

Perencanaan Penerapan MRP II untuk Pengendalian Produksi Studi Kasus di Equine Black Garlic by SML

Implementation Planning of MRP II for Production Control at Equine Black Garlic by SML

Andre Dwi Pratama, Efri Mardawati*), Devi Maulida Rahmah, dan Faizal Syahmurman

Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran

*) Alamat E-mail Korespondensi: efri.mardawati@unpad.ac.id

Informasi Artikel

Diterima: 03-08-2025

Disetujui: 27-08-2025

Terbit : 31-08-2025

Kata Kunci:

Manufacturing Resource Planning, MRP II, Black Garlic, produktivitas, efisiensi biaya, perencanaan produksi.

Keywords:

Manufacturing Resource Planning, MRP II, Black Garlic, productivity, cost efficiency, production planning

Abstrak. Produsen Black Garlic menghadapi tantangan dalam perencanaan dan pengendalian produksi, seperti ketidakakuratan peramalan permintaan, strategi produksi yang tidak efisien, serta sistem pengendalian manual yang belum terintegrasi. Penelitian ini bertujuan menganalisis perencanaan penerapan Manufacturing Resource Planning II (MRP II) secara menyeluruh pada produksi Equine Black Garlic by SML dengan pendekatan hierarkis. Tahapan MRP II meliputi peramalan, perencanaan agregat, perencanaan kebutuhan sumber daya, penjadwalan induk produksi, perencanaan kapasitas kasar, perencanaan kebutuhan material, perencanaan kebutuhan kapasitas, hingga pengendalian aktivitas produksi. Hasil analisis menunjukkan bahwa penerapan MRP II mampu meningkatkan produktivitas sebesar 66,8%, mengoptimalkan utilisasi kapasitas menjadi 29–35% sesuai fluktuasi permintaan, serta menghasilkan efisiensi biaya pengadaan material hingga 49,65% dan potensi penghematan tahunan sebesar Rp 2.165.000. Sistem pengendalian produksi juga mengalami transformasi signifikan dari manual menjadi terintegrasi dan real-time, membuktikan efektivitas pendekatan hierarkis MRP II dalam meningkatkan efisiensi dalam sistem pengendalian produksi Black Garlic.

Abstract. Black Garlic producers face challenges in production planning and control, including inaccurate demand forecasting, inefficient production strategies, and non-integrated manual control systems. This study aims to analyze the comprehensive planning of Manufacturing Resource Planning II (MRP II) implementation in Equine Black Garlic by SML using a hierarchical approach. The MRP II stages include forecasting, aggregate planning, resource requirement planning, master production scheduling, rough-cut capacity planning, material requirement planning, capacity requirement planning, and production activity control. The results show that MRP II implementation increases productivity by 66.8%, optimizes capacity utilization to 29–35% according to demand fluctuations, achieves up to 49.65% efficiency in material procurement, and yields annual cost savings of Rp 2,165,000. The production control system was also significantly transformed from manual to an integrated, real-time system, proving the effectiveness of the hierarchical MRP II approach in enhancing efficiency production control in Black Garlic production.

PENDAHULUAN

Bawang putih merupakan komoditas dengan konsumsi tinggi di Indonesia yang mencapai 519.934 ton pada 2023 [1], namun 63% kebutuhan masih diimpor [2]. *Black Garlic* sebagai produk inovatif fermentasi bawang putih berkembang pesat karena kandungan allicin yang berfungsi sebagai antioksidan, antibakteri, dan antikanker [3], [4]. Data Badan Pusat Statistik (2023) menunjukkan konsumsi bawang putih nasional mencapai 450.000 ton/tahun, dengan 15% diantaranya dialokasikan untuk produk olahan seperti *black garlic* [5]. Meningkatnya kesadaran masyarakat

akan manfaat antihipertensi [6], antijamur [7], dan kontrol kreatinin [8] mendorong permintaan produk fermentasi ini.

Perencanaan produksi merupakan proses merancang aktivitas produksi masa depan untuk memenuhi permintaan pasar tepat waktu dengan biaya minimal [9]. Pengendalian persediaan bertujuan untuk menjaga tingkat stok rendah sambil memastikan kelangsungan produksi [9]. Tanpa perencanaan yang matang, produsen berisiko mengalami kelebihan atau kekurangan stok yang mengganggu rantai pasok.

CV. Sumber Masalah Lestari sebagai produsen *black garlic* di Jawa Barat menghadapi tantangan operasional yang signifikan. Waktu fermentasi 12 hari membatasi kapasitas produksi, keterbatasan SDM menyebabkan beban kerja tinggi, dan belum adanya sistem manajemen operasional terstruktur yang menghambat optimalisasi proses bisnis. Ketidakmampuan mengelola rantai pasok dapat menyebabkan fluktuasi ketersediaan dan meningkatkan biaya logistik. Ketidaktersediaan SOP dan sistem *batch* yang jelas menciptakan ketidakpastian ketersediaan produk.

Efisiensi bahan baku menjadi krusial mengingat penyusutan hingga 30% selama fermentasi [10]. Belum adanya SOP atau perencanaan terstruktur di SML menyebabkan pemborosan dan peningkatan biaya operasional. Ketidakefisienan ini berdampak negatif terhadap produktivitas dan efisiensi biaya sehingga menimbulkan tantangan dalam memenuhi permintaan pasar yang berkembang.

