

TESIS

**PREDIKSI PENYETOKAN OBAT DAN ALAT KESEHATAN
PADA APOTEK RUMAH SAKIT BERDASARKAN DATA
HISTORIS PENJUALAN MENGGUNAKAN METODE ANFIS
BERBASIS WEB**

Disusun dan diajukan oleh

RIZKY GITA ABADI

D032172013



**TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

**PREDIKSI PENYETOKAN OBAT DAN ALAT KESEHATAN
PADA APOTEK RUMAH SAKIT BERDASARKAN DATA
HISTORIS PENJUALAN MENGGUNAKAN METODE ANFIS
BERBASIS WEB**

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Magister

Program Studi

Teknik Elektro

Disusun dan diajukan oleh

RIZKY GITA ABADI

Kepada

PROGRAM PASCASARJANA

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2022

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

**PREDIKSI PENYETOKAN OBAT PADA APOTEK RUMAH SAKIT BERDASARKAN DATA HISTORIS
PENJUALAN MENGGUNAKAN METODE ANFIS BERBASIS WEB**

Disusun dan diajukan oleh

RIZKY GITA ABADI

D032172013

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Magister Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 11 Februari 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

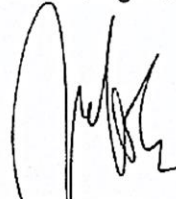
Menyetujui,

Pembimbing Utama



Dr. Ir. Ingrid Nurtanio, M.T.
NIP. 196108131988112001

Pembimbing Pendamping



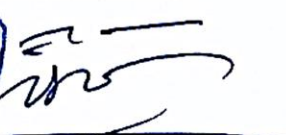
Dr. Eng. Zulkifli Tahir, S.T., M.Sc.
NIP. 198404032010121004

Ketua Program Studi,
Magister Teknik Elektro



Prof. Dr. Eng. Syafaruddin, S.T., M.Eng.
NIP. 197405301999031003

Dekan Fakultas Teknik,
Universitas Hasanuddin,



Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T.
NIP. 197309262000121002

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : RIZKY GITA ABADI
Nomor Pokok : D032172013
Program Studi : Teknik Elektro
Konsentrasi : Teknik Informatika

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 17 Maret 2022

Yang menyatakan,


RIZKY GITA ABADI

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur kepada Allah SWT yang Maha Kuasa yang telah memberikan rahmat, hidayah dan pertolongannya kepada kami dalam menyelesaikan hasil penelitian ini, yang berjudul **“PREDIKSI PENYETOKAN OBAT ALAT KESEHATAN PADA APOTEK RUMAH SAKIT BERDASARKAN DATA HISTORIS PENJUALAN MENGGUNAKAN METODE ANFIS BERBASIS WEB”**.

Ucapan terima kasih penulis juga hantarkan kepada Pembimbing tesis, Ibu Dr. Ir. Ingrid Nurtanio, M.T. dan Bapak Dr. Eng. Zulkifli Tahir, S.T. M.Sc. yang telah meluangkan waktunya kepada penulis untuk membimbing dan berkonsultasi serta meminta saran tentang materi dalam hasil penelitian ini dan juga kepada seluruh dosen dan staf Department Teknik Elektro, Universitas Hasanuddin yang telah membantu dalam hal keilmuan maupun administrasi pada tahap penyelesaian hasil penelitian tesis ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada kedua orangtua, Dengmakginsing dan Rosmawati atas dukungan doa yang sangat berarti buat hidup ini. Serta kepada seluruh teman-teman S2 Teknik Informatika angkatan 2017 yang telah membantu dalam penyelesaian hasil penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa hasil penelitian ini masih belum sempurna. Penulis memohon maaf jika masih terdapat banyak kekurangan. Dengan demikian, penulis tetap mengharapkan saran dan kritik dari para pembaca sekalian serta tetap mengharapkan semoga tulisan ini bisa memberikan manfaat kepada seluruh pihak.

Gowa, 17 Maret 2022

Rizky Gita Abadi

ABSTRAK

Rizky Gita Abadi. Prediksi Penyetokan Obat dan Alat Kesehatan Pada Apotek Rumah Sakit Berdasarkan Data Historis Penjualan Menggunakan Metode ANFIS Berbasis Web, dibimbing oleh **Ingrid Nurtanio** dan **Zulkifli Tahir**.

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh seringnya terjadi kekosongan obat pada Apotek Rumah Sakit, dimana permintaan obat dan alat kesehatan yang terjadi pada rumah sakit tidak sama dengan persediaan yang ada pada gudang rumah sakit. Sedangkan Instalasi farmasi adalah unit pada rumah sakit yang menangani langsung pasien, jika kekosongan terus berlangsung pada rumah sakit ini maka pelayanan terhadap pasien akan tertunda yang dapat mengakibatkan pelayanan rumah sakit dapat dikategorikan tidak memuaskan yang berdampak pada profit rumah sakit. Hal inilah yang membuat peneliti ingin membuat suatu sistem yang dapat membantu tenaga Instalasi Farmasi pada Rumah Sakit untuk memprediksi permintaan obat yang akan di stok selanjutnya yang didasari oleh data transaksi yang terjadi pada Apotek rumah sakit. Pada penelitian ini menggunakan jenis penelitian deskriptif kualitatif dengan menggunakan metode pengumpulan data yaitu observasi dan wawancara. Adapun cara yang digunakan untuk merancang sistem penyetokan pada Apotek Rumah Sakit ini menggunakan metode *adaptive neuro fuzzy inference system* (ANFIS) berdasarkan transaksi historis penjualan obat dan alat kesehatan. ANFIS merupakan metode yang menggunakan jaringan syaraf tiruan (*neural network*) untuk mengimplementasikan sistem inferensi fuzzy (*fuzzy inference system*). Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa metode ANFIS dapat memprediksi dengan baik dengan rata-rata nilai *error* MAPE berada antara 10%-20%.

Kata Kunci: Kekosongan Stok, Pelayanan, *Neural Network*, *Fuzzy Inference System*, *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*

ABSTRACT

Rizky Gita Abadi. Prediction of Stocking Medicines and Medical Devices at Hospital Pharmacies Based on Historical Sales Data Using the Web-Based ANFIS Method, supervised by **Ingrid Nurtanio** and **Zulkifli Tahir**.

