

**MONITORING PERSEDIAAN SUKU CADANG  
POLA REPLACEMENT MENGGUNAKAN METODA  
ADAPTIVE NEURO FUZZY INFERENCE SYSTEM**

**Tesis  
untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat Sarjana S-2 Program Studi  
Magister Sistem Informasi**



**HARTONO  
24010411400023**

**PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG  
2013**

## Monitoring Persediaan Suku Cadang Pola Replacement Menggunakan Metoda Adaptive Neuro Fuzzy Inference System

### ABSTRAK

Jumlah persediaan barang ditentukan dengan berdasarkan kebutuhan permintaan. Untuk bisa mengetahui kebutuhan permintaan perlu dilakukan prakiraan terhadap permintaan tersebut. Penelitian ini menggunakan data-data yang menerapkan pola penggantian (*replacement*) suku cadang modul elektronik pada alat produksi telekomunikasi pada sistem *transmisi, switching, access* dan *power*, yaitu dengan menggantikan modul elektronik pada sistem yang terganggu atau rusak dengan suku cadang modul elektronik yang baik dari gudang persediaan suku cadang, sedangkan modul elektronik yang rusak dikirimkan ke bagian *Repair Center* untuk diperbaiki kembali, sehingga hasil perbaikan tersebut dapat mengisi kembali gudang persediaan.

Parameter kecepatan pada proses perbaikan modul rusak (*repair*) modul elektronik, dalam bentuk waktu perbaikan rata-rata pada bagian pusat perbaikan, agar kembali menjadi modul elektronik yang siap digunakan sebagai suku cadang dalam pemenuhan persediaan aman pada gudang persediaan. Penelitian ini menggunakan metoda *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) dalam mengembangkan sistem pendukung keputusan untuk mengendalikan persediaan suku cadang yang tersedia di gudang persediaan dengan memperhitungkan beberapa parameter pendukung, yaitu permintaan, perbaikan dan pemenuhan suku cadang serta waktu perbaikan.

Penelitian ini menggunakan parameter input merupakan daur ulang perbaikan modul elektronik yang rusak dari *customer* untuk segera menggantikan modul di gudang persediaan dengan melakukan perbaikan di *Repair Center*. Sehingga faktor percepatan perbaikan kembali sangat berpengaruh sebagai input persediaan suku cadang di dalam gudang persediaan dan metoda yang digunakan adalah *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS).

Kata Kunci : ANFIS, persediaan suku cadang, *replacement*

## **Replacement Spare Part Inventory Monitoring using Adaptive Neuro Fuzzy Inference System Method**

### **ABSTRACT**

The amount of inventory is determined on the basis of the demand. So that users can know the demand forecasts need to be done on the request. This study uses the data to implement a replacement parts on the electronic module production equipment in the telecommunications transmission systems, switching, access and power, ie by replacing the electronic module in the system is trouble or damaged parts of a good electronic module spare parts inventory, while the faulty electronic modules shipped to the Repair Center for repaired again, so that the results of these improvements can replenish spare part inventory.

Parameters speed on improvement process of electronic module broken (repaired), in the form of an average repair time at the repair centers, in order to get back into the electronic module that is ready for used as spare parts in compliance with the safe supply inventory warehouse. This research using the method of Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) in developing a decision support system for inventory control of spare parts available in Warehouse Inventory taking into account several parameters supporters, namely demand, improvement and fulfillment of spare parts and repair time.

This study uses a recycling input parameter repair faulty electronic module of the customer to immediately replace the module in inventory warehouse, do improvements in the Repair Center. So the acceleration restoration factor is very influential as the input spare parts inventory supply in the warehouse and using the Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) method.

Keywords : ANFIS, Replacement, Inventory Monitoring

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Jumlah persediaan barang ditentukan dengan berdasarkan kebutuhan permintaan. Untuk dapat mengetahui kebutuhan permintaan perlu dilakukan prakiraan terhadap permintaan tersebut. Pada penelitian umumnya dilakukan prakiraan dengan menggunakan salah satu metode dari analisa runtun waktu (*time series analysis*), yaitu metode rata-rata pergerakan eksponensial (*exponentially weighted moving average*) dengan model untuk koreksi tren dan musim (*with trend and seasonal corrections*). Selain itu, juga dilakukan dengan menggunakan konsep *neural network*.

Pada penelitian ini, menggunakan data-data yang menerapkan pola penggantian (*replacement*) suku cadang modul elektronik pada alat produksi telekomunikasi pada sistem *transmisi, switching, access dan power*, yaitu dengan menggantikan modul elektronik pada sistem yang terganggu atau rusak dengan suku cadang modul elektronik yang baik dari gudang persediaan, sedangkan modul yang rusak dikirimkan kebagian *repair center* untuk diperbaiki kembali, sehingga hasil perbaikan tersebut dapat mengisi kembali gudang persediaan. Oleh sebab itu jumlah suku cadang modul elektronik pada gudang persediaan selalu optimal dan dalam kondisi siap digunakan dengan jumlah yang memadai.

Penelitian ini juga menyelidiki bahwa parameter kecepatan pada proses perbaikan modul rusak (*repair*), dalam bentuk waktu perbaikan rata-rata (*Mean Time To Repair-MTTR*) pada bagian *repair center*, agar kembali menjadi modul elektronik yang siap digunakan sebagai suku cadang dalam pemenuhan persediaan yang aman (*safety stock*) pada gudang persediaan.

Model pertama persediaan deterministik disajikan dalam *literature*, terutama modifikasi dari model klasik EOQ (Fleischmann, 1997). Dalam modelnya permintaan dengan tingkat pengembalian bersifat konstan. Tingkat pengembalian digambarkan sebagai bagian permintaan. Umpan balik dimasukkan sebagai pemulihan persediaan

(*recovery*). Produk *recovery* adalah produk pemulihan suku cadang dan disimpan menjadi produk baru sebagai persediaan hasil perbaikan (Shayeri, 1994).

Pekerjaan Schradys dilanjutkan oleh Steven Nahmias dan Henry Rivera. Berbeda dengan peneliti yang pertama, mereka menganggap kapasitas terbatas dari proses pemulihan dimulai dari nol. Penelitian berikutnya model yang mempunyai beberapa bagian untuk pengadaan dan pemulihan. Dalam model ini, hanya ada satu lot pengadaan dengan berasumsi terjadi nol kali *leading* tetapi kemungkinan tetap terjadi pembuangan atau *rejected* (Teunter, 2003).

Model disajikan Teunter dilanjutkan oleh Kastaros, dengan asumsi bahwa parameter yang menentukan jumlah pemulihan dan produksi berjalan, adalah bilangan bulat dan menambahkan kemungkinan terjadinya permintaan kembali (*backorders*) (Kastaros, 2008).

Penerapan model canggih dan teknik untuk manajemen persediaan suku cadang pada lingkungan berbasis teknologi tinggi, yaitu pada Angkatan Laut Kerajaan Belanda, secara khusus dibahas dalam struktur yang disebut model Vari-METRIC, dengan 1 set dirancang untuk sistem pendukung keputusan dalam manajemen suku cadang, dan pada awalnya diterapkan dalam organisasi militer. Namun, model Vari-METRIK, dengan serangkaian asumsi yang membatasi dan tidak memuaskan di sebagian besar organisasi besar berbasis teknologi. Dampak pengujian dari prioritas perbaikan dalam jaringan suku cadang, untuk prioritas penugasan pada item tertentu serta mengoptimalkan peningkatan *stock*, dan memperluas dengan metode Vari-METRIC (Rustenburg, 2001).

Pengembangan model persediaan selanjutnya perbaikan sistem operasi berdasarkan performansi berbasis logistik. Model ini menggunakan sistem siklus perputaran (*loop*) tertutup dan persediaan sebagai antrian M/M/m, dengan komponen kegagalan yang terdistribusi *Poisson* dan waktu perbaikan pada sebuah fasilitas layanan eksponensial. Model persediaan sistem operasi berbasis logistik tersebut telah menyediakan pemasok dan pelanggan serta meningkatkan fleksibilitas dalam mencapai target ketersediaan (Mirzahosseinian, 2011).

Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut diatas, maka pada penelitian ini menggunakan metoda *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) dalam mengembangkan sistem pendukung keputusan untuk memonitor status persediaan suku cadang yang tersedia di gudang persediaan dengan memperhitungkan beberapa parameter pendukung, yaitu permintaan, perbaikan dan pemenuhan suku cadang serta waktu perbaikan. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan simulasi komputer dengan input *database* dari data-data sistem yang beroperasi. Namun dalam program aplikasi sistem ini dapat diberikan masukan mandiri dan manual.

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya yaitu, parameter *input* merupakan daur ulang perbaikan modul elektronik yang rusak yang diperoleh dari *customer* untuk segera dapat menggantikan suku cadang di gudang persediaan melalui perbaikan di *repair center*. Faktor percepatan perbaikan *recovery* sangat berpengaruh terhadap parameter ini sebagai *input* persediaan suku cadang di dalam gudang persediaan dan metoda yang digunakan adalah *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS).

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat sistem pendukung keputusan untuk menentukan status monitoring persediaan suku cadang pola *replacement* menggunakan metoda *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*, agar ketersediaan suku cadang dapat dimonitor, sehingga ada tindakan manajemen untuk selalu dalam kondisi persediaan aman (*safety stock*).

## **1.3 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini, diharapkan dapat menjadi referensi bagi perusahaan dalam mengambil keputusan dalam hal monitoring, pengadaan dan minimum persediaan, serta pengendalian stok persediaan suku cadang yang optimal.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Model pertama persediaan deterministik disajikan dalam *literature*, terutama modifikasi dari model klasik EOQ (Fleischmann, 1997). Dalam modelnya permintaan dengan tingkat pengembalian bersifat konstan. Tingkat pengembalian digambarkan sebagai bagian permintaan. Umpan balik dimasukkan sebagai pemulihan persediaan (*recovery*). Produk *recovery* adalah produk pemulihan suku cadang dan disimpan menjadi produk baru sebagai persediaan hasil perbaikan (Shayeri, 1994).

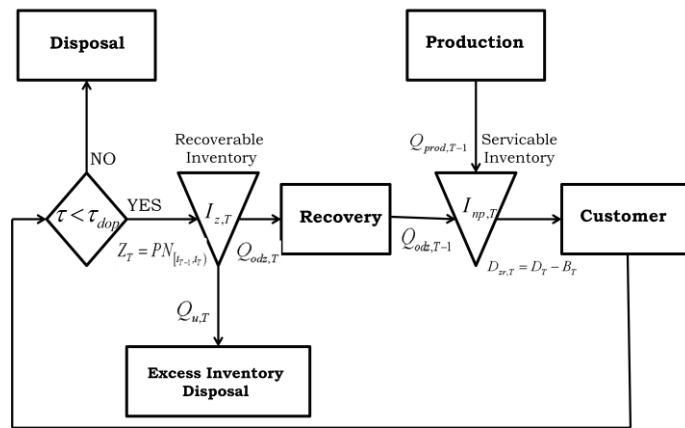
Pekerjaan Schrady's dilanjutkan oleh Steven Nahmias dan Henry Rivera. Berbeda dengan peneliti yang pertama, mereka menganggap kapasitas terbatas dari proses pemulihan dimulai dari nol. Penelitian berikutnya model yang mempunyai beberapa bagian untuk pengadaan dan pemulihan. Dalam model ini, hanya ada satu lot pengadaan dengan berasumsi terjadi nol kali *leading* tetapi kemungkinan tetap terjadi pembuangan atau *rejected* (Teunter, 2003).

Model disajikan Teunter dilanjutkan oleh Kastaros, dengan asumsi bahwa parameter yang menentukan jumlah pemulihan dan produksi berjalan, adalah bilangan bulat dan menambahkan kemungkinan terjadinya permintaan kembali (*backorders*) (Kastaros, 2008).

Penerapan model canggih dan teknik untuk manajemen persediaan suku cadang pada lingkungan berbasis teknologi tinggi, yaitu pada Angkatan Laut Kerajaan Belanda, secara khusus dibahas dalam struktur yang disebut model Vari-METRIC, dengan 1 set dirancang untuk sistem pendukung keputusan dalam manajemen suku cadang, dan pada awalnya diterapkan dalam organisasi militer. Namun, model Vari-METRIK, dengan serangkaian asumsi yang membatasi dan tidak memuaskan di sebagian besar organisasi besar berbasis teknologi. Dampak pengujian dari prioritas perbaikan dalam jaringan suku cadang, untuk prioritas penugasan pada item tertentu serta mengoptimalkan peningkatan *stock*, dan memperluas dengan metode Vari-METRIC (Rustenburg, 2001).

Pengembangan model persediaan selanjutnya perbaikan sistem operasi berdasarkan performansi berbasis logistik. Model ini menggunakan sistem siklus perputaran (*loop*) tertutup dan persediaan sebagai antrian M/M/m, dengan komponen kegagalan yang terdistribusi *Poisson* dan waktu perbaikan pada sebuah fasilitas layanan eksponensial. Model persediaan sistem operasi berbasis logistik tersebut telah menyediakan pemasok dan pelanggan serta meningkatkan fleksibilitas dalam mencapai target ketersediaan. (Mirzahosseinian, 2011).

