaruh dalam implementasi CPFR. Model ini dikembangkan berdasarkan kesenjangan yang ditemukan di sektor otomotif dan didukung oleh opini para ahli dari dua kelompok industri melalui serangkaian lokakarya. Hasilnya menunjukkan bahwa pemahaman terhadap hubungan antar enabler sangat penting untuk menciptakan strategi implementasi CPFR yang efektif dan berkelanjutan.

Penelitian Nunung (2020) melakukan kajian literatur terhadap desain rantai pasok cerdas (*intelligent supply chain*) dalam agroindustri serat alam, dengan fokus pada integrasi teknologi dan kolaborasi antar pemangku kepentingan. Studi ini menyoroti pentingnya pengelolaan rantai pasok yang efektif dan kolaboratif dari hulu ke hilir, mengingat kompleksitas aliran informasi dan material dalam industri serat alam. Dengan mengadopsi pendekatan CPFR, *Internet of Things* (IoT), *Big Data*, dan algoritma seperti *Particle Swarm Optimization* (PSO) serta *Genetic Algorithm* (GA), penelitian ini merancang model rantai pasok cerdas yang mampu meningkatkan efisiensi produksi, akurasi peramalan, dan pengendalian inventori. Lima aspek utama yang diidentifikasi meliputi *supply chain analytics*, *value chain*, kinerja, kolaborasi, dan sistem pendukung keputusan. Studi ini juga menekankan pentingnya pemetaan *enabler* dalam implementasi CPFR dan pengembangan

platform digital berbasis web (NFISCA) sebagai alat bantu pengambilan keputusan. Indikator keberhasilan mencakup peningkatan efisiensi operasional, optimalisasi level persediaan, serta kepuasan antar pelaku dalam ekosistem rantai pasok agroindustri serat alam.

Penelitian Jia (2016) mengembangkan protokol negosiasi untuk meningkatkan koordinasi perencanaan dalam rantai pasok berbasis transportasi, khususnya antara produsen dan operator logistik pihak ketiga. Studi ini menyoroti keterbatasan pendekatan kolaboratif tradisional seperti CPFR yang masih bergantung pada proses manual dan belum sepenuhnya otomatis, sehingga kurang mampu menjaga kepentingan masing-masing pihak dalam rantai pasok. Dengan merancang solusi perencanaan berbasis insentif yang bersifat *win-win*, penelitian ini menawarkan fleksibilitas bagi operator transportasi sekaligus mendorong produsen untuk mengadopsi rencana tersebut. Protokol negosiasi yang terdesentralisasi ini memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih adaptif dan kolaboratif, serta memperkuat koordinasi antar pelaku dalam ekosistem logistik. Indikator keberhasilan mencakup peningkatan kinerja pengiriman, efisiensi operasional, dan penerapan prinsip koordinasi multi-operator transportasi secara simultan.

Penelitian Makarius (2017) menyoroti pentingnya mengatasi kesenjangan kompetensi talenta yang dibutuhkan perusahaan melalui pendekatan kolaboratif berbasis manajemen rantai pasok talenta (*Talent Supply Chain Management* atau TSCM). Studi ini mengintegrasikan prinsip CPFR (*Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment*) ke dalam pengelolaan talenta untuk menyelaraskan pengembangan dan aliran tenaga kerja dengan kebutuhan organisasi secara dinamis. Ketidakpastian dalam proses suplai dan permintaan tenaga kerja menjadi tantangan utama yang diidentifikasi, sehingga pendekatan CPFR digunakan untuk merancang strategi holistik yang mampu meningkatkan efisiensi dan ketepatan perencanaan sumber daya manusia. Penelitian ini juga menekankan pentingnya membangun hubungan yang lebih erat antara perusahaan dan penyedia talenta, dengan indikator keberhasilan meliputi peningkatan kepuasan tenaga kerja, peningkatan performa organisasi, serta terciptanya ekosistem kolaboratif yang mendukung keberlanjutan kompetensi di dunia industri.

Penelitian Zhang (2022) mengkaji mekanisme peningkatan konsensus dalam berbagi informasi antara produsen dominan dan mitra pengecer dalam sistem CPFR (*Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment*). Studi ini menggunakan pendekatan

Organizational Information Processing Theory (OIPT) untuk menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi kesepakatan informasi, seperti kapabilitas teknologi informasi (TI), kepercayaan berbasis niat baik (*goodwill trust*), dan kepercayaan berbasis kompetensi (*competence trust*). Melalui survei terstruktur terhadap 253 pasangan produsen-pengecer, penelitian ini mengoperasionalkan konsensus berbagi informasi menggunakan model *Degree-Symmetric Model* (DSM). Hasil empiris menunjukkan bahwa kapabilitas TI dan kepercayaan kompetensi memiliki hubungan positif terhadap konsensus, sementara interaksi antara kapabilitas TI dan kepercayaan niat baik justru menunjukkan dampak negatif. Indikator keberhasilan dalam studi ini mencakup peningkatan keselarasan kognitif antar mitra, penguatan saluran informasi yang berkelanjutan, serta optimalisasi kolaborasi dalam ekosistem rantai pasok berbasis CPFR.

Penelitian Li (2015) mengembangkan model evaluasi dan seleksi distributor berbasis metode *Intuitionistic Fuzzy-TODIM* dalam konteks proses CPFR (*Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment*). Studi ini menekankan peran distributor sebagai penghubung utama antara produsen dan pelanggan, yang berfungsi sebagai pusat informasi pemasaran dan penentu kepuasan pelanggan dalam rantai pasok. Dengan menggabungkan teori prospek dan pendekatan *fuzzy*, model ini mempertimbangkan ketidakpastian data serta preferensi psikologis pengambil keputusan, seperti kecenderungan menghindari risiko. Sistem indikator evaluasi distributor dirancang berdasarkan enam kategori utama, mencakup kemampuan bisnis inti dan kemampuan pengembangan kolaboratif, seperti keuangan, logistik, layanan pelanggan, informatika, dan niat kerja sama. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pendekatan IF-TODIM mampu meningkatkan objektivitas dan efektivitas dalam pemilihan mitra distributor, memperkuat koordinasi rantai pasok, serta meminimalkan risiko operasional bagi produsen dalam ekosistem CPFR.

Penelitian Hemant (2022) mengkaji pemodelan kausal terhadap faktor-faktor pendorong implementasi *Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment* (CPFR) dalam membangun ketahanan rantai pasok manufaktur. Studi ini menyoroti pentingnya kolaborasi dan peningkatan visibilitas informasi sebagai kunci untuk mencapai ketahanan dan fleksibilitas dalam menghadapi gangguan rantai pasok, khususnya di era pasca-COVID-19. Dengan menggunakan pendekatan *Interpretive Structural Modeling* (ISM), penelitian ini mengidentifikasi dan mengelompokkan 31 *enabler* CPFR ke dalam empat kategori utama:

faktor teknologi dan non-teknologi, baik dalam organisasi maupun antar organisasi. *Enabler* seperti kapabilitas teknologi, akurasi informasi, dukungan manajemen senior, dan kesesuaian budaya kolaboratif ditemukan memiliki pengaruh kausal yang signifikan terhadap keberhasilan implementasi CPFR. Hasil studi ini memberikan panduan strategis bagi perusahaan manufaktur untuk memfokuskan perhatian pada *enabler* yang paling berpengaruh, guna mengurangi kerentanan dan meningkatkan kemampuan adaptif serta ketahanan rantai pasok secara menyeluruh.

Penelitian Alftan (2015) mengembangkan model perencanaan pengisian ulang berbasis kolaborasi dalam rantai pasok grosir, khususnya untuk sektor ritel bahan makanan. Studi ini merancang pendekatan *Collaborative Buyer-Managed Forecasting* (CBMF) sebagai solusi proaktif dalam menghadapi fluktuasi permintaan yang tidak terduga. Dengan mengintegrasikan peramalan terpusat dan kolaborasi erat antara grosir dan pemasok, CBMF memungkinkan peningkatan responsivitas terhadap dinamika pasar serta pengelolaan pengecualian secara lebih efisien. Model ini memanfaatkan platform berbagi informasi dalam kerangka kerja kolaboratif yang terintegrasi, sehingga mendukung ketersediaan produk dan stabilitas operasional di jaringan ritel. Indikator keberhasilan mencakup peningkatan efektivitas manajemen pengecualian, penguatan hubungan antar mitra bisnis, serta pengembangan pendekatan baru dalam pengelolaan permintaan sektor grosir secara adaptif dan terstruktur.

Penelitian Yu (2017) mengembangkan model simulasi multi-agen untuk mengevaluasi dampak komputasi awan terhadap tingkat layanan dan kolaborasi dalam rantai pasok. Studi ini mengidentifikasi tiga tingkat kolaborasi yang difasilitasi oleh teknologi *cloud*, yaitu sentralisasi informasi, pengelolaan inventori oleh vendor dan program pengisian ulang berkelanjutan, serta perencanaan, peramalan, dan pengisian kembali berbasis *Business Intelligence* (BI-CPFR). Hasil simulasi menunjukkan bahwa pendekatan BI-CPFR memberikan peningkatan paling signifikan terhadap kualitas layanan dibandingkan dua model lainnya. Dengan memanfaatkan *cloud*, perusahaan dapat memperkuat integrasi data, meningkatkan akurasi peramalan, dan mempercepat respons terhadap dinamika pasar. Indikator keberhasilan mencakup peningkatan efisiensi operasional, optimalisasi pengisian ulang, serta penguatan kolaborasi antar mitra bisnis dalam ekosistem rantai pasok berbasis *cloud*.