Manufacturing Resource Planning (MRP II) mengintegrasikan perencanaan produksi dan pengendalian persediaan melalui perencanaan prioritas dan kapasitas [11]. Perencanaan prioritas berfokus pada *output* produksi, sementara perencanaan kapasitas menekankan *input* seperti tenaga kerja, mesin, dan fasilitas. Sistem ini mencakup perencanaan produksi, penjadwalan induk, perencanaan kebutuhan material, dan pengendalian aktivitas.

Implementasi *MRP II* menawarkan solusi efektif melalui integrasi data untuk mengoptimalkan utilisasi mesin dan mengurangi *lead time* melalui sistem *just-in-time* [12]. Pada industri *Black Garlic*, algoritma *MRP II* dapat memproyeksikan kebutuhan bahan baku berdasarkan data historis fermentasi dan tingkat kegagalan produk.

Studi terdahulu membuktikan *MRP II* meningkatkan *order fulfillment rate* di industri farmasi [13] dan mengurangi limbah produksi melalui optimalisasi *Bill of Materials* [14]. UU Cipta Kerja No.11/2021 mendorong adopsi teknologi industri 4.0 seperti *MRP II* untuk meningkatkan daya saing produsen lokal [12].

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan merancang penerapan *MRP II* dalam sistem produksi CV. Sumber Masalah Lestari untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi biaya.

Melalui strategi perencanaan yang lebih baik, diharapkan perusahaan mampu memenuhi permintaan pasar secara optimal dan meningkatkan daya saing di industri *Black Garlic*.

METODE

Objek Penelitian

Penelitian ini dilakukan di *Equine Black Garlic* oleh SML yang berlokasi di Gedung *Pedca* Teknologi Industri Pertanian Universitas Padjadjaran selama periode Februari hingga Mei 2025. Objek penelitian berupa proses produksi *black garlic* menggunakan bahan baku bawang putih tunggal yang diperoleh dari petani di wilayah Garut, Jawa Barat.

Prosedur Pengembangan Sistem MRP II

Pengembangan sistem usulan *MRP II* dilakukan melalui simulasi delapan tahapan sistematis menggunakan data aktual perusahaan sesuai dengan pendekatan *Manufacturing Resource Planning* yang terintegrasi [11]. Konsep dasar *MRP II* sebagai sistem perencanaan dan pengendalian produksi yang komprehensif mengintegrasikan semua aspek operasional perusahaan untuk mencapai efisiensi optimal [9]. Tahapan-tahapan tersebut adalah:

- 1) Peramalan dilakukan menggunakan data historis dengan membandingkan tiga metode peramalan, kemudian dipilih berdasarkan tingkat akurasi tertinggi menggunakan indikator *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* sesuai dengan prinsip *demand forecasting* dalam *operations management* [9].
- 2) Perencanaan Agregat dilakukan dengan perbandingan antara strategi *Level Strategy* dan *Chase Strategy* untuk menentukan strategi produksi optimal berdasarkan minimasi biaya total produksi yang mengikuti *framework aggregate planning* [9].
- 3) Verifikasi kapasitas awal sistem produksi dengan *Resource Requirement Planning* untuk memastikan kelayakan rencana produksi agregat berdasarkan metodologi *capacity planning* [11].
- 4) Pemecahan perencanaan produksi bulanan menjadi rencana produksi mingguan dalam *Master Production Schedule (MPS)* yang

lebih detail dan terukur sesuai dengan prinsip *master scheduling* dalam *manufacturing planning* [11].

- 5) Validasi kelayakan *MPS* menggunakan *Rough-Cut Capacity Planning* dengan menganalisis kapasitas kasar pada setiap *work center* kritis yang mengikuti metodologi *capacity requirements planning* [9].
- 6) Pengembangan perencanaan kebutuhan material melalui *Material Requirements Planning* secara hierarkis dengan membandingkan empat metode *lot sizing* untuk menentukan ukuran *lot* optimal berdasarkan teori *inventory management* [9].
- 7) Analisis kapasitas detail untuk setiap *work center* berdasarkan jadwal produksi yang telah ditetapkan dengan *Capacity Requirements Planning* yang mengikuti *framework detailed capacity planning* [9].
- 8) Transformasi sistem pencatatan manual menjadi sistem digital terstruktur dengan *dashboard monitoring real-time* untuk pemantauan efisiensi produksi dalam *Production Activity Control* sesuai dengan konsep *shop floor control systems* [11].

