

**SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMERIKSAAN DAN
PENGUJIAN K3 LISTRIK BERBASIS LOGIKA FUZZY**

Tesis S-2

**Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Magister Teknik
Pada Program Studi Magister Teknik Elektro**



**Diajukan Oleh
Nashruddin Anwar
MTE20601800007**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG
2021**

TESIS

**SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMERIKSAAN DAN
PENGUJIAN K3 LISTRIK BERBASIS LOGIKA FUZZY**

Yang dipersiapkan dan disusun oleh

Nashruddin Anwar
MTE20601800007

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Pada tanggal 02 Desember 2021

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing Utama



Arief Marwanto, ST., M. Eng., Ph.D
NIDN: 0626097501

Ketua Penguji



Ir. Suryani Alifah, MT., Ph.D
NIDN: 0625036901

Pembimbing Pendamping



Dr. Ir. H. Muhamad Haddin, M.T
NIDN: 0618066301

Penguji 1



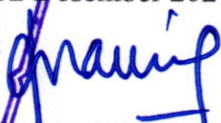
Imam Much Ibnu Subroto, ST., M. Sc., Ph.D
NIDN: 0613037301

Penguji 2



Dr. Ir. Suhartono, M.Eng
NIDN: 0323035903

Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Magister Teknik
pada tanggal 02 Desember 2021



Dr. Ir. Hj. Novi Marlyana, S.T., M.T
Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nashruddin Anwar
NIM : MTE20601800007
Program Studi : Magister Teknik Elektro
Fakultas : Teknologi Industri

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tesis yang diajukan kepada Program Studi Magister Teknik Elektro dengan judul:

“Sistem Pendukung Keputusan Pemeriksaan dan Pengujian K3 Listrik Berbasis Logika Fuzzy”

Adalah hasil karya sendiri, judul tersebut belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Magister Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA) ataupun pada universitas lain serta belum pernah ditulis maupun diterbitkan oleh orang lain kecuali secara tertulis diacu, disitasi dan ditunjuk dalam daftar pustaka. Tesis ini adalah milik saya, segala bentuk kesalahan dan kekeliruan dalam Tesis ini adalah tanggung jawab saya.

Semarang, 02 Desember 2021

Penulis



Nashruddin Anwar
MTE20601800007

ABSTRAK

Proses pemeriksaan dan pengujian K3 Listrik dilakukan secara konvensional, hal ini memiliki banyak kelemahan, antara lain adalah hasil analisis memerlukan waktu yang lama dengan akurasi yang kurang. Akibatnya adalah hasil pemeriksaan dan pengujian tidak dapat langsung diketahui kesimpulannya apakah memenuhi atau tidak memenuhi persyaratan K3, hal ini menyebabkan perusahaan tidak segera melaksanakan upaya pencegahan bahaya listrik sehingga berpotensi terjadi kecelakaan listrik. Solusinya adalah dibuat sistem informasi pemeriksaan dan pengujian K3 listrik yang merujuk kepada berbagai standar dan mampu meningkatkan akurasi hasil dengan cepat.

Penelitian ini membahas tentang “*Sistem Pendukung Keputusan Pemeriksaan dan Pengujian K3 Listrik Berbasis Logika Fuzzy*”. Model ditetapkan sebagai sebuah pemeriksaan dan pengujian K3 Listrik pada sistem distribusi dan pemanfaatan listrik. Parameter yang ditetapkan antara lain: penilaian dokumen administrasi, penilaian, pengukuran, perhitungan dan pengetesan. Hasil pemeriksaan dan pengujian dianalisis dengan metode Logika Fuzzy untuk meningkatkan akurasi hasil berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI), *International Electrotechnical Commission (IEC)*, *The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)* dan *American National Standards Institute - International Electrical Testing Association (ANSI-NETA)*.

Aplikasi bekerja dengan baik dimana algoritma Fuzzy Logic model Sugeno bekerja sesuai dengan tujuan yang diharapkan dan mampu meningkatkan akurasi hasil pemeriksaan dan pengujian K3 Listrik, hal ini dibuktikan dengan pengujian aplikasi pada sistem distribusi listrik tempat kerja X yang menghasilkan kesimpulan Memenuhi Persyaratan K3 dengan nilai keluaran 80,8 %. Sedangkan pada sistem pemanfaatan listrik tempat kerja Y menghasilkan kesimpulan Tidak Memenuhi Persyaratan K3 dengan nilai keluaran 40 %. Hasil keputusan dari aplikasi dapat merekomendasikan kesimpulan dengan cepat dan akurat.

Kata Kunci : Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Listrik, *electrical hazard*, *fuzzy logic*

ABSTRACT

The process of inspection and testing Electrical OSH is done manually, this has many weaknesses, including the results of the analysis requiring a long time with less accuracy. The result is that the results of inspections and tests cannot immediately tell whether the conclusion meets or does not meet the OSH requirements, this causes the company not to immediately implement efforts to prevent electrical hazards so that there is a potential for electrical accidents to occur. The solution is to create an electrical OSH inspection and testing information system that refers to various standards and is able to quickly increase the accuracy of the results.

This study discusses "*Decision Support System for Electrical OSH Inspection and Testing Based on Fuzzy Logic*". The model is set as an inspection and testing of Electrical OSH on the electricity distribution and utilization system. Parameters set include: assessment of administrative documents, assessment, measurement, calculation and testing. The results of the inspection and testing were analyzed using the Fuzzy Logic method to improve the accuracy of the results based on the Indonesian National Standard (SNI), International Electrotechnical Commission (IEC), The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) dan American National Standards Institute - International Electrical Testing Association (ANSI-NETA).

The application works well where the Fuzzy Logic algorithm of the Sugeno model works in accordance with the expected goals and is able to increase the accuracy of the results of inspection and testing of Electrical OSH, this is evidenced by testing the application on the electrical distribution system at workplace X which results in the conclusion that it meets the OSH requirements with an output value of 80,8 %. Meanwhile, in the workplace electricity utilization system Y resulted in the conclusion of not meeting the OSH requirements with an output value of 40 %. Decision results from the application can recommend conclusions quickly and accurately.

Keywords: Electrical Occupational Safety and Health (Electrical OSH), Electrical Hazards, Fuzzy Logic

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala karunia dan ridho-Nya, sehingga Tesis dengan judul **“SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMERIKSAAN DAN PENGUJIAN K3 LISTRIK BERBASIS LOGIKA FUZZY”** ini dapat diselesaikan.

Tesis ini tidak tersusun dengan baik tanpa bimbingan, bantuan dan dukungan dari banyak pihak yang diberikan kepada penulis. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya, kepada :

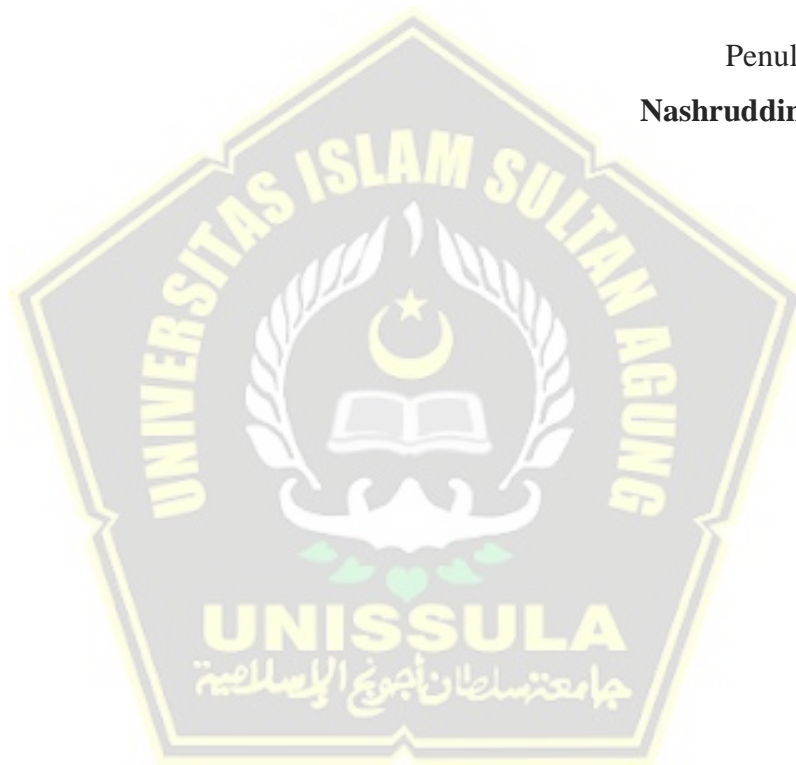
1. Ibu Dr. Ir. Hj. Novi Marlyana, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Ibu Dr. Ir. Hj. Novi Marlyana, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
3. Bapak Arief Marwanto, ST., M. Eng., Ph.D selaku dosen Pembimbing Utama atas bimbingan, arahan dan waktu yang telah diluangkan kepada penulis untuk berdiskusi selama proses pembuatan Tesis.
4. Bapak Dr. Ir. H. Muhamad Haddin, M.T selaku dosen Pembimbing Pendamping atas bimbingan, arahan dan waktu yang telah diluangkan kepada penulis untuk berdiskusi selama proses pembuatan Tesis.
5. Bapak dan Ibu dosen Universitas Islam Sultan Agung Semarang yang telah membimbing dan membekali ilmu kepada penulis.
6. Ibunda Sapangatun yang tak henti-hentinya berdoa untuk kesuksesan anaknya.
7. Istri saya Dhina Nastitia, S.Pd, atas segala motivasi, perhatian, doa serta kesabarannya. Juga anak-anakku Azizan, Adlyn, Arda dan Arsyah, ayah sayang kalian dan selalu mendoakan yang terbaik untuk kalian.
8. Rekan-rekan mahasiswa Magister Teknik Elektro Angkatan 2018 yang berjuang bersama-sama menyelesaikan pendidikan di Magister Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
9. Kepada semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Dengan keterbatasan pengalaman, ilmu maupun pustaka yang ditinjau, penulis menyadari bahwa tesis ini masih banyak kekurangan dan perlu pengembangan lebih lanjut agar benar-benar bermanfaat. Oleh sebab itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran agar tesis ini lebih sempurna serta sebagai masukan bagi penulis untuk penelitian dan penulisan karya ilmiah di masa yang akan datang.

Akhir kata, penulis berharap tesis ini memberikan manfaat bagi kita semua terutama untuk pengembangan ilmu ketenagalistrikan dan penerapan K3 Listrik di tempat kerja.

Penulis

Nashruddin Anwar



DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Keaslian Penelitian	4
1.7 Sistematika Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian yang Relevan	7
2.2 Landasan Teori	9
2.2.1 Sistem Ketenagalistrikan	9
2.2.1.1 Pembangkitan Tenaga Listrik	9
2.2.1.2 Transmisi Tenaga Listrik	10
2.2.1.3 Distribusi Tenaga Listrik	11
2.2.2.4 Pemanfaatan Listrik	18
2.2.2 Bahaya Listrik di Tempat Kerja	21
2.2.3 Pemeriksaan dan Pengujian K3 Listrik	22
2.2.4 Logika <i>Fuzzy</i>	23

2.2.4.1 Pengertian Logika <i>Fuzzy</i>	23
2.2.4.2 Komponen <i>Fuzzy</i>	24
2.2.4.3 Fungsi Keanggotaan (<i>Membership Function</i>)	25
2.2.4.4 Cara Kerja Logika <i>Fuzzy</i>	28
2.2.4.5 Metode <i>Fuzzy</i> Sugeno	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1 Model Penelitian	31
3.2 Alat dan Bahan	33
3.2.1 Bahan Penelitian	33
3.2.2 Peralatan Perangkat Keras	34
3.2.3 Peralatan Perangkat Lunak	34
3.3 Langkah-langkah Penelitian	35
3.3.1 Perancangan Kegiatan Pemeriksaan dan Pengujian K3 Listrik	36
3.3.2 Perancangan Nilai Rujukan dari Validasi Standar Kelistrikan	36
3.3.3 Penerapan Logika <i>Fuzzy</i> (<i>Fuzzy Logic</i>).....	38
3.3.4 Pemrograman	52
3.3.5 Implementasi	52
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	53
4.1 Hasil Pengujian Sistem Informasi Pemeriksaan dan Pengujian K3 Listrik dengan Metode Black Box	53
4.2 Hasil Implementasi <i>Fuzzy Logic</i> pada Sistem Informasi Pemeriksaan dan Pengujian K3 Listrik	69
4.2.1 Implementasi Logika <i>Fuzzy</i> pada Sistem Distribusi Listrik	69
4.2.2 Implementasi Logika <i>Fuzzy</i> pada Sistem Pemanfaatan Listrik	74
BAB V PENUTUP	79
5.1 Kesimpulan	79
5.2 Saran	79

DAFTAR PUSTAKA	80
LAMPIRAN	82

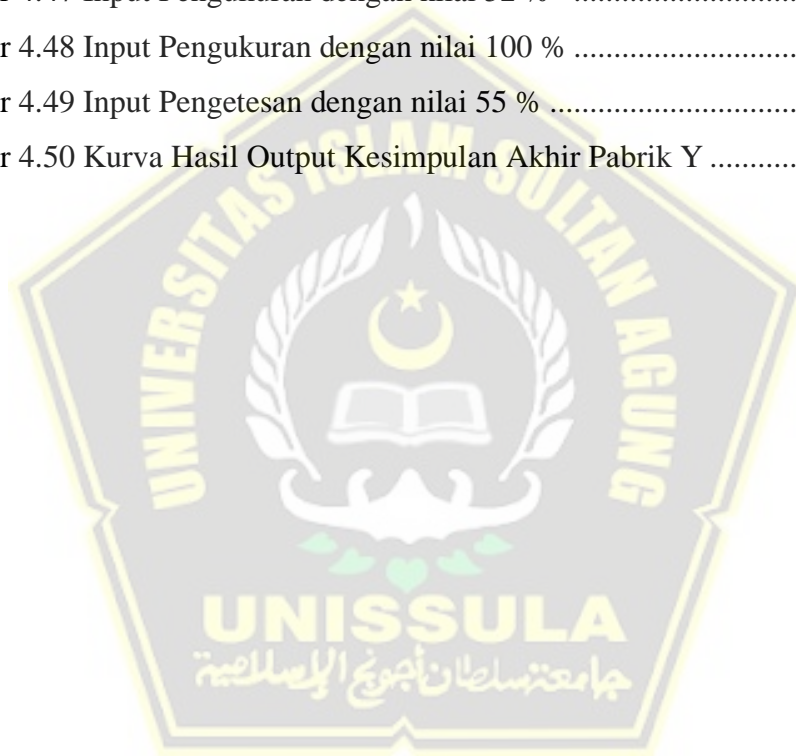


DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Ketenagalistrikan di Indonesia	9
Gambar 2.2 Sistem Jaringan Distribusi Tenaga Listrik	11
Gambar 2.3 Gardu Cantol	12
Gambar 2.4 Gardu Portal	12
Gambar 2.5 Gardu Kios	13
Gambar 2.6 Gardu Beton	14
Gambar 2.7 Contoh Single Line (SLD) Diagram Kubikel	14
Gambar 2.8 Trafo Distribusi	16
Gambar 2.9 Panel Hubung Bagi (PHB) dalam Sistem Instalasi Listrik	19
Gambar 2.10 Domain Himpunan <i>Fuzzy</i>	25
Gambar 2.11 Representasi Linear Naik	25
Gambar 2.12 Representasi Linear Turun	26
Gambar 2.13 Representasi Kurva Segitiga	27
Gambar 2.14 Representasi Kurva Trapesium	27
Gambar 3.1 Single Line Diagram Distribusi dan Pemanfaatan Listrik	31
Gambar 3.2 Model Pemeriksaan dan Pengujian K3 Listrik	32
Gambar 3.3 Diagram Blok Tahapan Penelitian	35
Gambar 3.4 Flowchart Penerapan Logika Fuzzy pada Sistem Distribusi Listrik	38
Gambar 3.5 Flowchart Penerapan Logika Fuzzy pada Sistem Pemanfaatan Listrik	38
Gambar 3.6 Kurva Keanggotaan Input Kegiatan	41
Gambar 3.7 Kurva Keanggotaan Output Kesimpulan Akhir	42
Gambar 4.1 Tampilan Menu Awal.....	54
Gambar 4.2 Tampilan Menu Awal The Wujil Resort & Conventions	55
Gambar 4.3 Tampilan Menu Awal PT. SMLIndonesia Private.....	55
Gambar 4.4 Tampilan Menu Awal RSUD Muhammadiyah Darul Istiqomah ..	55
Gambar 4.5 Tampilan Menu Awal PT. Jaya Berhasil Sentosa	55
Gambar 4.6 Tampilan Data Umum The Wujil Resort & Conventions	56
Gambar 4.7 Tampilan Data Umum PT. SMLIndonesia Private	56

Gambar 4.8 Tampilan Data Umum RSUD Muh. Darul Istiqomah	57
Gambar 4.9 Tampilan Data Umum PT. Jaya Berhasil Sentosa	57
Gambar 4.10 Tampilan Dok. Adm. The Wujil Resort & Conventions	58
Gambar 4.11 Tampilan Dok. Adm. PT. SML Indonesia Private	58
Gambar 4.12 Tampilan Dok. Adm. RSUD Muh. Darul Istiqomah	58
Gambar 4.13 Tampilan Dok. Adm. PT. Jaya Berhasil Sentosa	58
Gambar 4.14 Tampilan Penilaian The Wujil Resort & Conventions	59
Gambar 4.15 Tampilan Penilaian PT. SML Indonesia Private	59
Gambar 4.16 Tampilan Penilaian RSUD Muh. Darul Istiqomah	60
Gambar 4.17 Tampilan Penilaian PT. Jaya Berhasil Sentosa	60
Gambar 4.18 Tampilan Pengukuran The Wujil Resort & Conventions	61
Gambar 4.19 Tampilan Pengukuran PT. SML Indonesia Private	61
Gambar 4.20 Tampilan Pengukuran RSUD Muh. Darul Istiqomah	61
Gambar 4.21 Tampilan Pengukuran PT. Jaya Berhasil Sentosa	61
Gambar 4.22 Tampilan Perhitungan The Wujil Resort & Conventions	62
Gambar 4.23 Tampilan Perhitungan PT. SML Indonesia Private	62
Gambar 4.24 Tampilan Perhitungan RSUD Muh. Darul Istiqomah	63
Gambar 4.25 Tampilan Perhitungan PT. Jaya Berhasil Sentosa	63
Gambar 4.26 Tampilan Pengetesan The Wujil Resort & Conventions	64
Gambar 4.27 Tampilan Pengetesan PT. SML Indonesia Private	64
Gambar 4.28 Tampilan Pengetesan RSUD Muh. Darul Istiqomah	64
Gambar 4.29 Tampilan Pengetesan PT. Jaya Berhasil Sentosa	64
Gambar 4.30 Tampilan Foto The Wujil Resort & Conventions	65
Gambar 4.31 Tampilan Foto PT. SML Indonesia Private	65
Gambar 4.32 Tampilan Foto RSUD Muh. Darul Istiqomah	66
Gambar 4.33 Tampilan Foto PT. Jaya Berhasil Sentosa	66
Gambar 4.34 Tampilan Saran The Wujil Resort & Conventions	67
Gambar 4.35 Tampilan Saran PT. SML Indonesia Private	67
Gambar 4.36 Tampilan Saran RSUD Muh. Darul Istiqomah	67
Gambar 4.37 Tampilan Saran PT. Jaya Berhasil Sentosa	67
Gambar 4.38 Halaman Tampilan Kesimpulan	68

Gambar 4.39 Input Penilaian Dokumen Administrasi dengan nilai 29 %	69
Gambar 4.40 Input Penilaian dengan nilai 76 %	70
Gambar 4.41 Input Pengukuran dengan nilai 95 %	70
Gambar 4.42 Input Pengukuran dengan nilai 100 %	70
Gambar 4.43 Input Pengetesan dengan nilai 100 %	71
Gambar 4.44 Kurva Hasil Output Kesimpulan Akhir pada Pabrik X	73
Gambar 4.45 Input Penilaian Dokumen Administrasi dengan nilai 33 %	74
Gambar 4.46 Input Penilaian dengan nilai 32 %	75
Gambar 4.47 Input Pengukuran dengan nilai 52 %	75
Gambar 4.48 Input Pengukuran dengan nilai 100 %	75
Gambar 4.49 Input Pengetesan dengan nilai 55 %	76
Gambar 4.50 Kurva Hasil Output Kesimpulan Akhir Pabrik Y	78



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Vektor Group dan Daya Transformator	16
Tabel 3.1 Perangkat Keras	34
Tabel 3.2 Perangkat Lunak	34
Tabel 3.3 Deskripsi Kegiatan Pemeriksaan dan Pengujian K3 Listrik	36
Tabel 3.4 Perancangan Nilai Rujukan dari Validasi Standar Kelistrikan	37
Tabel 3.5 Variabel Input Penilaian Dokumen Administrasi	38
Tabel 3.6 Variabel Input Penilaian	40
Tabel 3.7 Variabel Input Pengukuran	40
Tabel 3.8 Variabel Input Perhitungan	40
Tabel 3.9 Variabel Input Pengetesan	40
Tabel 3.10 Variabel Output Kesimpulan Akhir	40
Tabel 3.11 <i>Rules</i> Kesimpulan Akhir	44
Tabel 4.1 Komponen Pengujian Black Box	53
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Black Box Menu Awal	54
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Black Box Data Umum	56
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Black Box Penilaian Dokumen Administrasi	57
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Black Box Penilaian	59
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Black Box Pengukuran	60
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Black Box Perhitungan	62
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Black Box Pengetesan	63
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Black Box Komponen Foto	65
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Black Box Komponen Saran	66
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Black Box Komponen Kesimpulan .	68
Tabel 4.12 Hasil <i>Fuzzy Inference Engine</i> pada Pabrik X	72
Tabel 4.13 Hasil <i>Fuzzy Inference Engine</i> pada Pabrik Y	77

LAMPIRAN

Lampiran 1.	Checklist dan Nilai Rujukan dari Validasi Standar Kelistrikan di Sistem Distribusi Listrik	82
Lampiran 2.	Checklist dan Nilai Rujukan dari Validasi Standar Kelistrikan di Sistem Pemanfaatan Listrik	91
Lampiran 3.	Listing Program <i>Fuzzy Logic</i>	98



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu sumber bahaya di tempat kerja adalah listrik. Sumber bahaya listrik berasal dari perlengkapan, peralatan dan instalasi listrik di pembangkitan listrik, transmisi listrik, distribusi listrik dan pemanfaatan listrik. Bahaya listrik (*electrical hazard*) dapat terjadi pada proses pemasangan, pemeliharaan, penggunaan dan pengoperasian perlengkapan, peralatan dan instalasi listrik di pembangkitan, transmisi, distribusi dan pemanfaatan listrik. Bahaya listrik tersebut menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja, kebakaran, peledakan dan penyakit akibat kerja di tempat kerja [1]. Menurut Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 12 tahun 2015 tentang K3 Listrik di Tempat Kerja salah satu cara untuk mengendalikan potensi bahaya listrik (*electrical hazard*) adalah dengan melakukan pemeriksaan dan pengujian K3 listrik terhadap perlengkapan, peralatan dan instalasi listrik di pembangkitan listrik, transmisi listrik, distribusi listrik dan pemanfaatan listrik di tempat kerja.

Permasalahan yang ada adalah pemeriksaan dan pengujian K3 listrik dilaksanakan dengan menggunakan metode konvensional yang hanya mengacu kepada salah satu standar kelistrikan yang akurasinya tidak obyektif dan tidak bisa diterapkan di semua jenis tempat kerja, hal ini disebabkan banyak tempat kerja yang menggunakan standar internasional dalam perencanaan, pemasangan dan penggunaan listrik. Permasalahan lainnya dari hasil pemeriksaan dan pengujian K3 listrik tidak dapat langsung diketahui kesimpulannya apakah perlengkapan, peralatan dan instalasi listrik memenuhi atau tidak memenuhi persyaratan K3, hal ini menyebabkan perusahaan tidak segera melaksanakan upaya pencegahan bahaya listrik sehingga berpotensi terjadi kecelakaan kerja, kebakaran, peledakan dan penyakit akibat kerja di tempat kerja.

Akibat dari permasalahan tersebut maka diperlukan kajian dan analisa untuk meningkatkan akurasi hasil pemeriksaan dan pengujian K3 listrik. Untuk itu dilakukan analisa terhadap metode pemeriksaan dan pengujian K3 listrik yang

dapat diterapkan di semua jenis tempat kerja, misalnya industri besar, industri kecil, rumah sakit, gedung pendidikan dan lainnya. Penguji (*inspector*) K3 listrik dapat menyimpulkan dengan cepat hasil pemeriksaan dan pengujian K3 listrik apakah memenuhi persyaratan K3 atau tidak, sehingga upaya pengendalian bahaya listrik dapat segera dilaksanakan.

Solusi dari permasalahan tersebut adalah dibuat sistem pendukung keputusan pemeriksaan dan pengujian K3 listrik yang dapat diterapkan di semua jenis tempat kerja. Seiring dengan perkembangan *software engineering* maka digunakan logika fuzzy (*fuzzy logic*). Penambahan fitur logika fuzzy untuk meningkatkan efisiensi dan efektifitas dengan validasi kepada dokumen Standar Nasional Indonesia, *International Electrotechnical Commission (IEC)*, *The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)* dan *American National Standards Institute - International Electrical Testing Association (ANSI-NETA)*.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya, dapat dijabarkan beberapa rumusan masalah, yaitu:

- a. Bagaimana membuat sistem pendukung keputusan yang terintegrasi dengan semua standar pemeriksaan dan pengujian K3 listrik.
- b. Bagaimana logika fuzzy diaplikasikan pada sistem informasi pendukung keputusan pemeriksaan dan pengujian K3 listrik.
- c. Bagaimana menguji dan memvalidasi sistem informasi pendukung keputusan untuk pemeriksaan dan pengujian K3 listrik di tempat kerja.

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan perumusan masalah tersebut diatas maka penelitian dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

- a. Pembuatan sistem pendukung keputusan yang terintegrasi dengan standar pemeriksaan dan pengujian K3 listrik antara lain Standar Nasional Indonesia (SNI), *International Electrotechnical Commission (IEC)*, *The Institute of*

Electrical and Electronics Engineers (IEEE) dan American National Standards Institute - International Electrical Testing Association (ANSI-NETA).

- b. Penerapan logika fuzzy model Sugeno pada sistem informasi pendukung keputusan pemeriksaan dan pengujian K3 listrik
- c. Pengujian dan validasi sistem informasi pendukung keputusan untuk pemeriksaan dan pengujian K3 listrik di tempat kerja.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Merancang dan membangun sistem pendukung keputusan yang terintegrasi dengan semua standar pemeriksaan dan pengujian K3 listrik (Standar Nasional Indonesia (SNI), *International Electrotechnical Commission (IEC)*, *The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)* dan *American National Standards Institute - International Electrical Testing Association (ANSI-NETA)*.
- b. Menerapkan Logika Fuzzy pada sistem informasi pendukung keputusan pemeriksaan dan pengujian K3 listrik sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan efektifitas hasil analisis.
- c. Menguji dan memvalidasi sistem informasi pendukung keputusan untuk pemeriksaan dan pengujian K3 listrik di tempat kerja

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat baik dari segi yuridis, teknis maupun keilmuan. Adapun manfaat penelitian adalah sebagai berikut:

- a. Menjadi bagian dari peraturan perundangan K3 listrik di Indonesia.
- b. Menjadi rujukan dan panduan dalam pelaksanaan pemeriksaan dan pengujian K3 listrik di Indonesia.
- c. Menjadi referensi dan pengetahuan bagi para personel kelistrikan, perusahaan dan mahasiswa dalam pelaksanaan pemeriksaan dan pengujian K3 listrik di Indonesia.
- d. Mempercepat pelaksanaan upaya pengendalian dan pencegahan bahaya listrik.

1.6 Keaslian Penelitian

Berdasarkan pencarian dari berbagai sumber terhadap judul penelitian yang berhubungan dengan peningkatan akurasi sistem informasi pemeriksaan dan pengujian K3 listrik berbasis logika fuzzy adalah sebagai berikut:

- a. Analisis Pengujian Transformator Distribusi Daya 160 KVA-Tegangan 20 KV/400 V - 4,6 A/231 A [2]. Hasilnya adalah bahwa transformator yang telah diuji memiliki hasil perhitungan untuk prosentase impedansi 6,19 %, pengukuran rugi tembaga 2866,7 W, efficiency untuk $\cos \Phi = 1,0$ diperoleh 98,15% dan $\cos \Phi = 0,8$ diperoleh 98,09% ternyata tidak memenuhi Standart : SPLN 50 : 1997.
- b. Pengujian Karakteristik Minyak Transformator Gedung 72 Batan [3]. Hasilnya adalah pengujian tegangan tembus minyak sebelum difilter sebesar 23,3 KV/2,5mm, pengujian kadar air 15,3 ppm, pengujian sedimen sebesar 0,123 Wt %, pengujian warna keruh, dan pengujian kadar asam sebesar 0,251 Mg KOH/g. Keimpulan akhir minyak trafo harus di filter.
- c. Analisa Hasil Pengujian Switchgear pada Sistem Kelistrikan Gedung Reaktor Serba Guna GA Siwabessy [4]. Dihasilkan Tahanan kontak (*contact resistance*) 44,30 s/d 73,50 $\mu\Omega \leq 100 \mu\Omega$ memenuhi persyaratan K3. Dan tahanan kebocoran (*leakage resistance*) 1211,4 s/d 6172,8M $\Omega > 500 M\Omega$ bahwa hasil pengujian tahanan kebocoran (*leakage resistance*) lebih besar daripada batas tahanan kebocoran yang dipersyaratkan yaitu 500 M Ω sesuai dengan standar VDE (Verband der Electrotechnic) yaitu $R > 500 M\Omega$. Berdasarkan hasil tersebut, tahanan kebocoran dalam keadaan baik
- d. Studi Pengaruh Ketidakseimbangan Pembebanan Transformator Distribusi 20 KV PT PLN (Persero) Cabang Pontianak [5]. Dihasilkan besar arus I R= 346 A, I S=294 A, I T= 296 A; pembebanan trafo 102,8 % (tidak memenuhi syarat K3); ketidakseimbangan beban 7,33 % (tidak memenuhi syarat K3).
- e. Analisis Pengaruh Harmonisa Terhadap Arus Netral, Rugi-Rugi dan Penurunan Kapasitas Pada Transformator Distribusi [6]. Dihasilkan persentase pembebanan terbesar terjadi pada transformator Teknik Sipil dengan pembebanan rata-rata sebesar 19,364%. THD arus (57,37%), penambahan rugi-

rugi (48,7%) dan penurunan kapasitas (4,875%). Tetapi Transformator yang THD arusnya sering melebihi standar terjadi pada Transformator Teknik Elektro.