Penelitian Hill (2018) melakukan evaluasi empiris terhadap dampak implementasi *Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment* (CPFR) terhadap kinerja perusahaan dalam konteks rantai pasok. Studi ini menyoroti bagaimana CPFR dapat meningkatkan koordinasi antar fungsi melalui integrasi peramalan permintaan, pengelolaan inventori, perencanaan produksi dan pengisian ulang, serta pemenuhan pesanan. Dengan menggunakan metode *event study* dan data dari COMPUSTAT, penelitian ini membandingkan kinerja perusahaan yang telah mengadopsi CPFR dengan yang belum, dan menemukan bahwa perusahaan yang menerapkan CPFR menunjukkan peningkatan signifikan dalam performa operasional dan finansial. Pendekatan ini menunjukkan bahwa CPFR tidak hanya memperkuat akurasi perencanaan, tetapi juga menciptakan nilai tambah melalui kolaborasi strategis dan pengambilan keputusan berbasis data. Indikator keberhasilan mencakup efisiensi biaya, peningkatan layanan pelanggan, serta penguatan hubungan antar mitra bisnis dalam ekosistem rantai pasok manufaktur.

Kesimpulan dari kajian ini menunjukkan bahwa penerapan metode *Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment* (CPFR) dapat dioptimalkan untuk menciptakan nilai tambah melalui kolaborasi lintas fungsi dan pemanfaatan data pasar secara real-time. Indikator keberhasilan mencakup peningkatan efisiensi operasional, pengurangan ketidakpastian permintaan, serta penguatan hubungan antara mitra bisnis dalam ekosistem rantai pasok.

Tabel 2. 1 Kajian Literatur

Penulis	Obyek (Industri)		Data		Metode	
	Teknologi	Manufaktur	Data Permintaan	Data Kolaborasi	CPFR	Bullwhip Effect
(Su, Y, & T, 2016)	√		√	√	√	
(Silva, Baierle, & Gomes, 2024)	√					√
(Nurhasanah, Machfud, & Mangunwidjaja, 2020)	√		√	√	√	

Penulis	Obyek (Industri)		Data		Metode	
	Teknologi	Manufaktur	Data Permintaan	Data Kolaborasi	CPFR	Bullwhip Effect
(Liu & Liu, 2021)	√		√	√	√	√
(Demiray & Akay, 2016)	√		√	√	√	
(Panahifar, Byrne, & Heavy, 2015)	√		√	√	√	√
(Nurhasanah, Machfud, & D, 2020)	√		√	√	√	
(Jia, Deschamps, & Dupas, 2016)		√			√	
(Makarius & Srinivason, 2017)		√			√	
(Zhang, Liu, & Cai, 2022)	√		√	√	√	
(Li, C, & L, 2015)		√	√	√	√	√
(Hemant, Rajesh, & Daultani, 2022)		√	√	√	√	
(Alftan, Kaipia, & Loikkanen, 2015)		√	√	√	√	√
(Yu, Cao, & Schniederjans, 2017)	√				√	
(Hill, Zhang, & Miller, 2018)		√			√	
Penelitian ini		√	√		√	√

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Rantai Pasok.

Rantai pasokan adalah jaringan perusahaan yang bekerja sama untuk membuat dan mengirimkan produk ke pengguna akhir. Definisi lain dari rantai pasokan adalah kumpulan perusahaan yang membuat produk dan layanan jadi tersedia bagi konsumen, termasuk semua fungsi yang mungkin seperti produksi, suplai, dan daur ulang bahan, komponen, produk jadi, dan layanan (Indra Dwi Febryanto 1), 2020).

2.2.2 Supply Chain Management (Manajemen Rantai Pasok).

Manajemen rantai pasokan adalah serangkaian pendekatan yang diterapkan untuk mengintegrasikan pemasok, pengusaha, gudang, dan gudang lainnya secara efisien. Manajemen rantai pasokan juga didefinisikan sebagai merancang, merencanakan, melaksanakan (menerapkan), mengendalikan dan memantau aktivitas rantai pasokan untuk tujuan menciptakan kekayaan bersih, membangun infrastruktur yang kompetitif, memanfaatkan logistik secara global, menyinkronkan permintaan dan pasokan, serta pengukuran kinerja global (Handayani et al., 2022).

2.2.3 Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment (CPFR).

Metode CPFR (*Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment*). CPFR merupakan model pelaksanaan bisnis dengan *supplier* dan perusahaan berkolaborasi dalam perencanaan dan peramalan permintaan yang bertujuan untuk memastikan anggota-anggota dalam rantai pasok mendapat jumlah yang benar pada bahan baku, barang jadi pada saat mereka butuhkan. Pendekatan ini bertujuan untuk meningkatkan integrasi *supply chain* (rantai pasok) dengan mendukung dan membantu praktik bersama (Kaswanda, 2025). CPFR adalah praktik terbaik industri yang berfokus pada peningkatan kolaborasi eksternal antara pemasok dan pengecer dengan mengimplementasikan peramalan dalam jangka waktu tertentu dan perencanaan multilevel *inventory* untuk menghasilkan rencana *supply chain* yang terintegrasi (Kusumawati, 2023).

CPFR adalah meminimalisir sebuah perbedaan antara ramalan yang dibuat oleh pelaku suatu supply chain, model CPFR disesuaikan dengan jaringan distribusi kemudian secara bersama-sama menentukan kebijakan replenishment. Pada penerapannya, masing-masing

pelaku (misalnya distributor dan retail) akan membuat ramalan secara terpisah. Kedua ramalan kemudian dibandingkan. Apabila selisih ramalan di atas suatu batas tertentu, keduanya harus melakukan *review* terhadap angka-angka ramalan mereka sampai akhirnya diperoleh angka-angka yang selisihnya di bawah batas tadi. CPFR secara konseptual memang sederhana namun, penerapannya rumit karna membutuhkan penukaran banyak data. Pada industri ritel (dimana ritel sebagai pembeli dan pabrik sebagai penjual). Tiga kegiatan utama yang membentuk CPFR adalah *Planning*, *Forecasting*, dan *Replenishment*, setiap kegiatan melibatkan beberapa langkah (Li L. , 2007).

1. *Planning*

Tahap perencanaan dimulai dengan kontrak yang merinci tanggung jawab perusahaan-perusahaan yang akan berkolaborasi dalam menyediakan produk yang tepat bagi pelanggan. Ketentuan kontrak harus dinegosiasikan terlebih dahulu. Setelah itu, dibuat rencana bisnis bersama yang mencakup manajemen permintaan, promosi penjualan, jumlah produksi, waktu produksi, serta tingkat persediaan.

2. *Forecasting*

Pertama, permintaan pelanggan diprediksi untuk semua perusahaan yang terlibat. Perbedaan dalam perkiraan permintaan antar perusahaan kemudian diidentifikasi dan diselesaikan. Akhirnya, dibuat ramalan penjualan yang layak untuk semua perusahaan yang berpartisipasi.

3. *Replenishment*

Pesanan untuk semua perusahaan yang terlibat diperkirakan. Perbedaan antar perusahaan diidentifikasi dan diselesaikan. Akhirnya, jadwal produksi dan pengiriman yang efisien dikembangkan. Pesanan kemudian dipenuhi sesuai rencana.

2.2.4 Bullwhip Effect.

Bullwhip effect merupakan fenomena pada *supply chain*, terjadinya perbedaan jumlah permintaan pada setiap periode, baik permintaan bertambah banyak atau sebaliknya permintaan berkurang, sehingga berpengaruh pada setiap tingkatan *supply chain*. sering terjadinya selisih antara jumlah penjualan dan jumlah permintaan menyebabkan perusahaan kelebihan persediaan produk, atau sebaliknya perusahaan kekurangan

persediaan produk. Selisih permintaan dan penjualan inilah yang disebut sebagai *bullwhip effect*. *Bullwhip effect* tentunya sangat merugikan perusahaan karena terjadi penambahan biaya persediaan. Jika nilai *bullwhip effect* lebih besar sama dengan satu, berarti terjadi amplifikasi permintaan pada produk (Qadafi, 2022).

Untuk pengukuran *Bullwhip Effect*, menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$CV (demand) = \frac{\alpha (demand)}{\mu (demand)} \quad (2.1)$$

$$CV (order) = \frac{\alpha (order)}{\mu (order)} \quad (2.2)$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{\sum (Xi \dots Xn)^2}}{n - 1} \quad (2.3)$$

$$\mu = \frac{\sum xi}{n} \quad (2.4)$$

$$BE = \frac{CV (order)}{CV (demand)} \quad (2.5)$$

Keterangan:

BE	: <i>Bullwhip Effect</i>
α	: Standar Deviasi
μ	: Rata-rata
CV (Demand)	: Koefisien Variasi Permintaan
CV (Order)	: Koefisien Variasi Pesan
X_i	: Data ke-i
N	: Banyak Data

2.2.5 Forecasting.

Peramalan adalah alat perencanaan yang dirancang untuk membantu manajemen memenuhi ketidakpastian masa depan berdasarkan data sebelumnya dan analisis tren. Hal ini dianggap penting dan merupakan informasi dasar yang diperlukan dalam perencanaan bisnis yang merupakan tulang punggung operasi suatu *industry* yang efektif. Peramalan (*forecasting*) adalah ilmu untuk memperkirakan kejadian di masa depan dengan melihat kondisi aktual sebelumnya (*time series*). Bentuk pola deret waktu dibagi menjadi 4 pola data (Wardana, 2024)

1. Pola Data *Horizontal*

Bentuk data horizontal yaitu pola data fluktuatif tetapi data tersebut disekitaran *mean* atau rata-rata hitung.

2. Pola Data *Trend*

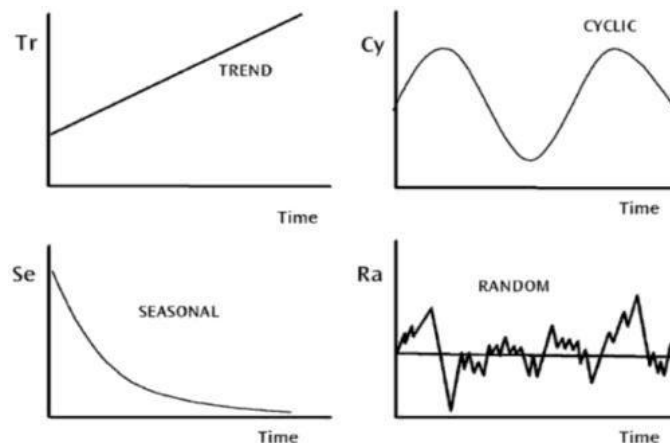
Pola data *trend* merupakan pola data yang fluktuatif dengan terus mengalami peningkatan.

