

Modul Pelatihan

MENYUSUN *FORECAST* KEBUTUHAN SUKU CADANG DAN CONSUMABLE MATERIAL ALAT BERAT

C.33IAB-PSC00.001.01

C.33IAB-PSC00.002.01

C.33IAB-PSC00.003.01

*PT United Tractors Tbk.
Part Division*

Strategic Part Marketing Department

Daftar Isi

KATA PENGANTAR.....	3
BAB 1 DASAR-DASAR INVENTORY.....	5
1.1 Pengertian <i>Inventory</i> (Persediaan).....	5
1.2 Pengertian Stok.....	6
1.3 Tujuan Pengendalian Persediaan.....	6
1.4 Digitalisasi Inventory Management.....	7
BAB 2 PENGANTAR FORECASTING.....	10
2.1 Pengetian <i>Forecasting</i>	10
2.2 Tujuan <i>Forecasting</i>	10
2.3 <i>Forecasting History</i>	11
BAB 3 METODE FORECASTING.....	13
3.1 Metode <i>Forecasting</i>	13
3.1.1 <i>Statistical Forecasting</i>	13
3.1.2 <i>Deterministic Forecasting</i>	15
3.2 Ukuran Kesalahan <i>Forecasting</i>	16
3.2.1 MAD (<i>Mean Absolute Deviation</i>).....	16
3.2.2 MSE (<i>Mean Squad Error</i>).....	16
3.2.3 MAPE (<i>Mean Absolut Percentage Error</i>).....	16
3.3 <i>Artificial Intelligence</i>	17
3.4 <i>Machine Learning</i>	17
3.4.1 <i>Supervised Learning</i>	17
3.4.2 <i>Unsupervised Learning</i>	18
3.5 <i>Ensemble Algorithm</i>	18
3.5.1 <i>Bagging</i>	19
3.5.2 <i>Boosting</i>	19
3.6 <i>Forecasting Menggunakan Machine Learning XGBoost</i>	20
3.7 <i>Forecasting Menggunakan Artificial Intelligence G2</i>	20
3.7.1 <i>Leverage More Data</i>	20
3.7.2 <i>Feature Engineering</i>	21
3.7.3 <i>Spare Part Clustering</i>	21
3.8 <i>Logic Forecasting</i>	23
3.9 Alur Proses Metode <i>Forecasting</i>	24
BAB 4 PERHITUNGAN FORECASTING.....	26
4.1 Perhitungan <i>Forecast Demand</i>	26
4.2 <i>Stock Composition</i>	26
4.2.1 <i>Demand/Call</i>	27

4.2.2 Rank Month Movement Price (RMMP).....	27
4.2.3 Rank Price.....	27
4.2.4 Rank Matrix	28
4.3 Perhitungan Parameter <i>Stock Level Inventory</i>	29
4.3.1 <i>Safety Stock (SS)</i>	29
4.3.2 <i>Lead Time (LT)</i>	29
4.3.3 <i>Cycle Order (CO)</i>	29
4.4 Perhitungan Kuantitas <i>Demand</i>	30
4.4.1 <i>Demand During Lead Time</i>	30
4.4.2 <i>Demand During Cycle Order</i>	30
4.5 Perhitungan <i>Stock Level</i>	30
4.6 <i>Selection Stock Item</i>	31
DAFTAR PUSTAKA.....	30

KATA PENGANTAR

Modul Pelatihan Berbasis Kompetensi merupakan salah satu media pembelajaran yang dapat digunakan sebagai media transformasi pengetahuan, keterampilan dan sikap kerja kepada peserta pelatihan untuk mencapai kompetensi tertentu berdasarkan program pelatihan yang mengacu kepada SKKK untuk tenaga kerja bidang Rantai Suplai Suku Cadang Alat Berat yang disusun berdasarkan analisis fungsi produktif pada kegiatan yang melibatkan para pelaku pelaksana langsung di lapangan dan para ahli pada bidang tersebut. Untuk itu disusunlah modul pelatihan berbasis kompetensi dengan judul “Menyusun *Forecast* Kebutuhan Suku Cadang dan Consumable Material Alat Berat”

Kami berharap modul pelatihan berbasis kompetensi ini dapat membantu dalam pengembangan kompetensi bagi Parts Supply Chain agar dapat mendukung operasional bagi bisnis PT United Tractors Tbk khususnya pada Divisi Strategic Parts Marketing.

Jakarta, 25 September 2024

Parts Division Head
Daniel Henry Frans Mollet

BAB 1

DASAR-DASAR *INVENTORY*

1.1 Pengertian *Inventory* (Persediaan)

Inventory merupakan suatu aktiva meliputi barang - barang milik perusahaan yang disimpan dengan tujuan tertentu dalam suatu periode tertentu, atau persediaan barang - barang yang masih dalam pengerjaan atau proses produksi, ataupun persediaan bahan baku yang menunggu penggunaannya dalam suatu proses produksi. Berdasarkan jenis barangnya, *inventory* dikategorikan menjadi 3 jenis, yaitu sebagai berikut:

1. *Raw Materials*

Persediaan bahan mentah (*raw material inventory*) adalah bahan – bahan yang telah dibeli tetapi belum diproses. Bahan – bahan dapat diperoleh dari sumber alam atau dibeli dari *supplier* (penghasil bahan baku).

2. *Work In Process*

Persediaan barang setengah jadi (*work in process*) atau barang dalam proses adalah komponen atau bahan mentah yang telah melewati sebuah proses produksi / telah melewati beberapa proses perubahan, tetapi belum selesai atau akan diproses kembali menjadi barang jadi.

3. *Finished Goods*

Persediaan barang jadi (*finished good inventory*) yaitu produk yang telah selesai diproduksi atau diolah dan siap dijual.

Berdasarkan pola permintaannya, *Inventory* dikategorikan menjadi 2 jenis, yaitu sebagai berikut :

1. *Independent Demand*

Independent demand inventory adalah sebuah pola permintaan ketika permintaan untuk barang tersebut tidak tergantung pada permintaan barang lain melainkan berdasarkan pasar. Pasar yang dimaksud dalam *independent demand* adalah dari permintaan *customer*, hasil *forecasting* dan data masa lalu. Jika melihat dari bisnis PT. United Tractors Tbk, mayoritas *parts* yang jadi *inventory* adalah model *independent demand*.

2. *Dependent Demand*

Dependent demand adalah permintaan yang terkait dengan permintaan *item* lain. Jika melihat bisnis AHMCE, *dependent demand* ini lebih banyak dikelola oleh KRA, yaitu bagaimana KRA mengelola *stock innerparts* yang tergantung dari jumlah komponen yang akan dibangun. Mengelola persediaan bahan baku jauh lebih rumit daripada mengelola persediaan barang jadi hal ini dikarenakan harus melibatkan analisis dan koordinasi kapasitas pengiriman, waktu tunggu, jadwal pengiriman semua pemasok bahan baku, serta proses logistik dan jadwal transit yang terlibat dalam transportasi dan pergudangan bahan mentah sebelum siap untuk dipasok ke line produksi.

Inventory Management adalah proses memesan, menyimpan, dan menggunakan *inventory* atau inventaris sebuah bisnis atau perusahaan. Ada banyak hal yang perlu diperhatikan untuk mewujudkan *inventory management* yang tidak hanya baik tetapi juga efektif. Pada umumnya, kegiatan *inventory management* harus dapat menjawab 4 pertanyaan, yaitu :

1. Barang apa yang akan dibeli?
2. Berapa jumlah barang yang akan di beli?
3. Kapan barang akan dibeli?
4. Kapan barang tidak dibeli?

1.2 Pengertian Stok

Stok adalah jumlah barang yang tersedia dan disimpan oleh perusahaan untuk dijual atau digunakan dalam waktu dekat. Barang-barang yang termasuk dalam stok bisa berupa produk jadi yang siap dijual kepada pelanggan, maupun bahan baku yang siap digunakan dalam proses produksi.

Tujuan utama dari stok adalah untuk memenuhi permintaan pelanggan dengan cepat dan efisien. Stok mencakup barang-barang yang tersedia di toko atau gudang dan siap untuk dikirim atau dijual. Stok yang berlebihan dapat meningkatkan biaya penyimpanan dan risiko barang menjadi usang atau kadaluarsa, sementara kekurangan stok dapat menyebabkan hilangnya penjualan dan penurunan kepuasan pelanggan.

Stok merujuk pada barang-barang yang disimpan untuk dijual dalam waktu dekat, khususnya produk jadi yang siap untuk dipasarkan. Sebaliknya, persediaan mencakup semua barang dan bahan yang dimiliki oleh perusahaan, termasuk bahan baku, barang dalam proses produksi, barang jadi, dan barang pendukung lainnya. Pengelolaan stok lebih fokus pada ketersediaan produk jadi untuk memenuhi permintaan pelanggan, sedangkan manajemen persediaan mencakup seluruh proses dari perolehan bahan baku hingga penyimpanan produk jadi dan barang pendukung.

