

Analisis Pengendalian Persediaan Material *Maintenance, Repair, Operations* (MRO) Dengan Metode *Material Requirement Planning* (MRP) dan Metode *Min-Max Inventory Control*

Dessy Dwi Fitriya Anggaraini¹, Efta Dhartikasari Priyana², Purwanto³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik
Jl. Sumatera No. 101, Gn. Malang, Randuagung, Kec. Kebomas, Gresik 61121
Email: dessydetch@gmail.com, eftadhartikasari@umg.ac.id, purwanto@umg.ac.id

ABSTRAK

Liquefied Petroleum Gas (LPG) merupakan sumber energi utama yang digunakan secara luas oleh rumah tangga, industri kecil, hingga sektor komersial di Indonesia, sehingga ketersediaannya sangat memengaruhi aktivitas masyarakat. PT X sebagai salah satu produsen minyak dan gas yang terintegrasi, menghadapi tantangan yakni pengadaan suku cadang *Maintenance, Repair, and Operations* (MRO) dengan *lead time* panjang, fluktuasi permintaan, serta kebutuhan yang sulit diprediksi namun harus tetap dipastikan bahwa produksi harus selalu berjalan, agar kebutuhan masyarakat tidak terhambat. Penelitian ini bertujuan mengoptimalkan perencanaan kebutuhan material agar proses produksi LPG berjalan lancar dan pasokan nasional terpenuhi. Metode yang digunakan adalah kombinasi *Material Requirements Planning* (MRP) dan *Min-Max Inventory Control*. MRP berfungsi merencanakan kebutuhan material berdasarkan jadwal produksi dari struktur *Bill of Material*, sedangkan Min-Max menetapkan batas minimum dan maksimum stok untuk menjaga keseimbangan antara ketersediaan dan biaya penyimpanan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan MRP dan Min-Max mampu menurunkan risiko kekurangan stok sebesar 35%, mengurangi biaya pengadaan darurat hingga 20%, serta meningkatkan keandalan pasokan suku cadang. Integrasi MRP dan *Min-Max Inventory Control* efektif dalam menjaga kelancaran produksi LPG, meminimalkan risiko operasional, dan mendukung keberlanjutan pasokan energi nasional.

Kata kunci: Pengendalian Persediaan, *Material Requirement Planning*, Material MRO, Min-Max, LPG

ABSTRACT

Liquefied Petroleum Gas (LPG) is a primary energy source widely used by households, small industries, and the commercial sector in Indonesia; therefore, its availability significantly affects community activities. PT X, as one of the integrated oil and gas producers, faces challenges in procuring *Maintenance, Repair, and Operations* (MRO) spare parts with long lead times, fluctuating demand, and unpredictable requirements, while ensuring uninterrupted production to meet public needs. This study aims to optimize material requirement planning so that LPG production runs smoothly and national supply is maintained. The method applied combines *Material Requirements Planning* (MRP) and *Min-Max Inventory Control*. MRP is used to plan material requirements based on the production schedule and *Bill of Materials* structure, while Min-Max sets minimum and maximum stock levels to balance availability and storage costs. The results indicate that implementing MRP and Min-Max reduces stock-out risk by 35%, lowers emergency procurement costs by 20%, and improves spare part supply reliability. The integration of MRP and *Min-Max Inventory Control* proves effective in ensuring smooth LPG production, minimizing operational risks, and supporting sustainable national energy supply.

Keywords: Inventory Control, *Material Requirement Planning*, MRO Material, Min-Max, LPG

Pendahuluan

Industri *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) dan gas alam merupakan sektor strategis yang berperan penting dalam mendukung ketahanan energi nasional serta pertumbuhan ekonomi[1]. Proses produksinya melibatkan tahapan eksplorasi, pengeboran, pemisahan, dan pemurnian gas dari sumber daya alam bawah permukaan[2]. Namun, keberhasilan produksi sangat bergantung pada kondisi geologi dan cuaca yang memengaruhi tekanan reservoir serta aliran fluida. Oleh karena itu, diperlukan kesiapan mesin-mesin produksi kondisi fit dan siap beroperasi. Dengan kesiapan tersebut, saat kondisi alam mendukung, proses produksi dapat berjalan optimal dan menghasilkan migas dalam jumlah melimpah[3].

Dalam mendukung kelancaran proses produksi LPG dan gas alam, mesin-mesin peralatan produksi seperti rig pengeboran, separator, kompresor, dan sistem pemrosesan gas harus berada dalam kondisi optimal[4]. Untuk menjaga performa dan mencegah gangguan operasional, diterapkan dua pendekatan pemeliharaan utama, yaitu *Preventive Maintenance* (PM) dan *Corrective Maintenance* (CM)[5]. PM dilakukan secara berkala untuk mencegah kerusakan sebelum terjadi, sedangkan CM dilakukan sebagai respons terhadap kerusakan yang telah terjadi[6]. Kedua pendekatan ini

memerlukan dukungan logistik yang kuat, khususnya dalam hal ketersediaan material dan suku cadang (*sparepart*) seperti seal, filter, valve, sensor, dan komponen mekanik lainnya. Ketersediaan suku cadang yang memadai dan terkelola dengan baik menjadi faktor penentu dalam memastikan bahwa mesin-mesin produksi selalu fit dan siap digunakan, sehingga saat kondisi alam mendukung, proses produksi dapat berjalan maksimal dan menghasilkan migas dalam jumlah yang optimal[7].

Meski strategi pemeliharaan PM dan CM telah diterapkan secara sistematis, tantangan utama yang kerap dihadapi dalam operasional lapangan adalah memastikan ketersediaan suku cadang *maintenance, repair dan operation* secara tepat waktu dan sesuai spesifikasi. Keterlambatan pengadaan, ketidaksesuaian material, serta kendala logistik dapat berdampak langsung pada downtime mesin dan terhambatnya proses produksi[8]. Hal ini menjadi semakin kompleks ketika jenis suku cadang yang dibutuhkan bersifat khusus atau memiliki lead time panjang, seperti komponen kompresor bertekanan tinggi, seal tahan panas, atau sensor presisi[9]. Oleh karena itu, diperlukan sistem manajemen persediaan yang responsif dan terintegrasi, serta koordinasi yang erat antara tim pemeliharaan, pengadaan, dan logistik, agar setiap kebutuhan suku cadang untuk PM maupun CM dapat terpenuhi secara efisien dan mendukung kesiapan mesin saat kondisi alam mendukung produksi migas secara optimal[10].