3. Pola Data Siklis

Pola data siklis merupakan pola data yang fluktuatif dengan terjadinya nilai maksimum dan minimum dalam periode tertentu menyerupai gelombang satu periode.

4. Pola Data Musiman

Pola data musiman merupakan pola data yang mengalami fluktuatif yang sangat tajam perbedaannya dalam periode tertentu.



Gambar 2. 1 Pola Data Musiman

Kata peramalan digunakan dalam berbagai cara untuk memberikan perbedaan antara peramalan (pernyataan probabilistik hasil masa depan dengan model), prediksi (pernyataan tentang hasil masa depan berdasarkan logika), proyeksi (hasil masa depan berdasarkan skenario) dan prognosis (penilaian subjektif keadaan masa depan). Peramalan juga dapat diartikan sebagai seni dan ilmu untuk memperkirakan kejadian pada masa yang akan datang, sedangkan aktivitas peramalan adalah suatu fungsi bisnis

yang berusaha memperkirakan penjualan atau penggunaan suatu produk sehingga produk-produk itu dapat dibuat dalam kuantitas yang tepat (Utami et al., 2024).

2.2.6 *Safety Stock*.

Safety stock adalah persediaan yang disimpan sebagai pengaman dari proses produksi perusahaan. Persediaan pengaman dibutuhkan karena dalam realitasnya jumlah bahan baku yang diperlukan untuk proses produksi tidak selalu tepat seperti yang di rencanakan. Perhitungan *safety stock* adalah sebagai berikut (Qadafi, 2022):

$$Ss = \sigma_D \cdot Z \sqrt{LT} \quad (2.6)$$

Keterangan:

- Ss : *Safety Stock*
 Z : Tingkat *service level* yang diinginkan
 LT : *Lead Time*
 σ_D : *Standar deviasi* atau pemakaian rata-rata (s)

2.2.7 *Rough-Cut Capacity Planning (RCCP)*.

Rough-Cut Capacity Planning menjelaskan mengenai kebutuhan kapasitas secara kasar dan membandingkannya dengan kapasitas yang ada. Kapasitas yang ada dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$CA = d \times e \times f \quad (2.7)$$

Keterangan:

- CA : *Capacity available* (jam)
 d : Jumlah hari kerja/bulan (hari)
 e : Jumlah hari kerja/hari (jam)
 f : Jumlah mesin produksi yang tersedia (unit)

Kapasitas yang diperlukan bisa dihitung menggunakan rumus berikut:

$$CR = a + (b + c) \quad (2.8)$$

Keterangan:

- CR : *Capacity requirement* (jam)
 a : Waktu *setup* (jam)

- b : Hasil Peramalan (unit)
 c : Waktu operasi (jam/unit)

2.2.8 Service Level.

Service level atau tingkat pelayanan adalah suatu metode yang berguna untuk menilai kinerja dari manajemen persediaan dan juga manajemen gudang. *Service level* dinyatakan dalam satuan persen, jika semakin mendekati nilai 100%, berarti kebutuhan produk dapat terpenuhi dengan sangat baik. Nilai *service level* dapat diperoleh dengan menggunakan rumus berikut:

$$Service\ level = \frac{Jumlah\ Permintaan\ Terpenuhi}{nTotal\ Permintaan} \times 100\% \quad (2.9)$$

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Obyek Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. Madukismo yang bergerak dibidang pembuatan produk berbahan dasar tebu seperti gula pasir, tetes madu dan lain sebagainya. Obyek penelitian ini adalah gudang logistik di PT. Madukismo. Perusahaan ini berada di Jl. Madukismo Tirtonirmolo, Kec. Kasihan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia.

3.2 Metode Pengumpulan Data

Tahap metode pengumpulan data merupakan tahap yang mengumpulkan data – data yang akan dibutuhkan dengan permasalahan yang terjadi. Penelitian ini membutuhkan data yang akurat agar dapat mencapai tujuan penelitian yang sesuai. Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder, yang mana data primer merupakan data yang didapat melalui observasi dan wawancara dengan operator kerja. Sedangkan data sekunder merupakan data yang didapat melalui catatan dari perusahaan. Berikut merupakan penjelasan mengenai kedua jenis data tersebut:

3.2.1 Data Primer.

Data Primer diperoleh berdasarkan obyek yang diteliti diantara lain data permintaan dan data penawaran, yang didapatkan dengan menanyakan kepada sumber yang memberikan informasi. Berikut merupakan metode yang digunakan dalam pengumpulan data primer, antara lain:

a. Wawancara

Data dikumpulkan melalui wawancara langsung dengan ahli atau *expert* dibidang rantai pasok (*Supply Chain*) dan kepala gudang pada PT. Madukismo. Tujuan wawancara adalah untuk mendapatkan informasi terkait rantai pasok dan data logistik.

b. Observasi

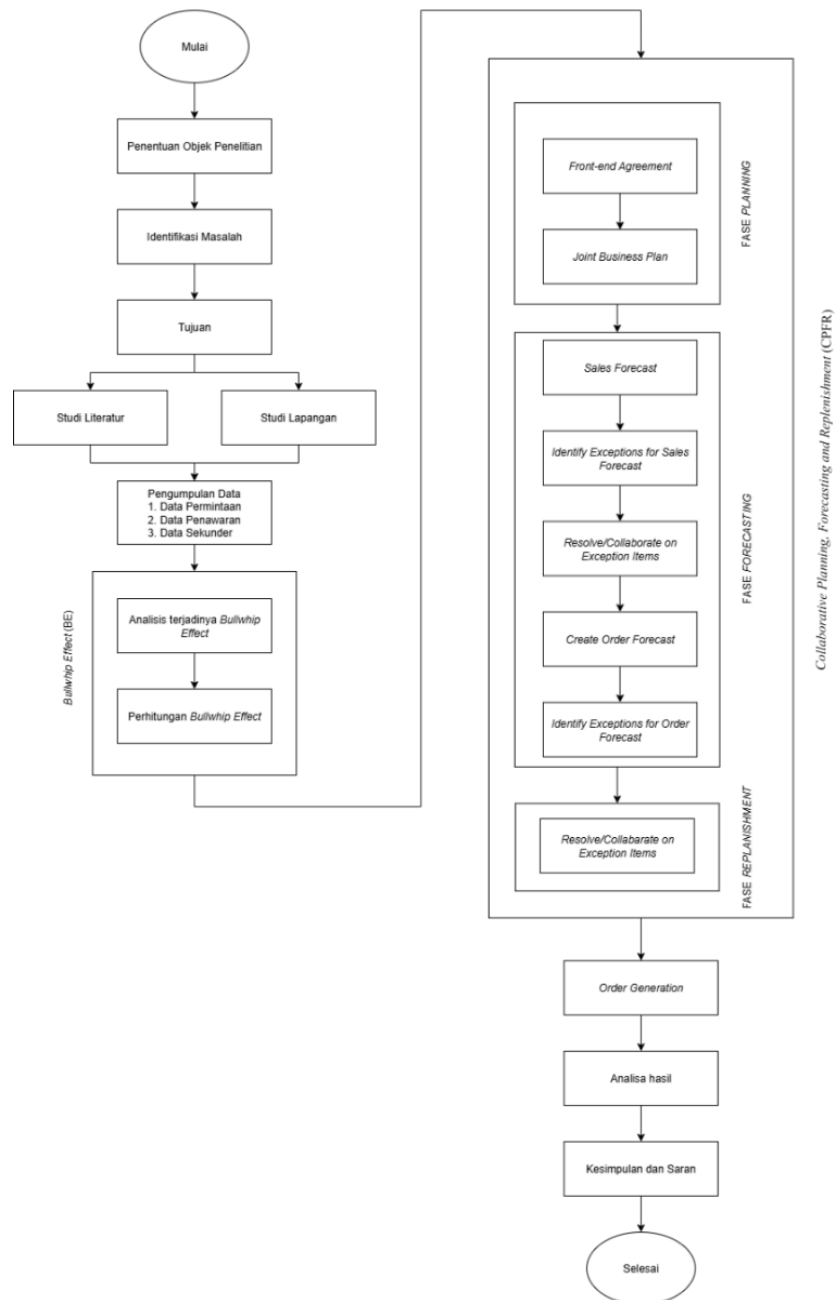
Observasi dilakukan secara langsung di lapangan untuk melihat kondisi lapangan dan mengidentifikasi data-data yang ada.

3.2.2 Data Sekunder.

Data Sekunder diperoleh berdasarkan dokumen perusahaan yang terkait dengan rantai pasok pada logistik perusahaan. Berikut merupakan data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini, antara lain:

- a. Data *supply and demand*
- b. Data *lead time* dan frekuensi pengiriman
- c. Data Output per jam mesin
- d. Data jam kerja per hari
- e. Data hari kerja per minggu

3.3 Pengolahan Data



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

Pada Gambar 3. 1, tahap pengolahan data ini terbagi menjadi 2 yaitu tahap *Bullwhip effect* dan CPFR, berikut merupakan tahapannya:

a. *Bullwhip Effect*

1. Analisis terjadinya *Bullwhip Effect*

Menganalisa terjadinya *bullwhip effect* menggunakan data historis perusahaan selama 1 tahun.

2. Perhitungan *Bullwhip Effect*

Melakukan perhitungan data historis produk gula pasir menggunakan rumus yang telah ditentukan.

b. *Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment* (CPFR)

1. *Front-end Agreement*

Pihak yang bersangkutan menciptakan perjanjian-perjanjian dan aturan-aturan sebelum melakukan perdagangan.

2. *Joint Business Plan*

Pada tahap *joint business plan* pihak yang bersangkutan menciptakan strategi perdagangan, tujuan dan taktik yang termasuk jenis produk, minimum pemesanan, *lead time*, dan frekuensi pengiriman.

3. *Sales-Forecast*

Membuat peramalan penjualan kepada pihak-pihak yang bersangkutan dalam perdangan untuk dapat menciptakan kebijakan produksi.

4. *Identify Exceptions for Sales Forecast*

Mencari kriteria pengecualian dalam peramalan penjualan seperti kesalahan peramalan.

