

## BAB II

### STUDI PUSTAKA

#### 2.1 Peramalan

Peramalan merupakan suatu bentuk dengan menerapkan berbagai pendekatan baik kualitatif dan kuantitatif. Salah satu tujuan peramalan untuk memberi kesiapan penuh kepada pihak manajemen perusahaan agar bisa mengetahui berbagai kondisi yang mungkin terjadi di kemudian hari. Suatu ramalan dianggap baik jika mendekati kebenaran, namun sebaliknya suatu ramalan dianggap tidak tepat jika jauh dari realita yang terjadi.<sup>1</sup>

##### 2.1.1 Metode Peramalan

Metode peramalan berhubungan dengan analisis deret waktu. Analisis deret waktu didasarkan pada asumsi bahwa deret waktu tersebut terdiri dari komponen-komponen *trend* (T), siklus/*cycle* (C), Pola musiman/*season* (S), dan variasi acak/*random* (R) yang akan menunjukkan suatu pola tertentu. Komponen-komponen tersebut kemudian dipakai sebagai dasar dalam membuat persamaan matematis. Analisa deret waktu ini sangat tepat dipakai untuk meramalkan permintaan yang pola permintaan di masa lalunya cukup konsisten dalam periode waktu yang lama sehingga diharapkan pola tersebut masih akan berlanjut. Penjelasan tentang komponen-komponen tersebut adalah sebagai berikut<sup>2</sup>:

- a. *Trend* / Kecenderungan (T). Trend merupakan sifat dari permintaan dimasa lalu terhadap terjadinya, apakah permintaan tersebut cenderung naik, turun, atau konstan.
- b. Siklus / *Cycle* (C). Permintaan suatu produk dapat memiliki siklus berulang secara periodik, biasanya lebih dari satu tahun, sehingga pola ini tidak perlu dimasukkan kedalam peramalan jangka

---

<sup>1</sup>Fahmi,Irham. 2014. Manajemen Produksi Dan Operasi. Cetakan Kedua. Bandung : ALFABETA. Hal. 159

<sup>2</sup>Nasution, Arman Hakim & Prasetyawan, Yudha. 2008. Perencanaan & Pengendalian Produksi. Yogyakarta : Graha Ilmu. Hal. 39

pendek. Pola ini amat berguna untuk peramalan jangka menengah dan jangka panjang.

- c. Pola musiman / Season (S). Fluktuasi permintaan suatu produk dapat naik turun di sekitar garis trend dan biasanya berulang setiap tahun. Pola ini biasanya disebabkan oleh faktor cuaca, musim libur panjang, dan hari raya keagamaan yang akan berulang secara periodik setiap tahunnya.
- d. Variasi acak/*Random* (R). Permintaan suatu produk dapat mengikuti pola bervariasi secara acak karena faktor-faktor adanya bencana alam, bangkrutnya perusahaan pesaing, promosi khusus, dan kejadian-kejadian lainnya yang tidak mempunyai pola tertentu. Variasi acak ini diperlukan dalam rangka menentukan persediaan pengamanan untuk mengantisipasi kekurangan permintaan.

Berdasarkan analisis deret waktu tersebut, terdapat beberapa metode peramalan sebagai berikut :

#### 1. *Moving Average*

Model rata-rata bergerak menggunakan sejumlah data aktual permintaan yang baru untuk membangkitkan nilai ramalan untuk permintaan di masa yang akan datang. Metode rata-rata bergerak akan efektif diterapkan apabila kita dapat mengasumsikan bahwa permintaan pasar terhadap produk akan tetap stabil sepanjang waktu. Tujuan utama penggunaan teknik MA adalah untuk mengurangi atau menghilangkan variasi acak permintaan dalam hubungannya dengan waktu.

Tujuan ini dicapai dengan merata-ratakan beberapa nilai data secara bersama-sama dan menggunakan nilai rata-rata tersebut sebagai ramalan permintaan untuk periode yang akan datang. *Moving average* diperoleh dengan merata-rata permintaan berdasarkan beberapa data masa lalu yang terbaru.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup>Hartini, Sri. 2009. *Perencanaan Pengendalian Produksi 1*. Semarang : Lubuk Agung. Hal. 26

## 2. Eksponential Smoothing

Kelemahan teknik MA dalam kebutuhan akan data-data masa lalu yang cukup banyak dapat diatasi dengan teknik ES. Model matematis ES ini dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 1:<sup>4</sup>

$$Y'_{t+1} = \alpha \cdot T_t + (1 - \alpha) \cdot Y'_t \quad (1)$$

dimana :

$T_t$  = data permintaan pada periode t

$\alpha$  = faktor/konstanta pemulusan

$Y'_{t+1}$  = peramalan untuk periode t

## 3. Metode Trend

Metode peramalan ini terjadi bila data memiliki kecenderungan untuk naik atau turun terus menerus.<sup>5</sup>

a. Trend linier, bentuk persamaan umum:

$$Y' = a + bt \quad (2)$$

Dimana :

$Y'$  = Nilai ramalan pada periode ke-t

$t$  = waktu/periode

Dengan perhitungan harga a dan b diperoleh persamaan berikut.

$$\mathbf{b} = \frac{n \sum (tY(t)) - (\sum Y(t))(\sum t)}{n \sum t^2 - (\sum t)^2} \quad (3)$$

$$\mathbf{a} = \frac{\sum Y_t - b \sum t}{n} \quad (4)$$

<sup>4</sup>Sofyan, Diana Khairani, Op Cit hal. 25

<sup>5</sup>Ibid. hal. 28

b. Trend kuadratik, bentuk persamaan umum :

Trend kuadratik adalah kecenderungan data yang kurvanya berpola lengkungan. Penggunaan trend kuadratik terjadi karena sering kali perkembangan nilai suatu peubah yang dalam jangka pendek atau menengahnya berpola linear, menjadi tidak linear dalam jangka panjang. Konsekuensinya harus dibuat persamaan trend yang tidak linear. Bentuk persamaan yang digunakan adalah

$$Y_x = a + bx + cx^2 \quad (5)$$

### 2.1.2 Uji Verifikasi Peramalan

Uji kesalahan peramalan atau uji verifikasi dilakukan terhadap metode peramalan untuk menentukan metode peramalan yang terpilih.<sup>6</sup>

1. *Mean Square Error* (MSE)

MSE dihitung dengan menjumlahkan kuadrat semua kesalahan peramalan pada setiap periode dan membaginya dengan jumlah periode peramalan. MSE ini memiliki kelebihan yaitu sederhana dalam perhitungan. Sedangkan kelemahan yang dimiliki adalah akurasi hasil peramalan sangat kecil karena tidak memperhatikan apakah hasil peramalan lebih besar atau lebih kecil dibandingkan kenyataannya.