Pemilihan model pengendalian persediaan untuk setiap suku cadang yang diberikan adalah kegiatan proses dalam manajemen persediaan dengan beberapa item sebagai parameternya. Klasifikasi item selalu dinamis sesuai dengan tahap dalam siklus hidup (*life cycle*) untuk membantu pengelola (*manager*) dalam pemilihan dan kalibrasi model untuk setiap item. Dalam konteks ini, model diterapkan tidak hanya untuk prosedur pengendalian persediaan, tetapi juga untuk keputusan atas perintah awal dan perintah pembuangan akhir, termasuk metode peramalan permintaan (Plewa, 2012). Konsep siklus sistem pengendalian persediaan ditunjukkan pada gambar 2.1



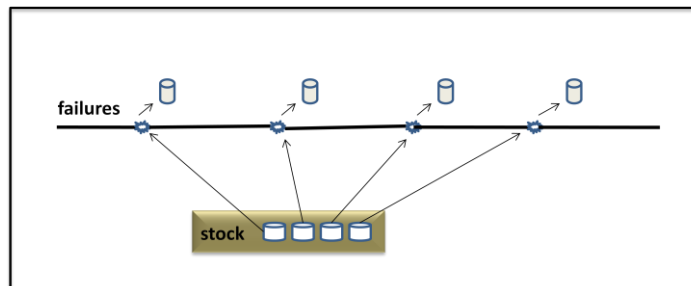
Gambar 2.1 Konsep Sistem Siklus Pengendalian Persediaan (Plewa, 2012)

Upaya telah dilakukan dalam pengembangan model kompleks dan spesifik untuk pengelolaan suku cadang, dalam beberapa kasus berdasarkan asumsi yang

membatasi aplikasi praktis. Tujuan pengendalian persediaan (Assauri, 1998) dapat diartikan sebagai usaha untuk :

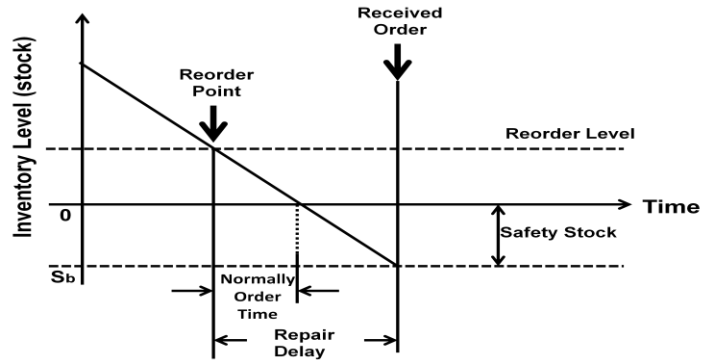
- a. Menjaga jangan sampai perusahaan kehabisan persediaan sehingga menyebabkan proses produksi terhenti.
- b. Menjaga agar penentuan persediaan oleh perusahaan tidak terlalu besar sehingga biaya yang berkaitan dengan persediaan dapat ditekan.
- c. Menjaga agar permintaan order secara kecil-kecilan dapat dihindari.

Ketika kegiatan perbaikan fisik sulit dilakukan (tidak mungkin) atau ketika biaya perbaikan melebihi biaya pembelian komponen, serta dianggap tidak dapat diperbaiki (*unrepairable*), setiap kali terjadi kegagalan komponen, sebagai pencegahan, dihapus dari operasi. Suku cadang dan komponen dari persediaan dihapus akan dibuang (Louit, 2005). Representasi model persediaan suku cadang tanpa melalui perbaikan ditunjukkan pada gambar 2.2.



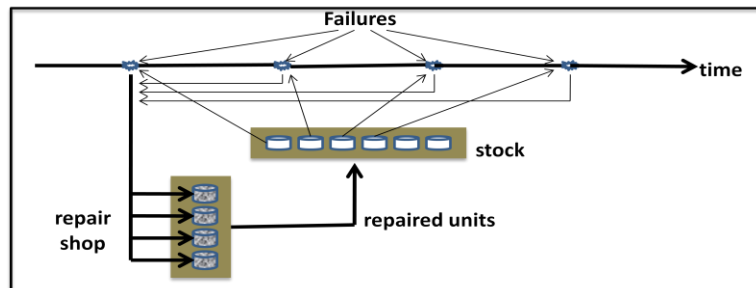
Gambar 2.2 Representasi model persediaan non perbaikan (Louit, 2005)

Dalam komponen suku cadang non perbaikan ditarik dalam interval ketersediaan persediaan. Sehingga panjang interval untuk dievaluasi mungkin berbeda dengan *lead time*, tergantung pada kondisi pengadaan tertentu dari perusahaan atau pada durasi sistem operasi. Representasi *time phased order point* dan persediaan pengaman ditunjukkan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Representasi *Time Phased Order Point* dan Persediaan Pengaman (Indrajit, 2005)

Pada kebanyakan aplikasi, pasokan suku cadang dengan melalui perbaikan (*repair*) menuju ke dalam keadaan operasional dengan cara yaitu, penggantian (*replacement*). Untuk pengelolaan persediaan suku cadang melalui perbaikan, setiap kali terjadi komponen gagal atau *failure*, akan dihapus dari operasi itu untuk digantikan (*replacement*) dengan suku cadang pengganti, dan komponen yang dihapus dikirim ke sebuah bengkel untuk perbaikan atau rekondisi. Setelah perbaikan selesai, komponen dikembalikan ke dalam persediaan, menunggu sampai dibutuhkan untuk operasi lagi. Representasi suku cadang dengan perbaikan ditunjukkan pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Representasi persediaan dengan perbaikan (Louit, 2005)

Hal ini diasumsikan sebagai perbaikan sempurna yaitu komponen dikembalikan sebagai suku cadang baru, setiap kali diperbaiki dan bahwa suku cadang selalu dapat diperbaiki. Dalam prakteknya, asumsi yang terakhir tersebut tidak dapat diterapkan pembatasan ketat, sebagai jumlah yang diharapkan dari

perbaikan untuk komponen suku cadang yang sama selama masa pemakaian. Pertama menggambarkan model dengan membuat asumsi kedua, yaitu kapasitas perbaikan tak terbatas, tidak ada batasan jumlah perbaikan yang dilakukan secara bersamaan di bengkel (Louit, 2005).

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya adalah pada penelitian ini, permintaan digunakan sebagai input parameter merupakan daur ulang perbaikan modul elektronik yang rusak dari *customer* untuk segera menggantikan modul di gudang persediaan dengan melakukan perbaikan di *Repair Center*. Sehingga faktor pemulihan percepatan perbaikan (*recovery*) sangat berpengaruh sebagai input persediaan suku cadang di dalam gudang persediaan dan metoda yang digunakan adalah (*Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System - ANFIS*).

Ketersediaan suku cadang modul elektronik di gudang persediaan ini sangat ditentukan oleh jumlah perbaikan suku cadang di *repair center* sehingga dapat memenuhi gudang persediaan tidak kekurangan atau kelebihan dalam volume penyediaannya.

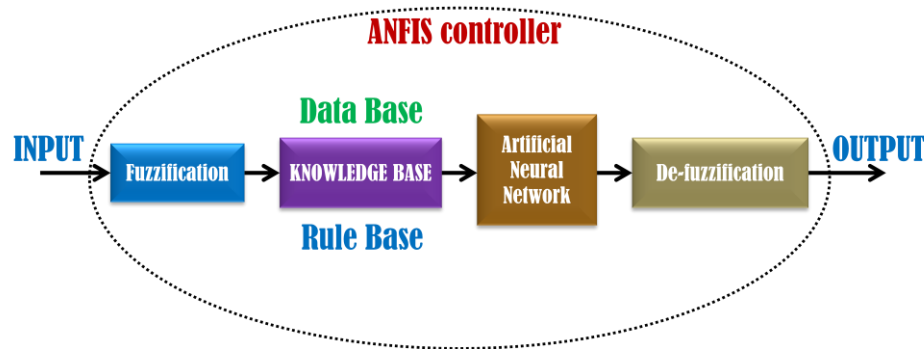
Adapun parameter yang mempengaruhi ketersediaan suku cadang modul elektronik ini adalah disamping pengadaan dibagian logistik pada saat pertama kali dilakukan pengadaan, juga ditentukan oleh kecepatan pada proses Perbaikan modul rusak (*recovery*) modul elektronik (*Mean Time To Repair – MTTR*) pada bagian *repair center*, untuk diperbaiki kembali menjadi suku cadang modul elektronik yang siap digunakan, hal ini sangat dominan dalam pemenuhan mempengaruhi proses di gudang persediaan.

## **2.2 Dasar Teori**

### **2.2.1 Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)**

Model *fuzzy* dapat digunakan sebagai pengganti dari *perceptron* dengan banyak lapisan. Sistem ini dibagi menjadi 2 grup, yaitu grup berupa jaringan syaraf dengan bobot-bobot *fuzzy* dan fungsi aktivasi *fuzzy*, dan grup lainnya berupa jaringan syaraf dengan *input* yang difuzzikan pada lapisan pertama atau kedua, namun bobot-

bobot pada jaringan syaraf tersebut tidak difuzzikan. *Neuro-Fuzzy* termasuk kelompok yang kedua (Osowski, 2004). Dalam pengontrol ANFIS, jaringan saraf yang mampu belajar adalah (*Single Input - Single Output – SISO*). Struktur *ANFIS Controller* ditunjukkan pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Struktur *ANFIS Controller* (Jang, 1993)

*ANFIS (Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* atau *Adaptive Network-based Fuzzy Inference System*) adalah arsitektur yang secara fungsional sama dengan *fuzzy rule base* model Sugeno. Arsitektur *ANFIS* juga sama dengan jaringan syaraf dengan fungsi radial dengan sedikit batasan tertentu. *ANFIS* adalah suatu metoda yang sama dalam melakukan pengaturan menggunakan algoritma pembelajaran data. Pada *ANFIS* juga memungkinkan aturan-aturan untuk beradaptasi.

Agar jaringan dengan fungsi basis radial ekuivalen dengan *fuzzy* berbasis aturan model Sugeno orde 1 ini diperlukan batasan sebagai berikut :

- a. Aturan-aturan harus memiliki metoda agregasi yang sama (rata-rata terbobot atau penjumlahan berbobot) untuk menghasilkan semua outputnya.
- b. Jumlah fungsi aktivasi harus sama dengan jumlah aturan *fuzzy* (IF-THEN).
- c. Jika ada beberapa input pada basis aturannya, maka tiap-tiap fungsi aktivasi harus sama dengan fungsi keanggotaan tiap-tiap inputnya.
- d. Fungsi aktivasi dan aturan-aturan *fuzzy* harus memiliki fungsi yang sama untuk *neuron-neuron* dan aturan-aturan yang ada di sisi outputnya.

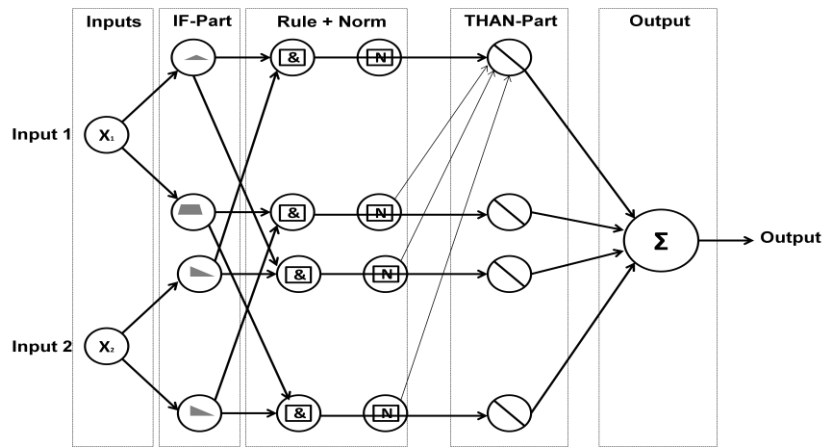
Jika ditinjau dari sisi arsitektur, *ANFIS* misalkan ada 2 *input*  $x_1$ ,  $x_2$  dan satu *output*  $y$ . Ada 2 (dua) aturan pada basis aturan model Sugeno (Jang, 1993), yaitu :

If  $x_1$  is  $A_1$  and  $x_2$  is  $B_1$ . Then  $y_1 = c_{11}x_1 + c_{12}x_2 + c_{10}$  (2.1)

If  $x_1$  is  $A_2$  and  $x_2$  is  $B_2$ . Then  $y_2 = c_{21}x_1 + c_{22}x_2 + c_{20}$  (2.2)

Jika  $\alpha$  predikat untuk aturan ke dua aturan adalah  $w_1$  dan  $w_2$ , maka dapat dihitung rata-rata terbobot :

$$y = \frac{w_1 y_1 + w_2 y_2}{w_1 + w_2} = \bar{w}_1 y_1 + \bar{w}_2 y_2 \quad (2.3)$$



Gambar 2.6 Arsitektur Jaringan ANFIS (Jang, 1993)

Jaringan ANFIS ditunjukkan gambar 2.6 terdiri dari lapisan-lapisan sebagai berikut (Jang, 1993) :

- a. Tiap-tiap *neuron* 1 pada lapisan pertama adaptif terhadap parameter fungsi aktivasi. Output dari neuron berupa derajat keanggotaan yang diberikan oleh fungsi keanggotaan input, yaitu :  $\alpha A_1(x_1), \alpha A_2(x_1)$  atau  $\alpha B_2(x_2)$ . Sebagai contoh, misalkan fungsi keanggotaan diberikan persamaan (2.4).

$$\mu(x) = \frac{1}{1 + \left| \frac{x-c}{a} \right|^{2b}} \quad (2.4)$$

Dimana  $\{a,b,c\}$  adalah parameter-parameter, biasanya  $b = 1$ . Jika nilai parameter-parameter ini berubah, maka bentuk kurva yang terjadi pun akan berubah. Parameter-parameter pada lapisan ini biasanya dengan nama *premise parameters*.