5. *Resolve/Collaborate on Exception Items*

Peramalan penjualan yang sudah dipilih diuji hasil peramalan untuk mendapatkan keakuratan data.

6. *Create Order Forecast*

Menciptakan kebijakan produksi pada pihak yang terkait dalam rantai *supply chain*.

7. *Identify Exceptions for Order Foreacast*

Menganalisa kebijakan produksi yang telah dibuat dapat menekan lonjakan permintaan.

8. *Resolve/Collabarate on Exception Items*

Menghitung kebijakan produksi yang tercapai dan dapat meminimalkan terjadinya amplikasi permintaan pada rantai pasok.

9. *Order Generation*

Melihat hasil pesanan yang telah dibuat bisa memenuhi hasil permintaan yang ada.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Latar Belakang Perusahaan

4.1.1 Profil Perusahaan.

PT. Madubaru Yogyakarta adalah salah satu perusahaan agroindustri yang mengolah tebu sebagai bahan baku pengolahan menjadi produk jadi. Produk yang dihasilkan adalah gula bilk, gula retail, alkohol murni, spiritus, sumasi, pupuk madros, dan koprima. PT Madubaru Yogyakarta merupakan pabrik gula tertua di Indonesia. Sejak zaman pemerintahan Hindia Belanda, kurang lebih ada 17 pabrik gula di Yogyakarta yang dikuasai oleh pemerintah Jepang. Setelah diproklamasikan kemerdekaan Indonesia, pemerintah Indonesia mengambil alih semua pabrik gula tersebut.

4.1.2 Sejarah Singkat Perusahaan.

Pada tanggal 14 Juni 1955, badan usaha ini menjadi perseroan terbatas yang didirikan dengan akta notaris dengan nama PT. Madubaru oleh Sri Sultan Hamengkubuwono IX yang diresmikan pada tanggal 28 Mei 1958 oleh Presiden Soekarno. PT. Madubaru memiliki dua pabrik, yaitu Pabrik Gula (PG) dan Pabrik Spirtus (PS) Madukismo. Pabrik gula mulai beroperasi pada tahun 1959, sedangkan pabrik spirtus mulai beroperasi pada tahun 1960. Kontraktor utama perusahaan ini adalah Machine Fabrick Sangerhausen dari Jerman Timur.

4.1.3 Visi dan Misi.

Dalam rangka mengembangkan perusahaan ke arah yang lebih baik lagi agar mampu bersaing di pasar dan juga meningkatkan kesejahteraan pemilik maupun karyawan, maka PT. Madubaru Yogyakarta memiliki visi dan misi yang akan menggambarkan langkah kedepan dalam rangka mencapai kemajuan perusahaan. Maka berikut merupakan dari visi misi PT. Madubaru Yogyakarta.

1. Visi

Visi dari PT. Madubaru Yogyakarta yaitu “Menjadi perusahaan agro industri yang unggul di Indonesia dengan petani sebagai mitra sejati”.

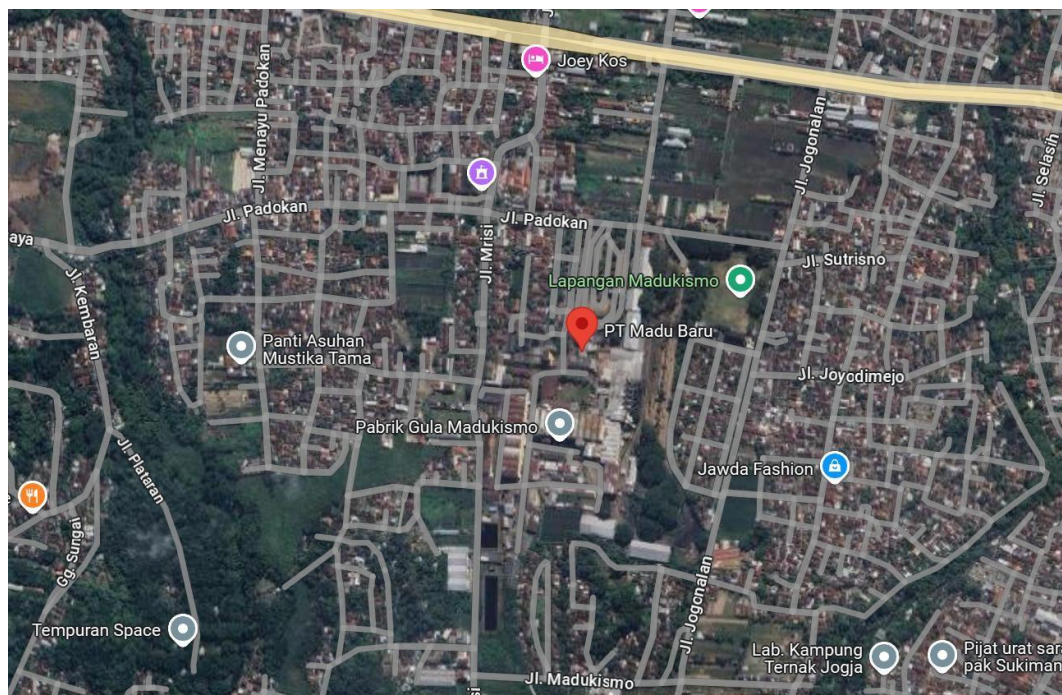
2. Misi

Adapun misi dari PT. Madubaru Yogyakarta adalah sebagai berikut:

- Menghasilkan gula dan etanol yang berkualitas untuk memenuhi permintaan masyarakat dan industri di Indonesia.
- Menghasilkan produk dengan memanfaatkan teknologi maju yang ramah lingkungan, dikelola secara profesional dan inovatif, memberikan pelayanan prima kepada pelanggan serta mengutamakan kemitraan dengan petani.
- Mengembangkan produk atau bisnis baru yang mendukung bisnis inti.
- Menempatkan karyawan dan *stakeholder* lainnya sebagai bagian terpenting dalam proses penciptaan keunggulan perusahaan dan pencapaian *shareholder values*.

4.1.4 Lokasi Perusahaan.

Berikut merupakan lokasi PT. Madubaru diambil dari *Google Maps*:



Gambar 4. 1 Lokasi Perusahaan

4.2 Pengumpulan Data

4.2.1 Data Supply and Demand Produk Gula Kemasan.

Berikut merupakan data *supply and demand* dari produk gula kemasan selama 24 bulan dari bulan Januari 2024 hingga September 2025 yang terdapat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. 1 Data *Supply and Demand* Tahun 2024

Bulan	Demand (Rp)	Order (Rp)	Rp/Kg	Penjualan (Rp)
Januari	4200	4317	Rp 13.123,00	56651991
Februari	4100	4281	Rp 13.123,00	56179563
Maret	30000	35907	Rp 15.324,00	550238868
April	33000	38407	Rp 15.456,00	593618592
Mei	14500	15096	Rp 15.196,00	229398816
Juni	27500	28610	Rp 15.522,00	444084420
Juli	87000	90975	Rp 16.591,00	1509366225
Agustus	50500	52300	Rp 16.602,00	868284600
September	51500	53850	Rp 16.596,00	893694600
Oktober	52000	52500	Rp 16.610,00	872025000
November	47000	48925	Rp 16.572,00	810785100
Desember	290	300	Rp 16.500,00	4950000
TOTAL		425468		6889277775

Tabel 4. 2 Data *Supply and Demand* Tahun 2025

Bulan	Demand (Rp)	Order (Rp)	Rp/Kg	Penjualan (Rp)
Januari	0	0	Rp -	0
Februari	1750	1800	Rp 17.000,00	30600000
Maret	2100	2150	Rp 16.965,00	36474750
April	3100	3000	Rp 17.000,00	51000000
Mei	13800	14300	Rp 17.000,00	243100000
Juni	6700	6800	Rp 17.000,00	115600000
Juli	40500	45250	Rp 16.679,00	754724750
Agustus	22500	24550	Rp 16.380,00	402129000
September	9500	10850	Rp 16.288,00	176724800
Oktober	0	0	Rp -	0
November	0	0	Rp -	0
Desember	0	0	Rp -	0
TOTAL		108700		1810353300

Tabel 4. 3 *Selisih demand dan orderr*

Bulan	Selisih
Januari	117
Februari	181
Maret	5907
April	5407
Mei	596

Bulan	Selisih
Juni	1110
Juli	3975
Agustus	1800
September	2350
Oktober	500
November	1925
Desember	10
Januari	0
Februari	50
Maret	50
April	-100
Mei	500
Juni	100
Juli	4750
Agustus	2050
September	1350

4.3 Pengolahan Data

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pengumpulan data maka tahap berikutnya yaitu mengolah data sesuai dengan metode dan langkah yang telah ditentukan. Sesuai dengan kerangka penelitian, tahap awal yang perlu dilakukan yaitu mengidentifikasi *bullwhip effect* yang terjadi dalam jaringan *supply chain*. Langkah awal untuk mengetahui tingkat *bullwhip effect* yaitu dengan mengukur koefisien variansi *order* dengan koefisien variansi *demand*.

4.3.1 Bullwhip Effect.

4.3.1.1 Analisis Terjadinya Bullwhip Effect.

Rantai pasok produk gula kemasan pada PT madukismo terdiri dari pihak manufaktur, toko besar, dan toko retail. Data *bullwhip effect* yang digunakan yaitu data historis perusahaan dengan rentang waktu Januari 2024 – September 2025 seperti disajikan pada Tabel 4. 1 dan Tabel 4. 2.

Berdasarkan hasil analisis pada rantai pasok produk gula kemasan, maka dapat disimpulkan bahwa faktor penyebab *bullwhip effect* sebagai berikut:

a. Demand Update Forecasting

PT Madukismo menerapkan kebijakan penambahan *demands forecast* sebesar 5% sampai 10% pada toko besar sehingga menyebabkan kelebihan stok pada produk gula kemasan.

- b. *Rationing* terjadi ketika situasi pesanan pada pelanggan lebih tinggi dari persediaan yang ada. Pihak perusahaan seringkali hanya bisa melayani sekian persen pesanan dari total volume yang dipesan oleh toko daerah penjualan.

