

TUGAS AKHIR

ANALISIS SINYAL GETARAN TERHADAP ELECTRICAL MECHANICAL KEADAAN TURBIN UAP DENGAN METODE FUZZY LOGIC

PROPOSAL SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (ST) Program Teknik Elektro

NAMA : MHD HARIS HABIB HARAHAHAP

NPM : 1307220080



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

FAKULTAS TEKNIK ELEKTRO

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATRA
UTARA**

MEDAN

2018

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**“ANALISIS SINYAL GETARAN TERHADAP ELECTRICAL
MECHANICAL KEADAAN TURBIN UAP DENGAN METODE FUZZY
LOGIC”**

*Diajukan untuk memenuhi tugas-tugas dan syarat-syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Telah Diuji dan Disahkan Pada Tanggal
24 OKTOBER 2018

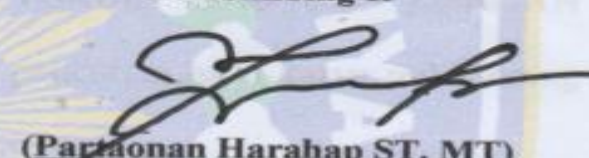
Oleh :

Mhd Haris Habib Harahap
13017220080

Pembimbing I

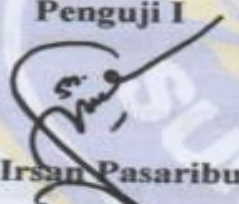
Pembimbing II

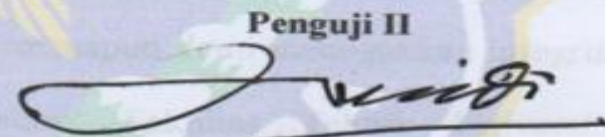

(Dr. Ir. Surya Hardi MS.c)


(Partaonan Harahap ST. MT)

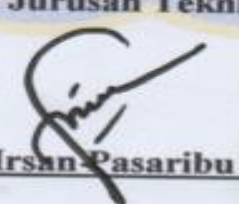
Penguji I

Penguji II


(Faisal Irsan Pasaribu ST.MT)


(Ir. Yusniati MT)

Diketahui dan Disahkan
Ketua Jurusan Teknik Elektro


(Faisal Irsan Pasaribu S.T., M.T.)

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertandatangan dibawah ini

Nama : Mhd Haris Habib Hrp

NPM : 1307220080

Tempat/Tgl.Lahir : Dolok Pof, 19 – September – 1995

Fakultas : Teknik

Program studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan tugas Akhir saya ini yang berjudul “ ANALISIS SINYAL GETARAN TERHADAP ELECTRICAL MECHANICAL KEADAAN TURBIN UAP UAP DENGAN METODE FUZZY LOGIC “. Bukan merupakan pencurian hasil karya milik orang lain maupun hasil skripsi orang lain.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dengan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Oktober 2018

Saya yang menyatakan



Mhd Haris Habib Hrp

ABSTRAK

Mesin listrik adalah mesin yang sangat sering dijumpai dalam dunia industry. Kondisi mesin menjadi aspek utama yang diperhatikan demi kelancaran proses produksi. Penmafaatan sinyal getaran dan emisi akustik sangat umum digunakan pada pemantauan kondisi dari mesin rotasi. Dengan membandingkan sinyal actual mesin dengan sinyal nirmal yang telah diketahui sebelumnya dapat diketahui kondisi actual yang terjadi pada mesin.

Maka dapat membuat permasalahan, bagaimanakah dengan dengan fuzzy logic dapat menghitung sinyal getaran pada mesin ? Apakah dengan menganalisa sinyal getaran berpengaruh pada mesin turbin uap ? Dengan tujuan penelitian menerapkan fuzzy logic untuk proses perhitungan sinyal getaran mesin. Menganalisa pengaruh sinyal getaran terhadap mesin turbin uap. Dapat mengetahui kerusakan mesin sejak dini melalui fuzzy logic.

Dari 70 data yang di ujikan maka terdapat 3 buah output yang menghasilkan bahwa keadaan turbin 1 dalam keadaan baik, turbin 3 dalam baik, sedangkan turbin 4 keadaaan tidak baik.

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh, ucapan syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik dengan judul “ ANALISIS SINYAL GETARAN TERHADAP ELECTRICAL MECHANICAL KEADAAN TURBIN UAP DENGAN METODE FUZZY LOGIC.”

Penulisan tugas akhir ini dimaksudkan guna melengkapi sebagian persyaratan meraih gelar sarjana di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Jurusan Teknik Elektro.

Di dalam menyusun tugas akhir ini penulis tidak dapat melupakan jasa orang – orang yang telah ikut berperan serta sehingga tugas akhir ini dapat selesai. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa berterima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Kedua orang tua, yang selalu berdoa dan memberikan dukungan moral dan moril kepada saya untuk keberhasilan dalam mengerjakan tugas akhir ini.
2. Bapak Munawar Alfansury Siregar ST, MT. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Faisal Irsan Pasaribu ST, MT. Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

4. Bapak DR Surya Hardi ST, Msc. Selaku dosen pembimbing I dalam penyusunan tugas akhir ini.
5. Bapak Partaonan Harahap ST, MT selaku dosen pembimbing II dalam penyusunan tugas akhir ini.
6. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Karyawan dan karyawan Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Abang dan saudara tersayang yang telah memberikan dukungan kepada penulis sampai saat ini.
9. Rekan – rekan sesama mahasiswa dan kos pondok wira yang selalu memberikan dukungan dan motivasi kepada saya.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari kata sempurna sehingga masih banyak hal yang perlu dikaji lebih lanjut untuk pengembangan penelitian dibidang ini. Akhirnya penulis berharap semoga penelitian ini memperkaya khasanah ilmu pengetahuan dibidang teknik listrik.

Wassammu'alaikum Wr.Wb.

Medan, Oktober 2018

Penulis

Mhd Haris Habib Harahap

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR ISI.....	vii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Manfaat Penulisan	3
1.6 Metode Penulisan	3
1.7 Sistematika Penulisan	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.1.1 Pemantauan Kondisi Mesin Berdasarkan Sinyal Getaran	6
2.1.2 Analisa Karakteristik Getaran Dan Machine Learning Untuk Deteksi Dini Kerusakan Bearing	6

2.1.3 Pengaruh Missaligement Terhadap Arus Dan Getaran Pada Motor Induksi	7
2.1.4 Missaligment Kopling Dengan Analisi Sinyal Getaran Kondisi Steady State Menggunakan Metode Reverse	7
2.1.5 Analisa Pengaruh Missaligemnt Terhadap Vibrasi Dan Kinerja Motor	8
2.2 Pengertian, System Dan Cara Kerja PLTU	8
2.2.1 Pengetian PLTU	8
2.2.2 Sistem Dan Cara Kerja PLTU	8
2.2.3 Bagian – Bagian PLTU.....	12
2.2.4 Pengertian Sinyal Vibrasi	13
2.2.5 Parameter Getaran	14
2.2.6 Sinyal Vibrasi Terhadap Mesin Listrik	15
2.2.7 Ekstraksi Ciri Sinyal Getaran	17
2.2.8 Pengertian Fuzzy Logic	20
2.2.9 Sistem Fuzzy Logic	21

BAB III METEDOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Dan Waktu Penelitian	26
3.1.1 Lokasi Penelitian	26
3.1.2 Waktu Penelitian.....	26
3.2 Bahan Dan Perlengkapan Penelitian.....	26

3.2.1 Bahan Analisa.....	26
3.2.2 Perlengkapan Pendukung.....	26
3.3 Data Pengukuran.....	27
3.4 Flowchart	34

BAB IV ANALISA

4.1 Data Daya, Vibrasi dan Analisa RMS, SKEWNESS dan KURTOSIS..	35
4.1.1 Data Daya Pada Turbin Dan Analisa RMS	36
4.1.2 Data Sinyal Horizontal Dan Analisa Skewness Dan Kurtosis Pada Turbin 1	37
4.1.3 Data Sinyal Vertical Dan Analisa Skewness Dan Kurtosis Pada Turbin 1	40
4.1.4 Data Sinyal Aksial Dan Analisa Skewness Dan Kurtosis Pada Turbin 1	43
4.1.5 Data Sinyal Horizontal Dan Analisa Skewness Dan Kurtosis Pada Turbin 3	46
4.1.6 Data Sinyal Vertical Dan Analisa Skewness Dan Kurtosis Pada Turbin 3	49
4.1.7 Data Sinyal Aksial Dan Analisa Skewness Dan Kurtosis Pada Turbin 3	52
4.1.8 Data Sinyal Horizontal Dan Analisa Skewness Dan Kurtosis Pada Turbin 4	55

4.1.9 Data Sinyal Vertical Dan Analisa Skewness Dan Kurtosis Pada Turbin 4	58
4.1.10 Data Sinyal Aksial Dan Analisa Skewness Dan Kurtosis Pada Turbin 4	51
4.2 Hasil RMS, SKEWNESS dan KURTOSIS	64
4.2.1 Data Hasil Turbin 1	64
4.2.2 Data Hasil Turbin 3	67
4.2.3 Data Hasil Turbin 4	69
4.3 Analisa Fuzzy Logic	72
4.3.1 Analisa Fuzzy Logic Pada Turbin 1	72
4.3.2 Analisa Fuzzy Logic Pada Turbin 3	73
4.3.3 Analisa Fuzzy Logic Pada Turbin 4	74

BAB V PENUTUP

5.1 kesimpulan	76
5.2 saran	76

Daftar Pustaka.....	xi
----------------------------	-----------

Lampiran	xii
-----------------------	------------

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Tabel data vibrasi hari ke-1.....	27
Tabel 3.2 Tabel data vibrasi hari ke-2.....	28
Tabel 3.3 Tabel data vibrasi hari ke-3.....	29
Tabel 3.4 Tabel data vibrasi hari ke-4.....	30
Tabel 3.5 Tabel data vibrasi hari ke-5.....	31
Tabel 3.6 Tabel data vibrasi hari ke-6.....	32
Tabel 3.5 Tabel data vibrasi hari ke-7.....	33
Tabel 4.1 Daya yang di hasilkan dari seluruh turbin	36
Tabel 4.2 Data sinyal horizontal pada turbin 1	38
Tabel 4.3 Data hasil skewness dan kurtosis pada sinyal horizontal turbin 1	39
Tabel 4.4 Tabel rasio skewness dan rasio kurtosis pada sinyal horizontal turbin 1	40
Tabel 4.5 Data sinyal vertikal pada turbin 1	41
Tabel 4.6 Data hasil skewness dan kurtosis pada sinyal vertikal turbin 1	42
Tabel 4.7 Tabel rasio skewness dan rasio kurtosis pada sinyal vertikal turbin 1	43
Tabel 4.8 Data sinyal aksial pada turbin 1	44
Tabel 4.9 Data hasil skewness dan kurtosis pada sinyal aksial turbin 1	45
Tabel 4.10 Tabel rasio skewness dan rasio kurtosis pada sinyal aksial turbin 1	46
Tabel 4.11 Data sinyal horizontal pada turbin 3	47
Tabel 4.12 Data hasil skewness dan kurtosis pada sinyal horizontal turbin 3	48
Tabel 4.13 Tabel rasio skewness dan rasio kurtosis pada sinyal horizontal turbin 3	49

Tabel 4.14 Data sinyal vertical pada turbin 3	50
Tabel 4.15 Data hasil skewness dan kurtosis pada sinyal vertical turbin 3	51
Tabel 4.16 Tabel rasio skewness dan rasio kurtosis pada sinyal vertical turbin 3 ...	52
Tabel 4.17 Data sinyal aksial pada turbin 3	53
Tabel 4.18 Data hasil skewness dan kurtosis pada sinyal aksial turbin 3	54
Tabel 4.19 Tabel rasio skewness dan rasio kurtosis pada sinyal aksial turbin 3	55
Tabel 4.20 Data sinyal horizontal pada turbin 4	56
Tabel 4.21 Data hasil skewness dan kurtosis pada sinyal horizontal turbin 4	57
Tabel 4.22 Tabel rasio skewness dan rasio kurtosis pada sinyal horizontal turbin 4	58
Tabel 4.23 Data sinyal vertical pada turbin 4	59
Tabel 4.24 Data hasil skewness dan kurtosis pada sinyal vertical turbin 4	60
Tabel 4.25 Tabel rasio skewness dan rasio kurtosis pada sinyal vertical turbin 4 ...	61
Tabel 4.26 Data sinyal aksial pada turbin 4	62
Tabel 4.27 Data hasil skewness dan kurtosis pada sinyal aksial turbin 4	63
Tabel 4.28 Tabel rasio skewness dan rasio kurtosis pada sinyal aksial turbin 4	64
Tabel 4.29 Tabel hasil daya dan sinyal vibrasi pada turbin 1	65
Tabel 4.30 Tabel hasil daya dan sinyal vibrasi pada turbin 3	67
Tabel 4.31 Tabel hasil daya dan sinyal vibrasi pada turbin 4	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 struktur system PLTU	9
Gambar 2.2 Siklus fluida kerja sederhana pada PLTU	11
Gambar 2.3 Diagram T-s Siklus PLTU (Siklus Rankine).....	11
Gambar 2.4 Sebuah rotor yang terjadi karena unbalance	15
Gambar 2.5 keadaan sebuah rotor yang terjadi karena misalignment	16
Gambar 2.6 Sebuah kelonggaran mekanikal pada mesin rotor	16
Gambar 3.1 gambar alur flowchart	34
Gambar 4.1 Hasil Grafik skewness pada turbin 1	65
Gambar 4.2 Hasil Grafik kurtosis pada turbin 1	66
Gambar 4.3 Hasil Grafik skewness pada turbin 3	68
Gambar 4.4 Hasil Grafik kurtosis pada turbin 3	69
Gambar 4.5 Hasil Grafik skewness pada turbin 4	70
Gambar 4.6 Hasil Grafik kurtosis pada turbin 4	71
Gambar 4.7 Hasil Fuzzy logic keadaan turbin 1	73
Gambar 4.8 Hasil fuzzy logic keadaan turbin 3	74
Gambar 4.9 Hasil fuzzy logic keadaan turbin 4	75

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mesin listrik adalah mesin yang sangat sering dijumpai dalam dunia industri. Kondisi mesin menjadi aspek utama yang diperhatikan demi kelancaran proses produksi. Dengan mengetahui keadaan teraktual mesin, diharapkan dapat diambil keputusan yang tepat sehingga proses produksi dapat berjalan secara optimal.

Pemanfaatan sinyal getaran dan emisi akustik sangat umum digunakan pada pemantauan kondisi dari mesin rotasi. Dengan membandingkan sinyal aktual mesin dengan sinyal normal yang telah diketahui sebelumnya dapat diketahui kondisi aktual yang terjadi pada mesin. Kategori keadaan mesin dapat dibagi menjadi kategori normal, *unbalance* (ketidakseimbangan), *misalignment* (tidakseporos), *loosenes* (kelonggaran), dan *bearing* (kerusakanbantalan).

Pengenalan pola dengan menggunakan kecerdasan buatan dapat diterapkan untuk mendeteksi dan mengidentifikasi kerusakan mesin. Pada umumnya, proses pengenalan pola meliputi: pengumpulan data, ekstraksi data, klasifikasi data dan identifikasi data. Metode kecerdasan buatan umumnya berperan pada klasifikasi dan identifikasi data. Salah satu metode kecerdasan buatan yang cukup populer adalah metode *fuzzy logic*(logikasamar). *Fuzzy logic* merupakan sistem pakar yang

menggunakan perhitungan *fuzzy* dalam mengolah data untuk menghasilkan premis dan konklusi. Berdasarkan latar belakang yang ada maka penulis tertarik untuk memilih judul : **“ANALISIS SINYAL GETARAN TERHADAP ELECTRICAL MECHANICAL KEADAAN TURBIN UAP DENGAN METODE FUZZY LOGIC”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan hal tersebut diatas maka timbul permasalahan :

- a. Bagaimanakah dengan dengan fuzzy logic dapat menghitung sinyal getaran pada mesin ?
- b. Apakah dengan menganalisa sinyal getaran berpengaruh pada mesin turbin uap ?
- c. Apakah dengan fuzzy logic dapat mengetahui kerusakan mesin dari awal ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini sebagai berikut :

- a. Menerapkan fuzzy logic untuk proses perhitungan sinyal getaran mesin.
- b. Menganalisa pengaruh sinyal getaran terhadap mesin turbin uap.
- c. Dapat mengetahui kerusakan mesin sejak dini melalui fuzzy logic.

1.4 Batasan Masalah

Agar penyelesaian masalah yang dilakukan tidak menyimpang dari ruang lingkup yang ditentukan, maka akan dilakukan pembatasan masalah.

Adapun batasan masalah ini ialah sebagai berikut :

- a. Proses perhitungan menggunakan fuzzy logic Mamdani.
- b. Analisa hanya pada data sinyal getaran pada turbin uap.
- c. Indetifikasi kerusakan mesin turbin menggunakan fuzzy logic.

1.5 Manfaat Penulisan

Analisa sinyal vibrasi getaran terhadap keadaan mesin listrik dalam tugas akhir ini, mempunyai beberapa manfaat penulisan, yaitu :

- a. Mengetahui kerusakan mesin sejak dini secara cepat dan tepat.

1.6 Metode Penulisan

Metode yang digunakan dalam penulisan tugas sarjana ini adalah sebagai berikut:

- a. Survey lapangan, yakni berupa peninjauan langsung ke lokasi tempat unit turbin uap.
- b. Pengambilan data dari tempat dilaksanakannya survey.
- c. Study literatur, yakni berupa study study kepustakaan, kajian dari buku - buku dan tulisan – tulisan terkait dengan turbin uapm dan sinyal vibrasi.
- d. Browsing internet, yaitu untuk mencari bahan – bahan tulisan dan artikel – artikel yang dapat digunakan untuk membantu pengerjakan skripsi.
- e. Diskusi, yakni berupa tanya jawab dengan dosen pembimbing dosen pemanding yang nanti akan di tunjuk oleh pihak departemen tekik elektro – ft umsu mengenai kekurangan didalam bahasan tugas sarjana ini.

1.7 Sistematika Penulisan

Skripsi ini dibagi beberapa bab dengan garis besar sebagai berikut :

- **Bab 1 : pendahuluan**

Bab ini berisikan latar belakang penulisan, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penulisan.

- **Bab II : Tinjauan pustaka**

Bab ini berisikan pandangan umum tentang turbin uap, sinyal vibrasi dan fuzzy logic.

- **Bab III : Metodologi Penelitian**

Bab ini berisikan lokasi dan waktu penelitian, serta data – data yang akan di cari hasilnya.

- **Bab IV : analisa data**

Bab ini berisikan perhitungan sinyal vibrasi terhadap turbin uap.

- **Bab V : kesimpulan dan saran**

Bab ini menyimpulkan yang di dapat dari data hasil.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Pemantauan kerusakan terhadap mesin adalah hal yang sangat penting untuk diketahui agar kita dapat memberikan perawatan yang layak dan optimal bagi mesin tersebut. Pemantauan getaran mesin adalah cara yang paling sering digunakan untuk memantau keadaan mesin dan merupakan cara yang paling efektif untuk mendeteksi kerusakan pada pergerakan mesin. Pengenalan pola yang digunakan dari data sinyal dapat mengetahui kondisi mesin antara lain dalam kondisi normal, tidak stabil, kelonggaran, tidak sejajar, kerusakan bearing. Data-data tersebut kemudian di lihat dengan menggunakan fungsi fitur ekstraksi RMS, kecondongan, kurtosis, faktor puncak, dan faktor kondisi. Hasil dari fitur ekstraksi kemudian dikalkulasikan dengan metode fuzzy logic dengan menggunakan Tabel look-up aturan main agar sistem fuzzy logic dapat mengetahui kondisi mesin.

Berdasarkan dengan permasalahan diatas penulis ingin mengetahui kondisi mesin listrik menggunakan sinyal vibrasi yang di ekstrak dengan metode fuzzy logic, maka penulis mengambil judul **“ANALISIS SINYAL GETARAN TERHADAP ELECTRICAL MECHANICAL KEADAAN TURBIN UAP DENGAN METODE FUZZY LOGIC”**. Dalam judul tersebut penulis memerlukan bahan yang mengenai ”kajian ilmiah terkait, penjelasan mengenai pengertian, system dan cara kerja turbin uap, sinyal vibrasi dan fuzzy logic.