Tabel 1. Tabel kebutuhan material, lead time dan ketersediaan

N O	M M#	Deskripsi	Lead Time	Pemanfaatan (Bulan)												Stock	Total Keb utuh an Mate rial	Keter sediaa n Mate rial	Keter sediaa n Mate rial (%)
				6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5				
1	101 155 51	Element:replac ment,p/n.10874 91-3	365			3		1		2			7	1	0		14	-14	0%
2	101 124 35	Filter:fuel gas element,p/n.10 60817-10	365					1						1	11		2	9	550 %
3	101 178 03	Cleaner:fyrewa sh f3 turbine cleaner	62	2						5	4			4	1		15	-14	7%
4	101 144 17	Gasket:torch solar turbine	186										1	2	4		3	1	133 %
5	101 155 67	Filter:seal gas elemnt (dx),p/n.19024 7-5	124			2	6			1	27		3	3	12	25	54	-29	46%
6	101 155 66	Seal:closure (viton o- ring),p/n.19024 7-9	124										2	5	7	7	7	0	100%
9	101 287 58	V-belt:drive 3vx 750	62			3					3			2	12	8	8	4	150 %
10	101 118 61	Spray:cleaner oil rust removal wd40	62	42	36	46	46	40	44	38	48	40	46	50	24	1	500	-499	0%

Dalam menghadapi tantangan tersebut, perusahaan perlu menerapkan sistem perencanaan kebutuhan material yang tidak hanya reaktif, tetapi juga proaktif dan terstruktur. Salah satu metode yang banyak digunakan adalah *Material Requirements Planning* (MRP), yaitu sistem perencanaan kebutuhan material MRO berdasarkan permintaan aktual, struktur produk (*Bill of Materials*), dan jadwal produksi. MRP membantu perusahaan dalam menghindari kekurangan material dan mengoptimalkan jadwal pemesanan. Menurut Vollmann et al. (2005), MRP merupakan pendekatan sistematis yang sangat efektif dalam mengelola permintaan yang saling bergantung (*dependent demand*) dan menjamin ketersediaan material secara tepat waktu[11]. Sementara Min-Max Inventory Control terbukti efektif mengurangi risiko stockout dan overstock (Silver et al., 2020). Penelitian oleh Pratiwi et al. (2024) dan Dzaki et al. (2025) menekankan pentingnya pengendalian persediaan di sektor migas.

dalam praktiknya, MRP sering kali perlu dikombinasikan dengan metode pengendalian persediaan yang lebih fleksibel, terutama dalam kondisi ketidakpastian permintaan dan *lead time* yang tidak konsisten. Salah satu metode yang

banyak digunakan dalam industri adalah *Min-Max Inventory Control*, yaitu pendekatan heuristik yang menetapkan batas minimum dan maksimum stok untuk setiap item. Ketika stok mencapai batas minimum, sistem akan memicu pemesanan ulang hingga mencapai batas maksimum yang telah ditentukan. Menurut Silver, Pyke, dan Peterson (1998), metode Min-Max efektif dalam mengurangi risiko stockout dan overstock, serta meningkatkan efisiensi biaya penyimpanan dalam sistem persediaan yang dinamis[12].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bahwa kombinasi antara MRP dan metode Min-Max memberikan pendekatan yang seimbang antara perencanaan jangka panjang dan pengendalian operasional harian. Dalam konteks perusahaan seperti PT.X, penerapan kedua metode ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pengadaan material, mengurangi risiko kekurangan stok, sehingga kelancaran proses produksi LPG dan produk energi lainnya tetap terjaga. Rekomendasi berupa pengaturan min max pada sistem SAP yang di jalankan merupakan salah satu tolak ukur keberhasilan metode ini, namun tetap diperlukan implementasi strategi ini dimana sangat bergantung pada kualitas data, integrasi sistem informasi, serta koordinasi antar fungsi terkait. Dengan pendekatan ini, pengendalian persediaan MRO dapat mendukung kelancaran produksi migas secara berkelanjutan[13].

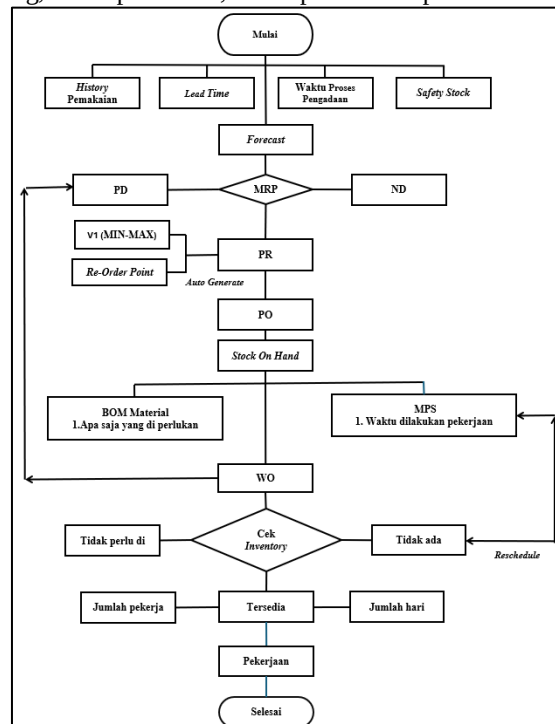
Metode Penelitian

Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan tujuan untuk merancang sistem pengelolaan material persediaan yang efektif dan efisien dalam mendukung kelancaran pemeliharaan mesin produksi migas di perusahaan X. Sistem persediaan yang baik menjadi krusial, terutama saat terjadi kondisi iklim tertentu yang meningkatkan potensi sumber daya migas, sehingga mesin produksi harus beroperasi secara optimal tanpa hambatan akibat kekurangan suku cadang. Untuk itu, metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kombinasi antara *Material Requirements Planning* (MRP) dan metode *Min-Max Inventory Control*. [14]

Metode MRP digunakan untuk merencanakan kebutuhan material berdasarkan struktur produk dan jadwal produksi, dengan mempertimbangkan berbagai komponen data yang relevan. Sementara itu, metode Min-Max diterapkan untuk menetapkan batas minimum dan maksimum persediaan, sehingga perusahaan dapat menjaga keseimbangan antara ketersediaan dan efisiensi biaya penyimpanan. Kombinasi kedua metode ini diharapkan mampu memberikan solusi yang komprehensif dalam pengelolaan persediaan suku cadang mesin[15].