- b. Tiap-tiap neuron pada lapisan kedua berupa neuron tetap yang outputnya adalah hasil dari masukan. Biasanya digunakan operator AND. Tiap-tiap node merepresentasikan  $\alpha$  predikat dari aturan ke-i.
- c. Tiap-tiap neuron pada lapisan ketiga berupa node tetap yang merupakan hasil perhitungan rasio dari  $\alpha$  predikat ( $w$ ), dari aturan ke-I terhadap jumlah dari keseluruhan  $\alpha$  predikat.

$$\bar{w}_i = \frac{w_1}{w_1 + w_2}, \text{ dengan } I = 1,2 \quad (2.5)$$

Hasil ini dikenal dengan nama *normalized firing strength*.

- d. Tiap-tiap *neuron* pada lapisan keempat merupakan *node* adaptif terhadap suatu *output*.

$$\bar{w}_i y_i = \bar{w}_i (c_{i1} x_1 + c_{i2} x_2 + c_{i0}) ; \text{ dengan } I = 1, 2 \quad (2.6)$$

Dengan  $\bar{w}_i$  adalah *normalized firing strength* apada lapisan ke tiga dan  $\{c_{i1}, c_{i2}, c_{i0}\}$  adalah parameter-parameter pada *neuron* tersebut. Parameter-parameter pada lapisan tersebut disebut dengan nama *consequent parameters*.

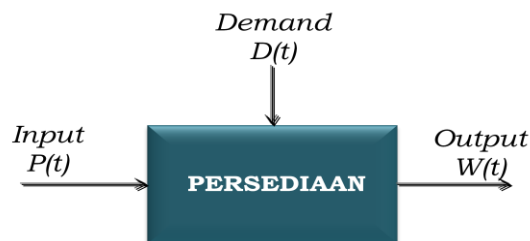
- e. Tiap-tiap *neuron* pada lapisan kelima adalah *node* tetap yang merupakan penjumlahan dari semua masukan.

### 2.2.2 Dasar Teori Persediaan

Pengertian pengendalian persediaan barang umum adalah suatu aktiva yang meliputi barang-barang milik perusahaan dengan maksud untuk dijual dalam suatu periode usaha yang normal (Assauri, 1998). Pengendalian persediaan merupakan usaha-usaha yang dilakukan oleh suatu perusahaan termasuk keputusan-keputusan yang diambil sehingga kebutuhan akan bahan untuk keperluan proses produksi dapat terpenuhi secara optimal dengan resiko yang sekecil mungkin. Dan pengendalian

persediaan juga usaha-usaha penyediaan bahan-bahan yang diperlukan untuk proses produksi sehingga dapat berjalan lancar tidak terjadi kekurangan bahan serta dapat diperoleh biaya persediaan yang sekecil-kecilnya.

Gambar 2.7 menunjukkan sistem persediaan yang dipengaruhi oleh proses input dan proses output.  $P(t)$  adalah rata-rata material atau bahan yang masuk kedalam sistem persediaan pada saat  $t$ . Sedangkan  $W(t)$  adalah rata-rata suatu material atau bahan keluar dari sistem persediaan. Output ( $W(t)$ ) dipengaruhi oleh permintaan atau kebutuhan terhadap material atau bahan, dengan rata-rata  $D(t)$ , yang berasal dari luar perusahaan dan berada diluar kendali perusahaan.



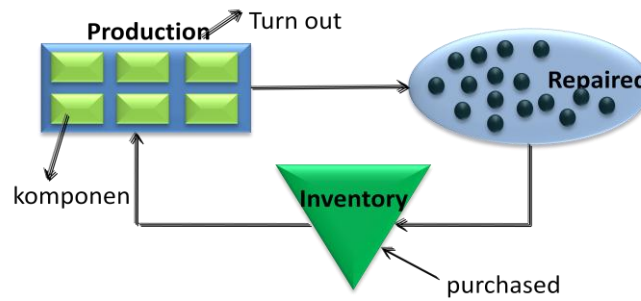
Gambar 2.7 Sistem Persediaan *Input - Output*

Walaupun terkadang kita dapat mempengaruhi permintaan dengan kebijaksanaan harga dan iklan, atau kebutuhan akan suatu bahan dapat dikendalikan melalui proses produksi yang dijalankan,  $D(t)$  dapat dianggap sebagai variabel yang berada diluar kendali perusahaan. Rata-rata *output* ( $W(t)$ ) akan sama dengan rata-rata permintaan ( $D(t)$ ), kecuali jika persediaan mengalami kekurangan, dengan kata lain  $D(t)$  lebih besar dari  $P(t)$ , atau yang disebut juga sebagai kondisi “*out-of-stock*” dan “*stockout*”.

Kekurangan yang timbul dapat dipenuhi dengan *rush order* (pemesanan mendadak). Bagi pihak *supplier*, *rush order* tentu tidak dapat diprediksi waktu dan jumlahnya. Karena itu, *rush order* tentu harus dilakukan kepada *supplier* yang memiliki sistem dengan tingkat responsif yang tinggi. Tingkat responsif yang tinggi didukung oleh sistem yang fleksibel, yang mampu mengubah volume dan waktu dari output yang dihasilkan.

Proses input merupakan bagian dari sistem persediaan yang dapat dikontrol perusahaan melalui kebijaksanaan kapan dan berapa banyak pemesanan perlu

dilakukan. Walaupun demikian, keterlambatan keterlambatan pemenuhan pemesanan dari pemasok bisa saja terjadi, sehingga rata-rata input aktual ( $P(t)$ ), akan berdeviasi atau berbeda dari harapan perusahaan. Bentuk pengembangan sistem persediaan *input-output* melalui proses perbaikan (*repaired*) ditunjukkan pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Sistem Persediaan *Material Repaired*

Pengendalian persediaan dimaksudkan untuk membantu kelancaran proses produksi, melayani kebutuhan berupa bahan-bahan atau barang jadi dari waktu ke waktu. Sedangkan tujuan dari pengendalian persediaan adalah sebagai berikut:

- Menjaga agar jangan sampai perusahaan kehabisan bahan-bahan sehingga menyebabkan terhenti atau terganggunya proses produksi.
- Menjaga agar keadaan persediaan tidak terlalu besar atau berlebihan sehingga biaya-biaya yang timbul dari persediaan tidak besar pula.
- Selain untuk memenuhi permintaan pelanggan, persediaan juga diperlukan apabila biaya untuk mencari barang / bahan penggantian atau biaya kehabisan bahan atau barang (*stock out*) relatif besar.

Fungsi utama pengendalian persediaan adalah menyimpan untuk melayani kebutuhan perusahaan akan bahan mentah atau barang jadi dari waktu ke waktu.

Fungsi tersebut diatas ditentukan oleh berbagai kondisi seperti :

- Apabila jangka waktu pengiriman bahan mentah relatif lama maka perusahaan perlu persediaan bahan mentah yang cukup untuk memenuh kebutuhan perusahaan selama jangka waktu pengiriman
- Seringkali jumlah yang dibeli / diproduksi lebih besar dari yang dibutuhkan.

- c. Apabila permintaan barang hanya sifatnya musiman sedangkan tingkat produksi setiap saat adalah konstan maka perusahaan dapat melayani permintaan tersebut dengan membuat tingkat persediaannya berfluktuasi mengikuti fluktuasi permintaan.
- d. Selain untuk memenuhi permintaan langganan, persediaan juga diperlukan apabila biaya untuk mencari barang atau bahan pengganti atau biaya kehabisan barang atau bahan relatif besar.

### **2.2.2.1 Sistem Pengisian Kembali Persediaan.**

#### **a. Sistem Permintaan Independen**

Sistem permintaan independen permintaan akan barang yang tidak tergantung pada waktu atau jumlah permintaan barang lain. model perhitungan yang digunakan yaitu :

##### **1) Sistem pemesanan tetap**

Setiap jumlah yang dipesan selalu tetap model yang digunakan biasanya model EOQ (*economic order quantity*)

##### **2) Sistem produksi tumpukan**

Sistem ini berorientasi pada produksi barang dalam tumpukan tertentu model yang digunakan EPQ (*economic production quantity*) ROT (*runout time method*) dan AROT (*aggregate runout time method*)

##### **3) Sistem periodik tetap**

Sistem ini digunakan untuk perhitungan atau tinjauan pemesanan kembali persediaan barang berdasarkan jadwal waktu yang tetap dan metode yang digunakan biasanya EOI (*economic order interval*)

##### **4) Sistem minimum maksimum**

Sistem ini mengharuskan adanya batas minimum persediaan barang agar proses produksi tidak terhenti dan batas maksimum persediaan untuk menjaga agar persediaan tidak menumpuk terlalu banyak.

**b. Sistem Permintaan Dependen**

Jenis permintaan ini tergantung pada waktu dan jumlah permintaan barang lain, permintaan jenis ini biasanya pada produksi rakitan, model yang terkenal dalam sistem ini yaitu MRP (*material requirement planning*).

**c. Sistem Permintaan dengan Ciri Tersendiri**

Dalam sistem ini permintaan barang memiliki jumlah, frekuensi dan waktunya mempunyai pola tersendiri yang berubah-ubah, kadang teratur dan kadang tidak teratur.

**2.2.2.2 Pengisian Kembali Persediaan Barang Umum**

Membicarakan tentang pengisian kembali persediaan, perlu dipertajam dan dibedakan antara pengisian kembali persediaan barang umum dan pengisian kembali persediaan suku cadang. Perbedaan mengenai kedua jenis material adalah :

**a. Barang Umum**

- 1) Penggunaannya tidak tergantung dari peraturan dari peralatan tertentu.
- 2) Biasanya banyak pabrik yang membuatnya
- 3) Biasanya banyak tersedia secara siap-ada (*ready stock*) dipasaran
- 4) Frekuensi dan jumlah penggunaannya relatif tetap
- 5) Relatif mudah untuk memprediksi keperluan yang akan datang
- 6) Jenisnya cukup banyak
- 7) Cukup mudah untuk melaksanakan standarisasi
- 8) Tingkat saling dapat dipertukarkan sangat tinggi

**b. Suku Cadang**

- 1) Penggunaannya tergantung dari peralatan tertentu
- 2) Yang membuat biasanya hanya satu pabrik, atau setidaknya jumlah pabriknya sangat terbatas
- 3) Biasanya tidak tersedia secara siap ada di pasaran, kecuali jenis suku cadang umum.

- 4) Frekuensi dan jumlah penggunaannya sangat bervariasi
- 5) Relatif sulit untuk memprediksi keperluan yang akan datang
- 6) Jenis dan macamnya sangat banyak
- 7) Lebih sulit untuk melaksanakan standarisasi
- 8) Tingkat saling dapat dipertukarkan sangat rendah

Disamping ada perbedaan, ada pula persamaannya. Hal-hal yang sama dimiliki oleh barang umum dan suku cadang adalah :

- a. Kedua barang tersebut bisa rusak, dan perlu diganti
- b. Keperluan dibagi dua bagian yaitu :
  - Rutin
  - Non rutin
- c. Pergerakan dibagi dua bagian yaitu :
  - Cepat
  - Lambat

### **2.2.2.3 Konsep Persediaan Minimum - Maksimum**

Untuk menjaga berlangsungnya operasi suatu pabrik beberapa jenis barang tertentu dalam jumlah minimum tersedia, tetapi barang yang disimpan juga harus ada maksimumnya. Persediaan minimum adalah nol, asumsinya bahwa perusahaan memerlukan suatu persediaan minimum untuk menjaga kontinuitas usahanya.

Persediaan minimum ini dianggap sebagai suatu elemen yang harus selalu tetap, sehingga dinilai dengan harga pokok yang tetap. Harga pokok untuk persediaan minimum biasanya diambil dari pengalaman yang lalu. Persediaan maksimum adalah sebanyak yang secara ekonomis mencapai optimal.

Contoh :

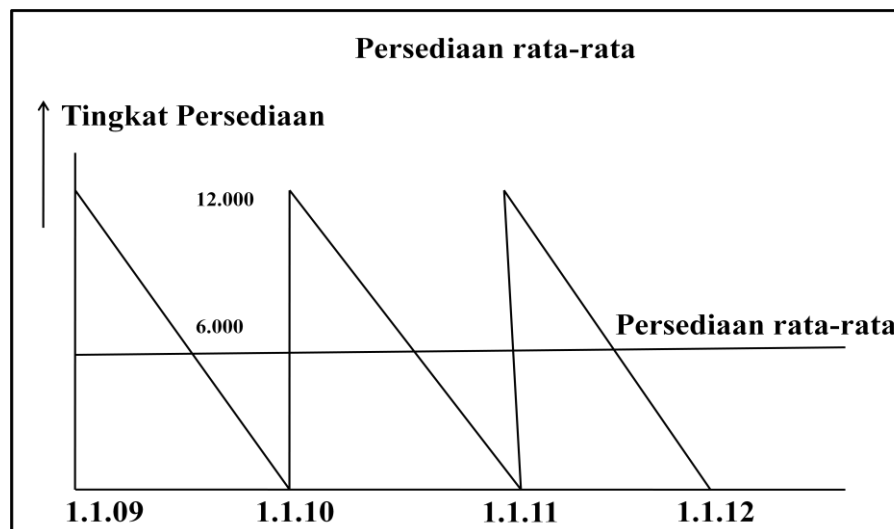
Pemakaian rata-rata per bulan	: 5 buah
Waktu pemesanan	: 2,5 bulan
Persediaan pengamanan	: 1 bulan pemakaian
Persediaan minimum	: $(2,5 \times 5) + 5$

#### 2.2.2.4 Jumlah Pemesanan Ekonomis

Proses persediaan semakin sering pengisian kembali persediaan itu dilakukan, maka persediaan rata-rata akan semakin kecil, dan ini mengakibatkan biaya dalam bentuk biaya penyediaan barang akan makin kecil juga. Tetapi dilain pihak makin sering pengisian kembali persediaan itu dilakukan, maka biaya pemesanan akan semakin besar pula. Oleh karena itu dicari suatu keseimbangan yang paling ekonomis atau paling optimal dari dua hal yang saling bertentangan tersebut. Untuk mencari titik keseimbangan dari rumus EOQ. Untuk menjelaskan pemikiran tersebut sampai pada rumus atau formula EOQ, diterangkan secara runtut sebagai berikut :

##### a. Konsep persediaan rata-rata

Perusahaan membeli satu macam barang pada setiap awal tahun, dipakai selama tahun tersebut, maka barang akan habis pada akhir tahun. Sehingga dalam hal ini dapat dikatakan bahwa persediaan rata-rata adalah separuh dari jumlah yang dibeli tersebut. Gambar 2.9 menjelaskan dimana jumlah setiap kali pemesanan adalah 12.000 satuannya, yaitu untuk keperluan satu tahun, sehingga persediaan rata-ratanya adalah 6.000 satuan.