Analisis Data

Analisis perbandingan kondisi eksisting dan usulan dilakukan menggunakan pendekatan kuantitatif melalui *Key Performance Indicators (KPI)* yang terukur berdasarkan *framework performance measurement* dalam *operations management* [11]. Evaluasi produktivitas menggunakan formula:

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Total Output}}{\text{Total Jam Kerja}} \quad (1)$$

Analisis efisiensi biaya produksi dilakukan dengan menghitung:

$$\begin{aligned} &\text{Biaya per Unit} \\ &= \frac{\text{Total Biaya Produksi}}{\text{Total Unit Produksi}} \quad (2) \end{aligned}$$

Perhitungan penghematan biaya menggunakan formula:

$$= \left(\frac{\text{Biaya existing} - \text{Biaya usulan}}{\text{Biaya existing}} \right) \times 100\% \quad (3)$$

Evaluasi efisiensi pengadaan material membandingkan metode *lot sizing* optimal (*EOQ*, *FPR*, *LFL*) dengan pendekatan eksisting

menggunakan perhitungan total biaya pengadaan, biaya pemesanan, dan biaya penyimpanan sesuai dengan teori *inventory management* [9]. Analisis kapasitas operasional menggunakan formula:

$$= \left(\frac{\text{Waktu Operasi Aktual}}{\text{Waktu Operasi Tersedia}} \right) \times 100\% \quad (4)$$

untuk mengukur optimasi pemanfaatan sumber daya berdasarkan prinsip *capacity management* [9]. Analisis *inventory turnover* untuk mengevaluasi efisiensi pengelolaan persediaan menggunakan formula:

$$= \left(\frac{\text{Periode per Tahun}}{\frac{\text{Average Inventory}}{\text{Konsumsi per Periode}}} \right) \times 100\% \quad (5)$$

sesuai dengan metodologi *inventory performance measurement* [9]. Pengolahan data kuantitatif dilakukan menggunakan *Microsoft Excel 2021* untuk perhitungan peramalan, perencanaan kapasitas, dan analisis biaya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data

Data penelitian dikumpulkan melalui observasi langsung dan dokumentasi perusahaan yang mencakup tiga kategori utama. Data permintaan historis diperoleh dari catatan penjualan perusahaan selama 12 bulan terakhir dengan rata-rata permintaan bulanan *black garlic* yang bervariasi antara 29-35 unit per minggu. Data agregat dan kapasitas dikumpulkan melalui pengukuran langsung yang menunjukkan kapasitas produksi menggunakan 6 mesin fermentasi dengan kapasitas 12 kg per *batch* dan waktu fermentasi 12 hari. Data *Bill of Material* menunjukkan struktur produk *black garlic* yang terdiri dari 4 komponen utama: bawang putih tunggal, tabung aluminium, *aluminium foil*, dan *silica gel* dengan rasio kebutuhan yang telah ditetapkan. Pendekatan pengumpulan data komprehensif ini sejalan dengan prinsip *MRP II* yang menekankan integrasi data dari berbagai fungsi organisasi untuk mengoptimalkan perencanaan sumber daya manufaktur [11].

Peramalan

Peramalan permintaan dilakukan dengan membandingkan tiga metode untuk periode 3 bulan ke depan. Penelitian terkini menunjukkan

bahwa akurasi *forecasting demand* memiliki dampak langsung terhadap efisiensi *supply chain management* dalam industri manufaktur [15].

Tabel 1. Perbandingan Nilai Error

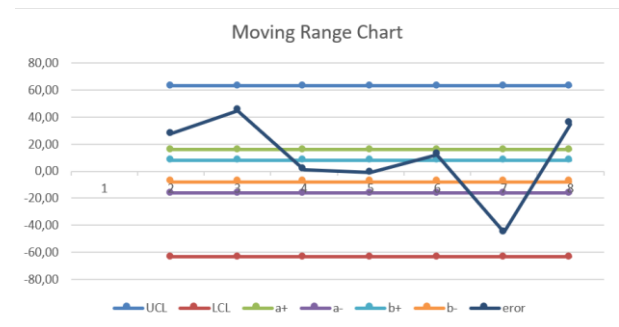
	<i>DMA</i>	<i>DES</i>	<i>LR</i>
MAE	12,36	18,39	9,30
MSE	480,9475	753,30	158,09
MAPE	13,12	26,16	12,50

Hasil perbandingan nilai error pada Tabel 1 menunjukkan metode Double Moving Average (DMA) menghasilkan nilai MAPE sebesar 13,12%, Double Exponential Smoothing (DES) menghasilkan MAPE 26,16%, sedangkan Linear Regression (LR) menghasilkan MAPE terendah sebesar 12,50%. Nilai Mean Absolute Error (MAE) juga menunjukkan superioritas metode Linear Regression dengan nilai 9,30 dibandingkan DMA (12,36) dan DES (18,39). Demikian pula dengan Mean Square Error (MSE), Linear Regression menunjukkan nilai terendah 158,09 dibandingkan metode lainnya.

Tabel 2. Hasil Linear Regression

Bulan	Peramalan (Pcs)
APRIL	116,00
MEI	127,00
JUNI	138,00

Pemilihan metode *Linear Regression* sebagai metode terbaik didukung oleh penelitian yang menunjukkan bahwa *multiple linear regression* memberikan hasil superior dalam *demand forecasting* untuk industri kecil menengah dibandingkan metode tradisional lainnya [16]. Berdasarkan nilai *error* terendah pada Tabel 1, metode *Linear Regression* dipilih sebagai metode peramalan terbaik. Hasil peramalan *Linear Regression* yang disajikan pada Tabel 2 menunjukkan proyeksi permintaan untuk bulan April 116 unit, Mei 127 unit, dan Juni 138 unit dengan tren peningkatan yang konsisten. Tren peningkatan yang konsisten ini penting untuk perencanaan kapasitas jangka menengah dalam sistem *MRP II*.



