



PAPER – OPEN ACCESS

Perencanaan dan Pengendalian Produksi Mainan Telepon Menggunakan Material Requirement Planning dengan Penerapan Metode Algoritma Wagner Within dan Economic Order Quantity

Author : Ayu Lestari, dkk
DOI : 10.32734/ee.v7i1.2325
Electronic ISSN : 2654-704X
Print ISSN : 2654-7031

Volume 7 Issue 1 – 2024 TALENTA Conference Series: Energy and Engineering (EE)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/).
Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



Perencanaan dan Pengendalian Produksi Mainan Telepon Menggunakan *Material Requirement Planning* dengan Penerapan Metode Algoritma Wagner Within dan *Economic Order Quantity*

Ayu Lestari*, Tia Ramadhani, Mery Andani Pangaribuan, Ari Pradana, Nadilah Sary

Magister Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Jl. Almameter Kampus USU, Medan 20155, Indonesia

ayu.lstr207@gmail.com, tiaramadhani367@gmail.com, meripangaribuan100@gmail.com, danaari20@gmail.com, nadilahsary180400@gmail.com

Abstrak

Studi ini mengkaji pendekatan *Material Requirement Planning* (MRP) dalam konteks perencanaan dan pengendalian produksi untuk memaksimalkan efisiensi operasional dan mengurangi biaya. MRP, sebagai sistem yang mengkoordinasikan pemesanan dan pengiriman bahan baku, bertujuan untuk menyeimbangkan pasokan dan permintaan secara efisien, memastikan ketersediaan bahan untuk produksi dan kesiapan produk untuk distribusi kepada pelanggan. Penelitian ini memperluas pemahaman tentang MRP dengan menganalisis implementasinya dalam berbagai sektor industri melalui studi kasus seperti penggunaan algoritma Wagner-Within untuk pengendalian inventori dan *Economic Order Quantity* (EOQ) untuk manajemen efisien persediaan. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk merencanakan kebutuhan bahan dengan biaya yang paling optimal melalui perbandingan antara metode algoritma Wagner Within dan *Economic Order Quantity* untuk memaksimalkan efisiensi produksi, mengurangi biaya, dan meningkatkan responsivitas terhadap permintaan pasar dalam konteks manufaktur yang dinamis dan sering kali tidak terprediksi. Metodologi yang digunakan adalah pendekatan deskriptif kuantitatif, yang melibatkan analisis data historis, struktur produk, dan lead time komponen dari industri manufaktur mainan telepon. Perhitungan biaya produksi menggunakan kedua metode tersebut menghasilkan bahwa teknik EOQ menawarkan pengurangan biaya yang signifikan dibandingkan dengan Wagner Within, dengan total biaya untuk EOQ sebesar Rp238.580.023, sedangkan Wagner Within menghasilkan biaya sebesar Rp 308.150.775. Hal ini menunjukkan bahwa EOQ memberikan solusi biaya yang lebih optimal dibandingkan dengan Wagner Within, menekankan pentingnya pemilihan teknik yang tepat untuk pengelolaan persediaan yang efektif. Studi ini berkontribusi pada literatur manajemen operasi dengan memverifikasi keefektifan teknik-teknik MRP dan mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan penerapannya dalam pengendalian produksi yang dinamis.

Kata Kunci: *Material Requirements Planning*; *Wagner Within*; *Economic Order Quantity*; Manajemen Inventori

Abstract

This study examines the *Material Requirement Planning* (MRP) approach in the context of production planning and control to maximize operational efficiency and reduce costs. MRP, as a system that coordinates the ordering and delivery of raw materials, aims to balance supply and demand efficiently, ensuring the availability of materials for production and the readiness of products for distribution to customers. By examining its use in a variety of industrial sectors via case studies, including the use of the Wagner-Within algorithm for inventory control and EOQ for effective inventory management, this research broadens our understanding of MRP. This study compares the Wagner Within algorithm approach and *Economic Order Quantity* to plan material requirements at the most optimum cost in order to maximize production efficiency and minimize expenses, and enhance responsiveness to market demands in a dynamic and often unpredictable manufacturing context. The methodology used is a descriptive quantitative approach, which involves analyzing historical data, product structures, and lead times of components from the toy phone manufacturing industry. The cost calculation using both methods resulted in EOQ offering a significant cost reduction compared to Wagner Within, with total costs for EOQ at Rp 238.580.023, while Wagner Within resulted in costs of Rp 308.150.775. This indicates that EOQ provides a more optimal cost solution compared to Wagner Within, emphasizing the importance of choosing the right technique for effective inventory management. This study contributes to the operations management literature by verifying the effectiveness of MRP techniques and identifying factors that influence the success of its implementation in dynamic production control.