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n} \quad (6)$$

2. *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

MAPE memiliki kelebihan yaitu menyatakan persentase kesalahan hasil peramalan terhadap permintaan aktual selama periode tertentu yang akan memberikan informasi persentase kesalahan terlalu tinggi atau terlalu rendah, sehingga akan lebih

---

<sup>6</sup>Hartini, Sri, Op Cit, hal. 30

akurat. Sebaliknya, kelemahan yang dimiliki adalah MAPE merupakan ukuran kesalahan relatif.

$$\mathbf{Pe_i = \frac{(X_i - F_i)}{X_i} \times 100\%} \quad (7)$$

$$\mathbf{MAPE = \frac{\sum PE_i}{n}} \quad (8)$$

### 3. *Mean Average Deviation (MAD)*

MAD merupakan rata-rata kesalahan mutlak selama periode tertentu tanpa memperhatikan apakah hasil peramalan lebih besar atau lebih kecil dibandingkan kenyataannya. Kelebihan dalam MAD adalah ukuran kesalahan peramalan yang digunakan lebih sederhana dengan hanya menggunakan rata-rata kesalahan mutlak selama periode tertentu. Kekurangan yang didapat dari MAD adalah akurasi hasil peramalan sangat kecil karena tidak memperhatikan apakah hasil peramalan lebih besar atau lebih kecil dibandingkan kenyataannya. Secara sistematis, MAD dirumuskan sebagai berikut :

$$\sum \frac{|X_i - F_i|}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n |e_i|}{n} \quad (9)$$

### 2.1.3 Uji Normalitas

Uji Normalitas adalah sebuah uji yang dilakukan dengan tujuan untuk menilai sebaran data pada sebuah kelompok data atau variabel, dengan menilai sebaran data tersebut berdistribusi normal atau tidak. Terdapat beberapa macam uji normalitas yang dapat digunakan, yaitu :

#### 1. Uji Grafik

Uji normalitas dengan memperhatikan penyebaran data pada sumber diagonal pada grafik normal *P-P Plot of Regression Standardized Residual*. Data dinyatakan berdistribusi normal apabila

sebaran titik-titik berada disekitar garis dan mengikuti garis diagonal maka nilai tersebut normal.

## 2. Uji *Chi-Square*

Uji *Chi-Square* atau  $X^2$  menggunakan pendekatan penjumlahan penyimpangan data observasi tiap kelas dengan nilai yang diharapkan. Persyaratan Metode *Chi Square* (Uji *Goodness of fit* Distribusi Normal) adalah data tersusun berkelompok atau dikelompokkan dalam tabel distribusi frekuensi, dan menggunakan data dengan jumlah besar yaitu data harus lebih dari 30 ( $n > 30$ ).

## 3. Metode Lilliefors

Metode Lilliefors menggunakan data dasar yang belum diolah dalam tabel distribusi frekuensi. Data ditransformasikan dalam nilai Z untuk dapat dihitung luasan kurva normal sebagai probabilitas kumulatif normal. Persyaratan Metode Lilliefors adalah data berskala interval atau ratio (kuantitatif), data tunggal atau belum dikelompokkan pada tabel distribusi frekuensi, dan besaran data yang diuji besar berkisar sampai 200 data ( $n < 200$ ).

## 4. Metode Kolmogorov Smirnov

Metode Kolmogorov Smirnov menguji normalitas suatu data dengan membandingkan distribusi kumulatif dari distribusi data empiric dengan distribusi normal yang diharapkan. Persyaratan Metode Kolmogorov Smirnov adalah data berskala interval atau ratio (kuantitatif), data tunggal atau belum dikelompokkan pada tabel distribusi frekuensi, dan besaran data yang diuji minimal 5 sampel data ( $n > 5$ ).

## 5. Metode Shapiro Wilk

Metode Shapiro Wilk menggunakan data dasar yang belum diolah dalam tabel distribusi frekuensi. Data diurut, kemudian dibagi dalam dua kelompok untuk dikonversi dalam Shapiro Wilk. Dapat juga dilanjutkan transformasi dalam nilai Z untuk dapat dihitung luasan kurva normal. Persyaratan metode Shapiro Wilk adalah data berskala interval atau ratio (kuantitatif), data tunggal atau belum

dikelompokkan pada tabel distribusi frekuensi , dan data yang diuji berasal dari sampel random.<sup>7</sup>

Berdasarkan beberapa jenis metode uji normalitas yang dapat digunakan, akan dipilih salah satu metode untuk uji normalitas yang efektif dan valid untuk digunakan. Dalam penilaian hasil uji normalitas, signifikansi dari nilai uji T dibandingkan dengan nilai tabel untuk dilihat posisi nilai probabilitasnya (p). Jika nilai p lebih dari 0,05, maka tidak ada indikasi bahwa data tidak normal dan sebaliknya jika nilai p kurang dari 0.05 maka ada indikasi bahwa data tidak normal. Uji normalitas beserta analisis datanya dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai aplikasi statistik, seperti: SPSS, STATA, Minitab, EViews, AMOS, SmartPLS dan Excel.<sup>8</sup>

## 2.2 Persediaan

Istilah Persediaan (*inventory*) adalah suatu istilah umum yang menunjukkan segala sesuatu atau sumber daya-sumber daya organisasi yang disimpan dalam antisipasinya terhadap pemenuhan permintaan. Ini meliputi persediaan bahan mentah, barang dalam proses, barang jadi atau produk akhir, bahan-bahan pembantu atau pelengkap, dan komponen-komponen lain yang menjadi bagian keluaran produk perusahaan.<sup>9</sup> Persediaan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu:

1. Waktu Tunggu (*lead time*) : Waktu Tunggu merupakan tenggang waktu antara saat pemesanan bahan baku dengan datangnya bahan baku yang dipesan tersebut. Waktu tunggu akan berhubungan langsung dengan penggunaan bahan baku pada saat pemesanan bahan baku sampai dengan datangnya bahan baku. Apabila pemesanan bahan baku yang akan dipergunakan tidak memperhitungkan waktu tunggu, maka kemungkinan akan terjadi kekurangan bahan baku yang akan menghambat proses produksi.
2. Persediaan Pengaman (*safety stock*) : Dengan tersedianya persediaan pengaman, maka proses produksi didalam perusahaan akan dapat berjalan

<sup>7</sup>Uji Normalitas, <http://fe.unisma.ac.id>, diakses pada 29-6-2019.