This research is motivated by the frequent occurrence of drug vacancies at hospital pharmacies, where the demand for drugs and medical devices that occur in hospitals is not the same as the inventory in hospital warehouses. While the pharmacy installation is a unit in a hospital that directly handles patients, if the vacancy continues at this hospital then the service to patients will be delayed which can result in hospital services being categorized as unsatisfactory which has an impact on hospital profits. This is what makes researchers want to create a system that can help the Pharmacy Installation staff at the Hospital to predict the demand for drugs that will be in the next stock based on transaction data that occurs at the hospital pharmacy. In this study, the type of descriptive qualitative research using data collection methods, namely observation and interviews. The method used to design the stocking system at this hospital pharmacy uses the adaptive neuro fuzzy inference system (ANFIS) method based on historical transactions of drug and medical device sales. ANFIS is a method that uses an artificial neural network to implement a fuzzy inference system. The results obtained indicate that the ANFIS method can predict well with the average MAPE error value between 10%-20%.

Keywords: Stock Vacancies, Services, Neural Network, Fuzzy Inference System, Adaptive Neuro Fuzzy Inference System

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN TESIS	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS.....	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	4
E. Batasan Penelitian	5
BAB II	6
A. Teknik Peramalan	6
B. Jaringan Syaraf Tiruan.....	10
C. Logika <i>Fuzzy</i>	12
D. Fungsi Keanggotaan <i>Fuzzy</i>	13

E.	Fuzzy C-Means (FCM)	14
F.	Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)	16
G.	Penelitian Terdahulu	18
H.	State Of The Art	21
I.	Kerangka Pikir	24
BAB III		25
A.	Tahapan Penelitian	25
B.	Lokasi Dan Waktu Penelitian	25
C.	Jenis Penelitian	26
D.	Instrumen Penelitian	26
E.	Alur Penelitian	27
F.	Struktur Program	29
BAB IV		33
A.	<i>Compile</i> Program	33
B.	Perhitungan Anfis	35
C.	Analisis Data	52
BAB V		55
A.	KESIMPULAN	55
B.	SARAN	56
DAFTAR PUSTAKA		57
LAMPIRAN		60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pola Data Horizontal	8
Gambar 2.2 Pola Data Musiman.....	9
Gambar 2.3 Pola Data Siklis.....	9
Gambar 2.4 Pola Data Tren.....	10
Gambar 2.5 Struktur Jaringan Syaraf Tiruan.....	11
Gambar 2.6 Arsitektur Jaringan ANFIS.....	16
Gambar 2.7 Kerangka Pikir Penelitian	24
Gambar 3.1 Alur Penelitian	27
Gambar 3.2 Struktur Program Penelitian	29
Gambar 4.1 Tampilan Menu Obat dan Alat Kesehatan	33
Gambar 4.2 Tampilan Menu Detail	34
Gambar 4.3 Tampilan Menu Contoh Perhitungan	34
Gambar 4.4 Chart Perbandingan Data Target dan Data Prediksi.....	51

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 State of the Art	21
Tabel 3.1 Spesifikasi Perangkat Keras	26
Tabel 4.1 Data Transaksi Obat Folamil Genio	35
Tabel 4.2 Data <i>Input</i> dan <i>Output</i> ANFIS	36
Tabel 4.3 Data <i>Cluster Fuzzy C-Means</i>	38
Tabel 4.4 <i>Mean</i> dan <i>Standard Deviation</i>	39
Tabel 4.5 Derajat Keanggotaan	41
Tabel 4.6 <i>Output</i> Lapisan 2	43
Tabel 4.7 <i>Output</i> Lapisan 3	44
Tabel 4.8 <i>Output</i> Lapisan 4	46
Tabel 4.9 <i>Output</i> Lapisan 5	50
Tabel 4.10 <i>Error</i> MAPE Tiap Data	52

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 58 tahun 2014 tentang Standar Pelayanan Kefarmasian di Rumah Sakit bahwa pelayanan kefarmasian adalah suatu pelayanan langsung dan bertanggung jawab kepada pasien yang berkaitan dengan sediaan farmasi dengan maksud mencapai hasil yang pasti untuk meningkatkan mutu kehidupan pasien. Apabila tugas ini tidak dikelola dengan baik dan penuh tanggung jawab maka dapat diprediksi bahwa kualitas pelayanan rumah sakit dan pemasokan Rumah Sakit akan menurun.

Dalam menjamin mutu pelayanan kefarmasian harus dilakukan pengendalian perbekalan farmasi yang tepat. Pengendalian mutu kefarmasian meliputi kegiatan monitoring dan evaluasi terhadap pelayanan yang diberikan. Kegiatan ini bertujuan menjamin kegiatan sesuai dengan rencana, salah satunya untuk mencegah terjadinya kekosongan stok perbekalan farmasi saat dibutuhkan. Apabila ditemukan stok obat yang kosong maka penyebabnya akan dipastikan dan diatasi sehingga masalah tersebut dapat segera diatasi dan meminimalkan kerugian. Kekosongan stok obat di rumah sakit dapat mempengaruhi mutu pelayanan yang diberikan.

Persyaratan kefarmasian harus menjamin ketersediaan sediaan

farmasi dan alat kesehatan yang bermutu, bermanfaat, aman dan terjangkau. Salah satu kewajiban rumah sakit yaitu membuat, melaksanakan, dan menjaga standar mutu pelayanan kesehatan dirumah sakit sebagai acuan dalam melayani pasien. Kewajiban ini menuntut rumah sakit untuk terus melakukan upaya dalam memperbaiki kualitas pelayanan jasa yang diberikan karena hal ini dapat mempengaruhi profit dari Rumah Sakit. Pelayanan kesehatan dirumah sakit memiliki 5 revenue center, diantaranya pelayanan rawat jalan dan rawat inap, pelayanan gawat darurat, instalasi laboratorium, instalasi radiologi, dan instalasi farmasi (Suciati, 2006). Salah satu tugas utama instalasi farmasi adalah pengelolaan, pelayanan, sampai dengan pengendalian semua perbekalan kesehatanyang digunakan rumah sakit.

