

II. LANDASAN TEORI

1. MATERIAL REQUIREMENTS PLANNING

1.1 Definisi Material Requirements Planning

Material Requirements Planning adalah sebuah sistem informasi yang digunakan untuk merencanakan material yang dibutuhkan untuk menghasilkan kuantitas dan *item* yang ditentukan dalam *Master Production Schedule*.

1.2 Tujuan Sistem Material Requirements Planning

Tujuan utama dari sistem MRP adalah agar perusahaan dapat melakukan suatu tindakan yang tepat misalnya, pembatalan pesanan, pesanan ulang, penjadwalan ulang, dan sebagainya, dengan berpedoman pada informasi yang dihasilkan oleh sistem MRP. Tujuan lain adalah agar dapat memenuhi kebutuhan tepat pada waktunya dan membentuk kebutuhan minimum dari tiap item.

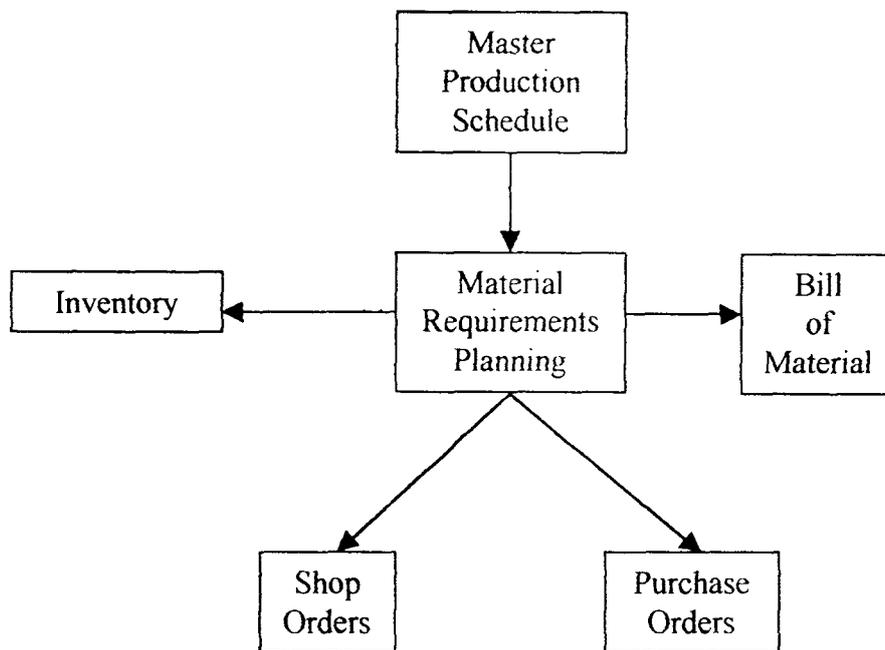
Sistem *Material Requirements Planning*, menurut Harold T. Amrine, et. al (1985: 417-418), dimaksudkan untuk memberikan :

- a. Kebutuhan-kebutuhan persediaan yang berkurang.
- b. Waktu tenggang (*lead times*) produksi dan *lead times* penyerahan yang dikurangi kepada pelanggan.
- c. Komitmen penyerahan yang realistis kepada pelanggan.
- d. Efisiensi operasi yang meningkat.

MRP dapat mencapai sasaran ini dengan:

1. Pengurangan persediaan. MRP menentukan berapa banyak komponen diperlukan dan kapan memenuhi jadwal induk. Hal ini memungkinkan manajer untuk menyediakan komponen tersebut pada waktu yang diperlukan, sehingga biaya-biaya karena penyimpanan secara kontinu dan persediaan penyangga yang berlebihan di gudang dapat dihindarkan.
2. Pengurangan dalam tenggang waktu produksi dan penyerahan. MRP mengidentifikasi bahan dan komponen yang diperlukan (jumlah dan waktunya), tersedianya, dan tindakan-tindakan (pengadaan dan produksi) yang diperlukan untuk memenuhi batas waktu penyerahan. Pengoordinasian keputusan-keputusan persediaan, pengadaan dan produksi membantu menghindari keterlambatan (penundaan) dalam produksi. Ini juga memprioritaskan kegiatan-kegiatan produksi dengan mencantumkan tanggal penyelesaian pada pesanan-pesanan pekerjaan dari pelanggan.
3. Komitmen yang realistis. Janji-janji penyerahan yang realistis dapat meningkatkan kepuasan pelanggan. Dengan menggunakan *Material Requirements Planning*, produksi dapat memberikan kepada pemasaran, informasi yang tepat mengenai kemungkinan waktu penyerahan kepada pelanggan.
4. Efisiensi yang meningkat. MRP mengkoordinasikan berbagai departemen dan pusat-pusat kerja ketika pembuatan produksi berlangsung melalui departemen pusat kerja tersebut. Akibatnya,

produksi dapat berjalan dengan gangguan produksi yang lebih sedikit. Hal ini dikarenakan MRP memusatkan pada tersedianya seluruh komponen pada waktu yang dijadualkan secara tepat. Informasi yang diberikan oleh MRP mendorong dan mendukung efisiensi produksi.



Sumber: S.C. Graves, A.H.G. Rinnooykan, P.H. Zipkin (1993: 576)

Gambar 2.1

The Material Requirement Planning Core

1.3 Input Material Requirements Planning

1.3.1 Jadwal induk produksi (*master production schedule*). Tahap pertama dari *Material Requirements Planning* adalah menyusun *Master Production Schedule* dari *finished product* atau produk akhir dengan berdasarkan pada permintaan konsumen yang aktual dan atau ramalan akan permintaan. Jadwal Induk Produksi ini mengindikasikan dengan

tepat kapan tiap item yang dipesan harus diproduksi untuk memenuhi permintaan yang ada.

1.3.2 Inventory records. *Inventory records* menggambarkan semua status item yang ada dalam persediaan. Transaksi yang harus dicatat adalah seperti: penerimaan, pengeluaran, persediaan cadangan dan catatan-catatan penting lainnya dari semua item, data tentang *lead time*, teknik ukuran *lot* yang digunakan apakah berdasarkan kuantitas tertentu (*lot sizing*) ataukah berdasarkan kuantitas yang dibutuhkan (*lot for lot*). Penentuan *Lot Sizing Inventory* sangat dipengaruhi oleh dua komponen biaya utama, yaitu *order cost* untuk pemesanan ke *vendor* atau *setup cost* untuk produksi, dan *holding cost* (biaya simpan). Tujuan penentuan ukuran *lot* adalah untuk meminimumkan biaya persediaan.

Dalam *Material Requirements Planning* perencanaan dan pengaturan panjang *lead time* sangat penting, karena penetapan waktu merupakan ciri utama dari MRP. Jika *lead time* terencana lebih lama atau lebih panjang dari yang seharusnya diperlukan, maka *item* akan tiba pada saat belum dibutuhkan. Hal ini akan memperbesar biaya penyimpanan (*holding cost*). Tetapi jika *lead time* terencana lebih pendek dari yang diperlukan, maka akan menyebabkan timbulnya *stockout* (kekurangan persediaan).

Lead time ada dua jenis, yaitu:

1. *Lead time manufacturing* atau *lead time* produksi.