<sup>8</sup>Nelson R Nelson,dkk. 2007. *Introductory Statistics*: Elsefier. Hal. 142

<sup>9</sup>Handoko, T. Hani. 2010. *Dasar-Dasar Manajemen Produksi dan Operasi*.Edisi I. Yogyakarta : BPFE. Hal. 333

dengan lancar tanpa adanya gangguan kehabisan bahan baku. Persediaan pengaman akan diselenggarakan dalam suatu jumlah tertentu yang tetap dalam suatu periode yang telah ditentukan sebelumnya.

3. Pembelian Kembali (*reorder point*) : Perusahaan akan mengadakan pembelian kembali terhadap bahan baku secara berkala dalam menjalankan operasi perusahaan. Pembelian kembali ini akan mempertimbangkan panjangnya waktu tunggu yang diperlukan, sehingga akan mendatangkan bahan baku yang tepat pada waktunya.

### 2.2.1 Jenis-jenis Persediaan

Berdasarkan jenisnya, secara umum persediaan dibagi atas 5 (lima) jenis yaitu <sup>10</sup>:

1. Persediaan bahan baku (*raw material stock*), yaitu barang-barang yang dibeli dari pemasok (*supplier*) dan akan digunakan atau diolah menjadi produk jadi yang akan dihasilkan oleh perusahaan.
2. Persediaan barang setengah jadi atau barang dalam proses (*work in process/progress stock*) yaitu bahan baku yang sudah di olah atau dirakit menjadi komponen namun masih membutuhkan langkah-langkah selanjutnya agar produk dapat selesai dan menjadi produk akhir.
3. Persediaan bagian produk atau parts yang dibeli (*component stock*), yaitu persediaan barang-barang yang terdiri dari komponen (*parts*) yang diterima dari perusahaan lain, yang dapat secara langsung dirakit dengan *parts* lain, tanpa proses produksi sebelumnya. Jadi bentuk barang yang merupakan parts ini tidak mengalami perubahan dalam operasi.
4. Persediaan barang jadi (*finished goods*), yaitu barang yang telah selesai diproses dan siap untuk disimpan digudang, kemudian dijual atau didistribusikan ke lokasi pemasaran.
5. Persediaan bahan-bahan pembantu atau barang-barang perlengkapan (*supplies stock*), yaitu barang-barang yang dibutuhkan untuk

---

<sup>10</sup>Sofyan, Diana Khairani. 2013. Perencanaan & Pengendalian Produksi. Yogyakarta : Graha Ilmu. Hal.50

menunjang kegiatan produksi, namun tidak menjadi bagian produk akhir yang dihasilkan perusahaan.

### 2.2.2 Fungsi-Fungsi Persediaan

Berdasarkan fungsinya, persediaan dibagi atas 3 (tiga) jenis yaitu <sup>11</sup>:

1. Persediaan berdasarkan batch/lot produksi (*batch Stock* atau *Lot Size inventory*), yaitu persediaan yang diadakan karena membeli atau membuat bahan-bahan/barang-barang dalam jumlah yang lebih besar dari jumlah yang dibutuhkan. Sehingga dalam hal ini pembelian atau pembuatan dilakukan untuk jumlah besar sedangkan penggunaan atau pengeluaran dilakukan dalam jumlah yang kecil.
2. Persediaan guna mengatasi fluktuasi permintaan (*fluctuation stock*), yaitu persediaan yang diadakan untuk menghadapi fluktuasi permintaan konsumen yang tidak dapat diramalkan. Dalam hal ini perusahaan mengadakan persediaan untuk dapat memenuhi permintaan konsumen, apabila tingkat permintaan menunjukkan keadaan yang tidak beraturan atau tidak tetap dan fluktuasi permintaan tidak dapat diramalkan. Apabila terdapat fluktuasi permintaan yang sangat besar, maka persediaan ini dibutuhkan guna menjaga kemungkinan naik turunnya permintaan konsumen.
3. Persediaan guna mengantisipasi keadaan (*anticipation stock*), yaitu persediaan yang diadakan untuk menghadapi fluktuasi permintaan yang dapat diramalkan, hal ini dilakukan untuk menjaga kemungkinan sukarnya diperoleh bahan-bahan akibat permintaan yang meningkat sehingga tidak mengganggu kegiatan produksi.

### 2.2.3 Biaya - Biaya Persediaan

Ada beberapa biaya-biaya dalam sistem persediaan yang harus diketahui oleh perusahaan, di antaranya adalah <sup>12</sup>:

1. Biaya pembelian (*purchasing cost*) yaitu biaya yang digunakan untuk membeli barang. Jumlah barang yang dibeli dan harga satuan

---

<sup>11</sup>Ibid.

<sup>12</sup>Ibid, Hal. 52.

barang tersebut akan sangat berpengaruh pada biaya pembelian. Dalam hal ini biaya pembelian lebih bersifat variabel karena tergantung pada jumlah barang yang dipesan. Sehingga biasa disebut unit *variable cost* atau *purchasing cost*.

2. Biaya pengadaan barang (*procurement cost*), yaitu biaya pengadaan kebutuhan akan barang yang dibedakan atas 2 (dua) jenis biaya sesuai dengan asal barang, yaitu biaya pemesanan (*ordering cost*) bila barang yang dibutuhkan didapatkan dari pihak luar dan biaya pembuatan (*setup cost*) bila barang yang dibutuhkan diperoleh dengan cara membuat sendiri. Berikut dijelaskan kedua jenis biaya, yaitu :
  - a. Biaya pemesanan (*ordering cost*) merupakan seluruh pengeluaran yang timbul untuk mendatangkan barang dari luar. Biaya ini meliputi biaya pengangkutan, biaya penerimaan dan sebagainya. Biaya ini diasumsikan konstan setiap kali pesan.
  - b. Biaya pembuatan (*setup cost*) merupakan keseluruhan pengeluaran yang timbul dalam mempersiapkan produksi suatu barang. Biaya ini timbul didalam perusahaan yang meliputi biaya penyusunan peralatan produksi, menyetel mesin, penyusunan barang di gudang dan sebagainya.
3. Biaya penyimpanan (*holding cost/carrying cost*) yaitu semua pengeluaran yang timbul akibat penyimpanan barang. Biaya penyimpanan terdiri atas biaya-biaya yang bervariasi secara langsung dengan kuantitas persediaan. Biaya penyimpanan per periode akan semakin besar apabila kuantitas barang yang dipesan semakin banyak atau rata-rata penyimpanan semakin tinggi. Biaya-biaya yang termasuk sebagai biaya penyimpanan antara lain :
  - a. Biaya modal yaitu biaya yang timbul karena adanya penumpukan barang di gudang yang berarti penumpukan modal kerja, dimana modal perusahaan mempunyai ongkos yang dapat diukur dengan suku bunga bank.
  - b. Biaya kerusakan dan penyusutan yaitu biaya yang ditimbulkan akibat adanya kerusakan atau penyusutan barang karena beratnya