- f. Analisis Bahaya Listrik Berdasarkan PUIL 2011 dan Pengujian Infrared Thermography pada Panel Di PPNS [7]. Ditemukan ketidaksesuaian pada panel antara lain: pada pintu panel MDP tidak terdapat penggrounding, penempatan PHBK berada diruang yang kurang leluasa, tidak terdapat tanda pengenal yang menunjukkan tempat PHBK, konduktor proteksi atau rel pembumian kurang jelas perbedaan warnanya, tidak terpasang bagan sirkit PHBK, tidak dipasang tanda yang jelas pada PHBK.

Dari beberapa penelitian diatas, ditemukan berbagai permasalahan pemeriksaan dan pengujian K3 listrik dengan metode pemeriksaan visual, pengukuran, perhitungan dan pengetesan yang hanya merujuk ke salah satu standar kelistrikan saja sehingga sangat kesulitan diterapkan di Indonesia dimana banyak tempat kerja yang menggunakan standar kelistrikan yang berbeda. Selanjutnya hasil pemeriksaan dan pengujian tidak langsung diketahui sehingga perusahaan tidak segera melaksanakan upaya pengendalian dan pencegahan bahaya listrik. Sedangkan pada penelitian ini digunakan sistem informasi pemeriksaan dan pengujian K3 listrik berbasis logika fuzzy untuk meningkatkan akurasi hasil pemeriksaan dan pengujian K3 listrik.

1.7 Sistematika Penelitian

Sistematika penulisan dalam penelitian ini dilakukan dengan melalui langkah-langkah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Merupakan pendahuluan yang berisi latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, keaslian penelitian dan sistematika penulisan dari penelitian ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Membahas tinjauan pustaka dan landasan teori yang berkaitan dengan Peningkatan Akurasi Sistem Informasi Pemeriksaan dan Pengujian K3 Listrik Berbasis Logika fuzzy.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Membahas metode dan prosedur yang digunakan dalam penelitian.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Membahas tentang hasil penelitian dan pembahasan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan dan saran dari penelitian yang dilaksanakan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

3.1 Penelitian yang Relevan

Penelitian-penelitian tentang pemeriksaan dan pengujian K3 Listrik telah dilakukan oleh peneliti terdahulu antara lain:

- a. Analisis Pengujian Transformator Distribusi Daya 160 KVA-Tegangan 20 KV/400 V - 4,6 A/231 A [2]. Penelitian ini difokuskan pada pengujian transformator dengan Standar SPLN 50: 1997, pengujian yang dilakukan antara lain Pengujian Tahanan Isolasi, Pengukuran Tahanan Belitan, Pengukuran Rasio tegangan (TTR), Pengukuran Impedansi dan Rugi-rugi Beban, Pengukuran Rugi Beban Nol dan Arus Beban Nol, Pengujian Tegangan Terapan dan Pengujian Tegangan Lebih Induksi. Dari analisis diperoleh hasil bahwa transformator yang telah diuji memiliki hasil perhitungan untuk prosentase impedansi 6,19 %, pengukuran rugi tembaga 2866,7 W, efficiency untuk $\cos \Phi = 1,0$ diperoleh 98,15 % dan $\cos \Phi = 0,8$ diperoleh 98,09 % ternyata tidak memenuhi Standart : SPLN 50 : 1997.
- b. Pengujian Karakteristik Minyak Transformator Gedung 72 Batan [3]. Penelitian ini difokuskan pada pengujian karakteristik minyak transformator dengan hasil pengujian tegangan tembus minyak sebelum difilter sebesar 23,3 KV/2,5mm, pengujian kadar air 15,3 ppm, pengujian sedimen sebesar 0,123 Wt %, pengujian warna keruh, dan pengujian kadar asam sebesar 0,251 Mg KOH/g. Keimpulan akhir minyak trafo harus di filter. Standar nilai hasil pengujian merujuk ke IEC 60422 tahun 2013.
- c. Analisa Hasil Pengujian Switchgear pada Sistem Kelistrikan Gedung Reaktor Serba Guna GA Siwabessy [4]. Penelitian ini difokuskan pada pengujian busbar dan komponen utama switchgear yaitu pemutus tenaga (PMT) dan pemisah (PMS) meliputi pengujian tahanan kontak (*contact resistance*) dan pengujian tahanan kebocoran (*leakage resistance*). Standar nilai tahanan kontak merujuk ke SPLN, sedangkan standar nilai tahanan kebocoran merujuk ke VDE (Verband der Electrotrchnic). Tahanan kontak (*contact resistance*) 44,30 s/d

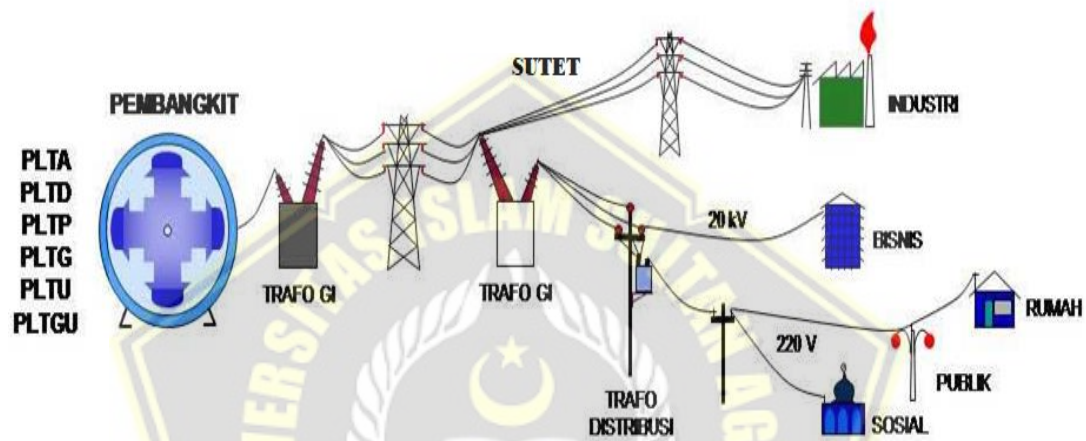
$73,50 \mu\Omega \leq 100 \mu\Omega$ memenuhi persyaratan K3. Dan tahanan kebocoran (*leakage resistance*) $1211,4 \text{ s/d } 6172,8 \text{ M}\Omega > 500 \text{ M}\Omega$ bahwa hasil pengujian tahanan kebocoran (*leakage resistance*) lebih besar daripada batas tahanan kebocoran yang dipersyaratkan yaitu $500 \text{ M}\Omega$ sesuai dengan standar VDE (*Verband der Electrotechnik*) yaitu $R > 500 \text{ M}\Omega$. Berdasarkan hasil tersebut, tahanan kebocoran dalam keadaan baik.

- d. Studi Pengaruh Ketidakseimbangan Pembebanan Transformator Distribusi 20 KV PT PLN (Persero) Cabang Pontianak [5]. Penelitian difokuskan pada pengukuran beban pada saat beban puncak, hasilnya digunakan untuk perhitungan arus beban penuh, prosentase pembebanan trafo, dan prosentase ketidakseimbangan beban. Dihasilkan besar arus $I_R = 346 \text{ A}$, $I_S = 294 \text{ A}$, $I_T = 296 \text{ A}$; pembebanan trafo $102,8 \%$ (tidak memenuhi syarat K3); ketidakseimbangan beban $7,33 \%$ (tidak memenuhi syarat K3).
- e. Analisis Pengaruh Harmonisa Terhadap Arus Netral, Rugi-Rugi dan Penurunan Kapasitas Pada Transformator Distribusi [6]. Penelitian difokuskan pada pengukuran harmonisa arus dan tegangan di trafo distribusi yang berdampak pada penurunan kapasitas trafo (*derating transformer*). Selanjutnya dilakukan perhitungan *Crest-factor* (CF), Persentase Total Harmonic Distortion (THD) arus dan Persentase Total Harmonic Distortion (THD) tegangan. Persentase pembebanan terbesar terjadi pada Transformator Teknik Sipil dengan pembebanan rata-rata sebesar $19,364\%$. THD arus ($57,37\%$), penambahan rugi-rugi ($48,7\%$) dan penurunan kapasitas ($4,875\%$).
- f. Analisis Bahaya Listrik Berdasarkan PUIL 2011 dan Pengujian Infrared Thermography Pada Panel Di PPNS [7]. Penelitian difokuskan pada pemeriksaan visual dan pengujian panas penghantar. Dari analisa yang dilakukan telah ditemukan ketidaksesuaian pada panel antara lain: pada pintu panel MDP tidak terdapat penggroundingan, penempatan PHBK berada diruang yang kurang leluasa, tidak terdapat tanda pengenal yang menunjukkan tempat PHBK, konduktor proteksi atau rel pembumian kurang jelas perbedaan warnanya, tidak terpasang bagan sirkit PHBK, tidak dipasang tanda yang jelas pada PHBK.

3.2. Landasan Teori

2.2.1 Sistem Ketenagalistrikan

Energi listrik merupakan salah satu bentuk energi yang paling banyak digunakan untuk menunjang kebutuhan hidup manusia. Energi listrik dihasilkan dari pusat-pusat pembangkit (*power plant*) yang terinterkoneksi dengan beban. Suatu sistem tenaga listrik terdiri dari sistem pembangkitan, sistem transmisi, sistem distribusi dan sistem pemanfaatan listrik [8]. Sistem-sistem ini saling berkaitan dan membentuk suatu sistem tenaga listrik seperti pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Sistem Ketenagalistrikan di Indonesia

2.2.1.1 Pembangkitan Tenaga Listrik

Suatu sub sistem dari sistem tenaga listrik yang terdiri dari instalasi elektrikal, mekanikal, bangunan-bangunan (*civil works*) dan fasilitas pelengkap, serta bangunan dan komponen bantu lainnya. Berfungsi untuk membangkitkan energi listrik, dengan cara mengubah potensi (energi) mekanik menjadi energi listrik [9]. Jenis-jenis pembangkitan tenaga listrik di Indonesia antara lain:

- a. Thermis: PLTP, PLTD, PLTU, PLTGU, dan PLTS
- b. Non Thermis: PLTA dan PLTM

Obyek K3 listrik di pembangkitan listrik antara lain:

- a. Generator
- b. Transformator,
- c. Instalasi Listrik,

- d. Switchgear,
- e. Proteksi,
- f. Elektronik (UPS, Inverter, Rectifier),
- g. Sarana proteksi kebakaran (APAR, detector, alarm).

2.2.1.2 Transmisi Tenaga Listrik

Merupakan proses dan cara menyalurkan energi listrik dari satu tempat ke tempat lainnya (dari pembangkit listrik ke gardu induk dan dari satu gardu induk ke gardu induk lainnya), yang terdiri dari konduktor yang direntangkan antara tiang-tiang (tower), melalui isolator-isolator, dengan sistem tegangan tinggi [10]. Ruang lingkup transmisi listrik terdiri dari jaringan transmisi dan gardu induk.

Obyek K3 listrik di jaringan transmisi listrik antara lain:

- a. Isolator
- b. Konduktor / pembawa arus
- c. Kontruksi dan pondasi
- d. Proteksi petir
- e. Aksesoris

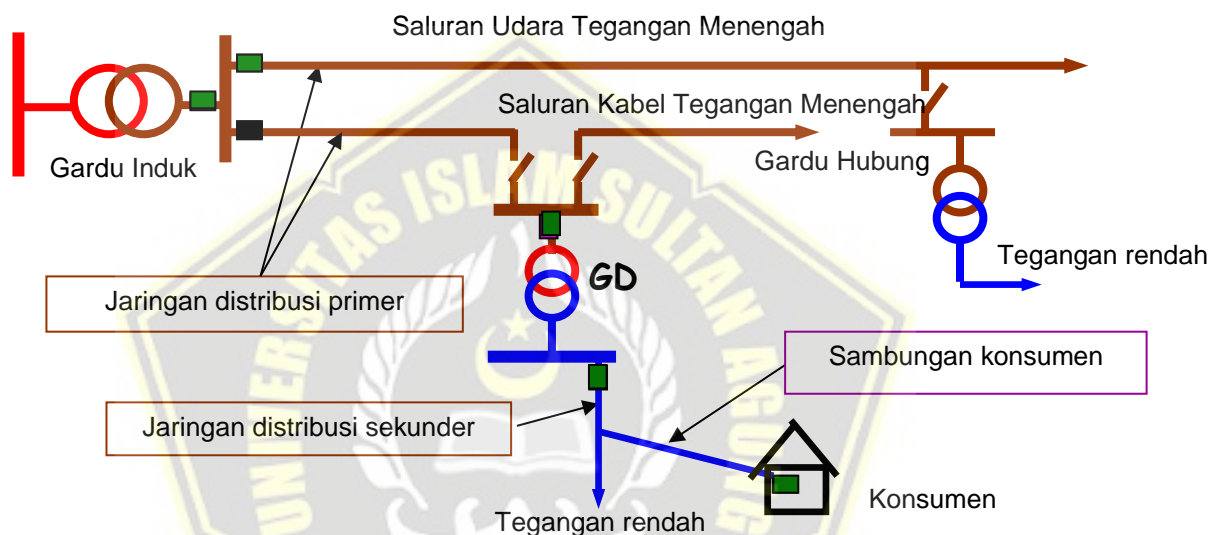
Gardu induk adalah instalasi yang terdiri dari peralatan listrik yang berfungsi untuk mentransfer tenaga listrik, pengukuran pengukuran, pengawasan, pengamanan sistem tenaga listrik serta pengaturan daya. Berdasarkan jenisnya gardu induk dibedakan menjadi gardu induk konvensional dan *Gas Insulated Switchgear (GIS)*. Sedangkan dari sifatnya, gardu induk dibedakan menjadi gardu induk slack, gardu induk distribusi dan gardu induk industri. Adapun obyek K3 listrik di gardu induk antara lain:

- a. Trafo Tenaga
- b. Busbar atau Rel
- c. Ligthning Arrester (LA)
- d. Transformator instrument atau Transformator ukur
- e. Sakelar Pemisah (PMS) atau Disconnecting Switch (DS)
- f. Sakelar Pemutus Tenaga (PMT) atau Circuit Breaker (CB)
- g. Sakelar Pentanahan

- h. Peralatan SCADA dan Telekomunikasi
- i. Rele Proteksi dan Papan Alarm (Annunciator)

2.2.1.3 Distribusi Tenaga Listrik

Sistem jaringan distribusi adalah bagian dari suatu sistem tenaga listrik antara gardu induk, jaringan distribusi primer, gardu distribusi, jaringan distribusi sekunder, dan sampai dengan pelayanan kepada konsumen tenaga listrik [8]. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Sistem Jaringan Distribusi Tenaga Listrik

Sasaran obyek pemeriksaan dan pengujian K3 listrik di sistem distribusi antara lain :

1. Gardu Distribusi

Pengertian umum gardu distribusi tenaga listrik adalah suatu bangunan gardu listrik berisi atau terdiri dari instalasi Perlengkapan Hubung Bagi Tegangan Menengah (PHB-TM), Transformator Distribusi (TD) dan Perlengkapan Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR) untuk memasok kebutuhan tenaga listrik bagi para pelanggan baik dengan Tegangan Menengah (TM 20 kV) maupun Tegangan Rendah (TR 230/400 V) [11]. Jenis gardu distribusi antara lain:

a. Gardu Cantol, kelengkapan Gardu Cantol antara lain :

- Satu set cut out (3 buah).
- Satu set arrester (3 buah).
- Satu set trafo type cantol.
- Satu set pemutus beban tegangan rendah.
- Satu buah handel pemutus (TR) yang dapat dioperasikan dari bawah.

Gardu Cantol diilustrasikan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Gardu Cantol

b. Gardu Portal, kelengkapan gardu portal antara lain:

- Satu set cut out (3 buah).
- Satu set arrester (3 buah).
- Satu buah trafo distribusi < 315 kVA.
- Satu atau 2 set pemutus beban tegangan rendah.
- Satu set rak tegangan rendah untuk fasilitas 4 jurusan.

Gardu Portal diilustrasikan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Gardu Portal

c. Gardu kios, gardu ini bangunannya terbuat dari metal dan dipakai untuk sementara waktu. Fasilitas gardu dilengkapi:

- Sebuah Pemisah (PMS) untuk kabel masuk dari sumber.
- Sebuah Pemutus Tenaga (PMT) untuk kabel out going.
- Sebuah trafo.
- Satu set peralatan tegangan rendah.

Gardu kios diilustrasikan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Gardu Kios

d. Gardu Beton, gardu ini bangunannya secara keseluruhannya terbuat dari beton dan bebanya sudah mencapai sampai dengan 2 MVA/ km². Fasilitas yang terdapat pada gardu beton antara lain :

- Sebuah cubikel pemisah (PMS) dengan kode AS. Cubikel ini untuk *incoming* dari sumber.
- Sebuah cubikel pemutus beban (PMB) dengan kode AIS, cubikel ini untuk melayani kabel *outgoing*.
- Sebuah cubikel pengaman trafo, cubikel ini berupa pemutus beban dengan pengaman lebur, dengan kode cubikel PB.

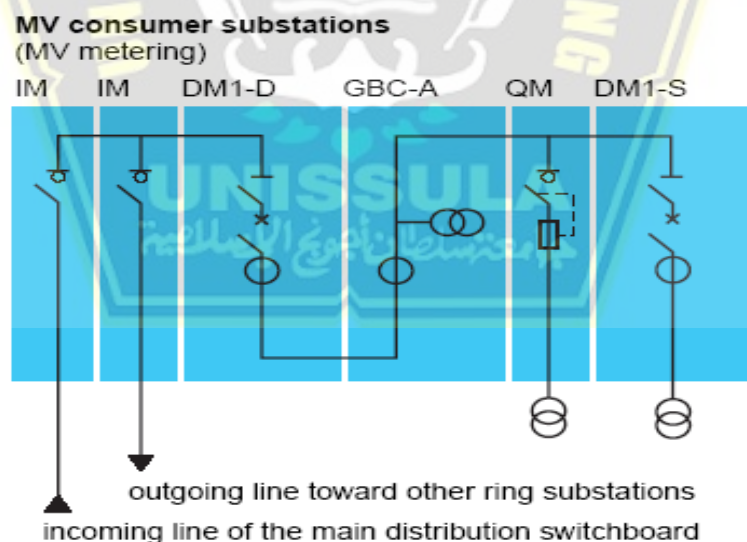
Gardu beton diilustrasikan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Gardu Beton

2. PHB Tegangan Menengah (Kubikel)

PHB tegangan menengah atau kubikel adalah suatu perlengkapan atau peralatan listrik yang berfungsi sebagai pengendali, penghubung dan pelindung serta membagi tenaga listrik dari sumber tenaga listrik, terdiri dari *cubicle incoming* dan *cubicle outgoing*. Hantaran masuk merupakan kabel tegangan menengah dan biasanya dengan kabel XLPE atau NZXSBY [8]. Gambar 2.7 menjelaskan contoh Single Line Diagram (SLD) Kubikel.



Gambar 2.7 Contoh Single Line (SLD) Diagram Kubikel

Didalam kubikel terdapat berbagai macam peralatan pengaman, penghubung dan pemutus listrik antara lain:

a. Pemisah – *Disconnecting Switch (DS)*

Berfungsi sebagai pemisah atau penghubung instalasi listrik 20 kV. Pemisah hanya dapat dioperasikan dalam keadaan tidak berbeban.

b. Pemutus beban – *Load Break Switch (LBS)*

Berfungsi sebagai pemutus atau penghubung instalasi listrik 20 kV. Pemutus beban dapat dioperasikan dalam keadaan berbeban dan terpasang pada kabel masuk atau keluar gardu distribusi. Kubikel LBS dilengkapi dengan sakelar pembumian yang bekerja secara interlock dengan LBS. Untuk pengoperasian jarak jauh (*remote control*), Remote Terminal Unit (RTU) harus dilengkapi catu daya penggerak.

c. Pemutus Tenaga - Circuit Breaker (CB)

Berfungsi sebagai pemutus dan penghubung arus listrik dengan cepat dalam keadaan normal maupun gangguan hubung singkat. Peralatan Pemutus Tenaga (PMT) ini sudah dilengkapi dengan rele proteksi arus lebih (Over Current Relay) dan dapat difungsikan sebagai alat pembatas beban. Komponen utama PHB-TM tersebut diatas sudah terakit dalam kompartemen kompak (lengkap), yang sering disebut Kubikel Pembatas Beban Pelanggan.

d. LBS - TP (Transformer Protection)

Transformator distribusi dengan daya ≤ 630 kVA pada sisi primer dilindungi pembatas arus dengan pengaman lebur jenis HRC (*High Rupturing Capacity*). Peralatan kubikel proteksi transformator, dilengkapi dengan LBS yang dipasang sebelum pengaman lebur. Untuk gardu kompak, komponen proteksi dan LBS dapat saja sudah terangkai sebagai satu kesatuan, dan disebut Ring Main Unit (RMU).

3. Trafo Distribusi

Untuk transformator fase tiga, merujuk pada SPLN, ada tiga tipe vektor grup yang digunakan oleh PLN, yaitu Yzn5, Dyn5 dan Ynyn0. Titik netral

langsung dihubungkan dengan tanah. Transformator gardu pasangan luar dilengkapi bushing tegangan menengah isolator keramik. Sedangkan Transformator gardu pasangan dalam dilengkapi bushing tegangan menengah isolator keramik atau menggunakan isolator *plug-in premoulded* [8]. Jenis trafo distribusi dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Vektor Group dan Daya Transformator

No	Vektor Group	Daya (kVA)	Keterangan
1.	Yzn5	50, 100, 160	Untuk sistem 3 kawat
2.	Dyn5	200, 250, 315, 400, 500, 630	Untuk sistem 3 kawat
3.	Ynyn0	50, 100, 160 200, 250, 315 400, 500, 630	Untuk sistem 4 kawat

Sedangkan salah satu contoh trafo distribusi dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Trafo Distribusi

d. Jaringan Distribusi

Jaringan distribusi dibagi menjadi 2 yaitu jaringan distribusi primer dan jaringan distribusi sekunder [8].

a. Jaringan Distribusi Primer

Terletak pada sisi primer trafo distribusi, yaitu antara titik sekunder Gardu Induk dengan titik primer trafo distribusi. Saluran ini bertegangan 20 KV. Jaringan listrik 70 KV atau 150 KV, jika langsung melayani pelanggan, bisa disebut jaringan distribusi. Termasuk jaringan distribusi primer antara lain:

1. Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM), terdiri dari:

- Penghantar tak berisolasi : A2C, ACSR, penghantar berisolasi kabel inti tunggal TM (*full & half insulated*) kabel pilin TM.
- Tiang : kayu, besi, tower, beton dengan ukuran panjang : 9 m , 11 m, 12 m, 13 m, 15 m dengan kekuatan 200, 350, 500 dan 800 daN.
- Isolator : Pin post , suspension, Toei (untuk penegang / *guy wire*).
- Arrester : type 5 kA dan 10 kA.
- Penghantar pentanahan : kawat tembaga tak berisolasi ukuran minimal 35 mm².

2. Saluran Kabel Tegangan Menengah

- Kabel tanah TM yang dipakai adalah kabel tanah dengan pelindung mekanis bagian luar (pita baja) , dengan berpelindung medan magnet dan listrik. Kabel dapat berbentuk *multicore-belted-cable* atau *single-core-full-isolated-cable*.
- Kabel tanah diletakkan minimum 0,8 meter dibawah permukaan tanah untuk jalan yang dilewati kendaraan dan ditanam 0,6 meter pada jalan yang tidak dilewati kendaraan. Lebar galian sekurang-kurangnya 0,4 meter.
- Kabel harus dilapisi pasir halus setebal minimum 5 cm dari permukaan kulit kabel dan bagian atas diberi pelindung mekanis, yang dimaksudkan untuk pengamanan terbuat dari beton atau batu-bata.

b. Jaringan Distribusi Skunder

Digunakan untuk menyalurkan tenaga listrik dari gardu distribusi ke beban-beban yang ada di konsumen. Komponen utama sistem distribusi tegangan rendah antara lain:

- Tiang penyangga : besi, beton atau kayu dengan panjang 9 / 7 m.
- Penghantar : tak berisolasi (BCC, A2C, A3C dan berisolasi (*Insulated Alumunium / Copper Twisted Conductors* / kabel jamak – berpilin)
- Perlengkapan pemegang konduktor (isolator atau *service dead clamp*)

2.2.1.4 Pemanfaatan Listrik

Pemanfaatan listrik adalah kegiatan memanfaatkan atau menggunakan energi listrik untuk penerangan, daya dan tenaga listrik. Pemanfaatan listrik dibagi menjadi golongan rumah tangga, golongan publik, golongan bisnis dan golongan industri [8]. Jenis-jenis dan sistem instalasi listrik pada pemanfaatan listrik antara lain:

- a. Instalasi penerangan
- b. Instalasi daya/tenaga
- c. Instalasi Panel Hubung Bagi dan Komponennya (PHBDK)
- d. Instalasi khusus dan ruang khusus
- e. Instalasi grounding

Obyek K3 listrik di pemanfaatan listrik antara lain:

- a. Jaringan listrik yang terdiri dari Alat Pengukur dan Pembatas (APP), Panel Hubung Bagi (PHB), Penghantar.
- b. Instalasi Penerangan dan Pencahayaan yang terdiri dari Lampu Pijar, Neon Sign/Lampu Tabung, Lampu Merkuri, Lampu Sodium.
- c. Instalasi Tenaga/Daya.
- d. Sistem Pentanahan yang terdiri dari Elektroda Pentanahan, Hantaran Pengaman dan Sistem Multi-Elektroda.

Pengertian Panel Hubung Bagi (PHB) adalah suatu perlengkapan atau peralatan listrik yang berfungsi sebagai pengendali, penghubung dan pelindung serta membagi tenaga listrik dari sumber tenaga listrik seperti; pembangkit, gardu

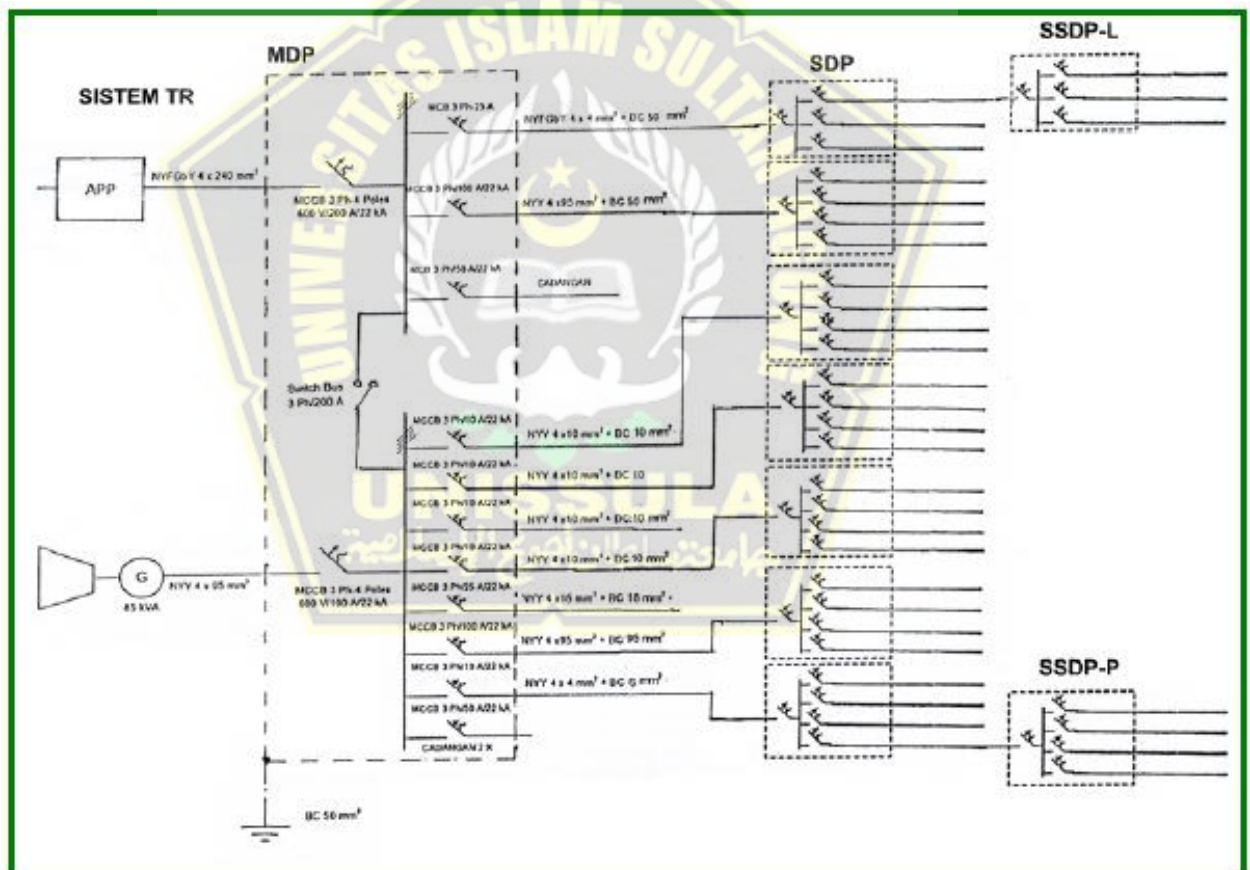
induk, gardu distribusi dan transformator ke saluran pelayanan atau ke pelanggan [12]. Fungsi utama dari PHB adalah sebagai berikut:

- Untuk mengendalikan sirkuit dilakukan oleh saklar utama
- Untuk melindungi sirkuit dilakukan oleh fuse/pelebur
- Untuk membagi sirkuit dilakukan oleh pembagian jurusan atau kelompok

Adapun beberapa bagian panel hubung bagi adalah sebagai berikut :

- Panel Utama / MDP (*Main Distribution Panel*)
- Panel Cabang / SDP (*Sub Distribution Panel*)
- Panel Beban / SSDP (*Sub-sub Distribution Panel*)

Bagian-bagian PHB dalam suatu sistem instalasi listrik tegangan rendah dijelaskan pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Panel Hubung Bagi (PHB) dalam Sistem Instalasi Listrik

Perlengkapan dan peralatan listrik pada PHB tegangan rendah antara lain:

- a. Peralatan proteksi
 - MCB (Miniatur Circuit Breaker)
 - MCCB (Mold Case Circuit Breaker)
 - NFB (No Fuse Circuit Breaker)
 - ACB (Air Circuit Breaker)
 - OCB (Oil Circuit Breaker)
 - VCB (Vacuum Circuit Breaker)
 - SF6CB (Sulfur Circuit Breaker)
- b. Peralatan pemisah dan sekering
 - Disconnecting switch (DS)
 - Fuse
- c. Penghantar (konduktor)
 - Kawat merupakan penghantar tanpa isolasi (telanjang) yang dibuat dari tembaga (Cu) dan aluminium (Al) sebagai contoh BC, BCC, A2C, A3C, ACSR.
 - Kabel merupakan penghantar yang terbungkus isolasi, ada yang berinti tunggal atau banyak, ada yang kaku atau berserabut, ada yang dipasang di udara atau di dalam tanah, dan masing-masing digunakan sesuai dengan kondisi pemasangannya. Contoh NYY, NYA, NYM dan lainnya.
- d. Peralatan tambahan
 - Rele proteksi
 - Trafo tegangan
 - Trafo arus
 - Alat-alat ukur besaran listrik : amperemeter, voltmeter, frekuensi meter, Cos phi meter.
 - Lampu indikator phase.