Gambar 2.9 Pesanan Periodik Berjangka Waktu

Dalam penggambaran dengan grafik belum detail, dapat dibantu dengan contoh perhitungan matematis sebagai berikut :

Jumlah Persediaan :

1 Januari 2009	= 12.000 Satuan
1 Februari 2009	= 11.000 Satuan
1 Maret 2009	= 10.000 Satuan
1 April 2009	= 9.000 Satuan
1 Mei 2009	= 8.000 Satuan
1 Juni 2009	= 7.000 Satuan
1 Juli 2009	= 6.000 Satuan
1 Agustus 2009	= 5.000 Satuan
1 September 2009	= 4.000 Satuan
1 Oktober 2009	= 3.000 Satuan
1 November 2009	= 2.000 Satuan
1 Desember 2009	= 1.000 Satuan
1 Januari 2010	= 0 satuan
Jumlah	= 78.000 satuan

Persediaan rata-rata setiap awal bulan adalah :  $78.000 / 13 = 6.000$  satuan.

Gambar 2.9 menunjukkan grafik, dimana pemesanan tidak dilakukan setahun sekali untuk keperluan 1 tahun, tetapi 2 kali setahun dan setiap kali keperluan pemakaian setengah tahun yaitu 6.000 satuan. Dalam hal ini tingkat persediaan rata-rata menjadi  $6.000 / 2 = 3.000$  satuan.

#### **b. Konsep biaya minimum**

Jumlah pesanan yang paling ekonomis adalah pada jumlah biaya yang paling kecil, yaitu 3 atau 4 kali dalam setahun. Angka atau titik inilah yang dinamakan EOQ. Cara kedua yang dapat ditempuh untuk mencari EOQ ialah dengan menggambar angka-angka dalam tabel tersebut ke dalam grafik. Pada

tabel tersebut ada dua fungsi adalah fungsi biaya pemesanan dan fungsi biaya penyediaan barang, dengan persamaan fungsi sebagai berikut :

**1) Fungsi biaya pemesanan**

$$Y = nP \quad (2.7)$$

$P$  = Biaya pemesanan perpesanan,

$n$  = Frekuensi pemesanan dalam setahun

**2) Fungsi Biaya penyediaan barang**

$$Y' = \frac{AC}{2n} \quad (2.8)$$

$A$  = Harga pemakaian barang setiap tahun,

$C$  = Biaya penyediaan barang (dalam %)

$n$  = Frekuensi pemesanan dalam setahun

**2.2.2.5 Formula Pemesanan Atas Dasar Tinjauan Periodik**

Rumus formula pemesanan kembali berdasarkan tinjauan periodik :

$$N = K (P+W+S) - (G+O) \quad (2.9)$$

$N$  = Jumlah yang harus dipesan (dalam satuan barang)

$K$  = konsumsi, yaitu pemakaian rata-rata per bulan (dalam satuan barang), dihitung dari rata-rata selama satu tahun terakhir

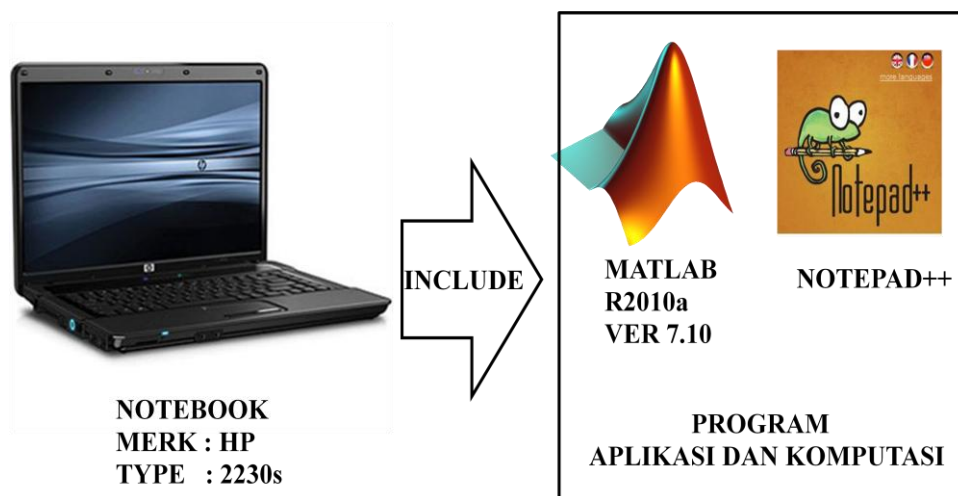
$P$  = Periode antara tinjauan (bulanan)

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan dan sumber penelitian menggunakan data sistem aplikasi *Atemis* yaitu Sistem Informasi Manajemen *Maintenance* pada Telkom MSC yang berisi bahan-bahan yang digunakan untuk melakukan observasi penelitian dengan mempertimbangkan studi *literature* pada peneliti-peneliti sebelumnya dalam bentuk jurnal. *Sampling* data yang diambil berupa besaran jumlah order yang masuk, jumlah pengguna, jumlah transaksi yang terjadi, jumlah permintaan dan jumlah penerimaan modul, jumlah modul rusak dan baik. *Sampling* data tersebut selanjutnya diolah dalam suatu sistem pendukung keputusan menggunakan metode *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS)*.

Alat yang digunakan berupa perangkat keras dan perangkat lunak komputer. Perangkat keras berupa *Notebook* merk HP Type : 2230s, *Processor* : Intel Dual Core, RAM : 4 GB, dan *Operating System* : Windows XP Professional serta perangkat lunak berupa *software* komputasi MATLAB R2010a Ver.7.10.0 dan program aplikasi *Notepad++* untuk editor data-data training dan testing. Adapun *Notebook* dengan program komputasi dan aplikasi ditunjukkan pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Notebook dengan program komputasi dan aplikasi

## 3.2 Prosedur Penelitian

### 3.2.1 Alur Proses Penelitian

Memprediksi status persediaan suku cadang kualitatif sangat tergantung kepada keahlian seorang pakar. Keadaan ini membangkitkan pemikiran bila keahlian itu dapat dialihkan dengan pelatihan ke dalam sistem pakar, maka sistem yang telah dilatih mempunyai kemampuan menyerupai keahlian pakar tersebut sehingga pemakai yang belum berpengalaman memprediksi status ketersediaan suku cadang akan mampu melakukan pekerjaan keahlian tersebut dengan bantuan sistem pakar yang telah dilatih tersebut.

Dari studi kepustakaan diperoleh identifikasi tentang pengendalian persediaan suku cadang dan sistem pakar. Selanjutnya berdasarkan alur proses dikembangkan ke dalam blok diagram sistem.

Konsep dasar sistem pakar adalah keahlian, pakar, pengalihan keahlian, inferensi, aturan dan kemampuan menjelaskan (Turban, 1988). Pengalihan keahlian dilakukan dengan wawancara dengan pakar industri yang berpengalaman di bidang pengendalian persediaan suku cadang.

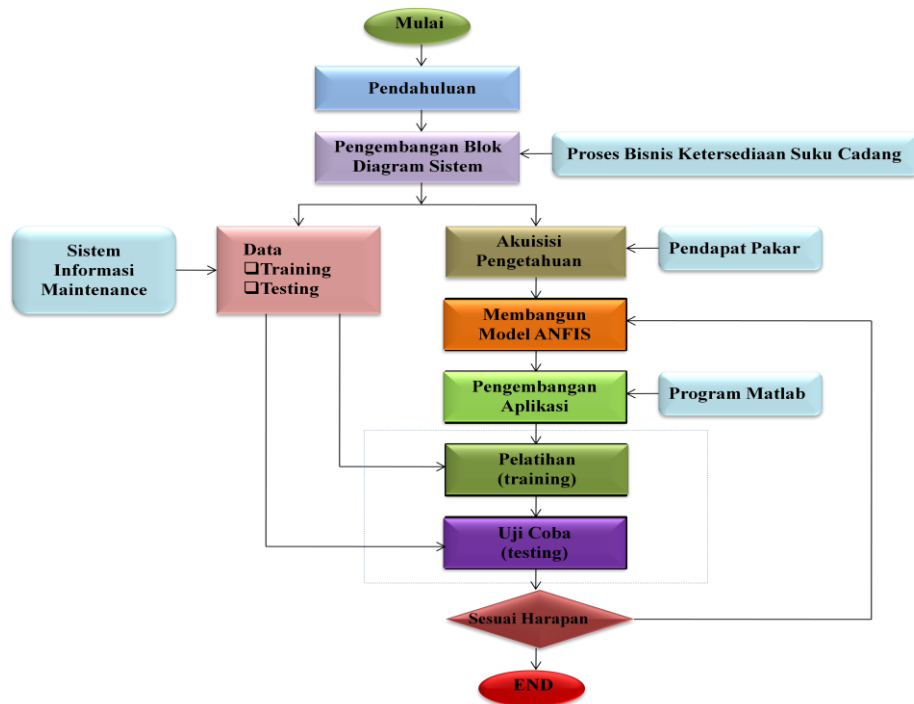
*Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) akan dikembangkan untuk pengembangan model sistem. Sampel data diperoleh dari Sistem Informasi Manajemen *Maintenance* dan *Repair* pada sebuah perusahaan telekomunikasi. Data yang diperoleh terdiri dari data *training* dan data *testing*.

Pelatihan model sistem menggunakan data *training*, sedangkan uji coba model sistem menggunakan data *testing*. Data training dan testing disimpan dalam bentuk file.dat untuk digunakan pada saat pelatihan. Selanjutnya data training dan testing diuploading untuk dilakukan pelatihan dan pengujian. Data output perkiraan dibandingkan dengan data output yang dihasilkan, untuk diperoleh besaran faktor koreksi. Diagram alur proses penelitian ditunjukkan pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Alur Proses Penelitian

Sedangkan alur perancangan model sistem pendukung keputusan status monitoring persediaan pola replacement menggunakan metoda ANFIS ditunjukkan gambar 3.3.



Gambar 3.3 Alur Pembentukan DSS Monitoring Status Persediaan ANFIS

### 3.2.2 Proses Inferensi

Dalam penelitian ini, proses prediksi monitoring status persediaan suku cadang diatasi dengan pendekatan sistem pakar. Konsep dasar sistem pakar adalah keahlian, ahli, pengalihan keahlian, inferensi, aturan dan kemampuan untuk menjelaskan (Turban, 1988). Ahli adalah seseorang yang berkompeten di bidang persediaan suku cadang pada *inventory*. Pengalihan keahlian tentang prediksi pengendalian persediaan suku cadang dari pakar ke dalam komputer untuk dialihkan lagi ke pemakai yang lain merupakan tujuan sistem ini.

Proses ini membutuhkan 4 aktifitas yaitu tambahan pengetahuan (akuisisi dari pakar), representasi ke dalam komputer, inferensi pengetahuan dan pengalihan keahlian kepada pemakai lainnya.

### 3.2.3 Akuisisi Pengetahuan

Akuisisi pengetahuan dilakukan melalui wawancara dengan 2 pakar. Pertama wawancara dengan Ir. Frigid Harjono, *Technical Assisstan Support Manager, Maintenance Service Center* PT. Telekomunikai Indonesia, Bandung. Wawancara dilakukan di Kantor Pusat *Maintenance Service Center* Bandung pada tanggal 6 Mei 2013. Wawancara kedua dengan Ir. Heru Daya Komara, *Repair and Replacement Manager, Maintenance Service Center* PT. Telekomunikasi Indonesia, Bandung pada tanggal 13 Mei 2013.

Dari wawancara dengan pakar diperoleh kesimpulan bahwa faktor yang menentukan proses prediksi pengendalian persediaan suku cadang pola *replacement* adalah permintaan penggantian (*replace order*), laju kecepatan perbaikan (*repair rate*) dan jumlah selang waktu permintaan (*frequence order*). Ketiga faktor tersebut adalah faktor yang paling dominan disamping ada faktor lain yang menentukan tapi tidak begitu signifikan.