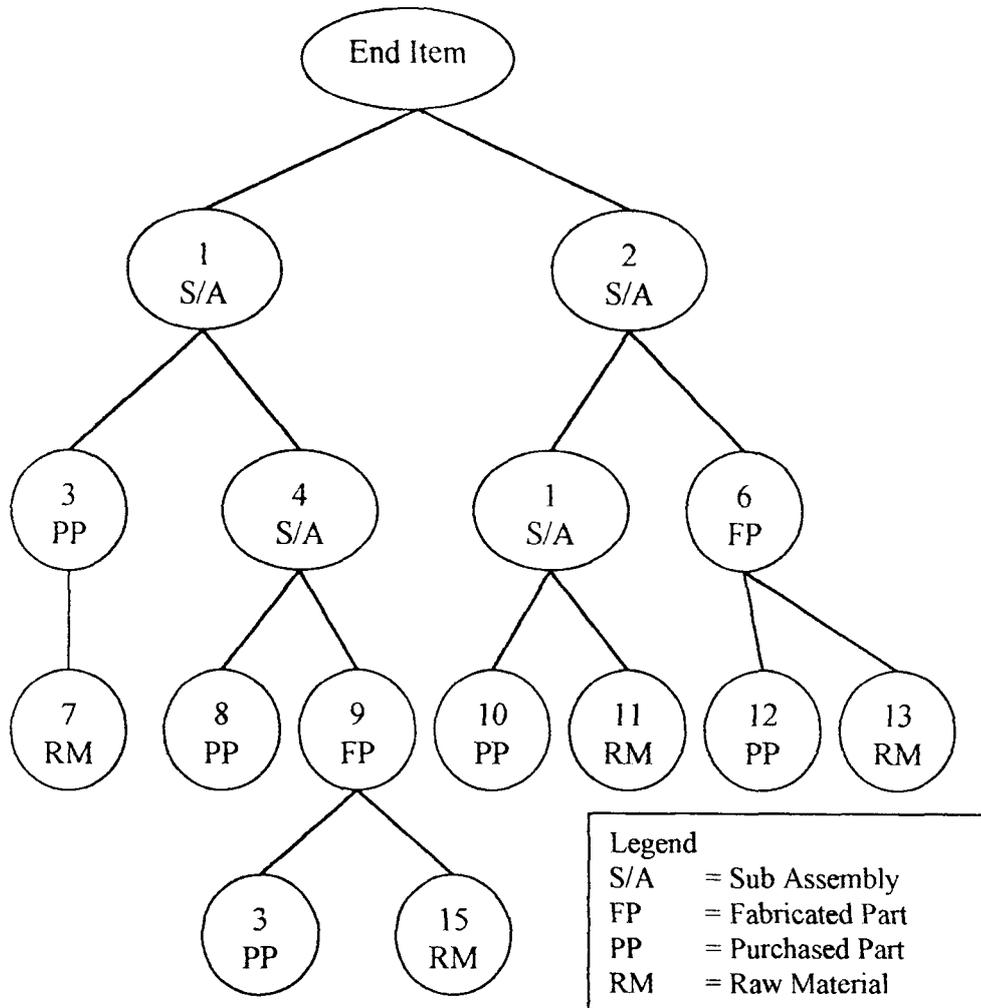
Lead time manufacturing atau *lead time produksi* adalah selang waktu antara barang mulai diproduksi sampai dengan barang itu jadi. *Lead time produksi* ini terdiri atas *setup time* (waktu yang diperlukan untuk *setup* mesin/persiapan), *processing time* (waktu yang diperlukan untuk memproses barang), *waiting time* (waktu tunggu yang diperlukan sampai barang pindah ke mesin berikutnya), dan *queue time* (waktu antrian barang sampai barang itu diproses oleh mesin tersebut).

2. *Lead time supplier* atau *lead time ordering*.

Lead time supplier atau *lead time ordering* adalah selang waktu antara barang mulai dipesan sampai dengan barang itu diterima, baik dari perusahaan lain maupun dari unit lain di pabrik yang sama.

