

**PENENTUAN STRATEGI YANG OPTIMAL
DALAM *BEER DISTRIBUTION GAME*
DENGAN VARIABEL PENDAPATAN**

TUGAS AKHIR



DISUSUN OLEH:

MUHAMMAD ALFIAN PUTRA

2202037

**POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI
PROGRAM STUDI D-III MANAJEMEN LOGISTIK**

2025

**PENENTUAN STRATEGI YANG OPTIMAL
DALAM *BEER DISTRIBUTION GAME*
DENGAN VARIABEL PENDAPATAN
TUGAS AKHIR**

Diajukan Dalam Rangka Penyelesaian
Program Studi Diploma III Manajemen Logistik
Guna Memperoleh Sebutan Ahli Madya Logistik



DISUSUN OLEH:

MUHAMMAD ALFIAN PUTRA

2202037

**POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI
PROGRAM STUDI D-III MANAJEMEN LOGISTIK**

2025

**HALAMAN PERSETUJUAN
TUGAS AKHIR**

**PENENTUAN STRATEGI YANG OPTIMAL
DALAM *BEER DISTRIBUTION GAME*
DENGAN VARIABEL PENDAPATAN**

Disusun Oleh:

MUHAMMAD ALFIAN PUTRA

2202037

Disetujui untuk diajukan pada

Seminar Tugas Akhir

Program Studi Diploma III Manajemen Logistik

Menyetujui

DOSEN PEMBIMBING I



Nengah Widiangga Gautama, S.T., M.T.

NIP. 19781209 200912 1 002

Tanggal : 16 Juni 2025

DOSEN PEMBIMBING II



Hendra Yuda Novianto, S.E., M.AP.

NIP. 19771105 201012 1 001

Tanggal : 16 Juni 2025

Ditetapkan di : Tabanan

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PENENTUAN STRATEGI YANG OPTIMAL
DALAM *BEER DISTRIBUTION GAME*
DENGAN VARIABEL PENDAPATAN**

Telah dipersiapkan dan disusun oleh:

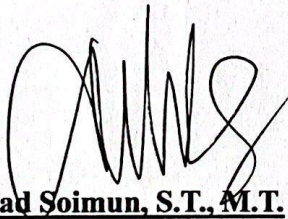
**MUHAMMAD ALFIAN PUTRA
2202037**

TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI

PADA TANGGAL 24 JUNI 2025

DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT

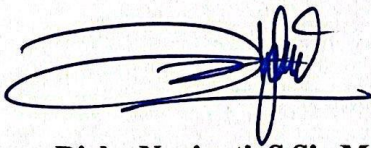
Tim Penguji



Ahmad Soimun, S.T., M.T.
NIP. 19900407 201902 1 001



Nengah Widiangga Gautama, S.T., M.T.
NIP. 19781209 200912 1 002



Dynes Rizky Navianti, S.Si., M.Si
NIP. 19900708 201902 2 001



Hendra Yuda Novianto, S.E., M.AP.
NIP. 19771105 201012 1 001

Mengetahui,

**KETUA PROGRAM STUDI
D-III MANAJEMEN LOGISTIK**



Nengah Widiangga Gautama, S.T., M.T.
NIP. 19781209 200912 1 002

PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : MUHAMMAD ALFIAN PUTRA

Nomor Mahasiswa : 2202037

Alamat : Bayan 08/10, Kadipiro, Banjarsari, Surakarta

Bahwa tugas akhir saya dengan judul “**PENENTUAN STRATEGI YANG OPTIMAL DALAM BEER DISTRIBUTION GAME DENGAN VARIABEL PENDAPATAN**” tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu perguruan tinggi lain dan tidak terdapat keseluruhan atau sebagai tulisan orang lain yang saya akui sebagai tulisan saya sendiri tanpa memberikan pengakuan pada penulis aslinya. Apabila dikemudian hari saya terbukti melakukan tindakan menyalin atau meniru tulisan orang lain seolah-olah hasil pemikiran saya sendiri, gelar dan ijazah yang telah diberikan oleh perguruan tinggi batal saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan sebenarnya.

Tabanan, 7 Juni 2025

Penulis,



MUHAMMAD ALFIAN PUTRA

Notar. 2202037

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Penentuan Strategi yang Optimal dalam *Beer Distribution Game* dengan Variabel Pendapatan” Tugas Akhir ini disusun dalam rangka memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi Diploma III Manajemen Logistik Politeknik Transportasi Darat Bali. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua dan keluarga yang selalu mendukung dan mendoakan.
2. Ibu Firga Ariani, S.E., M.M.Tr. selaku direktur Politeknik Transportasi Darat Bali.
3. Bapak Nengah Widiangga Gautama, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi D-III Manajemen Logistik sekaligus dosen pembimbing I beserta seluruh staf program studi.
4. Bapak Hendra Yuda Novianto, S.E., M.AP. selaku Dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan waktunya.
5. Dosen-dosen Program Studi Diploma III Manajemen Logistik yang telah memberikan bimbingan selama pendidikan.
6. Rekan Mahasiswa Politeknik Transportasi Darat Bali Angkatan III.