2.1.1 Pemantauan Kondisi Mesin Berdasarkan Sinyal Getaran (**Didik Djoko Susilo, SURAKARTA : 2009**)

1. Pemantauan kondisi mesin merupakan metode perawatan prediktif yang sangat bermanfaat untuk menentukan kebutuhan perawatan sebuah mesin atau peralatan.
2. Sinyal getaran dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi adanya kerusakan pada komponen mesin yang bergerak rotasi dengan melakukan analisa spektrum sinyalnya.

2.1.2 Analisa Karakteristik Getaran Dan Machine Learning Untuk Deteksi Dini Kerusakan Bearing (**Ikhwansyah Isranuri : 2015**)

1. Hasil pengolahan sinyal getaran menunjukkan indikasi bahwa bearing yang bagus, akan menghasilkan gelombang yang halus, selain itu juga tidak terlihat puncak amplitudo pada kisaran frekuensi tinggi. Sedangkan bearing yang mengalami kerusakan akan menghasilkan gelombang dengan amplitudo tinggi pada kisaran frekuensi tersebut. Ini merupakan indikasi pertama untuk mendeteksi adanya kerusakan pada bearing. Selanjutnya untuk menentukan jenis kerusakan bearing, kita bisa mencari amplitudo yang dominan pada daerah frekuensi masing-masing komponen bearing.
2. Bearing dengan kerusakan lintasan dalam, akan muncul frekuensi dengan amplitudo dominan pada daerah BPFI atau perkaliannya, yaitu $2 \times \text{BPFI}$. Untuk bearing dengan kerusakan lintasan luar, akan muncul frekuensi dengan amplitudo dominan pada daerah BPFO atau perkaliannya, yaitu $4 \times \text{BPFO}$. Sedangkan bearing dengan kerusakan elemen bola, akan menghasilkan gelombang dengan frekuensi

acak, namun akan terlihat frekuensi BSF-nya atau perkaliannya, yaitu $6 \times \text{BSF}$. Hal ini karena elemen bola berhubungan langsung dengan elemen lainnya, efek dari kerusakan bola akan mempengaruhi lintasan dalam dan lintasan luar bearing.

2.1.3 Pengaruh Missalignment Terhadap Arus Dan Getaran Pada Motor Induksi

(**Abdul Multi, JAKARTA : 2014**)

Analisa Spektrum dapat digunakan untuk mendeteksi perbedaan kondisi motor pada posisi alignment dan missalignment dengan analisa getaran, bentuk unik yang ditimbulkan dari hasil spektrum analisa FFT dapat memberikan informasi mengenai bentuk perubahan pada spektrum arus. Perubahan frekuensi dan amplitudo dapat dilihat pada rancangan tesis ini.

2.1.4 Misalignment Kopling Dengan Analisis Sinyal Getaran Kondisi Steady State

Menggunakan Metode Reverse (**Deni Dwi Darmawan, YOGYAKARTA :2016**)

Karakteristik amplitudo getaran sinyal dengan kopling jaw pada kecepatan 1800 rpm. Pada kondisi *misalignment* puncak tertinggi diatas amplitudo 0,5 in/s dan setelah di *alignment* puncak tertingginya turun drastis hanya tidak sampai amplitudo 0,06 in/s.

2.1.5 Analisis Pengaruh *Misalignment* Terhadap Vibrasi Dan Kinerja Motor

Induksi (ANDI ULFIANA, DEPOK. : 2010).

Konsumsi energi lebih tinggi saat *misalignment* dibanding jika motor induksi dalam kondisi *alignment*.

2.2 Pengertian, system dan cara kerja PLTU

2.2.1 Pengertian PLTU

Suatu sistem pembangkit tenaga listrik yang mengkonversikan energi kimia listrik dengan menggunakan uap air sebagai fluida kerjanya, yaitu dengan memanfaatkan energi kinetik uap untuk menggerakkan poros sudu - sudu turbin. Sudu -sudu turbin mengerakkan poros turbin, untuk selanjutnya poros turbin mengerakkan generator. Dari generator inilah kemudian dibangkitkan energi listrik.

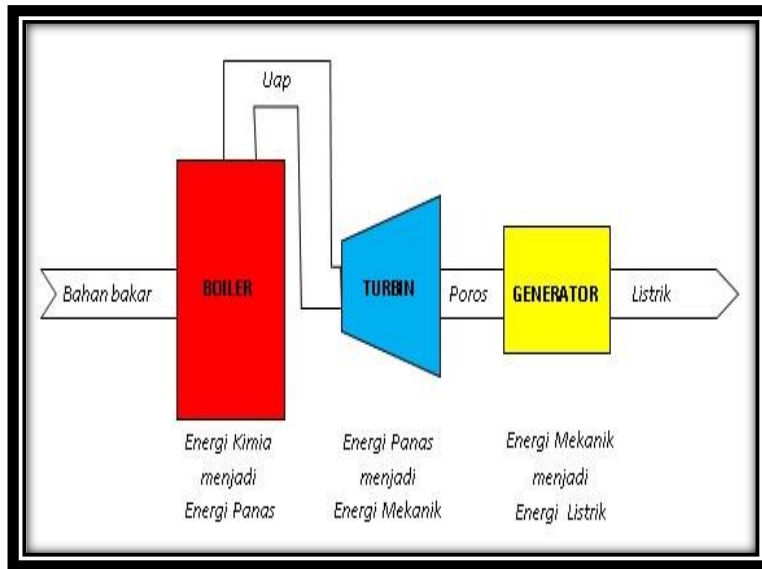
PLTU adalah jenis pembangkit listrik tenaga termal yang banyak digunakan, karena efisiensinya baik dan bahan bakarnya mudah didapat sehingga menghasilkan energi listrik yang ekonomis.

2.2.2 Sistem dan cara kerja PLTU

Adapun system dan cara kerja pembangkit listrik tenaga uap adalah sebagai berikut :

I. System PLTU

Untuk menghasilkan suatu energy listrik maka harus adanya suatu system yang ada pada pembangkit. Dari secara garis besar dapat dilihat pada Gambar 2.1 :



Gambar 2.1 : struktur system PLTU

Pada gambar 2.1 dapat disimpulkan system PLTU : bahan bakar diproses di boiler yang menghasilkan uap panas, kemudian uap panas disalurkan untuk menggerakkan turbin yang akan menghasilkan energy mekanik, kemudian energy mekanik diubah menjadi energy listrik melalui generator. Dari generator listrik di salurkan ke beban.

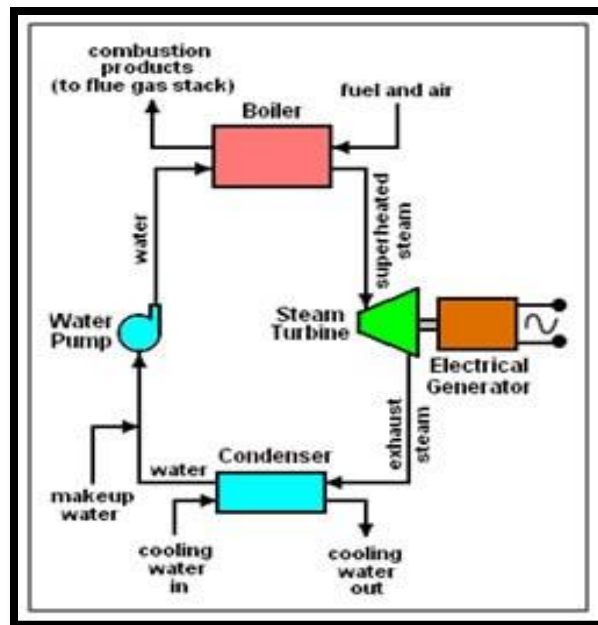
II. Cara kerja PLTU

PLTU menggunakan fluida kerja air uap yang bersirkulasi secara tertutup. Siklus tertutup artinya menggunakan fluida yang sama secara berulang-ulang. Urutan sirkulasinya secara singkat adalah sebagai berikut :

- Pertama air diisikan ke boiler hingga mengisi penuh seluruh luas permukaan pemindah panas. Didalam boiler air ini dipanaskan dengan gas panas hasil pembakaran bahan bakar dengan udara sehingga berubah menjadi uap.

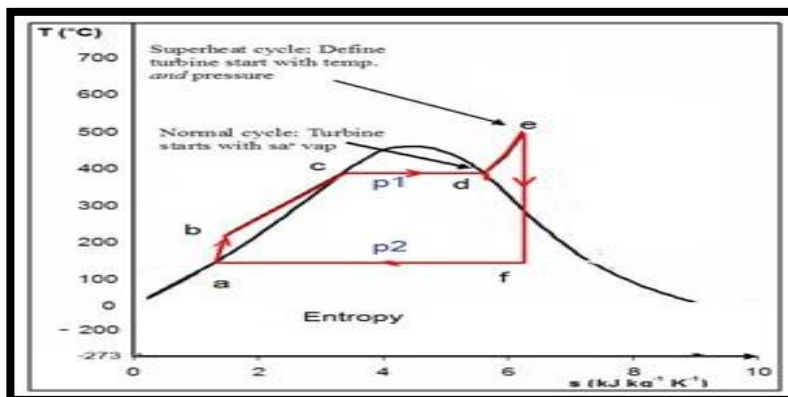
- Kedua, uap hasil produksi boiler dengan tekanan dan temperatur tertentu diarahkan untuk memutar turbin sehingga menghasilkan daya mekanik berupa putaran.
- Ketiga, generator yang dikopel langsung dengan turbin berputar menghasilkan energi listrik sebagai hasil dari perputaran medan magnet dalam kumparan, sehingga ketika turbin berputar dihasilkan energi listrik dari terminal output generator
- Keempat, Uap bekas keluar turbin masuk ke kondensor untuk didinginkan dengan air pendingin agar berubah kembali menjadi air yang disebut air kondensat. Air kondensat hasil kondensasi uap kemudian digunakan lagi sebagai air pengisi boiler.
- Demikian siklus ini berlangsung terus menerus dan berulang-ulang.

Adapun siklus yang berlangsung di pembangkit listrik tenaga uap dapat di gambarkan pada Gambar 2.2 :



Gambar 2.2 : Siklus fluida kerja sederhana pada PLTU

Adapun Siklus kerja PLTU yang merupakan siklus tertutup dapat digambarkan dengan diagram $T - s$ (Temperatur – entropi). Siklus ini adalah penerapan siklus rankine ideal. Adapun urutan langkahnya pada Gambar 2.3:



Gambar 2.3 : Diagram $T - s$ Siklus PLTU (Siklus Rankine)

Dari gambar 2.3 dapat di deskripsikan sebagai berikut :

1. a – b : Air dipompa dari tekanan P_2 menjadi P_1 . Langkah ini adalah langkah *kompresi isentropis*, dan proses ini terjadi pada pompa air pengisi.
2. b – c : Air bertekanan ini dinaikkan temperaturnya hingga mencapai titik didih. Terjadi di *LPheater*, *HP heater* dan *Economiser*.
3. c – d : Air berubah wujud menjadi uap jenuh. Langkah ini disebut *vapourising* (penguapan) dengan proses *isobar isothermis*, terjadi di boiler yaitu di *wall tube (riser)* dan *steam drum*.
4. d – e : Uap dipanaskan lebih lanjut hingga uap mencapai temperatur kerjanya menjadi uap panas lanjut (*superheated vapour*). Langkah ini terjadi di *superheater* boiler dengan proses *isobar*.
5. e – f : Uap melakukan kerja sehingga tekanan dan temperaturnya turun. Langkah ini adalah langkah *ekspansi isentropis*, dan terjadi didalam turbin.
6. f – a : Pembuangan panas laten uap sehingga berubah menjadi air kondensat. Langkah ini adalah *isobar isothermis*, dan terjadi didalam kondensor.

2.2.3 Bagian-Bagian PLTU

Bagian – bagian yang terdapat pada PLTU adalah :

➤ Boiler

Boiler berfungsi untuk mengubah air (feed water) menjadi uap panas lanjut (superheated steam) yang akan digunakan untuk memutar turbin.

➤ Turbin uap

Turbin uap berfungsi untuk mengkonversi energi panas yang dikandung oleh uap menjadi energi putar (energi mekanik). Poros turbin dikopel dengan poros generator sehingga ketika turbin berputar generator juga ikut berputar.

➤ Kondensor

Kondensor berfungsi untuk mengkondensasikan uap bekas dari turbin (uap yang telah digunakan untuk memutar turbin).

➤ Generator

Generator berfungsi untuk mengubah energi putar dari turbin menjadi energi listrik.

2.2.4 Pengertian sinyal vibrasi

Getaran adalah gerakan yang teratur dari benda atau media dengan arah bolak-balik dari kedudukan keseimbangan (KEP-51/MEN/1999). Getaran terjadi saat mesin atau alat dijalankan dengan motor, sehingga pengaruhnya bersifat mekanis (Sugeng Budiono, 2003:35).

Getaran ialah gerakan osilasi disekitar titik (J.M. Harrington, 1996:187). Vibrasi adalah gerakan, dapat disebabkan oleh getaran udara atau getaran mekanis, misalnya mesin atau alat-alat mekanis lainnya (J.F.Gabriel, 1996:96). Getaran merupakan efek suatu sumber yang memakai satuan ukuran hertz (Depkes, 2003:21).

Getaran adalah suatu factor fisik yang menjalar ke tubuh manusia, mulai dari tangan sampai keseluruhan tubuh turut bergetar (oscillation) akibat getaran peralatan mekanis yang dipergunakan dalam tempat kerja (Emil Salim, 2002:253)2.

2.2.5 Parameter getaran

Vibrasi atau getaran mempunyai tiga parameter yang dapat dijadikan sebagai tolak ukur yaitu : a. Amplitudo : adalah ukuran atau besarnya sinyal vibrasi yang dihasilkan. Amplitudo dari sinyal vibrasi mengidentifikasikan besarnya gangguan yang terjadi. Makin tinggi amplitudo yang ditunjukkan menandakan makin besar gangguan yang terjadi, besarnya amplitudo bergantung pada tipe mesin yang ada. Pada mesin yang masih bagus dan baru, tingkat vibrasinya biasanya bersifat relatif. b. Frekuensi : adalah banyaknya periode getaran yang terjadi dalam satu putaran waktu. Besarnya frekuensi yang timbul pada saat terjadinya vibrasi dapat mengidentifikasikan jenis-jenis gangguan yang terjadi.

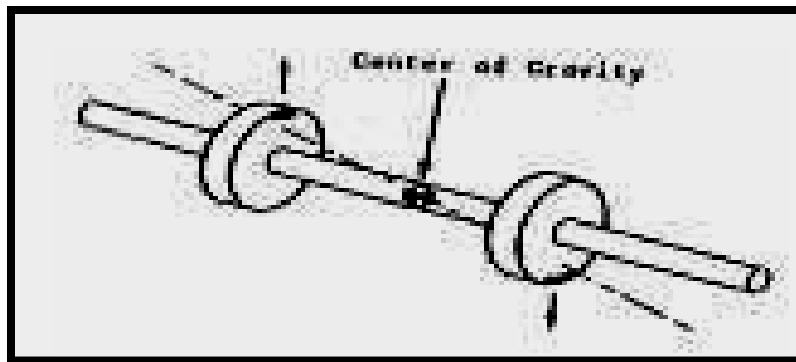
Gangguan yang terjadi pada mesin sering menghasilkan frekuensi yang jelas atau menghasilkan contoh frekuensi yang dapat dijadikan sebagai bahan pengamatan. Dengan diketahuinya frekuensi pada saat mesin mengalami vibrasi, maka penelitian atau pengamatan secara akurat dapat dilakukan untuk mengetahui penyebab atau sumber dari permasalahan. Frekuensi biasanya ditunjukkan dalam bentuk Cycle per menit (CPM), yang biasanya disebut dengan istilah Hertz (dimana $\text{Hz} = \text{CPM}$). Biasanya singkatan yang digunakan untuk Hertz adalah Hz.

2.2.6 Sinyal vibrasi terhadap mesin listrik

Penggunaan sinyal getaran dan emisi akustik sangat umum digunakan pada pemantauan kondisi mesin rotasi. Dengan membandingkan sinyal dari kondisi mesin normal dan yang mengalami kerusakan, deteksi kerusakan seperti: unbalance, misalignment, loosenes, kerusakan gigi, dan kerusakan bantalan.

1. Unbalance

Berdasarkan International Standart Organization (ISO) definisi unbalance adalah kondisi yang terjadi pada rotor akibat dari gaya sentry fugal, dimana ketika bergetar, gaya atau gerak rotor akan diteruskan pada bantalannya. Unbalance dapat juga didefinisikan distribusi massa yang tidak merata terhadap sumbu putar rotor, yang dapat dilihat pada Gambar 2.4 :

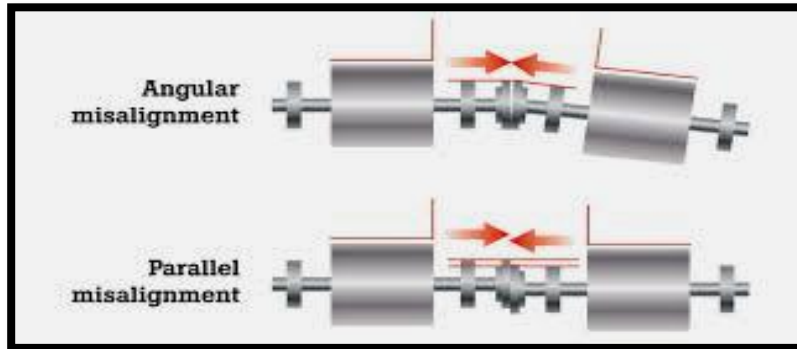


Gambar 2.4 : sebuah rotor yang terjadi karena unbalance

2. Misalignment (Ketidak sesumbuan)

Misalignment adalah kondisi dimana sumbu dari poros yang dikopel tidak sesumbu. Jika sumbu poros antara dua mesin sejajar satu sama lain tapi tidak sesumbu maka disebut parallel misalignment. Apabila poros sejajajar bertemu pada

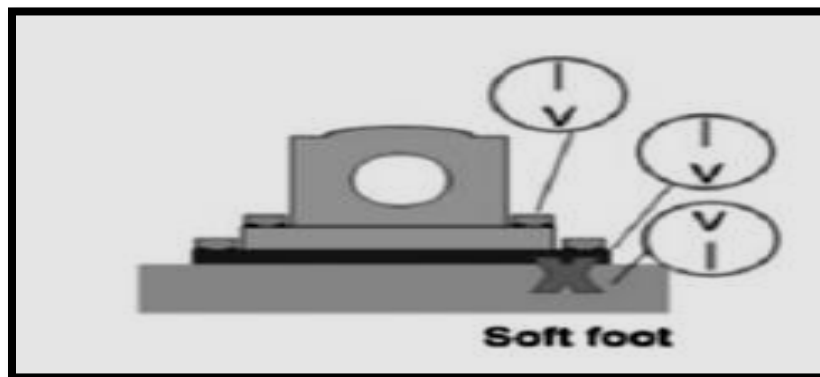
suatu titik tetapi tidak paralel maka misalignment tersebut adalah angular misalignment, yang dapat dilihat pada Gambar 2.5 :



Gambar 2.5 : keadaan sebuah rotor yang terjadi karena misalignment

3. Mechanical Looseness

Kelonggaran mekanik adalah salah satu fenomena yang terjadi di mesin. Pada mesin rotasi kelonggaran mekanik dapat terjadi dalam bentuk kelonggaran pada komponen internal (internal assembly loosnes) dan kelonggaran pada struktur (structur loosenes).



Gambar 2.6 : sebuah kelonggaran mekanikal pada mesin rotor

4. Kerusakan pada bantalan

Kerusakan pada bantalan dapat terjadi pada semua komponen dan akan menyebabkan getaran dengan frekuensi tinggi. Pada hampir semua kasus, komponen bantalan yang mengalami kerusakan dapat diidentifikasi, karena frekuensi spesifik getaran yang dieksitasi berbeda untuk himpunan tiap kondisi kerusakan bantalan. Raceways dan elemen gelinding yang rusak dapat dengan mudah terdeteksi. Frekuensi bantalan rusak tidak terintegrasi pada harmonik kecepatan putaran.