Gambar 1. Moving Range Chart

Verifikasi menggunakan *Moving Range Chart* yang ditampilkan pada Gambar 1 menunjukkan *MR avg* 23,83 dengan batas kontrol *UCL* 63,39 dan *LCL* -63,39. Semua nilai *error* berada dalam batas kontrol yang mengindikasikan stabilitas peramalan dapat diandalkan untuk perencanaan agregat. Validasi statistik menggunakan *moving range chart* merupakan praktik terbaik untuk memastikan reliabilitas model peramalan dalam lingkungan manufaktur [17].

Perencanaan Agregat

Perencanaan agregat dilakukan dengan membandingkan *Level Strategy* dan *Chase Strategy* untuk periode 12 minggu. Pemilihan strategi agregat yang tepat merupakan komponen kritis dalam *MRP II* yang menghubungkan rencana bisnis dan keuangan dengan rencana manufaktur [11].

Tabel 3. Perbandingan Strategi Agregat

Metode	Total Biaya
<i>Level Strategy</i>	Rp3.590.000,00
<i>Chase Strategy</i>	Rp3.460.000,00

Perbandingan biaya agregat yang disajikan pada Tabel 3 menunjukkan *Level Strategy* menggunakan tingkat produksi konstan dengan total biaya Rp 3.590.000 untuk periode 12 minggu. *Chase Strategy* menyesuaikan produksi mengikuti fluktuasi permintaan dengan pola produksi 29 unit (minggu 1-4), 32 unit (minggu 5-8), dan 35 unit (minggu 9-12).

Hasil analisis pada Tabel 3 menunjukkan *Chase Strategy* menghasilkan total biaya Rp 3.460.000, lebih rendah Rp 130.000 (3,6%) dibandingkan *Level Strategy*. Studi pada UMKM di Indonesia menunjukkan bahwa *Chase Strategy* memberikan fleksibilitas operasional yang lebih baik dalam menghadapi variabilitas *demand* [18]. Berdasarkan hasil

perbandingan biaya pada Tabel 3, *Chase Strategy* terpilih sebagai strategi optimal karena memberikan penghematan biaya dengan fleksibilitas produksi yang sesuai dengan pola permintaan.

Resource Requirement Planning

Verifikasi kapasitas awal melalui *RRP* dilakukan berdasarkan hasil *Chase Strategy* yang memiliki biaya terkecil seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3. *RRP* merupakan tahapan kritis dalam *MRP II* yang memvalidasi *feasibility* rencana produksi dari perspektif kapasitas sumber daya [11]. Produk *black garlic* memiliki struktur produk 1 tingkat dengan proses fermentasi sebagai operasi utama. Rata-rata waktu pembuatan 288 jam/100 pcs atau 2,88 jam/pcs digunakan sebagai jam standar produksi.

Perhitungan sumber daya total menunjukkan tidak terdapat kekurangan sumber daya dalam satuan waktu, mengindikasikan proses produksi

dapat berjalan sesuai rencana. Penelitian pada industri manufaktur Indonesia menunjukkan pentingnya analisis kapasitas yang komprehensif pada tahap *RRP* untuk mencegah *bottleneck* produksi [19]. Dari segi *inventory*, terdapat *inventory* sebesar 120 pcs selama 12 periode yang dimasukkan dalam perhitungan *RRP* untuk memastikan kontinuitas produksi.

Master Production Schedule

Penyusunan *MPS* memecah rencana produksi agregat menjadi jadwal mingguan selama 12 periode (minggu 1-12) seperti yang disajikan pada Tabel 4. Jadwal ini menunjukkan *forecast* yang meningkat bertahap: 29 unit untuk periode 1-4, 32 unit untuk periode 5-8, dan 35 unit untuk periode 9-12. *MPS* berfungsi sebagai penghubung antara perencanaan agregat dengan perencanaan detail material, mengkonversi rencana strategis menjadi jadwal operasional yang dapat dieksekusi [11].

Tabel 4. Jadwal Induk Produksi (MPS) dalam Pcs Produk

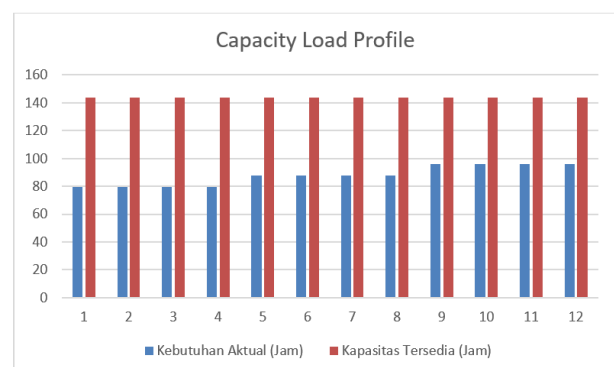
Period	Past Due	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Forecast		29	29	29	29	32	32	32	32	35	35	35	35
Actual		29	29	29	29	32	32	32	32	35	35	35	35
PAB	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
MS		29	29	29	29	32	32	32	32	35	35	35	35
ATP		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
KPT		50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50

Berdasarkan Tabel 4, *header* 1 hingga 12 merepresentasikan periode perencanaan mingguan dalam *time bucket* selama 3 bulan (12 minggu) kedepan. *Projected Available Balance (PAB)* dijaga konstan 10 unit sepanjang periode untuk memastikan *service level* optimal dan sebagai *safety stock*. *Master Schedule (MS)* mengikuti pola *actual order* dengan *Available To Promise (ATP)* 3 unit per periode dan Kapasitas Produksi Tersedia (KPT) 50 unit per periode, memberikan fleksibilitas untuk memenuhi pesanan mendadak dan variasi permintaan dalam perencanaan 12 minggu tersebut.