Dalam proses layanan permintaan suku cadang pola *replacement* dibagi 2 tahapan proses yaitu proses administrasi dan proses teknis. Proses administrasi meliputi layanan yaitu pencatatan nomor order, tanggal, jenis barang, jumlah barang suku cadang dan nama customer. Disamping itu juga dilakukan pemeriksaan visual

fisik barang suku cadang yang rusak sebagai pengganti (*replacement*) suku cadang yang diminta. Tujuan pemeriksaan *visual* fisik barang suku cadang tersebut adalah untuk mengetahui apakah suku cadang tersebut masih layak untuk diperbaiki atau tidak. Jika diketahui layak untuk diperbaiki maka dapat dikirim langsung ke *repair center*, sedangkan jika dinyatakan tidak layak perbaikan seperti hangus terbakar atau tertimbun tanah banjir, maka dinyatakan tidak dapat diperbaiki (*unrepairable*) untuk dilakukan pembelian baru.

Dari penjelasan pakar maka pada penelitian ini digunakan 3 parameter utama sebagai *input* dari sistem pengendalian persediaan suku cadang pola *replacement*. Semua parameter input tersebut mempunyai klasifikasi dan kriteria menurut kondisi yang terjadi.

Laju kecepatan perbaikan (*repair rate*) dibagi dalam 4 klasifikasi yaitu rendah, sedang, tinggi dan sangat. Parameter ini dibagi 4 klasifikasi sebab secara data statistik menunjukkan tingkat pertumbuhan yang sangat fluktuatif pada masing-masing jenis barang suku cadang, terutama pada modul-modul elektronik sub bagian yang mencatu antar muka *subscriber*.

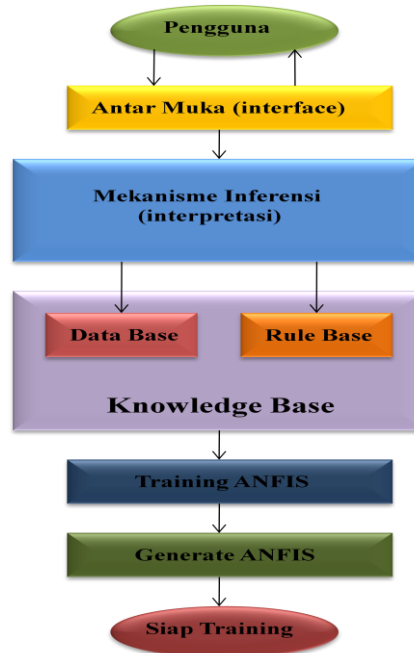
Volume permintaan penggantian (*replace order*) dibagi dalam 3 klasifikasi yaitu sedikit, sedang dan jarang. Parameter ini dibagi 3 sebab menunjukkan tingkat fluktuatif sedikit lebih rendah dibandingkan kecepatan perbaikan.

Begitu juga dengan jumlah selang waktu permintaan (*frequence order*) juga dibagi 3 klasifikasi yaitu jarang, sedang dan sering. Parameter ini dibagi 3 sebab menunjukkan tingkat fluktuatif juga sedikit lebih rendah dibandingkan kecepatan perbaikan.

### **3.3 Disain Sistem Monitoring**

Pengguna adalah operator yang menjalankan proses layanan persediaan suku cadang dengan pola *replacement*. Operator dibantu sistem untuk melakukan prediksi pengendalian persediaan suku cadang sendiri dengan tujuan untuk memberikan laporan kepada bagian organisasi terkait agar melakukan analisa dan evaluasi. Dari analisa kebutuhan maka dikembangkan model yang mengacu pada sistem pakar.

Mekanisme disain status pengendalian persediaan *replacement* ANFIS ditunjukkan pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Disain monitoring status persediaan *replacement* ANFIS

### 3.3.1 Disain Struktur Data

*Repair rate* (RR), *Replace Order* (RO) dan *Frequence Order* (FO) sebagai komponen regresi majemuk untuk menguji korelasi dari ketiganya, dengan asumsi persamaan :

$$Y = a + bX_1 + cX_2 + \varepsilon \quad (3.1)$$

RR disimbolkan sebagai  $Y$ , RO disimbolkan sebagai  $X_1$  dan FO disimbolkan sebagai  $X_2$ . Data tersebut diambil dari laporan sistem informasi manajemen *maintenance* pada tahun 2009 sebagai *input training*. Untuk pelacakan koefisien regresi majemuk diawali dengan melakukan penjumlahan semua unit untuk tiap variabel.

Urutan tahapan regresi majemuk sebagai berikut :

Langkah pertama

$$\sum Y = na + b \sum X_1 + c \sum X_2 \quad (3.2)$$

Langkah kedua, kalikan (1) dengan  $X_1$

$$\sum YX_1 = a \sum X_1 + b \sum X_1^2 + c \sum X_1X_2 \quad (3.3)$$

Langkah ketiga, kalikan (1) dengan  $X_2$

$$\sum YX_2 = a \sum X_2 + b \sum X_1X_2 + c \sum X_2^2 \quad (3.4)$$

Tidak merubah makna pada persamaan (3.2) , kedua ruas di sebelah kanan dan kiri tanda “=” dibagi dengan  $n$ .

$$\frac{\sum Y}{n} = \frac{na}{n} + b \frac{\sum x_1}{n} + c \frac{\sum x_2}{n} \quad (3.5)$$

Suku pertama, ketiga dan terakhir adalah nilai rata-rata masing-masing  $Y_1, X_1$  dan  $X_2$  oleh sebab itu maka,

$$(a) \bar{Y} = a + b \bar{X}_1 + c \bar{X}_2 \quad (3.6)$$

Dengan tanda bar diatas sebagai indikasi nilai rata-rata variabel yang bersangkutan. Selanjutnya , semua nilai masing-masing variabel dikurangkan dengan nilai rata-ratanya. Hasil pengurangannya diberi label dengan huruf kecil atas variable yang bersangkutan.

$$y = (Y - \bar{Y}) \quad (3.7)$$

$$x_1 = (X_1 - \bar{X}_1) \quad (3.8)$$

$$x_2 = (X_2 - \bar{X}_2) \quad (3.9)$$

Sehingga persamaan (3.3) dan (3.4) berubah menjadi persamaan sebagai berikut,

$$\sum yx_1 = b \sum x_1^2 + c \sum x_1x_2 \quad (3.10)$$

karena  $\sum x_1 = 0$  maka,

$$\sum yx_2 = b \sum x_1x_2 + c \sum x_2^2 \quad (3.11)$$

karena  $\sum x_2 = 0$

Persamaan (3.2) (3.3) (3.4) juga disebut sebagai persamaan normal (*normal equation*). Ketiga persamaan tersebut memuat 3 nilai yang tidak diketahui (yaitu  $a$ ,  $b$  dan  $c$ ).

Dengan melakukan eliminasi dan substitusi diterapkan untuk memperoleh nilai  $a$ ,  $b$  dan  $c$ . Pendekatan matriks digunakan untuk membantu mendapatkan harga ketiga koefisien regresi tersebut.

$$a = \bar{Y} - b \bar{X}_1 - c \bar{X}_2 \quad (3.12)$$

$$b = \frac{(\sum yx_1)(\sum x_2^2) - (\sum yx_2)(\sum x_1x_2)}{(\sum x_1^2)(\sum x_2^2) - (\sum x_1x_2)^2} \quad (3.13)$$

$$c = \frac{(\sum yx_2)(\sum x_1^2) - (\sum yx_1)(\sum yx_2)}{(\sum x_1^2)(\sum x_2^2) - (\sum x_1x_2)^2} \quad (3.14)$$

### 3.3.1.1 Basis Data Fuzzy (*Fuzzy Data Base*)

Rancang bangun struktur data menggunakan himpunan *fuzzy*. Data dibedakan atas kriteria dan parameter. Kriteria adalah faktor yang mempengaruhi keadaan status persediaan suku cadang pola *replacement*. Masing-masing kriteria mempunyai parameter yang mencerminkan keanggotaan pada himpunan *fuzzy*.

Keputusan yang dihasilkan dari proses penalaran masih dalam bentuk fuzzy, yaitu berupa derajat keanggotaan keluaran. Hasil ini harus diubah kembali menjadi variabel numerik non fuzzy melalui proses defuzzyfikasi.

#### a. Model Defuzzifikasi Mamdani

Ada 2 metoda yang umum digunakan adalah :

- 1) Maximum of Mean (MOM)

Metoda ini didefinisikan sebagai berikut :

$$V_0 = \sum_{j=1}^J \frac{V_j}{J} \quad (3.15)$$

$$V_j = v \mu_v(v) \quad (3.16)$$

$V_0$  : nilai keluaran

$J$  : jumlah harga maksimum

$V_j$  : nilai keluaran maksimum ke-j

$\mu_v(v)$  : derajat keanggotaan elemen-elemen pada fuzzy set  $v$

$v$  : semesta pembicaraan

## 2). Center of Area (COA)

Metoda ini didefinisikan sebagai berikut :

$$v_0 = \frac{\sum_{k=1}^m V_k \mu_k(v_k)}{\sum_{k=1}^m \mu_v v_k} \quad (3.17)$$

$v_0$  : nilai keluaran

$m$  : tingkat kuantisasi

$v_k$  : elemen ke-k

$\mu_k(v_k)$  : derajat keanggotaan pada fuzzy set  $v$ .

$v$  : semesta pembicaraan

### b. Model defuzzifikasi Metoda Sugeno

Penalaran *fuzzy* metoda Sugeno hamper sama dengan penalaran Mamdani hanya saja output sistem tidak berupa himpunan fuzzy, melainkan berupa konstanta atau persamaan linier. Metoda ini diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985.

Secara umum model *fuzzy* Sugeno terdiri dari 2 jenis yaitu :

1) Model *fuzzy* Sugeno orde-nol

IF input 1 = x dan input 2 = y, THEN Outputnya z=k

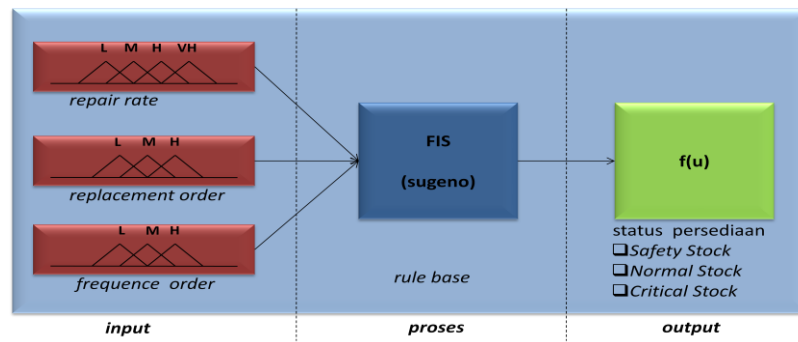
2) Model *fuzzy* Sugeno orde-1

IF input1 = x dan input2 = y, THEN Outputnya adalah z=ax+by+c

Defuzzifikasi dilakukan dengan cara mencari rata-ratanya (*weight average wtaver*) :

$$\text{Final Ouput} = \frac{\sum_{i=1}^N w_i z_i}{\sum_{i=1}^N w_i} \quad (3.18)$$

Dalam sistem *fuzzy* keanggotaan ini direpresentasikan dalam *membership function* (mf). Nilai fungsi keanggotaan masing-masing faktor yang mempengaruhi *input*, diperoleh berdasarkan wawancara dengan pakar. *Membership Function* ANFIS Ketersediaan Suku Cadang ditunjukkan pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 *Membership Function* ANFIS Ketersediaan Suku Cadang

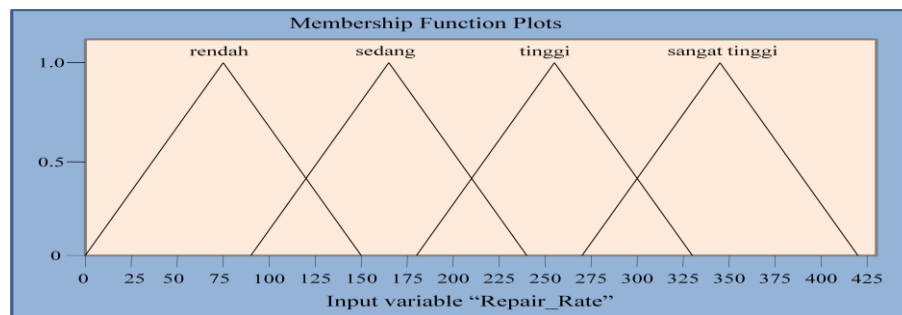
Laju perbaikan (*repair rate*) terdiri 4 parameter yaitu rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi. Penilaian tingkat *repair rate* ditetapkan atas pengukuran jumlah waktu minimum dan maksimum hasil perbaikan dalam kurun waktu satu bulan. Pengukuran kecepatan berkisar antara 1 sampai dengan 420 unit modul per bulan. Laju repair dikatakan sangat tinggi bila mencapai 270 sampai dengan 420 unit modul per bulan. Nilai *fuzzy* kecepatan repair berdasarkan pengukuran jumlah unit modul rata-rata per

bulan laju kecepatan repair (*repair rate*). Klasifikasi Nilai Data Fuzzy Laju Kecepatan Perbaikan (*Repair Rate*) ditunjukkan pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Klasifikasi Nilai Data Fuzzy Laju Kecepatan Perbaikan (*Repair Rate*.)

No	Parameter	Selang Nilai	Pengukuran
1	rendah	$1 \leq N \leq 150$	<i>repair rate</i> rata-rata 1 s/d 150 unit/bulan
2	sedang	$90 \leq N \leq 240$	<i>repair rate</i> rata-rata 90 s/d 240 unit/bulan
3	tinggi	$180 \leq N \leq 330$	<i>repair rate</i> rata-rata 180 s/d 330 unit/bulan
4	sangat Tinggi	$270 \leq N \leq 420$	<i>repair rate</i> rata-rata 270 s/d 420 unit/bulan

Fungsi keanggotaan *repair rate* digambarkan sebagai *Membership function repair rate* seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.6.