2.2.7 Ekstraksi ciri sinyal getaran

Sinyal getaran yang dihasilkan dari pengukuran merupakan rangkaian nilai digital parameter getaran (perpindahan, kecepatan, dan percepatan) dalam domain waktu. Gelombang terhadap waktu dapat diolah menjadi data input pada sistem diagnosis. Beberapa ciri seperti parameter statistik dapat menjadi sangat signifikan pada penggunaan teknik analisa getaran domain waktu. Kondisi kerusakan mesin dapat dibedakan menggunakan representasi kuantitatif ciri domain waktu. Parameter statistik tersebut, antara lain: *root mean square* (RMS), *skewness*, *kurtosis*, *crest factor* dan *shape-factor*.

- RMS

RMS merupakan ciri yang mengukur komposisi karakteristik energi dari sinyal getaran. Ciri ini baik dalam mengidentifikasi tingkat *noise* secara keseluruhan, tetapi tidak menyediakan informasi apapun tentang lokasi komponen yang rusak. *Delta RMS* adalah perbedaan antara nilai RMS saat ini dan sebelumnya. Pendekatan yang paling

dasar untuk pengukuran kerusakan dalam domain waktu adalah menggunakan pendekatan RMS. Pendekatan RMS sering tidak cukup sensitif, khususnya untuk mendeteksi kerusakan yang baru mulai. Rumus RMS sebagai berikut : (di dapat dari www.fisikaelektronika.com)

$$V_{\text{RMS}} = \sqrt{\frac{\text{jumlah dari pertengahan ordinat(vibrasi)}^2}{\text{jumlah koordinat pertengahan}}}$$

Dengan kata lain yang lebih disederhanakan dirumuskan dalam bentuk sebagai berikut:

$$V_{\text{RMS}} = \sqrt{\frac{V_1^2 + V_2^2 + V_3^2 + V_4^2 + \dots + V_{24}^2}{24}} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana : V = Tegangan

- Kurtosis.

Kurtosis didefinisikan sebagai momen keempat dari distribusi dan mengukur kelancipan dan kedataran relative sebuah distribusi dibanding distribusi normal.

Kurtosis memberikan suatu pengukuran dari ukuran *tail* distribusi dan digunakan sebagai indikator puncak utama dalam sebuah kumpulan data. Untuk mendapatkan nilai kurtosis(K), persamaan yang digunakan adalah. Data tidak berkelompok : (didapat dari www.fisikastatistika/rumuskurtosis.com)

$$\alpha_4 = \frac{\frac{1}{n} \sum (X - \bar{X})^4}{S^4} \dots \dots \dots (2)$$

Data berkelompok :

$$\alpha_4 = \frac{\frac{1}{n} \sum (f(X - \bar{X})^4)}{S^4} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana :

α_4 = koefisien kurtosis

n = jumlah data

x = nilai data

\bar{X} = nilai rata-rata

s = standar deviasi

Adapun aturan dasar pengambilan rasio kurtosis diantara -2 sampai +2 maka akan berdistribusi normal dengan rumus:

Rasio kurtosis = kurtosis/standart eror kurtosis(4)

- *Crest-Factor*

Pendekatan paling sederhana untuk mengetahui kerusakan pada domain waktu menggunakan pendekatan RMS, tetapi nilai RMS tidak dapat menunjukkan perubahan himpunan tiap tahap kerusakan pada roda gigi dan bantalan. Pengukuran lebih baik adalah menggunakan *crest factor* yang didefinisikan sebagai rasio dari nilai maksimal dari sinyal input terhadap nilai RMS. Untuk mendapatkan nilai *crest factor* (CF), maka persamaan yang digunakan adalah : (di dapat dari www.pengaruhgetaranterhadapmesin.com)

$$CF = \frac{X_{max}}{RMS} \dots\dots\dots(5)$$

Dengan X_{max} adalah nilai maksimum dari X_i .

- *Shape-Factor*

Shape factor didefinisikan sebagai rasio antara nilai RMS dengan nilai rata-rata. *Shape factor* merupakan salah satu *symtoms paramaters* (SP). Pada diagnosa kerusakan *symtoms paramater* digunakan untuk indentifikasi kondisi mesin, karena

menunjukkan informasi yang diindikasikan oleh sinyal hasil pengukuran. Untuk mendapatkan nilai *shape factor* (*SF*), persamaan yang digunakan adalah :
(www.pengaruhgetaranterhadapmesin.com)

$$SF = \frac{RMS}{\mu} \dots\dots\dots(6)$$

- Skewnes

Skewnes menunjukkan sebuah kemiringan atau ketidak simetrisan dari sebuah distribusi frekuensi. Untuk mendapatkan nilai *skewness* (*sk*), maka persamaan yang digunakan adalah: (www.fisikastatistika.com)

$$SK = \frac{\sum_{i=1} f_i (X_i - \bar{X})^2}{(\sum_{i=1} f_i) - 1} \dots\dots\dots(7)$$

Dimana :

x_i = nilai tengah kelas ke-i

f_i = frekuensi kelas ke-i

\bar{x} = nilai rata-rata sampel

Adapun aturan dasar pengambilan rasio skewness diantara -2 sampai +2 maka akan berdistribusi normal dengan rumus:

$$\text{Rasio skewness} = \text{skewness/standart eror skewness} \dots\dots\dots(8)$$

2.2.8 Pengertian fuzzy logic

Logika Fuzzy adalah peningkatan dari logika Boolean yang berhadapan dengan konsep kebenaran sebagian. Saat logika klasik menyatakan bahwa segala hal dapat diekspresikan dalam istilah biner (0 atau 1, hitam atau putih, ya atau tidak), logika fuzzy menggantikan kebenaran boolean dengan tingkat kebenaran.

Logika Fuzzy memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1, tingkat keabuan dan juga hitam dan putih, dan dalam bentuk linguistik, konsep tidak pasti seperti "sedikit", "lumayan", dan "sangat". Logika ini berhubungan dengan set fuzzy dan teori kemungkinan. Logika fuzzy diperkenalkan oleh Dr. Lotfi Zadeh dari Universitas California, Berkeley pada 1965.

2.2.9 Sistem fuzzy logic

Di dalam system penyelesaian ketidakpastian fuzzy logic, maka dapat di selesaikan dengan cara :

1) *Himpunan Fuzzy*

Lotfi Zadeh menawarkan ide tentang himpunan keanggotaan agar menghasilkan keputusan yang sesuai ketika menghadapi ketidak pastian. Nilai keanggotaanya adalah 1 jika masuk kedalam himpunan tersebut dan 0 jika tidak. Keanggotaan ini kemudian diperluas untuk memproses “derajat keanggotaan” pada interval kontinyu nyata $[0,1]$. Zadeh membentuk himpunan *fuzzy* pada sehimpunan X yang dapat mengakomodasi “derajat keanggotaan”. Suatu himpunan *fuzzy* dalam semesta U direpresentasikan sebagai pasangan elemen u dengan tingkat fungsi keanggotaan dinyatakan pada persamaan.

$$F = \{(u, \mu_f(u)) / u \in U\} \dots\dots\dots(9)$$

2) *Fungsi Keanggotaan*

Fungsi keanggotaan menyatakan derajat keanggotaan dari masing-masing anggota dalam semesta pembicaraan. Adapun fungsi keanggotaan yang sering dipakai dalam praktek.

3) Operasi Himpunan *Fuzzy*

Dua himpunan fuzzy A dan B dalam suatu himpunan semesta U dengan fungsi keanggotaan masing-masing μ_A dan μ_B . Memiliki operasi-operasi himpunan antara lain sebagai berikut:

- Irisan dari A dan B ($A \cap B$)

Irisan dari dua himpunan *fuzzy* A dan B adalah himpunan *fuzzy* dengan derajat keanggotaan elemennya di berikan sebagai berikut:

$$\mu_{A \cap B}(u) = \text{Min}(\mu_A(u), \mu_B(u)) \dots\dots\dots(10)$$

- Gabungan dari A dan B ($A \cup B$)

Gabungan dari dua himpunan *fuzzy* A dan B adalah himpunan *fuzzy* dengan derajat keanggotaan elemennya di berikan sebagai berikut:

$$\mu_{A \cup B}(u) = \text{Max}(\mu_A(u), \mu_B(u)) \dots\dots\dots(11)$$

4) *Fuzzy Reasoning*

Dalam membuat suatu keputusan logika *fuzzy* akan selalu didasarkan dari aturan-aturan yang telah ditentukan sebelumnya. *Fuzzy reasoning* biasanya dilakukan menggunakan aturan *if-then*. Aturan terdiri dari dua bagian antecedent dan konsekuensi, sebuah aturan yang umum misalnya pada aturan *fuzzy* diatas input1, input2, dan output adalah variabel *fuzzy* , sedang kecil, negative besar, dan nol adalah variabel

linguistik. AND adalah operasi hubungan, operasi ini menyatukan hasil dalam bagian premis. Hubungan umum yang lainnya adalah union OR dan komplemen NOT. Pada pengerjaanya, pembuatan aturan *fuzzy* dapat dilakukan dengan metode penalaran pakar saja atau dikerjakan dengan menggunakan metode tertentu seperti FAM (*Fuzzy Automate Machine*) atau dengan Tabel aturan (*look up table*). Umumnya pembuatan aturan dengan metode Tabel aturan (*look up table*) mengikuti algoritma berikut:

- Membagi input dan output ke dalam daerah *fuzzy*. Pada tahap ini, fungsi keanggotaan untuk setiap label input dan output dibentuk menggunakan persamaan fungsi keanggotaan *fuzzy* seperti segitiga dan trapesium.
- Membuat aturan aturan berdasarkan data yang berpasangan

Pada tahap ini, aturan sementara *fuzzy* dibuat dengan cara mengambil nilai termaksimum pada fungsi keanggotaan terhadap data input dan output yang berpasangan.

- Menentukan bobot tiap aturan

Bobot untuk setiap aturan akan diberikan jika pada aturan sementara yang dirancang sebelumnya terdapat kesamaan antecedant tetapi berbeda pada konsekuennya.

- Membuat kombinasi aturan *fuzzy*

Dengan menggunakan aturan dan bobot tersebut, dirancang sebuah kombinasi aturan *fuzzy* yang mencakup semua aturan yang akan digunakan pada sistem *fuzzy*.

5) *Sistem Inferensi Fuzzy (Fuzzy Inference System)*

Fuzzy Inference System (FIS) dikenal juga sebagai *fuzzy rule-based system* (sistem berbasis aturan *fuzzy*), model *fuzzy fuzzy expert system* (sistem pakar *fuzzy*)

dan *fuzzy associative memory* (memori asosiatif *fuzzy*). FIS merupakan unit bahasan mayor pada sistem logika *fuzzy*.

Cara kerja FIS adalah dengan memfuzzikan nilai himpunan tegas menggunakan metode fuzifikasi. Setelah fuzifikasi dibentuklah basis aturan. Basis aturan dan basis data disebut sebagai basis pengetahuan. Defuzifikasi digunakan untuk mengkonversi nilai *fuzzy* menjadi nilai tegas yang diharapkan sebagai hasil dari FIS.

6) *Metode-Metode FIS*

Metode-metode FIS yang paling terkenal adalah FIS Mamdani dan FIS Sugeno. FIS Mamdani diperkenalkan pertama kali oleh Mamdani dan Assilian pada tahun 1975. Sedangkan FIS Sugeno diperkenalkan oleh Sugeno pada tahun 1985. Perbedaan yang mendasar antara kedua tipe FIS tersebut terletak pada konsekuensi aturan *fuzzy* nya. Pada FIS Mamdani, konsekuensi berupa himpunan *fuzzy* sementara konsekuensi FIS Sugeno berupa fungsi-fungsi linear.

A. *FIS Mamdani*

Keluaran FIS Mamdani berupa himpunan *fuzzy* untuk setiap variabel keluaran yang harus di defuzifikasikan. Diperbolehkan, dan kadang malah lebih efisien, untuk menggunakan spike tunggal sebagai keluaran fungsi keanggotaan daripada himpunan *fuzzy* yang terdistribusi.

1) *Pembuatan FIS Mamdani*

Pembuatan FIS Mamdani dilakukan melalui tahapan – tahapan berikut:

- Menentukan sejumlah aturan-aturan *Fuzzy*

Aturan-aturan *fuzzy* merupakan sekumpulan pernyataan linguistik yang menggambarkan bagaimana FIS tersebut membuat keputusan berdasarkan pengklasifasian masukan atau pengontrolan keluaran.

- Fuzifikasi masukan menggunakan fungsi-fungsi keanggotaan

Tujuan utama dari fuzifikasi adalah untuk memetakan masukan-masukan dari sensor-sensor atau ciri-ciri pada nilai dari 0 sampai 1 menggunakan sebuah himpunan fungsi keanggotaan.

- Mendapatkan nilai konsequen

Mendapatkan nilai konsequen aturan dengan menggabungkan rule strength dan fungsi keanggotaan

- Mengkombinasikan keluaran-keluaran menjadi sebuah distribusi keluaran
- Defuzifikasi

Lazimnya banyak kasus yang mengharapkan keluaran dari FIS Mamdani berupa sebuah nilai tegas. Teknik defuzifikasi yang digunakan adalah rerata maksimum (*Mean of Maximum*) dengan fungsi sebagai berikut: Dimana z merupakan rerata maksimum, z_j adalah titik dimana fungsi keanggotaan bernilai maksimum, dan l adalah banyaknya distribusi keluaran yang sampai pada tingkat maksimum.

BAB III

METEDOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Dan Waktu Penelitian

3.1.1 lokasi

Lokasi Penelitian : PT PKS HARKAT SEJAHTERA Nagori Dusun Pengkolan,
Kecamatan : Bosar Maligas, Kabupaten : Simalungun,
Sumatra Utara.

3.1.2 waktu

Hari : Jumat – Sabtu

Tanggal : 23- Februari- 2018 sampai 24 – Februari– 2018

3.2 Bahan dan Perlengkapan Penelitian

3.2.1 Bahan Analisa

Bahan yang digunakan dalam analisa ini adalah:

- a. Data pengukuran vibrasi

3.2.2 Perlengkapan Pendukung

Perlengkapan pendukung yang digunakan dalah sebagai berikut:

- a. Perangkat keras (Hardware) yaitu seperangkat laptop
- b. Perangkat lunak (Software) yaitu MATLAB R2015a
- c. Vibrasi meter sebagai alat untuk mengambil data vibrasi

3.3 Data Pengukuran

Adapun sampel data yang diambil selama tujuh hari yang akan digunakan untuk penelitian seperti Tabel 3.3.1 sampai dengan Tabel 3.3.7 :

DATA VIBRASI TURBIN DAN GENERATOR

Hari : SABTU

Tanggal : 17-FEB-2018

Tabel 3.1 : Tabel data vibrasi hari ke-1

No.	MW	Speed (rpm)	#1			#2			#3			#4		
			H	V	A	H	V	A	H	V	A	H	V	A
1	10.5	3008	2.8	2.4	2.2	2.3	1.8		4.8	1.9	2.0	1.7	0.7	4.3
2	9.5	3016	2.7	2.2	2.3	2.1	1.8		4.3	1.8	3.1	1.7	0.8	4.3
3	11.0	3016	2.5	2.1	2.2	2.3	1.7		4.5	1.8	3.1	1.5	0.8	4.4
4	10.0	3010	2.3	2.1	2.1	3.7	1.8		4.5	1.8	2.8	1.5	0.6	4.3
5	11.5	3021	2.4	2.9	2.4	2.4	1.8		4.4	1.6	3.1	1.6	0.7	5.2
6	11.8	3013	2.2	2.9	1.9	3.2	1.9		4.6	1.6	2.6	1.5	0.9	5.2
7	9.0	3012	2.8	2.4	1.9	3.1	1.9		4.6	1.8	2.6	1.4	0.8	4.5
8	9.5	3022	2.2	2.3	1.8	3.1	2.0		4.8	1.8	2.6	1.9	0.7	4.7
9	9.0	3021	2.8	2.7	2.0	2.9	2.0		4.9	1.9	2.2	1.9	0.9	4.5
10	11.0	3014	2.7	2.8	2.0	2.9	2.1		4.5	1.9	2.8	1.9	0.8	4.7
11	10.5	3023	2.7	2.7	2.0	2.5	2.3		4.3	2.0	2.9	1.8	1.2	4.7
12	8.7	3018	2.6	2.4	2.1	2.7	2.2		4.3	1.4	2.9	1.5	0.7	4.8
13	9.0	3011	2.4	2.4	1.7	2.6	1.8		4.2	1.6	2.8	1.5	0.8	5.6
14	8.0	3017	2.3	2.2	1.7	2.7	1.6		4.1	1.7	2.3	1.6	0.9	4.6
15	8.5	3011	2.8	2.1	1.7	3.1	1.6		4.1	1.7	3.0	1.5	0.7	5.5
16	10.5	3017	3.0	2.3	2.1	3.0	1.7		4.4	1.6	3.1	2.0	0.7	4.8
17	9.5	3015	2.5	2.4	2.2	2.8	1.8		4.5	1.3	3.2	2.1	0.8	4.8
18	11.2	3011	3.1	3.0	1.9	2.7	1.9		4.8	1.4	3.0	2.4	1.1	4.9
19	11.5	3020	3.1	2.7	1.8	2.3	1.8		4.9	1.4	2.8	1.6	0.8	4.5
20	10.5	3025	2.9	2.5	2.2	2.8	1.8		4.8	1.7	2.8	2.6	0.9	4.5
21	10.8	3015	2.9	2.3	2.1	2.9	1.7		4.1	1.8	2.8	1.5	0.9	4.6
22	10.5	3018	2.8	2.3	2.2	2.8	2.1		4.0	1.8	2.9	2.2	0.8	4.4
23	9.5	3011	2.5	2.2	2.3	2.9	2.1		4.0	1.9	2.7	1.8	0.8	4.7
24	10.0	3001	2.4	2.9	2.1	2.9	1.9		3.9	1.8	2.7	1.8	0.9	4.9

DATA VIBRASI TURBIN DAN GENERATOR

Hari : MINGGU

Tanggal : 18-FEB-2018

Tabel 3.2 : Tabel data vibrasi hari ke-2

No.	MW	Speed (rpm)	#1			#2			#3			#4		
			H	V	A	H	V	A	H	V	A	H	V	A
1	11.0	3010	2.9	2.8	2.2	1.9	2.0		4.3	1.7	2.1	2.0	0.8	5.4
2	10.0	3015	2.8	2.7	2.3	1.9	1.8		4.5	1.7	2.1	2.0	0.8	5.0
3	11.5	3021	2.7	2.8	2.2	2.0	1.8		4.5	1.6	2.2	2.1	0.8	5.9
4	11.5	3023	2.2	2.5	2.2	2.0	1.7		4.3	1.7	2.3	2.0	0.8	4.7
5	10.8	3010	2.3	2.4	2.1	2.0	2.2		4.9	2.0	2.4	1.8	0.9	5.7
6	9.7	3011	2.3	2.7	2.3	2.1	1.8		4.8	2.0	2.5	1.9	0.9	4.9
7	9.8	3023	2.4	2.7	2.1	2.2	1.9		4.7	1.8	2.5	1.9	0.9	4.8
8	9.5	3028	2.5	2.7	2.1	1.8	1.9		4.7	2.2	2.8	1.9	1.1	4.9
9	9.5	3025	2.4	2.9	2.2	2.1	2.2		4.8	1.9	2.7	2.1	0.7	4.8
10	8.8	3025	2.5	2.9	2.2	2.1	1.9		4.9	1.9	3.0	2.1	0.9	4.8
11	9.7	3018	2.5	2.5	2.4	2.0	2.1		4.9	1.9	2.7	1.9	0.9	4.9
12	10.0	3018	2.8	2.5	1.2	2.0	2.1		4.9	2.8	3.1	2.0	0.9	6.1
13	11.5	3012	2.8	2.4	1.2	2.2	2.3		4.9	1.8	2.1	2.1	0.9	6.0
14	10.8	3012	2.8	2.6	1.3	2.2	1.7		5.0	1.5	3.1	2.1	1.0	4.9
15	10.5	3016	2.7	2.5	2.3	1.9	2.0		4.7	1.5	2.2	1.7	0.7	4.9
16	9.5	3017	3.0	2.6	1.9	2.1	1.8		5.0	1.5	2.2	2.0	0.7	4.7
17	10.5	3017	2.6	2.6	2.2	2.1	1.8		4.6	1.6	2.4	2.0	0.6	4.8
18	9.0	3012	3.3	2.7	2.1	2.2	2.0		4.5	1.8	2.4	2.0	0.6	4.8
19	11.5	3013	2.5	2.7	2.1	2.2	2.1		4.5	1.7	2.5	2.1	0.7	4.8
20	11.2	3013	2.8	2.4	2.2	2.1	2.2		4.7	1.7	2.6	1.7	0.7	4.8
21	10.7	3021	2.8	2.6	2.2	2.2	1.9		4.3	1.8	2.7	1.8	0.8	5.6
22	10.8	3020	2.7	2.6	2.1	2.3	1.9		4.4	1.8	2.5	2.0	0.8	4.9
23	10.8	3021	2.9	2.7	2.1	1.9	1.8		4.9	1.9	2.6	2.0	0.9	4.9
24	10.0	3022	2.9	2.8	2.1	2.1	1.9		4.8	1.9	2.4	2.0	0.9	4.9