Keywords: *Material Requirements Planning*; *Wagner Within*; *Economic Order Quantity*; Inventory Management

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Production Planning and Control melibatkan penentuan barang yang akan dihasilkan, jumlah produksi, dan bahan baku yang diperlukan. Tujuan utamanya adalah merancang rencana produksi yang memenuhi permintaan dengan menggunakan sumber daya secara efisien dan ekonomis.

Material Requirements Planning (MRP) adalah pendekatan sistematis untuk menghitung bahan dan komponen yang dibutuhkan untuk menghasilkan produk. MRP memastikan bahwa bahan tersedia untuk produksi dan produk siap untuk pengiriman kepada pelanggan. Tujuannya adalah untuk seimbangkan pasokan dan permintaan secara efisien. Beberapa penelitian internasional telah membahas tentang MRP, termasuk analisis penerapannya pada industri mebel, perencanaan kebutuhan material

proyek, dan penerapan dalam pembuatan obat. Semua penelitian ini berfokus pada penggunaan MRP untuk mengoptimalkan persediaan bahan baku dan mengurangi biaya produksi.[1]

Penelitian oleh Norita (2022) mengkaji penerapan algoritma Wagner-Within dalam manajemen inventori bahan baku untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi biaya. [2] Studi lain yang dilakukan Chandradevi et al., (2016) mengevaluasi efektivitas penggunaan MRP yang memperhitungkan lot sizing dalam mengontrol inventaris bahan baku, dengan tujuan mengoptimalkan proses produksi dan mengurangi limbah. [3] Selanjutnya, penelitian Slamet & Dianti (2022) menginvestigasi penggunaan program dinamis bersama algoritma Wagner Within untuk optimalisasi persediaan bahan kemas, mencari solusi terbaik dalam pengurangan biaya dan peningkatan efisiensi. Ketiga penelitian ini memberikan wawasan penting tentang penggunaan algoritma dan teknik perencanaan untuk efisiensi inventori di sektor industri. [4]

Penelitian Fadhyal et al., (2018) mengkaji penerapan metode EOQ untuk meningkatkan efisiensi manajemen persediaan di sebuah kafe. [5] Sementara itu, Ratningsih et al., (2021) memfokuskan pada implementasi EOQ dalam pengelolaan bahan baku untuk mencapai efisiensi yang lebih tinggi di perusahaan manufaktur. Ketiga jurnal ini bersama-sama menyoroti pentingnya metode EOQ dalam berbagai konteks bisnis untuk peningkatan pengendalian inventori dan efisiensi operasional. [6]

Efektivitas sistem *Material Requirement Planning* (MRP) telah menjadi fokus penting dalam penelitian manajemen operasi dan produksi, karena relevansinya yang tinggi terhadap efisiensi operasional dan keberhasilan rantai pasokan. Dalam studi oleh Chatras et al., (2016), kebutuhan adaptasi BOM dan MPS dalam konteks personalisasi massal telah ditekankan, menunjukkan kompleksitas tambahan dalam perencanaan dan pengendalian produksi. [7] Díaz-Madroño et al., (2017) menyelidiki lebih lanjut tentang pendekatan rolling horizon dalam MRP, mengakui variabilitas dan ketidakpastian waktu lead time yang merupakan realitas dalam banyak operasi manufaktur. [8]

Penelitian tambahan oleh Fajar & Lestari (2017) memperlihatkan bagaimana MRP dapat dikolaborasikan dengan perencanaan agregat untuk menghasilkan output yang lebih akurat di PT. Akebono Brake Astra Indonesia. [9] Sebaliknya, penelitian oleh Gu et al., (2017) mengeksplorasi pengaruh informasi permintaan yang tepat waktu terhadap pengambilan keputusan lot-sizing produksi. [10]

Selain itu, Martínez-Olvera et al., (2016) menyelidiki efek blokir BOM dan menyoroti kebutuhan untuk pendekatan kuantitatif dalam mengatasi komplikasi yang muncul dari BOM. [11] Di sisi lain, Rossi et al., (2017) berfokus pada peningkatan perencanaan produksi melalui penerapan MRP kapasitas terbatas, memperkenalkan solusi untuk mengatasi keterbatasan tradisional MRP. [12]