atau jumlahnya berkurang sehingga akan mengakibatkan adanya biaya tambahan dalam sistem persediaan.

- c. Biaya gudang yaitu biaya yang ditimbulkan akibat adanya persediaan digudang. Barang yang disimpan memerlukan tempat penyimpanan sehingga timbul biaya gudang.
  - d. Biaya administrasi dan pemindahan yaitu biaya yang dikeluarkan untuk administrasi persediaan barang yang ada, baik pada saat pemasaran penerimaan barang, penyimpanan dan biaya untuk memindahkan barang termasuk didalamnya adalah upah buruh dan biaya pengendalian peralatan.
  - e. Biaya asuransi yaitu biaya yang ditimbulkan untuk menjamin kondisi barang.
  - f. Biaya kadaluarsa (*obsolescence*) yaitu biaya yang ditimbulkan akibat kerusakan/penurunan nilai barang.
4. Biaya kekurangan persediaan (*shortage cost*) yaitu biaya yang timbul apabila ada permintaan terhadap barang yang kebetulan tidak tersedia di gudang (*stock out*).
  5. Biaya sistemik yaitu biaya yang meliputi biaya perancangan dan perencanaan sistem persediaan serta ongkos-ongkos untuk mengadakan peralatan serta melatih tenaga kerja yang digunakan untuk mengoperasikan sistem.

### 2.3 Pengendalian Persediaan

Sistem pengendalian persediaan barang dagang ataupun persediaan bahan baku harus dilaksanakan seefektif mungkin dalam suatu perusahaan untuk mencegah dan menghindari terjadinya kelebihan maupun kekurangan persediaan. Sistem pengendalian persediaan dapat didefinisikan sebagai serangkaian kebijakan pengendalian untuk menentukan tingkat persediaan yang harus dijaga, kapan pemesanan untuk menambah persediaan harus dilakukan dan berapa pesanan yang harus diadakan.<sup>13</sup> Tujuan dari setiap model persediaan

---

<sup>13</sup>Harjanto, Eddy. 2008. Manajemen Operasi. Edisi ke 3. Jakarta: Grasindo

adalah mengambil keputusan mengenai berapa banyak produk yang harus dipesan dan kapan sebaiknya pesanan dilakukan. Dalam memperoleh keputusan tersebut maka dibutuhkan metode – metode yang sesuai dalam mengukur besarnya persediaan. Berdasarkan dua karakteristik utama parameter-parameter masalah persediaan, yaitu tingkat permintaan dan periode kedatangan pesanan, model-model persediaan dibedakan menjadi Model Deterministik dan Model Probablistik.

### 2.3.1 Model Inventori Deterministik

Fenomena inventori deterministik dijumpai dalam situasi di mana variabel dan faktor yang terkait dengan sistem inventori bersifat pasti (deterministik), atau tidak mengalami perubahan yang berarti. Variabel dan faktor yang dimaksud meliputi kedatangan dan jumlah permintaan (*demand*) barang untuk suatu horison perencanaan (*planning horizon*) tertentu dan waktu anjang-ancang (*lead time*) serta sistem manajemen inventori.<sup>14</sup> Wilson membuat beberapa asumsi terhadap fenomena nyata yang dimodelkan sebagai berikut.

1. Permintaan barang selama horison perencanaan (biasanya 1 tahun) diketahui dengan pasti ( $D$ ) dan akan datang secara kontinu sepanjang waktu dengan kecepatan konstan
2. Ukuran lot pemesanan ( $q_0$ ) tetap untuk setiap kali pemesanan
3. Barang yang dipesan akan datang secara serentak pada saat pemesanan dilakukan (*lead time*  $L = 0$ )
4. Harga barang ( $p$ ) yang dipesan tidak bergantung pada jumlah barang yang dipesan/ dibeli
5. Ongkos pesan tetap untuk setiap kali pemesanan ( $A$ ) dan ongkos simpan ( $h$ ) sebanding dengan jumlah barang yang disimpan dan harga barang per unit serta lama waktu penyimpanan
6. Tidak ada keterbatasan

Model ini mengidentifikasi kuantitas pemesanan atau pembelian optimal dengan tujuan meminimalkan biaya persediaan yang terdiri dari biaya pemesanan dan biaya penyimpanan. Handoko, 2000 mengemukakan bahwa metode *EOQ* (*Economic Order Quantity*) yaitu

---

<sup>14</sup>Bahagia, Senator Nur. Op Cit. hal, 61.

dengan adanya kebutuhan tetap, untuk mengetahui jumlah pembelian pesanan yang ekonomis. Perhitungan *EOQ* adalah sebagai berikut:<sup>15</sup>

### 1. Ongkos Pembelian ( $O_b$ )

Ongkos pembelian barang  $O_b$  merupakan perkalian antara jumlah barang yang dibeli ( $D$ ) dengan harga produk per unitnya ( $p$ ).

$$O_b = p \times D \quad (10)$$

Dimana :

$p$  = Harga produk

$D$  = *Demand* (nilai rata-rata permintaan)

### 2. Ongkos Pemesanan ( $O_p$ )

Besarnya ongkos pemesanan selama horison perencanaan merupakan perkalian antara frekuensi pemesanan ( $f$ ) dan ongkos untuk setiap kali pemesanan barang ( $A$ ).

$$O_p = \frac{AD}{q_o} \quad (11)$$

Dimana :

$A$  = Ongkos setiap kali pemesanan barang

$D$  = *Demand* (nilai rata-rata permintaan)

### 3. Ongkos Simpan ( $O_s$ )

$$O_s = \frac{1}{2} q_o \times h \quad (12)$$

Dimana :

$q_o$  = Ukuran lot pemesanan ekonomis

$h$  = Biaya simpan per unit

<sup>15</sup>Simbar, Mutiara dkk, 2014. Analisis Pengendalian Bahan Baku Kayu Cempaka Pada Industri Mebel Dengan Menggunakan Metode EOQ. Jurnal Ilmiah.