4.3.1.2 Perhitungan Bullwhip Effect.

Perhitungan *Bullwhip Effect* menggunakan persamaan dari 2.1 s/d 2.5, berikut perhitungannya:

$$CV(demand) = \frac{\alpha(demand)}{\mu(demand)}$$

$$\mu = \frac{\sum xi}{n}$$

$$\mu = \frac{\sum(4200 + \dots + 9500)}{21}$$

$$\mu = 22500$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{\sum(Xi \dots Xn)^2}}{n - 1}$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{\sum(4200 - 22500)^2 + \dots + (9500 - 22500)^2}}{21 - 1}$$

$$\alpha = 14000$$

$$CV(demand) = \frac{\alpha(demand)}{\mu(demand)}$$

$$CV(demand) = 0,621$$

$$CV(order) = \frac{\alpha(order)}{\mu(order)}$$

$$\mu = \frac{\sum xi}{n}$$

$$\mu = \frac{\sum(4317 + \dots + 10850)}{21}$$

$$\mu = 22692$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{\sum (Xi \dots Xn)^2}}{n - 1}$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{\sum (4317 - 22692) + \dots + (10850 - 22692)^2}}{21 - 1}$$

$$\alpha = 25440$$

$$CV (order) = \frac{\alpha (order)}{\mu (order)}$$

$$CV (order) = 1,12$$

$$BE = \frac{CV (order)}{CV (demand)}$$

$$BE = 1,81$$

Berdasarkan perhitungan di atas bullwhip effect dapat terjadi jika perbandingan variabilitas permintaan dan persediaan > 1 .

Dari perhitungan tingkat *bullwhip effect* di atas, selama periode Januari 2024 - September 2025 dengan perhitungan *bullwhip effect* ditunjukkan pada Tabel 4. 4.

Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan <i>Bullwhip Effect</i>		
Produk		Gula Kemasan
Order	Rata-rata	22692
	Standar Deviasi	25440
	CV Order	1,12
Demand	Rata-rata	22500
	Standar Deviasi	14000
	CV Demand	0,621
Nilai <i>Bullwhip Effect</i>		1,81

Keterangan Terjadi Amplifikasi Permintaan

4.3.2 Collaborative Planning, Forecasting, and Replanishment (CPFR).

4.3.1.3 Fase Planning.

4.3.1.3.1 Front-end agreement.

- Produk : Gula Pasir Kemasan
- Wilayah : Yogyakarta, Semarang, Solo, Purworejo, Purwokerto, dan Kebumen

- Periode : Januari 2024 – September 2025
- *Service Level* : 95%

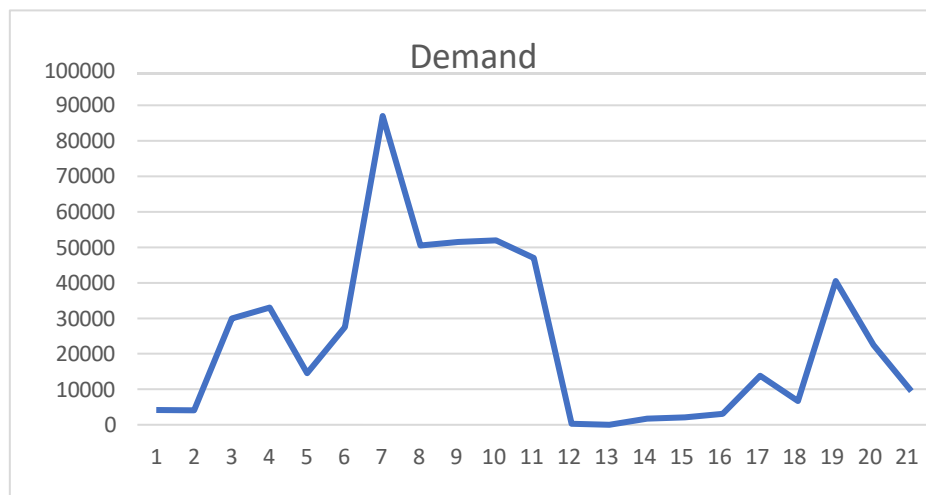
4.3.1.3.2 Joint business plan.

- *Lead Time* : 1 Minggu
- Frekuensi : 4 kali/bulan

Pengiriman

4.3.1.4 Fase Forecasting.

Peramalan dilakukan untuk 15 bulan mendatang, menggunakan data *demand*. Selanjutnya dengan menggunakan bantuan *Microsoft Excel*, maka dapat diketahui pola permintaan produk gula kemasan, yang dapat dilihat pada **Error! Reference source not found..**



Gambar 4. 2 Pola Data Permintaan Produk Gula Kemasan selama 21 Bulan

Berdasarkan plot data masa lalu yang terlihat pada Gambar 4.1 diketahui bahwa data permintaan berpola musiman (*seasonal*). Oleh sebab itu maka tahapan selanjutnya ialah melakukan peramalan data penjualan untuk produk gula kemasan dengan menggunakan 3 metode, yaitu:

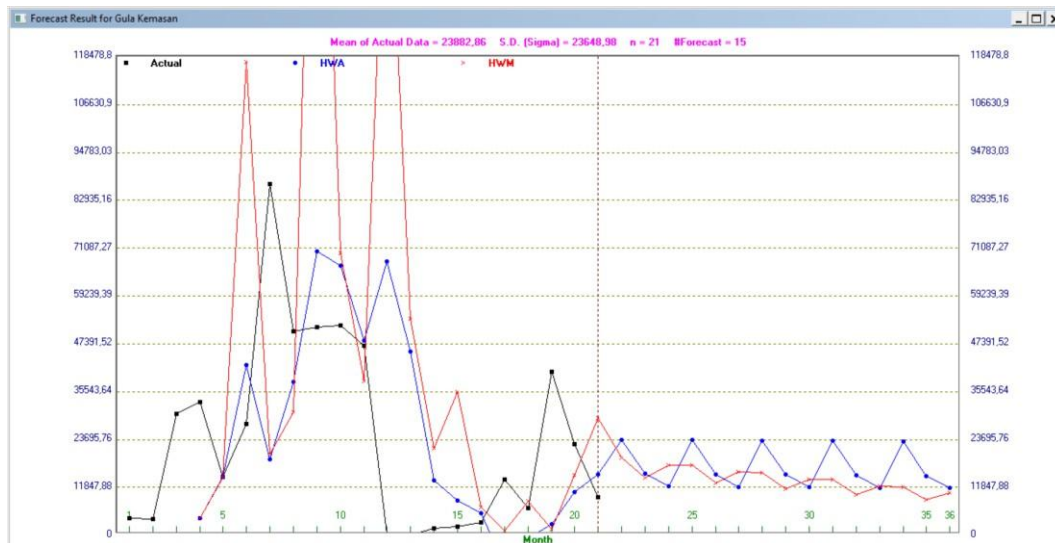
1. *Holt-Winters Exponential Smoothing (Additive)*
2. *Holt-Winters Exponential Smoothing (Multiplicative)*

4.3.1.4.1 Identify exceptions for sales forecast.

Berikut hasil pengolahan data *forecasting* Menggunakan Aplikasi WinQSB dengan menggunakan 3 metode terpilih yang terdapat pada **Error! Reference source not found.** dan **Error! Reference source not found..**

Month	Actual Data	Forecast by HWA	Forecast by HWM	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	4200									
2	4100									
3	30000									
4	33000	4200	4200	28800	28800	28800	8,29E+08	8,73E+01	1	
5	14500	14468	14221,14	278,8574	29078,86	14539,4	4,15E+08	4,46E+01	2	
6	27500	42107,52	117134,6	-89634,55	-60555,7	39571,1	2,95E+09	1,38E+02	-1,5303	
7	87000	18826,73	20044,81	66955,19	6399,492	46417,2	3,34E+09	1,23E+02	0,137869	
8	50500	38081,3	30390,04	20109,96	26509,45	41155,7	2,75E+09	1,06E+02	0,644126	
9	51500	70321,6	238066,8	-186566,8	-160057	65390,9	8,09E+09	1,49E+02	-2,4477	
10	52000	66866,78	69895,14	-17895,14	-177953	58605,8	6,98E+09	1,33E+02	-3,03643	
11	47000	48224,69	38193,71	8806,293	-169146	52380,9	6,12E+09	1,18E+02	-3,22916	
12	290	67716,72	178573,5	-178283,5	-347430	66370	8,97E+09	6,94E+03	-5,23474	
13	0	45499,79	53688,93	-53688,93	-401119	65101,9	8,36E+09	6,94E+03	-6,1614	
14	1750	13683,56	21578,92	-19828,92	-420948	60986,2	7,64E+09	6,36E+03	-6,90234	
15	2100	8568,901	35481,46	-33381,46	-454329	58685,8	7,09E+09	5,92E+03	-7,74172	
16	3100	5409,832	6928,16	-3828,16	-458157	54466	6,55E+09	5,44E+03	-8,4118	
17	13800	-7643,237	1121,36	12678,64	-445479	51481,2	6,09E+09	5,03E+03	-8,65323	
18	6700	-837,4082	8340,631	-1640,631	-447119	48158,5	5,69E+09	4,67E+03	-9,28433	
19	40500	2679,07	1431,776	39068,22	-408051	47590,3	5,43E+09	4,37E+03	-8,57424	
20	22500	10661,47	14901,95	7598,049	-400453	45237,8	5,11E+09	4,09E+03	-8,85217	
21	9500	15097,47	29112,63	-19612,63	-420066	43814,2	4,85E+09	3,87E+03	-9,58742	
22		23676,75	19140,27							
23		15231,03	14302,87							
24		12118,06	17368,06							
25		23552,04	17340,71							
26		15106,32	12914,61							
27		11993,36	15625,93							
28		23427,34	15541,16							
29		14981,62	11526,36							
30		11868,66	13883,81							
31		23302,64	13741,61							
32		14856,92	10138,11							
33		11743,96	12141,68							
34		23177,94	11942,05							
35		14732,22	8749,859							
36		11619,26	10399,55							
CFE		-692,7793	-420065,5							
MAD		20934,5	43814,22							
MSE		8,53E+08	4,85E+09							
MAPE		1476,422	3866,096							
Trk.Signal		-3,31E-02	-9,587424							
R-square										
	c=3	c=3								
	Alpha=0,3	Alpha=0,3								
	Beta=0,2	Beta=0,2								
	Gamma=0,3	Gamma=0,3								
	F(0)=12766,67	F(0)=12766,670								
	T(0)=0	T(0)=0								
	S(1)=8566,66	S(1)=0,3289817								
	S(2)=8666,66	S(2)=0,3211488								
	S(3)=17233,33	S(3)=2,349869								

Gambar 4. 3 Hasil *Forecasting* menggunakan WinQSB



Gambar 4. 4 Hasil Grafik *Forecasting* menggunakan WinQSB

Pada **Error! Reference source not found.** dan **Error! Reference source not found.**

proses pemilihan *forecast* terpilih terdapat 2 cara yaitu melihat grafik yang polanya mendekati data aktual dan hasil MAPE yang paling kecil.

