

Analisis Persediaan Material dengan Metode MRP pada Pemeliharaan Kubikel 20 KV

¹Mochamad Abdul Hamid, ²Wirawan Aryanto Balol, ³Nurfa Anisa

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Wisnuwardhana Malang, Indonesia
Email: aambwi@gmail.com

Abstrak: Kegiatan produksi berhasil jika mampu memenuhi ekspektasi dari perusahaan dan juga konsumen akan sebuah produk yang berkualitas. Perusahaan sendiri menginginkan produk yang dihasilkan dibuat dengan efisien dalam arti untuk membuat sebuah produk diharapkan menggunakan sumber daya seminimal mungkin agar prosentase laba yang didapat semakin meningkat. Persediaan bahan baku oleh para manager dianggap mewakili 50% dari modal perusahaan. Oleh karena itu butuh teknik dan strategi yang tepat agar modal yang besar ini dapat memberi kontribusi positif bsgi kemajuan perusahaan. Dari penelitian ini dapat kita lihat bagaimana menentukan kebutuhan bahan, lalu model *lot sizing* apa yang tepat dan juga menetapkan daftar kebutuhan bahan. Dengan data yang tersedia yaitu seperti catatan historis penggunaan bahan dan jadwal pekerjaan pemeliharaan diolah dan dianalisis untuk mendapatkan hasil yang bisa dijadikan acua dalam perbaikan sistem pengadaan persediaan bahan. Hasilnya dari analisis ini didapatkan nominal biaya bahan untuk bulan Juni sebesar Rp. 96.784,- atau sebesar 98,5% dari biaya persediaan dengan teknik yang digunaksn sebelum penelitian ini.

Kata Kunci: biaya persediaan, *Lot sizing*, *MRP*, Perencanaan kebutuhan bahan

PENDAHULUAN

Masalah yang sering terjadi pada bagian produksi seperti persediaan bahan baku dimana stok berlebih dan kondisi persediaan bahan baku kurang yang bisa menyebabkan target waktu produksi tidak tercapai (Baroto, 2002). (Handoko, 2000) Perencanaan produksi adalah salah satu bagian dari proses produksi tujuannya adalah mulai dari menentukan berapa produk yang harus dibuat, berapa lama untuk menghasilkan sesuai dengan kapasitas produksi, material apa saja dan berapa jumlah yang harus disiapkan agar target produksi dapat dicapai.

Berdasarkan pernyataan Nasution & Prasetyawan (2008 : 29) bahwa peramalan digunakan untuk membuat perkiraan produk baik secara kualitas maupun kuantitas juga waktu dan lokasi yang diperlukan untuk memenuhi permintaan. Berdasarkan pernyataan tersebut tujuan dari peramalan ini adalah menghitung persediaan sebagai bagian dari produksi agar tidak berlebihan maupun kekurangan jumlahnya yang bisa mengakibatkan *inefficient*, salah satu contoh dampaknya adalah berkurangnya *cash in hand* perusahaan jika terlalu banyak menyimpan stok persediaan bahan, yang seharusnya bisa digunakan untuk pos keuangan lainnya. PT. XYZ sebelumnya melakukan pengadaan material tanpa menggunakan metode *MRP (material requirment planning)* namun hanua berdasar data yang tertuang pada kontrak dari perusahaan induk, akibatnya kebutuhan material pemeliharaan *kubikel* tidak selaras sesuai dengan target jumlah pekerjaan yang ditetapkan tiap bulan dan terjadi stok berlebih.

PT.XYZ sebagai bagian dari PLN dipercaya mengenai OEM (*Operating And Maintenance*) aset transmisi dan distribusi. Perusahaan yang bergerak dibidang jasa operasi dan pemeliharaan peralatan penyalur tenaga listrik tegangan menengah dan tenggaraan tinggi ini juga memerlukan penerapan sistem perencanaan kebutuhan bahan baku agar kualitasnya maksimal dengan biaya operasional optimal. *Material Requirment Planning (MRP)* merupakan sebuah teknik yang tepat karena telah diuji oleh banyak ahli agar bisa diterapkan untuk mendapatkan solusi dari permasalahan yang ada, dengan *input* menggunakan daftar kebutuhan material, persediaan atau stok, perkiraan waktu *material* datang, dan juga jadwal produksi agar bisa digunakan dalam menentukan berapa kuantitas bahan baku yang dibutuhkan.

Rumusan masalah yang didapat dari uraian diatas adalah cara merencanakan kebutuhan *material* pemeliharaan 20 kV, teknik *lot sizing* yang digunakan untuk pendekatan, cara menentukan

daftar kebutuhan material (*bill of material*). Sedangkan untuk tujuan penelitian ini adalah untuk merencanakan kebutuhan material pemeliharaan 20 kV, menentukan teknik *lot sizing* yang tepat digunakan untuk pendekatan, menentukan daftar kebutuhan material (*bill of material*). Dari latar belakang yang sudah disampaikan, penelitian ini diharapkan dapat memberi *improvement* atau perbaikan terkait bagaimana membuat perencanaan kebutuhan bahan baku yang tepat untuk pekerjaan bidang pemeliharaan *kubikel* 20 kV. Agar persediaan bahan baku pemeliharaan jumlahnya optimal dan tersedia sesuai dengan jadwal produksi sehingga pemeliharaan sebagai produk keluaran perusahaan ini dapat dilakukan dengan biaya yang seminimal mungkin.

1. Penelitian Terdahulu

Berdasarkan penelitian yang sebelumnya pernah dilakukan oleh Muhammad Saifuddin dan Nuriyanto di Duta Collection desa Sengonagung kota Pasuruan yang berjudul “ **Perencanaan Persediaan Bahan Baku dengan Metode *Material Requirement Planning (MRP)***” tahun 2018 menyimpulkan bahwa dengan penerapan metode MRP dapat membuat perusahaan meminimalkan biaya persediaan bahan baku. Mulai dapat membuat perencanaan hingga mengatur stok atau persediaan bahan baku di Duta Collection. Disebutkan bahwa jumlah biaya persediaan material pada 2016 saat menerapkan metode atau cara sebelum penelitian ini dilakukan senilai Rp. **12.797.247.650,-**. Dan setelah penelitian ini dilakukan yang menggunakan metode MRP terjadi perbedaan biaya yang besar yaitu **Rp. 5.886.092.567,-**. Sedangkan usaha ini dapat melakukan *saving* atau penghematan biaya persediaan dengan nilai 2,2% atau **Rp. 6.911.155.083,-**. Hal ini membuktikan bahwa MRP layak diterapkan di Duta Collection agar proses produksi lebih efisien dan efektif.