Menurut penelitian Academy of Managed Care Pharmacy (AMCP) tentang *The Reality of Drug Shortages* (2010) yang mayoritas respondennya sebagian besar adalah kepala farmasi/apoteker, diperoleh hasil bahwa kekosongan obat dapat mengakibatkan 55,5% kelalaian, 54,8% kesalahan dosis, 34,8% kesalahan obat, 70,8% perawatan tertunda dan 38% mengakibatkan keluhan pasien. Hasil penelitian ini menunjukkan persentase terbesar terhadap kekosongan obat yaitu dapat menghambat dan mengakibatkan perawatan terhadap pasien tertunda. Dari penelitian tersebut juga diketahui rumah sakit yang mengalami kekurangan obat melaporkan bahwa kenaikan biaya yang dikeluarkan rumah sakit dapat terjadi akibat adanya kekurangan obat.

Dari penelitian Amiati (2009), Dumbi (2012) dan Renie (2013) menunjukkan beberapa penyebab kekosongan obat di gudang farmasi rumah sakit diantaranya yaitu ketidaktelitian petugas gudang dalam pemesanan, dana yang tersedia tidak mencukupi, kekosongan obat di distributor, perencanaan pengadaan yang tidak akurat, dan terlambatnya petugas dalam melakukan pemesanan. Hal-hal ini berkaitan dengan kurangnya pengelolaan terhadap sumber daya manusia, dana, perencanaan, pengadaan, dan pengendalian persediaan obat dirumah sakit.

Untuk meminimalkan kekosongan obat dari penyebab-penyebab di atas. Maka sangat diperlukannya sebuah data historis yang diharapkan menjadi bahan evaluasi bagi manajemen dalam melakukan perencanaan dan analisis kebutuhan persediaan logistic obat. Data berkala (historis) adalah data yang dikumpulkan dari waktu ke waktu untuk menggambarkan suatu perkembangan atau kecenderungan keadaan /peristiwa /keadaan. Data berkala disebut juga time series data atau disingkat time series. Pada umumnya terdiri dari uraian secara matematis tentang komponen-komponen yang menyebabkan gerakan atau variasi yang tercermin dalam fluktuasi. Fluktuasi dapat terjadi dalam satuan bulanan, triwulan, atau semester, perubahan terjadi kurang dari satu tahun. (Veronika Afri, 2013)

Berdasarkan uraian diatas, akan dibuat sistem untuk menghasilkan jumlah yang akan distok selanjutnya pada Apotik berdasarkan data transaksi historis. Adapun cara yang digunakan untuk merancang sistem

penyetakan pada Apotek Rumah Sakit ini menggunakan metode *adaptive neuro fuzzy inference system* (ANFIS). ANFIS merupakan metode yang menggunakan jaringan syaraf tiruan (*neural network*) untuk mengimplementasikan sistem inferensi fuzzy (*fuzzy inference system*).

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan di atas, maka pokok permasalahan yang dihadapi sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem untuk memprediksi penyetakan pada apotik berdasarkan transaksi historis yang terlatih dan berselang seling?
2. Bagaimana kinerja metode ANFIS untuk memprediksi stok?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Merancang sebuah sistem untuk memprediksi penyetakan pada apotik untuk mencegah terjadinya kekosongan stok perbekalan farmasi saat dibutuhkan.
2. Menganalisis kinerja metode algoritma ANFIS untuk memprediksi stok.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini yaitu:

1. Kepada Akademisi: memberikan informasi tentang metode *adaptive neuro fuzzy inference system* (ANFIS) dalam memprediksi stok.

2. Kepada Industri: dapat membantu apotik dalam menentukan jumlah obat dan alat kesehatan yang akan distok.
3. Kepada Masyarakat: menjadi literatur atau memberitahukan tentang adanya metode yang bisa digunakan untuk penyetokan stok.

E. Batasan Penelitian

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Penelitian ini hanya membahas prediksi stok menggunakan metode *adaptive neuro fuzzy inference system* (ANFIS).
2. Data yang digunakan merupakan data historis transaksi.
3. Sistem yang dibuat berbasis web menggunakan bahasa pemrograman PHP.
4. Data transaksi yang diproses untuk pelatihan adalah data 4 tahun terakhir. Data yang digunakan adalah kumpulan dari beberapa periode dimana dalam 1 periode terbagi dari dua data yaitu data latih dan data target latih. Data latih adalah transaksi 2 bulan awal dan data target latih adalah data 1 bulan transaksi selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Teknik Peramalan

Peramalan atau *forecast* adalah merupakan suatu fungsi bisnis yang berusaha memperkirakan penjualan, penggunaan produk, dan permintaan pasar sehingga produk-produk itu dapat dibuat dalam kuantitas yang tepat (Gaspersz, 2001). Tujuan dari peramalan adalah untuk menentukan jumlah permintaan pada masa yang akan datang. Dengan kata lain, peramalan merupakan perkiraan atau estimasi terhadap permintaan yang akan datang berdasarkan pada beberapa variabel peramalan berdasarkan data formal maupun informal.

Menurut sifatnya, teknik peramalan dapat dibedakan menjadi dua yaitu teknik peramalan kualitatif dan teknik peramalan kuantitatif. Teknik kualitatif merupakan teknik peramalan yang bersifat subjektif yakni berdasarkan pendapat dari suatu pihak atau berdasarkan hasil penelitian *questioner* yang telah dilakukan sebelumnya dan data pada teknik kualitatif tidak dapat direpresentasikan secara tegas ke dalam suatu angka atau nilai. Sedangkan teknik kuantitatif merupakan teknik peramalan berdasarkan data masa lalu atau data historis dan dapat dibuat dalam bentuk angka (Jumingan, 2009).

Dalam peramalan dikenal istilah prakiraan dan prediksi. Prakiraan adalah sebagai proses peramalan suatu variabel (kejadian) di masa datang

dengan berdasarkan data variabel itu pada masa sebelumnya. Data masa lampau itu secara sistematis digabungkan dengan suatu metode tertentu dan diolah untuk memperoleh prakiraan keadaan pada masa datang. Prediksi adalah proses peramalan suatu variabel di masa datang dengan lebih mendasarkan pada pertimbangan intuisi daripada data masa lampau, meskipun lebih menekankan pada intuisi, dalam prediksi juga sering digunakan data kuantitatif sebagai pelengkap informasi dalam melakukan peramalan (Herjanto, 2006).