1.3.3 *Bill of material*. *Bill of material* adalah daftar semua komponen yang mendukung terbentuknya produk akhir (*primary sub assembly*, *secondary sub assembly*, dan seterusnya termasuk bahan baku) yang diperlukan untuk memproduksi satu unit produk akhir. Penyajian dalam *Bill of Material* adalah hirarkis, dengan *level* teratas (*level 0*) menyatakan produk akhir. Angka dalam kurung yang menyertai tiap komponen menyatakan kebutuhan terhadap komponen tersebut untuk memproduksi satu unit komponen yang berada satu *level* di atasnya. Model penyajian ini membentuk suatu pohon (*tree*) sehingga disebut sebagai “*Product Structure Tree*”. Bahan baku yang digunakan dalam proses produksi dapat diproduksi sendiri atau dibeli dari departemen lain atau pihak lain.

Bill of material (BOM) digunakan sebagai alat yang penting dalam mewakili permintaan material.



Sumber: S.C. Graves, A.H.G. Rinnooykan, P.H. Zipkin (1993: 572)

Gambar 2.2

A Product Structure Tree Diagram

1.4 Output Material Requirements Planning

1.4.1 *Inventory order action*. Di sini dapat dilakukan kegiatan pemesanan sehingga dapat mengetahui berapa jumlah pemesanan yang paling optimal dan bagaimana periode pemesanan yang akan dilakukan.

1.4.2 *Planned order schedule.* *Planned order schedule* merupakan suatu jadwal produksi yang berguna untuk mengetahui material apa saja yang dibuat sendiri atau bilamana material-material itu mulai diproses atau dibeli. Dengan demikian, diharapkan tidak ada penumpukan material dalam proses karena menunggu proses selanjutnya.

1.4.3 *Exception report.* Penyusunan *material requirements planning* yang baik dapat dijadikan pedoman atau titik tolak dalam menganalisa apakah semua aktivitas produksi telah berjalan sesuai rencana. Karena di sini banyak terjadi penyimpangan-penyimpangan, seperti misalnya pada bagian pembelian, maka akan mudah diketahui apabila jumlah yang dibeli tidak sesuai dengan yang telah dipesan. Oleh karena itu laporan ini sangat bermanfaat untuk menyusun kembali jadwal yang telah ada (*reschedulling*)

1.5 Struktur Dasar MRP

Pada umumnya, struktur dasar MRP adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1

Contoh Struktur Dasar MRP

Periode	0	1	2	3	4	5
Gross Requirements		1530	1200	3200	270	380
Scheduled Receipts						
On Hand Inventory	30	0	0	0	0	0
Net Requirement		1500	1200	3200	270	380
Planned Order Receipts		1500	1200	3200	270	380
Planned Order Release	1500	1200	3200	270	380	

Lead time = 1 period

Lot size = 10

1.5.1 *Gross requirements*. Untuk produk akhir, GR menyatakan MPS sedangkan untuk komponen-komponen pada level berikutnya menyatakan jumlah yang dibutuhkan untuk memenuhi MPS (produk akhir). $(GR)_t = \text{planned order release}$ dari komponen *level* di atasnya (*parent*) x jumlah kebutuhan untuk satu unit *parent item*.

1.5.2 *Scheduled receipts*. Komponen/material yang sudah dipesan dan diharapkan tiba (perencanaan dilakukan pada periode sebelumnya).

1.5.3 *On hand inventory (projected)*. *On hand inventory* menunjukkan jumlah persediaan yang ada setelah order yang ada dipenuhi dan *gross requirements* telah dipenuhi.

$$(OI)_t = \{ (OI)_{t-1} - (GR)_{t-1} + (SR)_{t-1}, 0 \}$$

$(OI)_t = \text{projected (expected) on hand inventory}$ pada awal periode t.

$(GR)_t = \text{gross requirements}$ selama periode t.

$(SR)_t = \text{scheduled receipts}$.

1.5.4 *Net requirements (NR)*. NR menyatakan jumlah yang harus diterima/diproduksi pada periode tertentu.

$$(NR)_t = \max \{ (GR)_t - (SR)_t - (OHI)_t, 0 \}$$

1.5.5 *Planned order receipts (POR)*. *Planned order receipts (POR)* menyatakan jumlah yang harus diterima/diproduksi pada periode tertentu. *Planned order receipts* sama dengan *net requirement* pada

periode yang sama, tetapi juga dapat lebih besar (tidak boleh lebih kecil) sesuai dengan *lot sizing* yang digunakan. Jika kebijakan *lot sizing* yang digunakan *lot for lot*, maka *planned order receipts* akan selalu sama dengan *net requirement*.