Hasil dari penelitian Katrina Zita Anggriana dengan judul “**Analisis Perencanaan dan Pengendalian Persediaan BUSBAR Berdasarkan sistem *MATERIAL REQUIREMENT PLANNING (MTP)* di PT.TIS**”, menyatakan bahwa dari hasil penelitian diharapkan perusahaan bisa menerapkan perhitungan prediksi untuk periode selanjutnya dengan menggunakan teknik *Exponential Smoothing*. Dan dalam merencanakan persediaan bahan baku bisa menggunakan teknik *Period Order Quantity* agar biaya yang timbul atas persediaan menjadi lebih efisien dan secara jumlah tidak terjadi penumpukan atau *over stock* di tempat penyimpanan, begitu pula *customer* tidak butuh waktu yang lama dalam menunggu untuk pengadaan material sehingga dapat membuat waktu pengiriman lebih singkat. Hasil dari penelitian ini membuat waktu tunggu kedatangan bahan baku lebih cepat sebelum memasuki proses produksi dan harapannya pelanggan dapat dipuaskan. Dari 2 hasil penelitian menjawab bahwa jika penelitian ini mengangkat persoalan tentang *Material Requirement Planning* dalam menentukan rencana perbaikan pada proses penyediaan bahan baku agar perusahaan lebih efisien, kompetitif juga dapat bersaing ditengah berkembangnya dunia industri adalah relevan dan dapat dijadikan acuan dalam perhitungan *cost saving* dan perbaikan.

2. Sejarah Perusahaan

Sejak tahun 2019 tim pemeliharaan dibentuk untuk menggantikan peran dari perusahaan sejenis yaitu perusahaan yang berasal dari non PLN Group dengan harapan aset milik PLN menjadi lebih baik kondisinya dan semakin handal beroperasi sesuai dengan kapasitasnya. Hal ini menjadi tantangan tersendiri sebagai perusahaan yang masih berumur 9 tahun tepatnya didirikan pada tahun 2012 dan diberi kepercayaan untuk mengelola aset nasional disandingkan dengan kualitas dari perusahaan yang ada cukup berpengalaman dibidangnya. Untuk menjawab itu PT.XYZ berusaha memberikan layanan yang terbaik dengan terus berinovasi dan mengevaluasi kinerja tiap lini semua bagian yang ada di perusahaan agar tetap efisien dan mampu bersaing.

Menapak di usia ke 10 tahun PT.XYZ terus berkembang menambah ke bidang jaringan transmisi listrik 150 kV dan pengelolaan jaringan internet. Tentunya perkembangan ini harus diimbangi dengan proses bisnis yang matang, efisien dan profesional. Saat ini perusahaan telah mengukuhkan diri dipercaya mengelola aset PLN mulai Sumatra, Kepulauan Riau, Jawa dan Bali dan berkembang percaya diri untuk mengembangkan sayap bisnisnya melayani permintaan pemeliharaan aset perusahaan swasta atau selain aset milik PLN. Dari penelitian ini diharapkan menjadi acuan untuk pengelolaan di semua wilayah kerjanya, dan untuk pengembangan selanjutnya bisa memanfaatkan teknologi terkini seperti *software* berbasis open *source* dengan didukung sistem terintegrasi menggunakan dukungan aplikasi agar memudahkan mengontrol, mengevaluasi dan membuat *report* atau laporan pertanggungjawaban.

3. Analisis Teori

a. Bahan Baku

Bahan baku adalah sejumlah persediaan yang diproses untuk dijadikan barang setengah jadi, sampai akhirnya berwujud barang atau sebuah produk dari perusahaan (Syamsuddin, 2001). Bahan baku juga bisa dikatakan sebagai yang membentuk sebagian besar dari produk yang sudah selesai prosesnya, bahan baku yang sudah diolah bisa didapatkan dari pasar dalam negeri, *import* ataupun dari proses pengolahan yang dilakukan sendiri (Masiyal Kholmi, 2013). Dari pengertian tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa bahan baku menjadi suatu bagian yang penting dalam *hierarki* sebuah proses produksi dalam upaya menghasilkan barang jadi, yang bisa didapat dari alam langsung, membeli dari pemasok atau dari hasil pengolahan perusahaan untuk kebutuhan produksinya sendiri.

Masiyal Kholmi (2013) pada pernyataannya menyebutkan bahwa ada faktor-faktor yang perlu dicermati dari bahan baku, antara lain :

1.) Perkiraan jumlah pemakaian

Yaitu tentang prediksi atau perkiraan berapa banyak bahan baku yang nanti akan digunakan dalam kegiatan produksi di periode masa yang akan datang

2.) Harga Bahan Baku

Adalah sebuah acuan dalam menghitung berapa alokasi biaya dalam proses penyediaan material atau bahan baku

3.) Biaya Persediaan

Yaitu semua biaya yang timbul dalam proses pengadaan material atau bahan baku

4.) Kebijakan Pembelian

Adalah sebab saat menentukan berapa jumlah persediaan material yang diakomodir oleh perusahaan

5.) Pemakaian sesungguhnya

Adalah catatan tentang berapa material yang telah digunakan pada periode sebelumnya yang telah dijalankan dan menjadi salah satu yang harus menjadi perhatian.

6.) Waktu Tunggu

Adalah tenggat waktu selama bahan baku mulai dipesan sampai dengan diterima dengan lama rentan waktu yang sudah ditentukan, dengan begitu perusahaan bisa membuat rencana pemesanan bahan baku dengan tepat, dan resiko yang timbul karena persediaan berlebih atau kurang bisa diminimalisir.

b. Persediaan

Haizer dan Barry (2015 : 553) menjelaskan bahwa sebuah persediaan yang dimiliki oleh perusahaan mewakili 50% struktur dari total jumlah modal dan jadi salah satu *asset* termahal di perusahaan besar. Ely Suhayati dan Sri Anggadini (2009:225) berpendapat bahwa sebuah persediaan bisa diartikan sebagai aktiva lancar, bagi perusahaan yang bergerak dalam bidang perdagangan maka suatu persediaan bisa diartikan sebuah barang yang diperdagangkan, yang disimpan oleh perusahaan untuk nanti diperjualbelikan sebagai bentuk kegiatan operasional perusahaan. Dan bila suatu perusahaan bergerak dibidang manufaktur, maka bahan baku dapat diterjemahkan sebagai sebuah persediaan yang disimpan untuk tujuan menjadi *input* dalam kegiatan produksi.