Pengumpulan data dilakukan melalui dua sumber utama, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui wawancara dengan personel yang terlibat langsung dalam proses pengadaan dan pemeliharaan mesin, serta melalui observasi lapangan terhadap aktivitas operasional dan sistem manajemen persediaan yang diterapkan di perusahaan. Wawancara bertujuan untuk memperoleh pemahaman mendalam mengenai praktik pengelolaan suku cadang, kendala yang dihadapi, serta kebijakan internal perusahaan. Observasi dilakukan untuk mengidentifikasi kondisi aktual di lapangan, termasuk alur distribusi suku cadang, sistem pencatatan, dan respons terhadap kebutuhan mendesak[16].



Gambar 1. Diagram alir MRP proses

Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi dua kelompok berdasarkan metode yang diterapkan yang diantaranya di ambil dari sistem SAP yang telah di terapkan di perusahaan tersebut[17]. Untuk metode Min-Max, data sekunder yang digunakan meliputi histori pemakaian suku cadang, *lead time* pengadaan, dan perhitungan *safety stock* sebagai cadangan pengaman untuk mengantisipasi fluktuasi permintaan dan keterlambatan pengadaan. Sementara itu, untuk metode MRP, data sekunder yang digunakan mencakup *Bill of Materials* (BOM), yang memuat struktur dan komponen suku cadang yang dibutuhkan, *master production schedule* (MPS), yang menunjukkan jadwal produksi utama, *inventory records*, yang mencatat jumlah dan kondisi stok yang tersedia, serta data forecasting permintaan suku cadang berdasarkan tren penggunaan dan proyeksi kebutuhan produksi[18].

Seluruh data yang diperoleh kemudian dianalisis secara sistematis untuk menghasilkan perencanaan kebutuhan material yang akurat dan pengendalian persediaan yang optimal. Dengan pendekatan ini, perusahaan X diharapkan dapat menghindari risiko kekurangan suku cadang saat proses pemeliharaan berlangsung, sekaligus meningkatkan efisiensi operasional dalam menghadapi dinamika produksi migas yang dipengaruhi oleh faktor iklim[19].

Klasifikasi Material

Dalam pengelolaan persediaan PT.X penerapan metode *Min-Max Inventory Control* mempertimbangkan perbedaan karakteristik material, seperti frekuensi pemakaian, nilai ekonomis, dan tingkat kritikal terhadap proses produksi. Material yang termasuk kategori *fast moving* adalah komponen yang memiliki tingkat pemakaian tinggi dan frekuensi penggantian yang sering dalam proses pemeliharaan mesin yang sangat kritis terhadap kelancaran operasi menggunakan metode Min-Max atau dikenal sebagai Versi V1[20].

Min (*Minimum Level*) adalah tingkat persediaan minimum yang harus dipertahankan agar tidak terjadi kekurangan barang (stockout). Biasanya dihitung berdasarkan waktu tunggu (lead time) dan tingkat konsumsi rata-rata. Rumus [21]:

$Min\ Level = Safety\ Stock + (Lead\ Time \times Usage)$

- Safety Stock: Persediaan cadangan untuk mengantisipasi ketidakpastian.
- Lead Time: Waktu yang diperlukan untuk menerima barang setelah dipesan.
- Usage: Tingkat penggunaan (dalam kasus ini per tahun)

Max (*Maximum Level*) adalah tingkat persediaan maksimum untuk menghindari biaya penyimpanan yang tinggi atau barang kadaluarsa. Rumus :

$Max\ Level = Min\ Level + (Forecast\ Order\ Quantity)$

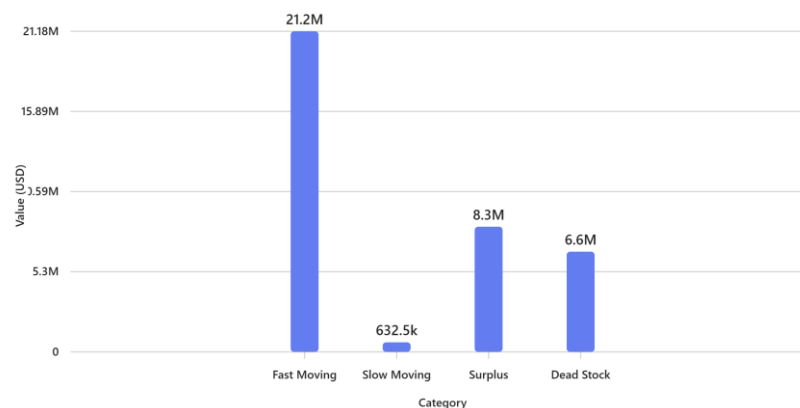
- *Forecast Order Quantity*: Jumlah barang yang dipesan setiap kali pemesanan dilakukan sesuai peramalan.

Reorder Point (ROP) adalah titik kuantiti dimana harus memesan kembali produk dimaksud. Dinyatakan dengan rumus[22]:

$ROP = Safety\ Stock + (Lead\ Time \times Usage)$

Sebaliknya, material yang termasuk kategori *slow moving*, yaitu material dengan frekuensi pemakaian rendah dan jarang digunakan, tidak disarankan menggunakan metode Min-Max karena akan menimbulkan biaya penyimpanan yang tinggi dan risiko *overstock*[23]. Untuk kategori ini, strategi pengendalian berbasis permintaan atau *Purchase on Demand* (PD). Sedangkan material yang memiliki kepastian jadwal penggunaan dan hanya digunakan pada waktu tertentu, misalnya untuk proyek khusus atau pemeliharaan terjadwal. Material ini tidak memerlukan stok yang terus tersedia, sehingga pengendalian dilakukan dengan metode non-stock atau Versi ND, di mana pengadaan dilakukan sesuai jadwal yang telah ditentukan. Pendekatan ini menghindari pemborosan biaya penyimpanan dan risiko material kadaluarsa.