1.3 Tujuan Pengendalian Persediaan

Menurut Assauri (2008:176), pengendalian persediaan ialah rangkaian kegiatan produksi yang disesuaikan dengan perencanaan jumlah, waktu, kualitas, atau biaya, yang saling terkait satu sama lain.

Tujuan dilakukannya pengendalian persediaan dinyatakan sebagai usaha perusahaan untuk:

1. Untuk dapat memenuhi kebutuhan atau permintaan konsumen dengan cepat (memuaskan konsumen) atau pengendalian availability.
2. Mengelola working capital melalui parameter days of inventory (DOI)
3. Mengelola leadtime pengadaan barang
4. Mengelola purchase order untuk *meminimize* emergency order atau rush order
5. Mengelola fisik parts
6. Pengendalian dead stock dan slow moving
7. Pengendalian system informasi parts
8. Pengendalian quality parts
9. Menjaga kontinuitas produksi atau menjaga agar perusahaan tidak mengalami kehabisan persediaan yang mengakibatkan terhentinya proses produksi, hal ini dikarenakan:
10. Kemungkinan barang (bahan baku dan penolong) menjadi langka sehingga sulit diperoleh.
11. Kemungkinan supplier terlambat mengirimkan barang yang dipesan.
12. Mempertahankan dan bila mungkin meningkatkan penjualan dan laba perusahaan

1.4 Digitalisasi Inventory Management

Digitalisasi adalah proses alih media dari bentuk tercetak, audio, maupun video menjadi bentuk digital. Terdapat beberapa manfaat apabila perusahaan menjalankan digitalisasi dalam bisnis prosesnya, antara lain sebagai berikut :

1. Menghemat waktu
2. Memudahkan dalam urusan pemenuhan dokumen
3. Meningkatkan fleksibilitas pengaturan jadwal karyawan
4. Meningkatkan efisiensi operasional perusahaan

Saat ini PT United Tractors Tbk telah massive mendigitalisasikan proses dalam *inventory management*. Berikut adalah proses-proses yang saat ini memaksimalkan digitalisasi.

INISIATIF	IPOWERGO	MANFAAT
<i>Forecasting</i>	<ul style="list-style-type: none"> ● Menggunakan <i>artificial intelligence engine G2</i> ● Memanfaatkan lebih banyak data sebagai acuan ● Pengelompokan <i>sparepart</i> berdasar pola demand ● Dilakukan setiap minggu 	<ul style="list-style-type: none"> ● <i>Forecast accuracy</i> meningkat ● <i>Days of inventory</i> menurun ● <i>Avaibility</i> meningkat
<i>Budget Purchase</i>	<ul style="list-style-type: none"> ● Menggunakan <i>full SAP</i> ● Beracuan pada <i>plan purchase base on target DOI</i> (data stock aktual), GP dan <i>sales nasional</i> ● Berdasarkan <i>historical outgoing</i> ● <i>Waktu running <= 1 menit</i> ● Pengajuan <i>form open budget approval Associate dan manager</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ● Efisiensi waktu pengerjaan <i>budget purchase</i> ● Efisiensi <i>purchase</i> ● <i>Avaibility full all branch</i> naik
<i>Block Purchase</i>	<ul style="list-style-type: none"> ● Menggunakan <i>full SAP</i> (kecuali <i>open block</i>) ● Beracuan pada produk, MAP, MOH, FOH, dan <i>stock level max</i> ● <i>Block part number</i> berlaku <i>area</i> ● <i>Running</i> mingguan 	<ul style="list-style-type: none"> ● Efisiensi <i>purchase</i> ● <i>DOI</i> turun
<i>Auto Optimalisasi, redistribusi & Pulling System</i>	Distribusi dan sourcing dilakukan secara automatic sehingga dipastikan akan menutlisasi stock UT terlebih dahulu sebelum ke vendor	<ul style="list-style-type: none"> ● Efisiensi <i>Stock</i> ● <i>High avaibility</i>
<i>Auto Stock Order</i>	Sistem pada <i>stock order</i> menjadi terotomatisasi menggunakan sistem SAP.	<ul style="list-style-type: none"> ● <i>Stock order ontime</i> ● <i>High availability</i>
<i>ZBOH management</i>	<ul style="list-style-type: none"> ● <i>Dashboard ZBOH</i> berbasis <i>power BI</i> dilengkapi dengan <i>to do</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ● Efektifitas <i>sourcing parts</i> meningkat

INISIATIF	IPOWERGO	MANFAAT
	<p><i>list</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Menjadikan <i>sales order</i> ZBOH menjadi data <i>inquiry</i> bersamaan dengan konversi dari <i>sales order</i> ZBOH menjadi ZPOR 	<ul style="list-style-type: none"> <i>High availability</i>
<p><i>Working Capital Dashboard</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> Data realtime, otomatis terupdate setiap hari Bisa diakses oleh seluruh cabang dengan pemberian user Id dan otorisasi Dilengkapi analisa masalah inventory sehingga bisa membantu pengambilan keputusan lebih cepat Tidak hanya menampilkan summary achievement namun bisa menampilkan data detail juga sampai level parts number dan plant 	<ul style="list-style-type: none"> Efisiensi pekerjaan Data sudah <i>update</i> & lengkap



SOAL EVALUASI

Dasar-Dasar Inventory BAB 1

1. Jelaskan jenis-jenis inventory!
2. Jelaskan perbedaan inventory dan stock!



BAB 2

PENGANTAR *FORECASTING*

2.1 Pengetian *Forecasting*

Forecasting demand adalah proses meramalkan kebutuhan suatu *spare parts* yang akan datang dengan menggunakan data-data pendukung. Pengertian lain dari *forecasting demand* menurut Heizer dan Render (2009:162) adalah seni dan ilmu untuk memperkirakan kejadian di masa depan. Hal ini dapat dilakukan dengan melibatkan pengambilan data historis dan memproyeksikannya ke masa mendatang dengan suatu bentuk model matematis. *Forecasting* juga dapat dilakukan melalui prediksi intuisi yang bersifat subjektif atau dapat juga dilakukan dengan menggunakan kombinasi model matematis yang disesuaikan dengan pertimbangan yang baik dari seorang manajer.

2.2 Tujuan *Forecasting*

Terdapat beberapa tujuan utama sistem forecasting ini, diantaranya adalah :

1. **Memperkirakan Kebutuhan *Amount***

Perusahaan menentukan masa depan kebutuhan *amount budget* dengan memperkirakan penjualan di masa depan, modal yang dibutuhkan untuk pengembangan produk di masa depan, biaya ekspansi di masa depan dan perkiraan biaya lainnya yang digunakan untuk memperkirakan biaya masa depan.

2. **Memastikan Konsistensi Operasional Perusahaan**

Forecasting yang tepat dapat mengungkapkan informasi penting mengenai pendapatan dan pengeluaran di masa depan. Dengan memiliki perkiraan dana yang masuk dan keluar dari perusahaan selama periode waktu 3 tertentu, manajemen perusahaan dapat membuat rencana yang lebih efisien dan akurat untuk masa depan.

3. **Membantu Manajerial Membuat Keputusan yang tepat**

Sebagian besar keputusan manajemen dibuat dengan mengandalkan *forecasting* yang akurat. Sebagian besar bisnis, menghadapi beberapa potensi ketidakpastian seperti kenaikan dan penurunan musiman dalam penjualan, perubahan personel, dan perubahan harga bahan baku. *Forecasting* memainkan peran utama dalam informasi yang mereka butuhkan untuk membuat keputusan tentang masa depan perusahaan.

4. **Merumuskan rencana yang efektif untuk masa depan**

Proses *forecasting* menjadi elemen yang sangat penting dalam merumuskan rencana yang realistis dan bermanfaat. Dimulai dari jangka pendek hingga jangka panjang untuk mencapai tujuan perusahaan.