Dalam membuat perencanaan dan pengendalian persediaan ada beberapa faktor, Haming dan Mahfud (2012 : 7) menyebutkan antara lain :

1.) Perputaran Persediaan

Adalah perputaran dari sebuah persediaan yang telah dilakukan selama jangka waktu tertentu

2.) Lead Time

Yaitu jarak waktu saat mulai dilakukan *order* atau membuat penesanan sampai dengan diterima pesanan tersebut dari *supplier* atau pemasok.

3.) Costumer Service Level

Adalah standar layanan yang dijanjikan pada pelanggan berdasarkan dari prosentasi kurun waktu persanan sesuai tanggal yang ditetapkan.

4.) Stock out Cost

Yaitu sebuah biaya yang timbul karena persediaan kurang, hal ini terjadi jika jumlah permintaan lebih banyak dibanding persediaan

5.) Cost of inventory

Adalah sebuah biaya yang meliputi antara lain biaya pemesanan, penyimpanan dan juga biaya pembayaran.

Dari penjabaran diatas dapat diartikan bahwa tujuan manajemen persediaan adalah membuat pelayanan pelanggan dan investasi menjadi seimbang. Diperlukan sebuah strategi yang tepat untuk mengatur tingkat jumlag persediaan, mutu, dan waktu yang sesuai dalam mengendalikan persediaan bahan baku agar efisien dan efektif. Adapun syarat untuk mengendalikan persediaan, Sofjan Assauri (2004 : 176) berpendapat antara lain :

- 1.) Tersedia gudang atau tempat penyimpanan yang cukup untuk penyimpanan dan memiliki pengaturan tempat barang atau bahan yang teratur dan juga mudah mengidentifikasi barang atau bahan yang diinginkan
- 2.) Ada perintah yang tersentralisasi dan satu orang penanggung jawab yang bisa dipercayai khususnya penjaga gudang
- 3.) Tersedia sistem pemeriksaan dan pencatatan atau permintaan barang atau bahan.
- 4.) Terdapat pengawasan yang jeals pada proses bahan atau barang keluar.
- 5.) Terdapat catatan yang jelas menunjukkan jumlah pesanan, yang dikirimkan atau yang keluar juga catatan barang yang masih tersedia dalam gudang.
- 6.) Barang atau bahan yang ada di persediaan dilakukan pemeriksaan langsung secara fisik.

Menurut Handoko (2000:35) beberapa fungsi persediaan diantaranya adalah *decoupling* artinya adalah persediaan untuk mengantisipasi permintaan yang bersifat *fluktuatif* atau sulit untuk diramalkan. Lalu juga ada model *economic lot sizing* , yaitu bentuk atau cara melakukan penghematan dengan melakukan pembelian bahan baku atau material dalam jumlah lot tertentu juga untuk antisipasi jika persediaan ada permintaan dengan jumlah produksi yang berbeda.

Heizer dan Render (2015) menyebutkan bahwa ada beberapa jenis persediaan antara lain :

1.) Persediaan bahan baku mentah

Yaitu suatu bahan yang sudah dibeli namun belum masuk tahap pemrosesan. Jenis persediaan ini bisa dipakai untuk memilah dan memilih pemasok mana yang baik .Namun pendekatan yang lebih disukai jika *variable supplier* dalam kualitas, serta jumlah ataupun lama proses pengiriman tidak disertakan. Artinya bahan baku yang diterima sudah melalui proses yang ketat dan dari pemasok yang *credible* tanpa harus memilah ulang.

2.) Persediaan barang atau produk dalam proses

Adalah jenis bahan baku yang mana sudah melewati proses pengolahan dan berubah bentuk. Barang dalam proses atau bahan setengah jadi diperlukan waktu dalam pengolahannya juga disebut sebagai waktu siklus. Mengurangi waktu siklus dalam proses pengolahan maka juga akan mempersingkat waktu persediaan barang berstatus dalam proses.

3.) *Maintenance Repair Operating (MRO)*

Kegiatan *MRO* memiliki persediaan, dibutuhkan untuk menjaga mesin dan prosesnya tetap berjalan dan terjamin kendalanya. Karena membutuhkan *MRO* ini sesuai waktu dan kondisi untuk pemeliharaan dan atau kondisi darurat untuk perbaikan peralatan tidak dapat diketahui pastinya. Meski permintaan ini sering berdasarkan dari jadwal *maintenance*, permintaan *MRO* yang tidak terduga harus dibuat pengendalinya.

4.) Persediaan barang jadi

Merupakan produk yang prosesnya telah selesai dan selanjutnya menunggu jadwal untuk pengiriman. Jenis barang ini bisa dikategorikan sebagai persediaan untuk memenuhi permintaan *customer* di masa yang akan datang dan dapat di distribusikan dengan cepat tanpa harus menunggu proses produksi dari awal.

c. Peramalan

Peramalan adalah sebuah seni dipadukan dengan ilmu dalam memperkirakan kejadian atau peristiwa di masa yang akan datang. Dan peramalan juga memerlukan data atau catatan dari masa sebelumnya untuk membuat proyeksi kejadian dimasa akan datang, Heizer dan Render (2011).

Berdasar pengelompokkan waktunya, peramalan dapat dibagi kedalam 3 jenis, menurut (Herjanto, 2008) antara lain :

1.) Peramalan Jangka Panjang

Yaitu peramalan yang membuat prediksi dengan cakupan waktu lebih dari 18 bulan. Contohnya yaitu seperti peramalan yang dipakai dalam perencanaan untuk kegiatan penelitian dan pengembangan, perencanaan fasilitas dan bidang peranaman modal.

2.) Peramalan Jangka Menengah

Adalah sebuah peramalan dengan memiliki cakupan rentang waktu tiga sampai delapan belas bulan. Misalnya, peramalan dalam perencanaan produksi, perencanaan penjualan, dan perencanaan tenaga kerja tidak tetap.

3.) Peramalan Jangka Pendek

Adalah sebuah peramalan dengan memiliki cakupan jangka waktu tidak lebih dari 3 bulan contohnya yaitu peramalan untuk menentukan persediaan penyangga, yaitu persediaan yang dipakai untukantisipasi jika suatu saat terjadi kelangkaan atas *supply* barang, atau juga mengantisipasi jika terjadi permintaan yang *fluktuatif*.

Heizer & Render (2009) menjelaskan bahwa peramalan dibagi dalam 3 jenis jika dibedakan berdasarkan fungsinya dan rencana operasi di masa depan, yaitu :

1.) Peramalan Ekonomi

Jenis peramalan ini menerangkan tentang siklus dari sebuah bisnis yaitu dengan membuat ramalan berapa jumlah uang yang tersedia dan berapa dana yang dibutuhkan dalam membangun serta indikator perencanaan lainnya atau tingkat inflasi

2.) Peramalan Teknologi

Dibuat untuk melihat jenis atau bentuk produk baru yang butuh pembangunan pabrik atau peralatan baru, peramalan ini dibuat atas dasar kemajuan dari sisi teknologi yang ada.