Penulis menyadari tugas akhir ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Akhir kata, penulis berharap penelitian ini berguna bagi para pembaca.

Tabanan, 7 Juni 2025

Penulis,



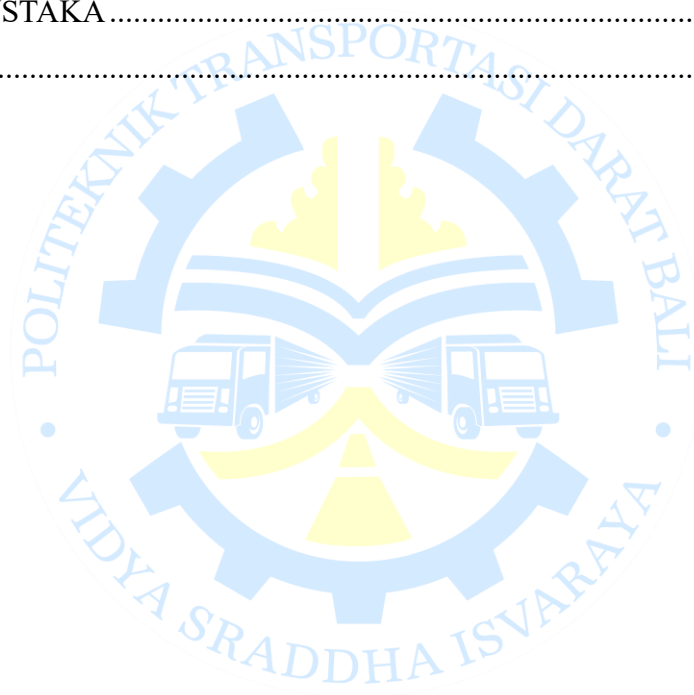
MUHAMMAD ALFIAN PUTRA

Notar. 2202037

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
INTISARI.....	xi
<i>ABSTRACT</i>	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB II GAMBARAN UMUM.....	5
BAB III TINJAUAN PUSTAKA.....	6
3.1 <i>Beer Distribution Game</i>	6
3.2 Konsep Biaya dalam <i>Beer Distribution Game</i>	6
3.3 <i>AnyLogic</i>	7
3.4 Penentuan Strategi dalam Simulasi Rantai Pasok.....	8
3.5 <i>Monte Carlo Simulation</i>	8
3.6 Penelitian Terdahulu.....	10
BAB IV METODE PENELITIAN.....	13
4.1 Teknik Pengumpulan Data.....	13
4.2 Metode Analisis Data.....	14

4.3	Metode Perancangan Simulasi	16
4.4	Bagan Alir Penelitian.....	19
4.5	<i>Timeline</i> Kegiatan Penelitian.....	21
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		22
5.1	Simulasi	22
5.2	Penerapan Data Riil.....	35
BAB VI PENUTUP		38
6.1	Kesimpulan.....	38
6.2	Saran	38
DAFTAR PUSTAKA		40
LAMPIRAN.....		43



DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Tabel Penelitian Terdahulu	10
Tabel 4. 1 Contoh Rekapitulasi Hasil Simulasi	19
Tabel 4. 2 Tabel Timeline Kegiatan.....	21
Tabel 5. 1 Rekapitulasi Hasil Simulasi.....	34
Tabel 5. 2 Rekapitulasi Hasil Simulasi Dengan Data.....	36