2.3 Forecasting History

Secara historis, terdapat dua fase *forecasting* yang berjalan, dimana fase 2 merupakan pengembangan dari fase 1, adapun perubahan dari fase 1 ke fase 2, seperti yang dijelaskan dalam tabel berikut ini :

FAKTOR	FASE 1	FASE 2
Dasar Perhitungan	Kalkulasi <i>inventory</i> menggunakan parameter aktual dan menggunakan metode <i>moving average</i>	Kalkulasi <i>inventory</i> menggunakan beragam parameter aktual diolah dengan <i>Artificial Intelligence</i>
Frekuensi <i>Forecast</i>	<i>Forecast</i> dilakukan setiap awal bulan	<i>Forecast</i> dilakukan setiap awal bulan
<i>Forecasting Tool</i>	<i>Forecast</i> dilakukan dengan <i>tool excel</i> : <ul style="list-style-type: none"> • <i>Statistical model</i> berdasarkan <i>historical</i> data secara statistik • <i>Deterministic tool</i> berdasarkan deterministik, mencakup A-I 	<i>Forecast</i> dilakukan oleh <i>Engine SQL</i> dan <i>SAP</i>
Peran PSC	<ul style="list-style-type: none"> • PSC mem-<i>forecast item</i> di luar <i>suggest statistical</i> • Model <i>item statistical</i> akan di <i>forecast</i> oleh sistem 	<ul style="list-style-type: none"> • PSC mem-<i>forecast item</i> di luar <i>suggest statistical model</i> • PSC men-<i>support</i> data <i>capping rule</i> • Item <i>statistical</i> akan diforecast oleh sistem • PSC melakukan <i>adjustment</i> dan data <i>running SAP</i> setiap awal bulan (tanggal 6) • PSC cabang melakukan <i>adjustment/Approval</i> tanggal 5-6



SOAL EVALUASI **Pengantar Forecasting BAB 2**

1. Apa yang dimaksud forecasting?
2. Apa tujuan forecasting?
3. Bagaimana perubahan forecasting history?



BAB 3

METODE *FORECASTING*

3.1 Metode *Forecasting*

Terdapat dua model *forecasting* yang berjalan saat ini yaitu *statistical & deterministic*. Berikut merupakan penjelasan kedua model tersebut :

3.1.1 *Statistical Forecasting*

Statistical forecasting merupakan kuantitatif *forecasting* berdasarkan data - data statistik atau data pemakaian masa lampau atau data historis. Data historis adalah sejarah perjalanan suatu barang atau SKU (*Stock Keeping Unit*) dalam rentang waktu tertentu. Kegunaan *data history* adalah melihat pola *trend* penjualan sehingga dapat disusun suatu perkiraan (*forecast*) *demand* yang akan datang. Tidak tepat jika dikatakan bahwa “semakin banyak data semakin baik”. Faktanya, dalam bisnis rata-rata hanya menggunakan data 3 bulan hingga 12 bulan yang lalu.

3.1.1.1 *Time Series (Analisis Deret Waktu)*

Analisis deret waktu pertama kali di perkenalkan pada tahun 1970 oleh George E. P. Box dan Gwilym M. Jenkins dengan buku yang berjudul *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. Analisis deret waktu termasuk prosedur statistika yang digunakan untuk meramalkan keadaan yang akan terjadi di masa mendatang dalam pengambilan keputusan. Analisis *time series* yaitu analisis terhadap pengamatan, pencatatan dan penyusunan peristiwa yang di ambil berdasarkan jangka waktu tertentu. Tipe data *time series* di bagi menjadi beberapa jenis, yaitu:

1. Pola siklus adalah perubahan naik atau turun, pola ini berubah dan bervariasi dari satu siklus ke siklus berikutnya.
2. Pola random adalah pola acak yang sulit digambarkan, pola acak ini disebabkan oleh peristiwa yang tak terduga.
3. Pola trend mempunyai kecenderungan tertentu dalam pola data, baik yang arahnya meningkat ataupun menurun dari waktu ke waktu. Teknik yang digunakan biasanya Teknik yang menggunakan data masa lalu untuk mendapatkan pola kecenderungan
4. Pola musiman menunjukkan suatu gerakan yang berulang dari satu periode ke periode berikutnya secara teratur. Pola ini dapat ditunjukkan oleh data yang dikelompokkan secara mingguan, bulanan atau kuartalan tapi tidak dengan tahunan.

3.1.1.1.1 *Single Moving Average (Metode Rata-Rata Bergerak Tunggal)*

Metode rata-rata bergerak tunggal menggunakan sejumlah data aktual permintaan yang baru untuk membangkitkan nilai ramalan untuk permintaan dimasa yang akan datang. Metode ini akan efektif diterapkan apabila kita dapat mengasumsikan bahwa permintaan pasar terhadap produk akan tetap stabil sepanjang waktu (Gaspersz, 2005:87). Metode ini mempunyai dua sifat

khusus yaitu untuk membuat *forecast* memerlukan data historis dalam jangka waktu tertentu, semakin panjang *moving averages* akan menghasilkan *moving averages* yang semakin halus, secara sistematis *moving averages* adalah:

$$S_{t+1} = \frac{X_t + X_{t-1} + \dots + X_{t-n+1}}{n}$$

3.1.1.1.2 Double Moving Average

Salah satu cara untuk meramalkan data *time series* yang memiliki kecenderungan *trend* adalah menggunakan *double moving average* atau rata-rata bergerak ganda. Menurut Makridakis (1992:78) dasar metode ini adalah menghitung rata-rata bergerak (*moving average*) sebanyak dua kali. Bila deret data menunjukkan *trend*, maka *moving average* tunggal akan menghasilkan sesuatu yang menyerupai kesalahan sistematis dan kesalahan sistematis ini dapat dikurangi dengan menggunakan perbedaan antara nilai rata-rata bergerak tunggal dan nilai rata-rata bergerak ganda.

Menurut Nasapi dkk (2014) Jika data *time series* yang diamati merupakan suatu deret secara tetap meningkat tanpa unsur kesalahan *random* yang menghasilkan trend linier meningkat, maka dapat di gunakan metode *double moving averages*.

Untuk nilai SMA	$S'_{t+1} = \frac{X_t + X_{t-1} + \dots + X_{t-N+1}}{N}$
Untuk nilai DMA	$S''_t = \frac{S'_t + S'_{t-1} + S'_{t-2} + \dots + S'_{t-N+1}}{N}$
Untuk nilai konstanta	$a_t = 2S'_t - S''_t$
Untuk nilai kecenderungan	$b_t = \frac{2}{N-1} (S'_t - S''_t)$
Untuk nilai ramalan	$F_{t+m} = a_t + b_t$

Keterangan :

- X_t : Nilai data pada periode ke-t (bulanan)
- S'_{t+1} : Nilai rata-rata bergerak tunggal pada waktu t (bulan)
- S''_t : Nilai rata-rata bergerak ganda pada waktu t (bulan)
- N : Banyaknya data masa lalu
- a_t : Konstanta untuk m periode (bulan) ke muka
- b_t : Komponen Kecenderungan
- F_{t+m} : Nilai ramalan untuk t bulan ke depan

3.1.1.2 Trend Analysis

Menurut J.Cott Armstrong dalam buku *principle of forecasting* menyatakan bahwa *trend analysis* merupakan teknik prediksi sederhana yang banyak digunakan dalam praktek, khususnya untuk memproyeksikan tren masa depan berdasarkan data historis. Michael E. Porter (1985) menyebutkan bahwa *trend analysis* sangat penting dalam memahami dinamika industri dan pasar. Menurutnya, dengan menganalisis

tren, perusahaan dapat memposisikan diri untuk mengambil keuntungan dari perubahan yang terjadi.

Trend analysis adalah sebuah analisis dengan membandingkan data bisnis dari waktu ke waktu untuk melihat hasil yang konsisten atau tren. Variabel data yang digunakan dalam analisis ini mulai dari pergerakan harga pasar, barang baku, produk competitor, harga saham tergantung aspek apa yang ingin kamu analisis dan prediksi. Semakin banyak data yang kamu kumpulkan, maka semakin reliabel hasil dan interpretasi analisis.

3.1.1.2.1 Pendekatan ABC Analysis

Pada dasarnya metode ini hampir sama dengan prinsip pareto hanya saja dalam ABC *analysis* sebaran data dibagi menjadi 3 kriteria, yaitu sebagai berikut:

- A = 20% item berkontribusi 60% - 75% dari total amount
- B = 30% item berkontribusi 25% - 40% dari total amount
- C = 50% item berkontribusi 10% - 20% dari total amount

Ini hanya tahap awal saja untuk mempermudah proses seleksi, selanjutnya tetap dibutuhkan tahapan proses kriteria apa saja yang akan dijadikan stock item mengacu ada target-target inventory yang ditetapkan.

3.1.2 Deterministic Forecasting

Deterministic forecasting biasa disebut juga peramalan kualitatif, merupakan proses forecasting berdasarkan informasi pemakaian parts dari data lifetime parts atau pertimbangan-pertimbangan teknis operasional lainnya. Model deterministik adalah model pengelolaan inventory kontrol parts terstruktur yang berfokus pada variabel persediaan barang yang diketahui dan dapat diprediksi dengan cukup pasti. Sehingga, persediaan barang dapat dihitung, dilacak dan dipesan sesuai dengan perkiraan yang lebih stabil. Di dalam model deterministik ini semua parameter serta variabel telah diketahui atau dapat dihitung secara pasti.