3.) Peramalan Permintaan

Merupakan peramalan untuk memproyeksi tingkat permintaan produk atau layanan dari sebuah perusahaan. Ini biasa disebut sebagai peramalan penjualan, dapat mengendalikan bagian produksi seperti kapasitas maupun jadwalnya. Dan ini dijadikan sebagai dasar bagi perencanaan pemasaran, keuangan, dan sumber daya manusia.

Menurut Gaspersz dalam (Lindawati, 2003) ada sembilan langkah yang harus diperhatikan agar sistem peramalan dalam manajemen permintaan efektif dan efisien yaitu :

- 1.) Menentukan apa tujuan dari peramalan yang akan dibuat
- 2.) Menentukan *independent demand* yang akan dibuat peramalannya
- 3.) Menentukan *horizon* waktu dari peramalan, untuk jangka pendek, menengah atau panjang
- 4.) Menentukan model peramalan apa saja yang akan digunakan
- 5.) Mengumpulkan data apa saja yang dibutuhkan untuk membuat peramalan
- 6.) *Validasi* model peramalan yang digunakan
- 7.) Membust stsu melaksanakan peramalan
- 8.) Menerapkan hasil dari peramalan yang telah dibuat
- 9.) Memantau penerapan dari hasil peramalan.

d. Material Requirement Planning (MRP)

Material Requirement Planning (MRP) ditemukan oleh Joseph Orlicky dari J.I Case Company sekitar tahun 1960. Pengertian *Material Requirement Planning (MRP)* pada (Jurnal MRP, 2016) Putri dan Dana menyebutkan bahwa MRP adalah sebuah permintaan yang dibuat berdasarkan diantaranya status persediaan, daftar kebutuhan material, jadwal penerimaan yang diperkirakan, dan juga jadwal induk produksi yang digunakan untuk menentukan kebutuhan bahan baku. MRP memiliki tiga input informasi yang diperlukan yaitu pertama jadwal induk produksi, kedua struktur bahan untuk membentuk sebuah produk dan ketiga adalah catatan daftar persediaan.

Herjanto (2009) menyebutkan bahwa tujuan MRP antara lain :

1. Meminimalkan jumlah inventory

Dengan adanya MRP dapat menentukan jumlah berapa banyak yang harus dipesan dan kapan komponrn atau bahan tersebut harus datang yang disesuaikan dengan jadwal produksi. Dengan menerapkan cara ini maka pengadaan atas bahan baku atau material yang dibutuhkan untuk rencana produksi dapat dilakukan sesuai keperluan.

2. Mengurangi resiko keterlambatan produksi atau pengiriman

Penerapan MRP dapat menentukan berapa banyak bahan baku yang dibuthkan baik kuantitas maupun jadwal kedatangannya, tentu dengan mempertimbangkan pengadaan maupun waktu

tenggang produksi sehingga dapat mengurangi resiko atas ketidaktersediaan bahan baku atau material yang akan digunakan dalam proses produksi.

3. Komitmen yang realistis

Dalam penerapan MRP diharapkan jadwal produksi bisa dijalankan sesuai dengan yang sudah direncanakan, sehingga jadwal pengiriman barang juga dapat dilakukan lebih akurat dari perencanaan yang dibuat. Hal ini dapat mendorong meningkatnya kepuasan pelanggan.

4. Meningkatkan Efisiensi

Dengan penerapan MRP juga memungkinkan untuk menghasilkan efisiensi dari segi waktu produksi, jumlah persediaan, juga waktu pengiriman dapat direncanakan dan direalisasikan dengan lebih baik sesuai dengan jadwal induk produksi.

(Rangkuti F, 2007) berpendapat bahwa inputan MRP terdiri dari :

1.) *Master Production Scheduled (MPS)*

Adalah suatu pernyataan *definitif* produk akhir tentang apa rencana yang dibuat oleh perusahaan untuk produksi, kapan dibutuhkan, berapa yang dibutuhkan, dan bagaimana produk tersebut akan diproduksi, yang disusun selaras dengan pemasaran, rencana produksi, kapasitas produksi, dan rencana pendistribusian

2.) *Bill of Material (BOM)*

Yaitu daftar material atau bahan yang dibutuhkan untuk pencampuran, perakitan, atau pembuatan produk hingga proses akhir.

3.) Struktur Produk

Adalah suatu gambaran tentang langkah-langkah atau bagaimana proses pembuatan suatu produk, mulai dari bahan sampai dengan menjadi produk yang siap dijual.

4.) Catatan Persediaan

Adalah tentang catatan status persediaan bahan yang dimiliki perusahaan.

Langkah-langkah MRP dijelaskan oleh Baroto (2002) yaitu :

1.) *Netting* atau kebutuhan bersih

Yaitu suatu proses dimana perhitungannya adalah selisih antara kebutuhan bahan keseluruhan (*gross requirement*) dengan jumlah persediaan yang ada di tangan (*on-hand*) dan juga jumlah yang sedang dalam proses pemesanan

2.) *Lotting* atau kuantitas pesanan

Lotting dibuat berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan bersih, yang mana merupakan sebuah proses dalam menentukan kuantitas pesanan yang *optimal* dari setiap bahan.

3.) *Off Setting* atau rencanan pemasaran

Berguna untuk menentuka pesanan agar rencana pemesanan bisa dibuat pada waktu yang tepat untuk memenuhi kebutuhan bersih (*Netting*). *Off Setting* dibuat dengan menggabungkan antara *lot size* dengan lama waktu pesanan sampai datang,

4.) *Explosion*

Adalah sebuah perhitungan yang berdasarkan atas rencana pesanan, yaitu proses dari perhitungan (*gross requirement*) atau kebutuhan kotor

Pada sistem MRP selayaknya memiliki data dari persediaan yang terbaru pada setiap bahan yang didalamnya terdapat informasi akurat tentang stok atau persediaan bahan dari semua kegiatan keluar masuknya barang di persediaan, baik sudah dilakukan ataupun yang masih dalam tahap perencanaan.