Klasifikasi ini dilakukan dengan analisis data historis pemakaian, nilai material, dan tingkat urgensi terhadap proses produksi dengan konsep ABC Analysis di mana material dengan nilai tinggi dan kritikal terhadap operasi diberi prioritas pengendalian yang lebih ketat[24].



Gambar 2. Diagram jumlah material fast moving di PT. X berdasarkan value dalam dolar

Sample yang diambil dalam penelitian ini yaitu dalam kegiatan PM 8000hrs solar gas turbine cycle. BOM untuk pekerjaan tersebut[25]:

HeaderD...	Operations	Components	Costs	Partner	Objects	Additional Data	Li
Item	Component	Description	Reqmt Qty	UM			
0010	10115551	ELEMENT:REPLACEMENT,P/N.1087491-3	1.000	EA			
0020	10112435	FILTER:FUEL GAS ELEMENT,P/N.1060817-10	1.000	EA			
0050	10117803	CLEANER:FYREWASH F3 TURBINE CLEANER	2.000	EA			
0060	10114417	GASKET:TORCH SOLAR TURBINE	2.000	EA			
0070	10115567	FILTER:SEAL GAS ELEMNT (DX),P/N.190247-5	5.000	EA			
0080	10115566	SEAL:CLOSURE (VITON O-RING),P/N.190247-9	5.000	EA			
0090	10179127	FILTER CAMCLOSE PN: CLS00040001PE00MY	9.000	EA			
0100	10179128	FILTER CAMCLOSE PN: CGT0204111MY	9.000	EA			
0110	10128758	V-BELT:DRIVE 3VX 750	3.000	EA			
0120	10111861	SPRAY:CLEANER OIL RUST REMOVAL WD40	1	CAN			

Gambar 3. Bill Of Material Pekerjaan PM 8000 Hrs Solar Gas Turbine Cycle Dari SAP

Order

PM0312677209

PM 8000 HRS OF SOLAR GTC (MECH)

2nd and 3rd : dilution rochem and demin water and soak for 30 min.

4th - 6th : water rinse with demin water

5. Remove injectors

6. Replace fuel gas filter

7. Replace lube oil filter

8. Remove first layer air inlet filter

9. Housekeeping

Sys>Status

CLSD CNF GMP8 MSFT FRC SETC

FINSH PERM

HeaderD...	Operations	Components	Costs	Partner	Objects	Additional Data	Location	Planning	Control	Enhancemt			
Opac	SCp	Work ctr	Plant	Cont...	STText	S...	Operation short text	LT	Work	Un	Nu...	Dur.	Un
0001	UPVEND	3801	PMIN	3			INSTALL SCAFFOLDING ACCESS			0.0HR	0	0.0HR	
0005	UPFLEC	3801	PMIN	3			RACK OUT-IN ELECTRICAL SYSTEM			1.0HR	1	1.0HR	
0010	UPMECH	3801	PMIN	UNC3001	3		PREPARATION STEP (MECH)			0.5HR	1	0.5HR	
0020	UPMECH	3801	PMIN	OMM9099	3		TALRUS 60 GAS TURBINE 8000 INSPECTIONS			32.0HR	2	16.0HR	
0027	UPMECH	3801	PMIN	UMK2002	3		3RD PARTY / CONTRACTOR ASSIST (UPMECH)			48.0HR	3	16.0HR	
0030	UPMECH	3801	PMIN	UMK0705	3		MAINTENANCE OF FLAME ARRESTOR			3.0HR	1	3.0HR	
0040	UPMECH	3801	PMIN	UNC3001	3		COMPLETION STEP (MECH)			0.5HR	1	0.5HR	
0050	UPVEND	3801	PMIN	3			REMOVE SCAFFOLDING ACCESS			0.0HR	0	0.0HR	

Gambar 4. Aktivitas kegiatan PM 8000Hrs Solar gas turbine cycle dari SAP

Hasil Dan Pembahasan

Berikut ini akan di jelaskan tentang hasil dan pembahasan mengenai penelitian yang telah di lakukan dari data yang di peroleh, baik dari data primer maupun sekunder.

Tabel 2. Table Hasil Kuisioner Tentang Metode MRP Untuk Pengendalian MRO

No	Pertanyaan	Jawaban Responden					Total Responden	Respon				
		SP	P	B	KP	TP		SP	P	B	KP	TP
	Bobot	5	4	3	2	1						
1	Apakah Anda memiliki peran penting dalam pengelolaan material?	5	3	3			11	45%	27%	27%	0%	0%
2	Seberapa penting keterlibatan Anda dalam penggunaan sistem MRP?	6	3	2			11	55%	27%	18%	0%	0%
3	Apakah sistem MRP penting dalam membantu dalam pengelolaan persediaan material MRO?	5	4	2			11	45%	36%	18%	0%	0%
4	Apakah dalam sistem MRP cukup penting dalam membantu proses pengadaan material?	7	2	2			11	64%	18%	18%	0%	0%
5	Apakah penting apabila sistem MRP ini mudah diintegrasikan dengan proses lainnya?	5	5	1			11	45%	45%	9%	0%	0%
Total		28	17	10	0	0		51%	31%	18%	0%	0%

Berdasarkan hasil pengolahan data kuesioner yang ditampilkan pada tabel di atas, dapat dilihat bahwa persepsi responden terhadap pentingnya system MRP berada pada kategori sangat penting dan penting. Dari total 11 responden, rata-rata jawaban menunjukkan dominasi pada kategori sangat penting sebesar 51%, diikuti oleh kategori penting sebesar 31%, sedangkan kategori biasa saja hanya mencapai 18%. Tidak ada responden yang memilih kategori kurang penting maupun tidak penting. Hal tersebut mengindikasikan bahwa responden memiliki persepsi positif terhadap peran sistem MRP dalam mendukung kelancaran proses perencanaan material. Hal ini sejalan dengan teori bahwa sistem MRP mampu meningkatkan efisiensi pengadaan dan mengurangi risiko keterlambatan produksi. Dengan demikian, implementasi sistem MRP yang optimal menjadi faktor strategis dalam pengelolaan material.