Shahzad & Mebarki (2016) membahas metode RCCP (*Rough Cut Capacity Planning*) untuk membuat produksi menjadi lebih efektif, yang menekankan pada pendekatan strategis dalam pengelolaan kapasitas produksi untuk mencapai efisiensi operasional. Shahzad & Mebarki (2016) membahas penggunaan simulasi dan algoritma pencarian untuk menyusun aturan penjadwalan. [13]

Penelitian lainnya dari studi Wu et al., (2018) yang menangani masalah lot sizing multi-item yang berkapasitas dengan mesin yang tidak identik, serta penelitian oleh Díaz-Madroño et al., (2017) yang menawarkan pendekatan horizon bergulir untuk MRP dalam menghadapi waktu pimpin yang tidak pasti. Pendekatan ini menekankan pentingnya fleksibilitas dan adaptasi dalam perencanaan sumber daya material untuk menghadapi ketidakpastian dalam rantai pasokan. [8], [14]

1.2. Tujuan Penelitian

Secara keseluruhan, studi ini bertujuan untuk menjadwalkan permintaan bahan melalui ongkos yang paling efektif melalui perbandingan antara metode EOQ dan AWW untuk memaksimalkan efisiensi produksi, mengurangi biaya, dan meningkatkan responsivitas terhadap permintaan pasar dalam konteks manufaktur yang dinamis dan sering kali tidak terprediksi.

2. Landasan Teori

2.1. Aggregate Planning

Metode ini memungkinkan hasil perencanaan produksi tidak diterapkan pada setiap jenis produk secara khusus. Sebaliknya, strategi perencanaan agregat memungkinkan perencanaan produksi menggunakan satuan produk pengganti [15]

2.2. Master Production Scheduling

Untuk setiap bagian dari jadwal produksi, duk dalam rencana agregat dipecah menjadi produk akhir.. Jadwal ini menentukan jenis dan jumlah produk yang diproduksi selama jangka waktu tertentu. Dalam manufaktur, MPS adalah rencana produksi pendek yang membantu perusahaan menghasilkan produk akhir, digunakan untuk mengatur produksi sesuai kebutuhan pelanggan [16]. MPS membantu perusahaan meningkatkan kinerja tenaga kerja, meningkatkan efisiensi jam kerja, dan mengurangi kerugian akibat kurangnya perencanaan produksi. [17]

2.3. Material Requirement Planning

Material Requirement Planning (MRP) didefinisikan sebagai sistem perencanaan dan pengendalian persediaan yang bertujuan untuk mengkoordinasikan pemesanan dan jadwal pengiriman bahan baku yang diperlukan untuk produksi. MRP memungkinkan

perusahaan untuk meminimalisir tingkat persediaan sambil memastikan ketersediaan material yang tepat waktu, sehingga produksi dapat berlangsung efisien dan biaya operasional dapat ditekan.[18]

Dengan bantuan bill of materials, proses produksi master dapat diterjemahkan menjadi jadwal kebutuhan bahan, yang mencakup bagian, komponen, dan sub-assembly. Dokumen komputer yang berisi urutan dan jumlah item (bagian atau bagian) yang dibutuhkan dalam produksi satu unit barang disebut faktur bahan[19].

2.4. Material Requirements Planning (MRP)

Beberapa sifat MRP yaitu :

1. MRP berorientasi produk, menggunakan Bill of Material (BOM) untuk menghitung jumlah komponen dan perakitan yang diperlukan.
2. MRP, yang berfokus pada masa mendatang, mengandung data MPS yang digunakan guna mengestimasi perluan *part* di masa mendatang.
3. Melalui MRP, pengaturan waktu dapat dikendalikan untuk menentukan kapan suatu komponen akan diperlukan berdasarkan estimasi siklus waktu yang diharapkan..
4. Perencanaan prioritas yang termasuk dalam MRP menetapkan semua elemen untuk mencapai JIP, mencakup masalah bahan dasar serta capacity.[15]

2.4.1. Cara Kerja MRP

Tahapan pelaksanaan MRP yaitu :

1. Mengestimasi *Gross Requirements* dengan mempertimbangkan proyeksi stok dan rencana diterimanya bahan baku atau barang jadi.
2. Menggunakan ukuran lot untuk mengonversi jumlah yang keperluan bersih menjadi sesuai *planning*.
3. Menetapkan rencana pembelian dengan tepat waktu melalui penjadwalan mundur.
4. Mengidentifikasi tindakan yang harus dilakukan oleh pelanggan.
5. Memisahkan kebutuhan *parent item* dari *part item* [15]