1.5.6 *Planned order release (PREL)*. *Planned order release (PREL)* menyatakan kapan order terhadap suatu komponen diletakkan/dilepaskan sedemikian sehingga komponen tersebut tersedia pada saat yang dibutuhkan. *Planned order release (PREL)* dibuat ketika *on hand inventory* yang tersedia tidak mencukupi *gross requirements*, maka order tambahan harus dilaksanakan. PREL memperhitungkan *lead time* (produksi atau order).

$$(\text{PREL})_t = (\text{POR})_{t+L}$$

1.6 Proses Penyusunan MRP

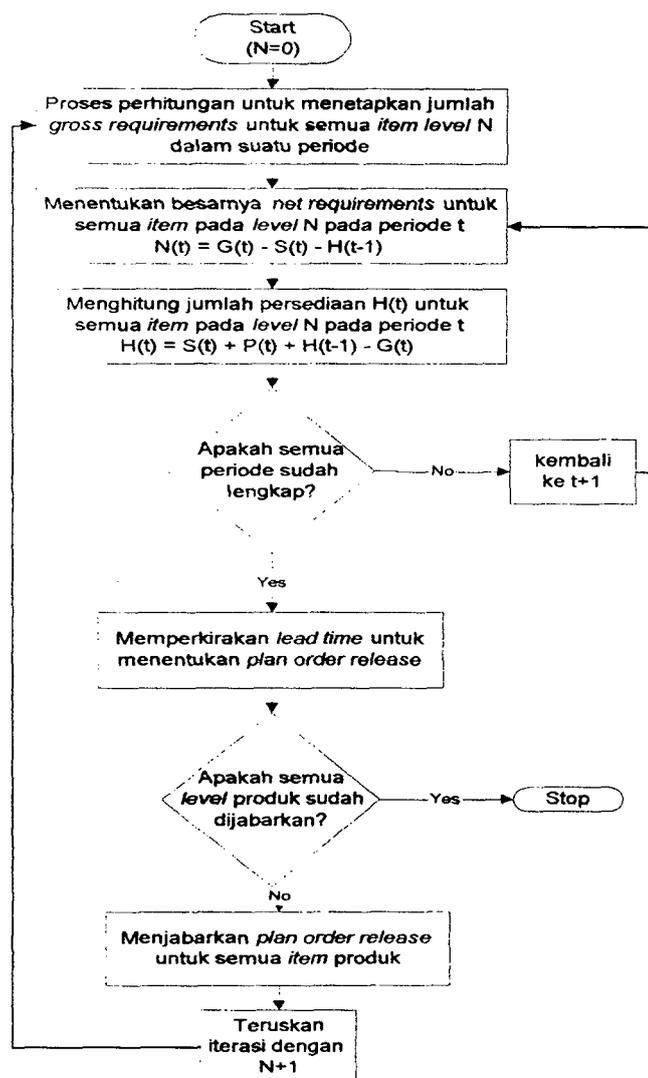
Sistem MRP pada intinya memerlukan dua tahap prosedur (Kusiak et al. 1993):

1. Menghitung *net requirement* untuk komponen:

Jika $(\text{gross requirement} - \text{inventory level} - \text{scheduled receipts}) > 0$, maka *net requirement* = $(\text{gross requirement} - \text{inventory level} - \text{scheduled receipts})$; atau jika menghasilkan suatu *output* yang lain dari syarat di atas maka *net requirement* = 0.

2. Menempatkan suatu order yang telah direncanakan pada periode yang sesuai dengan menjadwalkan secara mundur dari waktu yang diperlukan melalui *lead time* untuk memenuhi order komponen.