Berdasarkan sumber peramalannya, peramalan dapat dikelompokkan sebagai berikut (Heizer, 2005):

1. Model Data *Times Series* atau Runtun Waktu

Model data *time series* adalah suatu jenis peramalan secara kuantitatif dengan menggunakan waktu sebagai dasar peramalan. Model *time series* sering disebut model kuantitatif intrinsik. Tujuan model peramalan deret waktu seperti itu adalah menemukan pola dalam deret data historis dan mengekstrapolasikan pola dalam deret data tersebut ke pola data masa depan.

2. Model Data *Causal*

Model data *causal* adalah model peramalan yang menggunakan hubungan sebab-akibat sebagai asumsi, yaitu bahwa apa yang terjadi di masa lalu akan terulang pada saat ini. Model ini merupakan teknik peramalan kuantitatif ekstrensis yang sesuai untuk pengambilan keputusan dan kebijakan.

3. Model Data *Judgemental*

Bila model peramalan *time series* dan *causal* bertumpu pada data kuantitatif, model *judgemental* mencakup untuk memasukkan faktor-faktor kualitatif/subjektif ke dalam metode peramalan. Secara khusus berguna bilamana faktor-faktor subjektif yang diharapkan menjadi sangat penting dan data kuantitatif yang akurat sudah diperoleh.

Model data *time series* banyak digunakan dalam teknik statistik maupun teknik *soft computing*. Metode statistik yang umumnya digunakan pada model *causal* adalah model *regresi (regression causal)*. Metode *soft computing* yang biasa digunakan untuk peramalan kuantitatif adalah metode *fuzzy, neural network, algoritma genetic, dan metode hybrid*.

Terdapat beberapa kecenderungan pada jenis pola data runtun waktu (Aryanto, 2012), yakni:

1. Pola Data Horizontal

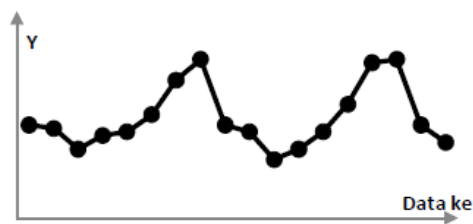
Pola data horizontal terjadi jika nilai berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang konstan. Deret seperti ini *stasioner* terhadap nilai rata-ratanya. Suatu produk yang penjualannya tidak meningkat atau menurun selama waktu tertentu termasuk ke dalam jenis ini. Grafik pola horizontal dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Pola Data Horizontal

2. Pola Data Musiman

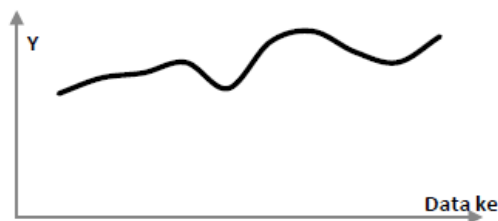
Pola data musiman terjadi jika suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman (misalnya kuartal tahun tertentu, bulanan, atau hari-hari pada minggu tertentu). Penjualan dari produk seperti minuman ringan, es krim, dan pemanas ruangan termasuk dalam pola data ini. Grafik pola data musiman dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Pola Data Musiman

3. Pola Data Siklis

Pola data siklis terjadi jika data tersebut dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang seperti data yang berhubungan dengan siklus bisnis. Penjualan produk mobil, baja, dan peralatan utama lainnya biasanya memiliki pola siklis. Grafik pola data siklis dapat dilihat pada Gambar 2.3.

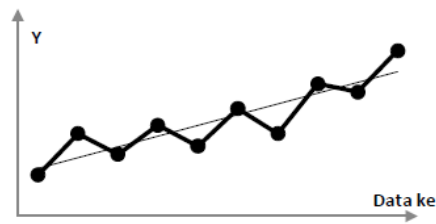


Gambar 2.3 Pola Data Siklis

4. Pola Data Tren

Pola data tren terjadi jika terdapat kenaikan atau penurunan sekuler jangka panjang dalam data. Data penjualan pada perusahaan, produk bruto nasional (GNP) dan berbagai indikator bisnis atau ekonomi biasanya

mengikuti suatu pola data tren selama perubahannya sepanjang waktu. Grafik pola data tren dapat dilihat pada Gambar 2.4.



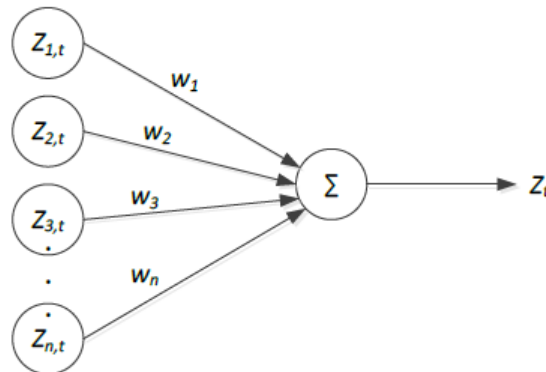
Gambar 2.4 Pola Data Tren

B. Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan (JST) atau yang biasa disebut *neural network* (NN), merupakan sistem pengolah informasi yang memiliki karakteristik menyerupai jaringan syaraf pada makhluk hidup. *Neural network* merupakan sebuah mesin pembelajaran (*machine learning*) yang dibangun dari sejumlah elemen pemrosesan sederhana yang disebut neuron atau *node*. Setiap neuron dihubungkan dengan neuron yang lain dengan hubungan komunikasi langsung melalui pola hubungan yang disebut arsitektur jaringan. Bobot-bobot pada koneksi mewakili besarnya informasi yang digunakan jaringan. Metode yang digunakan untuk menentukan bobot koneksi tersebut dinamakan dengan algoritma pembelajaran. Setiap neuron mempunyai tingkat aktivasi yang merupakan fungsi dari *input* yang masuk padanya. Aktivasi yang dikirim suatu *neuron* ke *neuron* lain berupa sinyal dan hanya dapat mengirim sekali dalam satu waktu, meskipun sinyal tersebut disebarkan pada beberapa *neuron* yang lain (Nurmawan, 2016).