4.3.1.4.2 *Resolve/collaborate on exception items.*

Tabel 4. 5 *Forecasting* Terpilih

Month	Forecast by HWA
1	23676,75
2	15231,03
3	12118,06
4	23552,04
5	15106,32
6	11993,36
7	23427,34
8	14981,62
9	11868,66
10	23302,64
11	14856,92
12	11743,96
13	23177,94
14	14732,22
15	11619,26

Month	Forecast by HWA
CFE	-692,7793
MAD	20934,5
MSE	8,53E+08
MAPE	1476,422
Trk.Signal	-3,31E-02

Pada proses *forecasting* menggunakan WinQSB, pola HWA mendekati pola data aktual dan hasil MAPE HWA lebih kecil dibanding metode yang lain. Maka metode HWA sebagai metode *forecasting* yang terpilih.

4.3.1.4.3 Create Order Forecast.

Berdasarkan peramalan didapatkan hasil data permintaan yang akan digunakan untuk periode yang akan datang. Selanjutnya dilakukan perhitungan *safety stock* sebelum dan sesudah *forecasting*.

Tabel 4. 6 Hasil Peramalan menggunakan Metode HWA

Month	Forecast by HWA
1	23676,75
2	15231,03
3	12118,06
4	23552,04
5	15106,32
6	11993,36
7	23427,34
8	14981,62
9	11868,66
10	23302,64
11	14856,92
12	11743,96
13	23177,94
14	14732,22
15	11619,26

Dengan diketahui *demand* setelah *forecast* pada Tabel 4. 6, maka dari itu rumus yang digunakan untuk *safety stock* adalah:

$$\mu = \frac{\sum xi}{n}$$

$$\mu = \frac{\sum(23676,75 + \dots + 11619,26)}{15}$$

$$\mu = 16759$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{\sum(Xi \dots Xn)^2}}{n - 1}$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{\sum(23676,75 - 16759)^2 + \dots + (11619,26 - 16759)^2}}{15 - 1}$$

$$\alpha = 4886,5$$

$$Ss = \sigma_D \cdot Z \sqrt{LT}$$

Ss : *Safety Stock*

Z : Tingkat *service level* yang diinginkan

LT : *Lead Time*

σ_D : *Standar deviasi* atau pemakaian rata-rata (s)

$$SS = 4886,5 \cdot 1,645 \sqrt{0,25}$$

$$SS = 4018$$

Berikut adalah hasil perhitungan *safety stock* sebelum dan sesudah dilakukan peramalan, yang dapat dilihat pada Tabel 4. 7.

Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan *Safety Stock*

	Sebelum Peramalan	Sesudah Peramalan
Rata-rata	22500	16759
<i>Lead Time</i>	7 hari	7 hari
Z	1,645	1,645
Standar Deviasi	14000	4886,5
<i>Safety Stock</i>	11515	4018

Berdasarkan Tabel 4. 7 dapat disimpulkan bahwa perbandingan *safety stock* sebelum dan sesudah peramalan cukup tinggi. *Safety stock* mengalami penurunan yang signifikan yaitu sebesar 65,1%, sehingga penumpukan barang juga menurun secara signifikan.

4.3.1.4.4 Identify exceptions for order forecast.

Menentukan *reorder point* dilakukan setelah hasil *safety stock* tercapai. Dari hasil yang didapatkan pada hasil *safety stock* pada Tabel 4. 7, selanjutnya adalah perhitungan *reorder point*.

$$ROP = (d.LT) + SS$$

$$ROP = (16759 \times 0,25) + 4018$$

$$ROP = 8207,75 \text{ atau } 8,2 \text{ ton}$$

4.3.1.5 Fase Replenishment.

4.3.1.5.1 Resolve/collaborate on exception items.

RCCP dilakukan setelah tahap peramalan dan penentuan *safety stock*, sehingga dapat diketahui apakah kapasitas produksi memenuhi atau tidak memenuhi.

$$RCCP = \text{Output per jam mesin} \times \text{jam kerja per hari} \times \text{hari kerja per minggu}$$

$$RCCP = 42 \text{ kg} \times 24 \text{ jam} \times 20 \text{ hari} = 24000 \text{ kg/bulan}$$

Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan RCCP

<i>forecast demand</i> (kg)	<i>Safety Stock</i>	total kebutuhan (kg)	kapasitas mesin efektif (kg/bulan)	Status
16759	4018	20777	20160	Tidak memenuhi

Dengan hasil pada Tabel 4. 8 tidak memenuhi, maka disarankan untuk menambah hari kerja yang tadinya 5 hari menjadi 6 hari dengan *shift* yang sama yaitu 3 *shift*.

4.3.1.5.2 Order generation.

Adapun perhitungan *service level* (tingkat pelayanan) didapatkan nilai dari data order dibagi dengan data *demand* pada produk gula kemasan.

$$\text{Service level} = \frac{\text{Jumlah Permintaan Terpenuhi}}{n\text{Total Permintaan}} \times 100\%$$

$$\text{Service level} = \frac{20160}{20777} \times 100\% = 97,03\%$$

Berdasarkan perhitungan *service level* di atas berarti permintaan dari konsumen semua dapat terpenuhi hampir secara keseluruhan. Untuk manfaat *replenishment* itu sendiri meliputi, tingkat layanan yang lebih baik, dan dapat mengurangi persediaan yang ada.

4.3.2 Nilai *Bullwhip Effect* Setelah Penerapan CPFR.

Penerapan konsep CPFR yang telah dilakukan menghasilkan kebijakan baru dan peramalan yang lebih akurat, selanjutnya akan dilakukan perhitungan *bullwhip effect* setelah penerapan CPFR dengan menggunakan data hasil peramalan dan *safety stock* sebagai nilai *order*.

4.3.2.1 Koefisien Variansi Demand.

Berdasarkan hasil permintaan yang telah didapatkan melalui hasil peramalan, hasil tersebut akan digunakan untuk mengukur terjadinya *bullwhip effect* setelah peramalan dilakukan menggunakan data baru.

$$CV (demand) = \frac{\alpha (demand)}{\mu (demand)}$$

$$\mu = \frac{\sum xi}{n}$$

$$\mu = \frac{\sum(23676,75 + \dots + 11619,26)}{15}$$

$$\mu = 16759$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{\sum(Xi \dots Xn)^2}}{n - 1}$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{\sum(23676,75 - 16759)^2 + \dots + (11619,26 - 16759)^2}}{15 - 1}$$

$$\alpha = 4886,5$$

$$CV (demand) = \frac{\alpha (demand)}{\mu (demand)}$$

$$CV (demand) = 0,291$$

4.3.2.2 Koefisien Variansi Order.

Pada penelitian ini jumlah persediaan ditentukan berdasarkan jumlah permintaan pada hasil peramalan ditambah dengan *safety stock*. Hal tersebut dibuat untuk mengantisipasi terjadinya peningkatan volume permintaan dan ketidakpastian permintaan konsumen.

Berikut merupakan rumus *safety stock*:

$$SS = \sigma_D \cdot z \sqrt{LT}$$

$$SS = 4886,5 \cdot 1,645 \sqrt{0,25}$$

$$SS = 4018$$

Untuk mendapatkan jumlah persediaan pada distributor dengan mencari jumlah *safety stock* yang digunakan, kemudian dijumlahkan dengan data permintaan hasil peramalan.

Lalu diperoleh jumlah persediaan (*order*) yang akan datang sebagai berikut:

Tabel 4. 9 Data *Order* Setelah CPFR

Month	New Order
1	27694,75
2	19249,03
3	16136,06
4	27570,04
5	19124,32
6	16011,36
7	27445,34
8	18999,62
9	15886,66
10	27320,64
11	18874,92
12	15761,96
13	27195,94
14	18750,22
15	15637,26

$$CV (order) = \frac{\alpha (order)}{\mu (order)}$$

$$\mu = \frac{\sum xi}{n}$$

$$\mu = \frac{\sum(27694,75 + \dots + 15637,26)}{15}$$

$$\mu = 20777,21$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{\sum (Xi \dots Xn)^2}}{n - 1}$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{\sum (27694,75 - 20777,21) + \dots + (15637,26 - 20777,21)^2}}{21 - 1}$$

$$\alpha = 5058,04$$

$$CV (order) = \frac{\alpha (order)}{\mu (order)}$$

$$CV (order) = 0,243$$

$$BE = \frac{CV (order)}{CV (demand)}$$

$$BE = 0,83$$

Tabel 4. 10 Hasil Perhitungan *Bullwhip Effect* Setelah CPFR

Produk		Gula Kemasan	
		Sebelum Peramalan	Sesudah Peramalan
Order	Rata-rata	22692	20777,21
	Standar		
	Deviasi	25440	5058,04
	CV Order	1,12	0,243
Demand	Rata-rata	22500	22500
	Standar		
	Deviasi	14000	16759
	CV Demand	0,621	0,291
Nilai <i>Bullwhip Effect</i>		1,81	0,83
Keterangan		Terjadi Amplifikasi Permintaan	Tidak Terjadi Amplifikasi Permintaan

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Analisis *Bullwhip Effect*

Pada tahap perhitungan *bullwhip effect*, perhitungan dilakukan dengan membandingkan nilai koefisien variansi *order* dengan nilai koefisien variansi *demand*. Didapatkan nilai koefisien *order* sebesar 1,12 dan nilai koefisien variansi *demand* 0,621. Berdasarkan ilai-nilai tersebut, didapatkan nilai *bullwhip effect* pada produk gula kemasan sebesar 1,81. Nilai *bullwhip effect* yang lebih besar dari 1 menunjukkan adanya amplifikasi permintaan dikarenakan variansi *order* yang cukup fluktuatif menyebabkan peningkatan variansi *order* lebih besar dibandingkan dengan peningkatan variansi *demand* sehingga menunjukkan variabilitas permintaan.