2.4.2. Teknik-teknik Lot Sizing

a. Algoritma Wagner Within

Dengan pendekatan berbasis model program dinamis, metode ini ditujukan untuk menemukan rencana penjualan yang efektif untuk semua rencana *Net Requirement*. Ini dilakukan agar tujuan meminimalkan biaya pengadaan dan penyimpanan. Esensinya, metode ini mengevaluasi semua metode pemesanan yang dapat dipertimbangkan untuk memenuhi kebutuhan bersih dalam periode perencanaan., sehingga selalu memberikan solusi terbaik.

b. Jumlah pesanan ekonomis (*Economic Order Quantity*)

Teknik EOQ didasarkan pada asumsi bahwa permintaan dan kebutuhan terus berkembang, sehingga tidak cocok untuk MRP. Rumus ini digunakan untuk menentukan ukuran lot.

$$Q = \sqrt{\frac{2AD}{I_T C}}$$

Dimana:

Q = kuantitas pesan yang optimal

D = Permintaan unit per tahun (dalam unit)

3. Metodologi Penelitian

Studi ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif untuk memantau operasi industry pada pengolahan data numerik. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk secara sistematis menginterpretasikan fenomena melalui pengumpulan data kuantitatif dan kemudian menggunakan analisis statistik untuk menjelaskan spesifik situasi yang diteliti.

3.1. Pengumpulan Data

Data sekunder yang digunakan, meliputi:

1. Informasi historis pemesanan produksi mainan telepon.

2. Inventaris bahan baku yang tersedia pada periode sebelumnya.
3. Informasi mengenai struktur produk.
4. Lead time dari setiap komponen yang digunakan dalam produksi.

3.2. Teknik Analisis Data

Tahapan dalam melakukan analisis yaitu:

1. Peramalan: Menggunakan metode statistik untuk estimasi permintaan masa depan. Hal ini melibatkan perhitungan *Standard Error of Estimate* (SEE) untuk menilai keakuratan prediksi yang dibuat.
2. Penyusunan *Master Production Schedule* (MPS): Jadwal produksi diatur berdasarkan hasil peramalan, memfasilitasi perencanaan produksi yang lebih akurat dan mengurangi limbah.
3. *Material Requirement Planning* (MRP): Mengidentifikasi dan menetapkan jumlah bahan baku yang dibutuhkan untuk memenuhi jadwal produksi yang telah ditentukan, menggunakan MPS sebagai dasar.

3.3. Langkah-langkah MRP

Langkah-langkah dari *Material Requirement Planning* (MRP), yaitu.

- a. Netting
Netting adalah kalkulasi kebutuhan pada tiap periode jangka waktu perencanaan.
- b. Lotting
Lotting adalah prosedur untuk menetapkan jumlah pesanan yang akan memenuhi kebutuhan bersih (Rt) selama beberapa periode secara bersamaan.
- c. Offsetting
Offset adalah prosedur untuk menentukan periode pemesanan guna memenuhi kebutuhan bersih (Rt).
- d. Exploding
Exploding adalah proses menghitung hasil dari tiga tahap sebelumnya untuk item dan komponen di bawahnya.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Input Forecasting

Masukan informasi untuk produksi Mainan Telepon mencakup hasil prediksi total pemasaran, durasi standar untuk masing-masing stasiun kerja, dan informasi *Aggregate Planning* terkait. Rincian dari informasi ini tersedia dalam tabel di bawah ini

Tabel 1. Informasi Hasil *Forecasting*

Periode	Hasil Peramalan
13	282
14	276
15	269
16	261
17	253
18	243
19	233
20	221
21	209
22	195
23	181
24	166

Tabel 2. Data Waktu Baku Jumlah Tenaga

Work Center	Waktu Baku (detik)	Waktu Baku (jam)	Tenaga Kerja Sekarang	
			Jumlah (orang)	Waktu Baku/Orang
I	3106	0.8628	2	0.4314
II	1405	0.3903	2	0.19515
Total		1.2531	4	0.6266

Tabel 3. Informasi Agreggate Planning

Parameter	Keterangan
Jam Kerja/Shift	8
Jumlah Shift/Hari	1
Tingkat Absensi	3.00%
Biaya Produksi RT	60000
Biaya Produksi OT	90000
Biaya Subkontrak	150000
Persediaan Awal	0
Persediaan Akhir	0
Kapasitas Overtime	1.52
Kapasitas Subkontrak	1000
Biaya Penyimpanan	500
Biaya Merekrut Tenaga Kerja	50000
Biaya Memecat Tenaga Kerja	400000
Lead Time	1

4.2. Master Production Schedule

Hasil perhitungan master production schedule (MPS) adalah hasil perhitungan manual yang menggunakan metode transportasi yang memperhatikan biaya total terkecil (biaya terkecil). Terdapat di Tabel 4.