DATA VIBRASI TURBIN DAN GENERATOR

Hari : SENIN

Tanggal : 19-FEB-2018

Tabel 3.3 : Tabel data vibrasi hari ke – 3

No.	MW	Speed (rpm)	#1			#2			#3			#4		
			H	V	A	H	V	A	H	V	A	H	V	A
1	9.5	3010	2.8	2.9	1.6	2.8	2.0		4.3	1.7	2.0	1.6	0.8	4.3
2	9.5	3011	2.5	2.6	2.2	2.8	1.9		4.3	1.9	2.0	1.8	0.8	4.3
3	8.0	3011	2.4	2.5	2.3	2.8	2.0		4.2	1.9	2.1	1.7	0.8	4.4
4	8.8	3012	2.4	2.5	2.1	2.6	2.2		4.1	1.7	2.2	1.6	0.8	4.5
5	9.9	3015	2.3	2.5	2.1	2.6	2.2		4.2	1.7	2.5	2.1	0.7	4.5
6	10.8	3015	2.2	2.7	1.8	2.6	1.8		4.2	1.6	3.0	1.7	0.7	4.3
7	10.7	3013	2.3	2.6	2.0	2.4	1.7		4.1	1.6	2.6	1.6	0.9	4.5
8	10.5	3013	2.3	3.0	2.0	2.4	2.1		4.0	1.5	3.1	1.9	0.6	4.4
9	11.5	3004	3.3	2.4	2.2	2.5	2.0		4.4	1.3	2.5	1.9	0.8	4.4
10	11.5	3008	2.3	2.5	2.1	2.7	1.8		4.3	1.7	3.3	1.9	0.7	4.3
11	10.5	3009	3.2	2.6	2.1	3.0	1.9		4.4	1.7	3.2	1.9	0.8	4.4
12	10.0	3021	2.2	2.5	2.2	3.0	1.8		4.2	1.5	2.7	1.8	0.9	4.3
13	8.8	3024	3.0	2.5	2.3	2.7	1.8		4.3	1.5	2.6	2.2	0.9	5.1
14	9.8	3014	3.0	2.6	2.2	2.9	2.0		4.1	1.6	2.7	1.6	0.7	4.7
15	10.8	3015	2.1	3.1	2.3	2.7	1.7		4.1	1.4	2.7	1.5	0.8	4.7
16	8.7	3015	2.1	2.6	2.4	2.8	1.6		4.3	1.5	2.8	1.5	0.6	4.6
17	10.6	3015	2.5	3.6	1.7	2.9	2.1		4.2	1.5	2.9	2.2	0.5	4.8
18	11.3	3017	2.6	3.0	1.8	2.5	2.1		4.1	1.5	2.6	2.0	0.6	4.9
19	11.0	3017	2.7	2.5	1.9	2.7	1.6		4.3	1.9	2.5	1.6	0.8	4.7
20	10.8	3017	2.7	2.7	2.2	2.7	1.7		4.3	1.9	2.9	1.7	0.7	4.5
21	9.0	3008	2.5	2.7	2.1	2.8	1.9		4.2	1.7	2.7	1.7	0.5	4.6
22	10.0	3009	2.3	2.7	2.1	2.4	1.7		4.0	1.7	2.6	1.9	0.6	4.5
23	8.7	3018	2.6	2.9	1.7	2.5	1.9		4.3	1.8	2.7	1.8	0.7	4.5
24	8.5	3018	2.8	2.9	1.9	2.9	1.9		4.2	1.8	2.7	1.8	0.8	4.5

DATA VIBRASI TURBIN DAN GENERATOR

Hari : SELASA

Tanggal : 20-FEB-2018

Tabel 3.3.4 : Tabel data vibrasi hari ke – 4

No.	MW	Speed (rpm)	#1			#2			#3			#4		
			H	V	A	H	V	A	H	V	A	H	V	A
1	10.0	3021	2.3	2.8	2.2	2.8	1.8		4.5	1.7	2.1	1.9	0.1	5.5
2	10.5	3022	2.2	2.8	2.1	2.9	1.8		4.5	1.9	2.1	1.6	0.3	5.5
3	9.8	3010	2.6	2.7	2.0	2.9	2.2		4.5	1.9	2.2	1.5	0.1	5.5
4	9.5	3011	2.1	2.7	2.1	2.7	2.0		4.5	1.9	2.2	1.7	0.1	5.3
5	11.0	3012	3.0	2.8	2.0	2.6	2.0		4.7	2.1	2.2	1.5	1.3	5.2
6	11.5	3014	2.7	2.9	1.7	2.5	1.6		4.6	1.6	3.0	1.9	1.3	5.1
7	8.7	3025	2.6	2.8	2.0	3.3	1.5		4.6	1.5	2.4	1.9	0.2	6.0
8	8.0	3026	2.6	2.7	1.9	2.5	1.9		4.7	1.7	2.2	1.8	0.5	6.0
9	9.8	3017	3.2	2.5	1.7	2.7	2.1		4.8	1.5	2.1	1.7	0.3	6.0
10	10.0	3013	3.2	2.5	2.0	2.8	2.1		4.9	2.0	2.1	1.7	0.5	5.4
11	10.5	3009	2.1	2.6	2.2	2.9	2.1		4.9	2.2	2.1	1.7	0.5	5.7
12	10.4	3007	2.3	2.7	2.1	3.1	1.7		5.1	2.1	3.2	2.1	0.5	6.0
13	10.5	3019	2.3	2.4	2.3	2.9	1.8		4.8	1.8	3.1	2.2	1.2	5.7
14	10.8	3017	2.3	2.3	2.2	2.9	1.7		4.8	1.7	2.8	1.7	0.9	5.7
15	9.0	3016	2.3	2.6	1.9	3.0	1.8		4.7	1.5	2.7	1.7	0.8	4.9
16	9.9	3013	3.3	2.4	1.8	3.0	2.1		4.5	1.7	2.6	1.9	0.6	4.9
17	8.8	3017	2.4	2.7	1.7	3.1	2.2		4.9	1.5	2.8	1.9	0.6	4.8
18	8.9	3020	3.0	2.5	2.0	2.7	2.3		4.9	2.0	2.9	1.5	1.0	4.9
19	9.5	3003	2.6	2.6	2.0	2.7	2.0		4.3	1.9	2.5	1.5	1.1	5.7
20	11.5	3014	2.8	2.4	1.9	2.8	1.9		5.2	1.9	2.4	2.0	0.6	5.5
21	10.5	3012	2.8	2.7	2.7	2.8	1.9		5.1	1.7	2.6	1.7	0.8	5.7
22	11.0	3011	2.9	2.9	2.6	2.6	1.8		4.6	1.7	2.7	1.6	0.8	4.6
23	9.7	3016	2.9	2.7	2.7	2.7	1.8		4.7	1.8	2.4	1.6	0.8	4.5
24	11.2	3017	2.9	2.5	2.6	2.7	1.9		4.8	1.8	2.2	1.8	0.9	5.6

DATA VIBRASI TURBIN DAN GENERATOR

Hari : RABU

Tanggal : 21-FEB-2018

Tabel 3.5 : Tabel data vibrasi hari ke-5

No.	MW	Speed (rpm)	#1			#2			#3			#4		
			H	V	A	H	V	A	H	V	A	H	V	A
1	10.5	3020	2.7	2.8	2.2	2.0	1.8		4.5	1.6	2.2	2.1	0.8	5.9
2	10.0	3018	2.2	2.5	2.2	2.0	1.7		4.3	1.7	2.3	2.0	0.8	4.7
3	9.0	3013	2.3	2.4	2.1	2.0	2.2		4.9	2.0	2.4	1.8	0.9	5.7
4	9.0	3008	2.3	2.7	2.3	2.1	1.8		4.8	2.0	2.5	1.9	0.9	4.9
5	8.8	3005	2.4	2.7	2.1	2.2	1.9		4.7	1.8	2.5	1.9	0.9	4.8
6	8.9	3005	2.5	2.7	2.1	1.8	1.9		4.7	2.2	2.8	1.9	1.1	4.9
7	8.8	3009	2.4	2.9	2.2	2.1	2.2		4.8	1.9	2.7	2.1	0.7	4.8
8	11.5	3007	2.5	2.9	2.2	2.1	1.9		4.9	1.9	3.0	2.1	0.9	4.8
9	11.5	3013	2.5	2.5	2.4	2.0	2.1		4.9	1.9	2.7	1.9	0.9	4.9
10	8.5	3017	2.8	2.5	1.2	2.0	2.1		4.9	2.8	3.1	2.0	0.9	6.1
11	9.5	3015	2.8	2.4	1.2	2.2	2.3		4.9	1.8	2.1	2.1	0.9	6.0
12	10.8	3018	2.8	2.6	1.3	2.2	1.7		5.0	1.5	3.1	2.1	1.0	4.9
13	10.5	3020	2.7	2.5	2.3	1.9	2.0		4.7	1.5	2.2	1.7	0.7	4.9
14	9.5	3007	3.0	2.6	1.9	2.1	1.8		5.0	1.5	2.2	2.0	0.7	4.7
15	8.7	3009	2.6	2.6	2.2	2.1	1.8		4.6	1.6	2.4	2.0	0.6	4.8
16	11.2	3016	3.3	2.7	2.1	2.2	2.0		4.5	1.8	2.4	2.0	0.6	4.8
17	9.8	3015	2.5	2.7	2.1	2.2	2.1		4.5	1.7	2.5	2.1	0.7	4.8
18	10.0	3014	2.8	2.8	1.7	2.2	1.5		4.2	1.5	2.8	2.1	0.9	5.5
19	11.0	3013	2.8	2.9	1.8	2.2	1.6		4.2	1.5	2.8	2.1	0.9	4.9
20	10.0	3012	2.6	2.9	1.9	2.5	2.8		4.8	1.6	2.8	2.0	0.9	4.9
21	9.0	3007	2.7	2.6	2.3	2.5	1.9		4.8	1.5	2.9	1.7	0.7	4.9
22	8.5	3006	2.5	2.6	2.2	2.6	1.8		4.9	1.7	2.7	2.1	0.7	4.9
23	8.8	3009	2.4	2.4	2.0	2.6	1.7		4.5	1.7	2.6	2.2	0.8	4.9
24	11.5	3023	2.5	2.5	1.9	2.7	2.0		4.2	1.7	2.9	2.2	0.9	4.8

DATA VIBRASI TURBIN DAN GENERATOR

Hari : KAMIS

Tanggal : 22-FEB2018

Tabel data 3.6 : Tabel data vibrasi hari ke - 6

No.	MW	Speed (rpm)	#1			#2			#3			#4		
			H	V	A	H	V	A	H	V	A	H	V	A
1	10.5	3015	2.2	2.7	1.8	2.6	1.8		4.2	1.6	3.0	1.7	0.7	4.3
2	10.5	3013	2.3	2.6	2.0	2.4	1.7		4.1	1.6	2.6	1.6	0.9	4.5
3	10.5	3013	2.3	3.0	2.0	2.4	2.1		4.0	1.5	3.1	1.9	0.6	4.4
4	11.0	3004	3.3	2.4	2.2	2.5	2.0		4.4	1.3	2.5	1.9	0.8	4.4
5	9.5	3008	2.3	2.5	2.1	2.7	1.8		4.3	1.7	3.3	1.9	0.7	4.3
6	10,5	3012	2.9	2,5	2,0	2,9	1,8		4,5	1,6	2,5	1,9	0,8	5,5
7	11,8	3027	2.8	2,4	2,0	2,4	1,9		4,5	1,6	2,5	1,9	0,8	5,4
8	11,8	3014	2.9	2,1	2,0	2,4	1,8		4,6	1,8	2,7	1,4	0,7	5,0
9	9,0	3010	2.8	2,1	2,0	2,9	1,7		4,1	1,7	2,9	1,7	0,8	5,7
10	9,5	3014	2.9	2,5	2,0	3,0	1,7		4,2	1,6	3,2	1,8	0,8	6,6
11	8,0	3016	2.8	2,5	2,0	2,8	1,8		4,1	1,7	3,1	1,1	0,8	6,1
12	11,8	3010	2.8	2,4	2,0	2,9	1,7		4,4	1,8	3,2	1,8	0,7	6,0
13	10,5	3007	2.7	2,6	2,2	3,1	2,0		4,1	1,9	2,5	1,7	0,8	5,9
14	8,5	3013	2.7	2,4	2,1	3,2	2,0		4,4	1,8	2,9	1,8	0,8	5,7
15	8,0	3003	2.8	2,6	2,1	3,1	2,1		4,7	1,6	2,7	1,7	0,6	5,4
16	11,7	3016	2.6	2,4	2,0	3,0	2,3		4,7	1,4	2,6	1,9	0,8	5,2
17	9,0	3016	2.9	2,1	2,1	3,1	2,1		4,4	1,7	2,7	1,7	0,7	5,1
18	10,0	3013	2.8	2,3	1,9	2,9	2,1		4,6	1,8	2,8	1,8	0,8	5,0
19	10,0	3018	3.1	2,4	1,8	3,0	1,8		4,8	1,6	2,9	1,9	0,7	4,8
20	11,5	3008	3.1	2,4	1,9	2,9	1,6		4,7	1,8	2,6	2,1	0,7	4,7
21	9.5	3018	3.1	2,4	1,8	3,0	1,8		4,8	1,6	2,9	1,9	0,7	4,8
22	8.5	3017	3.1	2,4	1,9	2,9	1,6		4,7	1,8	2,6	2,1	0,7	4,7
23	9.0	3015	2.8	2,3	2,1	2,8	1,7		4,9	1,8	2,1	1,9	0,8	4,8
24	11.5	3012	2.4	2,6	2,3	2,8	1,8		4,8	1,6	2,8	1,8	0,7	5,1

DATA VIBRASI TURBIN DAN GENERATOR

Hari :JUMAT

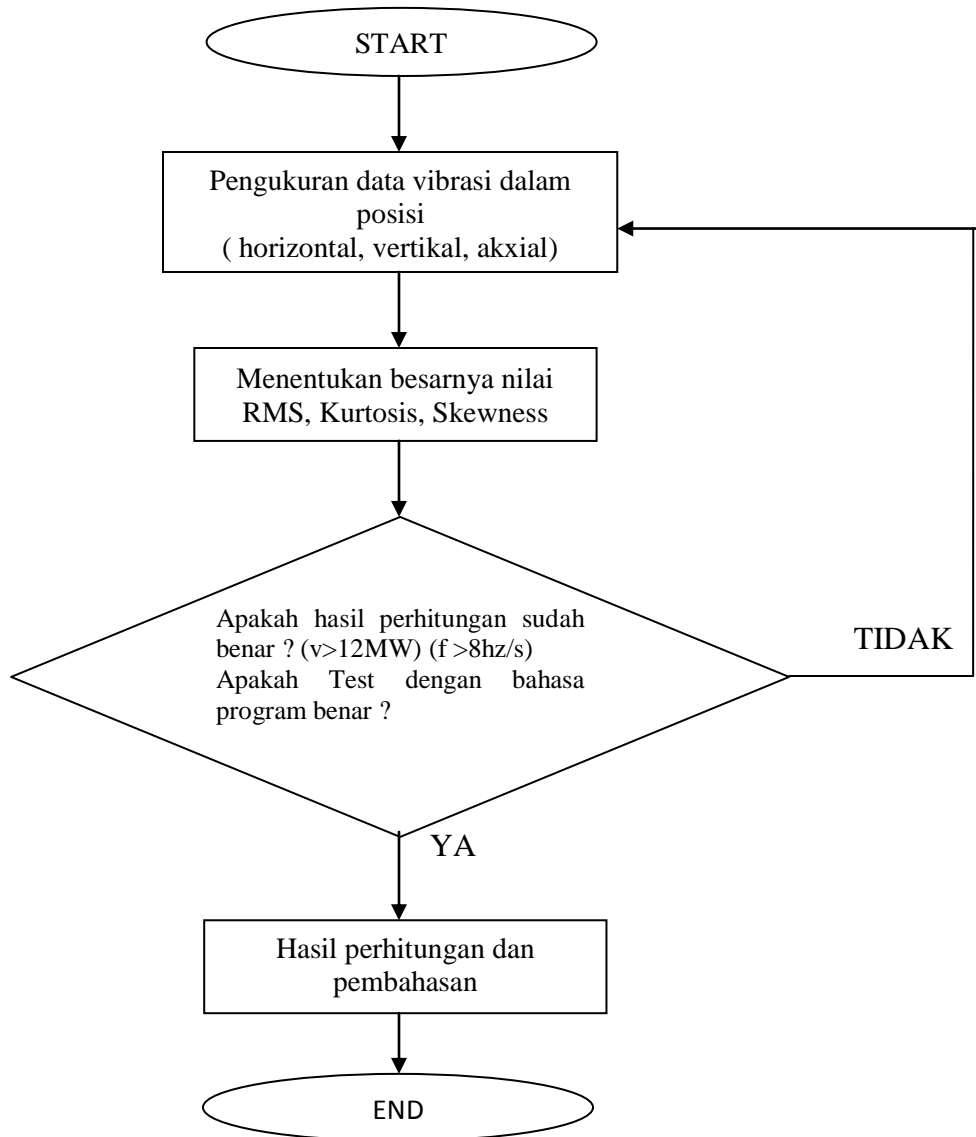
Tanggal : 23-FEB-2018

Tabel 3.3.7 : Tabel data vibrasi hari ke- 7

No.	MW	Speed (rpm)	#1			#2			#3			#4		
			H	V	A	H	V	A	H	V	A	H	V	A
1	10,5	3010	2.8	2,8	1,6	2,8	1,8		4,3	1,7	2,0	1,5	0,7	4,3
2	9,0	3021	2.7	2,4	2,1	2,9	1,7		4,3	1,6	2,9	1,4	0,7	5,0
3	11,0	3020	2.6	2,7	2,2	2,9	1,8		4,8	1,9	2,8	1,7	0,8	4,7
4	10,5	3012	2.9	2,5	2,0	2,9	1,8		4,5	1,6	2,5	1,9	0,8	5,5
5	11,8	3027	2.8	2,4	2,0	2,4	1,9		4,5	1,6	2,5	1,9	0,8	5,4
6	11,8	3014	2.9	2,1	2,0	2,4	1,8		4,6	1,8	2,7	1,4	0,7	5,0
7	9,0	3010	2.8	2,1	2,0	2,9	1,7		4,1	1,7	2,9	1,7	0,8	5,7
8	9,5	3014	2.9	2,5	2,0	3,0	1,7		4,2	1,6	3,2	1,8	0,8	6,6
9	8,0	3016	2.8	2,5	2,0	2,8	1,8		4,1	1,7	3,1	1,1	0,8	6,1
10	11,8	3010	2.8	2,4	2,0	2,9	1,7		4,4	1,8	3,2	1,8	0,7	6,0
11	10,5	3007	2.7	2,6	2,2	3,1	2,0		4,1	1,9	2,5	1,7	0,8	5,9
12	8,5	3013	2.7	2,4	2,1	3,2	2,0		4,4	1,8	2,9	1,8	0,8	5,7
13	8,0	3003	2.8	2,6	2,1	3,1	2,1		4,7	1,6	2,7	1,7	0,6	5,4
14	11,7	3016	2.6	2,4	2,0	3,0	2,3		4,7	1,4	2,6	1,9	0,8	5,2
15	9,0	3016	2.9	2,1	2,1	3,1	2,1		4,4	1,7	2,7	1,7	0,7	5,1
16	10,0	3013	2.8	2,3	1,9	2,9	2,1		4,6	1,8	2,8	1,8	0,8	5,0
17	10,0	3018	3.1	2,4	1,8	3,0	1,8		4,8	1,6	2,9	1,9	0,7	4,8
18	11,5	3008	3.1	2,4	1,9	2,9	1,6		4,7	1,8	2,6	2,1	0,7	4,7
19	11,2	3004	2.8	2,3	2,1	2,8	1,7		4,9	1,8	2,1	1,9	0,8	4,8
20	10,8	3012	2.4	2,6	2,3	2,8	1,8		4,8	1,6	2,8	1,8	0,7	5,1
21	11,0	3011	2.6	2,8	2,1	2,8	1,8		4,8	1,8	2,8	1,7	0,8	4,7
22	11,5	3018	3.1	2,7	2,4	2,9	1,6		4,8	1,8	2,7	1,7	0,6	4,8
23	10,0	3011	2.8	2,6	2,2	2,8	1,8		4,8	1,7	2,8	1,8	0,8	5,9
24	9,0	3001	2.9	2,9	2,1	2,9	1,9		4,6	1,8	2,8	2,1	0,7	5,1

3.4 Flowchart Penelitian

Langkah – langkah diagram alur proses penelitian yang ditampilkan dalam yang berbentuk symbol grafis dapat dilihat pada Gambar 3.1 :



Gambar 3.1 : diagram alur flowchart

BAB IV

ANALISA

4.1 DATA DAYA, VIBRASI DAN ANALISA RMS, SKEWNESS DAN KURTOSIS

Dari data yang tersedia pada bab 3 Tabel 3.3.1 sampai dengan 3.3.7 maka data yang di gunakan untuk pengujian, pada turbin satu untuk keadaan sinyal pada horizontal, vertikal dan aksial. Turbin tiga sinyal horizontal, vertikal dan aksial. Turbin empat horizontal, vertikal dan aksial.