Maka dengan menggunakan formula Wilson akan diperoleh hasil ukuran lot pemesanan ekonomis ( $q_o$ ) (*Economic Order Quantity*) sebagai berikut.<sup>16</sup>

$$q_o = \sqrt{\frac{2AD}{h}} \quad (13)$$

### 2.3.2 Model Inventori Probabilistik

Metode pengendalian persediaan probabilistik adalah model persediaan dengankarakteristik permintaan dan kedatangan pesanan yang tidak diketahui secara pasti sebelumnya, tetapi nilai ekspektasi, variansi dan pola distribusi kemungkinannya dapat diprediksi dan didekati berdasarkan distribusi probabilitas. Terdapat tiga metode pengendalian persediaan probabilistik, yaitu Probabilistik sederhana, model P, dan model Q.

Model P yang memiliki aturan bahwa tiap pemesanan bersifat regular pada rentang periode yang tetap dan kuantitas pemesanan berbeda-beda. Metode Q memiliki ukuran (kuantitas) pemesanan tetap untuk tiap pesanan, dan waktu pemesanannya bervariasi. Kriteria yang digunakan dalam menentukan metode pengendalian persediaan terbaik adalah minimasi biaya inventori total selama horison perencanaan. Berbagai biaya yang dipertimbangkan dalam pengelolaan persediaan di antaranya.<sup>17</sup>

1. Ongkos pembelian ( $O_b$ ), yaitu harga beli/produksi per unit.  $O_b$  merupakan perkalian antara jumlah barang yang dibeli ( $D$ ) dengan harga barang per unitnya ( $p$ ).
2. Ongkos pemesanan ( $O_p$ ), yaitu biaya yang dikeluarkan untuk pemesanan tiap kali pesan. Ongkos pesan merupakan perkalian antara frekuensi pemesanan ( $f$ ) dan ongkos setiap kali pemesanan barang ( $A$ ).

<sup>16</sup>Bahagia, Senator Nur. Op Cit. hal, 76.

<sup>17</sup>Serena Dian, Fatma Erika. 2018. Analisis Pengendalian Persediaan Menggunakan Metode Probabilistik dengan Kebijakan Backorder dan Lost sales. Jurnal Teknik Industri, Vol. 19, No. 1, Hal, 40

3. Ongkos Simpan ( $O_s$ ), yaitu biaya yang ditimbulkan akibat penyimpanan produk pada periode tertentu. Ongkos simpan merupakan hasil perkalian antara jumlah inventori rata-rata yang ada di gudang ( $m$ ) dengan ongkos simpan per unit per periode ( $h$ ).
4. Ongkos kekurangan persediaan ( $O_k$ ), yaitu konsekuensi tidak terpenuhinya pesanan, dapat berbentuk kekurangan dapat dipesan ulang (*backorder*) atau batal (*lost sales*). Persamaan ongkos inventori total ( $OT$ ) dapat dilihat pada persamaan 14:

$$OT = O_b + O_p + O_s + O_k \quad (14)$$

Dalam pengolahan digunakan beberapa asumsi untuk menyederhanakan masalah. Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Permintaan bersifat probabilistik dan berdistribusi normal.
- b. Waktu antar pesanan konstan untuk setiap pemesanan, barang datang serentak.
- c. Harga barang konstan terhadap kuantitas/waktu.
- d. Ongkos pesan ( $A$ ) konstan untuk setiap pemesanan dan ongkos simpan ( $h$ ) sebanding dengan harga barang dan waktu penyimpanan.
- e. Ongkos kekurangan persediaan sebanding dengan jumlah barang yang tidak dapat dilayani, atau sebanding dengan waktu (tidak tergantung dengan jumlah kekurangan).

### 1. Model Inventori Probabilistik Sederhana

Dalam perhitungan probabilistik, terlebih dahulu harus dicari nilai dari ekspektasi kekurangan permintaan yang tidak terpenuhi ( $N$ ) pada persamaan 6, karena metode ini digunakan tingkat permintaan yang berfluktuasi dan tidak dapat diprediksi. Nilai ini merupakan fungsi distribusi normal dari terjadinya kekurangan barang selama *lead time*.

$$N = S_L [f(z_a) - \psi(z_a)] \quad (15)$$

Dimana :

$N$  = Ekspetasi permintaan yang tak terpenuhi

$S$  = Standar deviasi nilai perminaan

$L$  = Lead *time*

$f(z\alpha)$  = Fungsi dari nilai  $z$  distribusi normal standar untuk  $\alpha$

$\Psi(z\alpha)$  = Fungi dari nilai  $z$  distribusi normal standar untuk  $\alpha$  selama *lead time*

Setelah mencari nilai  $N$ , selanjutnya dapat dihitung kebijakan inventori untuk menentukan ongkos total yang paling optimal. Persamaan dalam kebijakan inventori meliputi ukuran lot pemesanan ( $q_o$ ), cadangan pengaman ( $ss$ ), dan saat pemesanan ulang ( $r$ ).<sup>18</sup>

a. Ukuran lot pemesanan ekonomis ( $q_o$ )

$$q_o = \sqrt{\frac{2D(A+cuN)}{h}} \quad (16)$$

b. Cadangan pengaman ( $ss$ )

$$SS = za S\sqrt{L} \quad (17)$$

c. Saat pemesanan ulang ( $r$ )

$$r = DL + ss \quad (18)$$

d. Tingkat pelayanan ( $\eta$ )

$$\eta = 1 - \frac{N}{DL} \quad (19)$$

*Output* dari perhitungan persediaan dengan menggunakan metode apapun adalah untuk mencari ongkos total (*OT*) yang paling

---

<sup>18</sup>Ibid. hal 41

optimal, untuk mencari ongkos total paling optimal di metode probabilistik dapat dilihat pada persamaan 20.

$$OT = Dp + \frac{AD}{q_0} + h \frac{q_0 + ss}{2!} + \frac{CuDN}{q_0} \quad (20)$$