5.2 Analisis Perancangan *Collaborative, Planning, Forecasting, and Replanishment*

5.2.1 Analisis *Planning*.

Dalam fase *planning*, dilakukan penetapan perencanaan antara perusahaan dan pihak-pihak distribusi. Pada fase *planning* perusahaan melakukan penetapan berupa produk gula pasir kemasan, 7 wilayah distribusi produk, periode januari 2024 – september 2025, *service level* 95%, *safety stock* perbulan 5 ton, *lead time* 1 minggu dan frekuensi pengiriman 4 kali dalam sebulan.

5.2.2 Analisis *Forecasting*.

Data historis *demand* produk gula kemasan selama 21 bulan mulai dari Januari 2024 hingga September 2025, menunjukkan data *demand seasonal* dengan perubahan data yang berubah-ubah hampir setiap bulannya, sehingga metode peramalan yang digunakan yaitu *Holt-Winters Exponential Smoothing (Additive)*, *Holt-Winters Exponential Smoothing (Multiplicative)*.

Perhitungan peramalan dengan metode *Holt-Winters Exponential Smoothing (Additive)*, *Holt-Winters Exponential Smoothing (Multiplicative)* menghasilkan hasil data *demand* baru. Pengujian kesalahan peramalan pada produk gula kemasan dilakukan untuk menentukan metode mana yang menghasilkan peramalan yang akurat. Hasil uji kesalahan

peramalan pada metode *Holt-Winters Exponential Smoothing (Additive)*, *Holt-Winters Exponential Smoothing (Multiplicative)* menunjukkan bahwa metode *Holt-Winters Exponential Smoothing (Additive)* merupakan metode yang terpilih dikarenakan pengolahan grafik data di WinQSB menunjukan kecocokan data metode HWA dan data aktual, lalu nilai MAD, MSE dan MAPE yang lebih kecil dibandingkan kedua metode yang lain. Sehingga metode *Holt-Winters Exponential Smoothing (Additive)* yang terpilih sebagai metode peramalan pada konsep CPFR.

5.2.2.1 Analisis Safety Stock Produk Setelah Penerapan CPFR.

Dengan jumlah data *demand* baru yang diperoleh dari hasil *forecasting*, dibutuhkan perencanaan persediaan baru untuk proses produksi berdasarkan data *demand* baru yang diperoleh.

Berikut adalah hasil perhitungan *safety stock* sebelum dan sesudah dilakukan peramalan, yang dapat dilihat pada Tabel 5. 1.

Tabel 5. 1 Hasil Analisis Perhitungan *Safety Stock*

	Sebelum Peramalan	Sesudah Peramalan
Rata-rata	22500	16759
<i>Lead Time</i>	7 hari	7 hari
Z	1,645	1,645
Standar Deviasi	14000	4886,5
<i>Safety Stock</i>	11515	4018

Didapatkan rata-rata sebelum peramalan 22500 dan sesudah peramalan 16759, *lead time* sebelum dan sesudah peramalan ditetapkan 7 hari, *safety stock* sebelum peramalan 11515 dan sesudah peramalan 4018.

5.2.2.2 Analisis Reorder Point Setelah Penerapan CPFR.

dalam mengantisipasi kelangkaan barang dagangan (*Stock out*) dan menghindari risiko keterlambatan atau kegagalan pengiriman, perlu menetapkan titik pemesanan ulang (*Reorder Point*). Untuk mengetahui *Reorder Point*, dibutuhkan data mengenai rata-rata pemakaian selama satu tahun, *lead time* dan *safety stock*.

Hasil perhitungan, *reorder point* didapatkan hasilnya 9075,25 kg. Dapat disimpulkan bahwa waktu yang tepat untuk melakukan pemesanan kembali oleh PT Madukismo

adalah saat persediaan barang mencapai 9075,25 unit, untuk menjaga agar tidak terjadi kekurangan barang dan kelebihan barang saat menunggu pemesanan kembali.

5.2.3 Analisis Replenishment.

5.2.3.1 Analisis Rough-Cut Capacity Planning (RCCP).

Metode ini berfungsi memvalidasi ketersediaan tenaga kerja, mesin, peralatan, dan jam kerja, sehingga perusahaan dapat mengidentifikasi masalah kapasitas di tahap awal, mencegah *overproduction*, serta merencanakan tindakan seperti lembur, subkontrak, atau penambahan mesin apabila dibutuhkan.

Berdasarkan perhitungan RCCP diatas, diketahui *output* perjam mesin, jam kerja perhari, dan hari kerja perminggu dengan hasil 24000 kg/bulan.

Tabel 5. 2 Hasil Analisis Perhitungan RCCP

<i>forecast demand</i> (kg)	<i>Safety Stock</i>	total kebutuhan (kg)	kapasitas mesin efektif (kg/bulan)	Status
16759	4018	20777	20160	Tidak memenuhi

Dari tabel 5.2, status tidak memenuhi dikarenakan kapasitas mesin efektif perbulan hanya 20160 kg/bulan, sedangkan total kebutuhan 20777 berdasarkan penambahan *forecast demand* perbulan dan kebutuhan *safety stock* perbulan. Dikarenakan status tidak memenuhi, maka perusahaan harus melakukan analisis ulang untuk solusi jangka pendek dan jangka panjang. Solusi yang diberikan oleh penulis jangka pendek adalah *overtime* (lembur) dan *rescheduling* (penjadwalan ulang), sedangkan solusi jangka panjang adalah penambahan mesin produksi.

Tabel 5. 3 Perbandingan Skenario Solusi RCCP

Aspek	Jangka Pendek RCCP	Jangka Panjang RCCP
Fokus	Operasional Harian/Mingguan	Strategi Bulanan/Tahunan
Peran <i>Safety Stock</i>	Lebih besar,antisipasi fluktuasi mendadak	Lebih optimal, mengikuti tren permintaan
Solusi Kapasitas	<i>Overtime, Shift</i> Tambahan, <i>Outsourcing</i>	Investasi Mesin, Perencanaan Tenaga Kerja
Keterkaitan di PT Madukismo	Menjaga <i>Service Level</i> 92% meski ada lonjakan	Mengurangi <i>Bullwhip effect</i> secara berkelanjutan

5.2.3.2 Analisis Service Level.

Nilai *service level* memiliki keterkaitan dengan jumlah kejadian *stock out* yaitu kekurangan produk daripada yang dibutuhkan dan merupakan adalah satu cara penilaian kerja *inventory control*. Biasanya *service level* dinyatakan dalam satuan persen, dimana semakin mendekati nilai 100%, berarti kebutuhan produk dapat terpenuhi dengan sangat baik.

Diketahui setelah melakukan perhitungan pada *service level*, didapatkan nilai 97,03% yang berarti dengan kapasitas mesin efektif perbulannya dapat memenuhi hampir seluruh jumlah permintaan baru yang telah di *forecast*.

Untuk keberlanjutan perusahaan, didapatkan usulan menggunakan contoh *service level* yang diambil dari referensi (Purba, 2022). pemesanan Bahan Baku Gula Pasir kembali dilakukan ketika kuantitas persediaan telah mencapai level 8734 kg apabila menggunakan *service level* 90% dan 13255 kg apabila menggunakan *service level* 95%. Waktu pemesanan kembali pada kondisi aktual dilakukan ketika persediaan bahan baku di gudang tidak mencukupi kebutuhan produksi untuk periode kedepannya, tetapi perusahaan tidak memiliki standar *safety stock* untuk menentukan waktu kapan pemesanan kembali dilakukan sehingga pemesanan yang dilakukan terkadang terlalu cepat dan terkadang terlalu lambat.

5.3 Analisis Bullwhip Effect Setelah Penerapan CPFR

Perbandingan nilai *bullwhip effect* berdasarkan kebijakan awal dengan nilai *bullwhip effect* setelah diterapkannya konsep CPFR dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 5. 4 Hasil Analisis *Bullwhip Effect* Setelah Penerapan CPFR

Produk	BE Awal	BE Setelah CPFR	Penurunan (%)
Gula Kemasan	1,81	0,83	53,89%

Hasil perbandingan *bullwhip effect* pada tabel diatas menunjukkan bahwa nilai *bullwhip effect* setelah penerapan CPFR lebih kecil dari 1 yang berarti tidak terjadi amplifikasi. Penerapan konsep CPFR juga mampu menurunkan nilai *bullwhip effect* sebanyak 53,89% yang semula 1,81 menjadi 0,83. Penurunan nilai BE dapat terjadi

dikarenakan variansi *order* setelah penerapan konsep CPFR yang sudah lebih kecil dibandingkan variansi *order* pada kebijakan awal.

Tabel 5. 5 Hasil *Overstock*

	Sebelum Peramalan	Sesudah Peramalan
Safety Stock	11515	4018

Penerapan CPFR berhasil menurunkan overstock dari **11.515 kg menjadi 4.018 kg**, dengan penurunan **65,1%**. Ini menunjukkan CPFR efektif dalam mengurangi bullwhip effect dan menyeimbangkan supply-demand di PT Madukismo.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan menganalisis mengenai pengurangan *bullwhip effect* pada rantai pasok produk gula pasir menggunakan metode *collaborative planning forecasting replenishment*. Berdasarkan pengolahan dan analisis, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil nilai *bullwhip effect* pada bulan Januari 2024 – September 2025 adalah 1,81. Nilai BE yang lebih besar dari 1 menunjukkan adanya amplifikasi permintaan dikarenakan variansi *order* ke manufaktur lebih besar dibandingkan dengan peningkatan variansi *demand* di konsumen sehingga menunjukkan peningkatan variabilitas permintaan di pihak manufaktur.
2. Setelah penerapan CPFR, *bullwhip effect* (BE) berkurang menjadi 0,83. Hasil perbandingan nilai BE menunjukkan bahwa dengan diterapkannya konsep CPFR dapat mengurangi nilai BE yang telah diterapkan dari kebijakan awal perusahaan, pada nilai BE sebelumnya yang menggunakan data dari kebijakan awal perusahaan yaitu 1,81. Dengan penerapan konsep CPFR mampu menurunkan nilai BE mencapai 53,89%, penurunan nilai BE terjadi karena variansi *order* setelah penerapan konsep CPFR lebih kecil dibandingkan dengan variasi *order* dengan kebijakan awal.
3. Setelah CPFR diterapkan, nilai *safety stock* turun menjadi 4.018 kg sehingga terjadi penurunan *overstock* sebesar 65,1%, yang awalnya PT Madukismo mengalami *overstock* sebesar 11.515 kg.