4.1 Data Daya Pada Turbin dan Analisa RMS

Dari data daya yang di hasilkan pada turbin satu, turbin dua, turbin tiga dan turbin di lakukan pengujian 24 jam selama tujuh hari yang dapat dilihat pada Tabel 4.1:

Tabel 4.1 : Data daya yang di hasilkan dari seluruh turbin

Jam ke	Hari						
	1	2	3	4	5	6	7
1	10.5	11	9.5	10	10.5	10.5	10.5
2	9.5	10	9.5	10.5	10	10.5	9.0
3	11	11.5	8	9.8	9	10.5	11.0
4	10	11.5	8.8	9.5	9	11	10.5
5	11.5	10.8	9.9	11	8.8	9.5	11.8
6	11.8	9.7	10.8	11.5	8.9	10.5	11.8
7	9	9.8	10.7	8.7	8.8	11.8	9.0
8	9.5	9.5	10.5	8	11.5	11.8	9.5
9	9	9.5	11.5	9.8	11.5	9.0	8.0
10	11	8.8	11.5	10	8.5	9.5	11.8
11	10.5	9.7	10.5	10.5	9.5	8.0	10.5
12	8.7	10	10	10.4	10.8	11.8	8.5
13	9	11.5	8.8	10.5	10.5	10.5	8.0
14	8	10.8	9.8	10.8	9.5	8.5	11.7
15	8.5	10.5	10.8	9	8.7	8.0	9.0
16	10.5	9.5	8.7	9.9	11.2	11.7	10.0
17	9.5	10.5	10.6	8.8	9.8	9.0	10.0
18	11.2	9	11.3	8.9	10	10.0	11.5
19	11.5	11.5	11	9.5	11	10.0	11.2
20	10.5	11.2	10.8	11.5	10	11.5	10.8
21	10.8	10.7	9	10.5	9	9.5	11.0
22	10.5	10.8	10	11	8.5	8.5	11.5
23	9.5	10.8	8.7	9.7	8.8	9	10.0
24	10	10	8.5	11.2	11.5	11.5	9.0

Dengan menggunakan persamaan RMS (1) di peroleh nilai RMS sebagai berikut :

- RMS hari ke- 1 = 10.11 MW
- RMS hari ke- 2 = 10.38 MW
- RMS hari ke- 3 = 10 MW
- RMS hari ke- 4 = 10.08 MW
- RMS hari ke- 5 = 9.85 MW
- RMS hari ke- 6 = 10.16 MW
- RMS hari ke- 7 = 10.30 MW

4.1.2 Data Sinyal Horizontal dan Analisa skewness dan Kurtosis Pada Turbin 1

Dari data pada yang di tunjukkan Tabel 4.2 maka akan digunakan persamaan skewness (6) ; dan persamaan kurtosis (3) :

Tabel 4.2 : Data sinyal horizontal pada turbin 1

Jam ke	HARI						
	1	2	3	4	5	6	7
1	2.8	2.9	2.8	2.7	2.7	2.2	2.8
2	2.7	2.8	2.5	2.2	2.2	2.3	2.7
3	2.5	2.7	2.4	2.3	2.3	2.3	2.6
4	2.3	2.2	2.4	2.3	2.3	3.3	2.9
5	2.4	2.3	2.3	2.4	2.4	2.3	2.8
6	2.2	2.3	2.2	2.5	2.5	2.9	2.9
7	2.8	2.4	2.3	2.4	2.4	2.8	2.8
8	2.2	2.5	2.3	2.5	2.5	2.9	2.9
9	2.8	2.4	3.3	2.5	2.5	2.8	2.8
10	2.7	2.5	2.3	2.8	2.8	2.9	2.8
11	2.7	2.5	3.2	2.8	2.8	2.8	2.7
12	2.6	2.8	2.2	2.8	2.8	2.8	2.7
13	2.4	2.8	3	2.7	2.7	2.7	2.8
14	2.3	2.8	3	3	3	2.7	2.6
15	2.8	2.7	2.1	2.6	2.6	2.8	2.9
16	3	3	2.1	3.3	3.3	2.6	2.8
17	2.5	2.6	2.5	2.5	2.5	2.9	3.1
18	3.1	3.3	2.6	2.8	2.8	2.8	3.1
19	3.1	2.5	2.7	2.8	2.8	3.1	2.8
20	2.9	2.8	2.7	2.6	2.6	3.1	2.4
21	2.9	2.8	2.5	2.7	2.7	3.1	2.6
22	2.8	2.7	2.3	2.5	2.5	3.1	3.1
23	2.5	2.9	2.6	2.4	2.4	2.8	2.8
24	2.4	2.9	2.8	2.5	2.5	2.4	2.9

Maka diperoleh hasil yang di tunjukkan pada Tabel 4.3 :

Tabel 4.3 : Data hasil skewness dan kurtosis pada sinyal horizontal turbin 1

Descriptive Statistics									
	N	Minimum	Maximum	Mean	Skewness		Kurtosis		
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error	
esktraks sinyal	24	2.20	3.10	2.6417	-0.023	0.472	-0.979	0.918	
estraks sinyal	24	2.20	3.30	2.6708	0.186	0.472	0.134	0.918	
estraks sinyal	24	2.10	3.30	2.5458	0.753	0.472	-0.167	0.918	
esttrak sinyal	24	2.20	3.30	2.6083	0.845	0.472	1.327	0.918	
estraks sinyal	24	2.20	3.30	2.6083	0.845	0.472	1.327	0.918	
estraks sinyal	24	2.20	3.30	2.7667	-0.444	0.472	-0.336	0.918	
esttrak sinyal	24	2.40	3.10	2.8042	-0.135	0.472	0.759	0.918	
Valid N (listwise)	24								

Dengan hasil yang sudah didapat yang dapat di lihat pada Tabel 4.3, maka akan di ambil rasio skewness dan kurtosis dengan menggunakan persamaan (8) dan persamaan (4) : Maka di dapat hasil yang ditunjukkan pada Tabel 4.4 :

Tabel 4.4 : Tabel rasio skewness dan rasio kurtosis pada sinyal horizontal turbin

Hari ke	Rasio skewness	Rasio kurtosis
1	-0.048	-1.06
2	0.39	0.14
3	1.59	-0.18
4	0.35	-1.16
5	1.78	1.44
6	-0.94	-0.36
7	-0.28	0.82

4.1.3 Data Sinyal vertikal dan Analisa skewness dan Kurtosis Pada Turbin 1

Dari data pada yang di tunjukkan Tabel 4.5, maka akan digunakan persamaan skewness (6) ; dan persamaan kurtosis (3) :

Tabel 4.5 : Data sinyal vertikal pada turbin 1

Jam ke	HARI						
	1	2	3	4	5	6	7
1	2.4	2.8	2.9	2.8	2.8	2.7	2.8
2	2.2	2.7	2.6	2.8	2.5	2.6	2.4
3	2.1	2.8	2.5	2.7	2.4	3	2.7
4	2.1	2.5	2.5	2.7	2.7	2.4	2.5
5	2.9	2.4	2.5	2.8	2.7	2.5	2.4
6	2.9	2.7	2.7	2.9	2.7	2,5	2.1
7	2.4	2.7	2.6	2.8	2.9	2,4	2.1
8	2.3	2.7	3	2.7	2.9	2,1	2.5
9	2,7	2.9	2.4	2.5	2.5	2,1	2.5
10	2.8	2.9	2.5	2.5	2.5	2,5	2.4
11	2.7	2.5	2.6	2.6	2.4	2,5	2.6
12	2.4	2.5	2.5	2.7	2.6	2,4	2.4
13	2.4	2.4	2.5	2.4	2.5	2,6	2.6
14	2.2	2.6	2.6	2.3	2.6	2,4	2.4
15	2.1	2.5	3.1	2.6	2.6	2,6	2.1
16	2.3	2.6	2.6	2.4	2.7	2,4	2.3
17	2.4	2.6	3.6	2.7	2.7	2,1	2.4
18	3	2.7	3	2.5	2.8	2,3	2.4
19	2.7	2.7	2.5	2.6	2.9	2,4	2.3
20	2.5	2.4	2.7	2.4	2.9	2,4	2.6
21	2.3	2.6	2.7	2.7	2.6	2,4	2.8
22	2.3	2.6	2.7	2.9	2.6	2,4	2.7
23	2.2	2.7	2.9	2.7	2.4	2,3	2.6
24	2.9	2.8	2.9	2.5	2.5	2,6	2.9

Maka diperoleh hasil yang di tunjukkan pada Tabel 4.6 :

Tabel 4.6 : Data hasil skewness dan kurtosis pada sinyal vertikal turbin 1

Descriptive Statistics								
	N	Minimum	Maximum	Mean	Skewness		Kurtosis	
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
hari1	25	1.00	3.00	2.4080	-1.506	0.464	5.147	0.902
hari2	25	2.00	2.90	2.6120	-1.218	0.464	3.055	0.902
hari3	25	2.40	3.60	2.7240	1.549	0.464	3.102	0.902
hari4	25	2.30	4.00	2.6880	2.993	0.464	12.379	0.902
hari5	25	2.40	5.00	2.7360	4.186	0.464	19.457	0.902
hari6	25	2.10	6.00	2.6000	4.429	0.464	21.082	0.902
hari7	25	2.10	7.00	2.6600	4.580	0.464	22.138	0.902
Valid N (listwise)	25							

Dengan hasil yang sudah didapat yang dapat di lihat pada Tabel 4.6, maka akan di ambil rasio skewness dan kurtosis dengan menggunakan persamaan (8) dan persamaan (4) : Maka di dapat hasil yang ditunjukkan pada Tabel 4.7 :

Tabel 4.7 : Tabel rasio skewness dan rasio kurtosis pada sinyal vertikal turbin 1

Hari ke	Rasio skewness	Rasio kurtosis
1	1.063837	-1.14133
2	-0.00297	-0.7455
3	3.641249	4.096969
4	-0.57636	-0.83439
5	0.477838	-1.07064
6	0.670682	1.606874
7	-0.09194	-0.32181

4.1.4 Data Sinyal Aksial dan Analisa skewness dan Kurtosis Pada Turbin 1

Dari data pada yang di tunjukkan Tabel 4.8, maka akan digunakan persamaan skewness (6) ; dan persamaan kurtosis (3) :

Tabel 4.8 : Data sinyal aksial pada turbin 1

Jam ke	HARI						
	1	2	3	4	5	6	7
1	2.2	2.2	1.6	2.2	2.2	1.8	1.6
2	2.3	2.3	2.2	2.1	2.2	2	2.1
3	2.2	2.2	2.3	2	2.1	2	2.2
4	2.1	2.2	2.1	2.1	2.3	2.2	2
5	2.4	2.1	2.1	2	2.1	2.1	2
6	1.9	2.3	1.8	1.7	2.1	2	2
7	1.9	2.1	2	2	2.2	2	2
8	1.8	2.1	2	1.9	2.2	2	2
9	2	2.2	2.2	1.7	2.4	2	2
10	2	2.2	2.1	2	1.2	2	2
11	2	2.4	2.1	2.2	1.2	2	2.2
12	2.1	1.2	2.2	2.1	1.3	2	2.1
13	1.7	1.2	2.3	2.3	2.3	2.2	2.1
14	1.7	1.3	2.2	2.2	1.9	2.1	2
15	1.7	2.3	2.3	1.9	2.2	2.1	2.1
16	2.1	1.9	2.4	1.8	2.1	2	1.9
17	2.2	2.2	1.7	1.7	2.1	2.1	1.8
18	1.9	2.1	1.8	2	1.7	1.9	1.9
19	1.8	2.1	1.9	2	1.8	1.8	2.1
20	2.2	2.2	2.2	1.9	1.9	1.9	2.3
21	2.1	2.2	2.1	2.7	2.3	1.8	2.1
22	2.2	2.1	2.1	2.6	2.2	1.9	2.4
23	2.3	2.1	1.7	2.7	2	2.1	2.2
24	2.1	2.1	1.9	2.6	1.9	2.3	2.1

Maka diperoleh hasil yang di tunjukkan pada Tabel 4.9 :

Tabel 4.9 : Data hasil skewness dan kurtosis pada sinyal aksial turbin 1

Descriptive Statistics								
	N	Minimum	Maximum	Mean	Skewness		Kurtosis	
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
hari1	24	1.70	2.40	2.0375	-0.252	0.472	-0.822	0.918
hari2	24	1.20	2.40	2.0542	-2.026	0.472	3.130	0.918
hari3	24	1.60	2.40	2.0542	-0.580	0.472	-0.480	0.918
hari4	24	1.70	2.70	2.1000	0.797	0.472	-0.016	0.918
hari5	24	1.20	2.40	1.9958	-1.424	0.472	1.285	0.918
hari6	24	1.80	2.30	2.0125	0.170	0.472	0.171	0.918
hari7	24	1.60	2.40	2.0500	-0.507	0.472	2.078	0.918
Valid N (listwise)	24							

Dengan hasil yang sudah didapat yang dapat di lihat pada Tabel 4.9, maka akan di ambil rasio skewness dan kurtosis dengan menggunakan persamaan (8) dan persamaan (4) : Maka di dapat hasil yang ditunjukkan pada Tabel 4.10 :

Tabel 4.10 : Tabel rasio skewness dan rasio kurtosis pada sinyal aksial turbin 1

Hari ke	Rasio skewness	Rasio kurtosis
1	-0.5331	-0.89529
2	-4.29075	3.410909
3	-1.22897	-0.52343
4	1.688139	-0.01708
5	-3.01528	1.400659
6	0.3608	0.186613
7	-1.07265	2.264671

4.1.5 Data Sinyal Horizontal dan Analisa skewness dan Kurtosis Pada Turbin 3

Dari data pada yang di tunjukkan Tabel 4.11, maka akan digunakan persamaan skewness (6) ; dan persamaan kurtosis (3) :

Tabel 4.11 : Data sinyal horizontal pada turbin 3

Jam ke	HARI						
	1	2	3	4	5	6	7
1	4.8	4.3	4.3	4.5	4.5	4.2	4.3
2	4.3	4.5	4.3	4.5	4.3	4.1	4.3
3	4.5	4.5	4.2	4.5	4.9	4	4.8
4	4.5	4.3	4.1	4.5	4.8	4.4	4.5
5	4.4	4.9	4.2	4.7	4.7	4.3	4.5
6	4.6	4.8	4.2	4.6	4.7	4.5	4.6
7	4.6	4.7	4.1	4.6	4.8	4.5	4.1
8	4.8	4.7	4	4.7	4.9	4.6	4.2
9	4.9	4.8	4.4	4.8	4.9	4.1	4.1
10	4.5	4.9	4.3	4.9	4.9	4.2	4.4
11	4.3	4.9	4.4	4.9	4.9	4.1	4.1
12	4.3	4.9	4.2	5.1	5	4.4	4.4
13	4.2	4.9	4.3	4.8	4.7	4.1	4.7
14	4.1	5	4.1	4.8	5	4.4	4.7
15	4.1	4.7	4.1	4.7	4.6	4.7	4.4
16	4.4	5	4.3	4.5	4.5	4.7	4.6
17	4.5	4.6	4.2	4.9	4.5	4.4	4.8
18	4.8	4.5	4.1	4.9	4.2	4.6	4.7
19	4.9	4.5	4.3	4.3	4.2	4.8	4.9
20	4.8	4.7	4.3	5.2	4.8	4.7	4.8
21	4.1	4.3	4.2	5.1	4.8	4.8	4.8
22	4	4.4	4	4.6	4.9	4.7	4.8
23	4	4.9	4.3	4.7	4.5	4.9	4.8
24	3.9	4.8	4.2	4.8	4.2	4.8	4.6

Maka diperoleh hasil yang di tunjukkan pada Tabel 4.12 :

Tabel 4.12 : Data hasil skewness dan kurtosis pada sinyal horizontal turbin 1

Descriptive Statistics								
	N	Minimum	Maximum	Mean	Skewness		Kurtosis	
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
hari1	24	3.90	4.90	4.4292	-0.013	0.472	-1.103	0.918
hari2	24	4.30	5.00	4.6875	-0.415	0.472	-1.073	0.918
hari3	24	4.00	4.40	4.2125	-0.266	0.472	-0.584	0.918
hari4	24	4.30	5.20	4.7333	0.294	0.472	-0.231	0.918
hari5	24	4.20	5.00	4.6750	-0.698	0.472	-0.674	0.918
hari6	24	4.00	4.90	4.4583	-0.120	0.472	-1.280	0.918
hari7	24	4.10	4.90	4.5375	-0.442	0.472	-1.057	0.918
Valid N (listwise)	24							

Dengan hasil yang sudah didapat yang dapat di lihat pada Tabel 4.12, maka akan di ambil rasio skewness dan kurtosis dengan menggunakan persamaan (8) dan persamaan (4) : Maka di dapat hasil yang ditunjukkan pada Tabel 4.13 :

Tabel 4.13 : Tabel rasio skewness dan rasio kurtosis pada sinyal horizontal

turbin 3

Hari ke	Rasio skewness	Rasio kurtosis
1	-0.02701	-1.20145
2	-0.87861	-1.16944
3	-0.56286	-0.63666
4	0.622331	-0.2517
5	-1.47799	-0.73472
6	-0.25315	-1.39444
7	-0.93574	-1.15197

4.1.6 Data Sinyal Vertikal dan Analisa skewness dan Kurtosis Pada Turbin 3

Dari data pada yang di tunjukkan Tabel 4.14, maka akan digunakan persamaan skewness (6) ; dan persamaan kurtosis (3) :