Misalkan input $Z_{1,t} Z_{2,t} Z_{3,t} \dots Z_{n,t}$ yang bersesuaian dengan sinyal dan masuk ke dalam saluran penghubung. Setiap sinyal yang masuk dikalikan

dengan bobot koneksinya yaitu $w_1, w_2, w_3, \dots, w_n$ sebelum masuk ke blok penjumlahan. Kemudian blok penjumlahan akan menjumlahkan semua input terbobot dan menghasilkan sebuah nilai yaitu Z_t . Struktur jaringan syaraf tiruan dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Struktur Jaringan Syaraf Tiruan

Secara garis besar *neural network* mempunyai dua tahap pemrosesan informasi (Warsito, 2009), yaitu:

5. Tahap Pelatihan

Tahap pelatihan dimulai dengan memasukkan pola-pola pelatihan (data latih) ke dalam jaringan. Dengan menggunakan pola-pola ini jaringan akan menyesuaikan bobot yang menjadi penghubung antar *node*. Pada setiap iterasi (*epoch*) dilakukan evaluasi terhadap output jaringan. Tahap ini berlangsung pada beberapa iterasi dan berhenti setelah jaringan menemukan bobot yang sesuai dan nilai eror yang diinginkan telah tercapai atau jumlah iterasi telah mencapai nilai yang ditetapkan. Selanjutnya bobot ini menjadi dasar pengetahuan pada tahap pengujian.

6. Tahap Pengujian

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap suatu pola masukan yang belum pernah dilatihkan sebelumnya (data uji) menggunakan bobot-bobot yang telah dihasilkan pada tahap pelatihan. Diharapkan bobot-bobot hasil pelatihan yang sudah menghasilkan eror minimal juga akan memberikan eror yang kecil pada tahap pengujian.

C. Logika Fuzzy

Fuzzy logic adalah salah satu cara untuk memetakan suatu ruang *input* ke ruang *output*. Konsep *fuzzy logic* yang sangat sistematis pertama kali diusulkan oleh Lotfi A. Zadeh (Palit, 2005). Pada himpunan *crisp*, anggota himpunan memiliki batasan yang kaku. Sebagai contoh suatu himpunan konvensional didefinisikan sebagai berikut:

$$Z = \{x | x > 10\} \quad (1)$$

Pada persamaan di atas terlihat batasan yang jelas yaitu 10 sehingga jika x lebih besar dari 10 maka x anggota himpunan Z dan jika sebaliknya maka x bukan anggota himpunan Z .

Berbeda dengan teori himpunan klasik yang menyatakan suatu objek adalah anggota (ditandai dengan angka 1) atau bukan anggota (ditandai dengan angka 0) dari suatu himpunan dengan batas keanggotaan yang jelas (*crisp*), teori himpunan *fuzzy* memungkinkan derajat keanggotaan suatu objek dalam himpunan untuk menyatakan peralihan keanggotaan secara bertahap dalam rentang antara 0 sampai 1.

Himpunan *fuzzy* adalah sekelompok objek x yang masing objek

memiliki nilai keanggotaan “ μ ” atau disebut nilai kebenaran. Jika $Z_{i,t}$ adalah sekelompok objek, $Z_{i,t} = \{Z_{1,t} Z_{2,t} Z_{3,t} \dots Z_{n,t}\}$ dan anggotanya dinyatakan dengan Z maka himpunan *fuzzy* di dalam Z adalah himpunan dengan sepasang anggota atau dapat dinyatakan dengan:

$$F = \{(Z, \mu_F(Z)) | Z \in Z_{i,t}\} \quad (2)$$

Dengan F adalah notasi himpunan *fuzzy*, $\mu_F(x)$ adalah derajat keanggotaan dari Z (nilai antara 0 sampai 1).

D. Fungsi Keanggotaan *Fuzzy*

Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu fungsi yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya. Ada beberapa fungsi yang dapat digunakan melalui pendekatan fungsi untuk mendapatkan nilai keanggotaan, seperti *Triangular*, *Trapezoidal*, *Gaussian*, dan *Generalized Bell* (Arsyil Hendra Saputra, 2012).

1. Fungsi Keanggotaan *Triangular*

Fungsi keanggotaan *triangular* terbentuk oleh tiga parameter: a , b dan c , sebagai berikut:

$$\mu(Z) = \begin{cases} 0 & Z \leq a \text{ atau } Z \geq c \\ \frac{(Z-a)}{(b-a)} & a \leq Z \leq b \\ \frac{(b-Z)}{(c-b)} & b \leq Z \leq c \end{cases} \quad (3)$$

2. Fungsi Keanggotaan *Trapezoidal*

Fungsi keanggotaan *triangular* terbentuk oleh tiga parameter: a , b , c dan d , sebagai berikut:

$$\mu(Z) = \begin{cases} 0 & Z \leq a \text{ atau } Z \geq d \\ \frac{(Z-a)}{(b-a)} & a \leq Z \leq b \\ 1 & b \leq Z \leq c \\ \frac{(b-Z)}{(c-b)} & c \leq Z \leq d \end{cases} \quad (4)$$

3. Fungsi Keanggotaan *Gaussian*

Fungsi keanggotaan *gaussian* terbentuk oleh dua parameter: σ dan c sebagai berikut:

$$\mu(Z) = e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{Z-c}{\sigma}\right)^2} \quad (5)$$

4. Fungsi Keanggotaan *Generalized Bell*

Fungsi keanggotaan *generalized bell* terbentuk oleh tiga parameter: a , b dan c , sebagai berikut:

$$\mu(Z) = \frac{1}{1 + \left|\frac{Z-c}{a}\right|^{2b}} \quad (6)$$

E. Fuzzy C-Means (FCM)

Fuzzy C-Means (FCM) adalah suatu teknik pengklasteran data yang mana keberadaan tiap data dalam suatu *cluster* ditentukan oleh nilai keanggotaan. Konsep FCM pertama kali adalah menentukan pusat cluster yang akan menandai lokasi rata-rata untuk tiap cluster. Pada kondisi awal pusat *cluster* ini masih belum akurat. Tiap-tiap data memiliki derajat keanggotaan untuk tiap *cluster*. Dengan cara memperbaiki pusat *cluster* dan nilai keanggotaan tiap-tiap data secara berulang maka akan dapat dilihat bahwa pusat *cluster* akan bergerak menuju lokasi yang tepat (Kusumadewi, 2006). Langkah-langkah algoritma *Fuzzy C-Means* berjalan sebagai berikut:

1. Tentukan:
 - a. Matriks X berukuran $n \times m$, dengan n = jumlah data yang akan di *cluster* dan m = jumlah variabel (kriteria),
 - b. Jumlah *cluster* yang dibentuk harus lebih besar dari 2,
 - c. Pangkat atau pembobotan harus lebih besar 1,
 - d. Maksimum iterasi,
 - e. Kriteria penghentian
2. Bentuk matriks partisi awal U^0

$$U = \begin{bmatrix} \mu_{1,1}(Z_{1,t}) & \mu_{1,2}(Z_{2,t}) & \cdots & \mu_{1,n}(Z_{n,t}) \\ \mu_{2,1}(Z_{1,t}) & \mu_{2,2}(Z_{2,t}) & \cdots & \mu_{2,n}(Z_{n,t}) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \mu_{c,1}(Z_{1,t}) & \mu_{c,1}(Z_{1,t}) & \cdots & \mu_{c,n}(Z_{n,t}) \end{bmatrix} \quad (7)$$

3. Hitung pusat *cluster* V untuk setiap *cluster*

$$V_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n (\mu_{ik})^w \cdot Z_{kj}}{\sum_{k=1}^n (\mu_{ik})^w} \quad (8)$$

4. Perbaiki derajat keanggotaan setiap data pada setiap *cluster*

$$U_{ik} = \left[\sum_{j=1}^c \left(\frac{d_{ik}}{d_{jk}} \right)^{2/(w-1)} \right]^{-1} \quad (9)$$

dengan

$$d_{ik} = d(Z_{k,t} - V_i) = \left[\sum_{j=1}^m (Z_{kj} - V_{ij}) \right]^{1/2} \quad (10)$$

5. Tentukan kriteria berhenti dengan matriks partisi pada iterasi sekarang dengan iterasi sebelumnya

$$\Delta = \|U^t - U^{t-1}\| \quad (11)$$

Apabila $\Delta \leq S$ maka iterasi dihentikan, namun apabila $\Delta > S$ maka naikkan iterasi ($t = t+1$) dan Kembali ke Langkah 3.

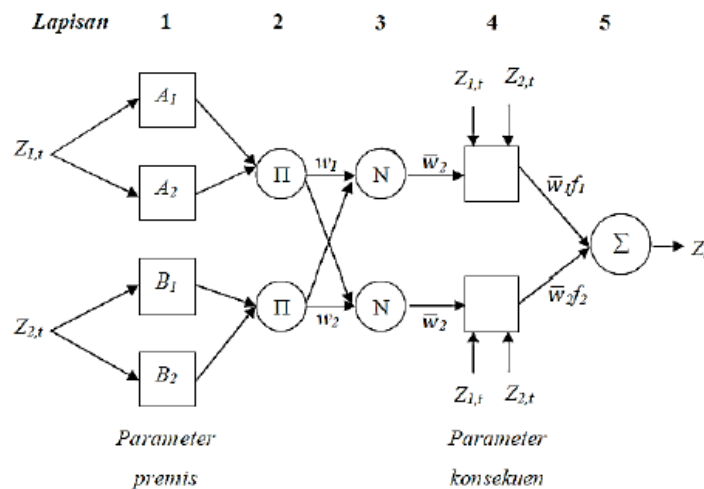
F. Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)

ANFIS (*Adaptive Neuro 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. Bisa dikatakan bahwa ANFIS adalah suatu metode yang mana dalam melakukan penyetelan aturan digunakan algoritma pembelajaran terhadap sekumpulan data.

Misalkan *input* terdiri atas $Z_{1,t}$ dan $Z_{2,t}$ dan sebuah *output* Z_t dengan aturan model Sugeno orde satu. Orde satu dipilih dengan pertimbangan kesederhanaan dan kemudahan perhitungan. Model Sugeno orde satu dengan dua aturan *fuzzy if-then* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Aturan 1: } & \underbrace{\text{If } Z_{1,t} \text{ is } A_1 \text{ and } Z_{2,t} \text{ is } B_1}_{\text{Premis}} \text{ then } \underbrace{f_1 = p_1 \cdot Z_{1,t} + q_1 \cdot Z_{2,t} + r_1}_{\text{Konsekuen}} \\
 \text{Aturan 2: } & \underbrace{\text{If } Z_{1,t} \text{ is } A_2 \text{ and } Z_{2,t} \text{ is } B_2}_{\text{Premis}} \text{ then } \underbrace{f_2 = p_2 \cdot Z_{1,t} + q_2 \cdot Z_{2,t} + r_2}_{\text{Konsekuen}}
 \end{aligned} \quad (12)$$

ANFIS terdiri dari lapisan-lapisan. Arsitektur jaringan ANFIS dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Arsitektur Jaringan ANFIS

Jaringan ANFIS terdiri dari lima lapisan. Berikut penjelasan untuk masing-masing lapisan (Jang, Sun, dan Mizutani, 1997):

Lapisan 1:

Lapisan ini merupakan lapisan fuzzifikasi. Pada lapisan ini tiap neuro adaptif terhadap parameter suatu aktivasi. *Output* dari tiap neuron berupa derajat keanggotaan yang diberikan oleh fungsi keanggotaan *input*. Misalkan fungsi keanggotaan *Generalized Bell* diberikan sebagai berikut:

$$\mu(Z) = \frac{1}{1 + \left| \frac{z-c}{a} \right|^{2b}} \quad (13)$$

Dengan Z adalah *input*, dalam hal ini $Z = \{ Z_{1,t}, Z_{2,t} \}$ dan $\{ a, b, \text{ dan } c \}$ adalah parameter-parameter, biasanya $b=1$. Jika nilai parameter-parameter ini berubah, maka bentuk kurva yang terjadi juga akan ikut berubah. Parameter-parameter ini biasanya disebut dengan nama parameter premis.