Tabel 5. Data Master Production Schedule (MPS)

Periode (Bulan)											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
282	276	269	261	253	243	233	221	209	195	181	166

4.3. MRP

Biaya produksi total untuk setiap komponen telah berhasil dihitung menggunakan perhitungan *Material Requirement Planning* (MRP) yang dilakukan dengan metode AWW dan metode algoritma EOQ. Jumlah *Purchase Order Release* (PORel) pada 12 periode, yang terdapat di Tabel 5.

Tabel 5. Ringkasan Ongkos MRP

No	Kode Produk	Nama Komponen	Ongkos Persediaan	
			WW	EOQ
1	FP	Mainan Telepon	Rp777.425	Rp2.311.073
2	A-1	Rangka Atas	Rp85.000	Rp85.000

No	Kode Produk	Nama Komponen	Ongkos Persediaan	
			WW	EOQ
3	A-2	Rangka Bawah	Rp561.750	Rp561.750
4	A-3	Gagang Telepon	Rp60.000	Rp60.000
5	A-4	Baut	Rp27.900.000	Rp12.787.500
6	B-1	Badan Rangka Atas	Rp29.497.500	Rp29.092.500
7	B-2	Tombol	Rp3.933.000	Rp3.879.000
8	B-3	Badan Rangka Bawah	Rp29.497.500	Rp29.092.500
9	B-4	Battery Connector	Rp9.832.500	Rp9.697.500
10	B-5	Plat Spring	Rp6.292.800	Rp6.206.400
11	B-6	Plat Gepeng	Rp6.882.750	Rp6.788.250
12	B-7	Set Sirkuit	Rp324.675	Rp324.675
13	B-8	Baterai	Rp39.285.000	Rp1.058.000
14	B-9	Tutup Baterai	Rp1.966.500	Rp1.939.500
15	B-10	Rangka Gagang Atas	Rp9.832.500	Rp9.697.500
16	B-11	Rangka Gagang Bawah	Rp9.832.500	Rp9.697.500
17	B-12	Tali Ulir	Rp3.933.000	Rp3.879.000
18	C-1	Plat Sirkuit	Rp88.489.500	Rp82.002.000
19	C-2	Set Speaker	Rp37.000	Rp37.000
20	C-3	Kabel Daya	Rp6.812.000	Rp4.472.000
21	C-4	Set Lampu	Rp36.000	Rp36.000
22	D-1	Kabel Speaker	Rp5.799.000	Rp3.535.000
23	D-2	Speaker	Rp10.523.375	Rp9.058.875
24	D-3	Kabel Lampu	Rp5.799.000	Rp3.535.000
25	D-4	Lampu	Rp10.160.500	Rp8.746.500
			Rp308.150.775	Rp238.580.023

5. Kesimpulan

Biaya total yang diperlukan untuk material dihitung dengan menggunakan teknik *lotting Wagner Within* dan *Economic Order Quantity*. Biaya dengan algoritma *Economic Order Quantity* adalah Rp238.580.023, sementara yang dengan algoritma *Wagner Within* adalah Rp308.150.775. Berdasarkan perbandingan biaya antara kedua metode tersebut, metode jumlah permintaan ekonomi ternyata lebih baik karena menawarkan biaya yang lebih rendah.