2.2.2 Bahaya Listrik di Tempat Kerja

Menurut John Cadick dalam *Electrical Safety Handbook* edisi ketiga, bahaya listrik (*electrical hazard*) di tempat kerja antara lain [13]:

a. Tersengat listrik (*shock*)

Sengatan listrik (*electrical shock*) adalah stimulasi fisik yang terjadi ketika arus listrik mengalir melalui tubuh manusia. Distribusi aliran arus melalui tubuh adalah fungsi dari resistensi dari berbagai jalur yang dilalui arus. Trauma akhir yang terkait dengan sengatan listrik biasanya ditentukan oleh jalur paling kritis yang disebut *shock circuit* (sirkuit kejut). Gejala-gejalanya mungkin termasuk sensasi kesemutan ringan, kontraksi otot yang hebat, aritmia jantung, atau kerusakan jaringan. Kerusakan jaringan dapat dikaitkan dengan setidaknya dua penyebab utama yaitu *Burning* dan *Cell Wall Damage*. Bahaya *shock* (tersengat listrik) terjadi karena dua hal mendasar yaitu sentuh langsung dan sentuh tidak langsung.

b. Percikan api, kebakaran (*arc fire*)

ANSI / IEEE Std 100-1988 mendefinisikan *Arc* (busur listrik) sebagai pelepasan listrik melalui gas, biasanya ditandai dengan penurunan tegangan di sekitar katoda yang kira-kira sama dengan potensi ionisasi gas. Definisi yang lain adalah pelepasan panas dan energi cahaya yang disebabkan oleh gangguan listrik dan pelepasan listrik berikutnya melalui insulator listrik seperti udara. *Arc* dapat dimulai dengan beberapa cara, antara lain ketika tegangan antara dua titik melebihi kekuatan dielektrik udara, Ketika udara menjadi sangat panas dengan lewatnya arus melalui beberapa konduktor dan ketika dua bagian kontak saat membawa arus yang sangat tinggi.

c. Peledakan (*blast*)

Yaitu efek eksplosif yang disebabkan oleh ekspansi cepat dari udara dan material yang superpanas secara mendadak dari percikan api. Ketika busur listrik terjadi, itu akan memanaskan udara secara instan. Hal ini menyebabkan perluasan udara yang cepat dengan muka gelombang yang dapat mencapai tekanan 100 hingga 200 lb per kaki persegi (lb / ft^2) (4,79 hingga 9,58 kPa). Tekanan semacam itu cukup untuk meledakkan switchgear, mengubah lembaran logam menjadi

pecahan peluru, mengubah perangkat keras menjadi peluru, mendorong dinding beton, dan mendorong logam cair pada kecepatan yang sangat tinggi. Ledakan tidak selalu terjadi. Terkadang busur tidak disertai dengan ledakan, tetapi tetap bisa mematikan. Bahaya *blast* pada perlengkapan, peralatan dan instalasi listrik dapat terjadi karena *short circuit*, *overload*, dan *surge voltage*.

- d. Bahaya induksi *electromagnetic* ketika sedang melakukan pekerjaan listrik;
- e. Bahaya radiasi ketika sedang melakukan pekerjaan listrik;
- f. Bahaya terpeleset ketika sedang melakukan pekerjaan listrik;
- g. Bahaya jatuh dari ketinggian ketika sedang melakukan pekerjaan listrik;
- h. Bahaya tersentuh panas pada peralatan listrik ketika sedang melakukan pekerjaan listrik;

2.2.3 Pemeriksaan dan Pengujian K3 Listrik

Pemeriksaan K3 Listrik adalah kegiatan penilaian dan pengukuran terhadap instalasi, perlengkapan dan peralatan listrik untuk memastikan terpenuhinya standar bidang kelistrikan dan ketentuan peraturan perundang-undangan. Pengujian K3 Listrik adalah kegiatan penilaian, perhitungan, pengelasan, dan pengukuran terhadap instalasi, perlengkapan dan peralatan listrik untuk memastikan terpenuhinya standar bidang kelistrikan dan ketentuan peraturan perundang-undangan. Pemeriksaan dan Pengujian K3 Listrik wajib dilakukan pada tahap perencanaan, pemasangan, penggunaan, perubahan dan pemeliharaan untuk kegiatan pembangkitan, transmisi, distribusi dan pemanfaatan Listrik [14].

Adapun tujuan pemeriksaan dan pengujian K3 Listrik adalah:

- a. Memastikan tidak ada potensi bahaya listrik di tempat kerja yang membahayakan tenaga kerja dan orang lain yang ada di tempat kerja;
- b. Memastikan instalasi listrik yang aman, handal dan memberikan keselamatan bangunan beserta isinya;
- c. Memastikan adanya tempat kerja yang selamat dan sehat untuk mendorong produktivitas.

Landasan hukum pemeriksaan dan pengujian K3 listrik adalah sebagai berikut:

- a. Undang Undang No. 1 tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja;

- b. Peraturan Menteri Ketenagakerjaan No. 12 tahun 2015 tentang K3 Listrik di Tempat Kerja.
- c. Peraturan Menteri Ketenagakerjaan No. 33 Tahun 2015 tentang perubahan atas Peraturan Menteri Ketenagakerjaan No. 12 tahun 2015 tentang K3 Listrik di Tempat Kerja.
- d. Peraturan Pemerintah Nomor 05 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perizinan Berusaha Berbasis Risiko.
- e. Peraturan Menteri Ketenagakerjaan RI Nomor 6 Tahun 2021 tentang Penetapan Standar Kegiatan Usaha dan/atau Produk Pada Penyelenggaraan Perizinan Berusaha Berbasis Risiko Sektor Ketenagakerjaan.

Jenis-jenis pemeriksaan dan pengujian K3 listrik menurut Permenaker No 12 tahun 2015 antara lain:

- a. Pemeriksaan dan pengujian pertama, merupakan pemeriksaan dan pengujian K3 listrik yang pertama kali dilakukan setelah listrik terpasang dan sebelum digunakan.
- b. Pemeriksaan dan pengujian berkala, merupakan pemeriksaan dan pengujian yang dilaksanakan secara periodik. Dibagi menjadi dua yaitu pemeriksaan berkala dan pengujian berkala. Pemeriksaan berkala dilaksanakan paling sedikit 1 (satu) tahun sekali, sementara pengujian berkala dilaksanakan paling sedikit 5 (lima) tahun sekali.

2.2.4 Logika Fuzzy

2.2.4.1 Pengertian Logika Fuzzy

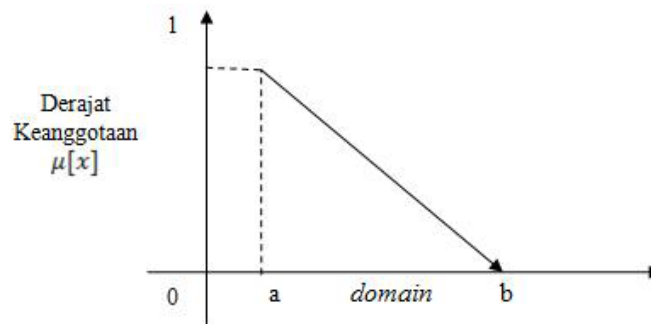
Logika fuzzy adalah suatu cara yang tepat untuk dapat memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output. Teknik ini menggunakan teori matematis himpunan fuzzy dan berhubungan dengan ketidakpastian yang telah menjadi sifat alamiah manusia. Ide dasar dari logika fuzzy muncul dari prinsip ketidakjelasan. Teori fuzzy pertama kali dibangun dengan menganut prinsip teori himpunan. Dalam himpunan konvensional (*crisp*), elemen dari semesta adalah anggota atau bukan anggota dari himpunan. Dengan demikian, keanggotaan dari himpunan adalah tetap.

Logika fuzzy juga memiliki himpunan fuzzy yang mana pada dasarnya teori himpunan fuzzy merupakan perluasan dari teori himpunan klasik. Dimana dengan logika fuzzy, hasil yang keluar tidak akan selalu konstan dengan input yang ada. Cara kerja logika fuzzy secara garis besar terdiri dari input, proses dan output. Logika fuzzy merupakan suatu teori himpunan logika yang dikembangkan untuk mengatasi konsep nilai yang terdapat diantara kebenaran (*true*) dan kesalahan (*false*). Dengan menggunakan logika fuzzy nilai yang dihasilkan bukan hanya “ya” (1) atau “tidak” (0) tetapi seluruh kemungkinan diantara 0 dan 1 [15].

2.2.4.2 Komponen Fuzzy

Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem fuzzy, yaitu:

1. Variabel fuzzy yaitu variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem fuzzy. Contohnya: umur, temperatur, permintaan.
2. Himpunan fuzzy yaitu suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel fuzzy.
3. Semesta pembicaraan yaitu keseluruhan nilai yang diperoleh untuk dioperasikan dalam suatu variabel fuzzy, semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Adakalanya nilai semesta pembicaraan ini tidak dibatasi batas atasnya. Contohnya semesta pembicaraan untuk variabel suhu : $[0 \ 40]$.
4. Domain adalah keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicara dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan fuzzy. Seperti halnya semesta pembicaraan, domain merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan seperti pada Gambar 2.1.



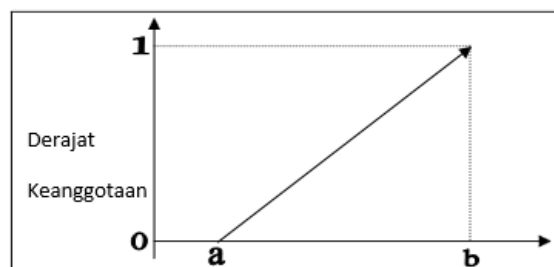
Gambar 2.10 Domain himpunan *fuzzy* [16]

2.2.4.3 Fungsi Keanggotaan (*Membership Function*)

Fungsi keanggotaan merupakan suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data kedalam nilai keanggotaannya (disebut juga dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Untuk mendapatkan nilai keanggotaan dapat menggunakan cara pendekatan fungsi. Ada beberapa fungsi keanggotaan yang digunakan dalam teori himpunan fuzzy adalah :

a. Representasi Linier

Pada representasi linear, pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas. Ada 2 keadaan himpunan *fuzzy* yang linear. Pertama, kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol [0] bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi seperti pada Gambar 2.2.

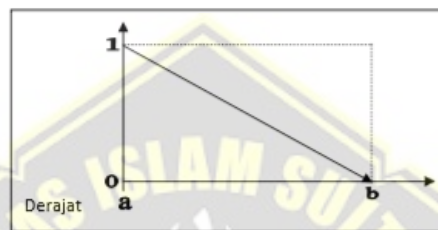


Gambar 2.11 Representasi Linear Naik [16]

Persamaan fungsi keanggotaan linear naik terlihat pada Persamaan 2.1.

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \quad (2.1)$$

Kedua, merupakan kebalikan yang pertama. Garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah seperti pada Gambar 2.3.



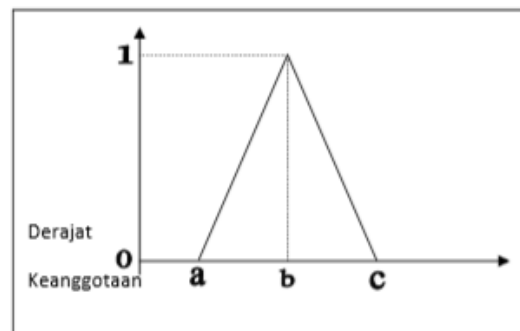
Gambar 2.12 Representasi Linear Turun [16]

Fungsi keanggotaan linear turun terlihat pada Persamaan 2.2.

$$\mu(x) = \begin{cases} 1; & x \leq a \\ \frac{b-x}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \quad (2.2)$$

b. Representasi Kurva Segitiga

Pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis (linear), dimana nilai domain diantara a dan b atau diantara b dan c, seperti terlihat pada Gambar 2.4



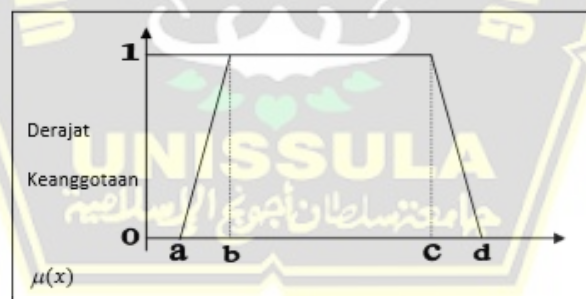
Gambar 2.13 Representasi Kurva Segitiga [16]

Persamaan fungsi keanggotaan kurva segitiga terlihat pada Persamaan 2.3.

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ \frac{b-x}{c-b}; & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (2.3)$$

c. Representasi Kurva Trapesium

Kurva trapesium pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1 seperti pada Gambar 2.5



Gambar 2.14 Representasi Kurva Trapesium [16]

Persamaan fungsi keanggotaan Kurva Trapesium terlihat pada Persamaan 2.4.

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}; & c \leq x \leq d \end{cases} \quad (2.4)$$

2.2.4.4 Cara Kerja Logika Fuzzy

Dalam sistem logika fuzzy terdapat beberapa tahapan operasional meliputi:

a. *Fuzzyfikasi.*

Fuzzifikasi adalah suatu proses pengubahan nilai tegas yang ada ke dalam fungsi keanggotaan.

b. Mesin penalaran atau *inference engine.*

Mesin penalaran adalah proses implikasi dalam menalar nilai masukan guna penentuan nilai keluaran sebagai bentuk pengambilan keputusan. Salah satu model penalaran yang banyak dipakai adalah penalaran *max-min*. Dalam penalaran ini, proses pertama yang dilakukan adalah melakukan operasi *min* sinyal keluaran lapisan *fuzzyfikasi*, yang diteruskan dengan operasi *max* untuk mencari nilai keluaran yang selanjutnya akan didefuzzifikasikan sebagai bentuk keluaran.

c. Aturan dasar (*fuzzy rules*).

Aturan dasar (*rule based*) pada kontrol logika fuzzy merupakan suatu bentuk aturan relasi *if-then* seperti berikut ini:

if x is A then y is B dimana A dan B adalah *linguistic values* yang didefinisikan dalam rentang variabel X dan Y. Pernyataan “x is A” disebut *antecedent* atau premis. Pernyataan “y is B” disebut *consequent* atau kesimpulan.

d. *Defuzzifikasi*

Input dari proses *defuzzifikasi* adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Sehingga jika diberikan

suatu himpunan fuzzy dalam range tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai *crisp* tertentu.

2.2.4.5 Metode Fuzzy Sugeno

Fuzzy metode Sugeno merupakan metode inferensi fuzzy untuk aturan yang direpresentasikan dalam bentuk IF – THEN, dimana output (*konsekuen*) sistem tidak berupa himpunan *fuzzy*, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear.

Penalaran dengan metode Sugeno hampir sama dengan penalaran Mamdani, hanya saja output (*konsekuen*) sistem tidak berupa himpunan fuzzy, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear. Michio Sugeno mengusulkan penggunaan singleton sebagai fungsi keanggotaan dari *konsekuen*. Singleton adalah sebuah himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang pada titik tertentu mempunyai sebuah nilai dan 0 di luar titik tersebut.

Model Sugeno menggunakan fungsi keanggotaan Singleton yaitu fungsi keanggotaan yang memiliki derajat keanggotaan 1 pada suatu nilai *crisp* tunggal dan 0 pada nilai *crisp* yang lain. Untuk Orde 0 dengan rumus : IF (x1 is A1) ° (x2 is A2) ° ... ° (xn is An) THEN z= k, dengan Ai adalah himpunan fuzzy ke i sebagai antaseden (alasan), ° adalah operator fuzzy (AND atau OR) dan k merupakan konstanta tegas sebagai *konsekuen* (kesimpulan). Sedangkan rumus Orde 1 adalah: IF (x1 is A1) ° (x2 is A2) ° ... ° (xn is An) 10 THEN z = p1*x1+...+pn*xn+q, dengan Ai adalah himpunan fuzzy ke i sebagai antaseden, ° adalah operator fuzzy (AND atau OR), pi adalah konstanta ke i dan q juga merupakan konstanta dalam *konsekuen* [17].

Untuk mendapatkan output (hasil), maka terdapat 4 langkah / tahapan sebagai berikut:

a. Pembentukan himpunan fuzzy

Menentukan semua variabel yang terkait dalam proses yang akan ditentukan. Untuk masing-masing variabel input, tentukan suatu fungsi fuzzifikasi yang sesuai.

b. Aplikasi fungsi implikasi

Menyusun basis aturan, yaitu aturan-aturan berupa implikasi-implikasi *fuzzy* yang menyatakan relasi antara variabel input dengan variabel output.

c. Komposisi aturan

Apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan. Metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem fuzzy, yaitu Metode Min (*Minimum*). Pada metode ini, solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara mengambil nilai minimum aturan, kemudian menggunakan nilai tersebut untuk memodifikasi daerah fuzzy dan mengaplikasikannya ke output dengan menggunakan operator AND. Jika semua proporsi telah dievaluasi, maka output akan berisi suatu himpunan fuzzy yang merefleksikan kontribusi dari tiap-tiap proporsi. Secara umum dapat dituliskan sesuai Persamaan 2.5.

$$\mu(x_i) = \min(\mu_{sf}(x_i), \mu_{kf}(x_i)) \quad (2.5)$$

dengan:

$\mu_{sf}(x_i)$ = nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke-i

$\mu_{kf}(x_i)$ = nilai keanggotaan konsekuen fuzzy aturan ke-i

d. Penegasan

Masukan dari proses penegasan adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan real yang tegas. Sehingga jika diberikan suatu himpunan fuzzy dalam range tertentu, maka dapat diambil suatu nilai tegas tertentu sebagai output. Apabila komposisi aturan menggunakan metode sugeno makna defuzzifikasi (Z^*) dilakukan dengan cara mencari nilai rata-rata terpusatnya, seperti pada Persamaan 2.6.

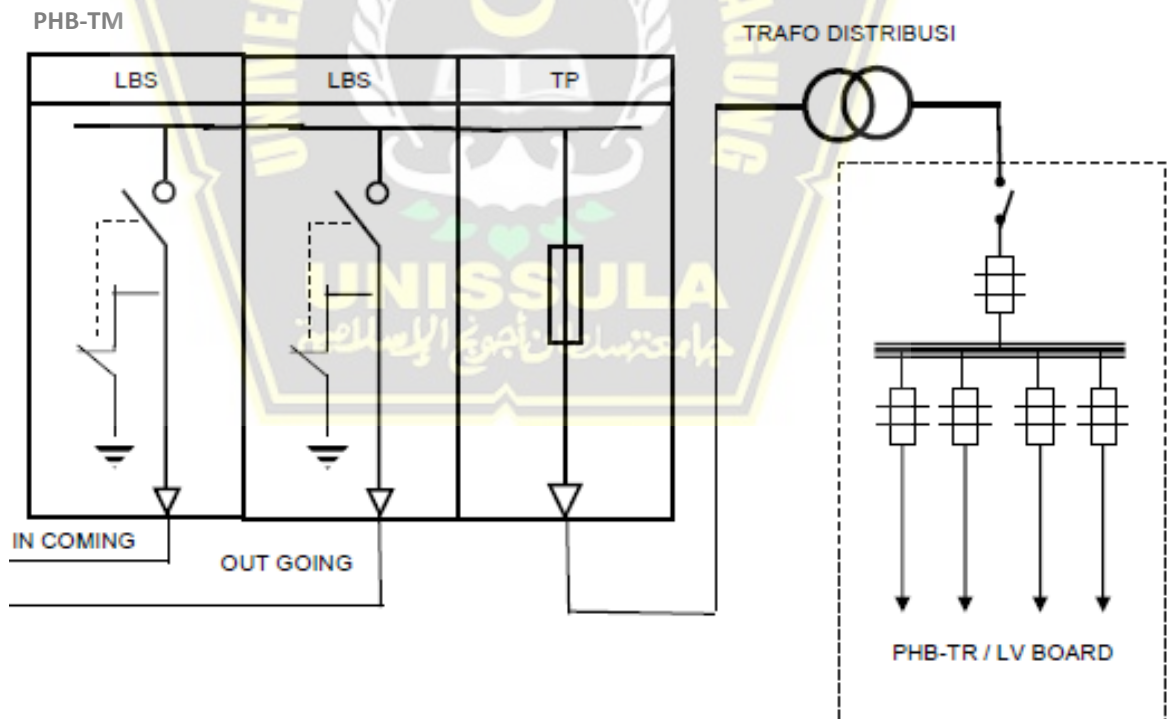
$$Z^* = \frac{\sum_{i=1}^n d_i U_{A_i}(d_i)}{\sum_{i=1}^n U_{A_i}(d_i)} \quad (2.6)$$

dengan d_i adalah nilai keluaran pada aturan ke-i dan $\mu_{A_i}(d_i)$ adalah derajat keanggotaan nilai keluaran pada aturan ke-i sedangkan n adalah banyaknya aturan yang digunakan.

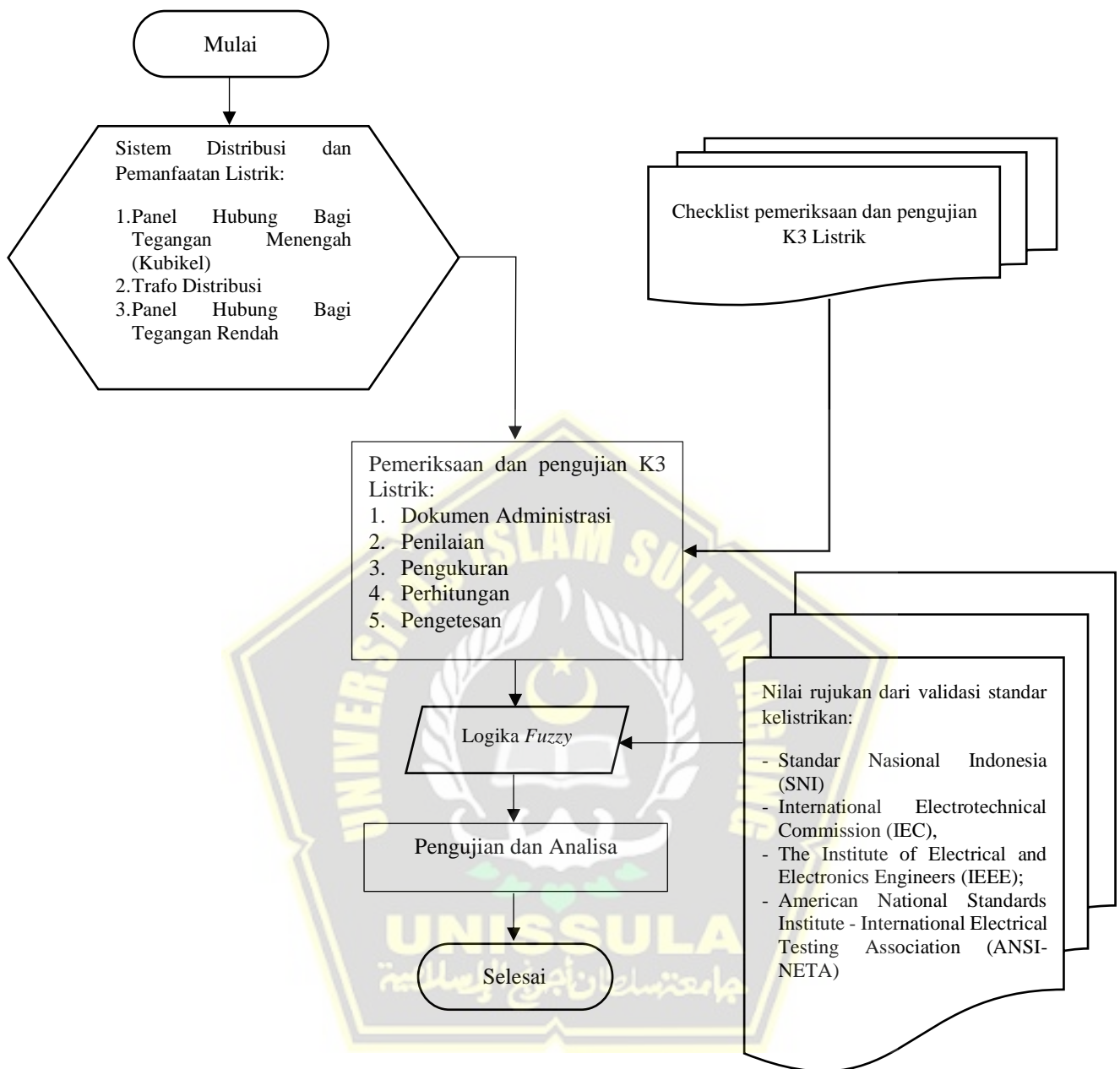
BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Model Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di bagian distribusi dan pemanfaatan pada sistem ketenagalistrikan di tempat kerja. Bagian distribusi meliputi PHB tegangan menengah (kubikel), gardu distribusi dan trafo distribusi. Bagian pemanfaatan meliputi *Low Voltage Main Distribution Panel* (LVMDP). Pengambilan data dilaksanakan dengan melaksanakan pemeriksaan dan pengujian K3 Listrik meliputi penilaian, pengukuran, perhitungan dan pengetesan. Hasilnya akan dibandingkan dengan nilai rujukan yang sudah ditetapkan berdasarkan standar SNI, IEC, IEEE dan ANSI-NETA menggunakan Logika Fuzzy. Selanjutnya Logika Fuzzy menganalisis untuk mendapatkan keputusan hasil akhir apakah memenuhi atau tidak memenuhi persyaratan K3. Sistem model penelitian ditunjukkan di Gambar 3.1 dan Gambar 3.2.



Gambar 3.1 Gambar *Single Line Diagram* Sistem Distribusi dan Pemanfaatan Listrik



Gambar 3.2 Model Pemeriksaan dan Pengujian K3 Listrik

3.2 Alat dan Bahan

Pada penelitian peningkatan akurasi sistem informasi pemeriksaan dan pengujian K3 listrik berbasis logika fuzzy membutuhkan alat, bahan dan materi penelitian, yaitu:

3.2.1 Bahan Penelitian

Bahan dan materi penelitian yang digunakan dalam penentuan validasi standar kelistrikan meliputi:

1. SNI 04-0225:2000 Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000);
2. SNI 0225:2011 Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011);
3. SNI IEC 60076-7:2009 tentang Pedoman Pembebanan untuk Transformator Tenaga yang Terendam Minyak.
4. SNI IEC 60076-11: 2009 tentang Transformator jenis Kering.
5. SPLN 50:1997 tentang Spesifikasi Tranformator Distribusi.
6. SNI IEC 60364-6: 2009 tentang Instalasi Listrik Tegangan Rendah Bagian 6: Verifikasi.
7. NFPA 70E tentang *Standard for Electrical Safety Requirements for Employee Workplaces, 2000 Edition*;
8. Buku *John Cadick* tentang *Electrical Safety Handbook, Third Edition*;
9. IEEE Std 242-2001 tentang *Recommended Practice for Protection and Coordination of Industrial and Commercial Power Systems* tahun 2001;
10. IEEE Std 43-2000 (R2006) tentang *Recommended Practice for Testing Insulation Resistance of Rotating Machinery*";
11. IEEE tahun 1999 tentang *Recommended Practice For Powering And Grounding Electronic Equipment*.
12. IEEE C57.125-1991 tentang *Guide for Failure Investigation, Documentation and Analysis for Power Transformers and Shunt Reactors*;
13. ANSI; NETA; ATS and A. N. ATS. 2009 tentang *Standard for Acceptance Testing Specifications for Electrical Power Equipment and Systems*.
14. ANSI; NETA; ATS and A. N. ATS. 2009 tentang *Standard for Maintenance Testing Specifications for Electrical Power Equipment*.