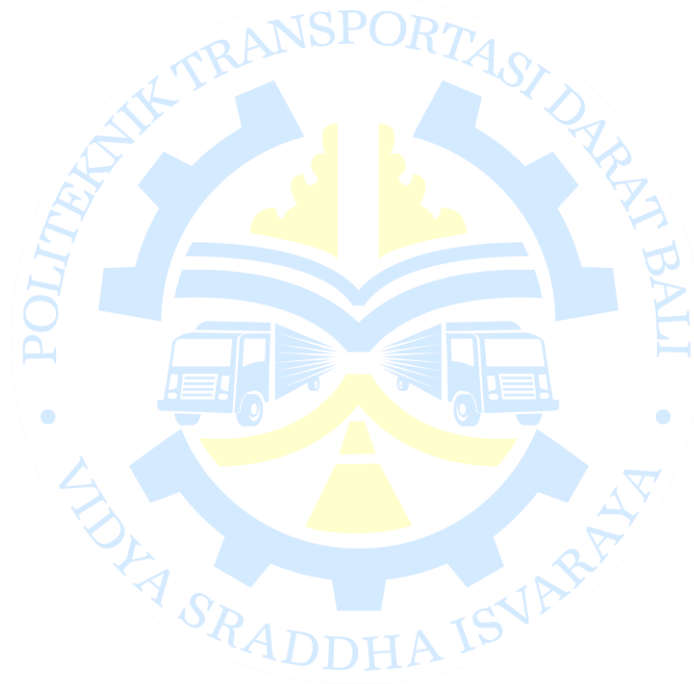


DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Blok Source, Delay, dan Sink	16
Gambar 2. Bagan Alir Penelitian	20
Gambar 3. Pembuatan Model Baru	22
Gambar 4. Penyusunan Blok dan Elemen Simulasi	23
Gambar 5. Coding On Exit Blok Pesanan Konsumen	24
Gambar 6. Coding On Enter Blok Retailer	25
Gambar 7. Coding On at Exit Blok Retailer	25
Gambar 8. Coding On Exit Blok Retailer	26
Gambar 9. Coding On Enter Blok Wholesaler	26
Gambar 10. Coding On at Exit Blok Wholesaler	27
Gambar 11. Coding On Exit Blok Wholesaler	27
Gambar 12. Coding On Enter Blok Distributor	28
Gambar 13. Coding On at Exit Blok Distributor	29
Gambar 14. Coding On Enter Blok Distributor	29
Gambar 15. Coding On Enter Blok Factory	30
Gambar 16. Coding On at Exit Blok Factory	31
Gambar 17. Coding On Exit Blok Factory	31
Gambar 18. Tampilan Hasil Satu Kali Percobaan	32
Gambar 19. Tampilan Hasil Setelah Menjalankan 5000 Iterasi	33
Gambar 20. Coding Blok Pesanan Konsumen Menggunakan Data	35

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tampilan Awal Simulasi AnyLogic	43
Lampiran 2. Tampilan Setelah Menjalankan Simulasi.....	43
Lampiran 3. Hasil Simulasi.....	44
Lampiran 4. Data Laporan Penjualan Harian Toko Baju Sederhana.....	52
Lampiran 5. Hasil Simulasi Dengan Data Perusahaan.....	53
Lampiran 6. Manual Book.....	61
Lampiran 7. Lembar Asistensi Bimbingan.....	62



INTISARI

Penentuan Strategi yang Optimal dalam *Beer Distribution Game* dengan Variabel Pendapatan

Oleh

Muhammad Alfian Putra
2202037

Rantai pasokan merupakan sistem kompleks yang melibatkan berbagai entitas dan proses untuk memenuhi permintaan konsumen secara efisien. Salah satu tantangan utama dalam manajemen rantai pasokan adalah mengatasi ketidakpastian permintaan dan penawaran yang dapat menimbulkan *bullwhip effect* serta peningkatan biaya operasional. *Bullwhip effect* adalah fenomena distorsi informasi permintaan yang mengakibatkan fluktuasi permintaan yang semakin besar di setiap tingkat rantai pasok. *Beer Distribution Game* (BDG) merupakan simulasi yang umum digunakan untuk memahami dinamika aliran informasi dan barang dalam rantai pasok. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan strategi optimal dalam *Beer Distribution Game* dengan mempertimbangkan variabel pendapatan. Simulasi dilakukan menggunakan perangkat lunak *AnyLogic* yang memungkinkan pemodelan perilaku masing-masing entitas dalam rantai pasok secara mendetail. Dalam penelitian ini, diuji berbagai kombinasi strategi berdasarkan parameter *threshold* dan order, seperti T/O 1/5 hingga T/O 15/20. Hasil simulasi menunjukkan bahwa strategi dengan *threshold* 10 dan order 5 menghasilkan total *cost* paling rendah yaitu sebesar -99. Nilai negatif ini mengindikasikan bahwa pendapatan yang diperoleh dari penjualan mampu menutupi seluruh biaya *backlog* dan penyimpanan. Pendekatan yang mengikutsertakan pendapatan memberikan gambaran yang lebih komprehensif dalam menentukan strategi rantai pasok yang optimal.