Tabel 3. Tabel Hasil Kuisioner Tentang Kendala Penerapan MRP Untuk Pengendalian MRO

No	Pertanyaan	Jawaban Responden					Total Responden	Respon				
		SS	S	R	KS	TS		SS	S	R	KS	TS
1	Apakah terdapat kendala dalam penerapan MRP?	7	3	1			11	64%	27%	9%	0%	0%
2	Apakah kendala tersebut berkaitan dengan persediaan material?	6	3	2			11	55%	27%	18%	0%	0%
3	Apakah kendala tersebut berkaitan dengan proses pengadaan material?	5	4	2			11	45%	36%	18%	0%	0%
4	Apakah kendala dalam penerapan MRP cukup besar?	4	4	3			11	36%	36%	27%	0%	0%
5	Apakah kendala tersebut harus segera di selesaikan?	11					11	100%	0%	0%	0%	0%
6	Apakah sering terjadi ketidak sesuaian antara Planning MRP dan aktual di lapangan?	5	5	1			11	45%	45%	9%	0%	0%
7	Apakah pencatatan selalu di lakukan ketika ada pergerakan material?	4	4	2	1		11	36%	36%	18%	9%	0%
8	Apakah perhitungan fisik selalu di lakukan oleh tim inventori?	4	4	2	1		11	36%	36%	18%	9%	0%
9	Apakah terdapat label pada material, bin, tray dan rak?	8	2	1			11	73%	18%	9%	0%	0%
Total		32	15	6	2	0		55%	29%	14%	2%	0%

Berdasarkan hasil kuesioner yang ditampilkan pada tabel di atas, dapat diketahui bahwa mayoritas responden menyatakan sangat setuju terhadap adanya beberapa kendala dalam penerapan system MRP. Dari total 11 responden, persentase jawaban sangat setuju mencapai 55%, diikuti oleh kategori setuju sebesar 29%, sedangkan kategori ragu hanya sebesar 14%. Tidak ada responden yang memilih tidak setuju, dan hanya 2% yang memilih kurang setuju. Secara rinci, pertanyaan kelima mengenai apakah kendala tersebut harus segera diatasi memperoleh persentase tertinggi, yaitu 100% sangat setuju, menunjukkan urgensi yang sangat tinggi dalam penanganan masalah MRP. Hal ini mengindikasikan bahwa kendala dalam penerapan MRP bukan hanya terjadi, tetapi juga dianggap mendesak untuk segera diselesaikan. Faktor-faktor yang memengaruhi kendala tersebut meliputi proses pengendalian, pencatatan, dan perhitungan fisik material. Oleh karena itu, diperlukan langkah perbaikan yang komprehensif, seperti peningkatan sistem informasi, penerapan prosedur standar, dan pelatihan bagi personel terkait agar efektivitas MRP dapat tercapai.

Tabel 4. Tabel Hasil Kuisioner Tentang Optimasi D An Efisiensi MRP Untuk Pengendalian MRO

No	Pertanyaan	Jawaban Responden					Total Responden	Respon				
		SS	S	R	KS	TS		SS	S	R	KS	TS
1	Apakah sistem MRP yang ada saat ini sudah optimal?		3	6	2		11	0%	27%	55%	18%	0%
2	Apakah sistem MRP yang	8	2	1			11	73%	18%	9%	0%	0%

	ada saat ini perlu dilakukan pemutakhiran?											
3	Apakah perlu di tambahkan teknologi terbaru dalam persediaan material?	7	1	3		11	64%	9%	27%	0%	0%	
4	Apakah perlu di tambahkan teknologi terbaru dalam persediaan material?	3	4	4		11	27%	36%	36%	0%	0%	
Total		18	10	14	2	0		41%	23%	32%	5%	0%

Berdasarkan data pada tabel, terlihat bahwa persepsi responden terhadap kondisi sistem MRP saat ini dan kebutuhan pengembangan teknologi cukup beragam. Secara keseluruhan, rata-rata respon menunjukkan bahwa 41% sangat penting, 23% penting, dan 32% biasa saja, sehingga dapat disimpulkan bahwa meskipun ada kebutuhan untuk pemutakhiran dan inovasi, tingkat prioritasnya berbeda-beda tergantung aspek yang dinilai. Hal ini menunjukkan bahwa perusahaan perlu fokus pada pemutakhiran sistem MRP dan integrasi teknologi yang relevan, sambil mempertimbangkan tingkat urgensi dan kesiapan implementasi agar sesuai dengan kebutuhan operasional.

Analisa selanjutnya yaitu diperoleh dari data sekunder. Dalam penelitian ini untuk data material di ambil sample *Bill of Material* untuk pekerjaan *PM 8000 hrs of solar gas turbine cycle* WO# 2677209. Dimana dari sample tersebut hanya menyajikan list material apasaja yang di butuhkan dalam suatu PM, namun dalam perhitungan tetap menggunakan data kebutuhan dalam satu tahun yakni data sejak bulan ke-6 hingga bulan ke-5 tahun berikutnya. Dengan pengambilan data dalam waktu satu tahun diharapkan dapat menunjukkan hasil rekomendasi yang signifikan.

Untuk perhitungan kebutuhan, pertama – tama dilakukan pemisahan antara material PD dan V1. Karena untuk material PD perhitungan stock tidak menggunakan *Min-max inventory control* melainkan perhitungan pemenuhan stock secara manual. Ketika pemisahan data telah dilakukan, langkah selanjutnya yaitu melakukan perhitungan dengan menjajikan data *stock* yang tersedia, kemudian stock tersebut di kurangi dengan total kebutuhan dalam satu tahun untuk berbagai kegiatan maka akan di hasilkan presentase seberapa besar pemenuhan item material tersebut dalam satu tahun. Yang nantinya presentase tersebutlah yang akan dijadikan acuan ke optimalan system yang di jalankan saat ini, serta dari data tersebut dapat pula di jadikan acuan perhitungan min dan max untuk masing – masing item yang di gunakan sebagai sampel. Begitu pula untuk material yang sebelumnya di pertimbangkan dengan metode PD, akan terlihat pula berapa kebutuhan dalam satu tahun, sehingga dapat di tentukan berapa pembelian yang harus di lakukan. Berikut ini adalah data sampel material BOM untuk pekerjaan *PM 8000 hrs of Solar gas turbine cycle*:

Tabel 5. Tabel Analisa Bill of Material V1 Pekerjaan PM 8000 HRS Of Solar Gas Turbine Cycle

NO	MM#	Deskripsi	Stock	Total Kebutuhan Material	Ketersediaan Material	Ketersediaan Material (%)
1	10115551	Element:replacment,p/n.1087491-3	0	14	-14	0%
2	10112435	Filter:fuel gas element,p/n.1060817-10	11	2	9	550%
3	10117803	Cleaner:fyrewash f3 turbine cleaner	1	15	-14	7%
4	10114417	Gasket:torch solar turbine	4	3	1	133%
5	10115567	Filter:seal gas elemnt (dx),p/n.190247-5	25	54	-29	46%
6	10115566	Seal:closure (viton o-ring),p/n.190247-9	7	7	0	100%
9	10128758	V-belt:drive 3vx 750	12	8	4	150%
10	10111861	Spray:cleaner oil rust removal wd40	1	500	-499	0%

Tabel 6. Tabel Analisa Bill Of Material PD Pekerjaan PM 8000 HRS Of Solar Gas Turbine Cycle

NO	MM#	Deskripsi	Stock	Total Kebutuhan Material	Ketersediaan Material
7	10179127	FILTER CAMCLOSE PN: CLS00040001PE00MY	60	39	21
8	10179128	FILTER CAMCLOSE PN: CGT0204111MY	69	21	48

Berdasarkan analisis terhadap *Bill of Materials* (BOM) yang digunakan, dari 10 item yang diambil sebagai sampel, ditemukan bahwa terdapat 4 item material yang tidak tersedia dalam inventaris saat proses perencanaan dilakukan artinya dari metode yang saat ini di gunakan, 40% dari total material yang di perlukan tidak dapat dipenuhi. Ketidaksesuaian ini menunjukkan adanya potensi risiko terhadap kelancaran pelaksanaan pekerjaan, khususnya dalam hal keterlambatan pengadaan dan peningkatan biaya operasional. Material yang tidak tersedia tersebut terdiri dari beberapa komponen penting yang memiliki peran strategis dalam tahapan produksi. Ketidakhadiran material ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti keterlambatan pasokan dari vendor, kesalahan dalam perencanaan kebutuhan material, atau perubahan spesifikasi teknis yang belum diperbarui dalam sistem BOM. Hal ini menekankan pentingnya validasi dan pembaruan data BOM secara berkala, serta perlunya integrasi yang lebih baik antara tim perencanaan dan pengadaan. Dengan demikian, risiko kekurangan material dapat diminimalkan, dan efisiensi proses produksi dapat ditingkatkan.

Tabel 7. Tabel Data *Lead Time* Material V1 Dari BOM

NO	MM#	Deskripsi	Lead Time	Pemanfaatan (Bulan)												PENGAD AAN		Sto ck
				6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	Wak tu	Qt y	
1	1011 5551	Element:replacment, p/n.1087491-3	365			3		1		2				7	1	62	13	0
2	1011 2435	Filter:fuel gas element,p/n.106081 7-10	365					1						1		62	2	11
3	1011 7803	Cleaner:fyrewash f3 turbine cleaner	62	2						5	4			4		62	13	1
4	1011 4417	Gasket:torch solar turbine	186										1	2		62	3	4
5	1011 5567	Filter:seal gas elemnt (dx),p/n.190247-5	124			2	6			1	27		3	3	12	62	12	25
6	1011 5566	Seal:closure (viton o-ring),p/n.190247-9	124										2	5		62	7	7
9	1012 8758	V-belt:drive 3vx 750	62			3				3				2		62	7	12
10	1011 1861	Spray:cleaner oil rust removal wd40	62	42	36	46	46	40	44	38	48	40	46	50	24	62	761	1

Berdasarkan tabel data sekunder yang memuat informasi material, lead time, pemanfaatan bulanan, pengadaan, dan stok, dapat disimpulkan bahwa pengelolaan persediaan masih menghadapi tantangan signifikan. Material dengan lead time panjang seperti *Element replacement* dan *Filter fuel gas element* memiliki waktu tunggu hingga 365 hari, sementara stok yang tersedia sangat rendah, bahkan nol untuk material pertama. Kondisi ini menunjukkan risiko tinggi terhadap keterlambatan pemeliharaan jika tidak dilakukan perencanaan pengadaan yang tepat[5]. Pola pemanfaatan material juga bervariasi, misalnya *Cleaner fyrewash f3 turbine cleaner* digunakan intensif pada bulan tertentu, sedangkan material lain seperti *Seal closure* hanya digunakan sesekali, mengindikasikan kebutuhan yang bersifat musiman. Selain itu, jumlah pengadaan tidak selalu sebanding dengan pemanfaatan contohnya, *Cleaner fyrewash* memiliki pengadaan 13unit tetapi stok tersisa hanya satu unit, yang menandakan tingginya tingkat pemakaian atau kurangnya pengendalian persediaan. Secara

keseluruhan, data ini menegaskan perlunya strategi pengelolaan persediaan yang lebih efektif, seperti penetapan safety stock untuk material kritis, penjadwalan pengadaan berbasis pola pemanfaatan, dan integrasi sistem MRP dengan data real-time agar pengadaan lebih responsif terhadap kebutuhan operasional

Tabel 8. Tabel Data *Lead Time* Material PD Dari BOM

N O	MM#	Deskripsi	Lea d Tim e	Pemanfaatan (Bulan)												PENGADA AN		Stoc k
				6	7	8	9	1 0	1 1	1 2	1	2	3	4	5	Wakt u	Qt y	
7	101791 27	Filter Camclose pn: LS00040001PE0 OMY	155				9		9			1 2			9	62	39	60
8	101791 28	Filter Camclose PN: CGT0204111MY	155						1 2	9						62	41	69

Berdasarkan tabel data material yang ditampilkan memiliki lead time yang sama, yaitu 155 hari, serta mengindikasikan bahwa material ini digunakan untuk kegiatan perawatan rutin. Sehingga risiko kekurangan material relatif rendah. Namun, lead time yang panjang tetap menjadi faktor kritis yang harus diperhatikan, karena jika terjadi lonjakan kebutuhan atau kesalahan perencanaan, pengadaan ulang akan memakan waktu lama. Secara keseluruhan, kondisi ini menunjukkan bahwa perusahaan telah melakukan pengadaan dengan jumlah yang memadai, tetapi tetap perlu memantau pola pemanfaatan agar stok tidak menumpuk berlebihan dan biaya penyimpanan dapat dikendalikan.