3.2.2 Peralatan Perangkat Keras

Penerapan logika fuzzy Metode Sugeno untuk Sistem Informasi Pemeriksaan dan Pengujian K3 Listrik ini membutuhkan perangkat keras sebagai media fisik dan sarana pendukung utama. Spesifikasi perangkat keras dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Perangkat Keras

No	Nama Komponen	Spesifikasi
1	<i>Processor</i>	<i>Dual Core</i>
2	<i>Memory (RAM)</i>	2048 Mb
3	<i>Hard Disk</i>	500 Gb
4	Layar	16"
5	<i>Smartphone</i>	<i>Android</i>

3.2.3 Peralatan Perangkat Lunak

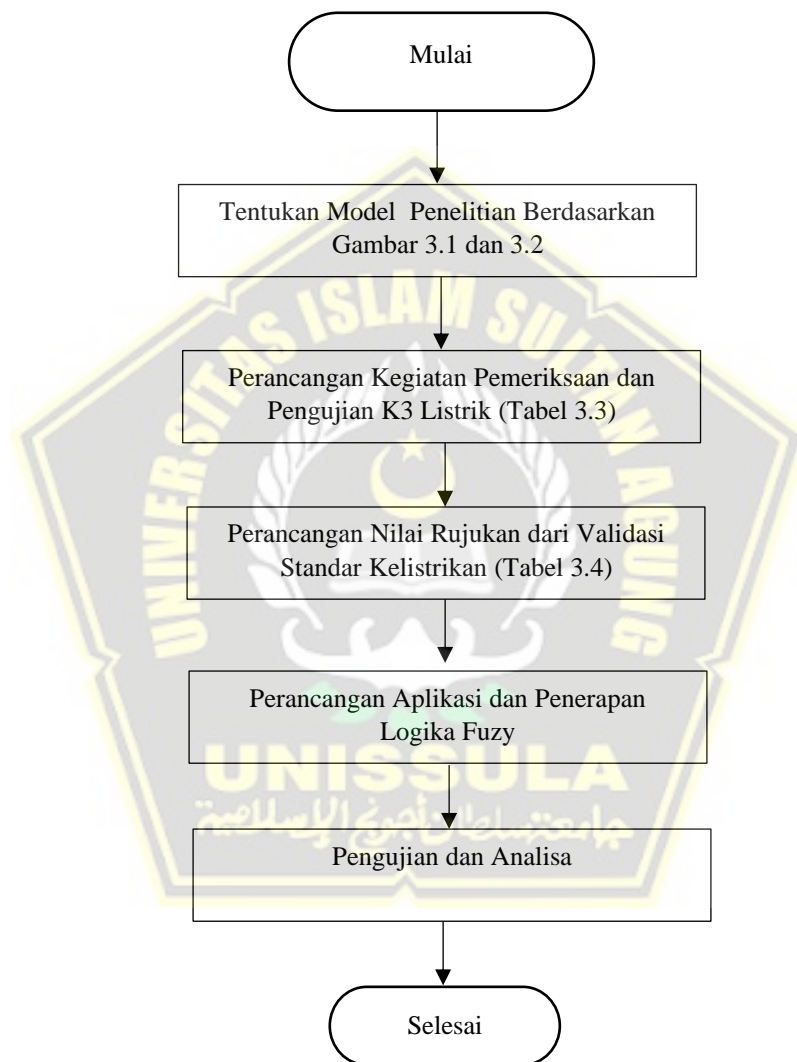
Selain membutuhkan perangkat keras sebagai media fisik untuk mendukung implementasi penulisan ini, dibutuhkan juga perangkat lunak sebagai sarana non-fisik untuk pembuatan program dan database. Spesifikasi perangkat lunak dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Perangkat lunak

No	Nama Komponen	Spesifikasi
1	<i>Operating System</i>	Windows 10 32 bit, Nougat
2	<i>Database Management System</i>	Mysql 5.1
3	<i>Programming Language</i>	Pascal, Java
4	Programming Editor	Delphi, Android Studio

3.3 Langkah-langkah Penelitian

Tahapan penelitian ini dimulai dari penentuan sasaran obyek pemeriksaan dan pengujian K3 listrik, penentuan kegiatan pemeriksaan dan pengujian K3 listrik, pelaksanaan kegiatan pemeriksaan dan pengujian K3 listrik, perancangan aplikasi dan penerapan logika fuzzy, pengujian dan analisa. Tahapan penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Diagram Blok Tahapan Penelitian

3.3.1 Perancangan Kegiatan Pemeriksaan dan Pengujian K3 Listrik

Perancangan kegiatan pemeriksaan dan pengujian K3 Listrik berdasarkan Permenaker Nomor 12 tahun 2015 tentang K3 Listrik di Tempat Kerja. Kegiatannya antara lain penilaian dokumen administrasi, penilaian, pengukuran, perhitungan dan pengetesan seperti yang dijelaskan pada Tabel 3.3 berikut:

Tabel 3.3 Deskripsi Kegiatan Pemeriksaan dan Pengujian K3 Listrik

No	Input	Proses	Deskripsi Kegiatan di Distribusi	Deskripsi Kegiatan di Pemanfaatan
1.	Penilaian dokumen administrasi	Menelaah dokumen antara lain manual book/data sheet, gambar listrik, simbol, gambar dan rambu-rambu K3	7	9
2.	Penilaian	Menilai secara visual kondisi perlengkapan, peralatan dan intalasi listrik terpasang/yang digunakan	50	37
3.	Pengukuran	Mengukur nilai-nilai besaran listrik menggunakan alat ukur	42	46
4.	Perhitungan	Menghitung nilai kualitas dan kuantitas listrik	5	6
5.	Pengetesan	Mengetes perlengkapan, peralatan dan instalasi listrik secara individual dan sistem	4	4

Deskripsi kegiatan (*checklist*) pemeriksaan dan pengujian K3 Listrik secara lengkap diuraikan di Lampiran 1 dan Lampiran 2.

3.3.2 Perancangan Nilai Rujukan dari Validasi Standar Kelistrikan

Nilai rujukan ditetapkan berdasarkan validasi dari standar kelistrikan antara lain Standar Nasional Indonesia (SNI), *International Electrotechnical Commission (IEC)*, *The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)* dan *American National Standards Institute - International Electrical Testing Association (ANSI-NETA)* pada proses penilaian dokumen administrasi, penilaian, pengukuran,

perhitungan dan pengetesan di distribusi dan pemanfaatan listrik seperti yang dijelaskan pada Tabel 3.4.

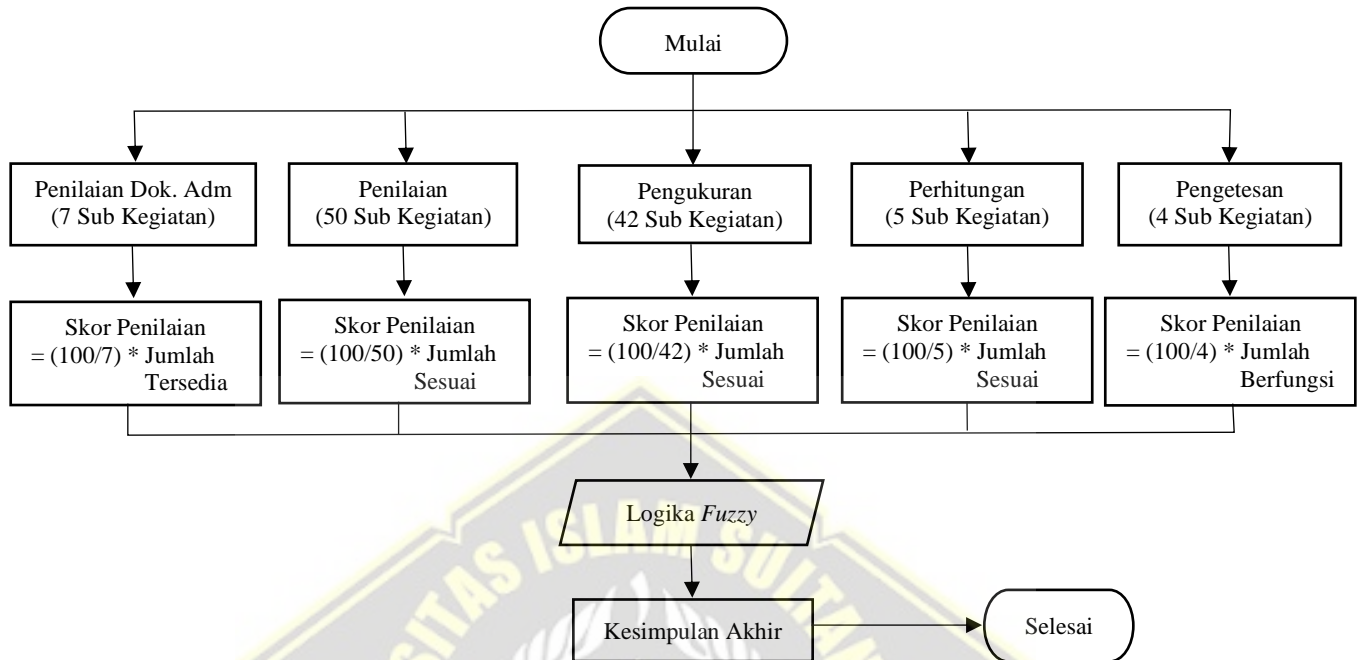
Tabel 3.4 Perancangan Nilai Rujukan dari Validasi Standar Kelistrikan

No	Input	Proses	Nilai Rujukan dari Validasi Standar Kelistrikan	Output
1.	Penilaian dokumen administrasi	Menelaah dokumen antara lain manual book/data sheet, gambar listrik, simbol, gambar dan rambu-rambu K3	<ul style="list-style-type: none"> - Standar Nasional Indonesia (SNI); - International Electrotechnical Commission (IEC); - The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE); - American National Standards Institute - International Electrical Testing Association (ANSI-NETA) 	Sistem informasi pemeriksaan dan pengujian K3 listrik
2.	Penilaian	Menilai secara visual kondisi perlengkapan, peralatan dan instalasi listrik terpasang/yang digunakan		
3.	Pengukuran	Mengukur nilai-nilai besaran listrik menggunakan alat ukur		
4.	Perhitungan	Menghitung nilai kualitas dan kuantitas listrik		
5.	Pengetesan	Mengetes perlengkapan, peralatan dan instalasi listrik secara individual dan sistem		

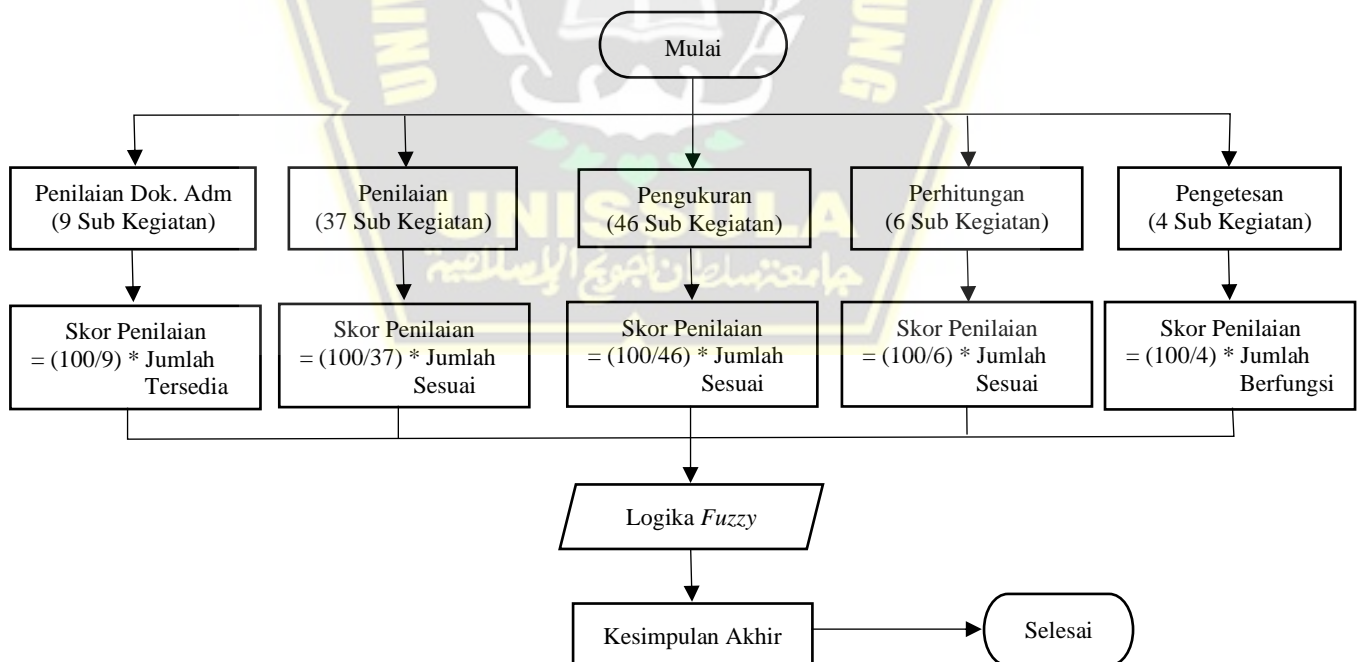
Hasil nilai rujukan dari validasi standar kelistrikan Standar Nasional Indonesia (SNI), *International Electrotechnical Commission (IEC)*, *The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)* dan *American National Standards Institute - International Electrical Testing Association (ANSI-NETA)* dijelaskan di Lampiran 1 dan Lampiran 2.

3.3.3 Penerapan Logika Fuzzy (*Fuzzy Logic*)

Penerapan Logika Fuzzy dalam aplikasi sistem informasi pemeriksaan dan pengujian K3 Listrik diuraikan pada Gambar 3.4 dan Gambar 3.5.



Gambar 3.4 Flowchart Penerapan Logika Fuzzy pada Sistem Distribusi Listrik



Gambar 3.5 Flowchart Penerapan Logika Fuzzy pada Sistem Pemanfaatan Listrik

Untuk meningkatkan hasil pemeriksaan dan pengujian K3 listrik yang lebih efektif dan efisien menggunakan metode Logika Fuzzy. Logika Fuzzy yang digunakan adalah metode Sugeno [17]. Pada metode Sugeno untuk mendapatkan output diperlukan empat tahapan yaitu:

1. Pembentukan himpunan fuzzy (*fuzzyfikasi*)
2. Aplikasi fungsi implikasi (aturan)
3. Komposisi aturan
4. Penegasan (*defuzzyfikasi*)

Dalam pengambilan keputusan kesimpulan hasil pemeriksaan dan pengujian K3 Listrik digunakan parameter penilaian dokumen administrasi, penilaian, pengukuran, perhitungan dan pengetesan. Akan tetapi hasil proses tersebut tidak pasti, bisa Tidak Memenuhi Persyaratan K3, Memenuhi Persyaratan K3 dengan Catatan atau Memenuhi Persyaratan K3. Oleh karena itu digunakan logika fuzzy untuk menyelesaikan masalah tersebut.

Proses aplikasi dimulai dengan memasukkan variabel-variabel penilaian dokumen administrasi, penilaian, pengukuran, perhitungan dan pengetesan. Dari data tingkat parameter penilaian dokumen administrasi, penilaian, pengukuran, perhitungan dan pengetesan diatas akan menghasilkan nilai 0 (nol) jika “Tidak Tersedia” atau “Tidak Sesuai” atau “Tidak Berfungsi” dan nilai 1(satu) jika “Tersedia” atau “Sesuai” atau “Berfungsi”. Proses penentuan nilai tersebut dilakukan dengan cara membandingkan hasil pemeriksaan dan pengujian setiap deskripsi kegiatan dengan nilai validasi standar kelistrikan yang sudah ditetapkan. Hasil dari perhitungan variabel kegiatan akan dijadikan sebagai input proses logika fuzzy. Selanjutnya dilakukan proses Logika Fuzzy untuk mendapatkan kesimpulan Tidak Memenuhi K3, Memenuhi K3 dengan Catatan atau Memenuhi K3. Keluaran logika fuzzy Sugeno dapat diperoleh melalui 4 tahapan sebagai berikut:

1. Pembentukan himpunan fuzzy (*fuzzyfikasi*)

Pada tahap ini nilai masukan dan keluaran akan difuzzifikasikan menjadi himpunan fuzzy dan diklasifikasikan ke dalam beberapa variabel linguistik. Selanjutnya himpunan masing-masing variabel linguistik disusun membentuk fungsi keanggotaan *fuzzy*.

Tabel 3.5 Variabel Input Penilaian Dokumen Administrasi

Penilaian Dok. Adm (%)	Variabel Linguistik	Keterangan
0-60	Tidak Memenuhi K3	TM
40-100	Memenuhi K3	M

Tabel 3.6 Variabel Input Penilaian

Penilaian (%)	Variabel Linguistik	Keterangan
0-60	Tidak Memenuhi K3	TM
40-100	Memenuhi K3	M

Tabel 3.7 Variabel Input Pengukuran

Pengukuran (%)	Variabel Linguistik	Keterangan
0-60	Tidak Memenuhi K3	TM
40-100	Memenuhi K3	M

Tabel 3.8 Variabel Input Perhitungan

Pengukuran (%)	Variabel Linguistik	Keterangan
0-60	Tidak Memenuhi K3	TM
40-100	Memenuhi K3	M

Tabel 3.9 Variabel Input Pengetesan

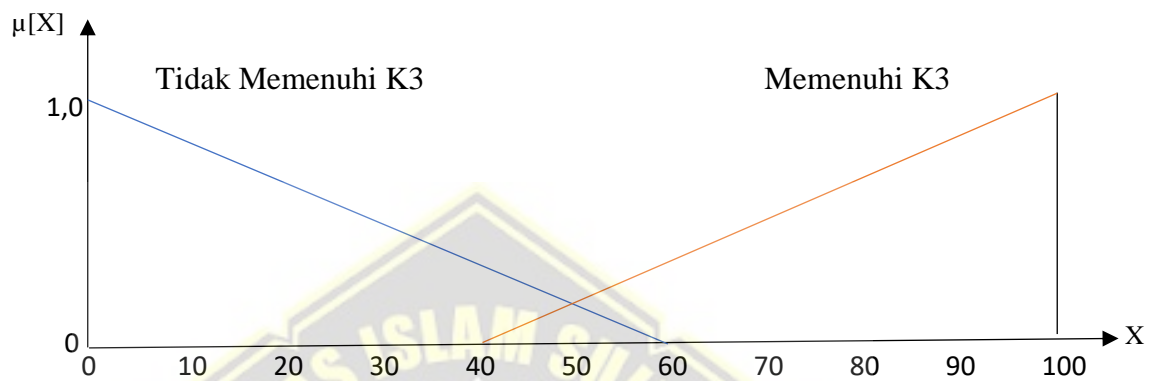
Pengukuran (%)	Variabel Linguistik	Keterangan
0-60	Tidak Memenuhi K3	TM
40-100	Memenuhi K3	M

Tabel 3.10 Variabel Output Kesimpulan Akhir

Kesimpulan Akhir (%)	Variabel Linguistik	Keterangan
0-50	Tidak Memenuhi Persyaratan K3	TM
40-70	Memenuhi Persyaratan K3 dengan Catatan	MC
60-100	Memenuhi Persyaratan K3	M

Dari data tingkat penilaian dokumen administrasi, penilaian, pengukuran, perhitungan dan pengetesan diatas akan dimasukkan kedalam representase kurva sebagai berikut:

- a. Variabel input penilaian dokumen administrasi, penilaian, pengukuran, perhitungan dan pengetesan terdiri dua himpunan fuzzy yaitu Tidak Memenuhi K3 dan Memenuhi K3.



Gambar 3.6 Kurva Keanggotaan Input Kegiatan

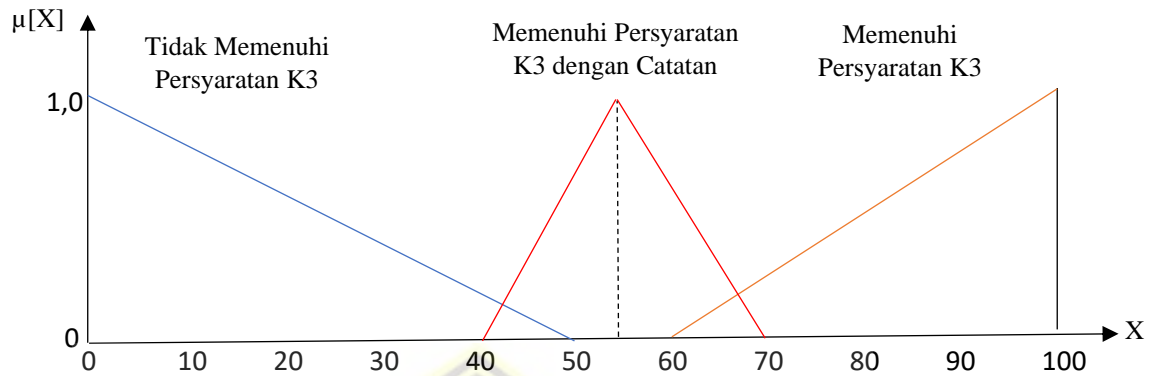
Fungsi Keanggotaan Tidak Memenuhi K3:

$$\mu_{\text{Tidak Memenuhi K3}} [x] = \begin{cases} 0; & X \geq 60 \\ \frac{60-X}{60-0}; & 0 \leq X < 60 \end{cases} \quad (3.1)$$

Fungsi Keanggotaan Memenuhi K3:

$$\mu_{\text{Memenuhi K3}} [x] = \begin{cases} 0; & X \leq 40 \\ \frac{X-40}{100-40}; & 40 < X \leq 100 \\ 1; & X > 100 \end{cases} \quad (3.2)$$

- b. Variabel output kesimpulan akhir terdiri tiga himpunan fuzzy yaitu Tidak Memenuhi Persyaratan K3, Memenuhi Persyaratan K3 dengan Catatan dan Memenuhi Persyaratan K3.



Gambar 3.7 Kurva Keanggotaan Output Kesimpulan Akhir

Fungsi Keanggotaan Tidak Memenuhi K3:

$$\mu \text{ Tidak Memenuhi Persyaratan K3 } [x] = \begin{cases} 0; & X \geq 50 \\ \frac{50-x}{50-0}; & 0 \leq X < 50 \end{cases} \quad (3.3)$$

Fungsi Keanggotaan Memenuhi dengan Catatan K3:

$$\mu \text{ Memenuhi Persyaratan K3 } [x] = \begin{cases} \frac{x-40}{55-40}; & 40 \leq X \leq 55 \\ \frac{70-x}{70-55}; & 55 \leq X \leq 70 \end{cases} \quad (3.4)$$

Fungsi Keanggotaan Memenuhi K3:

$$\mu \text{ Memenuhi Persyaratan K3 } [x] = \begin{cases} 0; & X \leq 60 \\ \frac{x-60}{100-60}; & 60 < X \leq 100 \\ 1; & X > 100 \end{cases} \quad (3.5)$$

2. *Fuzzy Rules Base*

Tahap ini dilakukan penyusunan aturan dalam bentuk IF ... THEN. Proposisi yang mengikuti IF dalam logika fuzzy dinamakan antisenden, sedangkan proposisi yang mengikuti THEN dinamakan konsekuen. Aturan fungsi implikasi diperoleh dari 2 (dua) nilai keanggotaan yaitu Tidak Memenuhi K3 dan Memenuhi K3 pada 5 (lima) variabel kegiatan antara lain penilaian dokumen administrasi, penilaian, pengukuran, perhitungan dan pengetesan di distribusi dan pemanfaatan listrik. Berdasarkan hasil pembentukan himpunan fuzzy di atas dijabarkan aturan-aturan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.11.



Tabel 3.11 Rules Kesimpulan Akhir

No		Pemeriksaan Dokumen		Penilaian		Pengukuran		Perhitungan		Pengetesan		Hasil
1	IF	Tidak Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	THEN	Tidak Memenuhi
2	IF	Tidak Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	AND	Memenuhi	THEN	Tidak Memenuhi
3	IF	Tidak Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	THEN	Tidak Memenuhi
4	IF	Tidak Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	AND	Memenuhi	THEN	Tidak Memenuhi
5	IF	Tidak Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	THEN	Tidak Memenuhi
6	IF	Tidak Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Memenuhi	THEN	Tidak Memenuhi
7	IF	Tidak Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	THEN	Tidak Memenuhi
8	IF	Tidak Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Memenuhi	THEN	Memenuhi dengan catatan
9	IF	Tidak Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	THEN	Tidak Memenuhi
10	IF	Tidak Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	AND	Memenuhi	THEN	Tidak Memenuhi
11	IF	Tidak Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	THEN	Tidak Memenuhi
12	IF	Tidak Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Memenuhi	THEN	Memenuhi dengan catatan
13	IF	Tidak Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	THEN	Tidak Memenuhi
14	IF	Tidak Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	AND	Memenuhi	THEN	Memenuhi dengan catatan
15	IF	Tidak Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	THEN	Memenuhi dengan catatan
16	IF	Tidak Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Memenuhi	THEN	Memenuhi
17	IF	Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	THEN	Tidak Memenuhi
18	IF	Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	AND	Memenuhi	THEN	Tidak Memenuhi
19	IF	Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	THEN	Tidak Memenuhi
20	IF	Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Memenuhi	THEN	Memenuhi dengan catatan
21	IF	Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	THEN	Tidak Memenuhi
22	IF	Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	AND	Memenuhi	THEN	Memenuhi dengan catatan
23	IF	Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	THEN	Memenuhi dengan catatan
24	IF	Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Memenuhi	THEN	Memenuhi
25	IF	Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	THEN	Tidak Memenuhi
26	IF	Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	AND	Memenuhi	THEN	Memenuhi dengan catatan
27	IF	Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	THEN	Memenuhi dengan catatan
28	IF	Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Memenuhi	THEN	Memenuhi

29	IF	Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	THEN	Memenuhi dengan catatan
30	IF	Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	AND	Memenuhi	THEN	Memenuhi
31	IF	Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Tidak Memenuhi	THEN	Memenuhi
32	IF	Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Memenuhi	AND	Memenuhi	THEN	Memenuhi

3. Inference Engine

Inference engine digunakan untuk mengevaluasi dan menginterpretasikan semua *rule* secara simultan untuk menghasilkan kesimpulan. *Fuzzy Inference Engine* menggunakan dua masukan untuk menghasilkan satu output. Sesuai dengan ilustrasi pembacaan nilai diatas, maka aplikasi fungsi implikasinya didapat dengan cara memilih derajat keanggotaan minimum (Metode Min) dari nilai-nilai yang telah didapatkan dari antisenden. Fungsi MIN bertujuan untuk mencari nilai α -predikat dari semua aturan. Aturan fungsi implikasinya adalah sebagai berikut:

[R1] **IF** Penilaian Dokumen Administrasi **TIDAK MEMENUHI** **AND** Penilaian **TIDAK MEMENUHI** **AND** Pengukuran **TIDAK MEMENUHI** **AND** Perhitungan **TIDAK MEMENUHI** **AND** Pengetesan **TIDAK MEMENUHI** **THEN** Kesimpulan Akhir **TIDAK MEMENUHI** PERSYARATAN K3.

$\alpha_1 = \min (\mu \text{ Dokumen Administrasi [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Penilaian [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Pengukuran [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Perhitungan [TIDAK MEMENUHI]}) ; (\mu \text{ Pengetesan [TIDAK MEMENUHI]})$.

[R2] **IF** Penilaian Dokumen Administrasi **TIDAK MEMENUHI** **AND** Penilaian **TIDAK MEMENUHI** **AND** Pengukuran **TIDAK MEMENUHI** **AND** Perhitungan **TIDAK MEMENUHI** **AND** Pengetesan **MEMENUHI** **THEN** Kesimpulan Akhir **TIDAK MEMENUHI** PERSYARATAN K3.

$\alpha_2 = \min (\mu \text{ Dokumen Administrasi [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Penilaian [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Pengukuran [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Perhitungan [TIDAK MEMENUHI]}) ; (\mu \text{ Pengetesan [MEMENUHI]})$.

[R3] **IF** Penilaian Dokumen Administrasi **TIDAK MEMENUHI** **AND** Penilaian **TIDAK MEMENUHI** **AND** Pengukuran **TIDAK MEMENUHI** **AND** Perhitungan **MEMENUHI** **AND** Pengetesan **TIDAK MEMENUHI** **THEN** Kesimpulan Akhir **TIDAK MEMENUHI** PERSYARATAN K3.

- $\alpha_3 = \min (\mu \text{ Dokumen Administrasi [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Penilaian [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Pengukuran [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Perhitungan [MEMENUHI] } ; (\mu \text{ Pengetesan [TIDAK MEMENUHI]).$
- [R4] **IF** Penilaian Dokumen Administrasi TIDAK MEMENUHI **AND** Penilaian TIDAK MEMENUHI **AND** Pengukuran TIDAK MEMENUHI **AND** Perhitungan MEMENUHI **AND** Pengetesan MEMENUHI **THEN** Kesimpulan Akhir TIDAK MEMENUHI PERSYARATAN K3.
- $\alpha_4 = \min (\mu \text{ Dokumen Administrasi [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Penilaian [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Pengukuran [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Perhitungan [MEMENUHI] } ; (\mu \text{ Pengetesan [MEMENUHI]).$
- [R5] **IF** Penilaian Dokumen Administrasi TIDAK MEMENUHI **AND** Penilaian TIDAK MEMENUHI **AND** Pengukuran MEMENUHI **AND** Perhitungan TIDAK MEMENUHI **AND** Pengetesan TIDAK MEMENUHI **THEN** Kesimpulan Akhir TIDAK MEMENUHI PERSYARATAN K3.
- $\alpha_5 = \min (\mu \text{ Dokumen Administrasi [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Penilaian [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Pengukuran [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Perhitungan [TIDAK MEMENUHI] } ; (\mu \text{ Pengetesan [TIDAK MEMENUHI]).$
- [R6] **IF** Penilaian Dokumen Administrasi TIDAK MEMENUHI **AND** Penilaian TIDAK MEMENUHI **AND** Pengukuran MEMENUHI **AND** Perhitungan TIDAK MEMENUHI **AND** Pengetesan MEMENUHI **THEN** Kesimpulan Akhir MEMENUHI PERSYARATAN K3
- $\alpha_6 = \min (\mu \text{ Dokumen Administrasi [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Penilaian [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Pengukuran [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Perhitungan [TIDAK MEMENUHI] } ; (\mu \text{ Pengetesan [MEMENUHI]).$
- [R7] **IF** Penilaian Dokumen Administrasi TIDAK MEMENUHI **AND** Penilaian TIDAK MEMENUHI **AND** Pengukuran MEMENUHI **AND** Perhitungan MEMENUHI **AND** Pengetesan TIDAK MEMENUHI **THEN** Kesimpulan Akhir TIDAK MEMENUHI PERSYARATAN K3.
- $\alpha_7 = \min (\mu \text{ Dokumen Administrasi [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Penilaian [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Pengukuran [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Perhitungan [MEMENUHI] } ; (\mu \text{ Pengetesan [TIDAK MEMENUHI]).$
- [R8] **IF** Penilaian Dokumen Administrasi TIDAK MEMENUHI **AND** Penilaian TIDAK MEMENUHI **AND** Pengukuran MEMENUHI **AND** Perhitungan MEMENUHI **AND** Pengetesan MEMENUHI **THEN** Kesimpulan Akhir MEMENUHI PERSYARATAN K3 DENGAN CATATAN.