Deterministic forecast tidak terlalu bergantung pada data data historical namun bisa diolah dari data awal yang diketahui dan pasti misal *lifetimes parts*, jumlah populasi, jumlah yang harus diganti dalam satu kali pergantian.

Berikut formula untuk mengetahui kebutuhan *parts* :

$$DF \text{ Qty Per bulan} = \frac{Wh}{Ltp} \times qu \times pop \times f$$

Keterangan :

- Df : *Deterministic Forecast*
 Wh : *Working Hour*
 Ltp : *Life Time Parts*
 Qu : *Quantity Per Unit*
 Pop : *Populasi Unit*
 F : *Factor (Market Share)*

3.2 Ukuran Kesalahan *Forecasting*

(Hanke & Wichern, 2005) mengatakan bahwa di dalam teknik forecasting yang menggunakan data kuantitatif sering terdapat data berupa runtun waktu tertentu. Yang dimana biasa terdapat error / kesalahan yang dilakukan oleh teknik forecasting. Oleh sebab itu dibutuhkan metode untuk mengukur seberapa besar error / kesalahan yang dapat dihasilkan oleh metode – metode forecasting untuk dipertimbangkan kembali sebelum membuat keputusan. Kegunaan dari metode mengukur error forecasting ini adalah :

1. Mengkomparasi akurasi dari 2 (atau lebih) metode forecasting yang dipakai.
2. Mengukur realibilitas dan manfaat dari metode forecasting yang dipakai.
3. Mencari metode forecasting yang palin^o optimal bagi organisasi atau perusahaan.

9

3.2.1 MAD (*Mean Absolute Deviation*)

Mean absolute deviation mengukur akurasi dari *forecast* dengan membuat sama rata dari besarnya kesalahan perkiraan yang dimana setiap *forecasting* memiliki nilai absolut untuk setiap errornya.

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|$$

Y_t = nilai aktual pada periode t

\hat{Y}_t = nilai forecast pada periode t

3.2.2 MSE (*Mean Squad Error*)

(Minitab Inc, 2016) mengatakan *Mean squared deviation* (MSD) biasanya dipakai untuk mengukur akurasi dari nilai time series yang mau dihitung. Dimana MSD biasanya memiliki efek lebih besar dibandingkan MAD.

$$MSD = \frac{\sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|^2}{n}$$

= nilai aktual pada periode t

= nilai *forecast* pada periode t

3.2.3 MAPE (*Mean Absolut Percentage Error*)

Mean absolute percentage error dihitung dengan cara mencari error/kesalahan absolut di setiap periode yang dimana dibagi dengan nilai observasi yang aktual pada periode itu, dan dibuat rata – rata dari *absolute percentage error* tersebut.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t}$$

Y_t = nilai aktual pada periode t

\hat{Y}_t = nilai *forecast* pada periode t

3.3 Artificial Intelligence

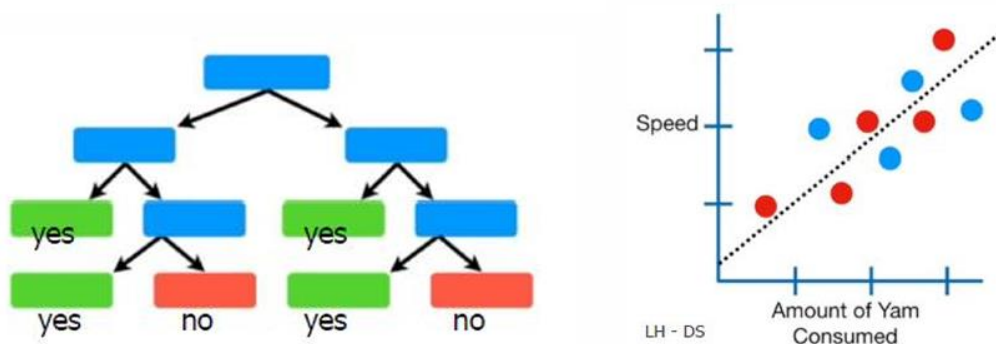
Menurut John McCarthy, 1956, artificial intelligence adalah untuk mengetahui dan memodelkan proses – proses berpikir manusia dan mendesain mesin agar dapat menirukan perilaku manusia. Cerdas, berarti memiliki pengetahuan ditambah pengalaman, penalaran (bagaimana membuat keputusan dan mengambil tindakan), moral yang baik. Kecerdasan buatan atau artificial intelligence adalah salah satu bagian dari ilmu komputer yang mempelajari bagaimana membuat mesin (komputer) yang dapat melakukan pekerjaan seperti dan sebaik yang dilakukan oleh manusia bahkan bisa lebih baik daripada yang dilakukan manusia. Untuk membuat aplikasi kecerdasan buatan ada 2 bagian utama yang sangat dibutuhkan:

1. Basis Pengetahuan (Knowledge Base), bersifat fakta - fakta, teori, pemikiran dan hubungan antar satu dengan yang lainnya.
2. Motor Inferensi (Inference Engine), kemampuan menarik kesimpulan berdasarkan pengetahuan dan pengalaman.

3.4 Machine Learning

Machine learning merupakan cabang atau aplikasi *artificial intelligence*, khususnya yang mempelajari tentang bagaimana computer mampu belajar dari data untuk meningkatkan kecerdasannya. Dengan *machine learning* kita bisa memproses dan menganalisis data yang lebih besar dan rumit dengan waktu yang lebih singkat.

3.4.1 Supervised Learning

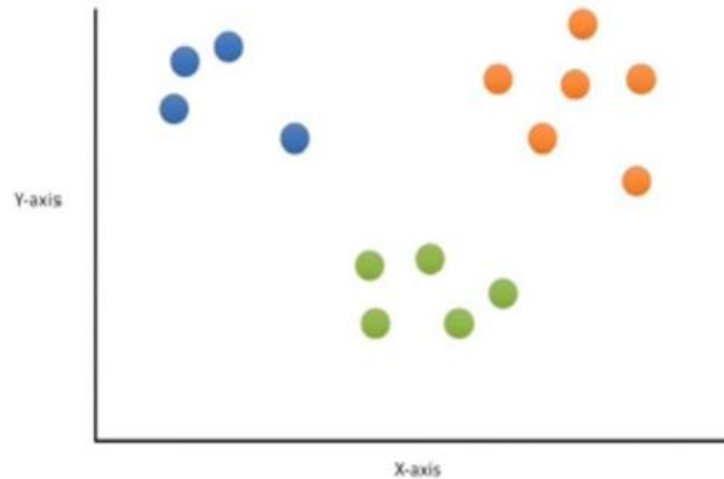


Gambar 1. Supervised Learning

Supervised learning adalah machine learning model yang mempelajari data dengan label atau target dimana evaluasi model tersebut akan berdasarkan target yaitu prediksi Y

dari X. Contohnya adalah metode *regression*, *logistic regression*, *classification*, *naïves bayes classifiers*, *KKN*, *decision tree*, *SVM*.

3.4.2 Unsupervised Learning

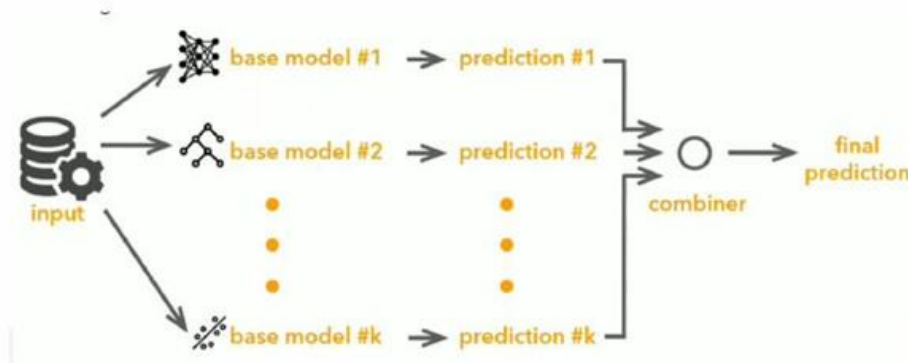


Gambar 2. Unsupervised Learning

Unsupervised learning adalah *machine learning model* yang mempelajari pola data tanpa adanya target data. Contohnya adalah metode *clustering*, *hierarchical clustering*, *k-means clustering*, *principal component analysis*, *PCA*, *singular value decomposition*.

3.5 Ensemble Algorithm

Ensemble algorithm merupakan penggabungan dari beberapa algoritma untuk menghasilkan *performance* yang lebih baik. Hal ini digunakan untuk menghindari *overfitting* pada *decision tree*.