Tabel 4.14 : Data sinyal vertikal pada turbin 3

No	Hari						
	1	2	3	4	5	6	7
1	1.9	1.7	1.7	1.7	1.6	1.6	1.7
2	1.8	1.7	1.9	1.9	1.7	1.7	1.6
3	1.8	1.6	1.9	1.9	2	2	1.9
4	1.8	1.7	1.7	1.9	2	2	1.6
5	1.6	2	1.7	2.1	1.8	1.8	1.6
6	1.6	2	1.6	1.6	2.2	2.2	1.8
7	1.8	1.8	1.6	1.5	1.9	1.9	1.7
8	1.8	2.2	1.5	1.7	1.9	1.9	1.6
9	1.9	1.9	1.3	1.5	1.9	1.9	1.7
10	1.9	1.9	1.7	2	2.8	2.8	1.8
11	2	1.9	1.7	2.2	1.8	1.8	1.9
12	1.4	2.8	1.5	2.1	1.5	1.5	1.8
13	1.6	1.8	1.5	1.8	1.5	1.5	1.6
14	1.7	1.5	1.6	1.7	1.5	1.5	1.4
15	1.7	1.5	1.4	1.5	1.6	1.6	1.7
16	1.6	1.5	1.5	1.7	1.8	1.8	1.8
17	1.3	1.6	1.5	1.5	1.7	1.7	1.6
18	1.4	1.8	1.5	2	1.5	1.5	1.8
19	1.4	1.7	1.9	1.9	1.5	1.5	1.8
20	1.7	1.7	1.9	1.9	1.6	1.6	1.6
21	1.8	1.8	1.7	1.7	1.5	1.5	1.8
22	1.8	1.8	1.7	1.7	1.7	1.7	1.8
23	1.9	1.9	1.8	1.8	1.7	1.7	1.7
24	1.8	1.9	1.8	1.8	1.7	1.7	1.8

Maka diperoleh hasil yang di tunjukkan pada Tabel 4.15 :

Tabel 4.15 : Data hasil skewness dan kurtosis pada sinyal vertikal turbin 3

Descriptive Statistics								
	N	Minimum	Maximum	Mean	Skewness		Kurtosis	
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
esktraks sinyal	24	1.30	2.00	1.7083	-0.748	0.472	-0.217	0.918
estraks sinyal	24	1.50	2.80	1.8208	2.110	0.472	6.939	0.918
estraks sinyal	24	1.30	1.90	1.6500	-0.092	0.472	-0.617	0.918
esttrak sinyal	24	1.50	2.20	1.7958	0.167	0.472	-0.653	0.918
estraks sinyal	24	1.50	2.80	1.7667	2.085	0.472	6.077	0.918
estraks sinyal	24	1.50	2.80	1.7667	2.085	0.472	6.077	0.918
esttrak sinyal	24	1.40	1.90	1.7125	-0.597	0.472	0.398	0.918
Valid N (listwise)	24							

Dengan hasil yang sudah didapat yang dapat di lihat pada Tabel 4.15, maka akan di ambil rasio skewness dan kurtosis dengan menggunakan persamaan (8) dan persamaan (4) : Maka di dapat hasil yang ditunjukkan pada Tabel 4.16 :

Tabel 4.16 : Tabel rasio skewness dan rasio kurtosis pada sinyal vertikal turbin 3

Hari ke	Rasio skewness	Rasio kurtosis
1	-1.58	-0.23
2	4.46	7.5
3	-0.19	-0.67
4	0.35	-0.71
5	4.41	6.62
6	-1.45	0.71
7	-1.26	0.43

4.1.7 Data Sinyal Aksial dan Analisa skewness dan Kurtosis Pada Turbin 3

Dari data pada yang di tunjukkan Tabel 4.17, maka akan digunakan persamaan skewness (6) ; dan persamaan kurtosis (3) :

Tabel 4.17 : Data sinyal aksial pada turbin 3

Jam ke	HARI						
	1	2	3	4	5	6	7
1	2	2.1	2	2.1	2.2	3	2
2	3.1	2.1	2	2.1	2.3	2.6	2.9
3	3.1	2.2	2.1	2.2	2.4	3.1	2.8
4	2.8	2.3	2.2	2.2	2.5	2.5	2.5
5	3.1	2.4	2.5	2.2	2.5	3.3	2.5
6	2.6	2.5	3	3	2.8	2.5	2.7
7	2.6	2.5	2.6	2.4	2.7	2.5	2.9
8	2.6	2.8	3.1	2.2	3	2.7	3.2
9	2.2	2.7	2.5	2.1	2.7	2.9	3.1
10	2.8	3	3.3	2.1	3.1	3.2	3.2
11	2.9	2.7	3.2	2.1	2.1	3.1	2.5
12	2.9	3.1	2.7	3.2	3.1	3.2	2.9
13	2.8	2.1	2.6	3.1	2.2	2.5	2.7
14	2.3	3.1	2.7	2.8	2.2	2.9	2.6
15	3	2.2	2.7	2.7	2.4	2.7	2.7
16	3.1	2.2	2.8	2.6	2.4	2.6	2.8
17	3.2	2.4	2.9	2.8	2.5	2.7	2.9
18	3	2.4	2.6	2.9	2.8	2.8	2.6
19	2.8	2.5	2.5	2.5	2.8	2.9	2.1
20	2.8	2.6	2.9	2.4	2.8	2.6	2.8
21	2.8	2.7	2.7	2.6	2.9	2.9	2.8
22	2.9	2.5	2.6	2.7	2.7	2.6	2.7
23	2.7	2.6	2.7	2.4	2.6	2.1	2.8
24	2.7	2.4	2.7	2.2	2.9	2.8	2.8

Maka diperoleh hasil yang di tunjukkan pada Tabel 4.18 :

Tabel 4.18 : Data hasil skewness dan kurtosis pada sinyal aksial turbin 3

Descriptive Statistics								
	N	Minimum	Maximum	Mean	Skewness		Kurtosis	
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
hari1	24	2.00	3.20	2.7833	-1.075	0.472	1.176	0.918
hari2	24	2.10	3.10	2.5042	0.542	0.472	-0.297	0.918
hari3	24	2.00	3.30	2.6500	-0.252	0.472	0.103	0.918
hari4	24	2.10	3.20	2.4833	0.557	0.472	-0.888	0.918
hari5	24	2.10	3.10	2.6083	-0.033	0.472	-0.998	0.918
hari6	24	2.10	3.30	2.7792	-0.104	0.472	0.038	0.918
hari7	24	2.00	3.20	2.7292	-0.822	0.472	1.533	0.918
Valid N (listwise)	24							

Dengan hasil yang sudah didapat yang dapat di lihat pada Tabel 4.18, maka akan di ambil rasio skewness dan kurtosis dengan menggunakan persamaan (8) dan persamaan (4) : Maka di dapat hasil yang ditunjukkan pada Tabel 4.19 :

Tabel 4.19 : Tabel rasio skewness dan rasio kurtosis pada sinyal aksial turbin 3

Hari ke	Rasio skewness	Rasio kurtosis
1	-2.27719	1.280973
2	1.148004	-0.32406
3	-0.53461	0.111821
4	1.180361	-0.96707
5	-0.07048	-1.08777
6	-0.22087	0.041071
7	-1.74154	1.67029

4.1.8 Data Sinyal Horizontal dan Analisa skewness dan Kurtosis Pada Turbin 4

Dari data pada yang di tunjukkan Tabel 4.20, maka akan digunakan persamaan skewness (6) ; dan persamaan kurtosis (3) :

Tabel 4.20 : Data sinyal horizontal pada turbin 4

Jam ke	HARI						
	1	2	3	4	5	6	7
1	1.7	2	1.6	1.9	2.1	1.7	1.5
2	1.7	2	1.8	1.6	2	1.6	1.4
3	1.5	2.1	1.7	1.5	1.8	1.9	1.7
4	1.5	2	1.6	1.7	1.9	1.9	1.9
5	1.6	1.8	2.1	1.5	1.9	1.9	1.9
6	1.5	1.9	1.7	1.9	1.9	1.9	1.4
7	1.4	1.9	1.6	1.9	2.1	1.9	17
8	1.9	1.9	1.9	1.8	2.1	1.4	1.8
9	1.9	2.1	1.9	1.7	1.9	1.7	1.1
10	1.9	2.1	1.9	1.7	2	1.8	1.8
11	1.8	1.9	1.9	1.7	2.1	1.1	1.7
12	1.5	2	1.8	2.1	2.1	1.8	1.8
13	1.5	2.1	2.2	2.2	1.7	1.7	1.7
14	1.6	2.1	1.6	1.7	2	1.8	1.9
15	1.5	1.7	1.5	1.7	2	1.7	1.7
16	2	2	1.5	1.9	2	1.9	1.8
17	2.1	2	2.2	1.9	2.1	1.7	1.9
18	2.4	2	2	1.5	2.1	1.8	2.1
19	1.6	2.1	1.6	1.5	2.1	1.9	1.9
20	2.6	1.7	1.7	2	2	2.1	1.8
21	1.5	1.8	1.7	1.7	1.7	1.9	1.7
22	2.2	2	1.9	1.6	2.1	2.1	1.7
23	1.8	2	1.8	1.6	2.2	1.9	1.8
24	1.8	2	1.8	1.8	2.2	1.8	2.1

Maka diperoleh hasil yang di tunjukkan pada Tabel 4.21 :

Tabel 4.21: Data hasil skewness dan kurtosis pada sinyal horizontal turbin 4

Descriptive Statistics								
	N	Minimum	Maximum	Mean	Skewness		Kurtosis	
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
hari1	24	1.40	2.60	1.7708	1.173	0.472	0.998	0.918
hari2	24	1.70	2.10	1.9667	-0.918	0.472	0.233	0.918
hari3	24	1.50	2.20	1.7917	0.553	0.472	-0.293	0.918
hari4	24	1.50	2.20	1.7542	0.563	0.472	-0.122	0.918
hari5	24	1.70	2.20	2.0042	-0.862	0.472	0.292	0.918
hari6	24	1.10	2.10	1.7875	-1.655	0.472	4.471	0.918
hari7	24	1.10	2.10	1.7417	-1.086	0.472	2.211	0.918
Valid N (listwise)	24							

Dengan hasil yang sudah didapat yang dapat di lihat pada Tabel 4.21, maka akan di ambil rasio skewness dan kurtosis dengan menggunakan persamaan (8) dan persamaan (4) : Maka di dapat hasil yang ditunjukkan pada Tabel 4.22 :

Tabel 4.22 : Tabel rasio skewness dan rasio kurtosis pada sinyal horizontal turbin 4

Hari ke	Rasio skewness	Rasio kurtosis
1	2.484688	1.087782
2	-1.94439	0.25386
3	1.17037	-0.31905
4	1.191684	-0.13298
5	-1.82453	0.318473
6	-3.50348	4.871391
7	-2.29993	2.409019

4.1.9 Data Sinyal Vertikal dan Analisa skewness dan Kurtosis Pada Turbin 4

Dari data pada yang di tunjukkan Tabel 4.23, maka akan digunakan persamaan skewness (6) ; dan persamaan kurtosis (3) :

Tabel 4.23 : Data sinyal vertikal pada turbin 3

Jam ke	HARI						
	1	2	3	4	5	6	7
1	0.7	0.8	0.8	0.1	0.8	0.7	0.7
2	0.8	0.8	0.8	0.3	0.8	0.9	0.7
3	0.8	0.8	0.8	0.1	0.9	0.6	0.8
4	0.6	0.8	0.8	0.1	0.9	0.8	0.8
5	0.7	0.9	0.7	1.3	0.9	0.7	0.8
6	0.9	0.9	0.7	1.3	1.1	0.8	0.7
7	0.8	0.9	0.9	0.2	0.7	0.8	0.8
8	0.7	1.1	0.6	0.5	0.9	0.7	0.8
9	0.9	0.7	0.8	0.3	0.9	0.8	0.8
10	0.8	0.9	0.7	0.5	0.9	0.8	0.7
11	1.2	0.9	0.8	0.5	0.9	0.8	0.8
12	0.7	0.9	0.9	0.5	1	0.7	0.8
13	0.8	0.9	0.9	1.2	0.7	0.8	0.6
14	0.9	1	0.7	0.9	0.7	0.8	0.8
15	0.7	0.7	0.8	0.8	0.6	0.6	0.7
16	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8
17	0.8	0.6	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7
18	1.1	0.6	0.6	1	0.9	0.8	0.7
19	0.8	0.7	0.8	1.1	0.9	0.7	0.8
20	0.9	0.7	0.7	0.6	0.9	0.7	0.7
21	0.9	0.8	0.5	0.8	0.7	0.7	0.8
22	0.8	0.8	0.6	0.8	0.7	0.7	0.6
23	0.8	0.9	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8
24	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9	0.7	0.7

Maka diperoleh hasil yang di tunjukkan pada Tabel 4.24 :

Tabel 4.24 : Data hasil skewness dan kurtosis pada sinyal vertikal turbin 4

Descriptive Statistics								
	N	Minimum	Maximum	Mean	Skewness		Kurtosis	
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
hari1	24	0.60	1.20	0.8208	1.197	0.472	2.297	0.918
hari2	24	0.60	1.10	0.8208	0.041	0.472	0.005	0.918
hari3	24	0.50	0.90	0.7292	-0.446	0.472	-0.501	0.918
hari4	24	0.10	1.30	0.6583	0.119	0.472	-0.838	0.918
hari5	24	0.60	1.10	0.8250	-0.089	0.472	-0.387	0.918
hari6	24	0.60	0.90	0.7458	-0.222	0.472	-0.076	0.918
hari7	24	0.60	0.80	0.7458	-0.833	0.472	-0.254	0.918
Valid N (listwise)	24							

Dengan hasil yang sudah didapat yang dapat di lihat pada Tabel 4.24, maka akan di ambil rasio skewness dan kurtosis dengan menggunakan persamaan (8) dan persamaan (4) : Maka di dapat hasil yang ditunjukkan pada Tabel 4.25 :

Tabel 4.25 : Tabel rasio skewness dan rasio kurtosis pada sinyal vertikal turbin 4

Hari ke	Rasio skewness	Rasio kurtosis
1	2.535451	2.502273
2	0.087278	0.005586
3	-0.94439	-0.54544
4	0.251124	-0.91273
5	-0.18839	-0.42116
6	-0.46975	-0.08241
7	-1.76385	-0.27636

4.1.10 Data Sinyal Aksial dan Analisa skewness dan Kurtosis Pada Turbin 4

Dari data pada yang di tunjukkan Tabel 4.26, maka akan digunakan persamaan skewness (6) ; dan persamaan kurtosis (3) :

Tabel 4.26 : Data sinyal aksial pada turbin 4

Jam Ke	Hari						
	1	2	3	4	5	6	7
1	4.3	5.4	4.3	5.5	5.9	4.3	4.3
2	4.3	5	4.3	5.5	4.7	4.5	5
3	4.4	5.9	4.4	5.5	5.7	4.4	4.7
4	4.3	4.7	4.5	5.3	4.9	4.4	5.5
5	5.2	5.7	4.5	5.2	4.8	4.3	5.4
6	5.2	4.9	4.3	5.1	4.9	5.5	5
7	4.5	4.8	4.5	6	4.8	5.4	5.7
8	4.7	4.9	4.4	6	4.8	5	6.6
9	4.5	4.8	4.4	6	4.9	5.7	6.1
10	4.7	4.8	4.3	5.4	6.1	6.6	6
11	4.7	4.9	4.4	5.7	6	6.1	5.9
12	4.8	6.1	4.3	6	4.9	6	5.7
13	5.6	6	5.1	5.7	4.9	5.9	5.4
14	4.6	4.9	4.7	5.7	4.7	5.7	5.2
15	5.5	4.9	4.7	4.9	4.8	5.4	5.1
16	4.8	4.7	4.6	4.9	4.8	5.2	5
17	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	5.1	4.8
18	4.9	4.8	4.9	4.9	5.5	5	4.7
19	4.5	4.8	4.7	5.7	4.9	4.8	4.8
20	4.5	4.8	4.5	5.5	4.9	4.7	5.1
21	4.6	5.6	4.6	5.7	4.9	4.8	4.7
22	4.4	4.9	4.5	4.6	4.9	4.7	4.8
23	4.7	4.9	4.5	4.5	4.9	4.8	5.9
24	4.9	4.9	4.5	5.6	4.8	5.1	5.1

Maka diperoleh hasil yang di tunjukkan pada Tabel 4.27 :

Tabel 4.27 : Data hasil skewness dan kurtosis pada sinyal aksial turbin 4

Descriptive Statistics								
	N	Minimum	Maximum	Mean	Skewness		Kurtosis	
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
eskraks sinyal	24	4.30	5.60	4.7250	1.082	0.472	0.806	0.918
estraks sinyal	24	4.70	6.10	5.0792	1.410	0.472	0.516	0.918
estraks sinyal	24	4.30	5.10	4.5292	1.116	0.472	1.267	0.918
esttrak sinyal	24	4.50	6.00	5.4042	-0.475	0.472	-0.739	0.918
estraks sinyal	24	4.70	6.10	5.0500	1.646	0.472	1.229	0.918
estraks sinyal	24	4.30	6.60	5.1417	0.568	0.472	-0.325	0.918
esttrak sinyal	24	4.30	6.60	5.2708	0.582	0.472	-0.124	0.918
Valid N (listwise)	24							

Dengan hasil yang sudah didapat yang dapat di lihat pada Tabel 4.27, maka akan di ambil rasio skewness dan kurtosis dengan menggunakan persamaan (8) dan persamaan (4) : Maka di dapat hasil yang ditunjukkan pada Tabel 4.28 :

Tabel 4.28 : Tabel rasio skewness dan rasio kurtosis pada sinyal aksial turbin 4

Hari ke	Rasio skewness	Rasio kurtosis
1	-1.58	-0.23
2	4.46	7.5
3	-0.19	-0.67
4	0.35	-0.71
5	4.41	6.62
6	-1.45	0,71
7	-1.26	0.43

4.2 Hasil RMS, Skewness Dan Kurtosis

Dari hasil yang telah di dapat menggunakan persamaan rumus rms, skewness dan kurtosis, maka akan dilakukan untuk grafik dan fuzzy logic pada mesin turbin.

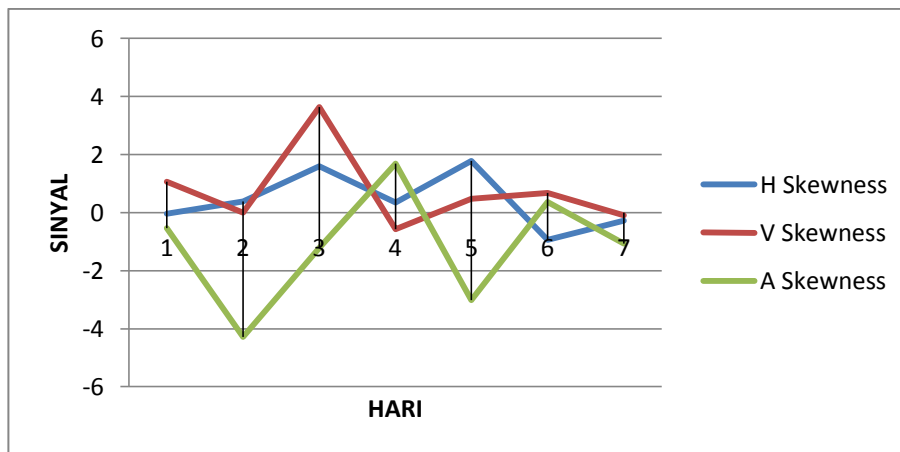
4.2.1 Data Hasil Turbin 1

Setelah data sinyal vibrasi di rumuskan dengan menggunakan persamaan rms, skewness dan kurtosis maka di rangkum dalam Tabel 4.29 :

Tabel 4.29 : Tabel hasil daya dan sinyal vibrasi pada turbin 1

Hari ke	RMS	Sinyal H		Sinyal V		Sinyal A	
		Skewnes s	Kurtosi s	Skewnes s	Kurtosi s	Skewnes s	kurtosis
1	10.11	-0.048	-1.06	1.06	-1.14	-0.53	-0.89
2	10.38	0.39	0.14	-0.003	-0.74	-4.29	3.41
3	10	1.59	-0.18	3.64	4.09	-1.22	-0.52
4	10.08	0.35	-1.16	-0.57	-0.83	1.68	-0.017
5	9.85	1.78	1.44	0.47	-1.07	-3.01	1.40
6	10.16	-0.94	-0.36	0.67	1.60	0.36	0.18
7	10.3	-0.28	0.82	-0.09	-0.32	-1.07	2.26

Dari hasil Tabel 4.29 maka akan di bandingkan skewness sinyal horizontal, vertikal, aksial dari hari pertama sampai hari ketujuh, adapun gambarnya di tunjukkan pada Gambar 4.1 :



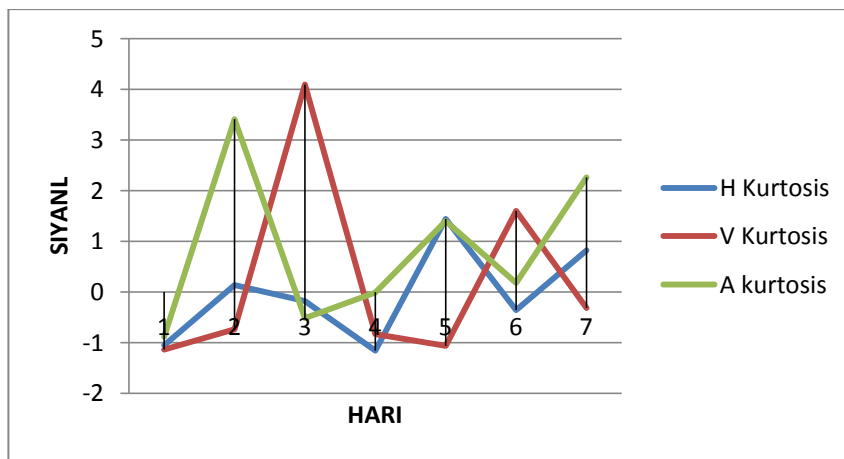
Gambar 4.1 : hasil grafik skewness pada turbin 1

Dari hasil grafik yang di tampilkan pada gambar 4.1 bahwa grafik skewness dari hari pertama sampai hari ketujuh di posisi horizontal relative stabil (hari ke-1 =

-0.048, ke-2 = 0.39, ke-3= 1.59, ke-4= 0.35, ke-5= 1.78, ke-6=-0.94, ke-7=-0.28).