Prosedur ini mulai pada *input* dari *master production schedule* (MPS) dan mengerjakan struktur BOM hingga seluruh komponen telah direncanakan.



Sumber: Tersine, Richard J. (1994)

Gambar 2.3

Proses Penyusunan MRP

2. MASTER PRODUCTION SCHEDULE

2.1 Definisi Master Production Schedule

Master Production Schedule (MPS) atau Jadwal Induk Produksi adalah suatu perencanaan yang menyatakan barang apa yang diproduksi secara spesifik, berapa jumlah produksinya dan kapan harus diproduksi.

2.2 Fungsi Master Production Schedule

Master Production Schedule mempunyai dua fungsi pokok:

1. Jangka pendek; menjadi basis untuk perencanaan permintaan material, produksi komponen, prioritas pesanan, dan kapasitas permintaan jangka pendek.
2. Jangka panjang; menjadi basis untuk memprediksi permintaan jangka panjang pada sumber daya perusahaan misalnya sumber daya manusia, pabrik, dan perlengkapan, gudang, dan kapital.

2.3 Frekuensi Perencanaan Ulang MPS

Dalam horison perencanaan, frekuensi untuk memperbaharui atau merencanakan ulang MPS dapat memberikan dampak yang signifikan pada kestabilan MPS, produktivitas, biaya produksi dan inventori, serta *customer service*. Oleh sebab itu, salah satu keputusan terpenting dalam mendesain horison perencanaan MPS adalah frekuensi perencanaan ulang. Interval perencanaan ulang adalah sebagai berikut:

- ♥ *One-week replanning frequency*, yaitu perencanaan disesuaikan /diperbaharui setiap minggu

- ♥ *Two-week replanning frequency*, yaitu perencanaan disesuaikan /diperbaharui setiap dua minggu.
- ♥ *Three-week replanning frequency*, yaitu perencanaan disesuaikan /diperbaharui setiap tiga minggu.

3. WEIGHTED INTEGER GOAL PROGRAMMING

Weighted Integer Goal Programming adalah metode pengoptimasian yang bertujuan meminimalkan biaya dengan berbagai kendala yang terkait; digunakan untuk menganalisa akibat dari panjang interval peramalan pada frekuensi perencanaan dan *performance* MPS dalam keadaan horison di masa mendatang.

Formulasi matematika dari model MPS adalah sebagai berikut:

Notasi

- K = jumlah item produk; $k=1, \dots, K$
- N = jumlah group produk; $i = 1, \dots, N$
- L = jumlah *line* produksi; $l = 1, 2$
- T = bulan pada horison perencanaan; $t = 1, \dots, T$
- X_{kilt} = banyaknya item k group produk i diproduksi pada *line* produksi l periode t.
- I_{kilt} = banyaknya persediaan akhir item k group produk i diproduksi pada *line* produksi l akhir periode t.
- V_{ilt} = level produksi bawah group produk i diproduksi pada *line* produksi l akhir periode t.

- V_{ilt}^+ = level produksi atas group produk i diproduksi pada *line* produksi l akhir periode t .
- R_{ilt}^- = level persediaan bawah group produk i diproduksi pada *line* produksi l akhir periode t .
- R_{ilt}^+ = kelebihan persediaan group produk i diproduksi pada *line* produksi l akhir periode t .
- O_t = *overtime* (dalam jam) untuk periode t .
- U_t = *undertime* (dalam jam) untuk periode t .
- W_t^- = *under utilization of overtime* (dalam jam) yang tersedia untuk periode t .
- W_t^+ = *overtime overage* (dalam jam) untuk periode t .
- D_{kilt} = *demand* item k group produk i pada *line* produksi l periode t .
- Y_{kilt} = 1 jika item k group produk i diproduksi pada *line* produksi l untuk periode t .
- = 0 jika sebaliknya.
- G_{ilt} = level persediaan yang diinginkan group produk i pada *line* produksi l periode t .
- A_{ilt} = level produksi yang diinginkan group produk i pada *line* produksi l periode t .
- S_{kilt} = level persediaan minimum yang diinginkan untuk item k group produk i pada *line* produksi l untuk periode t .
- CAP_{lt} = kapasitas yang tersedia pada *line* produksi l periode t .
- $(rm)_t$ = jumlah jam kerja reguler yang tersedia pada periode t .