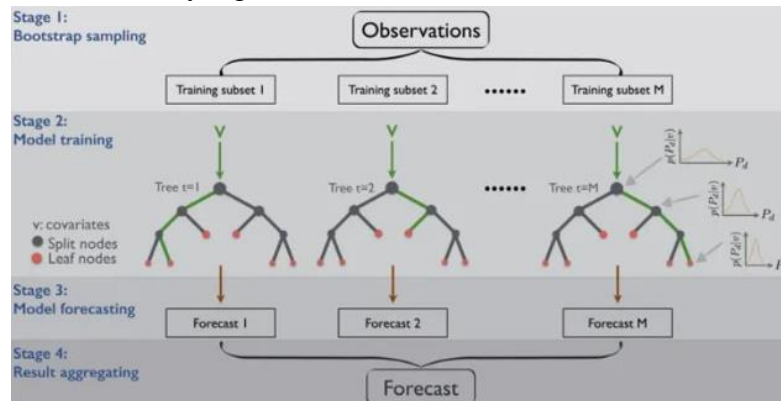
Gambar 3. Ensemble Algorithm

Overfitting merupakan keadaan dimana model berusaha untuk mempelajari seluruh detail termasuk *noise* yang ada dalam data dan berusaha untuk mengikutsertakan semua data *point* ke dalam garis. *Overfitting* menjadi masalah karena tujuan kita adalah ingin mendapat tren dari sebuah dataset. Model ini menangkap semua tren tetapi bukan tren yang dominan. Model pun tidak bisa menghasilkan *output* yang *reliable* karena tidak memiliki kemampuan untuk dapat memprediksi kemungkinan *output* untuk input yang belum pernah diketahui. Jika *overfitting*

mempelajari data terlalu baik, *underfitting* justru tidak mempelajari data dengan baik. *Underfitting* merupakan keadaan dimana model *machine learning* tidak bisa mempelajari hubungan antara variabel dalam data serta memprediksi atau mengklasifikasikan data *point* baru. Ensemble terbagi menjadi 2 tipe, yaitu *bagging* dan *Boosting*.

3.5.1 Bagging

Bagging Atau disebut juga sebagai bootstrap aggregating, adalah proses dengan menggunakan beberapa model dari algoritma yang sama, dan melatih setiap model pada sampel berbeda dari dataset yang sama.

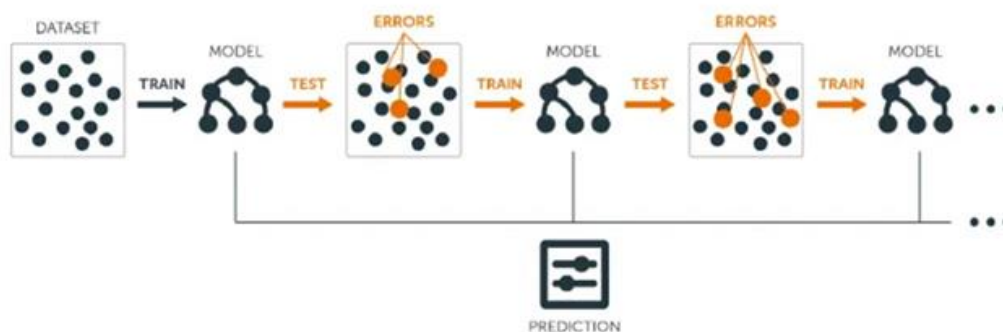


Gambar 4. Bagging

Prediksi yang dibuat oleh setiap model kemudian digabungkan menggunakan statistik sederhana, seperti *voting* atau rata-rata. Prediksi akhir dalam metode *bagging* adalah *majority vote* / rata-rata dari semua prediksi tiap tiap individual model. Contoh metodenya adalah *random forest & extra trees*.

3.5.2 Boosting

Boosting adalah variasi *bagging*, di mana setiap model individu dibangun secara berurutan, mengulangi yang sebelumnya. Dalam prosesnya, setiap titik data yang salah diklasifikasikan oleh model sebelumnya ditekankan dalam model berikutnya. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan akurasi model secara keseluruhan.



Gambar 5. Boosting

Prediksi akhir dalam metode *boosting* dibentuk dengan mengkombinasikan *weak learner* dalam sejumlah literasi sehingga bisa menghasilkan *strong learner*. Contoh metodenya adalah *gradient boost & adaboost*.

3.6 Forecasting Menggunakan Machine Learning XGBoost

XGboost menggunakan prinsip *ensemble* yaitu menggabungkan beberapa set pembelajar (*tree*) yang lemah menjadi sebuah model yang kuat sehingga menghasilkan prediksi yang kuat (Muslim, 2019). XGBoost merupakan metode superior dibanding metode lain di banyak kasus karena memiliki *balance* yang bagus antara bias dan *variance* sehingga mencegah adanya *overfitting* (data memiliki performance yang bagus di data *training* tetapi kurang bagus di data *testing* (data baru). XGBoost didesain untuk digunakan pada data yang besar dan kompleks. XGBoost berulang ulang membangun model baru dan mengkombinasikan model - model tersebut ke dalam *ensemble* model. Berikut merupakan langkah pembuatan model XGBoost.



Gambar 6. XGBoost

3.7 Forecasting Menggunakan Artificial Intelligence G2

Merupakan suatu konsep *improvement forecasting* dengan menggunakan *artificial intelligence* dengan memanfaatkan lebih banyak data dan mengaplikasikan teknik yang optimal. Berikut merupakan penjelasan dari jalannya G2.

3.7.1 Lverage More Data

1 Project G2 integrated 14+ types of data into a single datamart, utilizing more data types than we have before for demand forecasting Used in current moving average model

	Data type	Description	Granularity	Matching rate
Spares	Demand	Purchase order record	Material, plant and location	100%
	Actual sales	Including internal and external sale	Material, plant and location	99%
	Forecast	Moving 12 months average for ASL item	Material, plant and location	100%
	Emergency Order	List of plant-PN-wise emergency orders raised	Material, plant and location	10%
Whole-unit	Population & Warranty	Equipment population, warranty period, current warranty status (e.g., out of warranty)	Material, equipment, plant	56%
	Service meter reading (SMR)	Machine hour or kilometer	Equipment	21%
	Removal & Installment (R&I)	Flag of material indicating core or support	Model, material	35%
	Customer segmentation	Inspire A, B, C and support	Customer level	98%
	Equipment and material mapping	A table to map equipment in order to get to material level	Material	100%
	Maintenance history	Actual maintenance history	Equipment	3%
External	Active equipment list	List of all active equipment (being used by customers	Plant, equipment	56%
	Seasonal	To capture public holidays for seasonality	National level	100%
	Weather data	For prediction of maintenance requirement	Plant level	100%
	Market data	Coal price in Newcastle and Indonesia	Time (daily/ monthly)	100%

PROJECT

Gambar 7. Lverage More Data

Lverage more data adalah memanfaatkan lebih banyak data sebagai input, tidak hanya data *historical demand*. Mulai dari data *actual sales*, *maintenance*, hingga data cuaca.

3.7.2 Feature Engineering

Data type	Feature
Demand	Rata-rata demand selama 6 bulan
	Rata-rata demand selama 3 bulan
	Rata-rata demand selama 12 bulan
	Standar deviasi demand selama 12 bulan
	Month movement selama 12 bulan
	Banyaknya bulan yang memiliki quantity demand nol berturut-turut
	Banyakny bulan yang memiliki demand surge (quantity demand lebih dari 5 kali rata-rata demand selama 12 bulan)
	Maximum quantity demand selama 6 bulan
Actual sales	Total sales quantity selama 1 tahun
	Maximum sales selama 6 bulan
	Total external sales customer A yang membeli Part Number tersebut
	Total external sales customer B yang membeli Part Number tersebut
Segmentasi customer	Jumlah unit yang aktif
	Selisih aktif unit bulan ini dengan bulan lalu
	Total unit yang masih berada pada masa garansi
List unit yang aktif	Rata-rata lamanya unit beroperasi
Seasonal	Flag ramadhan, idul fitri, tahun baru cina, tahun baru masehi
Maintenance history	% Part Number yang mengalami periodic service selama 1 bulan yang lalu
Data market	Harqa soybean
	Harqa batu bara