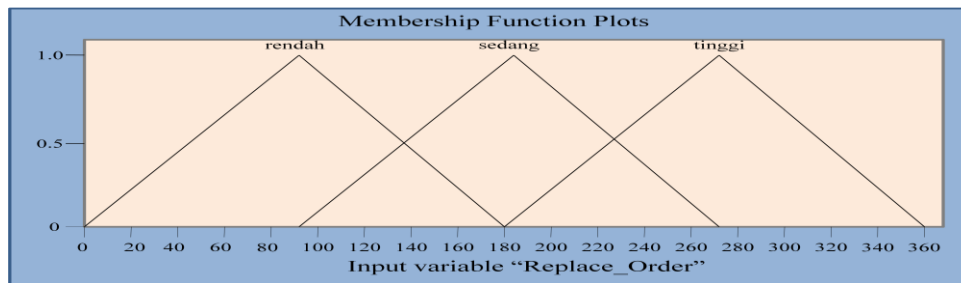
Gambar 3.6 *Membership function repair rate*

Volume permintaan (*replace order*) terdiri 3 parameter yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Penilaian tingkat *replace order* ditetapkan atas pengukuran jumlah waktu minimum dan maksimum hasil perbaikan dalam kurun waktu satu bulan. Pengukuran *replace order* berkisar antara jumlah 1 sampai dengan 360 unit unit modul. Volume *replacement order* dikatakan rendah bila mencapai dibawah 180 unit modul per bulan. Nilai fuzzy volume *replace order* berdasarkan pengukuran volume yang dicapai dalam satu bulan pengukuran. Nilai Data *Fuzzy Volume Permintaan Replacement* ditunjukkan pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Klasifikasi Nilai Data *Fuzzy Replace Order*.

No	Parameter	Selang Nilai	Pengukuran
1	sedikit	$1 \leq N \leq 180$	<i>replace order</i> rata-rata 1 s/d 180 unit
2	sedang	$90 \leq N \leq 270$	<i>replace order</i> rata-rata 90 s/d 270 unit
3	banyak	$180 \leq N \leq 360$	<i>replace order</i> rata-rata 180 s/d 360 unit

Fungsi keanggotaan *replace order* seperti yang digambarkan pada gambar 3.7.



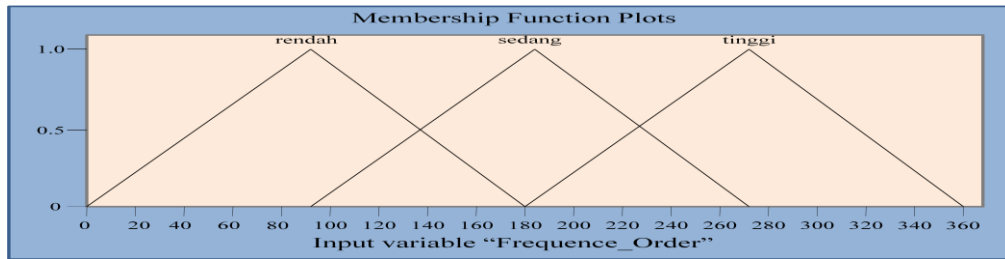
Gambar 3.7 *Membership function replace order*

*Frequence Order* terdiri 3 parameter yaitu jarang, sedang, dan sering. Penilaian tingkat *frequence order* ditetapkan atas pengukuran jumlah selang waktu antar order pada unit modul yang sama permintaan dalam kurun waktu satu bulan. Pengukuran *frequence order replacement* berkisar antara jumlah 1 sampai dengan 270 kali dalam 1 bulan. *Frequence order* dikatakan jarang bila dibawah 105 kali, sedang antara 1 sampai dengan 270 kali dan sering bila mencapai diatas 180 kali per bulan. Nilai *fuzzy order frquence* berdasarkan pengukuran frekuensi order yang dicapai dalam 1 bulan pengukuran. Klasifikasi Nilai Data *Fuzzy Frequence Order* (FO) ditunjukkan tabel 3.3.

Tabel 3.3 Klasifikasi Nilai Data *Fuzzy Frequence Order* (FO).

No	Parameter	Selang Nilai	Pengukuran
1	jarang	$1 \leq N \leq 180$	FO rata-rata order 1 s/d 180 kali/unit order/bulan
2	sedang	$90 \leq N \leq 270$	FO rata-rata order 90 s/d 270 kali/unit order/bulan
3	sering	$180 \leq N \leq 360$	FO rata-rata order 180 s/d 360 kali/unit order/bulan

Fungsi keanggotaan *frequency order* ditunjukkan pada gambar 3.8.



Gambar 3.8 *Membership function frequency order*

### 3.3.1.2 Basis Aturan (*Rule Base*)

Pada perhitungan data fuzzy dengan ANFIS digunakan kaidah aturan IF THEN. Aturan dibuat berdasarkan pendapat pakar. Jumlah aturan sesuai dengan jumlah kriteria dan parameternya. Pada penelitian ini ada 3 kriteria yaitu, Laju kecepatan perbaikan (*repair rate*), volume permintaan penggantian (*replacement order*), dan Jumlah selang waktu pesanan penggantian (*frequency order*). Kriteria *repair rate* mempunyai 4 parameter sedangkan *replace order* dan *frequency order* masing-masing 3 parameter. Sehingga jumlah aturan sebanyak  $4 \times 3 \times 3 = 36$  aturan.

Pada rancang bangun ANFIS, aturan dibentuk secara adaptif sesuai karakteristik data *training* yang dimasukkan. Contoh aturan ditunjukkan pada tabel 3.4 dibawah ini menggambarkan 5 buah aturan, aturan lebih lengkapnya ditunjukkan pada Lampiran 7.

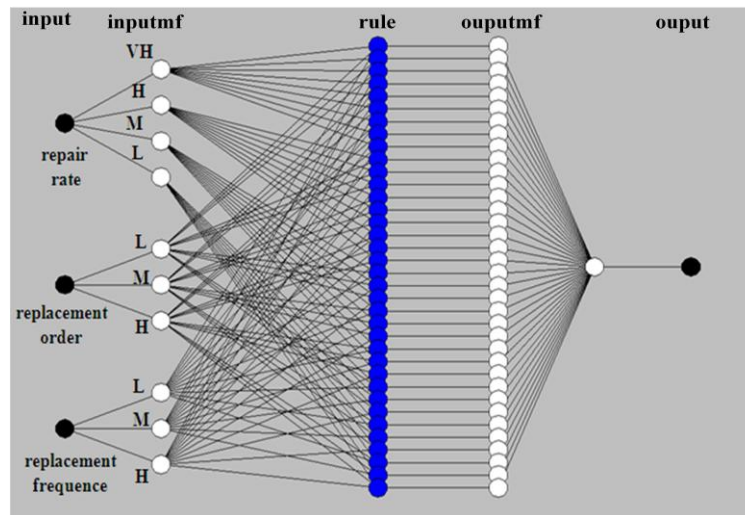
Tabel 3.4 Contoh 5 dari 36 Basis Aturan (*Rule Base*)

Rule ke	Rule Base	Kep.Status Persediaan
1	IF "Repair_Rate" <i>sangat tinggi</i> AND "Replace_Order" <i>sedikit</i> AND "Frequency_Order" <i>jarang</i>	THAN <i>Safety</i>
2	IF "Repair_Rate" <i>sangat tinggi</i> AND "Replace_Order" <i>sedikit</i> AND "Frequency_Order" <i>sedang</i>	THAN <i>Safety</i>
3	IF "Repair_Rate" <i>sangat tinggi</i> AND "Replace_Order" <i>sedikit</i> AND "Frequency_Order" <i>sering</i>	THAN <i>Safety</i>
4	IF "Repair_Rate" <i>sangat tinggi</i> AND "Replace_Order" <i>sedang</i> AND "Frequency_Order" <i>jarang</i>	THAN <i>Safety</i>
5	IF "Repair_Rate" <i>sangat tinggi</i> AND "Replace_Order" <i>sedang</i> AND "Frequency_Order" <i>sedang</i>	THAN <i>Safety</i>

### 3.4 Disain Struktur Model

Disain arsitektur menggunakan ANFIS. Sistem inferensia *fuzzy* yang digunakan adalah tipe Takagi-Sugeno orde 1, sedangkan untuk fungsi keanggotaan menggunakan *prismf*. Proses pembelajaran yang dilakukan menggunakan algoritma *Hybrid* dan proses defuzzifikasi menggunakan metoda *Weighted Average*.

Arsitektur ANFIS ditentukan oleh jumlah kriteria dan parameter. Ada 3 kriteria *input* yaitu *repair rate*, *replace order* dan *frequence order*. Dengan komposisi 4 parameter *input* pertama dan masing-masing 3 parameter untuk *input* kedua dan ketiga. Disain struktur ANFIS ketersediaan suku cadang ditunjukkan pada gambar 3.9.



Gambar 3.9 Disain Struktur ANFIS Ketersediaan Suku Cadang

### 3.5 Disain Keluaran (*output*)

Proses *output* adalah suatu proses yang dilakukan untuk menampilkan nilai keluaran yang dihasilkan oleh proses prediksi. Metode ANFIS yang digunakan pada pengolahan data *input* dan *output* menggunakan kaidah aturan *IF-THAN* yang disusun dalam suatu *rule*. Contoh kaidah *IF-THAN* dalam system prediksi ketersediaan suku cadang adalah *IF repair rate suku cadang is rendah and replace order is banyak AND frequence order is sering THEN ketersediaan suku cadang is critical*. Jumlah input 3 buah dengan fungsi keanggotaan masing-masing input pertama 4 *membership*

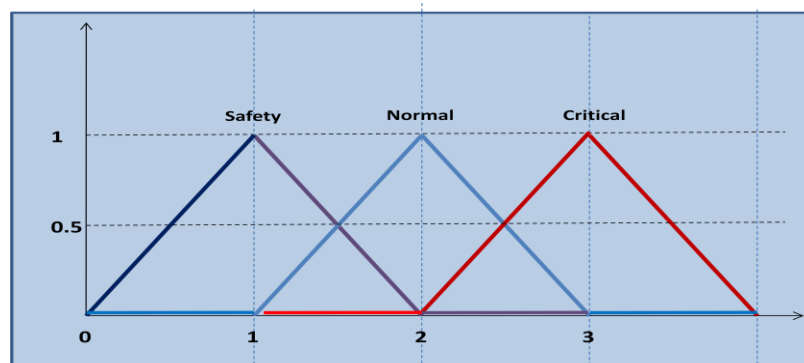
*function* (mf), *input* kedua dengan 3 *membership function* (mf) dan *input* ketiga dengan 3 *membership function* (mf). Sehingga jumlah aturan yang terdapat dalam sistem ini berjumlah 36 *rule*.

Kesimpulan ANFIS diinterpretasikan dalam 3 kategori. Data kategori diperoleh dengan cara membuat fungsi keanggotaan *output* data *training*. Jumlah fungsi keanggotaan sebanyak 3 buah dan jenis *triangle*. Pengelompokan kategori ditetapkan berdasarkan nilai keanggotaan yang terbesar. Dari data *training* diperoleh jumlah nilai minimal dan maksimal *output*. Nilai minimum dan maksimum *output* data *training* ditunjukkan pada tabel 3.5

Tabel 3.5 Nilai minimum dan maksimum *output* data *training*.

Kategori	Parameter	Status
Value 1	1	<i>Safety Stock</i>
Value 2	2	<i>Normally Stock</i>
Value 3	3	<i>Critical Stock</i>

Sedangkan fungsi keanggotaan dalam pembagian pengelompokan *output* data *training* ditunjukkan pada gambar 3.10.



Gambar 3.10 Fungsi keanggotaan data kategori *output*

Contoh kasus nilai kesimpulan ANFIS untuk memprediksi status persediaan, *repair rate* adalah 135 unit modul per bulan, *replace order* 135 unit modul dengan *frequency order* 135 kali dalam sebulan akan diinterpretasikan posisi di tengah dan

nilai kesimpulan ANFIS akan diinterpretasikan *normally stock*. Interpretasi kesimpulan ANFIS dipresentasikan sebagai Prediksi 1 yaitu dalam kondisi *safety stock*, Prediksi 2 yaitu *normally stock* dan Prediksi 3 yaitu *critical stock*. Masing-masing kategori sebagai *output* model ini selanjutnya oleh *user* akan ditindak-lanjuti sebagai solusi.

Tindak lanjut sesuai dengan kategori *output* adalah sebagai berikut :

Prediksi 1 : Kemungkinan suku cadang dalam kondisi *safety stock*.

Tindak lanjutnya:

- a. Menjaga kestabilan produktivitas laju perbaikan.
- b. Menjaga agar layanan tetap konstan.

Prediksi 2 : Kemungkinan suku cadang dalam kondisi *normally stock*.

Tindak lanjutnya:

- a. Meningkatkan produktivitas kecepatan repair.
- b. Menjaga suku cadang Inventori tetap terkondisi.

Prediksi 3 : Kemungkinan suku cadang dalam kondisi *Critical Stock*.