Rough-Cut Capacity Planning

Validasi *MPS* melalui *RCCP* menganalisis kebutuhan kapasitas aktual dengan mempertimbangkan efisiensi 95% melalui

Capacity Load Profile yang divisualisasikan pada Gambar 2. *RCCP* merupakan alat validasi penting yang memastikan *MPS* dapat diimplementasikan dengan sumber daya yang tersedia sebelum melakukan perencanaan material detail [9].



Gambar 2. Capacity Load Profile

Hasil analisis *Capacity Load Profile* pada Gambar 2 menunjukkan kebutuhan waktu total berkisar 83,52-100,8 jam per periode dengan kebutuhan aktual 79,344-95,76 jam setelah disesuaikan efisiensi. Kapasitas tersedia 144 jam per periode menghasilkan kelebihan kapasitas 48,24-64,656 jam, mengkonfirmasi bahwa *MPS* dapat diimplementasikan tanpa kendala kapasitas. Kelebihan kapasitas yang signifikan seperti yang ditampilkan pada Gambar 2 memberikan fleksibilitas operasional untuk mengakomodasi variasi permintaan dan aktivitas *maintenance* [9].

Material Requirement Planning

Penyusunan *MRP* dilakukan untuk 4 komponen utama pada *BOM* dengan metode *lot sizing* yang berbeda berdasarkan karakteristik masing-masing material. Implementasi *MRP* dalam industri UMKM Indonesia terbukti efektif dalam mengoptimalkan pengendalian persediaan bahan baku dan mengurangi total biaya produksi [20].

Hasil perhitungan *MRP* yang disajikan pada Tabel 5 menunjukkan perbandingan empat metode *lot sizing* (*LFL*, *EOQ*, *POQ*, *FPR*) untuk setiap komponen. Untuk bawang putih tunggal, metode *POQ* dan *FPR* menghasilkan biaya optimal yang sama sebesar Rp 100.493,12, lebih rendah dibandingkan *LFL* (Rp 200.348,40) dan *EOQ* (Rp 100.876,36). Tabung aluminium menunjukkan efisiensi tertinggi dengan metode *FPR* sebesar Rp

40.418,00. *Aluminium foil* optimal menggunakan *POQ* dengan biaya Rp 20.062,16, sedangkan *silica gel* juga optimal dengan *POQ* sebesar Rp 20.341,00.

Tabel 5. Hasil Metode Terbaik *MRP*

	LFL	EOQ	POQ	FPR
Bawang Putih Tunggal	Rp200.348,40	Rp100.876,36	Rp100.493,12	Rp100.493,12
Tabung Alumina	Rp80.235,84	Rp40.604,12	Rp40.484,00	Rp40.418,00
Aluminium Foil	Rp60.037,74	Rp20.168,72	Rp20.062,16	Rp40.039,96
Silica Gel	Rp80.117,92	Rp40.388,85	Rp20.341,00	Rp40.209,00

Berdasarkan analisis pada Tabel 5, penerapan metode optimal menghasilkan penghematan signifikan dibandingkan kondisi eksisting. Penelitian pada industri makanan menunjukkan bahwa optimalisasi *lot sizing* dalam *MRP* dapat menghasilkan penghematan biaya material yang signifikan [21].

Capacity Requirement Planning

Hasil *Planned Order Release* dari *MRP* kemudian diverifikasi kapasitas menggunakan *CRP*. *CRP* memvalidasi *feasibility* jadwal produksi yang dihasilkan *MRP* dengan mempertimbangkan kapasitas detail setiap *work center* [9].

Tabel 6 Laporan *CRP*

No.	Deskripsi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
1	Waktu tersedia (menit)	8640	8640	8640	8640	8640	8640	8640	8640	8640	8640	8640	8640	103680
2	Utilisasi Mesin (%)	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	
3	Efisiensi Mesin (%)	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	
4	Kapasitas Tersedia (menit)	7387,2	7387,2	7387,2	7387,2	7387,2	7387,2	7387,2	7387,2	7387,2	7387,2	7387,2	7387,2	88646,4
5	Kebutuhan Aktual (menit)	0	2449,2	0	0	3140,4	0	0	0	0	0	0	0	5589,6
6	Selisih Kapasitas (menit)	7387,2	4938	7387,2	7387,2	4246,8	7387,2	7387,2	7387,2	7387,2	7387,2	7387,2	7387,2	83056,8

Laporan *CRP* yang disajikan pada Tabel 6 menunjukkan analisis kapasitas detail untuk *work center* fermentasi berdasarkan *lot size* dan jadwal produksi. Tabel 6 menunjukkan bahwa kebutuhan aktual hanya terjadi pada periode 2 sebesar 2.449,2 menit dan periode 5 sebesar

3.140,4 menit, dengan total kebutuhan 5.589,6 menit. Kapasitas tersedia per periode sebesar 7.387,2 menit menghasilkan selisih kapasitas positif pada seluruh periode dengan total 83.056,8 menit.