Gambar 8. Feature Engineering

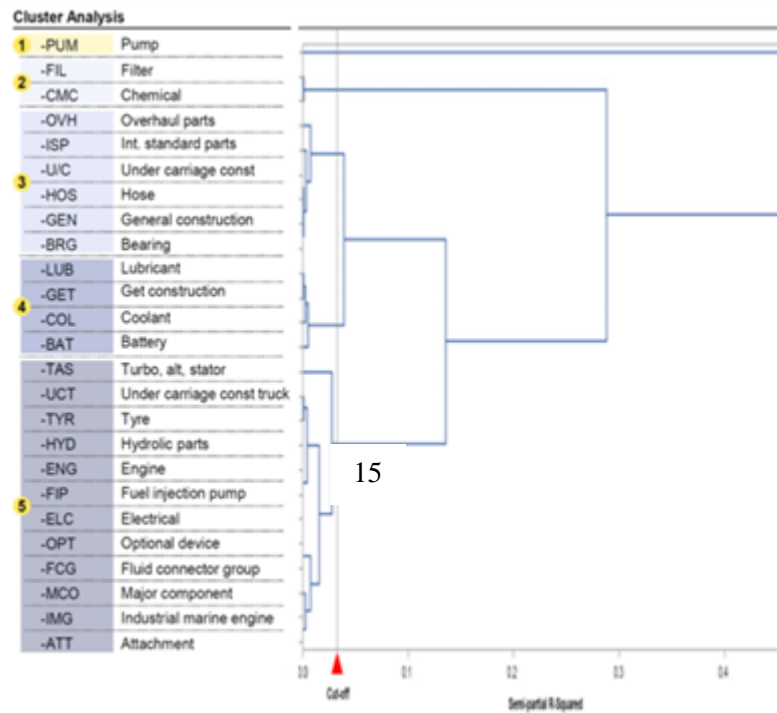
Menggali lebih banyak variabel / parameter dari suatu data. Misalnya dari data *demand* yang sudah didapat dikelompokan lagi berdasarkan waktu, *month movement*, dll.

3.7.3 Spare Part Clustering

Clustering spare part dilakukan untuk mengelompokkan *spare part* berdasarkan karakteristik pola *demand*-nya, yang dilihat dari *month movement* (seberapa sering *Part Number* di-order oleh *customer*) dan *variability* (fluktuasi *quantity demand*). *Clustering* dilakukan dengan menggunakan *statistical method* yaitu *hierarchical clustering*. Terdapat 2 step dari *spare part clustering*, yaitu :

3.7.3.1 Berdasarkan Komoditi

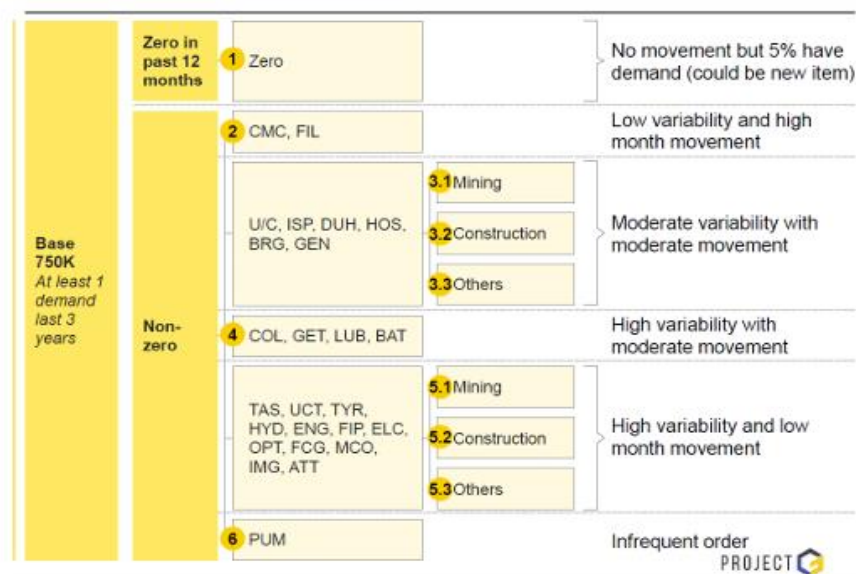
Clustering ini menunjukkan semakin rendah garis yang menghubungkan komoditi, artinya komoditi tersebut semakin mirip *pattern demand*-nya.



Gambar 9. Clustering

3.7.3.2. Berdasarkan Sektor

Pada *stage 2* ini, dilakukan kembali *clustering* untuk *cluster 3* dan *5* karena dinilai masih bisa dilakukan pengelompokan lebih jauh. Kedua *cluster* tersebut dikelompokkan kembali berdasarkan *sector customer* yang paling banyak membeli *Part Number* (PN) tersebut.



Gambar 10. Clustering

3.8 Logic Forecasting

Untuk menjalankan suatu sistem tentunya dibutuhkan suatu peraturan agar sistem dapat berjalan dengan baik. Dalam menjalankan *forecasting* ini terdapat 4 tahap yang digunakan, berikut penjabaran dari tiap tahap tersebut :

3.8.1. Data Preparation

1. Melakukan pengumpulan data secara luas dari berbagai sumber yang ada, mulai dari data internal hingga data external.
2. Melakukan integrasi 14 sumber data dengan ukuran 50GB ke suatu datamart yang disiapkan bukan hanya data *historical demand*, tetapi ada data *inventory*, data yang berkenaan dengan limit seperti *working hour FMR*
3. Melakukan data *processing* & data *cleansing* selama 300+ jam untuk mengontrol data *missing* atau *outlier* apakah data tersebut *valid* atau *invalid*.

3.8.2. Feature Engineering

1. Ketika datanya sudah lengkap dan rapi, lakukan *leverage* data domain hingga mencapai 200+ novel *features* untuk kebutuhan forecasting
2. Membuat perhitungan matematis untuk memperkuat penjabaran *logic* yang ada

3.8.3. Spare Part Clustering

Pengelompokkan *spare parts* berdasarkan karakteristik pola *demandnya* yang dilihat dari *month movement* (seberapa sering *part number* diorder oleh *customer*) dan dari sisi *variability* (*fluktuasi quantity demand*). *Clustering* dilakukan dengan *statistical method* yaitu *hierarchical clustering*.

3.8.4. Model Training and Validation

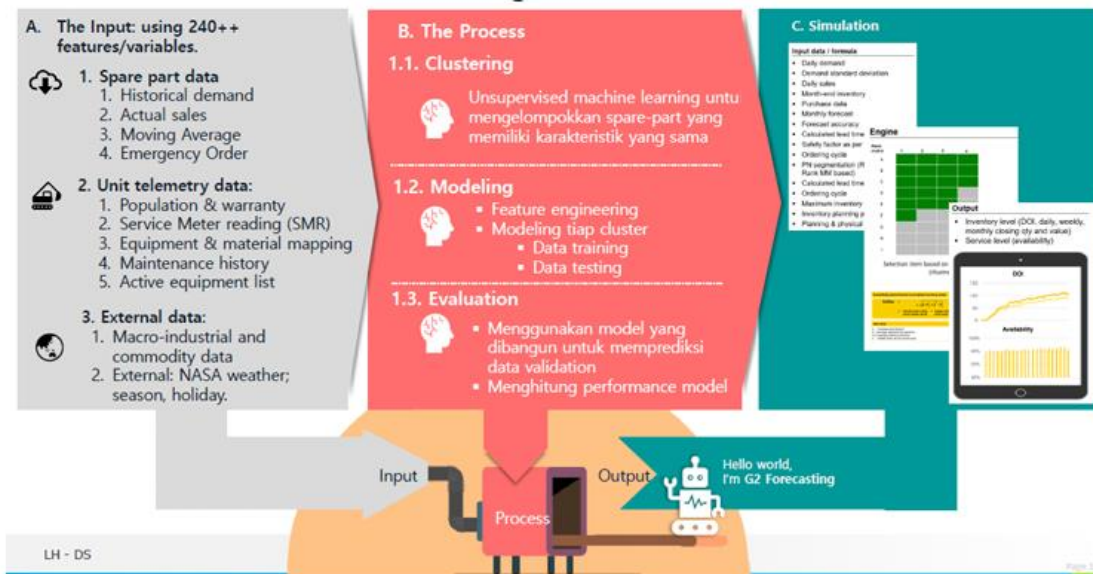
1. Melakukan 2 *training model forecasting* menggunakan *XGBoost Machine Learning* dimana rangkaian yang digunakan adalah *training, testing, & Machine Learning*
2. Melakukan retrain model secara berkelanjutan ketika belum menemukan akurasi yang paling tinggi
3. Menambahkan *capping rule* sebagai fungsi control
4. Menggunakan sampel hasil model *training* sebagai validasi
5. Melakukan pemodelan ulang apabila hasil validasi belum stabil dan hasil *test* belum memenuhi kriteria *availability* & DOI

3.8.5. Simulation

Memindahkan model *forecasting* sebelumnya ke dalam *simulation engine* untuk melihat dampak pemodelan ke *inventory* dan *availability* untuk mengetahui *impact forecasting* model terhadap DOI dan *availability*, tidak perlu menerapkan langsung model ke *plant*, kita bisa mensimulasikannya melalui *engine* yang telah dibuat menyerupai kondisi sebenarnya di lapangan. Proses simulasi mulai dari *input, data engine, output*.