Referensi

- [1] Y. Wibawanti and A. Perencanaan Kebutuhan, "ANALISIS PERENCANAAN KEBUTUHAN MATERIAL PROYEK DENGAN METODE MATERIAL REQUIREMENT PLANNING," 2019.
- [2] D. Norita, "Study of Inventory Management of Raw Material Using Wagner-Within Algorithm," *International Journal of Engineering Research and Advanced Technology*, vol. 08, no. 02, pp. 21–27, 2022, doi: 10.31695/ijerat.2022.8.2.4.
- [3] A. Chandradevi, N. B. Puspitasari, and J. P. Sudharto, "Penerapan Material Requirement Planning (MRP) dengan Mempertimbangkan Lot Sizing dalam Pengendalian Bahan Baku pada PT. Phapros, Tbk," 2016.
- [4] A. S. Slamet and E. K. Dianti, "Optimalisasi Persediaan Bahan Baku Kemas dengan Metode Program Dinamis Algoritma Wagner Within," *Jurnal Manajemen dan Organisasi*, vol. 13, no. 3, pp. 213–232, Oct. 2022, doi: 10.29244/jmo.v13i3.37717.
- [5] R. Fadhyil, C. Ningsih, and O. Sukirman, "Analisis Metode Economic Order Quantity (EOQ) Dalam Upaya Meningkatkan Efisiensi Pada North Wood Coffee & Eatery Bandung,"
- [6] E. Pengendalian, P. Bahan Baku, P. Cv, and S. Ratningsih, "Penerapan Metode Economic Order Quantity (EOQ) Untuk Meningkatkan," *Jurnal Ekonomi & Manajemen Universitas Bina Sarana Informatika*, vol. 19, no. 2, 2021, doi: 10.31294/jp.v17i2.
- [7] C. Chatras, V. Giard, and M. Sali, "Mass customisation impact on bill of materials structure and master production schedule development," *Int J Prod Res*, vol. 54, no. 18, pp. 5634–5650, Sep. 2016, doi: 10.1080/00207543.2016.1194539.
- [8] [8] M. Díaz-Madroño, J. Mula, M. Jiménez, and D. Peidro, "A rolling horizon approach for material requirement planning under fuzzy lead times," *Int J Prod Res*, vol. 55, no. 8, pp. 2197–2211, Apr. 2017, doi: 10.1080/00207543.2016.1223382.
- [9] M. Fajar and Y. D. Lestari, "AGGREGATE PLANNING ANALYSIS IN PT. AKEBONO BRAKE ASTRA INDONESIA," 2017.

- [10] Q. Gu, J. K. Visich, K. Li, and Z. Wang, "Exploiting timely demand information in determining production lot-sizing: an exploratory study," *Int J Prod Res*, vol. 55, no. 16, pp. 4531–4543, Aug. 2017, doi: 10.1080/00207543.2016.1245452.
- [11] C. Martínez-Olvera, Y. Davizón-Castillo, and J. Mora-Vargas, "Entropy-based quantification of a product's BOM blocking effect," *Prod Manuf Res*, vol. 4, no. 1, pp. 175–189, Oct. 2016, doi: 10.1080/21693277.2016.1234950.
- [12] T. Rossi, R. Pozzi, M. Pero, and R. Cigolini, "Improving production planning through finite-capacity MRP," *Int J Prod Res*, vol. 55, no. 2, pp. 377–391, Jan. 2017, doi: 10.1080/00207543.2016.1177235.
- [13] A. Shahzad and N. Mebarki, "Learning dispatching rules for scheduling: A synergistic view comprising decision trees, Tabu search and simulation," *Computers*, vol. 5, no. 1, Mar. 2016, doi: 10.3390/computers5010003.
- [14] T. Wu, Z. Liang, and C. Zhang, "Analytics branching and selection for the capacitated multi-item lot sizing problem with nonidentical machines," *INFORMS J Comput*, vol. 30, no. 2, pp. 236–258, Mar. 2018, doi: 10.1287/ijoc.2017.0777.
- [15] Rosnani Ginting, *Sistem Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2007.
- [16] Silvia indah lestari and Winarno, "Analisis Penjadwalan Produksi Dengan Metode MPS di PT. XYZ," *JT : Jurnal Teknik*, vol. 10, no. 2021, pp. 10–18, 2021.
- [17] Gidion Karo-Karo and Wahyu Eka Munardi, "USULAN PERAMALAN PRODUKSI MOBIL BMW DENGAN JADWAL PRODUKSI INDUK DAN PERENCANAAN MATERIAL TERHADAP DIVISI LOGISTIC PRODUK PLANNING (STUDI KASUS : PT. TJAHJA SAKTI MOTOR, JAKARTA UTARA)," *Journal of Industrial Engineering & Management Systems*, vol. 8, no. 1, pp. 12–25, 2015.
- [18] Siti Zahrotul Uyun, Adi Indrayanto, and Retno Kurniasih, "ANALISIS PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU DENGAN MENGGUNAKAN METODE MATERIAL REQUIREMENT PLANNING (MRP)," *Jurnal Ekonomi, Bisnis dan Akuntansi (JEBA)*, vol. 22, no. 1, pp. 103–113, 2020.
- [19] Sukaria Sinulingga, *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2009.