Kata Kunci: *Beer Distribution Game*, *AnyLogic*, Pendapatan, Biaya total

ABSTRACT

Optimal Strategy Determination in Beer Distribution Game with Income Variable

By

Muhammad Alfian Putra
2202037

The supply chain is a complex system involving various entities and processes to meet consumer demand efficiently. One of the main challenges in supply chain management is to overcome the uncertainty of demand and supply that can cause a bullwhip effect and increase operational costs. The bullwhip effect is a phenomenon of demand information distortion that results in increasingly large demand fluctuations at each level of the supply chain. Beer Distribution Game (BDG) is a simulation commonly used to understand the dynamics of information and goods flow in the supply chain. This study aims to determine the optimal strategy in the Beer Distribution Game by considering the revenue variable. The simulation was carried out using AnyLogic software that allows detailed modeling of the behavior of each entity in the supply chain. The study tested various combinations of ordering strategies based on threshold and order parameters, such as T/O 1/5 to T/O 15/20. The simulation results showed that the strategy with a threshold of 10 and order 5 resulted in the lowest total cost of -99. This negative value indicates that the revenue obtained from sales is able to cover all backlog and storage costs. Thus, the approach that includes revenue provides a more comprehensive picture in determining the optimal supply chain strategy.

Keywords: *Beer Distribution Game, AnyLogic, Revenue, Total cost*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Rantai pasokan (*supply chain*) adalah sebuah sistem kompleks yang melibatkan serangkaian kegiatan terkoordinasi, mulai dari pengadaan bahan baku hingga pengiriman produk ke konsumen (Rochman dan Putra, 2020). Sistem ini mencakup berbagai organisasi, sumber daya manusia, aktivitas, informasi, dan sumber daya lainnya. Dengan kata lain, rantai pasok merupakan pendekatan yang digunakan untuk mengintegrasikan pemasok, produsen, gudang, dan toko secara efisien dengan tujuan utama untuk memenuhi permintaan pelanggan melalui penggunaan sumber daya yang paling efisien (Yusuf dan Soediantono, 2022). Menurut Hahn (2020) manajemen rantai pasok (*supply chain management*) adalah pendekatan terpadu dalam mengelola arus produk, informasi, serta keuangan secara menyeluruh yang melibatkan berbagai pihak dari hulu ke hilir, seperti pemasok, pabrik, jaringan distribusi, dan layanan logistik. Dalam dunia bisnis yang semakin global saat ini, perusahaan dituntut untuk mampu mengelola rantai pasokan mereka dengan baik agar dapat beradaptasi dengan perubahan pasar yang cepat dan memenuhi harapan konsumen.

Salah satu tantangan dalam manajemen rantai pasokan adalah mengelola ketidakpastian yang muncul dari fluktuasi permintaan dan penawaran (Lestari, Lubis dan Santi, 2025). Ketidakpastian ini dapat menyebabkan masalah seperti kelebihan persediaan atau kekurangan stok yang berdampak negatif pada biaya operasional dan kepuasan pelanggan. Oleh karena itu, penting bagi perusahaan untuk memiliki strategi yang efektif dalam merencanakan dan mengendalikan aliran barang serta informasi seluruh rantai pasokan. Dalam konteks ini, pemahaman tentang dinamika interaksi antar pemain dalam rantai pasokan menjadi sangat penting.

Salah satu alat yang efektif untuk memahami dinamika dan kompleksitas rantai pasok adalah melalui simulasi *Beer Distribution Game* atau BDG. Permainan

Beer Distribution Game merupakan simulasi yang diciptakan oleh sekelompok profesor pada pendidikan manajemen MIT Sloan di tahun 1960-an. BDG terdiri dari empat pemain utama yaitu: Pengecer (*Retailer*), Grosir (*Wholesaler*), Distributor, dan Pabrik (*Factory*). Dalam permainan ini, setiap unit hanya mengetahui informasi pesanan dari unit di bawahnya tanpa komunikasi langsung dengan unit lain, sehingga sering terjadi distorsi informasi yang menyebabkan *bullwhip effect*. *Bullwhip effect* adalah salah satu masalah paling umum yang dialami hampir semua produk dalam rantai pasokan (Alabdulkarim, 2020). Tantangan utama dalam simulasi BDG adalah bagaimana pemain dapat mengelola persediaan dengan meminimalkan biaya total (*total cost*).

Dalam simulasi BDG konvensional, fokus utama biasanya hanya pada biaya seperti biaya pemesanan, biaya penyimpanan (*inventory cost*), dan biaya kekurangan stok (*backlog cost*). Padahal dalam pengambilan keputusan tidak hanya mempertimbangkan pengurangan biaya saja, tetapi juga pendapatan yang diperoleh dari penjualan produk. Oleh karena itu, pendekatan baru diperlukan untuk mengembangkan BDG dengan menambahkan aspek pendapatan sebagai variabel yang dipertimbangkan dalam evaluasi strategi. Pendapatan dalam penelitian akan dihitung berdasarkan jumlah unit barang yang berhasil dijual oleh masing-masing aktor (terutama *retailer*) kepada pelanggan akhir, kemudian dikalikan dengan harga jual per unit. Dengan menambahkan variabel pendapatan, analisis menjadi lebih seimbang antara efisiensi biaya dan potensi profit, sehingga strategi yang dihasilkan akan lebih relevan dalam dunia bisnis.