## 2. Model Inventori Probabilistik P

Sistem pengendalian dengan sistem P adalah suatu sistem pengendalian persediaan yang jarak waktu antar dua pesanan adalah tetap. Persediaan pengaman dalam sistem ini tidak hanya dibutuhkan untuk meredam fluktuasi permintaan selama lead time. Tetapi juga untuk seluruh konsumsi persediaan. Sistem P menganut aturan bahwa saat pemesanan bersifat reguler, maka harus mengikuti suatu periode yang tetap (mingguan, bulanan, dsb), sedangkan kuantitas pemesanan dilakukan secara berulang-ulang. Pada sistem P ini setiap kali pesan jumlah yang dipesan sangat bergantung pada sisa persediaan pada saat periode pemesanan tercapai, sehingga setiap kali pemesanan dilakukan, ukuran lot pesanan tidak sama.<sup>19</sup>

Model P memiliki karakteristik khusus seperti diuraikan berikut ini, dan juga menganut suatu mekanisme pengendalian tertentu.<sup>20</sup>

### 1. Karakteristik Model P

- a. Pemesanan dilakukan menurut suatu selang interval waktu yang tetap ( $T$ ).
- b. Ukuran lot pemesanan ( $q_0$ ) besarnya merupakan selisih antara inventori maksimum yang diinginkan ( $R$ ) dengan inventori yang ada pada saat pemesanan dilakukan ( $r$ ).

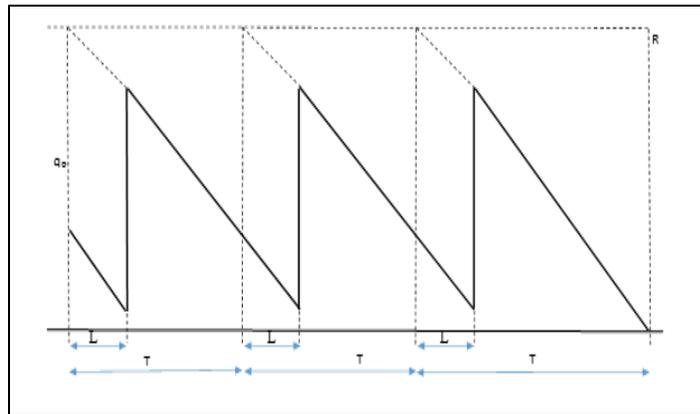
Sesuai dengan karakteristik tersebut di atas, secara grafis situasi inventori yang ada dalam gudang bila menggunakan metode P dapat digambarkan.

<sup>19</sup>Sofyan, Diana Khairani, Op Cit hal. 63

<sup>20</sup>Senator, Nur Bahagia, Op Cit hal. 170

Gambar 2. 1

Situasi Inventori dengan metode P



Sumber : Buku Sistem Inventori, Hal. 170, 2006.

Mekanisme pengendalian dilakukan dengan memesan menurut interval waktu  $T$  dan jumlah yang dipesan adalah sebesar  $(R-r)$  yang merupakan ukuran lot yang bersifat variable. Variabilitas ini dikarenakan permintaan bersifat probabilistik sedangkan waktu pemesanan ( $T$ ) selalu tetap sehingga ukuran lot pemesanan antara satu pemesanan dengan pemesanan lain berubah-ubah (variable). Di samping itu tampak juga adanya suatu periode waktu tertentu di mana kemungkinan barang tidak ada di gudang atau terjadi kekurangan inventori (*out of stock*). Dalam metode P, kekurangan inventori mungkin terjadi selama  $T$  dan selama waktu anjang-ancangnya ( $L$ ). Oleh sebab itu, cadangan pengaman yang diperlukan digunakan untuk meredam fluktuasi kebutuhan selama  $T$  dan selama waktu anjang-ancang  $L$  tersebut. Penentuan besarnya cadangan pengaman ( $ss$ ) akan diperoleh dengan mencari keseimbangan antara tingkat pelayanan dan ongkos inventori yang ditimbulkan.

## 2. Asumsi

Asumsi yang digunakan pada model inventori probabilistik model P adalah sebagai berikut.

- a. Permintaan selama horizon perencanaan bersifat probabilistik dan distribusi normal dengan permintaan rata-rata ( $D$ ) dan deviasi standar ( $S$ ).
- b. Waktu antar pemesanan konstan  $T$  untuk setiap kali pemesanan, barang akan datang secara serentak dengan waktu anjang-ancang ( $L$ ), pesanan dilakukan pada saat inventori mencapai titik pemesanan ( $r$ ).
- c. Harga barang ( $p$ ) konstan baik terhadap kuantitas barang yang dipesan maupun waktu.
- d. Ongkos pesan ( $A$ ) konstan untuk setiap kali pemesanan dan ongkos simpan ( $h$ ) sebanding dengan harga barang dan waktu penyimpanan.
- e. Ongkos kekurangan inventori ( $cu$ ) sebanding dengan jumlah barang yang tidak dapat dilayani, atau sebanding dengan waktu (tidak tergantung pada jumlah kekurangan). Model ini hanya berlaku jika kekurangan persediaan diperlakukan dengan *backorder*. Dalam hal ini, pengguna menunggu barang yang diminta sampai tersedia.<sup>21</sup>

### 3. Komponen Model

#### a. Kriteria kinerja

Kebijakan yang optimal, kriteria kinerja yang menjadi fungsi tujuan dari model P, yaitu minimasi ekspektasi ongkos total inventori ( $O_T$ ) selama horison perencanaan dengan mengoptimasikan tingkat pelayanan. Ekspektasi ongkos total inventori yang dimaksud di sini seperti ongkos beli, ongkos pesan, ongkos simpan, dan ongkos kekurangan barang.

#### b. Variabel Keputusan

Ada dua variabel keputusan yang terkait dalam penentuan kebijakan inventori probabilistik model P yaitu periode waktu antar pemesanan ( $T$ ) dan inventori maksimum yang diharapkan ( $R$ ). Dalam hal ini cadangan pengaman secara implisit sudah terwakili dalam  $R$ , dan besarnya akan

---

<sup>21</sup>Ibid, hal 42.

ditentukan berdasarkan *trade off* antara ekspektasi ongkos total dan tingkat pelayanan.