$\alpha_8 = \min (\mu \text{ Dokumen Administrasi [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Penilaian [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Pengukuran [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Perhitungan [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Pengetesan [MEMENUHI]).$

[R9] **IF** Penilaian Dokumen Administrasi TIDAK MEMENUHI **AND** Penilaian MEMENUHI **AND** Pengukuran TIDAK MEMENUHI **AND** Perhitungan TIDAK MEMENUHI **AND** Pengetesan TIDAK MEMENUHI **THEN** Kesimpulan Akhir TIDAK MEMENUHI PERSYARATAN K3.

$\alpha_9 = \min (\mu \text{ Dokumen Administrasi [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Penilaian [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Pengukuran [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Perhitungan [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Pengetesan [TIDAK MEMENUHI]).$

[R10] **IF** Penilaian Dokumen Administrasi TIDAK MEMENUHI **AND** Penilaian MEMENUHI **AND** Pengukuran TIDAK MEMENUHI **AND** Perhitungan TIDAK MEMENUHI **AND** Pengetesan MEMENUHI **THEN** Kesimpulan Akhir TIDAK MEMENUHI PERSYARATAN K3.

$\alpha_{10} = \min (\mu \text{ Dokumen Administrasi [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Penilaian [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Pengukuran [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Perhitungan [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Pengetesan [MEMENUHI]).$

[R11] **IF** Penilaian Dokumen Administrasi TIDAK MEMENUHI **AND** Penilaian MEMENUHI **AND** Pengukuran TIDAK MEMENUHI **AND** Perhitungan MEMENUHI **AND** Pengetesan TIDAK MEMENUHI **THEN** Kesimpulan Akhir TIDAK MEMENUHI PERSYARATAN K3.

$\alpha_{11} = \min (\mu \text{ Dokumen Administrasi [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Penilaian [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Pengukuran [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Perhitungan [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Pengetesan [TIDAK MEMENUHI]).$

[R12] **IF** Penilaian Dokumen Administrasi TIDAK MEMENUHI **AND** Penilaian MEMENUHI **AND** Pengukuran TIDAK MEMENUHI **AND** Perhitungan MEMENUHI **AND** Pengetesan MEMENUHI **THEN** Kesimpulan Akhir MEMENUHI PERSYARATAN K3 DENGAN CATATAN.

$\alpha_{12} = \min (\mu \text{ Dokumen Administrasi [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Penilaian [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Pengukuran [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Perhitungan [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Pengetesan [MEMENUHI]).$

[R13] **IF** Penilaian Dokumen Administrasi TIDAK MEMENUHI **AND** Penilaian MEMENUHI **AND** Pengukuran MEMENUHI **AND** Perhitungan TIDAK MEMENUHI **AND** Pengetesan TIDAK MEMENUHI **THEN** Kesimpulan Akhir TIDAK MEMENUHI PERSYARATAN K3.

$\alpha_{13} = \min (\mu \text{ Dokumen Administrasi [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Penilaian [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Pengukuran [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Perhitungan [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Pengetesan [TIDAK MEMENUHI]})$).

[R14] **IF** Penilaian Dokumen Administrasi TIDAK MEMENUHI **AND** Penilaian MEMENUHI **AND** Pengukuran MEMENUHI **AND** Perhitungan TIDAK MEMENUHI **AND** Pengetesan MEMENUHI **THEN** Kesimpulan Akhir MEMENUHI PERSYARATAN K3 DENGAN CATATAN.

$\alpha_{14} = \min (\mu \text{ Dokumen Administrasi [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Penilaian [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Pengukuran [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Perhitungan [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Pengetesan [MEMENUHI]})$).

[R15] **IF** Penilaian Dokumen Administrasi TIDAK MEMENUHI **AND** Penilaian MEMENUHI **AND** Pengukuran MEMENUHI **AND** Perhitungan MEMENUHI **AND** Pengetesan TIDAK MEMENUHI **THEN** Kesimpulan Akhir MEMENUHI PERSYARATAN K3 DENGAN CATATAN.

$\alpha_{15} = \min (\mu \text{ Dokumen Administrasi [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Penilaian [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Pengukuran [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Perhitungan [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Pengetesan [TIDAK MEMENUHI]})$).

[R16] **IF** Penilaian Dokumen Administrasi TIDAK MEMENUHI **AND** Penilaian MEMENUHI **AND** Pengukuran MEMENUHI **AND** Perhitungan MEMENUHI **AND** Pengetesan MEMENUHI **THEN** Kesimpulan Akhir MEMENUHI PERSYARATAN K3.

$\alpha_{16} = \min (\mu \text{ Dokumen Administrasi [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Penilaian [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Pengukuran [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Perhitungan [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Pengetesan [MEMENUHI]})$).

[R17] **IF** Penilaian Dokumen Administrasi MEMENUHI **AND** Penilaian TIDAK MEMENUHI **AND** Pengukuran TIDAK MEMENUHI **AND** Perhitungan TIDAK MEMENUHI **AND** Pengetesan TIDAK MEMENUHI **THEN** Kesimpulan Akhir TIDAK MEMENUHI PERSYARATAN K3.

$\alpha_{17} = \min (\mu \text{ Dokumen Administrasi [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Penilaian [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Pengukuran [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Perhitungan [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Pengetesan [TIDAK MEMENUHI]})$).

[R18] **IF** Penilaian Dokumen Administrasi MEMENUHI **AND** Penilaian TIDAK MEMENUHI **AND** Pengukuran TIDAK MEMENUHI **AND** Perhitungan TIDAK MEMENUHI **AND** Pengetesan MEMENUHI **THEN** Kesimpulan Akhir TIDAK MEMENUHI PERSYARATAN K3.

$\alpha_{18} = \min (\mu \text{ Dokumen Administrasi [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Penilaian [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Pengukuran [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Perhitungan [TIDAK MEMENUHI] } ; (\mu \text{ Pengetesan [MEMENUHI]).$

[R19] **IF** Penilaian Dokumen Administrasi MEMENUHI **AND** Penilaian TIDAK MEMENUHI **AND** Pengukuran TIDAK MEMENUHI **AND** Perhitungan MEMENUHI **AND** Pengetesan TIDAK MEMENUHI **THEN** Kesimpulan Akhir TIDAK MEMENUHI PERSYARATAN K3.

$\alpha_{19} = \min (\mu \text{ Dokumen Administrasi [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Penilaian [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Pengukuran [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Perhitungan [MEMENUHI] } ; (\mu \text{ Pengetesan [TIDAK MEMENUHI]).$

[R20] **IF** Penilaian Dokumen Administrasi MEMENUHI **AND** Penilaian TIDAK MEMENUHI **AND** Pengukuran TIDAK MEMENUHI **AND** Perhitungan MEMENUHI **AND** Pengetesan MEMENUHI **THEN** Kesimpulan Akhir MEMENUHI PERSYARATAN K3 DENGAN CATATAN.

$\alpha_{20} = \min (\mu \text{ Dokumen Administrasi [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Penilaian [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Pengukuran [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Perhitungan [MEMENUHI] } ; (\mu \text{ Pengetesan [MEMENUHI]).$

[R21] **IF** Penilaian Dokumen Administrasi MEMENUHI **AND** Penilaian TIDAK MEMENUHI **AND** Pengukuran MEMENUHI **AND** Perhitungan TIDAK MEMENUHI **AND** Pengetesan TIDAK MEMENUHI **THEN** Kesimpulan Akhir TIDAK MEMENUHI PERSYARATAN K3.

$\alpha_{21} = \min (\mu \text{ Dokumen Administrasi [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Penilaian [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Pengukuran [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Perhitungan [TIDAK MEMENUHI] } ; (\mu \text{ Pengetesan [TIDAK MEMENUHI]).$

[R22] **IF** Penilaian Dokumen Administrasi MEMENUHI **AND** Penilaian TIDAK MEMENUHI **AND** Pengukuran MEMENUHI **AND** Perhitungan TIDAK MEMENUHI **AND** Pengetesan MEMENUHI **THEN** Kesimpulan Akhir MEMENUHI PERSYARATAN K3 DENGAN CATATAN

$\alpha_{22} = \min (\mu \text{ Dokumen Administrasi [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Penilaian [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Pengukuran [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Perhitungan [TIDAK MEMENUHI] } ; (\mu \text{ Pengetesan [TIDAK MEMENUHI]).$

[R23] **IF** Penilaian Dokumen Administrasi MEMENUHI **AND** Penilaian TIDAK MEMENUHI **AND** Pengukuran MEMENUHI **AND** Perhitungan MEMENUHI **AND** Pengetesan TIDAK MEMENUHI **THEN** Kesimpulan Akhir MEMENUHI PERSYARATAN K3 DENGAN CATATAN.

$\alpha_{23} = \min (\mu \text{ Dokumen Administrasi [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Penilaian [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Pengukuran [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Perhitungan [MEMENUHI]}) ; (\mu \text{ Pengetesan [TIDAK MEMENUHI]}).$

[R24] **IF** Penilaian Dokumen Administrasi MEMENUHI **AND** Penilaian TIDAK MEMENUHI **AND** Pengukuran MEMENUHI **AND** Perhitungan MEMENUHI **AND** Pengetesan MEMENUHI **THEN** Kesimpulan Akhir MEMENUHI PERSYARATAN K3.

$\alpha_{24} = \min (\mu \text{ Dokumen Administrasi [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Penilaian [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Pengukuran [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Perhitungan [MEMENUHI]}) ; (\mu \text{ Pengetesan [MEMENUHI]}).$

[R25] **IF** Penilaian Dokumen Administrasi MEMENUHI **AND** Penilaian MEMENUHI **AND** Pengukuran TIDAK MEMENUHI **AND** Perhitungan TIDAK MEMENUHI **AND** Pengetesan TIDAK MEMENUHI **THEN** Kesimpulan Akhir TIDAK MEMENUHI PERSYARATAN K3.

$\alpha_{25} = \min (\mu \text{ Dokumen Administrasi [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Penilaian [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Pengukuran [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Perhitungan [TIDAK MEMENUHI]}) ; (\mu \text{ Pengetesan [TIDAK MEMENUHI]}).$

[R26] **IF** Penilaian Dokumen Administrasi MEMENUHI **AND** Penilaian MEMENUHI **AND** Pengukuran TIDAK MEMENUHI **AND** Perhitungan TIDAK MEMENUHI **AND** Pengetesan MEMENUHI **THEN** Kesimpulan Akhir MEMENUHI PERSYARATAN K3 DENGAN CATATAN

$\alpha_{26} = \min (\mu \text{ Dokumen Administrasi [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Penilaian [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Pengukuran [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Perhitungan [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Pengetesan [MEMENUHI]}).$

[R27] **IF** Penilaian Dokumen Administrasi MEMENUHI **AND** Penilaian MEMENUHI **AND** Pengukuran TIDAK MEMENUHI **AND** Perhitungan MEMENUHI **AND** Pengetesan TIDAK MEMENUHI **THEN** Kesimpulan Akhir MEMENUHI PERSYARATAN K3 DENGAN CATATAN

$\alpha_{27} = \min (\mu \text{ Dokumen Administrasi [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Penilaian [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Pengukuran [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Perhitungan [MEMENUHI]}) ; (\mu \text{ Pengetesan [TIDAK MEMENUHI]}).$

[R28] **IF** Penilaian Dokumen Administrasi MEMENUHI **AND** Penilaian MEMENUHI **AND** Pengukuran TIDAK MEMENUHI **AND** Perhitungan MEMENUHI **AND** Pengetesan MEMENUHI **THEN** Kesimpulan Akhir MEMENUHI PERSYARATAN K3.

$\alpha_{28} = \min (\mu \text{ Dokumen Administrasi [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Penilaian [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Pengukuran [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Perhitungan [MEMENUHI]}) ; (\mu \text{ Pengetesan [TIDAK MEMENUHI]).$

[R29] **IF** Penilaian Dokumen Administrasi MEMENUHI **AND** Penilaian MEMENUHI **AND** Pengukuran MEMENUHI **AND** Perhitungan TIDAK MEMENUHI **AND** Pengetesan TIDAK MEMENUHI **THEN** Kesimpulan Akhir MEMENUHI PERSYARATAN K3 DENGAN CATATAN.

$\alpha_{29} = \min (\mu \text{ Dokumen Administrasi [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Penilaian [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Pengukuran [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Perhitungan [TIDAK MEMENUHI]}) ; (\mu \text{ Pengetesan [TIDAK MEMENUHI]).$

[R30] **IF** Dokumen Administrasi MEMENUHI **AND** Penilaian MEMENUHI **AND** Pengukuran MEMENUHI **AND** Perhitungan TIDAK MEMENUHI **AND** Pengetesan MEMENUHI **THEN** Kesimpulan Akhir MEMENUHI PERSYARATAN K3.

$\alpha_{30} = \min (\mu \text{ Dokumen Administrasi [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Penilaian [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Pengukuran [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Perhitungan [TIDAK MEMENUHI]}) ; (\mu \text{ Pengetesan [MEMENUHI]).$

[R31] **IF** Penilaian Dokumen Administrasi MEMENUHI **AND** Penilaian MEMENUHI **AND** Pengukuran MEMENUHI **AND** Perhitungan MEMENUHI **AND** Pengetesan TIDAK MEMENUHI **THEN** Kesimpulan Akhir MEMENUHI PERSYARATAN K3.

$\alpha_{31} = \min (\mu \text{ Dokumen Administrasi [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Penilaian [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Pengukuran [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Perhitungan [MEMENUHI]}) ; (\mu \text{ Pengetesan [TIDAK MEMENUHI]).$

[R32] **IF** Penilaian Dokumen Administrasi MEMENUHI **AND** Penilaian MEMENUHI **AND** Pengukuran MEMENUHI **AND** Perhitungan MEMENUHI **AND** Pengetesan MEMENUHI **THEN** Kesimpulan Akhir MEMENUHI PERSYARATAN K3.

$\alpha_{32} = \min (\mu \text{ Dokumen Administrasi [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Penilaian [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Pengukuran [MEMENUHI]}; (\mu \text{ Perhitungan [MEMENUHI]}) ; (\mu \text{ Pengetesan [MEMENUHI]).$

4. Penegasan (*defuzzifikasi*)

Penegasan (*defuzzifikasi*) dengan menggunakan metode Sugeno Orde 0. Metode ini mengambil nilai rata-rata untuk mendapatkan *nilai crisp*. Berdasarkan persamaan 2.6 maka *defuzzifikasinya* yaitu:

$$x = \frac{(\alpha_1 * x_1) + (\alpha_2 * x_2) + (\alpha_3 * x_3) + (\alpha_4 * x_4)}{x_1 + x_2 + x_3 + x_4} \quad (3.6)$$

3.3.4 Pemrograman

Pemrograman dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Mysql 5.1* sebagai *Database Management System*. Bahasa pemrograman (*programming language*) menggunakan Pascal dan Java. Sedangkan *programming editor* digunakan *Delphi* dan *Android Studio*.

3.3.5 Implementasi

Implementasi merupakan tahapan menerapkan hasil perancangan dan pembuatan sistem informasi pemeriksaan dan pengujian K3 listrik berbasis Logika fuzzy. Pada Implementasi ini menjelaskan berbagai macam implementasi dari komponen yang terlibat pada penulisan ini yaitu implementasi algoritma dan implementasi antarmuka.

Batasan implementasi menjelaskan tentang batasan ruang lingkup Sistem Informasi Pemeriksaan dan Pengujian K3 Listrik berbasis Logika *Fuzzy*. Batasan ruang lingkup dapat berupa batasan penggunaan data, batasan penggunaan media, maupun batasan penggunaan metode. Untuk lebih jelas, berikut batasan implementasi dari penulisan ini:

- a. Sistem informasi pemeriksaan dan pengujian K3 listrik dirancang dan dibangun berbasis *android* dan *desktop*.
- b. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Fuzzy Inference System* Metode Sugeno.
- c. Variabel masukan yang digunakan adalah tiga variabel masukan.
- d. Aturan kombinasi yang digunakan diperoleh dari Standar SNI; IEC; IEEE; dan ANSI-NETA.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada hasil rancangan dilakukan pengujian dan analisa yang bertujuan untuk mengetahui fungsi dari sistem yang telah dibuat, apakah sistem tersebut telah berfungsi sesuai dengan yang diharapkan ataupun tidak. Pengujian terhadap sistem yang telah dirancang adalah dengan menggunakan pengujian Black Box. Pengujian Black Box merupakan pengujian yang dilakukan untuk mengamati hasil eksekusi melalui data uji dan memeriksa fungsional dari aplikasi. *Black Box Testing* dimana untuk pengetesan program langsung melihat pada aplikasinya tanpa perlu mengetahui struktur programnya. Pengujian dilakukan pada aplikasi untuk memastikan bahwa aplikasi dapat berjalan dengan benar sesuai dengan kebutuhan dan tujuan yang diharapkan. Pengujian black box berfokus pada persyaratan fungsional perangkat lunak.

4.1 Hasil Pengujian Sistem Informasi Pemeriksaan dan Pengujian K3 Listrik dengan Metode Black Box

Berikut ini pengujian dari Sistem Informasi Pemeriksaan dan Pengujian K3 Listrik dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Komponen Pengujian *Black Box*

No	Komponen	Jenis Pengujian
1	Menu Awal	Black Box
2	Data Umum	Black box
2	Penilaian Dokumen Administrasi	Black Box
3	Penilaian	Black Box
4	Pengukuran	Black Box
5	Perhitungan	Black Box
6	Pengetesan	Black Box
7	Foto	Black Box
8	Saran	Black Box
9	Kesimpulan	Black Box

Berikut ini adalah hasil dari pengujian perangkat lunak yang sudah dibangun menggunakan metode *black box* berdasarkan pengamatan yang sudah dilakukan dan menghasilkan kesimpulan dari pengujian tersebut:

a. Pengujian komponen Menu Awal

Pengujian menu saat aplikasi pertama kali dijalankan dan melakukan input masukan pemeriksaan dan pengujian. Berikut dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Black Box Menu Awal

Komponen yang Diuji	Hasil Uji	
	Hasil yang Diharapkan	Kesimpulan
Menu Awal	Sistem menampilkan menu tampilan awal dan input masukan pengujian	[√] Berhasil [] Tidak Berhasil

Tampilan aplikasi seperti pada Gambar 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, dan 4.5

S.I.P.P-K3.L

Sistem Informasi Pemeriksaan dan Pengujian K3 Listrik
Universitas Islam Sultan Agung Semarang

Listrik

Pertama Berkala

No. JO
0003/MTE-UNISSULA/2021

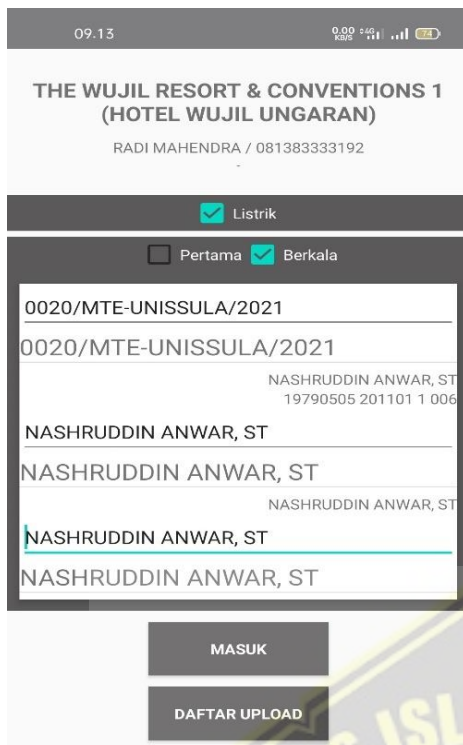
Pengawas
HADI MULYONO, ST

Inspektor
NASHRUDDIN ANWAR, ST

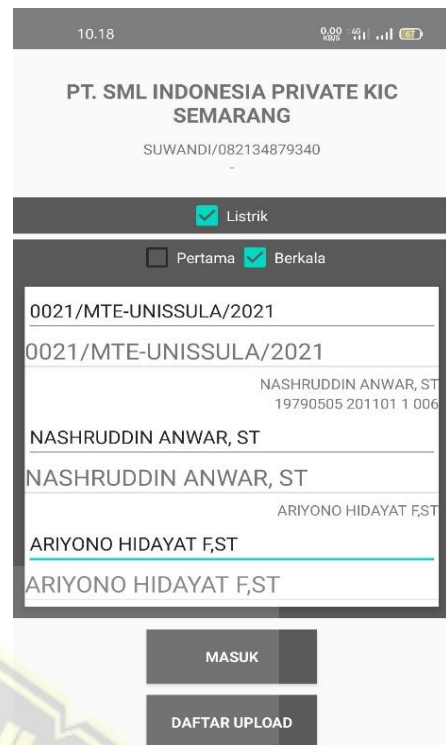
MASUK

DAFTAR UPLOAD

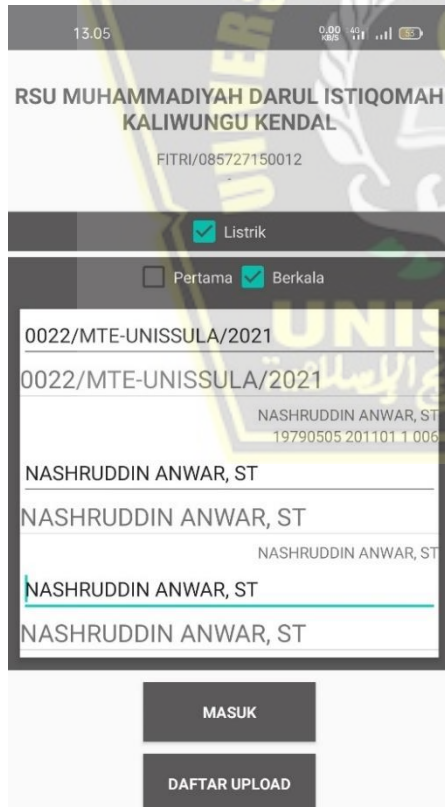
Gambar 4.1 Tampilan Menu Awal



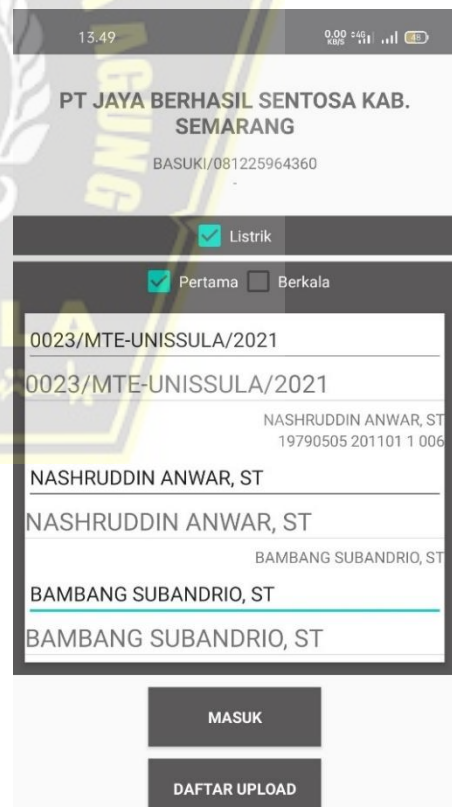
Gambar 4.2 Tampilan Menu Awal The Wujil Resort & Conventions



Gambar 4.3 Tampilan Menu Awal PT. SMLIndonesia Private



Gambar 4.4 Tampilan Menu Awal RSU Muhammadiyah Darul Istiqomah



Gambar 4.5 Tampilan Menu Awal PT. Jaya Berhasil Sentosa

b. Pengujian komponen Data Umum

Komponen Data Umum merupakan halaman yang dijadikan sebagai media input data umum dari perusahaan yang dilakukan pemeriksaan dan pengujian K3 Listrik. Berisikan data-data pemilik, lokasi, jenis peralatan, kapasitas daya listrik, frekuensi dan tegangan listrik. Berikut dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Black Box Data Umum

Komponen yang Diuji	Hasil Uji	
	Hasil yang Diharapkan	Kesimpulan
Data Umum	Sistem menerima seluruh data masukkan dengan jenis data yang sesuai	[<input checked="" type="checkbox"/>] Berhasil [<input type="checkbox"/>] Tidak Berhasil

Tampilan aplikasi seperti pada gambar 4.6, 4.7, 4.8 dan 4.9 sebagai berikut:

S.I.P.P - K3.L

DATA UMUM CHECK LIST RIKSA UJI SARAN FOTO

X000/IL/NAA/VII/2021
THE WUJIL RESORT & CONVENTIONS 1 (HOTEL WUJIL UNGARAN)

16 Juli 2021 :: Berkala

Pemilik: Wujil Resort & Conventions Ungaran

Lokasi: Wujil, Bergas, Kab. Semarang

Peralatan: Instalasi Listrik

Jenis: Distribusi

Kapasitas / Daya: 630

Frekuensi: 50

Tegangan: 230/400

SIMPAN

Gambar 4.6 Tampilan Data Umum The Wujil Resort & Conventions

S.I.P.P - K3.L

DATA UMUM CHECK LIST RIKSA UJI SARAN FOTO

X000/IL/NAA/VII/2021
PT. SML INDONESIA PRIVATE KIC SEMARANG

16 Juli 2021 :: Berkala

Pemilik: SML Indonesia Private Semarang

Lokasi: Semarang, Kota Semarang-Jawa Tengah

Peralatan: Instalasi Listrik

Jenis: Distribusi

Kapasitas / Daya: 1250

Frekuensi: 50

Tegangan: 230/400

SIMPAN

Gambar 4.7 Tampilan Data Umum PT. SMLIndonesia Private

S.I.P.P - K3.L

DATA UMUM	CHECK LIST	RIKSA UJI	SARAN	FOTO
X000/IL/NAA/VII/2021 RSU MUHAMMADIYAH DARUL ISTIQOMAH KALIWUNGU KENDAL				
16 Juli 2021 :: Berkala				
Pemilik	madiyah Darul Istiqomah Kendal			
Lokasi	kropek No. 15 Kaliwungu Kendal			
Peralatan	Instalasi Listrik			
Jenis	Pemanfaatan			
Kapasitas / Daya	105			
Frekuensi	50			
Tegangan	230/400			
SIMPAN				

S.I.P.P - K3.L

DATA UMUM	CHECK LIST	RIKSA UJI	SARAN	FOTO
X001/IL/NAA/VII/2021 PT JAYA BERHASIL SENTOSA KAB. SEMARANG				
16 Juli 2021 :: Pertama				
Pemilik	PT. Jaya Berhasil Sentosa			
Lokasi	Jambangan, Tuntang, Kab. Semarang			
Peralatan	Instalasi Listrik			
Jenis	Pemanfaatan			
Kapasitas / Daya	11.5			
Frekuensi	50			
Tegangan	230/400			
SIMPAN				

Gambar 4.8 Tampilan Data Umum RSU Muh. Darul Istiqomah

Gambar 4.9 Tampilan Data Umum PT. Jaya Berhasil Sentosa

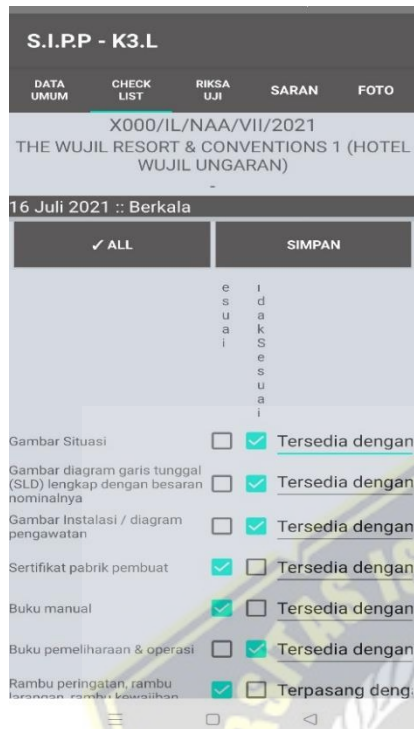
c. Pengujian komponen Dokumen Administrasi

Pengujian penilaian komponen dokumen administrasi, kemudian dilakukan pemrosesan agar dapat menghasilkan kesimpulan. Berikut dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Black Box Penilaian Dokumen Administrasi

Komponen yang Diuji	Hasil Uji	
	Hasil yang Diharapkan	Kesimpulan
Dokumen Administrasi	Sistem menjalankan input dokumen administrasi dan melakukan perhitungan <i>fuzzyfikasi</i> pada nilai masukan terhadap dokumen administrasi	[<input checked="" type="checkbox"/>] Berhasil [<input type="checkbox"/>] Tidak Berhasil

Tampilan aplikasi seperti pada gambar 4.10, 4.11, 4.12 dan 4.13 sebagai berikut:



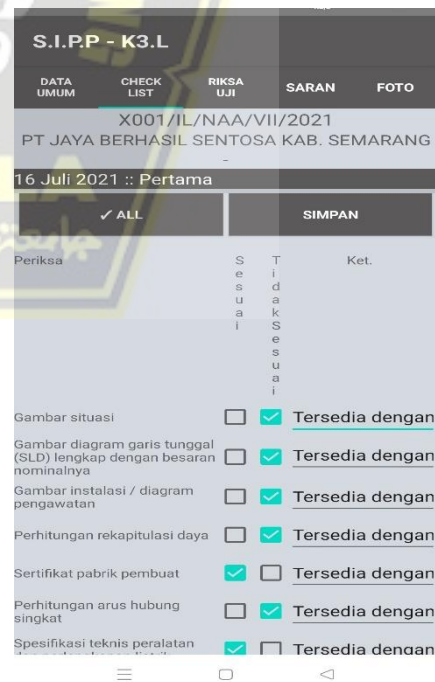
Gambar 4.10 Tampilan Dok. Adm. The Wujil Resort & Conventions