Simulasi *Beer Distribution Game* memerlukan sebuah aplikasi yang dikenal sebagai *AnyLogic*. *AnyLogic* merupakan perangkat lunak simulasi berbasis agen yang memungkinkan permodelan sistem kompleks seperti rantai pasok. Dalam simulasi *Beer Distribution Game* menggunakan *AnyLogic*, setiap entitas dalam rantai pasok dapat dianalisis secara mendetail, termasuk pola pemesanan, waktu tunggu, biaya operasional, dan pendapatan yang dihasilkan. *AnyLogic* memungkinkan eksperimen dengan berbasis skenario untuk mengevaluasi dampak strategi pemesanan terhadap efisiensi rantai pasok serta kestabilan pendapatan.

Berdasarkan uraian di atas, penulis merasa tertarik untuk merancang sebuah penulisan tugas akhir dengan judul “**Penentuan Strategi yang Optimal dalam Beer Distribution Game dengan Variabel Pendapatan**” yang mencakup 4 pemain utama dengan tujuan mengatur *total cost* seminimal mungkin dengan cara mengatur strategi di setiap unitnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana strategi yang optimal dalam *Beer Distribution Game* dengan variabel pendapatan serta penerapannya menggunakan data riil?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian pada tugas akhir ini untuk menentukan strategi mana yang paling optimal digunakan jika menambahkan aspek pendapatan dalam *Beer Distribution Game*.

1.4 Manfaat Penelitian

Berikut merupakan manfaat yang dapat diperoleh dalam penelitian ini antara lain:

1. Menambah wawasan dalam studi simulasi rantai pasok dengan pendekatan berbasis pendapatan.
2. Memberikan rekomendasi strategi bagi pelaku bisnis dan manajer rantai pasok dalam mengoptimalkan pemasukan dan mengurangi *bullwhip effect*.
3. Menjadi referensi dalam pengembangan model *Beer Distribution Game* yang lebih realistis dengan mempertimbangkan aspek pendapatan.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terfokus, beberapa batasan masalah yang diterapkan dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian hanya akan membahas *Beer Distribution Game* dalam konteks empat peran utama yaitu: Pengecer (*Retailer*), Grosir (*Wholesaler*), Distributor, dan Pabrik (*Factory*).

2. Pendapatan yang diperhitungkan dalam penelitian ini meliputi pemasukan dari penjualan dan biaya operasional, tanpa memasukkan aspek pajak atau kebijakan pemerintah.
3. Tidak mempertimbangkan faktor eksternal seperti gangguan dalam rantai pasok akibat bencana alam atau perubahan kebijakan ekonomi.
4. Strategi yang optimal ditentukan berdasarkan biaya total (*total cost*) yang paling rendah. *Total cost* dihitung berdasarkan *inventory cost* dan *backlog cost*, tetapi dalam simulasi ini *total cost* adalah *inventory cost* ditambah *backlog cost* kemudian dikurangi dengan pendapatan.



BAB II

GAMBARAN UMUM

Penelitian ini dilakukan menggunakan aplikasi *AnyLogic* untuk menjalankan permainan simulasi. *Beer Distribution Game* (BDG) merupakan sebuah simulasi edukatif yang dikembangkan pada tahun 1960-an oleh *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) untuk menggambarkan kompleksitas dan dinamika dalam rantai pasok. Simulasi ini dirancang untuk memperlihatkan bagaimana keterbatasan informasi dan kurangnya koordinasi antar pelaku dalam rantai pasok dapat menyebabkan ketidakseimbangan salah satunya adalah *bullwhip effect*, yang dapat diartikan fenomena ketika fluktuasi kecil pada permintaan pelanggan menyebabkan fluktuasi yang jauh lebih besar di hulu rantai pasok.

Dalam BDG, terdapat empat entitas utama yang saling berinteraksi, yaitu *Retailer*, *Wholesaler*, *Distributor*, dan *Factory*. Masing-masing entitas memiliki peran dalam menerima dan mengirimkan pesanan, mengelola persediaan, serta menghadapi biaya akibat *inventory* dan *backlog*. Model ini menjadi alat penting dalam memahami pengambilan keputusan dalam kondisi tidak pasti dan keterbatasan komunikasi. Dalam penelitian ini, BDG dikembangkan dengan menambahkan aspek pendapatan (*revenue*) sebagai elemen baru yang diperhitungkan dalam perhitungan total *cost*. sehingga simulasi tidak hanya menekankan pada efisiensi biaya logistik, tetapi juga pada optimalisasi keuntungan rantai pasok secara menyeluruh. Hal ini menjadikan simulasi fokus pada efisiensi biaya logistik dan optimalisasi rantai pasokan.

BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Beer Distribution Game

Beer Distribution Game adalah permainan simulasi logistik yang dikembangkan oleh sekelompok profesor pada pendidikan MIT Sloan of Management pada tahun 1960-an (Rozhkov dkk., 2022). Simulasi ini digunakan untuk membantu pemain dalam memahami masalah koordinasi yang sering terjadi dalam proses rantai pasokan. Dalam permainan ini, pemain mengambil peran sebagai *Retailer*, *Wholesaler*, Distributor, dan Pabrik yang memiliki tujuan utama untuk memenuhi permintaan pelanggan dengan biaya paling minimal (Mayasari dkk., 2024). Dalam teori manajemen rantai pasokan, strategi optimal digunakan untuk mengoptimalkan sehingga barang diproduksi dan didistribusikan dalam jumlah yang tepat untuk meminimalkan biaya total (Octavianya dan Gunawan, 2023).

3.2 Konsep Biaya dalam Beer Distribution Game

Konsep dasar permainan *Beer Distribution Game* melibatkan empat pemain utama yaitu: Pengecer (*Retailer*), Grosir (*Wholesaler*), Distributor, dan Pabrik (*Factory*). *Retailer* berperan sebagai pihak yang menerima permintaan dari pelanggan dan memesan stok kepada *Wholesaler*. Selanjutnya, *Wholesaler* memenuhi pesanan *Retailer* dan melakukan pemesanan ke Distributor. Distributor bertugas mendistribusikan stok kepada *Wholesaler* serta mengajukan pesanan kepada *Factory*. *Factory* sebagai unit terakhir, memproduksi bir sesuai pesanan dari Distributor dan mengirimkannya setelah melewati proses produksi yang memiliki *lead time* tertentu.

Setiap pemain bertanggung jawab atas pengelolaan inventaris dan pengambilan keputusan pemesanan untuk meminimalkan biaya total. Perhitungan biaya total diperoleh dari dua komponen, yaitu *inventory cost* dan *backlog cost*. *Inventory cost* dihitung berdasarkan jumlah stok di gudang, sedangkan *backlog cost*

berdasarkan pada selisih antara jumlah pesanan pelanggan dengan stok yang tersedia (Gautama dan Arifin, 2024).

Model klasik BDG tidak memasukkan variabel pendapatan, karena tujuannya hanya untuk melihat efisiensi operasional dan efek dari distorsi informasi. Namun pada praktik nyata, perusahaan tidak hanya fokus pada efisiensi biaya, tapi juga pada profitabilitas. Maka dapat dikatakan pendapatan bisa dimasukkan ke dalam model simulasi sebagai elemen pengurang terhadap total *cost*. Pendekatan ini digunakan untuk mendekati konteks nyata industri, di mana keberhasilan strategi *supply chain* tidak hanya diukur dari efisiensi biaya, tetapi juga dari potensi profitabilitas.

Penelitian ini memodifikasi simulasi BDG dengan menambahkan elemen pendapatan sebagai variabel yang mempengaruhi evaluasi strategi. Pendapatan dalam konteks ini dihitung dari hasil penjualan produk ke pelanggan, khususnya oleh pihak *retailer* yang dapat dihitung dari jumlah unit yang terjual dikali dengan harga jual per unitnya. Memodifikasi ini dianggap valid secara ilmiah karena sesuai dengan prinsip dasar analisis biaya manfaat (*cost benefit analysis*), serta telah diterapkan dalam pendekatan modern pada sistem simulasi manajemen rantai pasok. Oleh karena itu, penggunaan pendekatan ini dapat memperkaya pemahaman terhadap pengaruh strategi distribusi terhadap profitabilitas sistem secara keseluruhan. Konsep metode yang paling optimal digunakan yaitu dengan biaya total paling minimum (Wibowo dan Khikmawati, 2017).

3.3 *AnyLogic*

AnyLogic adalah perangkat lunak simulasi yang dikembangkan oleh *The AnyLogic Company* (sebelumnya dikenal sebagai *XJ Technologies*) di Rusia. Berbeda dengan perangkat lunak lainnya, *AnyLogic* menggunakan bahasa Rusia dan memiliki antarmuka yang mudah digunakan serta adaptif. Selain itu, *AnyLogic* tidak hanya mengintegrasikan metode simulasi berbasis agen, tetapi juga metode sistem dinamis dan kejadian diskrit yang dapat dikombinasikan satu sama lain (Afanasyev dkk., 2022).