Lapisan 2:

Lapisan ini berupa neuron tetap (diberi simbol Π) yang merupakan hasil kali dari semua masukan, sebagai berikut:

$$w_i = \mu_{A_i} \cdot \mu_{B_i} \quad (14)$$

Hasil perhitungan ini disebut *firing strength* dari sebuah aturan. Tiap neuron merepresentasikan aturan ke- i .

Lapisan 3:

Masing-masing neuron yang ada pada lapisan ini merupakan neuron tetap (diberi symbol N) merupakan hasil perhitungan rasio dari *firing*

strength ke- i (w_i) terhadap jumlah dari keseluruhan *firing strength* pada lapisan kedua, sebagai berikut:

$$\bar{w}_i = \frac{w_i}{w_1 + w_2} \quad (15)$$

Hasil perhitungan ini disebut *normalized firing strength*.

Lapisan 4:

Lapisan ini merupakan neuron yang adaptif terhadap suatu *output*, sebagai berikut:

$$\bar{w}_i f_i = \bar{w}_i (p_i Z_{1,t} + q_i Z_{2,t} + r_i) \quad (16)$$

dengan \bar{w}_i adalah *normalized firing strength* pada lapisan ketiga dan p_i , q_i dan r_i adalah parameter-parameter pada neuron tersebut. Parameter-parameter ini biasa disebut parameter konsekuen.

Lapisan 5:

Lapisan ini berupa neuron tunggal (diberi simbol Σ) merupakan hasil penjumlahan seluruh *output* dari lapisan keempat, sebagai berikut:

$$\Sigma_i \bar{w}_i f_i = \frac{\Sigma_i w_i f_i}{\Sigma_i w_i} \quad (17)$$

G. Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terkait yaitu, Eslam Nader Desokey dkk, pada tahun 2017 melakukan penelitian peningkatan prediksi stok menggunakan K-Means dengan Algoritma Genetika. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan pengelompokan prediksi pasar saham dan untuk menguji

penerapan optimasi algoritma genetika dengan algoritma pengelompokan k-means. (Eslam, 2017)

Srinivasan dkk, pada tahun 2017 melakukan penelitian prediksi dan analisis stok menggunakan pelatihan data dengan jaringan syaraf tiruan. Penelitian ini bertujuan untuk mengusulkan algoritma yang efisien untuk memprediksi nilai-nilai berbasis stok yang menggunakan kecerdasan buatan dalam semua aspek. Peneliti menanamkan beberapa lapisan wawasan tentang harga pasar saham sebelumnya dengan memproses nilai data pelatihan dan menggunakannya di dalam berbagai lapisan dan memperoleh hasil. (Srinivasan, 2017)

Muhammad Waqar dkk, pada tahun 2017 melakukan penelitian tentang prediksi pasar saham dengan analisis komponen utama. Dalam penelitian ini, masalah dimensi tinggi dari bursa saham diselidiki untuk memprediksi tren pasar dengan menerapkan analisis komponen utama (PCA) dengan regresi linier. PCA dapat membantu meningkatkan kinerja prediktif metode pembelajaran mesin sekaligus mengurangi redundansi di antara data. Eksperimen dilakukan pada spektral dimensi tinggi dari 3 bursa efek seperti: Bursa Efek New York, Bursa Efek London dan Bursa Efek Karachi. Keakuratan model klasifikasi regresi linier dibandingkan sebelum dan sesudah menerapkan PCA. (Waqar, 2017)

Erlan Putra Mariz dkk, pada tahun 2017 melakukan penelitian tentang sistem informasi prediksi stok barang menggunakan metode holt winters pada cv budi jaya mandiri. Permasalahan yang kerap muncul pada CV Budi

Jaya Mandiri yaitu dalam menentukan stok persediaan sering mengalami kekurangan sehingga mengakibatkan terlambatnya proses pengiriman barang karena barang yang dibutuhkan tidak tersedia di gudang, kemudian perusahaan harus melakukan pembelian barang lagi pada supplier, yang dapat menyebabkan proses pengiriman barang tidak sesuai dengan jadwal pengiriman permintaan pelanggan. Untuk itu penulis akan memberikan solusi dengan membangun sistem informasi prediksi stok barang menggunakan metode prediksi Holt Winters Multiplikatif merupakan metode perkalian musiman yang digunakan untuk variasi data musiman yang mengalami peningkatan/penurunan. (Erlan, 2017)

Pritalia, pada tahun 2018 melakukan penelitian tentang penerapan algoritma C4.5 untuk penentuan ketersediaan barang *e-commerce*. Algoritma ini digunakan untuk menganalisis waktu pembelian stok barang yang sudah menipis dengan mengklasifikasi barang mana yang sudah waktunya di tambah stok maupun belum, sehingga ketersediaan barang tetap stabil dan terjaga. (Pritalia, 2018)

H. State Of The Art

Berikut tabel State of the Art dari penelitian yang berhubungan dengan sistem prediksi dengan menggunakan data historis.