Tindak lanjutnya:

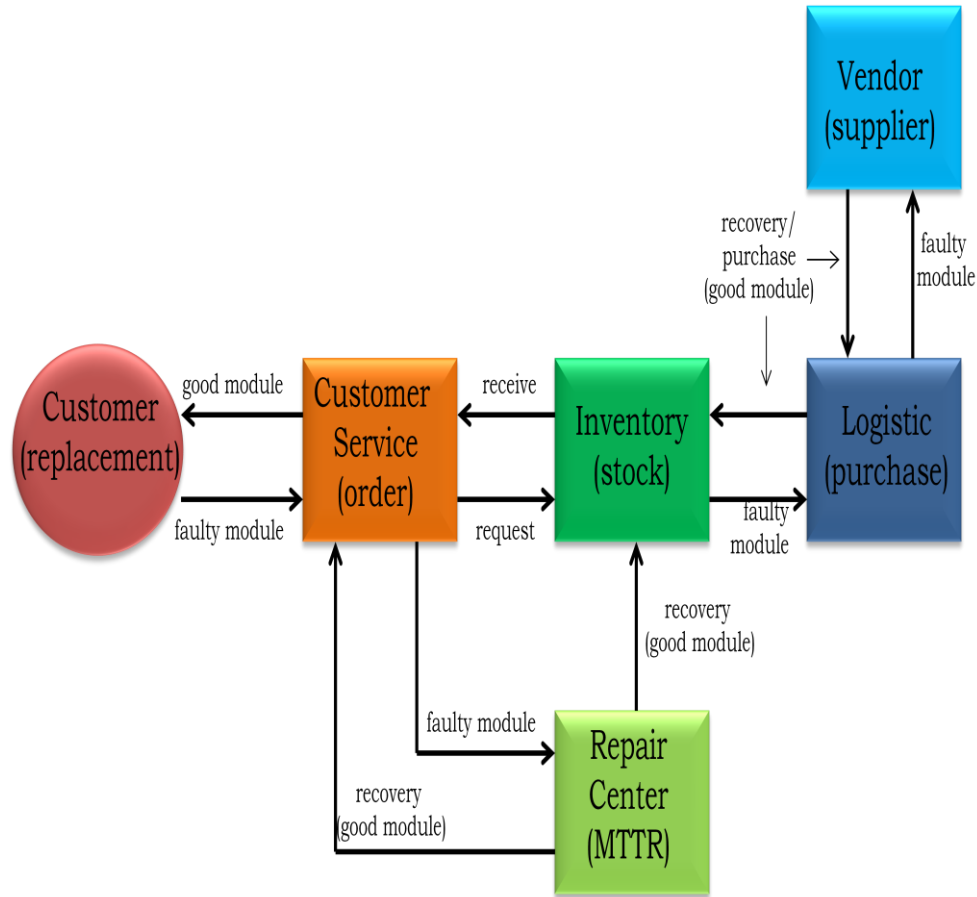
- a. Meningkatkan produktivitas kecepatan repair dengan disiplin tinggi dan dimonitor setiap perkembangannya..
- b. Meningkatkan pengkondisian suku cadang di dalam *inventory* dengan suhu ruangan sesuai spesifikasi.

### **3.6 Disain Model Persediaan ANFIS**

Penelitian ini menyajikan sebuah sistem pengendalian persediaan yang didasarkan pada logika *Neuro-Fuzzy*. Metode yang disajikan untuk dapat menentukan monitoring persediaan yang optimal. Metode ini pada dasarnya merupakan sistem

pendukung keputusan (*Decision Support System*) dan mampu menyediakan status parameter permintaan barang pada tingkat operasional.

Berikut ini adalah merupakan proses bisnis internal di pada salah satu bidang jasa layanan replacement suku cadang modul elektronika perangkat telekomunikasi di Telkom *Maintenance Service Center* (MSC). Proses bisnis *replacement* modul elektronik pada perusahaan Telkom MSC ditunjukkan pada gambar 3.11.

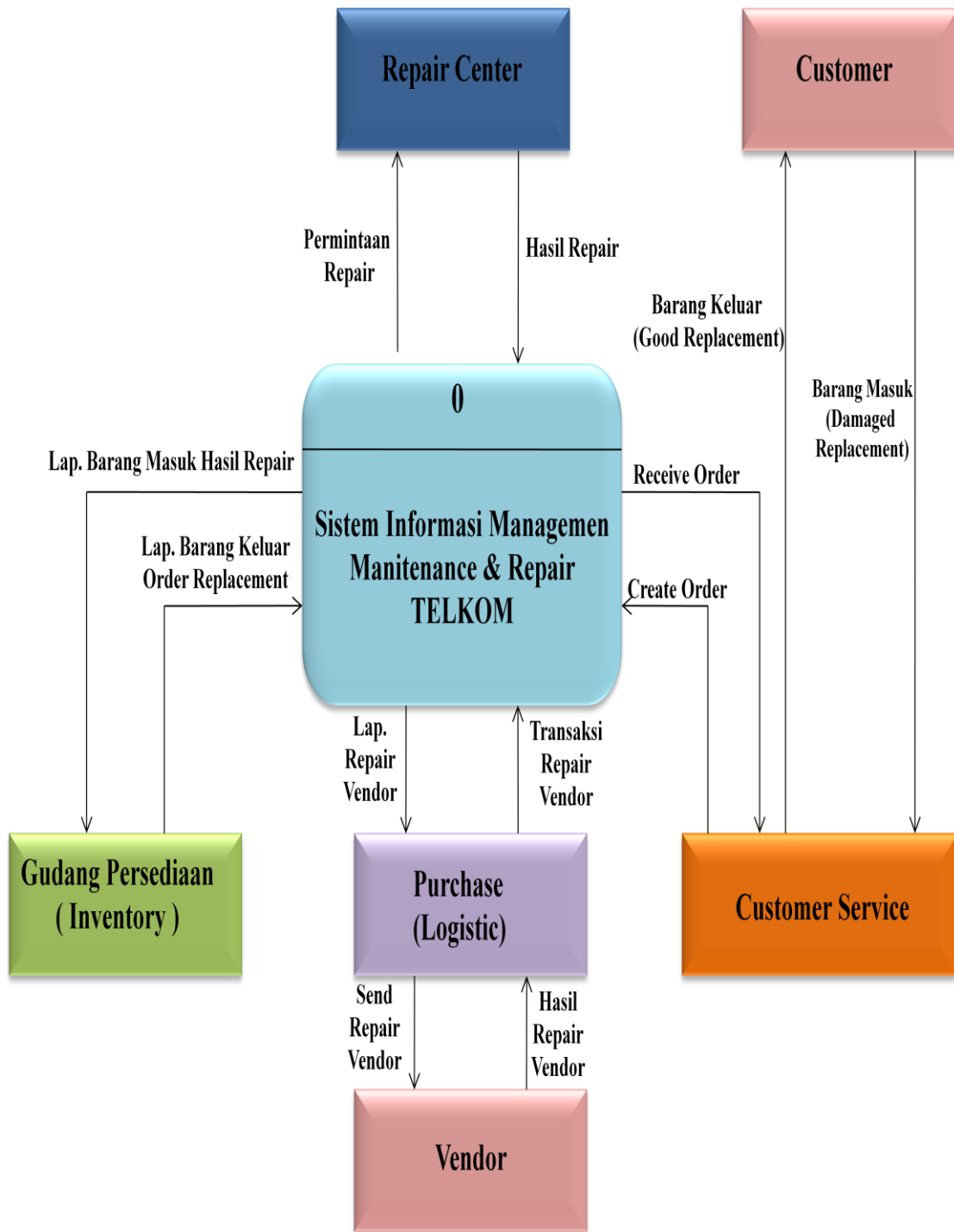


Gambar 3.11 Proses Bisnis Replacement Suku Cadang pada Telkom MSC

Fungsi dari sistem monitoring persediaan untuk memenuhi permintaan dari proses (produksi, konsumsi) saat ini, untuk mengoperasikan strategi persediaan untuk mengendalikan persediaan yang optimal.

*Context diagram* pada penelitian ini adalah proses *replacement* suku cadang pada sebuah perusahaan telekomunikasi merupakan bagian dari *Data Flow Diagram*

(DFD) yang berfungsi memetakan model lingkungan yang direpresentasikan dengan lingkaran tunggal yang mewakili keseluruhan sistem informasi manajemen *maintenance* dan *repair*, ditunjukkan pada gambar 3.12.

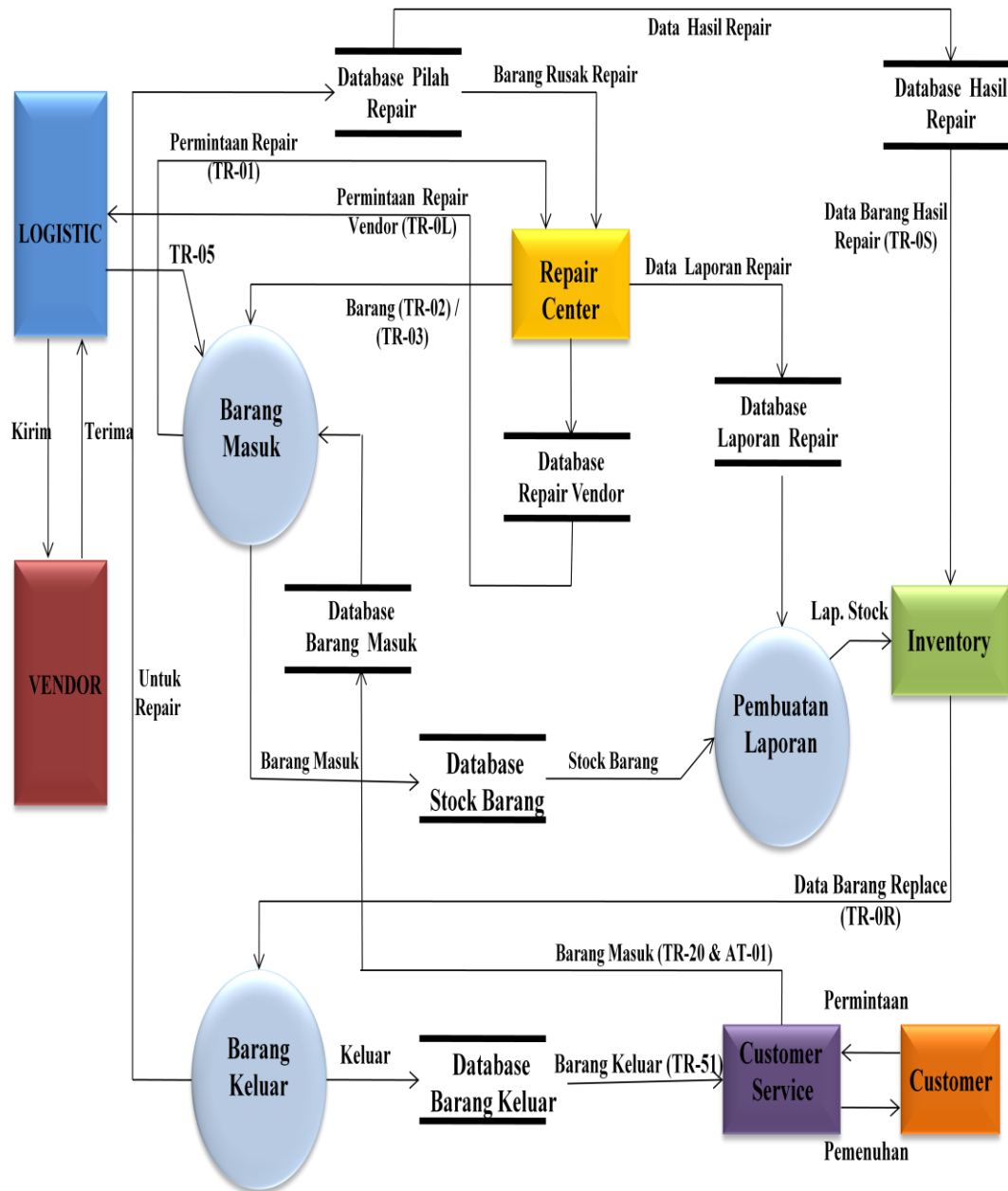


Gambar 3.12 Context diagram proses replacement suku cadang

Yang dapat mengakses sistem informasi manajemen *maintenance* dan *repair* sebagai berikut :

- a. Bagian *repair center* mempunyai otorisasi mengakses proses serah terima barang yang akan diperbaiki dan menyerahkan suku cadang yang telah selesai diperbaiki.
- b. Bagian *customer service* mempunyai otorisasi membuat order, membuat transaksi penerimaan barang rusak dan membuat transaksi penyerahan barang baik (*replacement*).
- c. Bagian *inventory* mempunyai otorisasi menyerahkan suku cadang sesuai dengan permintaan *replacement* dan menerima hasil *repair* sebagai suku cadang baru dengan merubah atau menambah *stock* suku cadang yang terdapat pada gudang persediaan.
- d. Bagian *logistic* mempunyai otorisasi menerima suku cadang rusak yang akan diperbaiki ke *vendor* dan menyerahkan kembali suku cadang hasil perbaikan *vendor* kepada gudang persediaan sebagai suku cadang baru.
- e. *Customer* tidak punya otorisasi untuk mengakses sistem, tetapi hanya menerima dan menyerahkan barang serta secara fisik menandatangani berita acara serah terima barang berupa *form* dari *customer service*.
- f. *Vendor* juga tidak mempunyai otorisasi ke dalam sistem, tetapi hanya menerima suku cadang yang akan diperbaiki dan menyerahkan kembali hasil perbaikan, serta secara fisik menandatangani berita acara serah terima barang hasil *repair* dari dan kepada bagian *logistic*.

Adapun secara diagram aliran data (*Data Flow Diagram*) proses *replacement* dan perbaikan suku cadang dapat dilihat sesuai dengan alur proses bisnis. *Data Flow Diagram* proses proses bisnis *replacement* suku cadang ditunjukkan gambar 3.13.