Tabel 9. Tabel Analisa MRP material pekerjaan PM 8000 *hrs of solar gas turbine cycle*

N O	MM #	Deskripsi	Lea d Ti m e	Mi N pa da Sis te m	M AX pa da Sis te m	Sa fet y Sto ck	Forecas t Pengad aan	Pemanfa atan Rata- Rata	Analisa MIN	Anal isa MAX	Re- order point
1	1011 5551	Element:replacme nt,p/n.1087491-3	36 5	8	16	0	1,17	3	3	16	2
2	1011 2435	Filter:fuel gas element,p/n.1060 817-10	36 5	3	4	1	1,17	1	2	4	1
3	1011 7803	Cleaner:fyrewash f3 turbine cleaner	62	3	4	2	0,34	4	3	6	3
4	1011 4417	Gasket:torch solar turbine	18 6	4	6	2	0,68	2	3	3	2
5	1011 5567	Filter:seal gas elemnt (dx),p/n.190247-5 Seal:closure	12 4	21	31	2	0,51	8	6	29	5
6	1011 5566	(viton o- ring),p/n.190247- 9	12 4	4	4	2	0,51	4	4	5	3
9	1012 8758	V-belt:drive 3vx 750	62	6	11	2	0,34	3	3	3	3
10	1011 1861	Spray:cleaner oil rust removal wd40	62	50	11	2	0,34	42	16	171	16

Berdasarkan tabel analisis diatas, terlihat bahwa setiap material memiliki karakteristik berbeda terkait lead time, jumlah minimum dan maksimum dalam sistem, serta kebutuhan safety stock per tahun. Secara keseluruhan, data ini menegaskan pentingnya penerapan sistem MRP yang akurat untuk menentukan reorder point dan forecast pengadaan, agar persediaan tetap terjaga tanpa menimbulkan biaya penyimpanan berlebih maka pengkajian ulang untuk kuantiti min-max dapat dilakukan dengan cara:

- Langkah pertama yaitu menentukan peramalan pengadaan = *Lead time* yang di tawarkan oleh pemasok + lama proses pengadaan
- Langkah kedua yaitu menentukan pemanfaatan rata – rata = Total pemanfaatan dalam periode tertentu : total periode
- Langkah ketiga yaitu menghitung min = (*Forecast* pengadaan x rata – rata pemanfaatan) + *safety stock*
- Langkah ke empat yaitu menentukan Max = (Total pemanfaatan + *safety stock*) x *forecast* pengadaan

Dari hasil kajian tersebut dapat di temukan hampir semua material perlu dilakukan pengkajian ulang untuk min-max setting pada SAP agar kebutuhan pemenuhan suku cadang dapat selalu terpenuhi.

Simpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa pengendalian persediaan material *Maintenance, Repair, and Operations* (MRO) di PT. X masih menghadapi tantangan, terutama terkait *lead time* pengadaan yang panjang, fluktuasi pemakaian, dan ketidaksesuaian stok dengan kebutuhan aktual. Analisis data primer melalui kuesioner mengindikasikan bahwa mayoritas responden menilai sistem *Material Requirement Planning* (MRP) sangat penting untuk mendukung kelancaran perencanaan material, namun penerapannya masih terkendala dan memerlukan pemutakhiran serta integrasi teknologi. Data sekunder memperkuat temuan ini, di mana terdapat material kritis dengan *lead time* hingga 365 hari dan stok yang tidak memadai, sehingga berpotensi menghambat proses pemeliharaan. Selain itu, pola pemanfaatan material yang tidak konsisten menuntut pengendalian yang lebih adaptif. Penerapan metode *Min-Max Inventory Control* bersama MRP sangat diharapkan untuk di terapkan agar terjaga keseimbangan antara ketersediaan dan efisiensi biaya penyimpanan mempertimbangkan hasil pengolahan data yang menunjukkan bahwa hampir semua material memerlukan pengkajian ulang terhadap pengaturan min-max pada sistem SAP agar pengadaan lebih responsif dan risiko kekurangan stok dapat diminimalkan.

Secara keseluruhan, kombinasi MRP dan *Min-Max Inventory Control* dapat dijadikan sebagai referensi sebagai salah satu strategi yang efektif yang dapat diterapkan oleh PT. X pada *setting* SAP yang di harapkan dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan persediaan material, pemenuhan kebutuhan material baik yang di gunakan untuk PM, CM maupun operasional lainnya, mengurangi risiko downtime, dan mendukung kelancaran produksi LPG sehingga dapat memenuhi kebutuhan masyarakat Indonesia secara berkelanjutan.