6.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan penelitian dan temuan di lapangan, peneliti mengajukan beberapa saran yang diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi manajemen perusahaan dan referensi bagi peneliti selanjutnya.

6.2.1 Bagi Perusahaan (PT. Madukismo).

1. Perusahaan perlu memperkuat koordinasi dengan para konsumen dalam menyusun *forecast* permintaan, dengan berbagi data penjualan secara langsung perusahaan dapat menyesuaikan jadwal produksi dan pengaturan stok hingga kestabilan *order* lebih terjaga dan *bullwhip effect* berkurang.
2. Hasil RCCP menunjukkan kapasitas mesin tidak selalu mampu memenuhi kuota kebutuhan, perusahaan dapat menyesuaikan kebijakan *order* dengan kapasitas produksi yang ada dengan penambahan *shift*, *outsourcing* sebagian produksi, atau menambah jadwal hari kerja.

6.2.2 Bagi Peneliti Selanjutnya.

1. Perluasan objek dan metode penelitian untuk peneliti selanjutnya dapat memperluas cakupan pengambilan data tidak hanya pada perusahaan saja, tetapi juga mencakup pengambilan data ke toko retail untuk mendapatkan data yang lebih lengkap.
2. Peneliti selanjutnya disarankan untuk meneliti variabel lain yang belum terjamah dalam studi ini seperti *economic order quantity* (EOQ), biaya pesan dan biaya simpan yang kemungkinan dapat menjadi pelengkap pada penelitian berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alftan, A. (2015). Centralised grocery supply chain planning: improved exception management. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 237-259.
- Alftan, A., Kaipia, R., & Loikkanen, L. (2015). Centralised grocery supply chain planning: improved exception management. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 237-259.
- CEHA, R. (2019). The Proposal of West Java Export Coffee Distribution Model. *MIMBAR: Jurnal Sosial Dan Pembangunan*, 221-234.
- Demiray, A. (2016). A holistic and structured CPFR roadmap with an application between automotive supplier and its aftermarket customer. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 1567-1586.
- Demiray, A., & Akay, D. (2016). A holistic and structured CPFR roadmap with an application between automotive supplier and its aftermarket customer. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 1567-1586.
- Hemant, J., Rajesh, R., & Daultani, Y. (2022). Causal modelling of the enablers of CPFR for building resilience in manufacturing supply chains. *RAIRO-Operation Research*, 2139-2158.
- Hill, C. A. (2018). Collaborative planning, forecasting, and replenishment & firm performance: An empirical evaluation. *International Journal of Production Economics*, 12-23.
- Hill, C. A., Zhang, G. P., & Miller, K. E. (2018). Collaborative planning, forecasting, and replenishment & firm performance: An empirical evaluation. *International Journal of Production Economics*, 12-23.
- Hofifah. (2024). Minimasi Bullwhip Effect Melalui Metode Collaborative, Planning, Forecasting, and Replenishment Untuk Mendukung Rantai Pasok UD. Nusantara Bangunan (Studi Kasus: UD. Nusantara Bangunan). *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan*, 1-7.
- Jia, Z.-Z., Deschamps, J.-C., & Dumas, R. (2016). A negotiation protocol to improve planning coordination in transport-driven supply chains. *Dumas*, 13-26.
- Jia, Z.-Z., Deschamps, J.-C., & Dumas, R. (2016). A negotiation protocol to improve planning coordination in transport-driven supply chains. *Journal of Manufacturing Systems*, 13-26.
- Kaswanda, A. M. (2025). ESTIMASI IMPLEMENTASI CPFR UNTUK MENEKAN FLUKTUASI PERMINTAAN DALAM RANTAI PASOK INDUSTRI BAHAN KONSUMSI. *JURNAL REKAYASA SISTEM DAN MANAJEMEN*, 658-665.
- Kusumawati, A. N. (2023). STRATEGI MEMINIMALISASI BULLWHIP EFFECT MENGGUNAKAN METODE CPFR DI MINIMARKET ABC. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri*, 55-64.
- Kusumawati, A. N. (2023). STRATEGI MEMINIMALISASI BULLWHIP EFFECT MENGGUNAKAN METODE CPFR DI MINIMARKET ABC. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri*, 55-64.

- Li, L. (2007). *Supply Chain Management: Concepts, Techniques and Practices Enhancing the Value Through Collaboration*. World Scientific.
- Li, M., C. W., & L. Z. (2015). AN INTUITIONISTIC FUZZY-TODIM METHOD TO SOLVE DISTRIBUTOR EVALUATION AND SELECTION PROBLEM. *International Journal of Simulation Modelling*, 511-524.
- Lina Saptaria, S. M. (2017). ANALISIS PERAMALAN PERMINTAAN PRODUK NATA DE COCO UNTUK MENDUKUNG PERENCANAAN DAN PENGENDALIAN PRODUKSI DALAM SUPPLY CHAIN DENGAN MODEL CPFR (COLLABORATIVE PLANNING, FORECASTING, AND REPLENISHMENT). *JURNAL NUSANTARA APLIKASI MANAJEMEN BISNIS (NUSAMBA)*, 130-141.
- Liu, Y. (2021). A critical analysis of how BMW designs a collaborative and value-adding supply chain. *International Journal of Business Performance and Supply Chain Modelling*, 414-429.
- Liu, Y., & Liu, Y.-L. (2021). A critical analysis of how BMW designs a collaborative and value-adding supply chain. *International Journal of Business Performance and Supply Chain Modelling (IJBPSM)*, Vol. 12, No. 4, 2021, 414-429.
- Makarius, E. E. (2017). Addressing skills mismatch: Utilizing talent supply chain management to enhance collaboration between companies and talent suppliers. *Business Horizons*, 495-505.
- Makarius, E. E., & Srinivason, M. (2017). Addressing skills mismatch: Utilizing talent supply chain management to enhance collaboration between companies and talent suppliers. *Business Horizons*, 495-505.
- Manullang, S. O. (2021). Perubahan Sosial Masyarakat Pedesaan di Era Teknologi. *Crossborder*, 83-88.
- Nurhasanah, N. (2020). A conceptual framework on the design of intelligent supply chain for natural fibre agroindustry. *AIP Conference Proceedings*, 1-10.
- Nurhasanah, N., Machfud, & D, M. (2020). A literature review on the design of intelligent supply chain for natural fibre agroindustry. *International Journal of Supply Chain Management*, 182-197.
- Nurhasanah, N., Machfud, & Mangunwidjaja, D. (2020). A conceptual framework on the design of intelligent supply chain for natural fibre agroindustry. *THE 5TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL, MECHANICAL, ELECTRICAL, AND CHEMICAL ENGINEERING 2019 (ICIMECE 2019)*, 1-7.
- Panahifar, F. (2015). A hybrid approach to the study of CPFR implementation enablers. *The Management of Operations*, 1090-1109.
- Panahifar, F., Byrne, P. J., & Heavy, C. (2015). A hybrid approach to the study of CPFR implementation enablers. *Production Planning & Control*, 1090-1109.
- Qadafi, M. (2022). Pengurangan Bullwhip Effect pada Rantai Pasok Air Minum Dalam Kemasan Menggunakan Metode Collaborative Planning, Forecasting, and Replenishment (CPFR): Studi Kasus. *Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, 311-322.

- Silva, G. A. (2024). A Comprehensive Roadmap for Connecting Industry 4.0 Technologies to the Basic Model of Collaborative Planning, Forecasting, and Replenishment (CPFR). *administrative science*, 1-18.
- Silva, G. A., Baierle, I. C., & Gomes, L. d. (2024). A Comprehensive Roadmap for Connecting Industry 4.0 Technologies to the Basic Model of Collaborative Planning, Forecasting, and Replenishment (CPFR). *Adm. Sci.* 2024, 14, 108. <https://doi.org/10.3390/admsci14060108>, 1-18.
- Siswandi, W. S. (2019). Pengembangan Manajemen Rantai Pasok Kopi Arabika Kintamani Bali. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 113.
- Su, C. (2016). Multi-vendor and Multi-buyer Collaborative Planning Forecasting and Replenishment Model . *Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists 2016 Vol II, IMECS 2016, March 16 - 18, 2016, Hong Kong*, 1-5.
- Su, C., Y, C. K., & T, C. Y. (2016). Multi-vendor and multi-buyer collaborative planning forecasting and replenishment model. *Lecture Notes in Engineering and Computer Science*, 841-845.
- Wardana. (2024). *Dasar-Dasar Data Science dan Aplikasinya dengan Python*. Banyumas: wawasan Ilmu.
- Yu, Y. (2017). Cloud computing and its impact on service level: a multi-agent simulation model. *International Journal of Production Research*, 4341-4353 .
- Yu, Y., Cao, R. Q., & Schniederjans, D. (2017). Cloud computing and its impact on service level: a multi-agent simulation model. *International Journal of Production Research*, 4341-4353.
- Zhang, L. (2022). Addressing the consensus on information sharing in CPFR information systems: Insights from manufacturer – retailer dyads. *International Journal of Production Research* , 3569-3588.
- Zhang, L., Liu, H., & Cai, Z. (2022). Addressing the consensus on information sharing in CPFR information systems: Insights from manufacturer – retailer dyads. *International Journal of Production Research*, 3569-3588.

LAMPIRAN