4. Kerangka Berpikir

Dalam penelitian yang pernah dilakukan oleh beberapa peneliti menyatakan bahwa dengan penerapan *Material Requirement Planning (MRP)* bisa menghemat biaya terkait bahan baku seperti berapa jumlah yang efisien dibutuhkan untuk produksi



Gambar 1. Kerangka Berpikir

METODE

Penelitian ini dimulai sejak Januari 2021 sampai dengan Mei 2021 di PT.XYZ yang beralamatkan di Wonokromo, Surabaya, Jawa Timut. Perusahaan ini dipilih sebagai objek penelitian karena lingkup kerjanya menggunakan bahan baku yang rutin tiap bulan dilakukan proses pembelian persediaan sehingga memudahkan untuk memperoleh data historis bahan baku. Identifikasi dan perumusan masalah pada penelitian ini ditentukan berdasarkan hasil observasi dan penggalian informasi dibagian operasi yang menaungi proses penyediaan bahan baku kubikel 20kV. Melalui dokumentasi, observasi data historis pembelian, penggunaan bahan baku dan melakukan wawancara dengan pihak yang melaksanakan proses penyediaan bahan baku. Jadwal induk pemeliharaan dan biaya bahan baku pada penelitian ini adalah variabel bebasnya yang saat dilakukan penelitian ini proses pengadaan bahan baku tidak mengacu pada variabel tersebut. Biaya produksi mempengaruhi margin atau laba yang diperoleh perusahaan dan biaya tersebut merupakan variabel terikat. Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder yang dianalisa. Data primer yaitu meliputi jadwal induk untuk pemeliharaan dan biaya material sedangkan data sekunder meliputi Bill of Material (BOM) atau daftar kebutuhan bahan untuk pemeliharaan kubikel 20 kV. Dari data tersebut peneliti akan membuat analisa perbandingan biaya pembelian bahan baku pemeliharaan antara metode yang digunakan oleh perusahaan sebelumnya dengan menggunakan metode Material Requirement Planning (MRP).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengumpulan Data

Hasil dari observasi data historis catatan pembelian bahan baku sejak Januari sampai dengan bulan Mei 2021 yaitu saat sebelum dilakukan penelitian, didapatkan data pembelian bahan baku yang digunakan oleh tim pemeliharaan sebagai produk layanan dari PT.XYZ yang dijadikan tempat studi untuk penelitian, dijabarkan pada tabel 1 dibawah ini

Tabel. 1 Data Biaya Pembelian Material Bulan Januari-Mei 2021

Biaya Pembelian Material Bulan Jan - Mei 2021		Harga	
2021			
Janurari	Rp	6.663.000	
Februari	Rp	6.663.000	
Maret	Rp	6.663.000	
April	Rp	6.663.000	
Mei	Rp	6.663.000	
Jumlah	Rp	33.315.000	
Rata - rata	Rp	6.663.000	

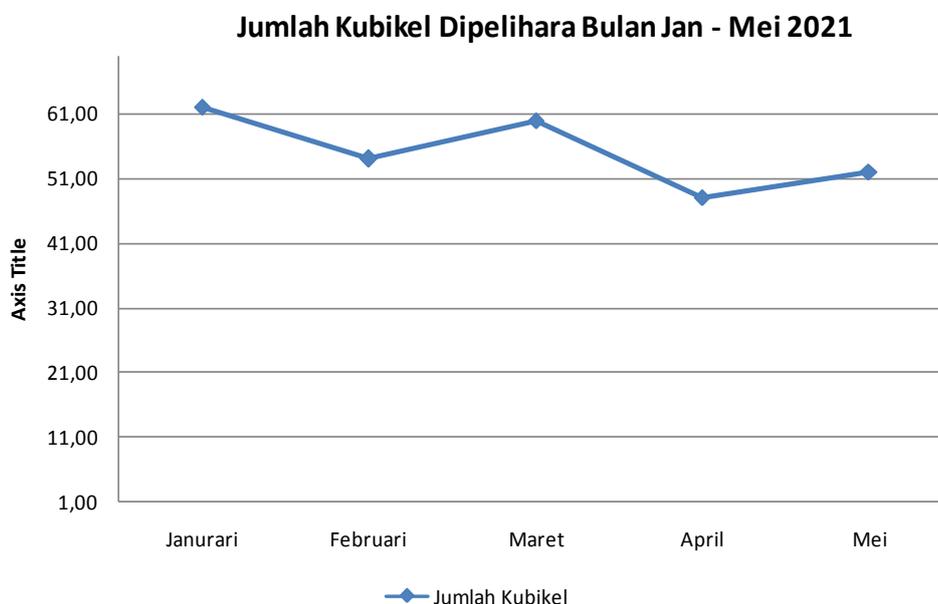
Seperti yang sudah ditunjukkan pada data tabel 1 bahwa dengan nominal harga material selalu sama tiap periode dalam kurun waktu lima bulan terkahir yaitu sebesar Rp.6.663.000,-.Data biaya bahan baku yang digunakan untuk layanan pemeliharaan setiap bulan juga dituangkan dalam kontrak kerja pemborongan bagian pemeliharaan gardu induk wilayah Jawa Timur dengan total Rp.6.663.000,-.Berdasarkan data tersebut juga dijadikan acuan jumlahnya oleh bagian pengadaan dalam proses pembelian atau pengadaan *material* pemeliharaan, pola ini bisa disebut dengan metode *fix order quantity* yaitu metode yang menggunakan sistem pemesanan dengan jumlah yang sama tiap waktu.

Pada tabel 2 disajikan jumlah *kubikel* yang ditugaskan untuk dipelihara oleh PLN ke PT.XYZ mulai bulan Januari- Mei 2021

Tabel 2. Data Jumlah Kubikel Dipelihara Bulan Januari – Mei 2021

Jumlah Kubikel Dipelihara Bulan Jan - Mei 2021	Jumlah Kubikel
Janurari	62
Februari	54
Maret	60
April	48
Mei	52
Jumlah	276
Rata - rata	55,2

Data pada tabel diatas juga menunjukkan bahwa tiap bulan PLN memberi jadwal pemeliharaan *kubikel* 20kV sesuai dengan prioritas kondisi peralatan yang dimiliki atau bisa disebut (*Condition bsse maintenance*) dan juga berdasarkan jadwal pemeliharaan rutin 2 tahunan atau (*Time base maintenance*).Rata-rata jumlah peralatan *kubikel* yang dipelihara sebanyak 55,2 dan data ini nanti bisa dijadikan dasar pengolahan data untuk membuat prediksi jumlah yang akan dipelihara di bulan selanjutnya agar bagian pengadaan bisa menentukan berapa jumlah bahan yang tepat tiap jenis yang harus dipesan agar produk yang dihasilkan efisien dari biaya produksinya.