- $(ov)_t$ = jumlah jam kerja lembur yang tersedia pada periode t .
- m_{kilt} = jumlah jam tenaga kerja yang dibutuhkan untuk memproduksi sebuah item k group produk i pada *line* produksi l periode t .
- p_{kilt} = rata-rata estimasi waktu *setup* item k group produk i pada *line* produksi l periode t .
- M_k = batas atas produksi untuk item k .
- B_k = minimum ukuran *batch* produksi untuk item k .
- q_t = biaya *overtime* untuk periode t .
- c_{ilt} = rata-rata biaya variabel untuk memproduksi item group produk i pada *line* produksi l untuk periode t .
- h_{ilt} = rata-rata biaya persediaan untuk item group produk i pada *line* produksi l untuk periode t .
- e_{kilt} = rata-rata biaya *setup* untuk item k group produk i pada *line* produksi l untuk periode t .

Dengan menggunakan notasi di atas, didapat formulasi model:

$$\text{Min} \left\{ \sum_{t=1}^T \sum_{l=1}^L \sum_{i=1}^N c_{ilt} V_{ilt}^+ + \sum_{t=1}^T \sum_{l=1}^L \sum_{i=1}^N h_{ilt} R_{ilt}^+ + \sum_{t=1}^T q_t W_t^+ + \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^L \sum_{i=1}^N e_{kilt} Y_{kilt} \right\}$$

Subject to:

$$\sum_{k=1}^K X_{kilt} + V_{ilt} - V_{ilt}^+ = A_{ilt} \quad \forall i \in N, \forall l \in L, \forall t \in T$$

$$\sum_{k=1}^K I_{kilt} + R_{ilt}^+ - R_{ilt}^- = G_{ilt} \quad \forall i \in N, \forall l \in L, \forall t \in T$$

$$\sum_{l=1}^L \sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^K m_{kilt} X_{kilt} + \sum_{l=1}^L \sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^K p_{kilt} Y_{kilt} + U_t - O_t = (rm)_t \quad \forall t \in T$$

$$O_t + W_t - W_t^+ = (ov)_t \quad \forall t \in T$$

$$\sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^N X_{kilt} \leq CAP_{lt} \quad \forall l \in L, \forall t \in T$$

$$I_{kilt} \geq S_{kilt} \quad \forall k \in K, \forall i \in N, \forall l \in L, \forall t \in T$$

$$X_{kilt} + I_{kilt-1} - I_{kilt} = D_{kilt} \quad \forall k \in K, \forall i \in N, \forall l \in L, \forall t \in T$$

$$X_{kilt} \geq B_k Y_{kilt} \quad \forall k \in K, \forall i \in N, \forall t \in T \text{ and } l=1$$

$$X_{kilt} \leq M_k Y_{kilt} \quad \forall k \in K, \forall i \in N, \forall t \in T \text{ and } l=1$$

$$X_{kilt}, I_{kilt}, V_{ilt}^-, V_{ilt}^+, R_{ilt}^-, R_{ilt}^+, U_t, O_t, W_t^-, W_t^+ \geq 0$$

$$\forall k \in K, \forall i \in N, \forall l \in L, \forall t \in T$$

$$Y_{kilt} \in \{0,1\}$$

$$\forall k \in K, \forall i \in N, \forall l \in L, \forall t \in T$$

Model ini kemudian diselesaikan dengan bantuan *software What's*

Best! by Lindo Systems Inc.