Sedangkan grafik skewness vertikal dari pertama sampai hari ketujuh mengalami turun dan naik (ke1= 1.06, ke-2= -0.003, ke-3= 3.64, ke-4= -0.57, ke-5= 0.47, ke-6= 0.67, ke-7= -0.09). dan grafik skewness aksial dari hari pertama sampai hari ketujuh mengalami turun dan naik yang sangat signifikan (ke1= -0.53, ke-2= -4.39, ke-3= -1.22, ke-4= 1.68, ke-5= -3.01, ke-6= 0.36, ke-7= -1)

Dari hasil Tabel 4.29 maka akan di bandingkan kurtosis sinyal horizontal, vertikal, aksial dari hari pertama sampai hari ketujuh, adapun gambarnya di tunjukkan pada Gambar 4.2 :



Gambar 4.2 : hasil grafik kurtosis pada turbin 1

Dari hasil grafik yang di tampilkan pada gambar 4.2 bahwa grafik kurtosis dari hari pertama sampai hari ketujuh di posisi horizontal tidak linier (hari ke-1 = -1.06, ke-2 = 0.19, ke-3= -0.18, ke-4= -1.16, ke-5= 1.78, ke-6=-0.36, ke-7=-0.82). Sedangkan grafik kurtosis vertikal dari pertama sampai hari ketujuh mengalami turun dan naik yang sangat signifikan (ke1= -1.04, ke-2= -0.74, ke-3= 4.09, ke-4= -0.83,

ke-5= -10.7, ke-6= 1.60, ke-7= -0.32). dan grafik kurtosis aksial dari hari pertama sampai hari ketujuh mengalami turun dan naik yang sangat signifikan (ke1= -0.89, ke-2=3.41, ke-3= -0.52, ke-4= -0.017, ke-5= 1.40, ke-6= 0.18, ke-7= 2.26)

4.2.2 Data Hasil Turbin 3

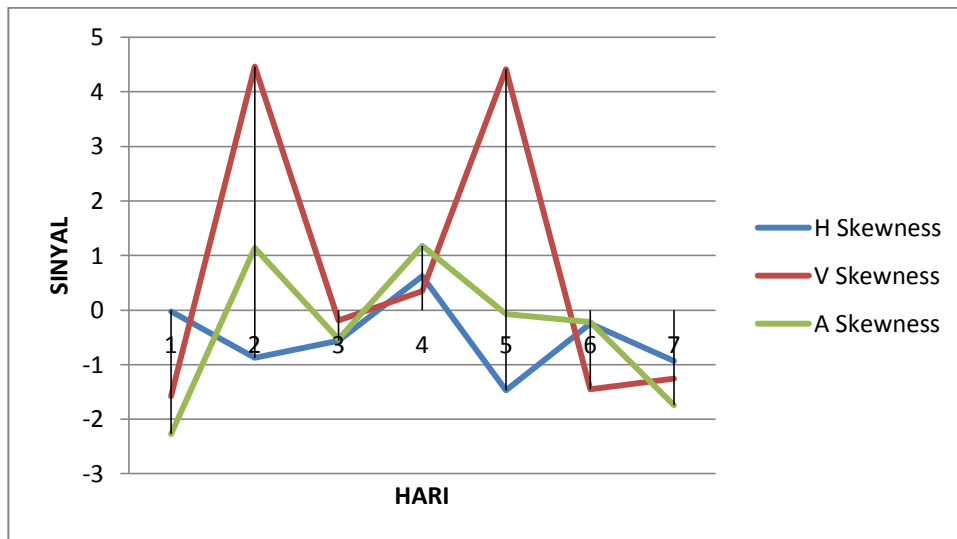
Setelah data sinyal vibrasi di rumuskan dengan menggunakan persamaan rms, skewness dan kurtosis maka di rangkum dalam Tabel 4.30 :

Tabel 4.30 : Tabel hasil daya dan sinyal vibrasi pada turbin 1

Hari ke	RMS	Sinyal H		Sinyal V		Sinyal A	
		Skewness	Kurtosis	Skewness	Kurtosis	Skewness	kurtosis
1	10.11	-0.02	-1.20	-1.58	-0.23	-2.27	1.28
2	10.38	-0.87	-1.16	4.46	7.5	1.14	-0.32
3	10	-0.56	-0.63	-0.19	-0.67	-0.53	0.11
4	10.08	0.62	-0.25	0.35	-0.71	1.18	-0.96
5	9.85	-1.47	-0.73	4.41	6.62	-0.07	-1.08
6	10.16	-0.25	-1.39	-1.45	0.71	-0.22	0.04
7	10.3	-0.93	-1.15	-1.26	0.43	-1.74	1.67

Dari hasil Tabel 4.30 maka akan di bandingkan skewness sinyal horizontal, vertikal, aksial dari hari pertama sampai hari ketujuh, adapun gambarnya di tunjukkan pada Gambar 4.3 :

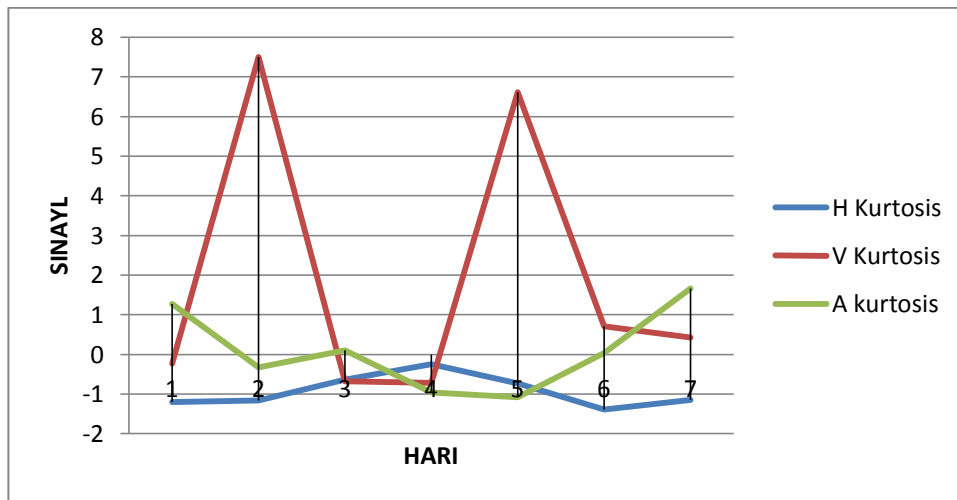
:



Gambar 4.3 : hasil grafik skewness pada turbin 3

Dari hasil grafik yang di tampilkan pada gambar 4.3 bahwa grafik skewness dari hari pertama sampai hari ketujuh di posisi horizontal relative stabil (hari ke-1 = -0.02, ke-2 = -0.87, ke-3= -0.56, ke-4= 0.62, ke-5= -1.57, ke-6=-0.25, ke-7=0-0.93). Sedangkan grafik skewness vertikal dari pertama sampai hari ketujuh mengalami turun dan naik yang drastis (ke1= -1.58, ke-2= 4.46, ke-3= -0.19, ke-4= 0.35, ke-5= 4.41, ke-6= -1.45, ke-7= -1.26). dan grafik skewness aksial dari hari pertama sampai hari ketujuh mengalami turun dan naik (ke1= -2.27, ke-2=1.14, ke-3= -0.53, ke-4= 1.18, ke-5= -0.07, ke-6= -0.22, ke-7= -1.74)

Dari hasil Tabel 4.30 maka akan di bandingkan kurtosis sinyal horizontal, vertikal, aksial dari hari pertama sampai hari ketujuh, adapun gambarnya di tunjukkan pada Gambar 4.4 :



Gambar 4.4 : hasil grafik kurtosis pada turbin 3

Dari hasil grafik yang di tampilkan pada gambar 4.4 bahwa grafik kurtosis dari hari pertama sampai hari ketujuh di posisi horizontal relative stabil (hari ke-1 = -1.20, ke-2 = -1.16, ke-3= -0.63, ke-4= -0.25, ke-5= -0.73, ke-6=-1.39, ke-7=-1.15). Sedangkan grafik kurtosis vertikal dari pertama sampai hari ketujuh mengalami turun dan naik yang sangat signifikan (hari ke-1=-0.23 , ke-2= 7.5, ke-3= -0.19, ke-4=-0.71, ke-5=6.62, ke-6= 0.71, ke-7= 0.43). dan grafik kurtosis aksial dari hari pertama sampai hari ketujuh mengalami turun dan naik yang tidak begitu signifikan (hari ke-1= 1.28, ke-2= -0.32, ke-3= 0.11, ke-4= -0.96, ke-5= -1.08, ke-6= 0.04, ke-7= 1.67).

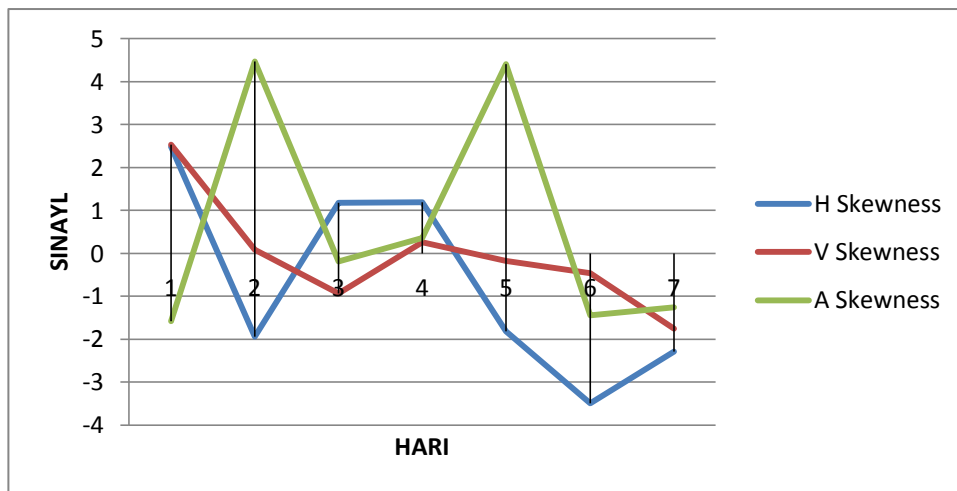
4.2.3 Data Hasil Turbin 4

Setelah data sinyal vibrasi di rumuskan dengan menggunakan persamaan rms, skewness dan kurtosis maka di rangkum dalam Tabel 4.31 :

Tabel 4.31 : Tabel hasil daya dan sinyal vibrasi pada turbin 4

Hari ke	RMS	Sinyal H		Sinyal V		Sinyal A	
		Skewnes s	Kurtosi s	Skewnes s	Kurtosi s	Skewnes s	kurtosi s
1	10.11	2.48	1.08	2.53	2.5	-1.58	-0.23
2	10.38	-1.94	0.25	0.08	0.005	4.46	7.5
3	10	1.17	-0.31	-0.94	-0.54	-0.19	-0.67
4	10.08	1.19	-0.13	0.25	-0.91	0.35	-0.71
5	9.85	-1.82	0.31	-0.18	-0.42	4.41	6.62
6	10.16	-3.5	4.87	-0.46	-0.08	-1.45	0.71
7	10.3	-2.29	2.4	-1.76	-0.27	-1.26	0.43

Dari hasil Tabel 4.31 maka akan di bandingkan skewness sinyal horizontal, vertikal, aksial dari hari pertama sampai hari ketujuh, adapun gambarnya di tunjukkan pada Gambar 4.4 :

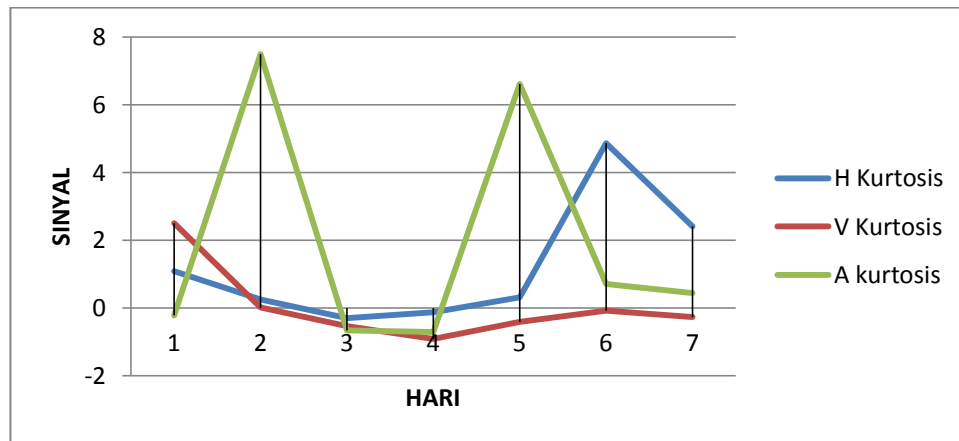


Gambar 4.5 : hasil grafik skewness pada turbin 4

Dari hasil grafik yang di tampilkan pada gambar 4.5 bahwa grafik skewness dari hari pertama sampai hari ketujuh di posisi horizontal tidak stabil (hari ke-1 = 2.48, ke-2 = -1.94, ke-3= 1.17, ke-4= 1.19, ke-5= -1.82, ke-6= -3.50, ke-7= -2.29).

Sedangkan grafik skewness vertikal dari pertama sampai hari ketujuh mengalami turun dan naik (ke-1= 2.53, ke-2= 0.08, ke-3= -0.94, ke-4= 0.25, ke-5= -0.18, ke-6= -0.46, ke-7= -1.76). dan grafik skewness aksial dari hari pertama sampai hari ketujuh mengalami turun dan naik yang sangat signifikan (ke-1= -1.58, ke-2= 4.46, ke-3= -0.19, ke-4= 0.35, ke-5= 4.41, ke-6= -1.45, ke-7= -1.26)

Dari hasil Tabel 4.30 maka akan di bandingkan kurtosis sinyal horizontal, vertikal, aksial dari hari pertama sampai hari ketujuh, adapun gambarnya di tunjukkan pada Gambar 4.4 :



Gambar 4.6 : hasil grafik kurtosis pada turbin 4

Dari hasil grafik yang di tampilkan pada gambar 4.6 bahwa grafik kurtosis dari hari pertama sampai hari ketujuh di posisi horizontal tidak Stabil (hari ke-1 =1.08 , ke-2 = 0.25, ke-3= -0.31, ke-4= -0.13, ke-5= 0.31, ke-6=4.87, ke-7=2.40). Sedangkan grafik kurtosis vertikal dari pertama sampai hari ketujuh mengalami turun dan naik (hari ke-1=2.50 , ke-2= 0.005, ke-3= -0.54, ke-4=-0.91, ke-5=-0.42, ke-6= -0.08, ke-7= -0.27). dan grafik kurtosis aksial dari hari pertama sampai hari ketujuh

mengalami turun dan naik yang sangat signifikan (hari ke-1= -0.23, ke-2= 7.5, ke-3= -0.67, ke-4= -0.71, ke-5= 6.52, ke-6= 0.71, ke-7= 0.43)

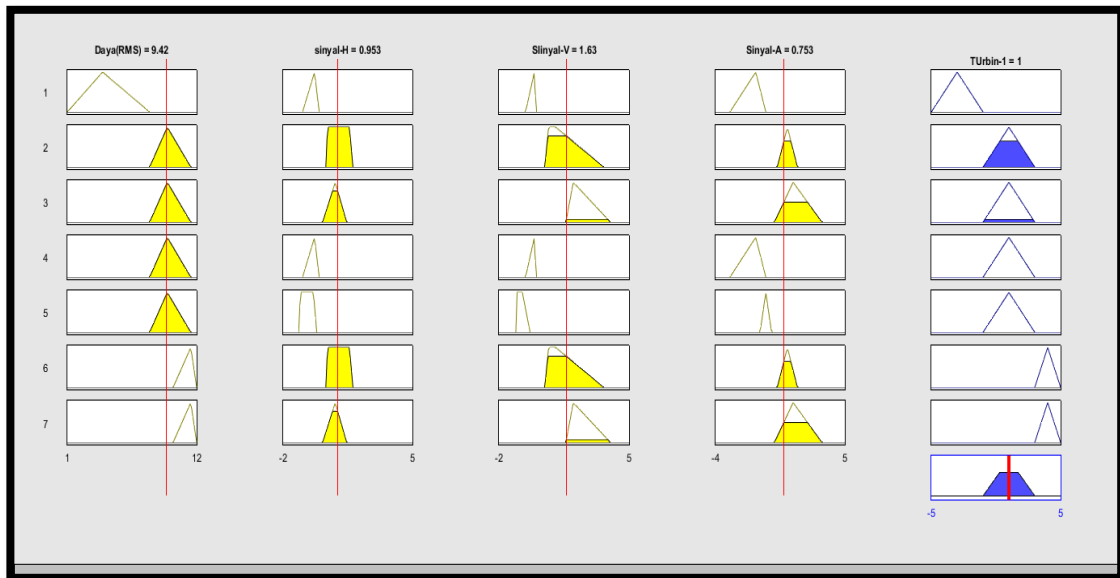
4.3 Analisa Fuzzy Logic

4.3.1 Analisa Fuzzy Logic Pada Turbin 1

Setelah diperoleh hasil rms, skewnes, dan kurtosis pada sinyal horizontal, vertikal dan aksial pada turbin pertama yang tertera pada Tabel 4.29. Maka akan di fuzzykan untuk mencari pendekatan keadaan kondisi turbin satu dengan aturan fuzzy logic. Adapun aturan yang akan diberlakukan adalah sebagai berikut :

- 1. If (Daya(RMS) is tidak_stabil) and (sinyal-H is skewnessN) and (SIinyal-V is skewness_N) and (Sinyal-A is skewness_N) then (TURbin-1 is tidak_stabil) (1)
- 2. If (Daya(RMS) is stabil) and (sinyal-H is skewnees_P) and (SIinyal-V is skewness_P) and (Sinyal-A is skewness_P) then (TURbin-1 is stabil) (1)
- 3. If (Daya(RMS) is stabil) and (sinyal-H is kurtosis_P) and (SIinyal-V is kurtosis_P) and (Sinyal-A is kurtosis_P) then (TURbin-1 is stabil) (1)
- 4. If (Daya(RMS) is stabil) and (sinyal-H is skewnessN) and (SIinyal-V is skewness_N) and (Sinyal-A is skewness_N) then (TURbin-1 is stabil) (1)
- 5. If (Daya(RMS) is stabil) and (sinyal-H is kurtosis_N) and (SIinyal-V is kurtosis_N) and (Sinyal-A is kurtosis_N) then (TURbin-1 is stabil) (1)
- 6. If (Daya(RMS) is over) and (sinyal-H is skewnees_P) and (SIinyal-V is skewness_P) and (Sinyal-A is skewness_P) then (TURbin-1 is berbahaya) (1)
- 7. If (Daya(RMS) is over) and (sinyal-H is kurtosis_P) and (SIinyal-V is kurtosis_P) and (Sinyal-A is kurtosis_P) then (TURbin-1 is berbahaya) (1)

Dengan aturan fuzzy logic yang sudah tersedia maka akan di peroleh hasil yang di tampilkan pada gambar 4.7 :

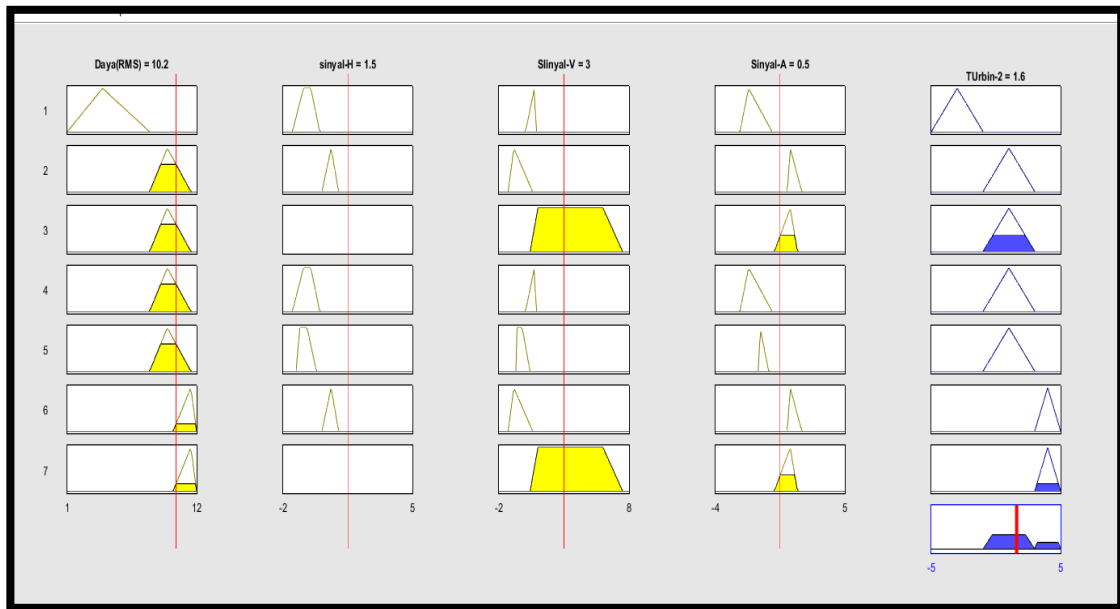


Gambar 4.7 : Hasil fuzzy logic keadaan turbin 1

Pada gambar 4.7 terdapat hasil keadaan (daya = 9.42, sinyal horizontal = 0.95, sinyal vertikal = 1.63, sinyal aksial = 0.75 dan output = 1) yang berarti keadaan turbin satu masih di katakan normal.