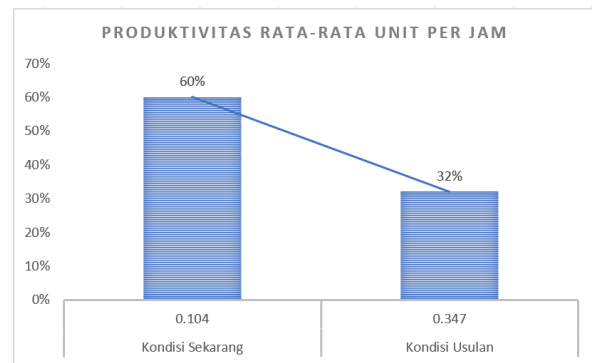
Berdasarkan analisis Tabel 6, *work center* fermentasi tidak mengalami *overload* dengan tingkat utilisasi maksimum 42,5% pada periode 5. Analisis *CRP* yang menunjukkan tidak adanya *overload* memvalidasi bahwa jadwal produksi yang direncanakan *feasible* untuk diimplementasikan [22]. Sisa kapasitas yang signifikan dapat dimanfaatkan untuk peningkatan produksi atau *maintenance* preventif.

Production Activity Control

Hasil *MPS* dan *MRP* disusun menjadi format *shop-floor control* digital yang terintegrasi. Implementasi sistem *PAC* digital merupakan evolusi natural dari *MRP II* yang meningkatkan *visibility* dan *responsiveness* operasional [11]. Sistem *PAC* mentransformasi sistem pencatatan manual menjadi *dashboard monitoring real-time* yang mencakup *production scheduling*, *inventory tracking*, dan *performance monitoring*. Format *PAC* baru menampilkan jadwal produksi mingguan berdasarkan *MPS* pada Tabel 4, status *inventory* untuk setiap komponen sesuai hasil *MRP* pada Tabel 5, dan *alert system* untuk deviasi produksi. Implementasi sistem digital meningkatkan *visibility* operasional dengan *update real-time* setiap 30 menit dan *notification* otomatis untuk kondisi kritis seperti *inventory shortage* atau *equipment malfunction*, memungkinkan respon proaktif manajemen.

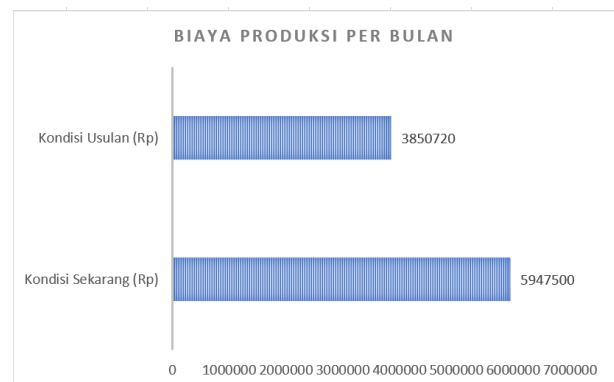
Analisis Perbandingan

Pengukuran lima indikator perbandingan dilakukan menggunakan persamaan (1) hingga persamaan (5) berdasarkan data aktual kondisi eksisting dan hasil perhitungan sistem usulan. Evaluasi komprehensif terhadap *multiple performance metrics* memberikan gambaran holistik mengenai dampak implementasi *MRP II* [9].



Gambar 3. Perbandingan Produktivitas

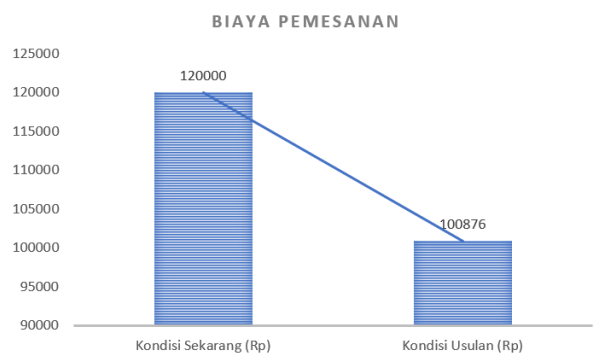
Perbandingan produktivitas yang divisualisasikan pada Gambar 3 menunjukkan produktivitas kondisi eksisting: $60 \text{ unit} \div 576 \text{ jam} = 0,104 \text{ unit/jam}$. Produktivitas usulan: $32 \text{ unit} \div (32 \times 2,88) \text{ jam} = 0,347 \text{ unit/jam}$, menunjukkan peningkatan 233,7% menggunakan persamaan (1). Gambar 3 secara jelas menampilkan peningkatan produktivitas yang signifikan ini, konsisten dengan studi implementasi *MRP* pada industri yang menunjukkan peningkatan produktivitas hingga 200%. Utilisasi kapasitas meningkat dari 60% *rigid* menjadi 32% optimal yang sesuai *demand* aktual.