#### 4. Model P dengan *Back Order*

Model ini hanya berlaku jika kekurangan persediaan diperlakukan dengan *backorder*. Dalam hal ini, pengguna menunggu barang yang diminta sampai tersedia.<sup>22</sup>

- a. Hitung nilai  $T_o$  pada persamaan 21

$$T_o = \frac{2A}{Dh} \quad (21)$$

- b. Hitung nilai  $\alpha$  dan  $R$  dengan menggunakan persamaan 22 dan 23

$$a = \frac{Th}{Cu} \quad (22)$$

$$R = D (T_o + L) + Za \sqrt{T + LS} \quad (23)$$

- c. Hitung total ongkos inventori dengan menggunakan persamaan 24

$$OT = Dp + \frac{A}{T} + h \left( R - DL + \frac{DT}{2} + \left( \frac{Cu}{T} \times N \right) \right) \quad (24)$$

- d. Lakukan Iterasi selanjutnya dengan mengurangi  $T_{o\text{dan}}$  menambahkan  $T_o$

---

<sup>22</sup>Ibid, hal 42.

Jika hasil ( $OT$ ) baru lebih besar dari ( $OT$ ) awal, iterasi penambahan  $To$  dihentikan. Kemudian dicoba dengan iterasi pengurangan ( $To = To - \Delta To$  sampai ditemukan nilai  $T = To$  yang memberikan nilai ongkos total minimal.

Jika hasil ( $OT$ ) baru lebih kecil dari ( $OT$ ) awal, iterasi penambahan ( $To = To + \Delta To$ ) dilanjutkan dan baru berhenti apabila ( $OT$ ) baru lebih besar dari ( $OT$ ) yang dihitung sebelumnya. Harga  $To$  yang memberikan ongkos total terkecil ( $OT$ ) merupakan selang waktu optimal.

### 5. Model P dengan *Lost Sales*

Model berikut ini hanya berlaku jika kekurangan persediaan diperlakukan sebagai *lost sales*. Dalam hal ini, konsumen tidak menunggu sampai barang tersedia. Pemakai akan pergi dan mencari barang kebutuhannya di tempat lain. Rumus dan ketentuan iterasi dalam perhitungan *back order* dan *lost sales* hampir sama, perbedaannya terletak pada perhitungan  $\alpha$ .<sup>23</sup>

$$a = \frac{Th}{Th + Cu} \quad (25)$$

### 3. Model Inventori Probabilistik Q

Pada prinsipnya model Q merupakan pengembangan lebih lanjut dari model probabilistik sederhana dengan tidak menetapkan terlebih dahulu tingkat pelayanannya. Tingkat pelayanannya secara bersamaan dengan ongkos optimasi. Berikut akan dipaparkan tentang metode probabilistik model Q.<sup>24</sup>

#### 1. Karakteristik Model Q

Karakteristik kebijakan inventori model Q ditandai oleh 2 elemen dasar sebagai berikut.

---

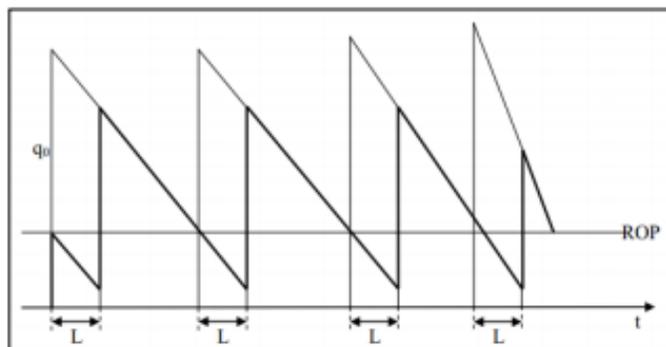
<sup>23</sup>Ibid.

<sup>24</sup>Ibid, hal.148.

- a. Besarnya ukuran lot pemesanan dilakukan ( $q_0$ ) selalu tetap untuk setiap kali pemesanan dilakukan.
- b. Pemesanan dilakukan apabila jumlah inventori yang dimiliki telah mencapai suatu tingkat tertentu ( $r$ ) yang disebut titik pemesanan ulang (*reorder point*).

Gambar 2. 2

Situasi Inventori dengan metode Q



Sumber : Buku Sistem Inventori, Hal. 148, 2006.

Dalam model Q, kekurangan inventori hanya mungkin terjadi selama waktu anjang-ancangnya ( $L$ ) saja, karena itu cadangan pengaman yang diperlukan hanya digunakan untuk meredam fluktuasi kebutuhan selama waktu anjang-ancang tersebut. Penentuan besarnya cadangan pengaman ( $ss$ ) akan dilakukan dengan mencari keseimbangan antara tingkat pelayanan dan ongkos inventori yang ditimbulkan.

## 2. Asumsi

Asumsi yang digunakan pada model inventori probabilistik model Q pada prinsipnya sama dengan model inventori probabilistik sederhana kecuali pada masalah tingkat pelayanan. Kalau pada inventori probabilistik sederhana tingkat pelayanan ditetapkan sedangkan dalam model Q tingkat pelayanan akan dicari optimalitasnya. Selengkapnya asumsi yang dimaksud adalah sebagai berikut:

- a. Permintaan selama horizon perencanaan bersifat probabilistik dan distribusi normal dengan permintaan rata-rata  $D$  dan deviasi standar ( $S$ ).
- b. Ukuran lot pemesanan ( $q_0$ ) konstan untuk setiap kali pemesanan, barang akan datang secara serentak dengan waktu anjang-ancang ( $L$ ), pesanan dilakukan pada saat inventori mencapai titik pemesanan ( $r$ ).
- c. Harga barang ( $p$ ) konstan baik terhadap kuantitas barang yang dipesan maupun waktu.
- d. Ongkos pesan ( $A$ ) konstan untuk setiap kali pemesanan dan ongkos simpan ( $h$ ) sebanding dengan harga barang dan waktu penyimpanan.