AnyLogic adalah perangkat lunak yang menyediakan antarmuka grafis yang membantu proses memodelkan lingkungan yang kompleks, seperti manufaktur,

rantai pasok dan antrian (Rizky dan Hartanto, 2022). Dalam mengoptimalkan penggunaannya simulasi yang biasa digunakan dalam aplikasi *AnyLogic* adalah *discrete event*, *agent-based modelling*, dan *system dynamic*. *AnyLogic* memiliki peran penting dalam pemodelan antrian, di mana pengguna dapat memperoleh hasil simulasi yang mendekati kondisi nyata. Perangkat lunak ini memungkinkan penggabungan berbagai proses simulasi antrian berdasarkan data aktual, sehingga dapat menghasilkan output yang optimal dengan kualitas yang baik. *AnyLogic* sendiri merupakan sistem komputer yang digunakan untuk membuat program dan simulasi. Pengguna dapat mengombinasikan berbagai teknik pendekatan dalam penyusunan simulasi, sehingga menjadikan *AnyLogic* sebagai perangkat yang kompleks dan bervariasi dalam proses pengembangannya (Verawati dkk., 2022).

3.4 Penentuan Strategi dalam Simulasi Rantai Pasok

Strategi dalam rantai pasok menjadi elemen krusial untuk memastikan efisiensi dan efektivitas operasional. Simulasi rantai pasok digunakan untuk menganalisis dan mengoptimalkan aliran barang, informasi, serta keuangan dalam suatu sistem logistik. Dengan pendekatan ini, perusahaan dapat mengidentifikasi kendala, mengurangi biaya, serta meningkatkan kepuasan pelanggan. Berbagai metode simulasi, seperti simulasi berbasis agen, kejadian diskrit, dan sistem dinamis, memungkinkan pemodelan yang lebih realistis dalam menangani ketidakpastian permintaan dan pasokan (Chopra dan Meindl, 2016).

Salah satu alat yang sering digunakan dalam simulasi rantai pasok adalah *AnyLogic*, yang mampu mengombinasikan berbagai teknik simulasi untuk menghasilkan strategi optimal. Dengan simulasi, perusahaan dapat menguji berbagai skenario strategi, seperti manajemen persediaan, pengalokasian sumber daya, dan penambahan pendapatan. Oleh karena itu, pendekatan berbasis simulasi menjadi solusi yang efektif dalam menentukan strategi rantai pasok yang optimal dan berkelanjutan.

3.5 Monte Carlo Simulation

Monte Carlo Simulation adalah metode yang pengambilan sampelnya dilakukan secara acak dari setiap distribusi probabilitas untuk menghasilkan ratusan

bahkan ribuan iterasi. Dengan kata lain *Monte Carlo Simulation* merupakan teknik analisis berbasis probabilitas yang digunakan untuk memahami dampak ketidakpastian dalam berbagai sistem kompleks. Metode ini bekerja dengan menghasilkan sejumlah besar simulasi acak berdasarkan distribusi probabilitas variabel input, lalu menganalisis hasilnya untuk memperoleh estimasi kemungkinan keluaran. Simulasi *Monte Carlo Simulation* dikenal juga dengan istilah *sampling simulation* atau *monte carlo sampling technique* (Adryan dkk., 2023). Dengan demikian, *Monte Carlo Simulation* sangat efektif dalam membantu pengambilan keputusan yang melibatkan risiko dan variabilitas tinggi. *Monte Carlo Simulation* digunakan untuk menentukan kebijakan optimal dalam pengelolaan bahan baku (Artika dkk., 2023).

Dalam penerapannya, *Monte Carlo Simulation* banyak digunakan di berbagai bidang, seperti keuangan, logistik, teknik, dan kesehatan (Sampurno dkk., 2021). Di sektor keuangan, metode ini digunakan untuk menilai risiko investasi, memperkirakan harga opsi, serta menganalisis ketidakpastian pasar. Sementara itu, dalam bidang rantai pasok dan logistik, simulasi ini memungkinkan perusahaan mengoptimalkan persediaan, merancang jalur distribusi yang lebih efisien, serta meminimalkan risiko gangguan operasional. Selain itu, *Monte Carlo Simulation* juga diterapkan dalam teknik dan manufaktur untuk mengukur keandalan sistem serta memperkirakan umur pakai suatu produk.