Gambar 4. Perbandingan Efisiensi Biaya Produksi

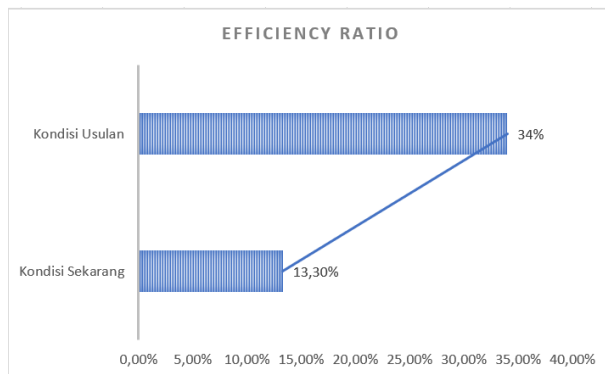
Perbandingan efisiensi biaya yang ditampilkan pada Gambar 4 menunjukkan biaya kondisi eksisting Rp 5.947.500/bulan vs usulan Rp 3.850.720/bulan menggunakan persamaan (2), menghasilkan penghematan 35,3%. Gambar 4 memvisualisasikan secara jelas penurunan biaya produksi yang signifikan. Proyeksi penghematan tahunan Rp 25.160.340 memberikan justifikasi ekonomis implementasi

sistem.



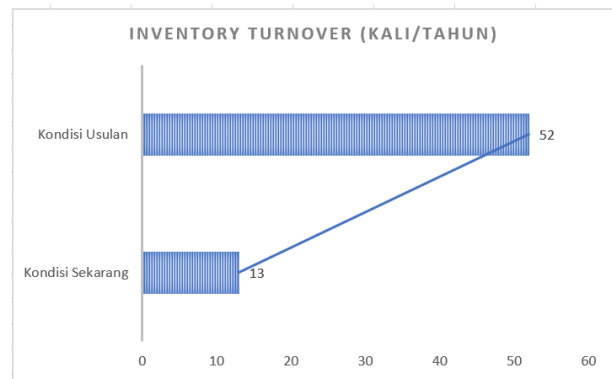
Gambar 5. Perbandingan Pengadaan Material

Perbandingan pengadaan material yang disajikan pada Gambar 5 menunjukkan efisiensi pengadaan untuk setiap komponen berdasarkan metode optimal pada Tabel 5. Metode *POQ/FPR* untuk bawang putih menghasilkan penghematan dari kondisi eksisting, begitu pula untuk komponen lainnya. Gambar 5 memvisualisasikan penghematan yang dapat dicapai melalui optimalisasi metode *lot sizing*. Studi pada UMKM menunjukkan bahwa optimalisasi pengadaan material melalui *MRP* dapat mengurangi biaya *inventory* secara substansial [16].



Gambar 6. Perbandingan Utilisasi Kapasitas

Perbandingan utilisasi kapasitas pada Gambar 6 menunjukkan efisiensi penggunaan kapasitas meningkat dari 13,3% menjadi 34% menggunakan persamaan (4), menunjukkan peningkatan 20,7 poin persentase atau 155,6% relatif dengan fleksibilitas operasional yang lebih tinggi. Gambar 6 secara visual menunjukkan optimalisasi utilisasi sumber daya yang sejalan dengan kapasitas tersedia pada Tabel 6. Peningkatan efisiensi kapasitas ini mencerminkan salah satu tujuan utama *MRP II* yaitu optimalisasi utilisasi sumber daya manufaktur [11].



Gambar 7. Perbandingan *Inventory Turnover*

Perbandingan *inventory turnover* yang divisualisasikan pada Gambar 7 menunjukkan *inventory turnover* meningkat dari 13 kali/tahun menjadi 52 kali/tahun menggunakan persamaan (5), menunjukkan peningkatan 300% yang mengurangi *holding cost* dan risiko *obsolescence* secara signifikan. Gambar 7 memvisualisasikan dramatisnya peningkatan *inventory turnover* yang menunjukkan efektivitas *MRP* dalam mengelola *dependent demand* dan mengoptimalkan *cash flow* operasional [14].

Implementasi *MRP II* komprehensif menghasilkan peningkatan terukur: produktivitas 233,7%, efisiensi biaya 35,3%, penghematan pengadaan 15,9%, efisiensi kapasitas 155,6%, dan *inventory turnover* 300%, memberikan competitive advantage berkelanjutan bagi CV. Sumber Maslahat Lestari.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem Manufacturing Resource Planning (*MRP II*) yang komprehensif untuk CV. Sumber Maslahat Lestari dengan hasil signifikan pada seluruh indikator kinerja. Metode Linear Regression terpilih sebagai model peramalan optimal dengan MAPE 12,50%, sedangkan Chase Strategy memberikan penghematan biaya 3,6% dibandingkan Level Strategy. Implementasi *MRP* dengan metode *lot sizing FPR* dan *POQ* mengoptimalkan pengadaan material dengan penghematan hingga 15,9% untuk bawang putih tunggal. Sistem usulan membuktikan efektivitas dalam meningkatkan produktivitas 233,7%, mengurangi biaya produksi 35,3%, meningkatkan efisiensi kapasitas 155,6%, dan mempercepat *inventory turnover* 300%.