Gambar 2.Data Diagram Jumlah Kubikel yang Dipelihara Mulai Januari-Mei 2021

Menurut Lindawati (2003) salah satu teknik peramalan yang cocok adalah menggunakan metode *Simple Moving Average* untuk jenis data permintaan yang memiliki pola acak.Hasil wawancara dengan pegawai perusahaan yang terlibat di proses pembelian bahan baku menyebutkan bahwa “jadwal penugasan pemeliharaan sudah bisa diterima dari PLN tiap tanggal 25 setiap bulan”.Sehingga PT.XYZ bisa membuat rencana belanja *material* lebih awal untuk digunakan dibulan selanjutnya.

Tabel 3. Data Penggunaan *Material* Bulan Januari-Mei 2021

Data Penggunaan Material Januari - Mei 2021

Nama Material	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei
Contact Cleaner	0,08	0,06	0,07	0,08	0,06
Penetrating Oil	0,06	0,06	0,05	0,10	0,04
Lem Putih	0,06	0,09	0,03	0,06	0,08
Alkohol	0,08	0,09	0,10	0,04	0,10
Semen Putih	0,06	0,06	0,07	0,08	0,10
Corium	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00
Kain Putih	0,40	0,37	0,25	0,25	0,23
Solasi Kertas	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04
Solasi Hitam	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02
Sakapen	0,01	0,004	0,003	0,01	0,004
Alminox	0,01	0,004	0,003	0,01	0,004
Kapur Barus	0,03	0,07	0,05	0,06	0,06
Scotch 3M	0,02	0	0,02	0	0

Data tabel 3 didapatkan dari catatan *historis* penggunaan bahan yang dilakukan oleh tim pemeliharaan, pada tabel data tersebut menjelaskan jumlah penggunaan material selama 5 bulan terakhir dan dapat dijadikan acuan perhitungan kebutuhan bahan baku atau *material* untuk pemeliharaan *kubikel 20kV* dari rata-rata penggunaan tiap jenis material berdasarkan jumlah *kubikel* yang sudah diperlihara mulai bulan Januari-Mei 2021. Jika dilihat, data jumlah biaya penggunaan pada tabel 3 ini dibandingkan dengan data jumlah pembelian pada tabel 1 terdapat selisih cukup signifikan. Begitu juga antara jumlah bahan baku atau material yang ada di pengadaan dengan data jumlah yang dipakai oleh tim pemeliharaan. Data diatas disajikan dengan asumsi menggunakan harga material sesuai data yang tertuang dalam kontrak dengan PLN yaitu acuan harga tertinggi bahan baku dipasaran.

Tabel 4. Data Persediaan Material Pemeliharaan per Tanggal 30 Mei 2021

Data Persediaan Material Pemeliharaan Per Tanggal 30 Mei 2021

Nama Material	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Satuan	Jumlah
Contact Cleaner	1	3	2	2	3	Botol	11
Penetrating Oil	2	3	3	1	4	Botol	13
Lem Putih	2	1	4	3	2	Lot	12
Alkohol	15	15	14	18	15	Liter	77
Semen Putih	2	3	2	2	1	Kg	10
Corium	1	0	1	1	1	Botol	3
Kain Putih	35	40	45	48	48	Kg	216
Solasi Kertas	1	1	1	1	0	Roll	4
Solasi Hitam	0	1	0	1	1	Roll	3
Sakapen	1	1	1	1	1	Tube	3,6
Alminox	1	1	1	1	1	Tube	3,6
Kapur Barus	1	-1	0	0	0	Pcs	0
Scotch 3M	2	3	2	3	3	Roll	13

Tabel 4 menjelaskan bahwa ada jumlah yang cukup besar pada persediaan *material* pemeliharaan *kubikel 20kV* dibandingkan dengan data penggunaan tiap bulan sesuai dengan data historis penggunaan oleh tim pemeliharaan yang tertera pada tabel 3. Hal ini bisa berpotensi menyebabkan membengkaknya biaya bahan baku yang didalamnya juga termasuk atas semua biaya yang ditimbulkan oleh penyediaan bahan, dan ini juga akan menurunkan rasio modal perusahaan.

2. Pengolahan dan Analisa Data

Tabel 5. Data Rata – Rata Penggunaan Material Per Jenis dan Per Kubikel Mulai Januari Sampai dengan Mei 2021

Data Rata-rata Penggunaan Material Perjenis & Perkubikel Jan - Mei 2021						
Nama Material	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Kebutuhan Perkubikel
Contact Cleaner	0,08	0,06	0,07	0,08	0,06	0,07
Penetrating Oil	0,06	0,06	0,05	0,10	0,04	0,06
Lem Putih	0,06	0,09	0,03	0,06	0,08	0,07
Alkohol	0,08	0,09	0,10	0,04	0,10	0,08
Semen Putih	0,06	0,06	0,07	0,08	0,10	0,07
Corium	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01
Kain Putih	0,40	0,37	0,25	0,25	0,23	0,30
Solasi Kertas	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,02
Solasi Hitam	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02
Sakapen	0,01	0,004	0,003	0,01	0,004	0,01
Alminox	0,01	0,004	0,003	0,01	0,004	0,01
Kapur Barus	0,03	0,07	0,05	0,06	0,06	0,06
Scodth 3M	0,02	0	0,02	0	0	0,01

Tabel 6. Bill Of Material Pemeliharaan Kubikel Per 1 Unit

Data Bill Of Material Untuk 1 Kubikel			
Level	Nama Material	Kebutuhan Perkubikel	Sumber
1	Contact Cleaner	0,07	Beli
1	Penetrating Oil	0,06	Beli
1	Lem Putih	0,07	Beli
1	Alkohol	0,08	Beli
1	Semen Putih	0,07	Beli
1	Corium	0,01	Beli
1	Kain Putih	0,30	Beli
1	Solasi Kertas	0,02	Beli
1	Solasi Hitam	0,02	Beli
1	Sakapen	0,01	Beli
1	Alminox	0,01	Beli
1	Kapur Barus	0,06	Beli
1	Scodth 3M	0,01	Beli

Metode Lot for Lot merupakan cara sederhana dan dapat digunakan pada data yang bersifat dinamis terutama bila terjadi perubahan jumlah bahan baku yang bertujuan untuk meminimalisir biaya yang timbul atas penyimpanan maupun pembelian bahan. Jenis dari material yang digunakan juga tidak tergolong bahan yang sulit didapat sehingga memudahkan perusahaan untuk membelinya, dengan masa tunggu mulai proses pemesanan hingga barang tersebut sampai hanya membutuhkan waktu satu hari. Jika melihat pola yang ada yaitu kebutuhan mempunyai sifat tidak teratur atau *dinamis* sehingga teknik *Lot of Lot* tepat untuk digunakan

Tabel 7. Data Hasil Perhitungan dengan Metode *Single Moving Average* untuk Memprediksi Jumlah Kubikel yang Akan Dipelihara pada Bulan Juni 2021

Data Perkiraan Jumlah Kubikel Dipelihara Bulan Juni Dengan Teknik SMA			
Jumlah Kubikel	ACTUAL	RAMALAN	ERROR
	62		
62	54		
54	60	58	2
60	48	57	-9
48	52	54	-2
52			
276		50	
55,2	276	219	-9

Data pada tabel 7 adalah hasil prediksi perhitungan *kubikel* yang akan dipelihara pada bulan Juni 2021. Hal ini dilakukan bertujuan untuk menghitung jumlah kebutuhan *material* yang harus disediakan oleh perusahaan agar proses pemeliharaan berjalan dengan lancar dan mendorong hasil yang memuaskan bagi pelanggan.