Gambar 3.13 Data Flow Diagram proses bisnis replacement suku cadang

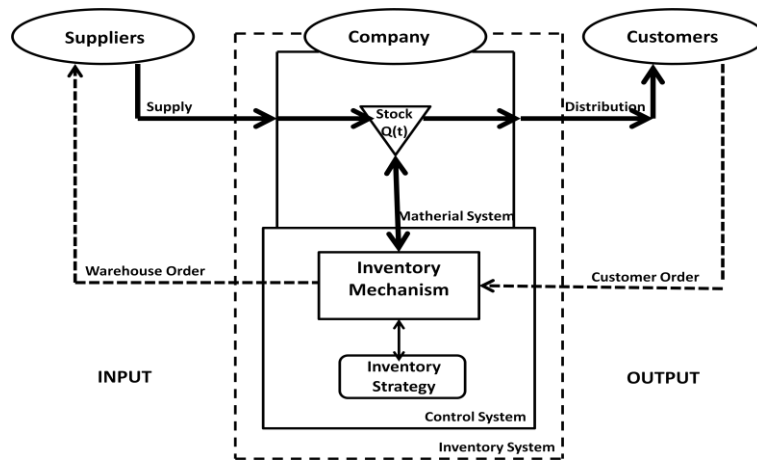
Keterangan gambar :

Penjelasan secara detail masing-masing dalam bentuk form serah terima barang adalah sebagai berikut :

- a. AT-01 adalah *form* order untuk *replacement* suku cadang dari *customer* ke *Customer Service* (mulai terbit nomor *order replacement*), dicetak untuk ditandatangani *customer* sebagai *approval*.
- b. TR-20 adalah *form* konfirmasi serah terima modul rusak untuk diperbaiki, dari *Customer Service* dicetak untuk ditandatangani *customer* sebagai *approval*.
- c. TR-51 adalah *form* konfirmasi serah terima modul baik, dari *Customer Service* kepada *customer* dicetak untuk ditandatangani sebagai *approval*.
- d. TR-01 adalah *form* konfirmasi serah terima modul rusak dari *Customer Service* ke *Repair Center* untuk dilakukan *approval* dan diperbaiki.
- e. TR-02 adalah *form* konfirmasi serah terima modul hasil perbaikan (baik) dari *Repair Center* kepada *Inventory* untuk dilakukan *approval* sebagai barang pengganti (*replacement*) untuk dijadikan suku cadang.
- f. TR-03 adalah *form* konfirmasi serah terima modul hasil perbaikan (baik) dari *Repair Center* kepada *Inventory* untuk dilakukan *approval* sebagai barang pengganti (*replacement*) untuk diperbaiki kembali.
- g. TR-0L adalah *form* konfirmasi serah terima order perbaikan ke vendor dari *Repair Center* ke *Inventory* dan dilakukan *approval* untuk dikirim ke *vendor*.
- h. TR-0R adalah *form* berita acara serah terima suku cadang baik (*replacement*) dari *Inventory* kepada *Customer Service* untuk dilakukan *approval*.
- i. TR-0S adalah *form* konfirmasi serah terima suku cadang hasil perbaikan dari *Repair Center* kepada *Inventory* dan dilakukan *approval* sebagai barang pengganti (*replacement*) sesuai dengan suku cadang yang telah diorder sebelumnya.
- j. TR-04 adalah *form* konfirmasi permintaan perbaikan ke *vendor* dari *logistic* sebagai bukti bahwa suku cadang yang rusak telah dikirim ke *vendor*.
- k. TR-05 adalah *form* konfirmasi hasil perbaikan *vendor* (baik), dari *logistic* kepada *inventory* sebagai pengganti (*replacement*) sesuai dengan suku cadang yang diorder sebelumnya.

1. TR-06 adalah *form* hasil konfirmasi hasil perbaikan *vendor* (gagal), dari logistic kepada inventory untuk dilakukan pembelian dan pengadaan baru sebagai pengganti suku cadang yang tidak dapat diperbaiki *vendor*.

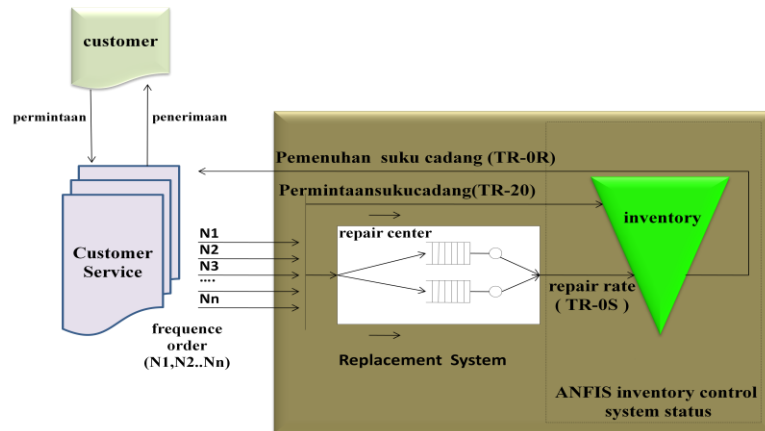
Ketersediaan merupakan indikator dari pengendalian persediaan suku cadang. *Stock* suku cadang yang tersimpan di dalam gudang persediaan meliputi pasokan dari pengadaan maupun hasil perbaikan. Ketersediaan suku cadang di gudang persediaan setiap saat berfluktuasi tergantung pada jumlah pasokan dan jumlah yang di distribusikan serta digunakan di dalam sistem yang beroperasi. Fluktuasi ketersediaan suku cadang akan berakibat terjadinya status persediaan suku cadang menjadi *safety*, *normal*, dan *critical*. Ketersediaan suku cadang dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain jumlah suku cadang yang dipesan (*replace order*), jumlah pemesanan kembali (*frequence order*) dan laju perbaikan (*repair rate*) baik perbaikan internal maupun eksternal. Dalam mengatasi masalah ketersediaan, diperlukan suatu teknik prediksi ketersediaan suku cadang untuk masa mendatang di gudang persediaan, agar selalu dalam kondisi normal sehingga dapat meningkatkan persediaan yang aman (*safety stock*). Sistem Pengendalian Persediaan ditunjukkan pada gambar 3.14.



Gambar 3.14 Sistem Pengendalian Persediaan (Kriztian, 2005)

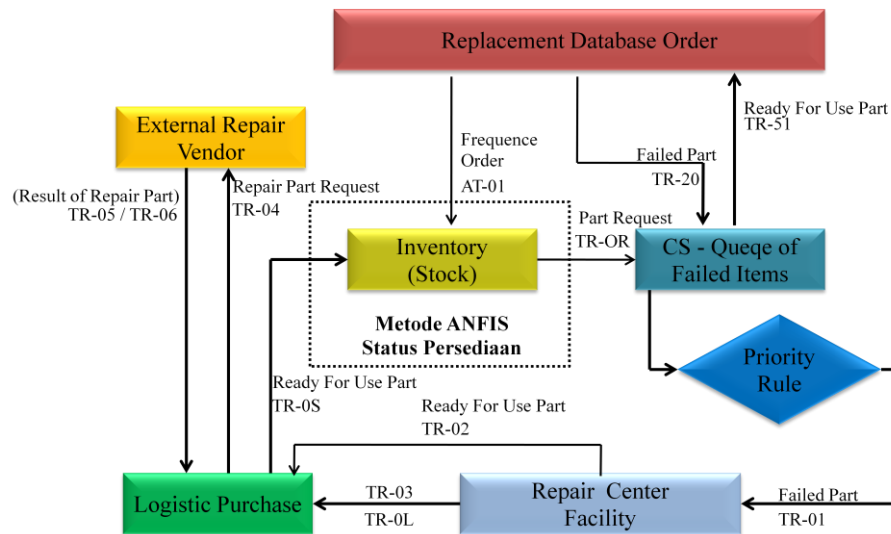
Fokus yang dibahas dalam penelitian ini adalah status persediaan dengan pola penggantian (*replacement*) dengan menggunakan metoda *Adaptive Neuro Fuzzy*

*Inference System* (ANFIS). Faktor-faktor yang mempunyai pengaruh terhadap status persediaan yaitu laju kecepatan perbaikan (*repair rate*), volume permintaan penggantian (*replacement order*) dan jumlah selang waktu order (*frequence order*) untuk digunakan sebagai parameter *input* pengendalian sistem persediaan. Sehingga akan dihasilkan keluaran status persediaan di *inventory* yang didefinisikan dalam 3 kategori status yaitu *safety stock*, *normally stock* dan *critical stock*. Sistem pengendalian persediaan pola *replacement* ditunjukkan pada gambar 3.15.



Gambar 3.15 Sistem Monitoring persediaan pola *replacement*

Penerapan persediaan pola *replacement* yang sudah beroperasi, diteliti status persediaan suku cadang pada perusahaan telekomunikasi ditunjukkan gambar 3.16.



Gambar 3.16 Penerapan sistem status persediaan pola *replacement* ANFIS

Persediaan suku cadang pola *replacement* yang sudah diimplementasikan di sebuah perusahaan telekomunikasi, dimulai dari *customer* sebagai pihak yang melakukan permintaan penggantian (*replacement order*) dengan membawa barang berupa unit modul yang mengalami kerusakan sebagai pertukarannya.

*Customer service* dilakukan pembuatan *order* yang kemudian dilakukan pencatatan nomor *order*, tanggal *order* nama barang, merk, tipe, jumlah barang, dan nama *customer*, dibuatlah *form* AT-01 sebagai bukti berita acara permintaan *replacement* untuk dilakukan *approval* oleh *inventory* sebagai bukti permintaan. Bagian *inventory* setelah melakukan *approval* AT-01, kemudian menerbitkan form TR-OR dan di *approval customer service* sebagai bukti serah terima barang baik *replacement*, untuk diserahkan pada *customer*. Penyerahan barang berupa modul baik dari *customer service* kepada *customer* dibuat form TR-51 yang kemudian dicetak untuk ditandatangani *customer* bersamaan dengan penyerahan barang yang diorder. Pada saat yang sama diserahkan barang berupa modul yang rusak oleh *customer* dan dibuatkan berita acara serah terima barang rusak berupa form TR-20 oleh *customer service*, untuk ditandatangani *customer*.

Selanjutnya barang yang rusak dikirim dari *customer service* ke *repair center* disertai dengan konfirmasi bukti serah terima barang berupa form TR-01 untuk dilakukan *approval* oleh *repair center*. Setelah menerima barang berupa modul rusak, kemudian dilakukan proses perbaikan, selanjutnya setelah selesai perbaikan dibuatlah form TR-02 sebagai serah terima hasil perbaikan dan melakukan konfirmasi kepada *inventory* untuk di *approval* dan barang diterima *inventory* untuk disimpan sebagai stock suku cadang yang baru sesuai jenis, tipe dan jumlah yang telah di order sebelumnya. Jika *repair center* tidak mampu memperbaiki barang modul tersebut, maka diterbitkan form TR-0L untuk konfirmasi kepada bagian *logistic* sebagai permintaan perbaikan ke vendor.

Selanjutnya *logistic* menerbitkan form TR-04 sebagai bukti serah terima barang untuk perbaikan ke *vendor* setelah di tandatangani, dikirim bersama dengan barang yang akan diperbaiki ke *vendor*. Dalam beberapa hari setelah barang selesai diperbaiki vendor kemudian dikirim ke bagian *logistic* disertai berita acara serah

terima barang hasil perbaikan. Setelah dilakukan pengetesan dan uji fungsi, selanjutnya bagian *logistic* menerbitkan form TR-05 sebagai serah terima hasil perbaikan *vendor*, setelah di *approval*. Bagian *inventory* membalas konfirmasi penerimaan barang tersebut dengan menerbitkan form konfirmasi TR-0S untuk dimasukan ke dalam *inventory* di *approval* sebagai *stock* suku cadang baru hasil perbaikan.

Dari rangkaian siklus perputaran permintaan *replacement*, proses perbaikan, penyimpanan sebagai *stock* dan penyerahan barang. Dapat dijelaskan sebagai berikut :

- a. Semua barang yang masuk ke *inventory* dengan dilakukan transaksi form TR-0S merupakan barang masuk (pemasok) ke *inventory* baik hasil perbaikan *repair center* maupun hasil perbaikan ke *vendor*. Jika volume hasil perbaikan tersebut dijumlahkan dalam kurun waktu 1 bulan dan dibagi selang waktu tersebut, maka dapat dikatakan parameter ini sebagai laju kecepatan *repair (repair rate)*.
- b. Semua barang yang keluar dari *inventory* dengan dilakukan transaksi form TR-0R merupakan barang keluar (*demand*) kepada *customer service* yang selanjutnya diserahkan kepada *customer*. Jika volume *order* tersebut dijumlahkan dalam kurun waktu 1 bulan. Maka dalam selang waktu tersebut, dikatakan parameter ini sebagai volume permintaan barang penggantian (*replace order*).
- c. Dalam kurun waktu satu bulan terdapat beberapa kali permintaan *replacement* yang ditandai berupa terbitnya form AT-01. Jika jumlah transaksi *oder* dalam 1 satu bulan dijumlahkan maka dapat dikatakan frekuensi jumlah permintaan barang (*frequence order*).

Ketiga parameter ini yang dijadikan sebagai *input* sistem Pengendalian Persediaan Suku Cadang Pola *Replacement* Dengan Metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*. Parameter-parameter tersebut dikelompokan dalam klasifikasi

menurut rentang jumlah masing-masing parameter *input*. Sehingga dapat dilakukan proses fuzzifikasi dan selanjutnya dilakukan proses jaringan syaraf (*neuro fuzzy*) dengan melalui basis aturan (*rule base*) yang ditentukan berdasarkan data inferensi dari pendapat pakar industri.