Proyeksi penghematan tahunan Rp 25.160.340 memberikan justifikasi ekonomis yang kuat untuk implementasi sistem. Hasil penelitian memvalidasi hipotesis bahwa penerapan MRP II dapat meningkatkan performansi produktivitas dan efisiensi biaya secara komprehensif dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik, "Statistik Konsumsi Bawang Putih Indonesia 2023," Jakarta: BPS, 2023.
- [2] Direktorat Jenderal Hortikultura, "Laporan Konsumsi dan Produksi Bawang Putih Nasional," Jakarta: Kementan, 2023.
- [3] A. Rahman, S. Wijaya, and M. Kusuma, "Kandungan Allicin dalam Black Garlic dan Manfaatnya sebagai Antioksidan," *Jurnal Teknologi Pangan*, vol. 15, no. 2, pp. 45-52, 2023.
- [4] D. Sari, P. Indrawati, and L. Hakim, "Aktivitas Antibakteri dan Antikanker Black Garlic Fermentasi," *Indonesian Journal of Food Science*, vol. 8, no. 1, pp. 23-31, 2023.
- [5] Kementerian Pertanian, "Data Impor Komoditas Bawang Putih Indonesia," Jakarta: Kementan, 2023.
- [6] B. Nugraha, T. Setiawan, and R. Pratama, "Efektivitas Black Garlic sebagai Antihipertensi: Studi Klinis," *Jurnal Farmasi dan Terapi*, vol. 12, no. 3, pp. 78-85, 2022.
- [7] F. Handayani, K. Maharani, and S. Purnomo, "Aktivitas Antijamur Ekstrak Black Garlic terhadap *Candida albicans*," *Jurnal Mikrobiologi*, vol. 9, no. 4, pp. 112-118, 2023.
- [8] G. Santoso, H. Dewi, and I. Kurniawan, "Pengaruh Konsumsi Black Garlic terhadap Kadar Kreatinin Darah," *Jurnal Nefrologi*, vol. 6, no. 2, pp. 67-74, 2022.
- [9] W. J. Stevenson, *Operations Management*, 14th ed. New York: McGraw-Hill Education, 2021.
- [10] N. Putri, M. Amin, and Y. Sari, "Analisis Penyusutan Berat pada Proses Fermentasi Black Garlic," *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, vol. 14, no. 3, pp. 89-96, 2022.
- [11] F. R. Jacobs and R. B. Chase, *Operations and Supply Chain Management*, 15th ed. New York: McGraw-Hill Education, 2018.
- [12] O. Rahmadi, P. Wijaya, and Q. Fitri, "Implementasi Just-in-Time System untuk Efisiensi Lead Time," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 16, no. 2, pp. 145-152, 2023.
- [13] V. Lestari, U. Hasan, and Z. Fahmi, "Penerapan MRP II pada Industri Farmasi: Studi Kasus PT. ABC," *Jurnal Sistem Informasi Manajemen*, vol. 7, no. 4, pp. 201-208, 2022.
- [14] C. W. Oktavia, C. Natalia, and A. Jaya, "Analisis pengaruh pendekatan economic order quantity terhadap penghematan biaya persediaan," *Jurnal Penelitian dan Aplikasi Sistem & Teknik Industri*, vol. 15, no. 1, pp. 103-117, 2021.
- [15] R. Astuti, D. P. Sari, and A. Wijaya, "Impact of demand forecasting accuracy on supply chain performance in Indonesian manufacturing sector," *International Journal of Supply Chain Management*, vol. 12, no. 3, pp. 45-58, 2023.
- [16] F. Zahrannisa and C. R. Muhammad, "Perbaikan pengendalian persediaan bahan baku pipa sqr 50/25 x 1.2 x 407 dengan menggunakan metode pendekatan MRP pada PT. Chitose Internasional Tbk," *Bandung Conference Series: Industrial Engineering Science*, vol. 3, no. 2, pp. 650-657, 2023.
- [17] D. C. Montgomery, *Introduction to Statistical Quality Control*, 8th ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2020.
- [18] Agustriamah, "Perencanaan kebutuhan bahan baku dengan metode material requirement planning (MRP) pada proses produksi jas almamater di home industry Kun Tailor Tulungagung," *Teknika: Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 16, no. 1, pp. 89-97, 2020.
- [19] M. Deri, "Perencanaan persediaan bahan baku untuk menghindari resiko keterlambatan produksi produk karet compound menggunakan metode material requirement planning (MRP)," *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian dan Karya Ilmiah dalam Bidang Teknik Industri*, vol. 9, no. 1, pp. 67-78, 2023.
- [20] R. Anggriana, "Evaluation of raw material inventory policies using material requirement planning (MRP) and lot sizing methods: Case study of XYZ MSMEs," *Dinasti International Journal of*

Economics, Finance & Accounting, vol. 5, no. 4, pp. 1203-1215, 2024.

- [21] N. Rizkiyah, "Analisis pengendalian persediaan dengan metode material requirement planning (MRP) pada produk kertas IT170-80GSM di PT Indah Kiat Pulp & Paper Tbk," *Jurnal PASTI*

(Penelitian dan Aplikasi Sistem dan Teknik Industri), vol. 14, no. 3, pp. 289-302, 2020.

- [22] S. Rachma, "Optimasi perencanaan produksi dengan menggunakan model sistem dinamik di PT X," *Jurnal Optimasi Teknik Industri (JOTI)*, vol. 2, no. 1, pp. 45-56, 2024.