### 3. Model Q dengan *Back Order*

- a. Ongkos kekurangan inventori ( $c_u$ ) sebanding dengan jumlah barang yang tidak dapat dilayani, atau sebanding dengan waktu (tidak tergantung pada jumlah kekurangan). Hitung nilai  $q_01$  awal sama dengan nilai  $q_0$  dengan persamaan 26.

$$q_{01} = \sqrt{\frac{2AD}{h}} \quad (26)$$

- b. Berdasarkan nilai  $q_{01}$  yang diperoleh akan dapat dicari besarnya kemungkinan kekurangan inventori  $\alpha$  dapat dicari menggunakan persamaan 27. Dan perhitungan  $r1$  dapat dicari menggunakan persamaan 28.

$$a = \frac{h q_0}{c_u D} \quad (27)$$

$$r1 = DL + z a S \sqrt{L} \quad (28)$$

- c. Dengan demikian  $r1$  yang diperoleh akan dapat dihitung nilai  $q_{02}$  berdasarkan formula yang diperoleh dari persamaan 29.

$$q_{02} = \sqrt{2AD \frac{A + c_u N}{h}} \quad (29)$$

- d. Hitung kembali besarnya nilai  $\alpha$  dan nilai  $r_2$  dengan menggunakan persamaan 30

$$r_2 = DL + z\alpha S\sqrt{L} \quad (30)$$

- e. Bandingkan nilai  $r_1$  dan  $r_2$ ; jika harga  $r_2$  relatif sama dengan  $r_1$  iterasi selesai dan akan diperoleh  $r = r_2$  dan  $q_0 = q_{02}$ . Jika tidak kembali ke langkah c dengan menggantikan nilai  $r_1 = r_2$  dan  $q_{01} = q_{02}$ .
- f. Ekspektasi ongkos total per tahun dapat dihitung dengan persamaan 31.

$$OT = Dp + \frac{AD}{q_0} + h \left( \frac{q_0 + r - DL}{2} \right) + Cu \left( \frac{D}{q_0} \right) \times N \quad (31)$$

#### 4. Model Q dengan *Lost Sales*

Model berikut berlaku jika kekurangan inventori diperlakukan dengan *lost sales*. Konsumen tidak menunggu barang yang diminta sampai dengan tersedia. Pencarian solusi  $q_0^*$  dan  $r^*$  metode Hadley-Within. Rumus dan ketentuan iterasi dalam perhitungan *back order* dan *lost sales* hampir sama, perbedaannya terletak pada perhitungan  $\alpha$ . Rumus  $\alpha$  dalam metode *lost sales* dapat dilihat pada persamaan 32.<sup>25</sup>

$$\alpha = \frac{h q_0}{Cu D + h q_0} \quad (32)$$

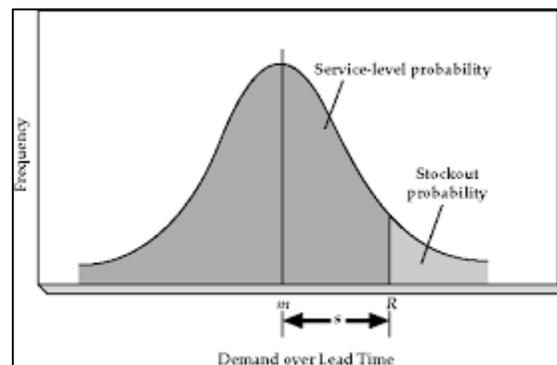
### 2.3.3 Cadangan Pengaman (*Safety Stock*)

Cadangan pengaman diperlukan karena adanya ketidakpastian yang perlu diredam. Kepastian dalam sistem persediaan dipertimbangkan berasal dari 2 sumber, yaitu pemakai (*user*) dan pemasok (*supplier*). Semakin besar ketidakpastian ajan semakin besar pula cadangan pengaman. Besarnya cadangan pengaman selain ditentukan oleh besarnya ketidakpastian yang berasal dari pemakai dan pemasok juga

<sup>25</sup>Ibid. hal, 162.

ditentukan oleh tingkat pelayanan yang dikehendaki oleh pihak manajemen atau pemakai. Berikut adalah pola gambar cadangan pengaman jika berdistribusi normal.

Gambar 2.4  
Pola Cadangan Pengaman jika Berdistribusi Normal



Sumber : Senator Nur Bahagia, hal 135.

## 2.4 Prekursor

Prekursor sebagai bahan pemula atau bahan kimia banyak digunakan dalam berbagai kegiatan baik pada industri farmasi, industri non farmasi, sektor pertanian maupun untuk kepentingan pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Pengadaan Prekursor untuk memenuhi kebutuhan industri farmasi, industri non farmasi dan kebutuhan pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada saat ini baru diatur dalam tingkat Peraturan Menteri.

Pengendalian dan pengawasan sebagai upaya pencegahan dan memberantas penyalahgunaan dan peredaran gelap Prekursor sangat membutuhkan langkah-langkah konkrit, terpadu dan terkoordinasi secara nasional, regional maupun internasional, karena kejahatan penyalahgunaan Prekursor pada umumnya tidak dilakukan oleh perorangan secara sendiri melainkan dilakukan secara bersama-sama, bahkan oleh sindikat yang terorganisasi rapi dan sangat rahasia. Disamping itu kejahatan Prekursor bersifat transnasional dilakukan dengan menggunakan modus operandi dan teknologi canggih termasuk pengamanan hasil-hasil kejahatan Prekursor. Perkembangan kualitas kejahatan Prekursor tersebut sudah menjadi ancaman yang sangat serius

bagi kehidupan umat manusia.

Peraturan pemerintah mengatur tentang penggolongan dan jenis Prekursor, mekanisme penyusunan rencana kebutuhan tahunan secara nasional, pengadaan, impor dan ekspor, peredaran, pencatatan dan pelaporan, pengawasan serta ketentuan sanksi. Berikut penggolongan jenis prekursor :<sup>26</sup>

Tabel 2. 1  
Golongan dan Jenis Prekursor

<b>GOLONGAN DAN JENIS PREKURSOR</b>	
<b>TABEL I</b>	<b>TABEL II</b>
1. Acetic Anhydride.	1. Acetone.
2. N-Acetylanthranilic Acid.	2. Anthranilic Acid.
3. Ephedrine.	3. Ethyl Ether.
4. Ergometrine.	4. Hydrochloric Acid.
5. Ergotamine.	5. Methyl Ethyl Ketone.
6. Isosafrole.	6. Phenylacetic Acid.
7. Lysergic Acid.	7. Piperidine.
8. 3,4-Methylenedioxyphenyl	8. Sulphuric Acid.
9. Norephedrine.	9. Toluene.
10. 1-Phenyl-2-Propanone.	
11. Piperonal.	
12. Potassium Permanganat.	
13. Pseudoephedrine.	
14. Safrole.	

Sumber : Undang-Undang No 44 Tahun 2010

<sup>26</sup>Undang-Undang No.4 Tahun 2010 Tentang Prekursor