Gambar 4.11 Tampilan Dok. Adm. PT. SML Indonesia Private



Gambar 4.12 Tampilan Dok. Adm. RSU Muh. Darul Istiqomah



Gambar 4.13 Tampilan Dok. Adm. PT. Jaya Berhasil Sentosa

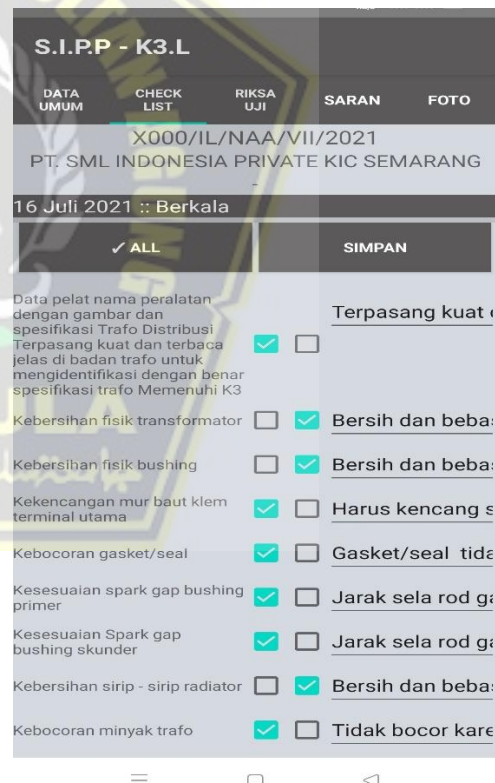
d. Pengujian komponen Penilaian

Pengujian komponen penilaian, kemudian dilakukan pemrosesan agar dapat menghasilkan kesimpulan. Berikut dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Black Box Penilaian

Komponen yang akan Diuji	Hasil Uji	
	Hasil yang Diharapkan	Kesimpulan
Penilaian	Sistem menjalankan input penilaian dan melakukan perhitungan fuzzyfikasi pada nilai masukan terhadap penilaian	[√] Berhasil [] Tidak Berhasil

Tampilan aplikasi seperti pada gambar 4.14, 4.15, 4.16 dan 4.17 sebagai berikut:



Gambar 4.14 Tampilan Penilaian The Wujil Resort & Conventions

Gambar 4.15 Tampilan Penilaian PT. SML Indonesia Private

S.I.P.P - K3.L

DATA UMUM CHECK LIST RIKSA UJI SARAN FOTO

X000/IL/NAA/VII/2021
RSU MUHAMMADIYAH DARUL ISTIQOMAH
KALIWUNGU KENDAL

16 Juli 2021 :: Berkala

✓ ALL SIMPAN

Konstruksi unit Perangkat Hubung Bagi (LVMDP)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Konstruksi kuat,
Dudukan dan penempatan	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Kuat dan kokoh,
Area klasifikasi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Zone 2, Bebas da
Lampu indikator phase pada panel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Tersedia dan ber
Instrumen ukur atau metering berupa ampere meter, volt Meter, frekuensi meter dan lainnya pada panel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Berfungsi norma
Nama/label dan nama perusahaan instalatir pada pintu panel	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Terpasang dan t
Tanda bahaya pada pintu panel	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Terpasang dan t
Selector Switch dan kunci pintu panel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Tersedia dan ber
Kerapian pemasangan penghantar / kabel	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Terpasang rapi u
Terminal kabel dilengkapi dengan pelindung kabel /	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Terpasang deng

Gambar 4.16 Tampilan Penilaian RSU Muh. Darul Istiqomah

S.I.P.P - K3.L

DATA UMUM CHECK LIST RIKSA UJI SARAN FOTO

X001/IL/NAA/VII/2021
PT JAYA BERHASIL SENTOSA KAB. SEMARANG

16 Juli 2021 :: Pertama

✓ ALL SIMPAN

Konstruksi unit Perangkat Hubung Bagi (LVMDP)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Konstruksi kuat,
Dudukan dan penempatan	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Kuat dan kokoh,
Area klasifikasi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Zone 2, Bebas da
Lampu indikator phase pada panel	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Tersedia dan ber
Instrumen ukur atau metering berupa ampere meter, volt Meter, frekuensi meter dan lainnya pada panel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Berfungsi norma
Nama/label dan nama perusahaan instalatir pada pintu panel	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Terpasang dan t
Tanda bahaya pada pintu panel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Terpasang dan t
Selector Switch dan kunci pintu panel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Tersedia dan ber
Kerapian pemasangan penghantar / kabel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Terpasang rapi u
Terminal kabel dilengkapi dengan pelindung kabel / soket /sepatu kabel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Terpasang deng

Gambar 4.17 Tampilan Penilaian PT. Jaya Berhasil Sentosa

e. Pengujian komponen Pengukuran

Pengujian komponen pengukuran, kemudian dilakukan pemrosesan agar dapat menghasilkan kesimpulan. Berikut dapat dilihat pada Tabel 4.6.

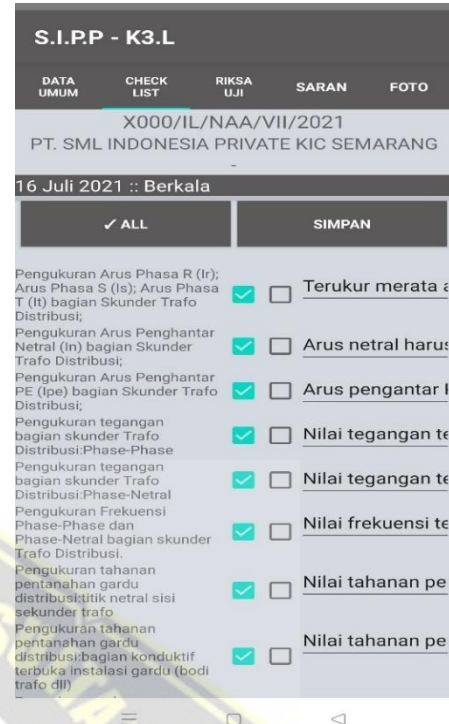
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Black Box Pengukuran

Komponen yang akan Diuji	Hasil Uji	
	Hasil yang Diharapkan	Kesimpulan
Pengukuran	Sistem menjalankan input pengukuran dan melakukan perhitungan <i>fuzzyfikasi</i> pada nilai masukan terhadap pengukuran	[✓] Berhasil [] Tidak Berhasil

Tampilan aplikasi seperti pada gambar 4.18, 4.19, 4.20 dan 4.21 sebagai berikut:



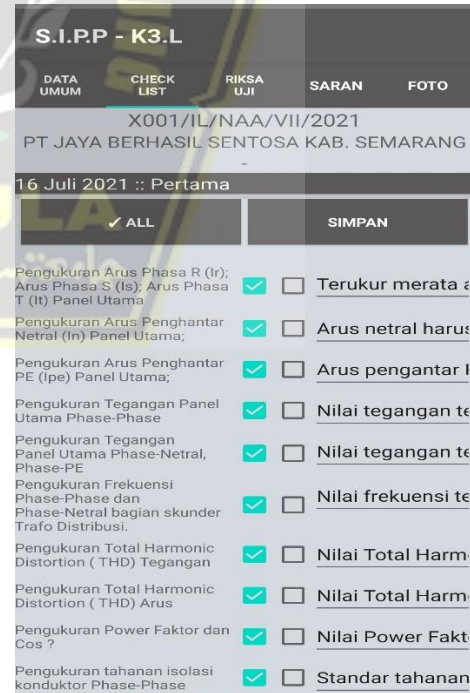
Gambar 4.18 Tampilan Pengukuran The Wujil Resort & Conventions



Gambar 4.19 Tampilan Pengukuran PT. SML Indonesia



Gambar 4.20 Tampilan Pengukuran RSU Muh. Darul Istiqomah



Gambar 4.21 Tampilan Pengukuran PT. Jaya Berhasil Sentosa

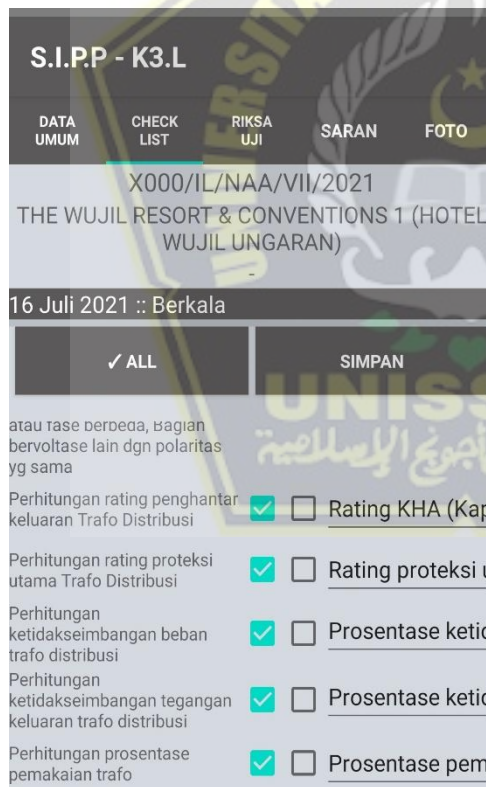
f. Pengujian komponen Perhitungan

Pengujian komponen perhitungan, kemudian dilakukan pemrosesan agar dapat menghasilkan kesimpulan. Berikut dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Black Box Penilaian

Komponen yang akan Diuji	Hasil Uji	
	Hasil yang Diharapkan	Kesimpulan
Perhitungan	Sistem menjalankan input perhitungan dan melakukan perhitungan fuzzyfikasi pada nilai masukan terhadap perhitungan	[<input checked="" type="checkbox"/>] Berhasil [<input type="checkbox"/>] Tidak Berhasil

Tampilan aplikasi seperti pada gambar 4.22, 4.23, 4.24 dan 4.25 sebagai berikut::



Gambar 4.22 Tampilan Perhitungan The Wujil Resort & Conventions



Gambar 4.23 Tampilan Perhitungan PT. SMLIndonesia Private

S.I.P.P - K3.L

DATA UMUM CHECK LIST RIKSA UJI SARAN FOTO

X000/IL/NAA/VII/2021
RSU MUHAMMADIYAH DARUL ISTIQOMAH
KALIWUNGU KENDAL

16 Juli 2021 :: Berkala

✓ ALL SIMPAN

Perhitungan rating KHA (Kapasitas Hantar Arus) penghantar Rating KHA (Kap

Perhitungan rating KHA (Kapasitas Hantar Arus) busbar Rating KHA (Kap

Perhitungan rating proteksi Rating proteksi s

Perhitungan prosentase ketidakseimbangan tegangan Prosentase ketic

Perhitungan ketidakseimbangan arus (beban) Prosentase ketic

Perhitungan Drop Voltage Drop voltage ses

S.I.P.P - K3.L

DATA UMUM CHECK LIST RIKSA UJI SARAN FOTO

X001/IL/NAA/VII/2021
PT JAYA BERHASIL SENTOSA KAB. SEMARANG

16 Juli 2021 :: Pertama

✓ ALL SIMPAN

pembumian utama baja

Perhitungan rating KHA (Kapasitas Hantar Arus) penghantar Rating KHA (Kap

Perhitungan rating KHA (Kapasitas Hantar Arus) busbar Rating KHA (Kap

Perhitungan rating proteksi Rating proteksi s

Perhitungan prosentase ketidakseimbangan tegangan Prosentase ketic

Perhitungan ketidakseimbangan arus (beban) Prosentase ketic

Perhitungan Drop Voltage Drop voltage ses

Gambar 4.24 Tampilan Perhitungan RSU Muh. Darul

Gambar 4.25 Tampilan Perhitungan PT. Jaya Berhasil

g. Pengujian komponen Pengetesan

Pengujian komponen pengetesan, kemudian dilakukan pemrosesan agar dapat menghasilkan kesimpulan. Berikut dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Black Box Pengetesan

Komponen yang akan Diuji	Hasil Uji	
	Hasil yang Diharapkan	Kesimpulan
Pengetesan	Sistem menjalankan input pengetesan dan melakukan perhitungan fuzzyfikasi pada nilai masukan terhadap pengetesan	[✓] Berhasil [] Tidak Berhasil

Tampilan aplikasi seperti pada gambar 4.26, 4.27, 4.28 dan 4.29 sebagai berikut:

S.I.P.P - K3.L

DATA UMUM CHECK LIST RIKSA UJI SARAN FOTO

X000/IL/NAA/VII/2021
THE WUJIL RESORT & CONVENTIONS 1 (HOTEL WUJIL UNGARAN)

16 Juli 2021 :: Berkala

✓ ALL SIMPAN

atau tase berbeda, bagian bervoltase lain dgn polaritas yg sama

Perhitungan rating penghantar keluaran Trafo Distribusi Rating KHA (Kap

Perhitungan rating proteksi utama Trafo Distribusi Rating proteksi u

Perhitungan ketidakseimbangan beban trafo distribusi Prosentase ketic

Perhitungan ketidakseimbangan tegangan keluaran trafo distribusi Prosentase ketic

Perhitungan prosentase pemakaian trafo Prosentase pem

Pengetesan alat proteksi utama Trafo Distribusi Berfungsi normal

Uji trip tegangan jatuh Berfungsi normal

Pengetesan Rele Proteksi Berfungsi normal

Pengetesan saklar (PMT, PMB, PMS) Berfungsi normal

Gambar 4.26 Tampilan Pengetesan The Wujil Resort & Conventions

S.I.P.P - K3.L

DATA UMUM CHECK LIST RIKSA UJI SARAN FOTO

X000/IL/NAA/VII/2021
PT. SML INDONESIA PRIVATE KIC SEMARANG

16 Juli 2021 :: Berkala

✓ ALL SIMPAN

bervoltase lain dgn polaritas atau fase berbeda, Bagian bervoltase lain dgn polaritas yg sama

Perhitungan rating penghantar keluaran Trafo Distribusi Rating KHA (Kap

Perhitungan rating proteksi utama Trafo Distribusi Rating proteksi u

Perhitungan ketidakseimbangan beban trafo distribusi Prosentase ketic

Perhitungan ketidakseimbangan tegangan keluaran trafo distribusi Prosentase ketic

Perhitungan prosentase pemakaian trafo Prosentase pem

Pengetesan alat proteksi utama Trafo Distribusi Berfungsi normal

Uji trip tegangan jatuh Berfungsi normal

Pengetesan Rele Proteksi Berfungsi normal

Pengetesan saklar (PMT, PMB, PMS) Berfungsi normal

Gambar 4.27 Tampilan Pengetesan PT. SMLIndonesia Private

S.I.P.P - K3.L

DATA UMUM CHECK LIST RIKSA UJI SARAN FOTO

X000/IL/NAA/VII/2021
RSU MUHAMMADIYAH DARUL ISTIQOMAH KALIWUNGU KENDAL

16 Juli 2021 :: Berkala

✓ ALL SIMPAN

Perhitungan rating KHA (Kapasitas Hantar Arus) penghantar Rating KHA (Kap

Perhitungan rating KHA (Kapasitas Hantar Arus) busbar Rating KHA (Kap

Perhitungan rating proteksi Rating proteksi s

Perhitungan prosentase ketidakseimbangan tegangan Prosentase ketic

Perhitungan ketidakseimbangan arus (beban) Prosentase ketic

Perhitungan Drop Voltage Drop voltage ses

Pengetesan perlengkapan pemutus daya. Berfungsi normal

Uji trip tegangan jatuh Berfungsi normal

Pengetesan rele proteksi Berfungsi normal

Pengetesan saklar Berfungsi normal

Gambar 4.28 Tampilan Pengetesan RSU Muh. Darul Istiqomah

S.I.P.P - K3.L

DATA UMUM CHECK LIST RIKSA UJI SARAN FOTO

X001/IL/NAA/VII/2021
PT JAYA BERHASIL SENTOSA KAB. SEMARANG

16 Juli 2021 :: Pertama

✓ ALL SIMPAN

pembumian utama baja

Perhitungan rating KHA (Kapasitas Hantar Arus) penghantar Rating KHA (Kap

Perhitungan rating KHA (Kapasitas Hantar Arus) busbar Rating KHA (Kap

Perhitungan rating proteksi Rating proteksi s

Perhitungan prosentase ketidakseimbangan tegangan Prosentase ketic

Perhitungan ketidakseimbangan arus (beban) Prosentase ketic

Perhitungan Drop Voltage Drop voltage ses

Pengetesan perlengkapan pemutus daya. Berfungsi normal

Uji trip tegangan jatuh Berfungsi normal

Pengetesan rele proteksi Berfungsi normal

Pengetesan saklar Berfungsi normal

Gambar 4.29 Tampilan Pengetesan PT. Jaya Berhasil Sentosa

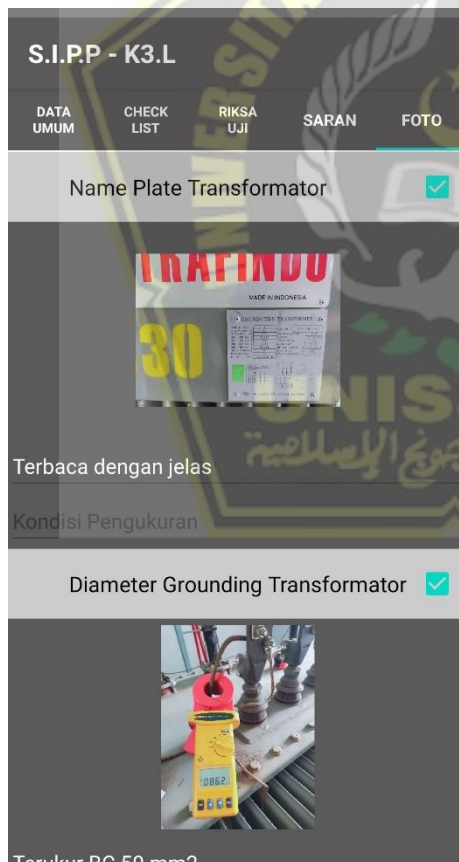
h. Pengujian komponen Foto

Halaman Dokumentasi Foto adalah halaman yang digunakan sebagai media input data dan foto dalam proses pemeriksaan dan pengujian sebagai bahan untuk memperkuat bukti bahwa sudah dilakukan pemeriksaan dan pengujian K3 Listrik. Berikut dapat dilihat pada Tabel 4.9.

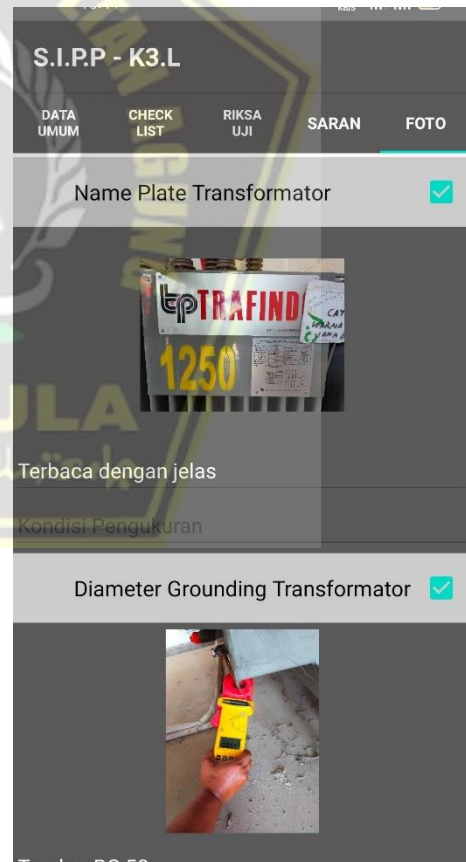
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Black Box Komponen Foto

Komponen yang akan Diuji	Hasil Uji	
	Hasil yang Diharapkan	Kesimpulan
Komponen Foto	Sistem menerima seluruh data masukkan dengan type data yang sesuai	[<input checked="" type="checkbox"/>] Berhasil [<input type="checkbox"/>] Tidak Berhasil

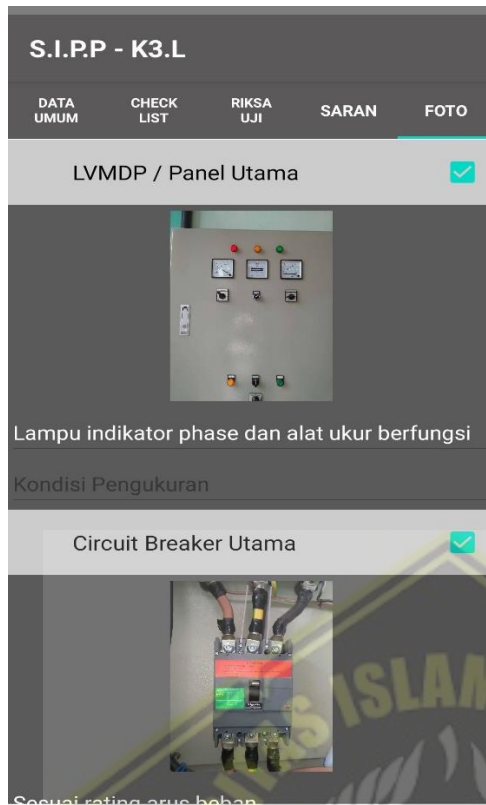
Tampilan aplikasi seperti pada gambar 4.30, 4.31, 4.32 dan 4.33 sebagai berikut:



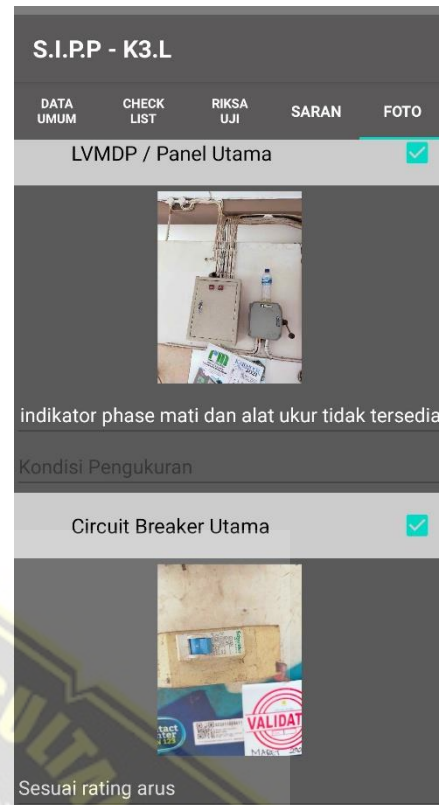
Gambar 4.30 Tampilan Foto The Wujil Resort & Conventions



Gambar 4.31 Tampilan Foto PT. SMLIndonesia Private



Gambar 4.32 Tampilan Foto RSU Muh. Darul Istiqomah



Gambar 4.33 Tampilan Foto PT. Jaya Berhasil Sentosa

i. Pengujian komponen Saran

Komponen Saran adalah halaman yang digunakan sebagai media untuk input data saran dari pemeriksaan dan pengujian yang dilakukan, yang diharapkan sebagai bahan untuk dilakukan perbaikan dan pemeliharaan agar memenuhi persyaratan K3. Berikut dapat dilihat pada Tabel 4.10.

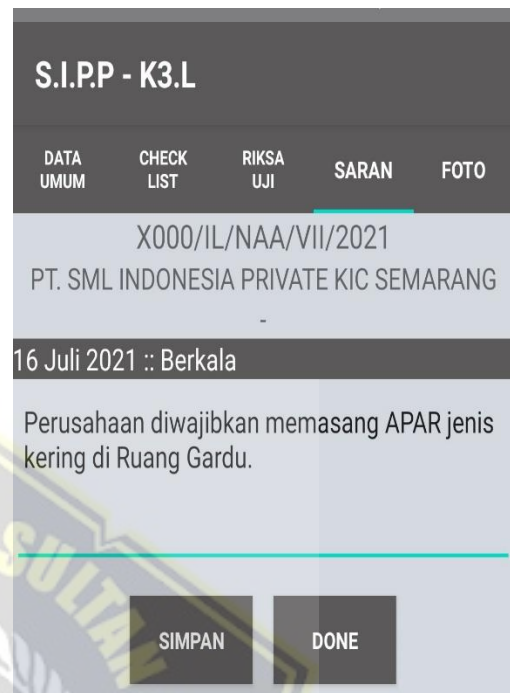
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Black Box Komponen Saran

Komponen yang akan Diuji	Hasil Uji	
	Hasil yang Diharapkan	Kesimpulan
Komponen Saran	Sistem menerima seluruh data masukkan dengan type data yang sesuai	[<input checked="" type="checkbox"/>] Berhasil [<input type="checkbox"/>] Tidak Berhasil

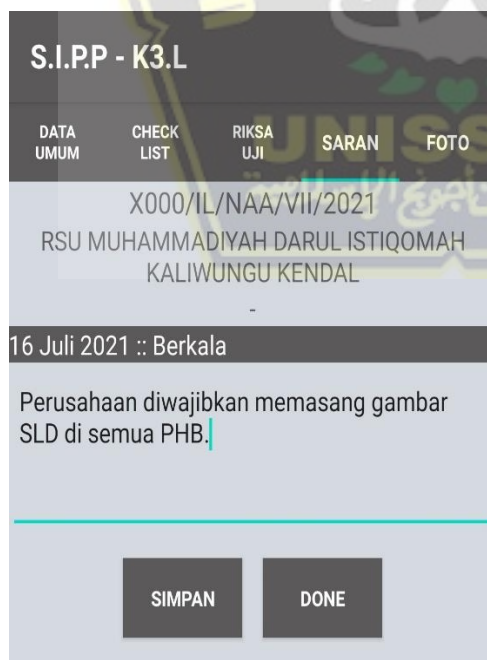
Tampilan aplikasi seperti pada gambar 4.34, 4.35, 4.36 dan 4.37 sebagai berikut:



Gambar 4.34 Tampilan Saran The Wujil Resort & Conventions



Gambar 4.35 Tampilan Saran PT. SMLIndonesia Private



Gambar 4.36 Tampilan Saran RSU Muh. Darul Istiqomah



Gambar 4.37 Tampilan Saran PT. Jaya Berhasil Sentosa

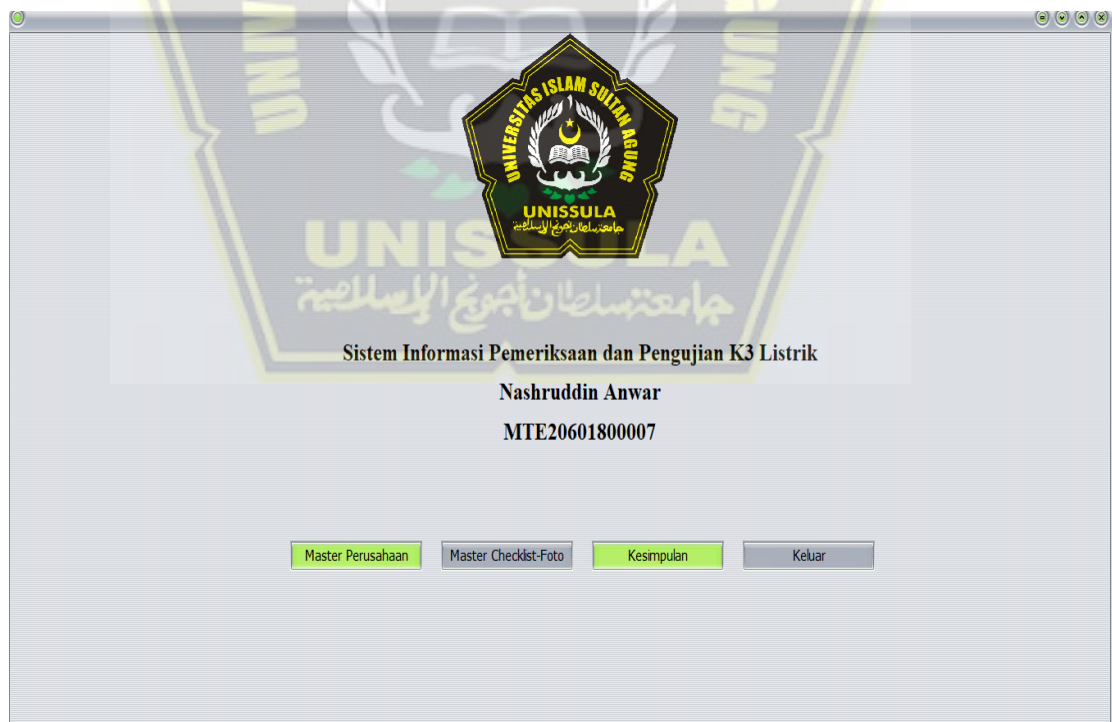
j. Pengujian Komponen Kesimpulan

Pengujian komponen kesimpulan, kemudian dilakukan pemrosesan agar dapat menghasilkan kesimpulan akhir pemeriksaan dan pengujian K3 Listrik. Berikut dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Hasil Pengujian Black Box Komponen Kesimpulan

Komponen yang akan Diuji	Hasil Uji	
	Hasil yang Diharapkan	Kesimpulan
Kesimpulan	Sistem logika fuzzy menghitung dengan tahapan proses fuzzyfikasi, pembentukan rule, dan menghasilkan nilai keluaran dari hasil defuzzyfikasi.	[<input checked="" type="checkbox"/>] Berhasil [<input type="checkbox"/>] Tidak Berhasil

Tampilan aplikasi seperti pada gambar 4.38, 4.39, 4.40, 4.41 dan 4.42 sebagai berikut:



Gambar 4.38 Halaman Tampilan Kesimpulan

4.2 Hasil Implementasi Logika Fuzzy pada Sistem Informasi Pemeriksaan dan Pengujian K3 Listrik

4.2.1 Implementasi Logika Fuzzy pada Sistem Distribusi Listrik

Pelaksanaan pemeriksaan dan pengujian K3 listrik dilakukan di Pabrik X dengan menghasilkan nilai input per parameter kegiatan sebagai berikut:

1. Penilaian Dokumen Administrasi dengan nilai 29 %.
2. Penilaian dengan nilai 76 %.
3. Pengukuran dengan nilai 95 %.
4. Perhitungan dengan nilai 100 %.
5. Pengetesan dengan nilai 100 %.