Daftar Pustaka

- [1] K. E. Dan Sumber Daya Mineral, “Laporan Kinerja Energi Nasional,” 2023.
- [2] A. E. Setyono And B. F. T. Kiono, “Dari Energi Fosil Menuju Energi Terbarukan: Potret Kondisi Minyak Dan Gas Bumi Indonesia Tahun 2020 – 2050,” *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, Vol. 2, No. 3, Pp. 154–162, Oct. 2021, Doi: 10.14710/Jebt.2021.11157.
- [3] C. Wahyuningrum, M. M. Nasution, And R. Faturrahman, “Penggunaan Oil Based Mud Pada Proses Pemboran Minyak Dan Gas Bumi Pada Sumur X Lapangan Y,” *Jurnal Bhara Petro Energi*, Vol. 2, No. 2, Pp. 1–7, Nov. 2023, [Online]. Available: <https://pdfs.semanticscholar.org/49bc/0fad78ef17deb78812fe625562d49c39ea05.pdf>
- [4] R. Ebt, P. Bauran, E. Primer, And T. Energi, “Energy Equity.”
- [5] A. Supriatna, M. L. Singgih, N. Kurniati, And E. Widodo, “Preventive Maintenance Strategies: Literature Review And Directions.”
- [6] M. Muthi, S. Susilo, And H. Suliantoro, “Analisis Kebijakan Corrective Dan Preventive Maintenance Pada Mesin Rapiet, Shuttle, Water Jet Pada Proses Weaving Di Pt. Tiga Manunggal Synthetic Industries.”
- [7] B. Ari Pratama Et Al., “Pengelolaan Persediaan Sparepart Pada Perusahaan Penyedia Dan Layanan Alat Berat,” *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan (Jtmit)*, Vol. 4, No. 2, Pp. 150–158, 2025.
- [8] A. Dan Et Al., “Sistem Rantai Pasok Metode Min-Max Stock Di Pt. Aprindo Berkah Perkasa”, Doi: 10.53912/Iej.V10i2.Xxx.
- [9] R. Wirardy Purubaya, P. Budi Santoso, And R. Ardia Sari, “The Inventory Control Of Machine Production’s Spareparts In Maintenance Department By Using Periodic Review (R, S, S) System Approach (Case Study: Pt. Adi Putro Wirasejati).”
- [10] M. Khairiah And K. Anshar, “Analisis Proses Kerja Penyimpanan Dan Pengeluaran Spare Part Di Pt. X”, Doi: 10.53912/Iej.V10i2.Xxx.
- [11] A. Nugroho, D. Andwiyani, And M. Hasanudin, “Analisis Dan Aplikasi MRP (Material Requirement Planning) (Studi Kasus Pt. X)”.
- [12] A. Supriatna, M. L. Singgih, N. Kurniati, And E. Widodo, “Preventive Maintenance Strategies: Literature Review And Directions,” In *The 7th International Conference On Operations And Supply Chain Management*, Phuket, Thailand, 2016. [Online]. Available: <https://moseslinggih.org/Wp->

Content/Uploads/2017/01/2016-Supriatna.-A.-M.-L.-Singgih.-N.-Kurniati.-Preventive-Maintenance-Strategies-Literature-Review-And-Directions.Pdf

- [13] N. L. Rachmawati And M. Lentari, "Penerapan Metode Min-Max Untuk Minimasi Stockout Dan Overstock Persediaan Bahan Baku," *Jurnal Intech Teknik Industri Universitas Serang Raya*, Vol. 8, No. 2, Pp. 143–148, Oct. 2022, Doi: 10.30656/Intech.V8i2.4735.
- [14] C. Kezia Yedida And M. M. Ulkhaq, "Perencanaan Kebutuhan Persediaan Material Bahan Baku Pada Cv Endhigra Prima Dengan Metode Min-Max."
- [15] S. Monica And P. Y. Setiawan, "Analisis Material Requirement Planning Produk Body Scrub Powder Pada Cv. Denara Duta Mandiri," *E-Jurnal Manajemen Universitas Udayana*, Vol. 8, No. 5, P. 2944, Mar. 2019, Doi: 10.24843/Ejmunud.2019.V08.I05.P13.
- [16] A. Putra Mahardika, M. N. Ardiansyah, E. Denny, And S. Yunus, "Pengendalian Persediaan Untuk Mengurangi Biaya Total Persediaan Dengan Pendekatan Metode Periodic Review (R,S,S) Power Approximation Pada Suku Cadang Consumable (Studi Kasus : Job Pertamina Talisman Jambi Merang)."
- [17] M. Silvia And A. Pasaribu, "Laporan Penelitian Terapan Implementasi System Application And Product In Data Processing (Sap) Pada Operasional Perusahaan Pt Buana Wiralestari Mas Kijang Mill (Kjgm) Disusun Oleh," 2024.
- [18] C. Kezia Yedida And M. M. Ulkhaq, "Perencanaan Kebutuhan Persediaan Material Bahan Baku Pada Cv Endhigra Prima Dengan Metode Min-Max."
- [19] A. Handoko, N. B. Puspitasari, J. H. Soedarto, S. H. Tembalang, And K. Semarang, "Perencanaan Persediaan Bahan Baku Menggunakan Metode Material Requirement Planning (Mrp) Pada Pt Pardic Jaya Chemicals."
- [20] A. S. Khairunnisa And B. D. Prihadianto, "Perhitungan Pengendalian Persediaan Fast Moving Spare Part Dengan Metode Min-Max Stock," *Infotekmesin*, Vol. 14, No. 2, Pp. 384–389, Jul. 2023, Doi: 10.35970/Infotekmesin.V14i2.1933.
- [21] C. Kezia Yedida And M. M. Ulkhaq, "Perencanaan Kebutuhan Persediaan Material Bahan Baku Pada Cv Endhigra Prima Dengan Metode Min-Max."
- [22] N. Ratna Primantari, A. Rahman, And Z. Darmawan, "Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Sistem Industri Vol. 3 No. 1 Teknik Industri Universitas Brawijaya Pengendalian Persediaan Spare Parts Mesin D3e Dengan Pendekatan Inventory Probabilistic Models Inventory Spare Parts Control Machine D3e With Appromixation Method Inventory Probabilistic Models."
- [23] N. Dzikrillah, H. Purba, D. Suwazan, And N. Wahjoedi, "Pengendalian Persediaan Melalui Penentuan Produk Strategi," 2016.
- [24] N. L. Rachmawati And M. Lentari, "Penerapan Metode Min-Max Untuk Minimasi Stockout Dan Overstock Persediaan Bahan Baku," *Jurnal Intech Teknik Industri Universitas Serang Raya*, Vol. 8, No. 2, Pp. 143–148, Oct. 2022, Doi: 10.30656/Intech.V8i2.4735.
- [25] B. N. Sari, O. Komarudin, T. N. Padilah, And M. Nurhusaeni, "Bill Of Material (Bom) Pada Sistem Inventori Kawasan Berikat Untuk Pelacakan Material Movement," *Ilkom Jurnal Ilmiah*, Vol. 10, No. 3, Pp. 323–330, Dec. 2018, Doi: 10.33096/Ilkom.V10i3.381.323-330.