Tabel 2.1 State of the Art

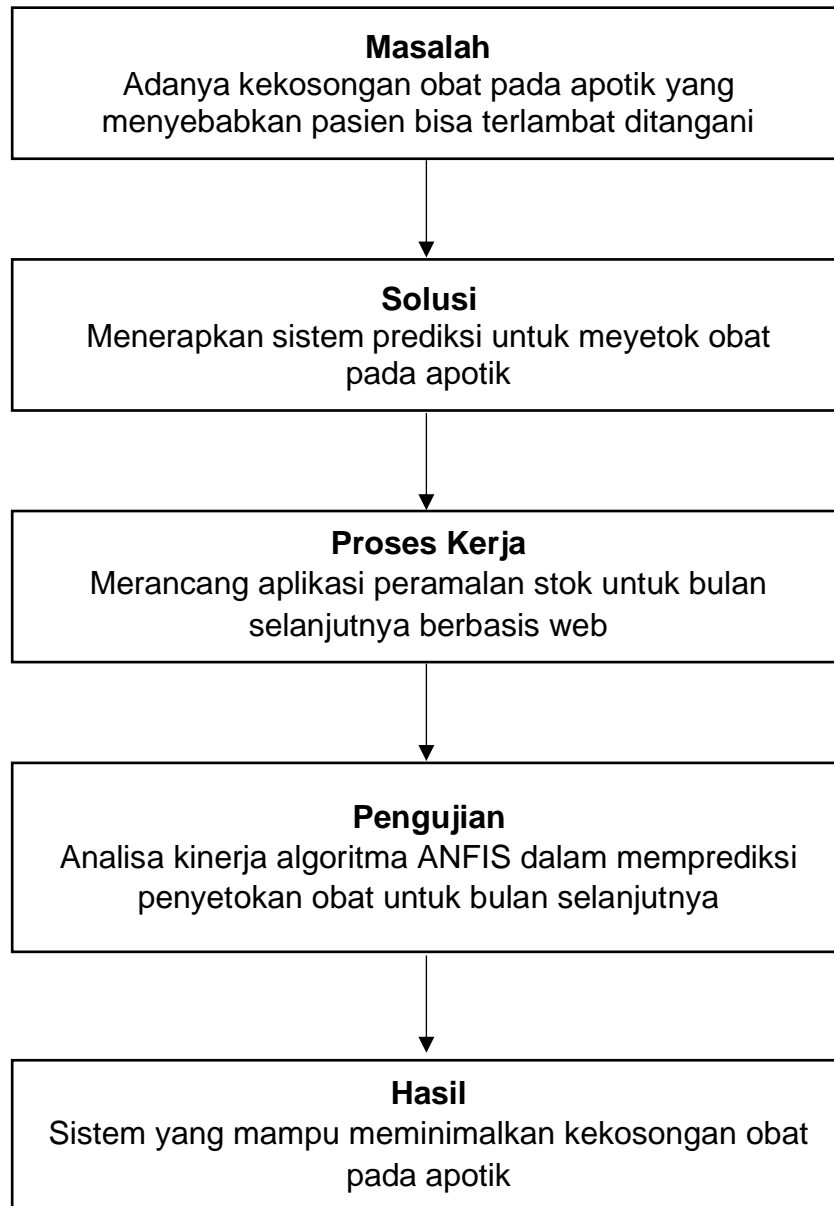
No	Judul	Penulis	Penerbit/ Tahun	Metode	Deskripsi/Tujuan	Hasil
1	Enhancing Stock Prediction Clustering Using K-Means with Genetic Algorithm	Eslam Nader Desokey dkk	IEEE 2017	K-Means dan Genetic Algorithm	Mengoptimalkan pengelompokan prediksi pasar saham dan untuk menguji penerapan optimasi algoritma genetika dengan algoritma pengelompokan k- means.	model prediksi menemukan bahwa iterasi rata-rata adalah 1,78, dengan 50% dari implementasi sebelumnya. Akurasi ditemukan sekitar 89,31% yang akan membuat investor lebih puas dengan kerangka kerja ini.
2	Stock Prediction and Analysis Using Intermittent Training Data With Artificial Neural Networks	N.Srinivasan, C.Lakshmi	IEEE 2017	Artificial Neural Networks	Mengusulkan algoritma yang efisien untuk memprediksi nilai- nilai berbasis stok yang menggunakan kecerdasan buatan dalam semua aspek	memperoleh akurasi dalam prediksi nilai pasar saham dengan menggunakan nilai data yang dilatih secara intermiten. Varians waktu memiliki pola normal dan non-linear untuk memprediksi nilai saham yang akurat di masa depan.

No	Judul	Penulis	Penerbit/ Tahun	Metode	Deskripsi/Tujuan	Hasil
3	Prediction of Stock Market by Principal Component Analysis	Muhammad Waqar dkk	IEEE 2017	Principal Component Analysis	Memprediksi tren pasar dengan menerapkan analisis komponen utama (PCA) dengan regresi linier	Diverifikasi bahwa PCA selalu tidak menjamin akurasi yang lebih baik. Kadang-kadang melalui penggunaan PCA, beberapa kesalahan rendah dapat dicapai meskipun pengurangan besar dari input data yang dapat menghasilkan pengurangan keseluruhan dalam akurasi model klasifikasi.
4	Sistem Informasi Prediksi Stok Barang Menggunakan Metode Holt Winters Pada CV Budi Jaya Mandiri	Erlan Putra Mariz dkk	Jurnal Imiah Fak. Ilkom 2017	Holt Winters	Memprediksikan permintaan semen batu raja pada periode yang akan datang dengan menggunakan perhitungan rumus Holt Winters multiplikatif sehingga dapat digunakan untuk menentukan berapa banyak jumlah barang yang harus disiapkan untuk memenuhi permintaan pelanggan pada periode yang akan datang	sistem ini terdapat form prediksi yang berfungsi untuk memprediksikan permintaan semen batu raja pada periode yang akan datang dengan menggunakan perhitungan rumus <i>Holt Wintersmultiplikatif</i> sehingga dapat digunakan untuk menentukan berapa banyak jumlah barang yang harus disiapkan untuk memenuhi permintaan pelanggan pada periode yang akan datang

No	Judul	Penulis	Penerbit/ Tahun	Metode	Deskripsi/Tujuan	Hasil
5	Penerapan Algoritma C4.5 untuk Penentuan Ketersediaan Barang <i>E-commerce</i>	G L Pritalia	IJIS 2018	Algoritma C4.5	Untuk menganalisis waktu pembelian stok barang yang sudah menipis dengan mengklasifikasi barang mana yang sudah waktunya di tambah stok maupun belum, sehingga ketersediaan barang tetap stabil dan terjaga.	Hasil penentuan ketersediaan barang <i>e-commerce</i> dari aplikasi penelitian ini dapat membantu bagian perusahaan untuk mengetahui status barang yang siap untuk diperjualbelikan. Hal ini dapat menjadi rekomendasi pengambilan keputusan dalam menerima pesanan agar barang tersebut tetap terjaga ketersediaannya dan tidak mengalami <i>backorder</i> . Hal ini penting agar pelanggan tetap terjaga kepercayaannya dalam melakukan transaksi barang.

I. Kerangka Pikir

Adapun kerangka pikir dapat dilihat pada Gambar 2.7



Gambar 2.7 Kerangka Pikir Penelitian