3.9 Alur Proses Metode *Forecasting*

Dalam penerapannya, sistem *forecasting* dibangun dengan *logic process flow* untuk menjalankan sistemnya dengan baik, berikut merupakan proses *logic flowchart*nya.



Gambar 11. Proses Metode *Forecasting*



SOAL EVALUASI

Metode Forecasting

BAB 3

1. Apa perbedaan statistical forecasting dan deterministic?
2. Apa saja metode yang digunakan untuk mengukur kesalahan forecasting?
3. Jelaskan yang dimaksud dengan forecasting menggunakan machine learning dan artificial intelligence!



BAB 4 PERHITUNGAN *FORECASTING*

4.1 Perhitungan *Forecast Demand*

Perhitungan *forecasting* bertujuan untuk meningkatkan akurasi prediksi dengan memanfaatkan lebih banyak data dan membuat fitur yang relevan dari data tertentu dapat menggunakan *leverage more data* dan *feature engineering*. *Leverage more data* adalah memanfaatkan lebih banyak data sebagai input, tidak hanya data *historical demand*. Mulai dari data aktual *sales*, *maintenance*, hingga data cuaca. Sedangkan *Feature Engineering* menggali lebih banyak variabel / parameter dari suatu data. Misalnya dari data *demand* yang sudah didapat dikelompokkan lagi berdasarkan waktu, *month movement*, dll.

4.2 Stock Composition

Untuk memudahkan proses analisa setelah forecast demand maka perlu dilakukan pengelompokan demand proses ini dinamakan stock composition.



Gambar 12. Stock Composition

Proses yang dilakukan adalah dengan mengelompokkan parts berdasarkan beberapa faktor, diantaranya sebagai berikut:

- Call (Rank Call)
- Month movement (Rank month movement)
- Price (Rank Price)
- Kombinasi month movement dan price (Rank matrix)

Berikut merupakan contoh dari Rank Matrix

Tabel 1. Rank Matrix

Rank Column			Rank Price				
			1	2	3	4	5
Rank Row	Month Movement	Range Price base on Commodity Group					
Normal Row	A	10 - 12	A1				
	B	8 - 9		B2			
	C	6 - 7			C3		
	D	5				D4	
	E	4					E5
	F	3					
	G	2					
	H	1					
	I	0					

4.2.1 Demand/Call

Demand atau *call* merujuk pada jumlah barang yang diminta oleh pelanggan atau unit lain dalam suatu periode waktu tertentu. Dalam konteks manajemen rantai pasokan, "*call*" dapat merujuk pada pesanan atau permintaan internal dari unit produksi atau distribusi. *Demand/call* dapat dihitung menggunakan *historical demand* dimana mengumpulkan data permintaan untuk periode waktu yang ditentukan dan *forecast demand* dimana menggunakan metode peramalan seperti *moving average*, *exponential smoothing*, atau *model time series* untuk memprediksi permintaan masa depan.

$$\text{Permintaan Bulanan Rata - rata} = \left(\frac{\text{Total Permintaan dalam periode}}{\text{Jumlah bulan dalam periode}} \right)$$

4.2.2 Rank Month Movement Price (RMMP)

Rank Month Movement Price (RMMP) adalah metode untuk mengevaluasi atau memberi peringkat pada pergerakan barang berdasarkan permintaannya/demand. RMMP bertujuan untuk memberikan gambaran tentang barang mana yang memiliki pergerakan stok (*movement*) yang tinggi atau rendah disetiap periodenya.

4.2.3 Rank Price

Rank price ialah peringkat barang berdasarkan harga pembelian. Barang-barang diurutkan dari harga terendah hingga tertinggi, atau sebaliknya, untuk membantu pengambilan keputusan terkait penentuan harga produk dan strategi penetapan harga. Dalam pengelolaan *inventory*, rank price bisa membantu memprioritaskan barang-barang yang memiliki harga tinggi atau rendah untuk pengendalian stok, misalnya dengan menetapkan strategi stok yang berbeda untuk barang-barang mahal level stock dibuat lebih kecil dan barang-barang murah level stock dibuat lebih fleksible

Rank Price = Peringkat berdasarkan harga

4.2.4 Rank Matrix

Rank matrix adalah alat atau tabel yang digunakan untuk memberi peringkat berbagai item berdasarkan sejumlah kriteria, seperti pergerakan barang, harga, permintaan, atau parameter lainnya yang relevan. *Rank matrix* membantu dalam menyusun item berdasarkan beberapa indikator secara bersamaan. *Rank matrix* memungkinkan manajemen untuk memiliki pandangan menyeluruh tentang kinerja berbagai produk dan membantu mengoptimalkan keputusan terkait persediaan dan penjualan.

Contoh : Misalkan kita memiliki 3 produk dengan kriteria pergerakan stok, harga, dan volume penjualan

Tabel 2. Rank Matrix

Produk	Peringkat stok	Peringkat Harga	Peringkat Penjualan	Total Peringkat
A	1	3	2	6
B	2	1	3	6
C	3	2	1	6

Dalam hal ini, semua produk memiliki total peringkat yang sama, sehingga kita mungkin perlu menganalisis lebih lanjut atau memberi bobot lebih besar pada kriteria tertentu.

Tabel 3. Rank Matrix

Rank Column		Rank Price					
		1	2	3	4	5	
Rank Row	Month Movement	Range Price base on Commodity Group					
Normal Row	A	10 - 12	A1				
	B	8 - 9		B2			
	C	6 - 7			C3		
	D	5				D4	
	E	4					E5
	F	3					
	G	2					
	H	1					
	I	0					

4.3 Perhitungan Parameter *Stock Level Inventory*

Dalam pengelolaan *inventory* dikenal *stock level* maksimal dan *stock level* minimal. Keduanya dibangun atas beberapa parameter yaitu *safety stock*, *leadtime* dan *cycle order*. Maksimal *stock* sendiri merupakan Batasan *stock* yang diijinkan setelah mempertimbangkan *forecasting demand*, *safety stock*, *leadtime* dan *cycle order*. Formula yang digunakan adalah :

$$SL \text{ Max} = FD + (S + LT + CO)$$

$$SL \text{ Min} = FD - (S + LT)$$

Keterangan :

- SL = *Stock level* maximum
 SL = *Stock level* minimum
 FD = *Forecast demand*

Prediksi kebutuhan suatu *parts* dimasa yang akan datang selama periode tertentu, umumnya kebutuhan mingguan atau bulanan. Nilai *forecast demand* ini bisa didapatkan dengan pendekatan *statistical* maupun *deterministic* yang sudah diulas sebelumnya

4.3.1 *Safety Stock (SS)*

Safety stock adalah *stock* minimal yang harus tersedia disuatu cabang. *Safety stock* ini dibutuhkan untuk mengantisipasi jika terjadi:

1. Fluktuasi *Demand*
2. Fluktuasi *Lead Time*

Safety stock bisa jadi tidak dibutuhkan atau menjadi sangat kecil pada saat kondisi *demand flat* dengan *leadtime* yang stabil, namun akan menjadi besar jika sering terjadi fluktuasi *demand* atau fluktuasi *leadtime*.

4.3.2 *Lead Time (LT)*

Lead Time yang dimaksud disini adalah waktu yang dibutuhkan dalam pengadaan barang dari vendor, mulai dari *purchase* sampai barang diterima di *warehouse*. Data perhitungan yang digunakan adalah data *leadtime* untuk pengadaan *parts* dengan *stock order*, sementara data *leadtime* pengadaan *parts* dari *emergency order* atau *semi emergency order* tidak dijadikan acuan perhitungan data *leadtime*. Komponen *lead time* terdiri minimal:

1. Pembuatan dokumen
2. Pengajuan order
3. Persiapan *picking* dan *dispatching*
4. Pengiriman barang
5. Penerimaan dan proses *receipt* ke dalam *system*

4.3.3 *Cycle Order (CO)*

Cycle Order adalah frekuensi dalam melakukan *purchase order* selama periode tertentu. Komponen ini dimasukan kedalam perhitungan *stock level* maksimal

dimaksudkan untuk membackup transaksi hariannya selama rentang waktu dari *cycle order* pertama sampai dengan *cycle order* berikutnya dan seterusnya, misal *cycle order* mingguan maka stock yang dipegang selama satu minggu untuk memenuhi transaksi selama satu.minggu.