Pada kondisi sebenarnya PT.XYZ mengacu pada *Master Production Schedule (MPS)* yang mana berdasarkan jadwal pemeliharaan dilakukan setiap tanggal 25, dimana hal ini akan lebih memudahkan perusahaan untuk membuat rencana pembelian material dengan komposisi yang lebih akurat. Namun peneliti dengan teknik *Single Moving Average (SMA)* membuat paparan bahwa metode *Lot of Lot* bisa membuat perhitungan yang lebih efisien dibandingkan menggunakan kuantitas yang sama setiap periode (*Fix Order Quantiti*) untuk penyediaan material.

Tabel 8. Data Kebutuhan Material Pemeliharaan Kubikel

Data Kebutuhan Material Pemeliharaan Kubikel				
No	Nama Material	Kebutuhan 1 kubikel	Kebutuhan 50 kubikel	Satuan
1	Contact Cleaner	0,07	3	Botol
2	Penetrating Oil	0,06	3	Botol
3	Lem Putih	0,07	3	Lot
4	Alkohol	0,08	4	Liter
5	Semen Putih	0,07	4	Kg
6	Corium	0,01	0	Botol
7	Kain Putih	0,30	15	Kg
8	Solasi Kertas	0,02	1	Roll
9	Solasi Hitam	0,02	1	Roll
10	Sakapen	0,01	0	Tube
11	Alminox	0,01	0	Tube
12	Kapur Baru	0,06	3	Pcs
13	Scotch 3M	0,01	0	Roll

Tabel 9. Data Kebutuhan Bersih Material Pemeliharaan Kubikel Juni 2021

Data Kebutuhan Bersih Material Pemeliharaan Kubikel Juni 2021						
No	Nama Material	Kebutuhan 50 kubikel	Persediaan di Tangan	Sisa Persediaan	Satuan	Estimasi Kubikel
1	Contact Cleaner	3	11	8	Botol	160
2	Penetrating Oil	3	13	10	Botol	208
3	Lem Putih	3	12	9	Lot	182
4	Alkohol	4	77	73	Liter	937
5	Semen Putih	4	10	6	Kg	137
6	Corium	0	3	3	Botol	430
7	Kain Putih	15	216	201	Kg	718
8	Solasi Kertas	1	4	3	Roll	181
9	Solasi Hitam	1	3	2	Roll	121
10	Sakapen	0	4	3	Tube	714
11	Alminox	0	4	3	Tube	714
12	Kapur Baru	3	0	-3	Pcs	0
13	Scotch 3M	0	13	13	Roll	1982

Pada tabel 9 didapatkan data persediaan material setelah dikurangi jumlah *kubikel* yang akan dipelihara pada bulan Juni 2021, ditemukan jenis material kapur baru mengalami *Out of Stock* sebanyak 3 Pcs. Sehingga pada bulan Juni hanya perlu melakukan pembelian kapur baru saja dan untuk jenis material lainnya berdasarkan data tabel 9 dalam kondisi cukup untuk digunakan melakukan pemeliharaan kubikel dengan sejumlah data diatas.

Tabel 10. Daftar Harga Material Per Item

Daftar Harga Material Per Item			
No	Nama Material	Harga Material	Satuan
1	Contact Cleaner	Rp 200.000	Botol
2	Penetrating Oil	Rp 200.000	Botol
3	Lem Putih	Rp 25.000	Lot
4	Alkohol	Rp 50.000	Liter
5	Semen Putih	Rp 5.000	Kg
6	Corium	Rp 800.000	Botol
7	Kain Putih	Rp 15.000	Kg
8	Solasi Kertas	Rp 15.000	Roll
9	Solasi Hitam	Rp 14.000	Roll
10	Sakapen	Rp 700.000	Tube
11	Alminox	Rp 325.000	Tube
12	Kapur Barus	Rp 35.000	Pcs
13	Scotch 3M	Rp 65.000	Roll

Tabel 11. Total Biaya Penyediaan Material dengan Lot For Lot Bulan Juni 2021

Total Biaya Penyediaan Material Dengan Lot For Lot Bulan Juni 2021			
No	Nama Material	Total Biaya Material	
1	Contact Cleaner	Rp	-
2	Penetrating Oil	Rp	-
3	Lem Putih	Rp	-
4	Alkohol	Rp	-
5	Semen Putih	Rp	-
6	Corium	Rp	-
7	Kain Putih	Rp	-
8	Solasi Kertas	Rp	-
9	Solasi Hitam	Rp	-
10	Sakapen	Rp	-
11	Alminox	Rp	-
12	Kapur Barus	Rp	96.784
13	Scotch 3M	Rp	-
Total Biaya		Rp	96.784

Tabel 12. Total biaya penyediaan material dengan Fix Order Quantity bulan Juni 2021

Total Biaya Penyediaan Material Dengan Fix Order Quantity Bulan Juni 2021			
No	Nama Material	Total Biaya Material	
1	Contact Cleaner	Rp	1.200.000
2	Penetrating Oil	Rp	1.200.000
3	Lem Putih	Rp	150.000
4	Alkohol	Rp	1.000.000
5	Semen Putih	Rp	30.000
6	Corium	Rp	800.000
7	Kain Putih	Rp	900.000
8	Solasi Kertas	Rp	30.000
9	Solasi Hitam	Rp	28.000
10	Sakapen	Rp	700.000
11	Alminox	Rp	325.000
12	Kapur Barus	Rp	105.000
13	Scotch 3M	Rp	195.000
Total Biaya		Rp	6.663.000