Keunggulan utama *Monte Carlo Simulation* terletak pada kemampuannya menangani berbagai skenario yang kompleks dan memperhitungkan variabilitas dalam proses analisis. Namun, metode ini juga memiliki keterbatasan, seperti kebutuhan daya komputasi yang tinggi dan ketergantungan pada distribusi probabilitas yang digunakan. Meskipun demikian, *Monte Carlo Simulation* tetap menjadi alat yang sangat berguna dalam pengambilan keputusan berbasis data, terutama dalam menghadapi ketidakpastian di berbagai industri. Dalam penelitian ini, untuk mendapatkan strategi nilai rata-rata minimum dengan mengikutsertakan pendapatan yaitu menggunakan metode *Monte Carlo Simulation*.

3.6 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu adalah sebuah penelitian yang digunakan sebagai acuan penulis dalam melakukan penelitian. Berikut merupakan daftar penelitian terdahulu yang disajikan pada Tabel 3.1 sebagai berikut.

Tabel 3. 1 Tabel Penelitian Terdahulu

Penulis/ Komponen	Penulis		
	Nur Diana dkk (2022)	Nengah Widiangga Gautama dan Andi Harmoko Arifin (2024)	Jati Utomo dkk (2021)
Judul Penelitian	Permodelan Simulasi Sistem Distribusi Ubi Kayu	<i>Can Demand Forecasting Help Supply Chain? Evidence from Beer Distribution Game</i>	Simulasi Waktu Tunggu dan Biaya Rantai Pasok Semen Berbasis Agen Menggunakan <i>Software AnyLogic</i>
Metode Penelitian	Metode penelitian menggunakan kajian literatur dengan melibatkan penelitian terdahulu sebagai data sekunder dan mensimulasikan hasil alternatif dengan	Menggunakan metode eksperimen simulasi dengan merancang simulasi <i>Beer Distribution Game</i> untuk meminimalkan total biaya yang dikeluarkan saat proses distribusi.	Menggunakan model simulasi manajemen rantai pasok berbasis agen dalam penyediaan material semen. Model simulasi menggunakan aplikasi <i>AnyLogic</i> dengan data yang diperoleh meliputi <i>factory</i> ,

Penulis/ Komponen	Penulis		
	Nur Diana dkk (2022)	Nengah Widiangga Gautama dan Andi Harmoko Arifin (2024)	Jati Utomo dkk (2021)
	menggunakan aplikasi <i>AnyLogic</i> .		<i>wholesaler</i> , dan <i>retailer</i> .
Hasil Penelitian	Berdasarkan perbandingan ke-7 SC, sistem distribusi ubi kayu yang paling efisien yaitu pada jalur SC2 sebesar 36% meskipun biaya yang dikeluarkan cukup besar yaitu 3.960. Peneliti mengungkapkan bahwa semakin panjang rantai pasok, semakin banyak pihak yang terlibat, maka berdampak pada efektivitas penyebaran produk.	Peneliti memperkenalkan jumlah <i>Threshold</i> dan Order atau Nilai T/O. Dengan asumsi meningkatkan pesanan yang sama, jumlah stok di setiap blok ikut meningkat yang menyebabkan biaya total lebih tinggi. Peneliti menjelaskan Bahwa penambahan peramalan <i>Single Moving Avarage</i> (SMA) akan memberikan hasil yang beragam untuk setiap eksperimen nilai T/O.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa simulasi berbasis agen mampu memetakan distribusi semen dari <i>factory</i> , <i>wholesaler</i> , <i>retailer</i> , serta mengestimasi waktu tunggu pelanggan dan biaya harian yang dikeluarkan. Penelitian ini memberikan wawasan dalam mengelola rantai pasok semen, terutama dalam menekan biaya dan mengurangi keterlambatan distribusi material.
Gap Research	Dalam penelitian ini, dilakukan	Eksperimen dilakukan hanya	Penelitian ini melakukan optimasi

Penulis/ Komponen	Penulis		
	Nur Diana dkk (2022)	Nengah Widiangga Gautama dan Andi Harmoko Arifin (2024)	Jati Utomo dkk (2021)
	<p>analisis terhadap 7 jalur saluran distribusi (SC1-SC7) yang dibandingkan secara kuantitatif dari sisi efisiensi, utilitas, dan profitabilitas yang akhirnya mengidentifikasi bahwa SC2 adalah jalur yang paling optimal.</p>	<p>pada kombinasi nilai T/O yang terbatas, padahal hasilnya menunjukkan bahwa parameter ini sangat mempengaruhi biaya total.</p>	<p>nilai batas stok dengan pendekatan eksperimental melalui simulasi berulang (hingga 500 iterasi) guna memperoleh konfigurasi stok yang menghasilkan waktu tunggu minimum dan efisiensi biaya maksimum.</p>

(Sumber: Dokumen Pribadi)