4.4 Perhitungan Kuantitas *Demand*

Kuantitas *demand* adalah jumlah total permintaan barang dalam suatu periode tertentu, yang biasanya dinyatakan dalam satuan unit Perhitungan ini sering digunakan untuk memahami kebutuhan barang dalam periode ²² u seperti harian, mingguan, bulanan, atau tahunan. Kuantitas *demand* dapat dihitung menggunakan rumus :

$$Demand\ Quantity = Jumlah\ Permintaan\ Harian \times Jumlah\ Hari$$

4.4.1 *Demand During Lead Time*

Permintaan selama *lead time* adalah jumlah barang yang dibutuhkan selama periode waktu sejak pesanan dibuat hingga barang tiba. Ini penting untuk menentukan reorder point (ROP).

$$Demand\ during\ lead\ time = Rata - rata\ permintaan\ harian \times Lead\ time$$

4.4.2 *Demand During Cycle Order*

Demand during cycle order adalah jumlah barang yang dibutuhkan selama periode siklus pemesanan. Siklus pemesanan (*cycle order*) adalah periode waktu antara dua kali pemesanan (*replenishment*) yang dilakukan.

$$Demand\ during\ cycle\ order = Rata - rata\ permintaan\ harian \times Waktu\ siklus\ pemesanan$$

4.5 Perhitungan *Stock Level*

Safety stock adalah *stock* minimal yang harus tersedia disuatu cabang. *Safety stock* ini dibutuhkan untuk mengantisipasi jika terjadi:

1. Fluktuasi *Demand*
2. Fluktuasi *Lead Time*

Safety stock bisa jadi tidak dibutuhkan atau menjadi sangat kecil pada saat kondisi *demand flat* dengan *leadtime* yang stabil, namun akan menjadi besar jika sering terjadi fluktuasi *demand* atau fluktuasi *leadtime*.

Formula yang digunakan adalah :

$$SL\ Max = FD(SS + LT + CO)$$

$$SL\ Min = FD(SS + LT)$$

Keterangan :

SL Max = *Stock level* maksimum

SL Min = *Stock level* minimum

FD = *Forecast Demand*

4.6 Selection Stock Item

Selection items adalah proses seleksi suatu *item Parts Numbers* (SKU) untuk dijadikan *stock*. Proses ini merupakan langkah ketiga dari *inventory control process*. Terdapat beberapa cara untuk membantu proses pemilihan item ini, diantaranya adalah prinsip pareto dan ABC *analysis*.

4.6.1 Metode Pareto

Prinsip pareto yaitu suatu prinsip yang didasarkan pada pengamatan yang dilakukan oleh Vilfredo Pareto (ada juga yang menuliskannya sebagai Alfredo Pareto), seorang ekonom-sosiolog Italia, Profesor Ekonomi Politik di Lausanne, Swiss (1848-1923). Sekitar tahun 1896, Pareto menemukan bahwa kekayaan hanya terkonsentrasi di tangan beberapa orang saja. Ketika itu ia memperkirakan bahwa 80% dari tanah di Italia dimiliki oleh 20% dari penduduknya atau kekayaan itu hanya dipegang oleh sebagian kecil dari populasi.

Prinsip Pareto ini kemudian terkenal dengan prinsip 80/20: 20% dari masalah memiliki 80% dari dampak dan hanya 20% dari masalah yang ada adalah penting. Selebihnya adalah masalah yang mudah, dan ternyata dalam organisasi manufaktur maupun jasa, masalah unit atau jenis cacat mengikuti distribusi yang sama. Artinya dari semua masalah yang ada, hanya sedikit yang sering terjadi sedangkan yang lainnya jarang terjadi. Bahkan kemudian dari sudut pandang kualitas, professor J. M. Juran (Ahli Mutu) mengadopsi ide Pareto ini, sebagai “asumsi Juran” yang diperkenalkan sebagai instrumen untuk mengklasifikasi masalah kualitas. Seperti hanya 20% dari masalah yang diidentifikasi menyebabkan 80% dari kerusakan/kesalahan/kecacatan. Pun demikian, bahwa sebagian besar hasil dalam situasi apa pun ditentukan oleh sejumlah kecil penyebab. Ide yang sering diterapkan pada data seperti angka penjualan: “80% penjualan ditentukan oleh 20 pelanggan”. Atau contoh lainnya adalah dengan fokus pada 20% aktifitas, perusahaan akan memperoleh 80% keuntungan.

Dalam konteks lainnya, gambaran implementasi prinsip 80/20 yang terdiri dari dua kelompok data terkait (biasanya sebab dan akibat, atau input dan output) juga bisa diinterpretasikan sebagai :

1. 80% keluhan datang dari 20% dari pelanggan
2. 80% dari output yang dihasilkan oleh 20% dari masukan
3. 80% dari hasil berasal dari 20% dari usaha
4. 80% dari aktivitas akan membutuhkan 20% dari sumber daya
5. 80% dari kesulitan dalam mencapai sesuatu terletak pada 20% dari tantangan
6. 80% dari pendapatan berasal dari 20% pelanggan
7. 8% dari masalah datang dari 20% penyebab
8. 80% dari keuntungan berasal dari 20% dari berbagai produk
9. 80% dari omset restoran berasal dari 20% menu Atau sesuai situasi dan kondisi yang dihadapi, pareto bisa untuk menganalisis seperti:
10. 20% dari pakaian di lemari yang dikenakan pada 80% waktu
11. 20% dari alat dalam kotak peralatan yang digunakan dalam 80% tugas

Dengan menggunakan diagram Pareto maka dapat dilakukan identifikasi terkait beberapa hal, diantaranya adalah:

1. Dapat memilah masalah utama/besar menjadi bagian yang lebih kecil sehingga dapat fokus pada upaya perbaikannya
2. Mengidentifikasi dan mengurutkan menurut prioritas atau faktor yang paling signifikan,
3. Memungkinkan pemanfaatan yang lebih baik sumber daya yang terbatas.

Untuk membangun sebuah Diagram Pareto, maka harus dimulai dengan kepemilikan data yang telah dikumpulkan dan dikelompokkan. Langkah-langkah sebagai berikut:

1. Pengumpulan Data

- a. Mengidentifikasi topik/kejadian/masalah dan faktor-faktor yang berkontribusi terhadap hal tersebut (kategori) yang akan diteliti (misalnya, data forecast demand dalam konteks inventory)
- b. Tentukan cara pengukuran yang tepat. Pengukuran umum adalah frekuensi (Month movement), kuantitas (Call/qty demand), biaya (Cost) dan waktu.
- c. Mengumpulkan data atau mengolah data yang sudah ada.

2. Pengolahan Data dengan MS.Excel

- a. Hasil pengumpulan/pengukuran data diberikan/diisikan pada masing masing kategori (pada dokumen Excel)
- b. Urutkan (sort) data yang dimiliki dari yang frekuensi tertinggi hingga terendah
- c. Hitung jumlah total hasil pengukuran keseluruhan kategori
- d. Hitung persentase tiap kategori
- e. Hitung jumlah kumulatif persentase kategori.

3. Tindak Lanjut

- a. Analisis/Interpretasikan dan komunikasikan hasil perhitungan tersebut
- b. Tentukan kriteria sesuai prioritas
- c. Evaluasi hasilnya dengan langkah-langkah tersebut diatas untuk perbandingan pasca intervensi

4.6.2 Metode ABC Analysis

Pada dasarnya metode ini hampir sama dengan prinsip pareto hanya saja dalam ABC *analysis* sebaran data dibagi menjadi 3 kriteria, yaitu sebagai berikut:

- A = 20% item berkontribusi 60% - 75% dari total amount
- B = 30% item berkontribusi 25% - 40% dari total amount
- C = 50% item berkontribusi 10% - 20% dari total amount

Ini hanya tahap awal saja untuk mempermudah proses seleksi, selanjutnya tetap dibutuhkan tahapan proses kriteria apa saja yang akan dijadikan stock item mengacu ada target-target inventory yang ditetapkan.



SOAL EVALUASI **Perhitungan Forecasting BAB 4**

1. Apa tujuan perhitungan forecast demand?
2. Apa yang dimaksud safety stock, lead time, dan cycle order?
3. Bagaimana proses stock composition berlangsung?

DAFTAR PUSTAKA

- Armstrong, J. S. (2001). *Principles of Forecasting: A Handbook for Researchers and Practitioners*. Springer.
- Assauri, S. 2008. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia. Jakarta
- Box, G. E. P., & Jenkins, G. M. (1970). *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. San Francisco: Holden-Day.
- Budi Harsanto. 2013. *Dasar-Dasar Ilmu Manajemen Operasi*. Bandung: UNPAD Press.
- E, Herjanto, *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: PT. Grasindo, 2003.
- Jacobs F., R., et all 2011, *Manufacturing Planning and Control for Supply Chain Management*, McGraw Hill
- Porter, M. E. (1985). *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. Free Press.