Berdasarkan nilai tersebut dapat ditentukan kesimpulan akhir pemeriksaan dan pengujian K3 Listrik menggunakan logika *fuzzy* sebagai berikut :

1. Pembentukan himpunan fuzzy (*Fuzzyfikasi*)

Dalam analisis *fuzzyfikasi* pada variabel input antara lain penilaian dokumen administrasi, penilaian, pengukuran, perhitungan dan pengetesan, sedangkan output adalah kesimpulan akhir. Berikut *fuzzyfikasi* input serta output :

- a. Variabel input Penilaian Dokumen Administrasi dengan nilai 29 %.

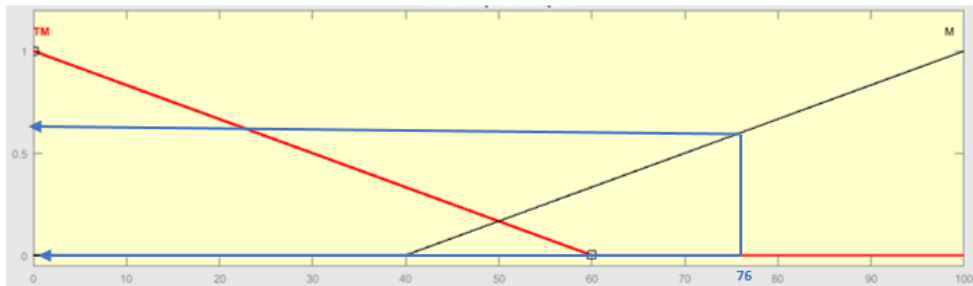


Gambar 4.39 Input Penilaian Dokumen Administrasi dengan nilai 29 %

$$\mu \text{ Tidak Memenuhi K3 [29]} = (60 - 29) / (60 - 0) = 0,52$$

$$\mu \text{ Memenuhi K3 [29]} = 0$$

b. Variabel input Penilaian dengan nilai 76 %.

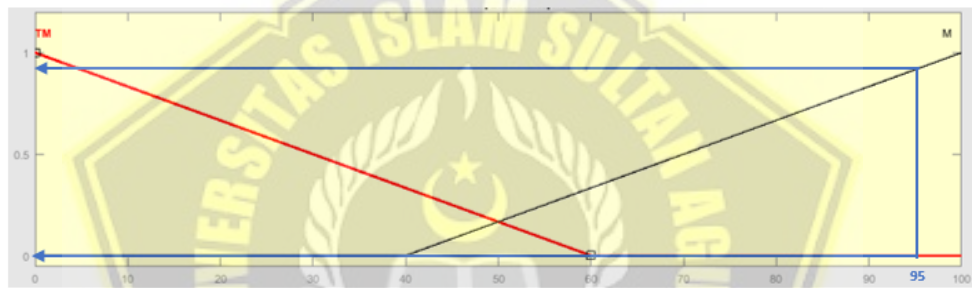


Gambar 4.40 Input Penilaian dengan nilai 76 %

$$\mu \text{ Tidak Memenuhi K3 [76]} = 0$$

$$\mu \text{ Memenuhi K3 [76]} = (76 - 40) / (100 - 40) = 0,6$$

c. Variabel input Pengukuran dengan nilai 95 %.

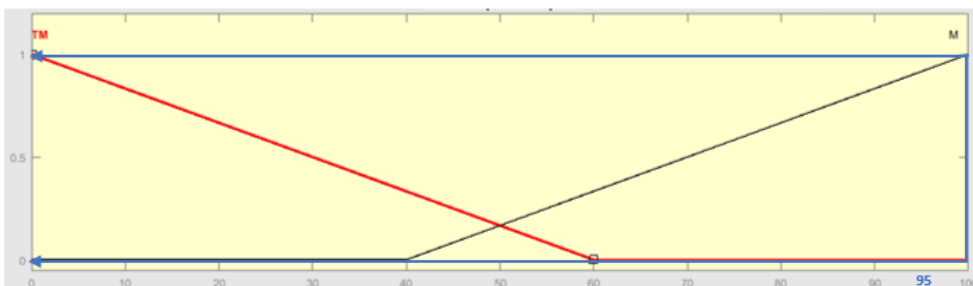


Gambar 4.41 Input Pengukuran dengan nilai 95 %

$$\mu \text{ Tidak Memenuhi K3 [95]} = 0$$

$$\mu \text{ Memenuhi K3 [95]} = (95 - 40) / (100 - 40) = 0,91$$

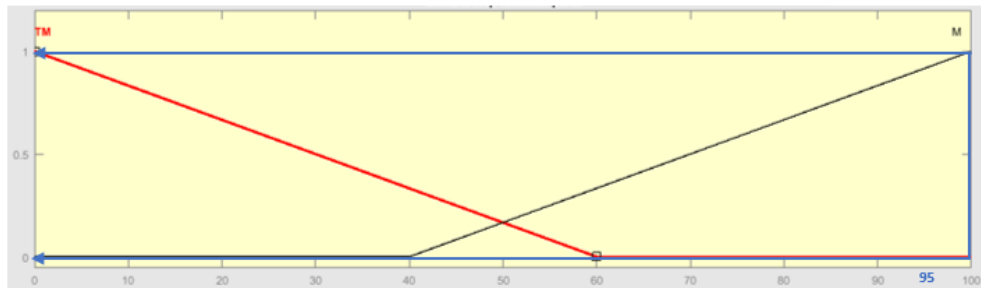
d. Variabel input Perhitungan dengan nilai 100%.



Gambar 4.42 Input Pengukuran dengan nilai 100 %

$$\begin{aligned}\mu \text{ Tidak Memenuhi K3 [100]} &= 0 \\ \mu \text{ Memenuhi K3 [100]} &= (100 - 40) / (100 - 40) = 1\end{aligned}$$

e. Variabel input Pengetesan dengan nilai 100 %.



Gambar 4.43 Input Pengetesan dengan nilai 100 %

$$\begin{aligned}\mu \text{ Tidak Memenuhi K3 [100]} &= 0 \\ \mu \text{ Memenuhi K3 [100]} &= (100 - 40) / (100 - 40) = 1\end{aligned}$$

2. Fuzzy Rule Base dan Inference Engine

Berdasarkan hasil pembentukan nilai himpunan fuzzy di atas, maka aplikasi fungsi implikasinya didapat dengan cara memilih derajat keanggotaan minimum (Metode *MIN*) dari nilai-nilai yang telah didapatkan dari antisenden. Fungsi *MIN* bertujuan untuk mencari nilai α -predikat dari semua aturan.

Fuzzy Inference Engine digunakan untuk mengevaluasi dan menginterpretasikan semua *rules* secara simultan untuk menghasilkan kesimpulan. *Fuzzy Inference Engine* menggunakan lima masukan untuk menghasilkan satu output seperti sebagai berikut:

$$[R1]\alpha_1 = \min (\mu \text{ Dokumen Administrasi [0,52]}; (\mu \text{ Penilaian [0]}; (\mu \text{ Pengukuran [0]}; (\mu \text{ Perhitungan [0]}; (\mu \text{ Pengetesan [0]).$$

$$[R16]\alpha_{16} = \min (\mu \text{ Dokumen Administrasi [0,52]}; (\mu \text{ Penilaian [0,6]}; (\mu \text{ Pengukuran [0,91]}; (\mu \text{ Perhitungan [1]}; (\mu \text{ Pengetesan [1]).$$

$$[R\dots]\alpha_{\dots} = \min (\mu \text{ Dokumen Administrasi [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Penilaian [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Pengukuran [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu$$

Perhitungan [TIDAK MEMENUHI] ; (μ Pengetesan [TIDAK MEMENUHI]).

[R32] α 32 = min (μ Dokumen Administrasi [0]); (μ Penilaian [0,6]); (μ Pengukuran [0,91]); (μ Perhitungan [1]); (μ Pengetesan [1]).

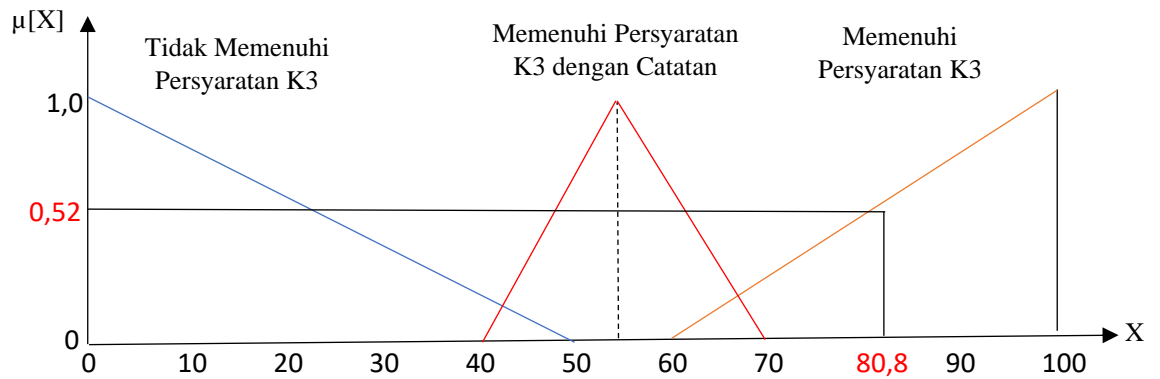
Tabel 4.12 Hasil *Fuzzy Inference Engine* pada Pabrik X

No		Penilaian Dok. Adm		Penilaian		Pengukuran		Perhitungan		Pengetesan	MIN (α)		Hasil (x)
1	IF	0,52	AND	0	AND	0	AND	0	AND	0	0	THEN	0
2	IF	0,52	AND	0	AND	0	AND	0	AND	1	0	THEN	0
3	IF	0,52	AND	0	AND	0	AND	1	AND	0	0	THEN	0
4	IF	0,52	AND	0	AND	0	AND	1	AND	1	0	THEN	0
5	IF	0,52	AND	0	AND	0,91	AND	0	AND	0	0	THEN	0
6	IF	0,52	AND	0	AND	0,91	AND	0	AND	1	0	THEN	0
7	IF	0,52	AND	0	AND	0,91	AND	1	AND	0	0	THEN	0
8	IF	0,52	AND	0	AND	0,91	AND	1	AND	1	0	THEN	0
9	IF	0,52	AND	0,6	AND	0	AND	0	AND	0	0	THEN	0
10	IF	0,52	AND	0,6	AND	0	AND	0	AND	1	0	THEN	0
11	IF	0,52	AND	0,6	AND	0	AND	1	AND	0	0	THEN	0
12	IF	0,52	AND	0,6	AND	0	AND	1	AND	1	0	THEN	0
13	IF	0,52	AND	0,6	AND	0,91	AND	0	AND	0	0	THEN	0
14	IF	0,52	AND	0,6	AND	0,91	AND	0	AND	1	0	THEN	0
15	IF	0,52	AND	0,6	AND	0,91	AND	1	AND	0	0	THEN	0
16	IF	0,52	AND	0,6	AND	0,91	AND	1	AND	1	0,52	THEN	80,8
17	IF	0	AND	0	AND	0	AND	0	AND	0	0	THEN	0
18	IF	0	AND	0	AND	0	AND	0	AND	1	0	THEN	0
19	IF	0	AND	0	AND	0	AND	1	AND	0	0	THEN	0
20	IF	0	AND	0	AND	0	AND	1	AND	1	0	THEN	0
21	IF	0	AND	0	AND	0,91	AND	0	AND	0	0	THEN	0
22	IF	0	AND	0	AND	0,91	AND	0	AND	1	0	THEN	0
23	IF	0	AND	0	AND	0,91	AND	1	AND	0	0	THEN	0
24	IF	0	AND	0	AND	0,91	AND	1	AND	1	0	THEN	0
25	IF	0	AND	0,6	AND	0	AND	0	AND	0	0	THEN	0
26	IF	0	AND	0,6	AND	0	AND	0	AND	1	0	THEN	0
27	IF	0	AND	0,6	AND	0	AND	1	AND	0	0	THEN	0
28	IF	0	AND	0,6	AND	0	AND	1	AND	1	0	THEN	0
29	IF	0	AND	0,6	AND	0,91	AND	0	AND	0	0	THEN	0
30	IF	0	AND	0,6	AND	0,91	AND	0	AND	1	0	THEN	0
31	IF	0	AND	0,6	AND	0,91	AND	1	AND	0	0	THEN	0
32	IF	0	AND	0,6	AND	0,91	AND	1	AND	1	0	THEN	0

Setelah didapatkan nilai MIN dari tiap – tiap *rule* maka selanjutnya mencari nilai MAX dari *rule* 1 sampai 32. Pada *rules* 1 sampai 32 didapat nilai MAX 0,52 pada *rule* 16 dengan hasil Memenuhi K3. Selanjutnya dilakukan perhitungan sesuai *fuzzyfikasi* output kesimpulan akhir sebagai berikut :

$$\text{Memenuhi Persyaratan K3 [0,52]} = x - 60 / (100 - 60)$$

$$x = 60 + 0,52 (40) = 80,8$$



Gambar 4.44 Kurva Hasil Output Kesimpulan Akhir pada Pabrik X

3. Penegasan (defuzzyfikasi)

Pada tahap keempat atau defuzzyfikasi himpunan fuzzy ditransformasikan menjadi himpunan tegas (*crisp*). Pada penelitian ini metode defuzzyfikasi pada komposisi aturan logika fuzzy Sugeno dilakukan dengan menggunakan metode centroid. Metode ini mengambil nilai rata-rata dengan menggunakan pembobotan berupa derajat keanggotaan:

$$x = \frac{(\alpha_1 * x_1) + (\alpha_2 * x_2) + (\alpha_3 * x_3)}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3}$$

$$x = \frac{(0,52 * 80,8)}{0,52} = 80,8$$

Dengan demikian pengujian aplikasi pada sistem distribusi listrik tempat kerja Pabrik X menghasilkan kesimpulan **Memenuhi Persyaratan K3** dengan nilai keluaran 80,8 %.

4.2.2 Implementasi Logika Fuzzy pada Sistem Pemanfaatan Listrik

Pelaksanaan pemeriksaan dan pengujian K3 pada Pabrik Y menghasilkan nilai input per parameter sebagai berikut :

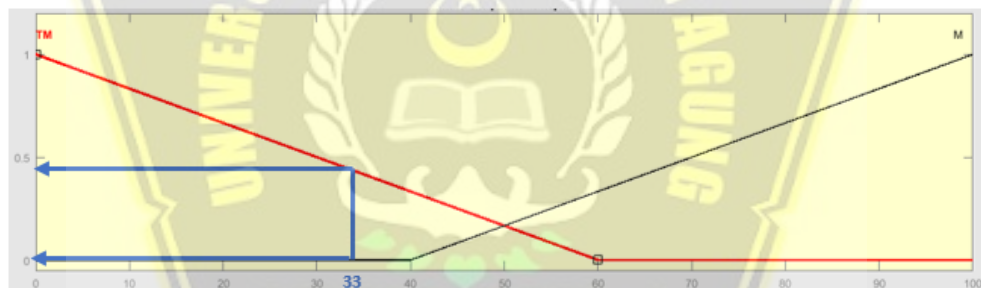
1. Dokumen Administrasi dengan nilai 33%
2. Penilaian dengan nilai 32%
3. Pengukuran dengan nilai 52%
4. Perhitungan dengan nilai 33%
5. Pengetesan dengan nilai 55%

Berdasarkan nilai tersebut dapat ditentukan kesimpulan akhir pemeriksaan dan pengujian K3 Listrik menggunakan logika *fuzzy* sebagai berikut :

1. Pembentukan himpunan fuzzy (*Fuzzyfikasi*)

Dalam analisis *fuzzyfikasi* pada variabel input antara lain penilaian dokumen administrasi, penilaian, pengukuran, perhitungan dan pengetesan, sedangkan output adalah kesimpulan akhir. Berikut *fuzzyfikasi* input serta output :

- a. Variabel input Penilaian Dokumen Administrasi dengan nilai 33 %.

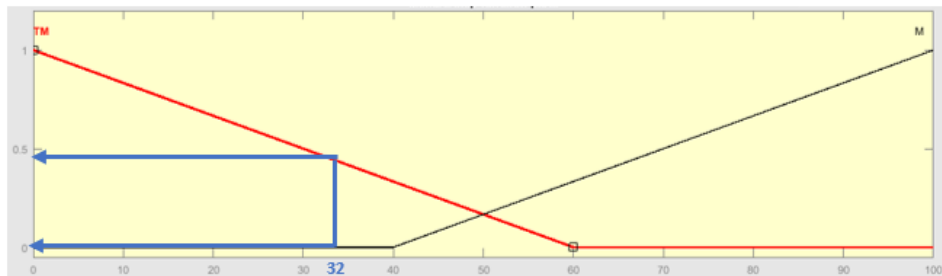


Gambar 4.45 Input Penilaian Dokumen Administrasi dengan nilai 33 %

$$\mu_{\text{Tidak Memenuhi K3 [33]}} = (60 - 33) / (60 - 0) = 0,45$$

$$\mu_{\text{Memenuhi K3 [33]}} = 0$$

b. Variabel input Penilaian dengan nilai 32 %.

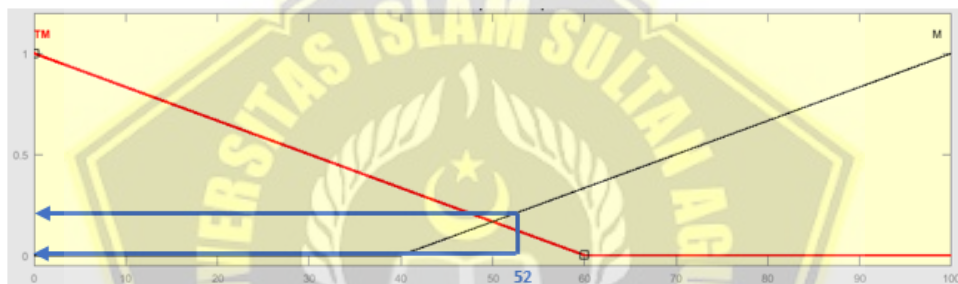


Gambar 4.46 Input Penilaian dengan nilai 32 %

$$\mu_{\text{Tidak Memenuhi K3 [32]}} = (60 - 32) / (60 - 0) = 0,46$$

$$\mu_{\text{Memenuhi K3 [33]}} = 0$$

c. Variabel input Pengukuran dengan nilai 52 %.

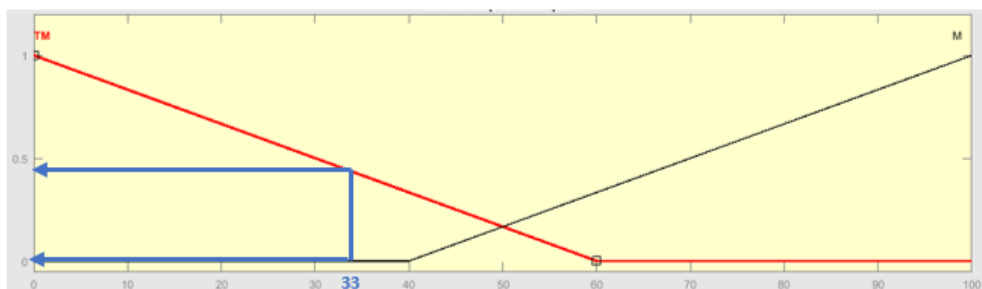


Gambar 4.47 Input Pengukuran dengan nilai 52 %

$$\mu_{\text{Tidak Memenuhi K3 [52]}} = 0$$

$$\mu_{\text{Memenuhi K3 [52]}} = (52 - 40) / (100 - 40) = 0,2$$

d. Variabel input Perhitungan dengan nilai 33 %.

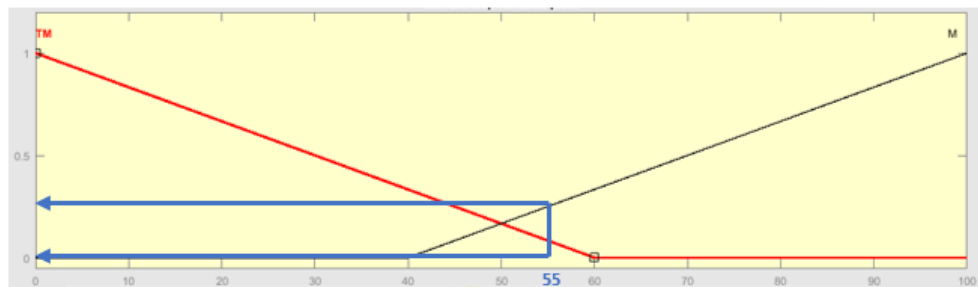


Gambar 4.48 Input Pengukuran dengan nilai 100 %

$$\mu \text{ Tidak Memenuhi K3 [33]} = (60 - 33) / (60 - 0) = 0,45$$

$$\mu \text{ Memenuhi K3 [33]} = 0$$

e. Variabel input Pengetesan dengan nilai 55 %.



Gambar 4.49 Input Pengetesan dengan nilai 55 %

$$\mu \text{ Tidak Memenuhi K3 [55]} = 0$$

$$\mu \text{ Memenuhi K3 [55]} = (55 - 40) / (100 - 40) = 0,25$$

2. Fuzzy Rule Base dan Inference Engine

Berdasarkan hasil pembentukan nilai himpunan fuzzy di atas, maka aplikasi fungsi implikasinya didapat dengan cara memilih derajat keanggotaan minimum (Metode *Min*) dari nilai-nilai yang telah didapatkan dari antisenden. Fungsi MIN bertujuan untuk mencari nilai α -predikat dari semua aturan.

Fuzzy Inference Engine digunakan untuk mengevaluasi dan menginterpretasikan semua *rules* secara simultan untuk menghasilkan kesimpulan. *Fuzzy Inference Engine* menggunakan lima masukan untuk menghasilkan satu output seperti sebagai berikut:

$$[R1]\alpha_1 = \min (\mu \text{ Dokumen Administrasi [0,45]}; (\mu \text{ Penilaian [0,46]}; (\mu \text{ Pengukuran [0]}; (\mu \text{ Perhitungan [0,45]}; (\mu \text{ Pengetesan [0]).$$

$$[R6]\alpha_6 = \min (\mu \text{ Dokumen Administrasi [0,45]}; (\mu \text{ Penilaian [0,46]}; (\mu \text{ Pengukuran [0,2]}; (\mu \text{ Perhitungan [0,45]}; (\mu \text{ Pengetesan [0,25]).$$

$$[R\dots]\alpha\dots = \min (\mu \text{ Dokumen Administrasi [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Penilaian [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu \text{ Pengukuran [TIDAK MEMENUHI]}; (\mu$$

Perhitungan [TIDAK MEMENUHI] ; (μ Pengetesan [TIDAK MEMENUHI]).

[R32] α 32 = min (μ Dokumen Administrasi [0]); (μ Penilaian [0]); (μ Pengukuran [0,2]); (μ Perhitungan [0]) ; (μ Pengetesan [0,25]).

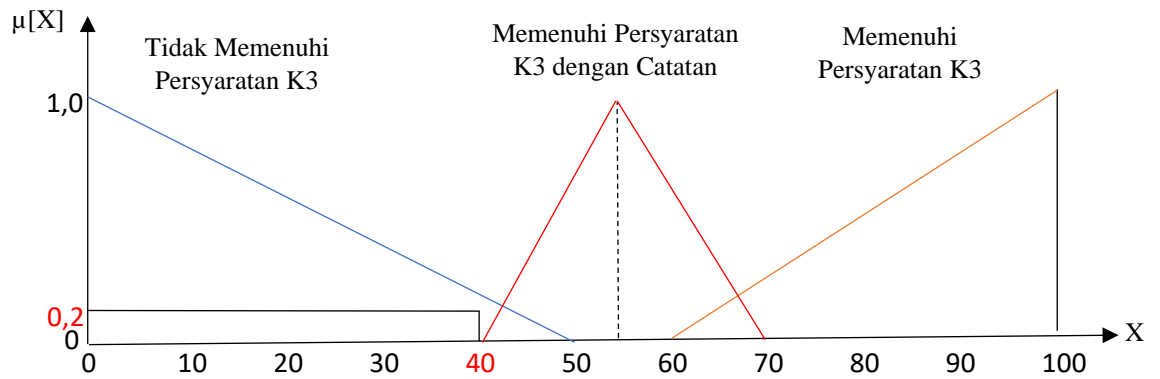
Tabel 4.13 Hasil *Fuzzy Inference Engine* pada Pabrik Y

No		Penilaian Dok. Adm		Penilaian		Pengukuran		Perhitungan		Pengetesan	MIN (α)		Hasil (x)
1	IF	0,45	AND	0,46	AND	0	AND	0,45	AND	0	0	THEN	0
2	IF	0,45	AND	0,46	AND	0	AND	0,45	AND	0,25	0	THEN	0
3	IF	0,45	AND	0,46	AND	0	AND	0	AND	0	0	THEN	0
4	IF	0,45	AND	0,46	AND	0	AND	0	AND	0,25	0	THEN	0
5	IF	0,45	AND	0,46	AND	0,2	AND	0,45	AND	0	0	THEN	0
6	IF	0,45	AND	0,46	AND	0,2	AND	0,45	AND	0,25	0,2	THEN	40
7	IF	0,45	AND	0,46	AND	0,2	AND	0	AND	0	0	THEN	0
8	IF	0,45	AND	0,46	AND	0,2	AND	0	AND	0,25	0	THEN	0
9	IF	0,45	AND	0	AND	0	AND	0,45	AND	0	0	THEN	0
10	IF	0,45	AND	0	AND	0	AND	0,45	AND	0,25	0	THEN	0
11	IF	0,45	AND	0	AND	0	AND	0	AND	0	0	THEN	0
12	IF	0,45	AND	0	AND	0	AND	0	AND	0,25	0	THEN	0
13	IF	0,45	AND	0	AND	0,2	AND	0,45	AND	0	0	THEN	0
14	IF	0,45	AND	0	AND	0,2	AND	0,45	AND	0,25	0	THEN	0
15	IF	0,45	AND	0	AND	0,2	AND	0	AND	0	0	THEN	0
16	IF	0,45	AND	0	AND	0,2	AND	0	AND	0,25	0	THEN	0
17	IF	0	AND	0,46	AND	0	AND	0,45	AND	0	0	THEN	0
18	IF	0	AND	0,46	AND	0	AND	0,45	AND	0,25	0	THEN	0
19	IF	0	AND	0,46	AND	0	AND	0	AND	0	0	THEN	0
20	IF	0	AND	0,46	AND	0	AND	0	AND	0,25	0	THEN	0
21	IF	0	AND	0,46	AND	0,2	AND	0,45	AND	0	0	THEN	0
22	IF	0	AND	0,46	AND	0,2	AND	0,45	AND	0,25	0	THEN	0
23	IF	0	AND	0,46	AND	0,2	AND	0	AND	0	0	THEN	0
24	IF	0	AND	0,46	AND	0,2	AND	0	AND	0,25	0	THEN	0
25	IF	0	AND	0	AND	0	AND	0,45	AND	0	0	THEN	0
26	IF	0	AND	0	AND	0	AND	0,45	AND	0,25	0	THEN	0
27	IF	0	AND	0	AND	0	AND	0	AND	0	0	THEN	0
28	IF	0	AND	0	AND	0	AND	0	AND	0,25	0	THEN	0
29	IF	0	AND	0	AND	0,2	AND	0,45	AND	0	0	THEN	0
30	IF	0	AND	0	AND	0,2	AND	0,45	AND	0,25	0	THEN	0
31	IF	0	AND	0	AND	0,2	AND	0	AND	0	0	THEN	0
32	IF	0	AND	0	AND	0,2	AND	0	AND	0,25	0	THEN	0

Setelah didapatkan nilai MIN dari tiap – tiap *rule* maka selanjutnya mencari nilai MAX dari *rule* 1 sampai 32. Pada *rules* 1 sampai 32 didapat nilai MAX 0,2 pada *rule* 6 dengan hasil Tidak Memenuhi K3. Selanjutnya dilakukan perhitungan sesuai *fuzzyfikasi* output kesimpulan akhir sebagai berikut :

Tidak Memenuhi Persyaratan K3 [0,2] = $50-x / (50-0)$

$$x = 50 - 0,2 (50) = 40$$



Gambar 4.50 Kurva Hasil Output Kesimpulan Akhir Pabrik Y

3. Penegasan (*defuzzyfikasi*)

Pada tahap keempat atau defuzzifikasi himpunan fuzzy ditransformasikan menjadi himpunan tegas (*crisp*). Pada penelitian ini metode defuzzifikasi pada komposisi aturan logika fuzzy Sugeno dilakukan dengan menggunakan metode centroid. Metode ini mengambil nilai rata-rata dengan menggunakan pembobotan berupa derajat keanggotaan:

$$x = \frac{(\alpha_1 * x_1) + (\alpha_2 * x_2) + (\alpha_3 * x_3)}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3}$$

$$x = \frac{(0,2 * 40)}{0,2} = 40$$

Dengan demikian pengujian aplikasi pada sistem pemanfaatan listrik tempat kerja Pabrik Y menghasilkan kesimpulan **Tidak Memenuhi Persyaratan K3** dengan nilai keluaran 40 %.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem Informasi Pemeriksaan dan Pengujian K3 Listrik dengan mengacu kepada Standar Nasional Indonesia (SNI), *International Electrotechnical Commission (IEC)*, *The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)* dan *American National Standards Institute - International Electrical Testing Association (ANSI-NETA)* telah dibuat dan dikembangkan serta berdasarkan pengujian fungsi dan aplikasi dapat berjalan dengan baik.
2. Dari hasil pengembangan dan pengujian sistem yang dibuat (*software*) dengan penerapan algoritma logika fuzzy pada proses pemeriksaan dan pengujian K3 listrik didapatkan efektifitas dan efisiensi proses pengambilan keputusan lebih cepat dan akurat dibandingkan dengan pemeriksaan dan pengujian konvensional yang memakan waktu lebih dari satu bulan.
3. Software sistem informasi pemeriksaan dan pengujian K3 listrik dapat digunakan dan direkomendasikan untuk pemeriksaan dan pengujian K3 listrik di Indonesia.