4.3.2 Analisa Fuzzy Logic Pada Turbin 3

Setelah diperoleh hasil rms, skewnes, dan kurtosis pada sinyal horizontal, vertikal dan aksial pada turbin pertama yang tertera pada Tabel 4.30. Maka akan di fuzzykan untuk mencari pendekatan keadaan kondisi turbin tiga dengan aturan fuzzy logic yang sudah ada. Maka di peroleh hasil yang ditunjukkan pada gambar 4.8 :

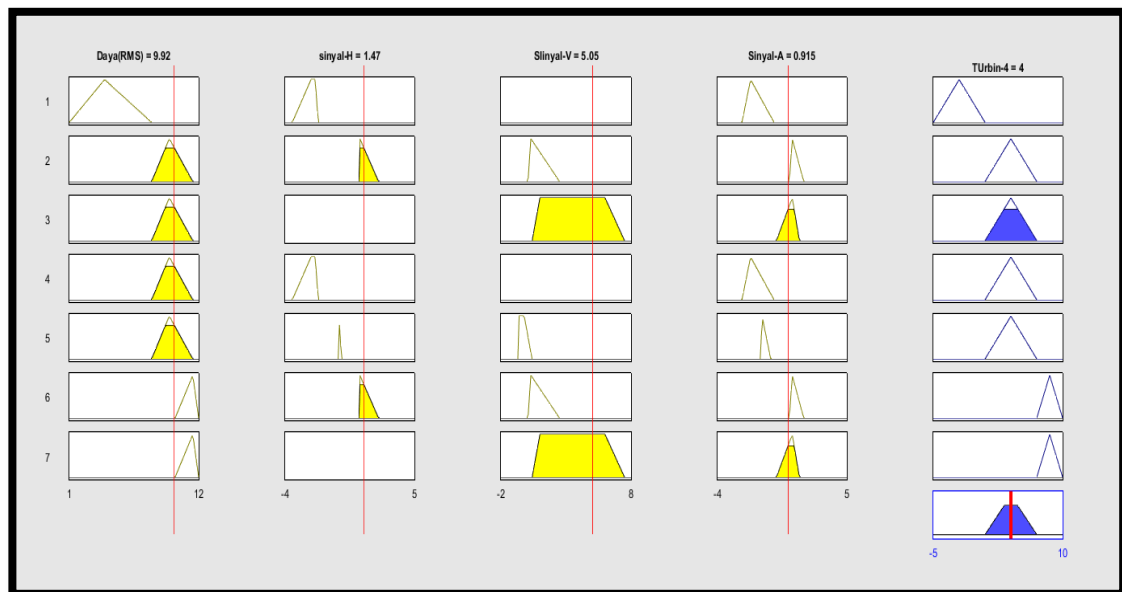


Gambar 4.8 : Hasil fuzzy logic keadaan turbin 3

Pada gambar 4.8 terdapat hasil keadaan (daya = 10.2, sinyal horizontal = 1.5, sinyal vertikal = 3, sinyal aksial = 0.5 dan output = 1) yang berarti keadaan turbin tiga masih di katakan normal.

4.3.3 Analisa Fuzzy Logic Pada Turbin 4

Setelah diperoleh hasil rms, skewnes, dan kurtosis pada sinyal horizontal, vertikal dan aksial pada turbin pertama yang tertera pada Tabel 4.31. Maka akan di fuzzykan untuk mencari pendekatan keadaan kondisi turbin tiga dengan aturan fuzzy logic yang sudah ada. Maka di peroleh hasil yang ditunjukkan pada gambar 4.8 :



Gambar 4.8 : Hasil fuzzy logic keadaan turbin 4

Pada gambar 4.8 terdapat hasil keadaan (daya = 9.92, sinyal horizontal = 1.47, sinyal vertikal = 5.05, sinyal aksial = 0.9 dan output = 4) yang berarti keadaan turbin empat tidak normal.

BAB V

PENUTUP

5.1 kesimpulan

Berdasarkan simulasi dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Pada pengujian data latih, dari 49 data yang diujikan setiap turbin tidak terdapat kesalahan output, sehingga inferensi dikatakan layak digunakan.
2. Pada setiap aturan turbin 1 terdapat hasil (daya = 9.42, sinyal horizontal = 0.95, sinyal vertikal = 1.63, sinyal aksial = 0.75 dan output = 1) yang berarti keadaan turbin satu masih di katakan normal.
3. Pada setiap aturan turbin 3 terdapat hasil (daya = 10.2, sinyal horizontal = 1.5, sinyal vertikal = 3, sinyal aksial = 0.5 dan output = 1) yang berarti keadaan turbin tiga masih di katakan normal.
4. Pada setiap aturan 4 terdapat hasil (daya = 9.92, sinyal horizontal = 1.47, sinyal vertikal = 5.05, sinyal aksial = 0.9 dan output = 4) yang berarti keadaan turbin empat tidak normal.

5.2 Saran

Untuk pengembangan sistem lebih lanjut maka dapat diberikan saran – saran sebagai berikut :

1. Jumlah data yang digunakan untuk pelatihan dan pengujian diperbanyak, dalam artian pengambilan sampel data lebih lama lagi.

2. Menggunakan metode fuzzy yang lain.
3. Jika menggunakan metode mamdani, inferensi yang digunakan sebaiknya dimodifikasi lagi.

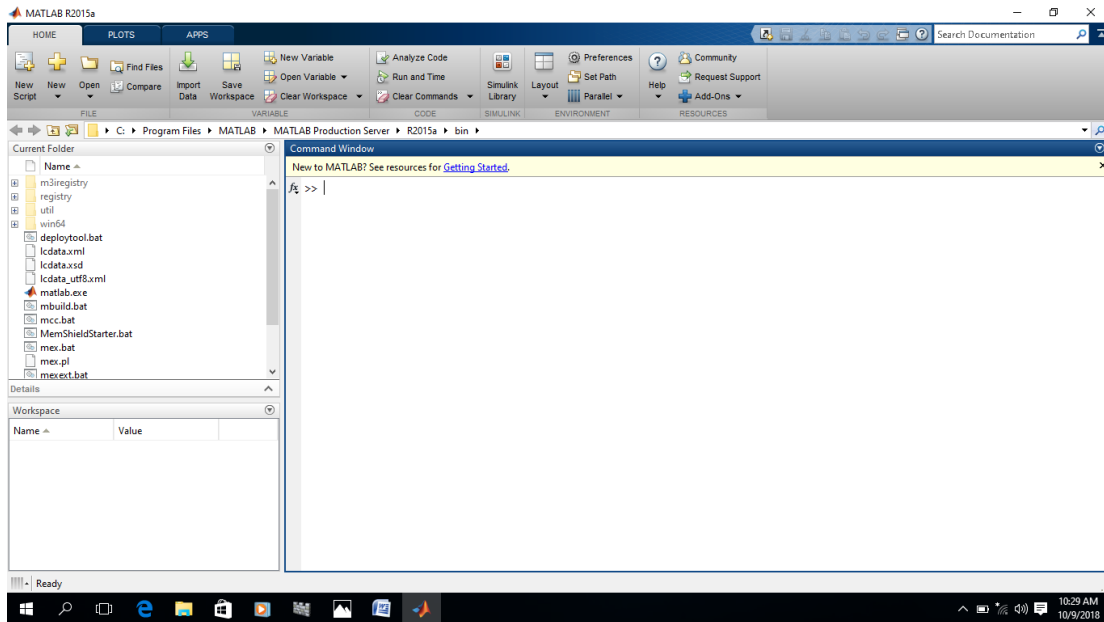
DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Multi, 2014. “ Pengaruh missaligment terhadap arus dan getaran pada motor “.
- Deni Dwi Darmawan. 2016 “ Misalignment kopling dengan analisis sinyal getaran kondisi *steady state* menggunakan metode *reverse* “ diambil dari :
<http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jtm>.
- Ahmad Rainadi, 2014. “ Identifikasi kerusakan mesin berbasis sinyal getaran dengan metode fuzzy logic “.
- Andi Ulfiana, 2010. “Analisa pengaruh misaligment terhadap vibrasi dan kinerja motor”.
- Ali M. Kotb.2009. “ study tentang diagnosis kesalahan getaran pada kondisi”.
- Amir R.B. Awari. 2011 “ Penelitian deteksi kesalahan bantalan menggunakan analisis sinyal getaran”.
- Didik Djoko Susilo, 2009. “pemantauan kondisi mesin berdasarkan sinyal getaran”.
<https://www.mathworks.fuzylogic.com> (2015)
<https://www.jurnal.ft.uns.pemantauankondisimesinberdasarkansinyalgetaran.ac.id>
 (2009)
- Pandey, S.2011.“ Vibration Monitoring of a Rotor System Using RMS Acceleration (m/s²).” International Journal of Engineering Science and Technology. Vol. 3 No.4.
- Ikhwansyah Isranuri, 2015.” Analisa karakteristik getaran dan machine learning untuk deteksi dini kerusakan bearing.

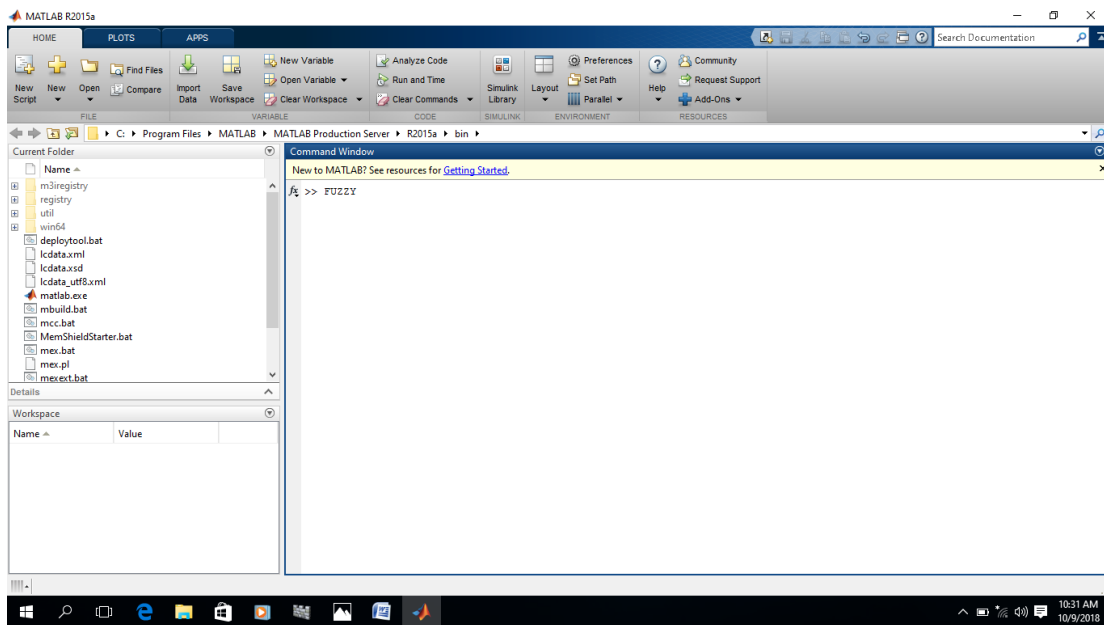
LAMPIRAN – LAMPIRAN

Langkah – Langkah Program Fuzzy:

1. Buka program matlab 2015a



2. Ketik command fuzzy



3. Buat tiga buah variable input dan satu output

The screenshot shows the Fuzzy Logic Designer interface for a Mamdani inference engine. The main workspace contains a yellow box labeled 'input1' with two overlapping bell-shaped fuzzy membership functions, connected by a dashed line to a central white box labeled 'Untitled (mamdani)'. This box is further connected by a dashed line to a cyan box labeled 'output1' with three overlapping triangular fuzzy membership functions. Below the workspace, the FIS Name is 'Untitled' and the FIS Type is 'mamdani'. The configuration panel shows the following settings:

And method	min
Or method	max
Implication	min
Aggregation	max
Defuzzification	centroid

The Current Variable section shows:

Name	input1
Type	input
Range	[0 1]

Buttons for 'Help' and 'Close' are visible. The system status at the bottom reads: 'System "Untitled": 1 input, 1 output, and 0 rules'.

4. Buat nama di setiap variable dan output

The screenshot shows the Fuzzy Logic Designer interface for a Mamdani inference engine named 'turbin1'. The main workspace contains four yellow boxes representing input variables: 'Daya(RMS)', 'Sinyal-H', 'Sinyal-V', and 'Sinyal-A'. Each box contains two overlapping bell-shaped fuzzy membership functions. Lines connect all four input boxes to a central white box labeled 'turbin1 (mamdani)'. This box is connected by a solid line to a cyan box labeled 'TURbin-1' with three overlapping triangular fuzzy membership functions. Below the workspace, the FIS Name is 'turbin1' and the FIS Type is 'mamdani'. The configuration panel shows the following settings:

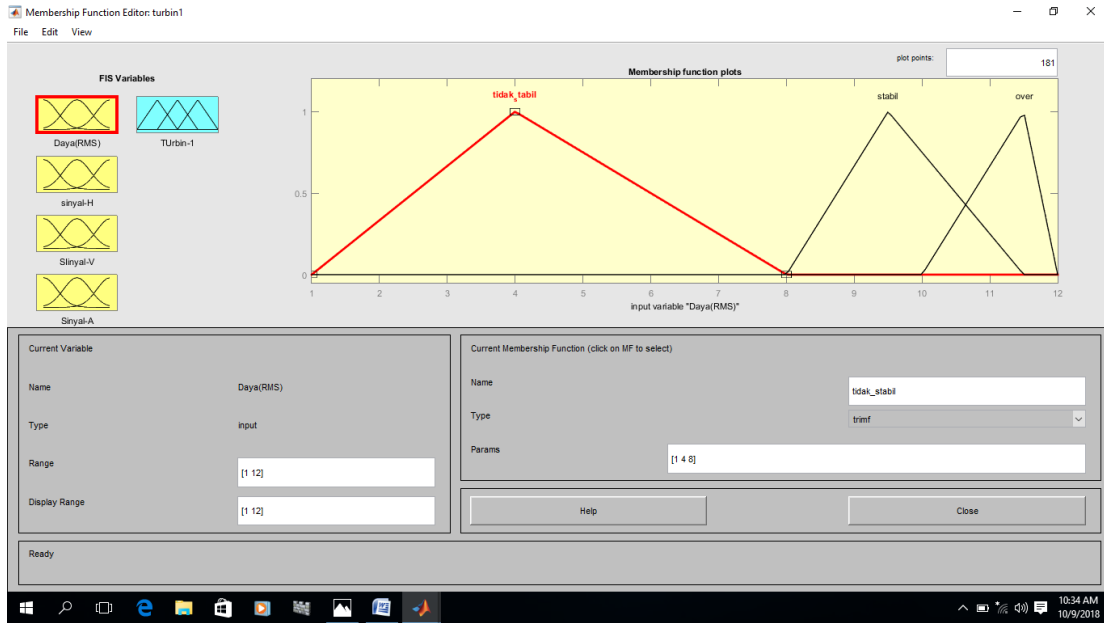
And method	min
Or method	max
Implication	min
Aggregation	max
Defuzzification	centroid

The Current Variable section shows:

Name	Daya(RMS)
Type	input
Range	[1 12]

Buttons for 'Help' and 'Close' are visible. The system status at the bottom reads: 'System "turbin1": 4 inputs, 1 output, and 7 rules'.

5. Masukkan nilai fungsi keanggotaan di setiap input dan output



6. Buat aturan – aturan untuk fuzzy

1. If (Daya(RMS) is tidak_stabil) and (sinyal-H is skewness_N) and (Sinyal-V is skewness_N) and (Sinyal-A is skewness_N) then (Turbin-1 is tidak_stabil) (1)

2. If (Daya(RMS) is stabil) and (sinyal-H is skewness_P) and (Sinyal-V is skewness_P) and (Sinyal-A is skewness_P) then (Turbin-1 is stabil) (1)

3. If (Daya(RMS) is stabil) and (sinyal-H is kurtosis_P) and (Sinyal-V is kurtosis_P) and (Sinyal-A is kurtosis_P) then (Turbin-1 is stabil) (1)

4. If (Daya(RMS) is stabil) and (sinyal-H is skewness_N) and (Sinyal-V is skewness_N) and (Sinyal-A is skewness_N) then (Turbin-1 is stabil) (1)

5. If (Daya(RMS) is stabil) and (sinyal-H is kurtosis_N) and (Sinyal-V is kurtosis_N) and (Sinyal-A is kurtosis_N) then (Turbin-1 is stabil) (1)

6. If (Daya(RMS) is over) and (sinyal-H is skewness_P) and (Sinyal-V is skewness_P) and (Sinyal-A is skewness_P) then (Turbin-1 is berbahaya) (1)

7. If (Daya(RMS) is over) and (sinyal-H is kurtosis_P) and (Sinyal-V is kurtosis_P) and (Sinyal-A is kurtosis_P) then (Turbin-1 is berbahaya) (1)

If not Daya(RMS) is not tidak_stabil not stabil not over not none and not sinyal-H is not skewness_N not skewness_P not kurtosis_N not kurtosis_P not none and not Sinyal-V is not skewness_N not skewness_P not kurtosis_P not kurtosis_N not none and not Sinyal-A is not skewness_P not kurtosis_P not skewness_N not kurtosis_N not none Then Turbin-1 is not stabil not tidak_stabil not berbahaya not none

Connection: or and Weight: 1

Buttons: Delete rule, Add rule, Change rule, <<, >>

FIS Name: turbin1 Help Close

7. Klik view, pilih rules maka akan tampil hasil fuzzy