Tabel 13. Perbandingan hasil Lot Sizing

Total Biaya Penyediaan Material Dengan Fix Order Quantity Bulan Juni 2021				
No	Nama Material	Total Biaya Penyediaan Material		
		Lot For Lot	Fix Order Quantity	
1	Contact Cleaner	Rp	-	Rp 1.200.000
2	Penetrating Oil	Rp	-	Rp 1.200.000
3	Lem Putih	Rp	-	Rp 150.000
4	Alkohol	Rp	-	Rp 1.000.000
5	Semen Putih	Rp	-	Rp 30.000
6	Corium	Rp	-	Rp 800.000
7	Kain Putih	Rp	-	Rp 900.000
8	Solasi Kertas	Rp	-	Rp 30.000
9	Solasi Hitam	Rp	-	Rp 28.000
10	Sakapen	Rp	-	Rp 700.000
11	Alminox	Rp	-	Rp 325.000
12	Kapur Barus	Rp	96.784	Rp 105.000
13	Scooth 3M	Rp	-	Rp 195.000
Total Biaya		Rp	96.784	Rp 6.663.000

Dari perhitungan data pada tabel 12 berdasarkan prediksi jumlah *kubikel* yang akan dipelihara pada bulan Juni 2021 menggunakan teknik *Single Moving Average* dibandingkan dengan data perhitungan menggunakan teknik *Fix Order Quantity* terdapat selisih 98,5%, lebih efisien jika PT.XYZ melakukan proses pengadaan material untuk pemeliharaan dengan menggunakan *Material Requirement Planning (MRP)* teknik *Lot for Lot*.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Kebutuhan material atau bahan baku pemeliharaan dapat diproses pembeliannya setelah *Master Production Schedule (MPS)* yaitu jadwal pemeliharaan bulan selanjutnya sudah diberikan oleh PLN tanggal 25 setiap bulan. Ini akan memberikan perhitungan yang lebih tepat atau akurat menentukan berapa jumlah bahan yang harus dibeli. Karena data dari bagian pengadaan menyatakan tenggat waktu barang datang selama 1 hari.
2. Berdasarkan perhitungan kebutuhan material menggunakan *Material Requirement Planning (MRP) Lot for Lot* didapatkan nominal yang lebih sedikit untuk anggaran belanja material pada bulan Juni yaitu sebesar Rp. 96.784,- jika dibandingkan dengan teknik yang sebelumnya digunakan oleh PT.XYZ yaitu *Fix Order Quantity* senilai Rp. 6.663.000,- artinya perusahaan dapat melakukan penghematan sebesar 98,5% untuk biaya produksi dalam memberikan jasa layanan pemeliharaan. Dengan penerapan teknik *Lot for Lot* ini juga akan membuat biaya yang timbul atas penyediaan bahan baku berkurang atau lebih *efisien*.
3. *Bill of Material (BOM)* untuk kegiatan layanan pemeliharaan *kubikel* sudah ditetapkan dalam kontrak perjanjian kerja antara PLN dengan PT.XYZ dan dijadikan standar material yang harus digunakan dalam pekerjaan pemeliharaan *kubikel 20Kv*.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Muri Yusuf. 2014. "Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif & Penelitian Gabungan". Jakarta : Prenadamedia group.
- Assauri, Sofyan. (2004). Manajemen Produksi dan Operasi. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia
- Baroto, T. (2002). Perencanaan dan Pengendalian Produksi. Jakarta: Penerbit. Ghalia Indonesia.
- Baroto, Teguh. 2002. "Perencanaan dan pengendalian Produksi". Jakarta. Ghalia Indonesia.
- Conny R. Semiawan. 2010. Metode Penelitian Kualitatif. Jakarta: Grasindo
- Ely Suhayati, Sri Dewi Anggadini. 2009. Akuntansi Keuangan, Edisi Pertama, Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Freddy Rangkuti. 2007. Manajemen Persediaan: Aplikasi di Bidang Bisnis. Edisi 2 Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.

- Gaspersz, Vincent. 2005. Total Quality Management. PT. Gramedia. Pustaka Utama, Jakarta.
- Haming, Murdifin dan Mahfud Nurnajamuddin. 2012. Manajemen Produksi Modern Edisi 2 Buku 2. Jakarta: Bumi Aksara.
- Handoko, T Hani. 2000. Dasar-Dasar Manajemen Produksi dan Operasi, Edisi 1. Yogyakarta : BPPE
- Heizer, J., and Render, B. (2011). Operations Management. 10th Edition. Pearson Education, Inc. New Jersey
- Heizer, Jay dan Barry Render. (2015), Operations Management (Manajemen Operasi), ed.11, Penerjemah: Dwi anoegrah wati S dan Indra Almahdy, Salemba empat, Jakarta.
- Heizer, Jay dan Barry Render. 2009. Manajemen Operasi Buku 1 Edisi 9. Jakarta: Salemba Empat.
- Herjanto, Eddy, 2008, Manajemen Operasi Edisi Ketiga, Jakarta: Grasindo
- Herjanto, Eddy.2003. Manajemen Produksi dan Operasi.Jakarta : PT Grasindo
- Imam , Kamarul. 2009. Manajemen Persediaan. Tidak Dipublikasikan. Buku Ajar. Jember: Fakultas Ekonomi Universitas Jember.
- Kholmi, Masiyal . 2003. Akuntansi Biaya Edisi Empat, Yogyakarta: BPFE
- Kusuma, H. 2009. Manajemen Produksi. Yogyakarta : Andi
- Lindawati. (2003). Perencanaan bahan baku di CV. Soloindo Tama. Universitas Kristen Petra. http://dewey.petra.ac.id_jiunkpe_3882_html
- Lukman Syamsuddin, 2001, Manajemen Keuangan Perusahaan (Konsep Aplikasi dalam Perencanaan, Pengawasan, dan Pengambilan Keputusan), Salemba Empat, Jakarta.
- Mulyadi, 2005, Akuntansi Biaya, Edisi Kelima, Yogyakarta: Unit Penerbit dan Pecetakan Akademi Manajemen Perusahaan YKPN.
- Nasution, Arman Hakim. Prasetyawan, Yudha. 2008. Perencanaan & pengendalian produksi, Yogyakarta
- Nur Bahagia, Senator. 2006. Sistem Inventori, Bandung. Penerbit ITB
- Prawirosentono, Suyadi. 2001. Manajemen Operasi, analisis dan studi kasus. Edisi ketiga, Jakarta: Bumi aksara.
- Prawirosentono, Suyadi. 2009. Manajemen Operasi: Analisis dan Studi Kasus Edisi Keempat. Jakarta: Bumi Aksara
- Purnomo, Hari. 2004. Pengantar Teknik Industri. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sugiyono, 2009, Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D, Bandung : Alfabeta.
- Sugiyono, 2011, Metode Penelitian Bisnis, hal. 231