5.2. Saran

Pada penyusunan Tesis ini terdapat beberapa hal yang perlu disempurnakan. Adapun saran-saran yang disampaikan dalam penyusunan Tesis ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem informasi pemeriksaan dan pengujian K3 listrik berbasis Logika fuzzy baru dapat diterapkan di bagian distribusi dan pemanfaatan listrik di tempat kerja, perlu dikembangkan di bagian pembangkitan dan transmisi Listrik.
2. Untuk peningkatan akurasi hasil, perancangan sistem informasi pemeriksaan dan pengujian K3 Listrik dapat dikembangkan dengan Logika Fuzzy metode SAW dan AHP.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi RI. 2005. *Himpunan Peraturan Perundangan Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Jakarta: PortalK3. Com. Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi RI .
- [2] Koswara A.K. ; & Daryanto I.A. 2016. *Analisis Pengujian Transformator Daya Distribusi Daya 160 KVA-Tegangan 20 KV/400 V - 4,6 A/231 A*. Jakarta: Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma.
- [3] Suropto. 2016. *Pengujian Karakteristik Minyak Transformator Gedung 72 Batan Serpong*. Jurnal PRIMA, Volume 13, Nomor 2. Tangerang Selatan: Pusat Rekayasa Fasilitas Nuklir-BATAN.
- [4] Fadillah, A. 2016. *Analisis Hasil Pengujian Switcgear pada Sistem Kelistrikan Gedung Reaktor Serbaguna Gasiwabessy*. Paper yang dipresentasikan pada Seminar Keselamatan Nuklir. Jakarta: Badan Pengawas Tenaga Nuklir.
- [5] Julianto, Edy. 2000. *Studi Pengaruh Ketidakseimbangan Pembebanan Transformator Distribusi 20 KV PT. PLN (Persero) Cabang Pontianak*. Jayapura: Universitas Tanjungpura.
- [6] Zulkarnain, I. 2009. *Analisis Pengaruh Harmonisa Terhadap Arus Netral, Rugi-Rugi dan Penurunan Kapasitas Pada Transformator Distribusi*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- [7] Wahyu K, A; & Widodo, H.A.; & Setiyoko, A.S. 2011. *Analisis Bahaya Listrik Berdasarkan PUIL 2011 dan Pengujian Infrared Thermography pada Panel di PPNS. Proceeding 2nd Conference on Safety Engineering and Its Application*. Surabaya: Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- [8] Kelompok Kerja Standar Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik dan Pusat Penelitian Sains dan Teknologi Universitas Indonesia. 2010. *Buku 1 Kriteria Disain Enjinerig Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik*. Jakarta: PT. PLN (Persero).
- [9] Ali, M. 2016. *Pelatihan Power Generator And Voltage Regulator*. Diklat Tidak Terpublikasi. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- [10] Subagyo, H. 2018. *Sistem & Konstruksi Transmisi Tenaga Listrik di Indonesia*. Surabaya: Heru Subagyo.
- [11] Kelompok Kerja Standar Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik dan Pusat Penelitian Sains dan Teknologi Universitas Indonesia. 2010. *Buku 4*

Standar Konstruksi Gardu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik.
Jakarta: PT. PLN (Persero).

- [12] Anonim. 2011. *Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2011)*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [13] Cadick, John; & Capelli-Schellpfeffer, M; & Neitzel, D. 2006. *Electrical Safety Handbook Third Edition*. USA: Mcgraw-Hill.
- [14] Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia. 2015. *Peraturan Menteri Ketenagakerjaan RI Nomor 12 Tahun 2015 tentang Keselamatan dan Kesehatan Listrik di Tempat Kerja*. Jakarta: Kementerian Ketenagakerjaan RI.
- [15] Sudrajat. 2008. *Dasar-Dasar Fuzzy Logic*. Bandung: Universitas Padjajaran.
- [16] Ross. T.J. 2010. *Fuzzy Logic With Engineering Application*. USA: A John Wiley and Sons, Ltd., Publication.
- [17] Rahakbauw, D.L. 2015. *Penerapan Logika Fuzzy Metode Sugeno untuk Menentukan Jumlah Produksi Roti Berdasarkan Data Persediaan dan Jumlah Permintaan (Studi Kasus: Pabrik Roti Sarinda Ambon)*. Ambon: Universitas Pattimura.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Checklist dan Nilai Rujukan dari Validasi Standar Kelistrikan di Sistem Distribusi Listrik

A. Pemeriksaan Dokumen Administrasi

NO	OBJEK	STANDAR	NILAI VALIDASI STANDAR KELISTRIKAN
1.	Gambar Situasi	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Tersedia dengan baik untuk keselamatan dalam kegiatan pemasangan, pemeliharaan dan penggunaan
2.	Gambar diagram garis tunggal (SLD) lengkap dengan besaran nominalnya	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Tersedia dengan baik dan terpasang di Panel Hubung Bagi (PHB) untuk keselamatan dalam kegiatan pemasangan, pemeliharaan dan penggunaan
3.	Gambar Instalasi / diagram pengawatan	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Tersedia dengan baik untuk keselamatan dalam kegiatan pemasangan, pemeliharaan dan penggunaan
4.	Sertifikat pabrik pembuat	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Tersedia dengan baik untuk keselamatan perlengkapan dan peralatan listrik
5.	Buku manual	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Tersedia dengan baik untuk keselamatan perlengkapan dan peralatan listrik
6.	Buku pemeliharaan & operasi	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Tersedia dengan baik untuk keselamatan perlengkapan dan peralatan listrik
7.	Rambu peringatan, rambu larangan, rambu kewajiban	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Terpasang dengan jelas dan kuat di Ruang Listrik untuk perlindungan personel dan orang lain di tempat kerja

B. Penilaian

NO	OBJEK	STANDAR	NILAI VALIDASI STANDAR KELISTRIKAN
Fisik Transformator			
1.	Data pelat nama peralatan dengan gambar dan spesifikasi Trafo Distribusi	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Terpasang kuat dan terbaca jelas di badan trafo untuk mengidentifikasi dengan benar spesifikasi trafo
2.	Kebersihan fisik transformator	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Bersih dan bebas dari kotoran, debu, sawang dan karbon yang terbentuk
Bushing Transformator			
3.	Kebersihan fisik bushing	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Bersih dan bebas dari kotoran, debu, sawang dan karbon yang terbentuk

4.	Kekencangan mur baut klem terminal utama	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Harus kencang supaya tahanan kontak bagus dan terhindar dari gangguan suara (<i>noise</i>)
5.	Kebocoran gasket/seal	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Gasket/seal tidak bocor agar minyak trafo tidak terkontaminasi
6.	Kesesuaian spark gap bushing primer	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Jarak sela rod gap arrester minimal 23 cm untuk mencegah bunga api bergerak ke arah isolator
7.	Kesesuaian Spark gap bushing skunder	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Jarak sela rod gap arrester minimal 23 cm untuk mencegah bunga api bergerak ke arah isolator
Sistem Pendingin Transformator			
8.	Kebersihan sirip-sirip radiator	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Bersih dan bebas dari kotoran, debu, sawang dan karbon yang terbentuk
9.	Kebocoran minyak trafo	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Tidak bocor karena akan mempengaruhi kekuatan isolasi minyak trafo dan menjadikan lantai basah dan licin
10.	Level minyak trafo	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Sesuai dengan batas minimum untuk memastikan isi dan kualitas minyak trafo baik
11.	Kondisi minyak trafo	SNI; IEEE; ANSI-NETA IEC: 422	Jernih, warna kuning pucat, bebas dari material uap air, dan kontaminan lainnya untuk memastikan kualitas minyak trafo baik
		Baik Cukup Tidak baik	
12.	Temperature rise (kenaikan suhu) minyak trafo	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	$\leq 60^{\circ}\text{C}$ agar kekuatan isolasi minyak trafo baik
13.	Temperature rise (kenaikan suhu) winding	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	$\leq 65^{\circ}\text{C}$ agar tidak banyak energi panas yang terbuang
Alat Pernafasan (breather) Transformator			
14.	Level konservator main tank	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Sesuai dengan batas maksimum untuk memastikan isi dan kualitas minyak trafo baik
15.	Level konservator tap changer	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Sesuai batas yang ditentukan
16.	Warna silica gel	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Biru atau warna asli tidak berubah mengindikasikan bahwa kondisi silica gel masih baik
Instalasi Penumaian Gardu Transformator			
17.	Penghantar penanahan pada titik netral primer / skunder trafo	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Terpasang baik, kuat dan kokoh menggunakan $BC \geq 35 \text{ mm}^2$ untuk meniadakan ketidakstabilan tegangan.

18.	Penghantar pentanahan pada Panel PHB TM (Kubikel) dan rak kabel TM-TR	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Terpasang baik, kuat dan kokoh menggunakan BC $\geq 16 \text{ mm}^2$ untuk meniadakan tegangan dan arus kejut
19.	Penghantar pentanahan pada BKT Instalasi (Badan trafo, Panel PHB TR, Rak PHB TR)	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Terpasang baik, kuat dan kokoh menggunakan BC $\geq 35 \text{ mm}^2$ untuk meniadakan tegangan dan arus kejut
20.	Kawat pentanahan pada BKE Instalasi (pintu gardu, pintu besi, pagar)	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Terpasang baik, kuat dan kokoh menggunakan BC $\geq 16 \text{ mm}^2$ untuk meniadakan tegangan dan arus kejut
21.	Penghantar pentanahan pada Arrester	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Terpasang baik, kuat dan kokoh menggunakan BC $\geq 50 \text{ mm}^2$ untuk meniadakan tegangan dan arus kejut
22.	Kekencangan mur baut terminal pentanahan	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Terpasang baik, kencang dan mempunyai tahanan kontak bagus, tidak gangguan suara (<i>noise</i>)
23.	Ikatan ekuipotential pada gardu kontruksi dalam	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Terpasang baik, kuat dan kokoh menggunakan pelat tembaga 2 mm x 20 mm
Konstruksi/Struktur Mekanik Transformator			
24.	Kondisi konstruksi bangunan, pondasi dan baut pengikat	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Baik, kuat dan kokoh, tidak ada gangguan suara (<i>noise</i>)
25.	Kebersihan lingkungan gardu	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Bersih, bebas debu dan tidak licin sehingga tidak membahayakan personel
26.	Sirkulasi udara	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Baik, tidak lembab, tidak panas
27.	Penerangan	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	$\geq 100 \text{ lux}$ agar penglihatan personel dapat maksimal
28.	Pembatas/halang rintang	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Terpasang dengan kuat dan aman dari potensi bahaya shock
29.	Tanda Peringatan/Rambu K3	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Terpasang dan terbaca dengan jelas
Fire Protection			
30.	Alarm kebakaran	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Terpasang Audible alarm untuk memperingatkan adanya bahaya kebakaran
31.	Fire detector	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Terpasang flame detector dan berfungsi normal untuk mendeteksi adanya bahaya kebakaran
32.	APAR	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Terpasang APAR jenis kering minimal 5 kg untuk pemadaman awal kebakaran
Kubikel TM / Switchgear			
33.	Rated voltage	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Dapat menahan tegangan hingga 24 KV

34.	Rated frequency	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Dipergunakan untuk frekuensi 50 Hz
35.	Rated power freq withstand voltage	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Batas tegangan maksimum yang boleh masuk ke switchgear 38 KV
36.	Rated Short-time Current	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Rating arus hubung singkat ≥ 25 KA 3secs
37.	Busbar Circuit Rating	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	KHA Busbar sesuai =minimal 125 % x arus beban penuh (If1)
38.	Incomer/Feeder Circuit Ratings	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	KHA penghantar incomer sesuai = minimal 125 % x arus beban penuh (If1)
39.	Degree of protection	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Minimal kedap debu ukuran diameter $\geq 2,5$ mm dan kedap air ukuran tetesan air (miring 15°)
40.	Kawat Pentanahan	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Terpasang baik, kuat dan kokoh menggunakan Cu ≥ 35 mm ² untuk meniadakan tegangan dan arus kejut
PMT (Pemutus Tenaga), PMB (Pemutus Beban), PMS (Pemisah)			
41.	Kondisi fisik	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Bersih dan bebas dari kotoran, debu, sawang dan karbon yang terbentuk
42.	Label	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Terpasang kuat dan terbaca jelas di badan kubikel untuk mengidentifikasi dengan benar spesifikasi PMT
43.	Kontak pemisah	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Bersih dan bebas dari kotoran, debu, sawang dan karbon yang terbentuk
44.	Relay	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Bersih dan bebas dari kotoran, debu, sawang dan karbon yang terbentuk
45.	Kawat pentanahan	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Terpasang baik, kuat dan kokoh menggunakan Cu ≥ 35 mm ² untuk meniadakan tegangan dan arus kejut
Trafo Arus, Trafo Tegangan			
46.	Kondisi fisik	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Bersih dan bebas dari kotoran, debu, sawang dan karbon yang terbentuk
47.	Kawat pentanahan	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Terpasang baik, kuat dan kokoh menggunakan Cu ≥ 35 mm ² untuk meniadakan tegangan dan arus kejut
Relay Proteksi			
48.	Kondisi fisik Over Current Relay (OCR), Ground Fault Relay (GFR), Under Voltage Relay (UVR), Over Voltage Relay (OVR) dll	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Bersih dan bebas dari kotoran, debu, sawang dan karbon yang terbentuk

Alat Ukur (Metering)			
49.	Kondisi fisik Ampere meter, Volt meter, Watt meter, VAR meter, KWH meter, Cos phi meter dan Frequency meter	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Terpasang baik, kokoh, bersih dan bebas dari kotoran, debu, sawang dan karbon yang terbentuk
50.	Unjuk kerja Ampere meter, Volt meter, Watt meter, VAR meter, KWH meter, Cos phi meter dan Frequency meter	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Berfungsi normal, menunjuk dengan baik, terkalibrasi

C. Pengukuran

NO	OBYEK	STANDAR	NILAI VALIDASI STANDAR KELISTRIKAN
1.	Pengukuran Arus Fasa R (Ir); Arus Fasa S (Is); Arus Fasa T (It) bagian Skunder Trafo Distribusi;	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Terukur merata agar tidak menyebabkan panas berlebih pada salah satu penghantar fasa yang berakibat berkurangnya kualitas tahanan isolasi
2.	Pengukuran Arus Penghantar Netral (In) bagian Skunder Trafo Distribusi;	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Arus netral harus kecil untuk mengurangi rugi-rugi daya
3.	Pengukuran Arus Penghantar PE (Ipe) bagian Skunder Trafo Distribusi;	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Arus pengantar PE harus kecil untuk mengurangi rugi-rugi daya.
4.	Pengukuran tegangan bagian skunder Trafo Distribusi. a. Phase-Phase b. Phase-Netral	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Nilai tegangan terukur 400/230 V dengan toleransi +5 % dan -10 %: a. 360 - 420 V b. 207 - 241,5 V untuk mengendalikan bahaya under voltage dan over voltage
5.	Pengukuran Frekuensi Phase-Phase dan Phase-Netral bagian skunder Trafo Distribusi.	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Nilai frekuensi terukur 49,5 - 50,5 Hz untuk mengendalikan bahaya under voltage dan over voltage
6.	Pengukuran tahanan pentanahan gardu distribusi: a. titik netral sisi sekunder trafo b. bagian konduktif terbuka instalasi gardu (bodi trafo dll) c. bagian konduktif ekstra instalasi gardu (pintu, pagar dll) d. pembumian Lightning Arrester (LA)	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Nilai tahanan pentanahan pada gardu distribusi: a. $\leq 1 \Omega$ untuk kestabilan tegangan b. $\leq 5 \Omega$ untuk perlindungan sentuh tidak langsung c. $\leq 5 \Omega$ untuk perlindungan sentuh tidak langsung d. $\leq 5 \Omega$ untuk melindungi kerusakan peralatan dan mencegah bahaya step voltage

7.	Pengukuran Tahanan Isolasi Kabel bagian Skunder trafo: a. Phasa-Phasa, b. Phasa-Netral c. Phasa-PE	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA SNI/IEC : 2000 Ω /V+1 M Ω	Standar tahanan isolasi kabel di tempat kerja 2000 Ω /Volt + 1 M Ω : a. Phasa-Phasa \geq 1,80 M Ω b. Phasa-Netral \geq 1,46 M Ω c. Phasa-PE \geq 1,46 M Ω untuk mengendalikan potensi bahaya short circuit, arc dan blast.
8.	Pengukuran Tahanan Isolasi (TI) Belitan Trafo: - High-Voltage winding to Low-Voltage Winding and earth - Low-Voltage winding to High-Voltage Winding and earth - High-Voltage winding to Low-Voltage Winding - High-Voltage winding to earth - Low-Voltage winding to earth	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA Trafo \geq 5 KV a. Liquid Filled b. Dry	Tahanan isolasi belitan trafo: a. Trafo berpendingin minyak \geq 5 M Ω b. Trafo kering \geq 25 M Ω Untuk mengendalikan potensi bahaya short circuit, arc dan blast
9.	Pengukuran Tahanan Isolasi (TI) Electrical Apparatus and systems : - PMT / CB - PMB / LBS - PMS / DS - Trafo Arus - Trafo Tegangan	SNI; IEC; IEEE : ANSI-NETA : Nominal Rating: a. 15 KV b. 25 KV c. \geq 34,5 KV	Tahanan isolasi Electrical Apparatus and systems : a. \geq 5 M Ω untuk rating tegangan 15 KV b. \geq 20 M Ω untuk rating tegangan 25 KV c. \geq 100 M Ω untuk rating tegangan \geq 34,5 KV Untuk mengendalikan potensi bahaya shock sentuh langsung dan arc.
10.	Pengukuran kondisi insulasi Polaritas Index (PI) atau Dielectric Absorbtion Ratio (DAR) Belitan Trafo: a. PI = R10-minute insulation / R1-minute insulation b. DAR = R1-minute insulation / R1-30second insulation	SNI; IEC; ANSI-NETA : IEEE: P43-2000 a. PI b. DAR	Kondisi insulasi belitan Trafo: a. Nilai pengukuran Polaritas Index (PI) belitan trafo \geq 2 b. Nilai pengukuran Dielectric Absorbtion Ratio (DAR) Belitan Trafo \geq 1,25 Untuk perlindungan potensi bahaya short circuit, arc dan blast akibat tegangan lebih
11.	Pengukuran tegangan tembus minyak trafo / BDV (<i>Break Down Voltage</i>) Oil Test a. Minyak baru sebelum diolah b. Minyak yang telah diolah c. Minyak yang telah digunakan	SNI; IEEE; ANSI-NETA : IEC: 156	Nilai tegangan tembus minyak trafo / BDV (<i>Break Down Voltage</i>) Oil Test: a. \geq 30 Kv/2,5 mm untuk minyak baru sebelum diolah b. \geq 50 KV/2,5 untuk minyak yang telah difilter c. \geq 30 KV/2,5 mm untuk minyak yang telah digunakan Untuk mengendalikan bahaya <i>arc fire</i> dan <i>blast</i>
12.	Pengukuran tahanan kontak (Micro Ohm Test): - PMT / CB	IEC; IEEE; ANSI-NETA:	Nilai tahanan kontak \leq 100 $\mu\Omega$ untuk memastikan sambungan kuat secara elektris dan

	- PMB / LBS - PMS / DS	SNI/SPLN:	memproteksi bahaya arc fire dan blast
13.	Pengukuran suhu(panas) penghantar: a. Kabel udara berisolasi XLPE b. Kabel Tanah berisolasi PVC	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Suhu (panas) penghantar: a. Kabel udara berisolasi XLPE $\leq 90^{\circ} \text{C}$ b. Kabel udara berisolasi PVC $\leq 65^{\circ} \text{C}$ Untuk mengendalikan bahaya arc fire
14.	Pengukuran rasio tegangan Trafo Distribusi	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Nilai rasio tegangan keluaran bagian primer dan skunder trafo $\pm 0,5 \%$
15.	Konstruksi gardu : a. Pintu b. Tinggi bangunan c. Penempatan PHB-TR d. Jarak kiri kanan PHB-TM terhadap tembok e. Jarak belakang PHB-TM terhadap dinding f. Jarak Badan Transformator terhadap dinding g. Jarak Ruang Tempat Petugas dengan bagian depan h. Jarak batas antara PHB-TM dengan PHB TR i. Jarak batas antara PHB-TM dengan transformator j. Jarak terluar peralatan dengan BKT k. Jarak bagian konduktif dan BKT l. Luas jendela ventilasi	IEEE; ANSI-NETA SNI; IEC:	Memenuhi K3 jika: a. $\geq 120 \text{ cm}$ b. $\geq 3 \text{ m}$ c. Sebelah kiri d. $\geq 1 \text{ m}$ e. $\geq 0,6 \text{ m}$ f. $\geq 0,6 \text{ m}$ g. $\geq 0,75 \text{ m}$ h. $\geq 1 \text{ m}$ i. $\geq 1 \text{ m}$ j. $\geq 0,2 \text{ m}$ k. $\geq 0,6 \text{ m}$ l. $\geq 20 \%$ x luas dinding Untuk perlindungan dari potensi bahaya shock sentuh langsung/tidak langsung dan bahaya induksi elektromagnetik
16.	Pengukuran suhu ambien Gardu Distribusi	SNI; IEC; IEEE, ANSI-NETA :	Nilai suhu ambien gardu $\leq 40^{\circ} \text{C}$ untuk memproteksi potensi bahaya panas berlebih.
17.	Pengukuran suhu ambien Kubikel Tegangan Menengah	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA :	Nilai suhu ambien kubikel tegangan menengah $\leq 35^{\circ} \text{C}$ untuk memproteksi potensi bahaya panas berlebih.
18.	Pengukuran suhu ambien penghantar: a. Konduktor berinsulasi dan kabel udara	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA :	Nilai Suhu ambien penghantar : a. Konduktor berinsulasi dan kabel udara $\leq 35^{\circ} \text{C}$ b. Kabel tanah $\leq 20^{\circ} \text{C}$

	b. Kabel tanah		untuk memproteksi potensi bahaya panas berlebih
19.	Pengukuran intensitas penerangan gardu distribusi	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA :	Intensitas penerangan ruang gardu distribusi ≥ 100 lux untuk perlindungan dari potensi bahaya jatuh, terpeleset dan shock.
20.	Jarak minimum antar bagian yang telanjang: a. Semua bagian konduktif terbuka b. Bagian bervoltase lain dgn polaritas atau fase berbeda c. Bagian bervoltase lain dgn polaritas yg sama.	IEC; IEEE; ANSI-NETA : SNI: PUIL 2011 511.2.9	Jarak minimum antar bagian yang telanjang sesuai ≥ 5 cm + $(2/3$ cm x KV voltase nominalnya), untuk memproteksi dari bahaya arc dan induksi elektromagnetik.

D. Perhitungan

NO	OBYEK	STANDAR	NILAI VALIDASI STANDAR KELISTRIKAN
1.	Perhitungan rating penghantar keluaran Trafo Distribusi	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA :	Rating KHA (Kapasitas Hantar Arus) penghantar keluaran Trafo Distribusi sesuai $\geq 125\%$ x In (arus beban) untuk memproteksi potensi bahaya Arc dan blast.
2.	Perhitungan rating proteksi utama Trafo Distribusi	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA :	Rating proteksi utama Trafo Distribusi sesuai $\leq 100\%$ x Ifl (arus beban penuh trafo) untuk memproteksi potensi bahaya arc fire dan blast.
3.	Perhitungan ketidakseimbangan beban trafo distribusi	SNI, IEC : IEEE: ANSI-NETA:	Prosentase ketidakseimbangan arus (beban) sesuai $\leq 5\%$ untuk mengendalikan potensi bahaya panas berlebih dan rugi-rugi daya
4.	Perhitungan ketidakseimbangan tegangan keluaran trafo distribusi	SNI, IEC : IEEE: ANSI-NETA:	Prosentase ketidakseimbangan tegangan keluaran trafo distribusi $\leq 1\%$ untuk mengendalikan potensi bahaya panas berlebih dan peledakan (blast)
5.	Perhitungan prosentase pemakaian trafo	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA :	Prosentase pemakaian trafo distribusi sesuai $\leq 80\%$ dari kapasitas trafo untuk mengendalikan dari potensi bahaya arc fire dan blast

E. Pengetesan

NO	OBYEK	STANDAR	NILAI VALIDASI STANDAR KELISTRIKAN
1.	Pengetesan alat proteksi utama Trafo Distribusi	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA :	Berfungsi normal
2.	Uji trip tegangan jatuh	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA :	Berfungsi normal
3.	Pengetesan Rele Proteksi	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA :	Berfungsi normal
4.	Pengetesan saklar (PMT, PMB, PMS)	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA :	Berfungsi normal



Lampiran 2. Checklist dan Nilai Rujukan dari Validasi Standar Kelistrikan di Sistem Pemanfaatan Listrik

A. Pemeriksaan Dokumen Administrasi

NO	OBJEK	STANDAR	NILAI VALIDASI STANDAR KELISTRIKAN
1.	Gambar situasi	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Tersedia dengan baik untuk keselamatan dalam kegiatan pemasangan, pemeliharaan dan penggunaan
2.	Gambar diagram garis tunggal (SLD) lengkap dengan besaran nominalnya	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Tersedia dengan baik dan terpasang di Panel Hubung Bagi (PHB) untuk keselamatan dalam kegiatan pemasangan, pemeliharaan dan penggunaan
3.	Gambar instalasi / diagram pengawatan	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Tersedia dengan baik untuk keselamatan dalam kegiatan pemasangan, pemeliharaan dan penggunaan
4.	Perhitungan rekapitulasi daya	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Tersedia dengan baik untuk memastikan terdistribusinya beban dengan merata
5.	Sertifikat pabrik pembuat	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Tersedia dengan baik untuk keselamatan perlengkapan dan peralatan listrik
6.	Perhitungan arus hubung singkat	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Tersedia dengan baik untuk pengendalian potensi bahaya arc dan blast
7.	Spesifikasi teknis peralatan dan perlengkapan listrik.	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Tersedia dengan baik untuk keselamatan perlengkapan dan peralatan listrik
8.	Buku pemeliharaan & operasi	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Tersedia dengan baik untuk keselamatan kegiatan pemasangan, pemeliharaan dan penggunaan
9.	Rambu peringatan, rambu larangan, rambu kewajiban	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Terpasang dengan jelas dan kuat di pintu bagian luar PHB dan di Ruang Listrik untuk perlindungan personel dan orang lain di tempat kerja

B. Penilaian

NO	OBJEK	STANDART	NILAI VALIDASI STANDAR KELISTRIKAN
1.	Konstruksi unit Perangkat Hubung Bagi (LVMDP)	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Konstruksi kuat, kokoh, terbuat dari bahan yang tahan api minimal 1 jam
2.	Dudukan dan penempatan	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Kuat dan kokoh, tidak ada gangguan suara (<i>noise</i>) dan bebas air
3.	Area klasifikasi	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Zone 2, Bebas dari bahan yang mudah terbakar dan meledak

4.	Lampu indikator phase pada panel	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Tersedia dan berfungsi normal
5.	Instrumen ukur atau metering berupa ampere meter, volt Meter, frekuensi meter dan lainnya pada panel	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Berfungsi normal, menunjuk dengan baik, terkalibrasi
6.	Nama/label dan nama perusahaan instalatir pada pintu panel	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Terpasang dan terbaca dengan jelas
7.	Tanda bahaya pada pintu panel	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Terpasang dan terbaca dengan jelas
8.	Selector Switch dan kunci pintu panel	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Tersedia dan berfungsi normal
9.	Kerapian pemasangan penghantar / kabel	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Terpasang rapi untuk memudahkan dalam pemeliharaan
10.	Terminal kabel dilengkapi dengan pelindung kabel / soket /sepatu kabel	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Terpasang dengan baik dan kuat
11.	Identitas warna kabel a. Konduktor proteksi, pembumian dan konduktor yang terhubung ke ikatan potensial b. Konduktor netral dan kawat tengah c. Konduktor phase	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA SNI: 134.1.10	Identitas warna kabel: a. Loreng hijau kuning b. Biru c. R:Merah S:Kuning T:Hitam atau R:Abu-abu S:Coklat T:Hitam Untuk keselamatan personel dalam kegiatan pemasangan dan pemeliharaan
12.	Busbar & perlengkapan yang terpasang bersih tanpa kotoran dan debu	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Bersih dan bebas dari kotoran, debu, sawang dan karbon yang terbentuk
13.	Busbar terisolasi dengan kuat	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Tersiolasi dengan kuat
14.	Penandaan busbar phasa dan netral	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Penandaan busbar: Netral:Biru Phase: R:Merah S:Kuning T:Hitam atau R:Abu-abu S:Coklat T:Hitam Untuk keselamatan personel dalam kegiatan pemasangan dan pemeliharaan
15.	Semua alat proteksi dapat diganti dengan aman tanpa bahaya listrik	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Alat proteksi dapat diganti dengan aman tanpa membahayakan personel
16.	Semua peralatan & terminal diberi kode dan nama indikasi (labeling)	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Terpasang kuat dan terbaca jelas di badan untuk mengidentifikasi dengan benar

17.	Polaritas	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Pemasangan bagian netral disebelah kanan atau berada dibawah pada KK (kotak kontak) dan berada di ulir luar untuk fitting lampu
18.	Sistem pembumian	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Sesuai sistem TT,TNC,TNS, TN-CS, atau IT
19.	Pemasangan kabel pembumian	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Terpasang baik, kuat dan kokoh
20.	Pemasangan kabel bonding pada pintu panel	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Terpasang baik, kuat dan kokoh
21.	Fasilitas keselamatan dan tanda bahaya: a. Rambu peringatan b. Rambu larangan c. Rambu kewajiban	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Terpasang dengan jelas dan kuat
22.	Pemasangan kotak kontak tanpa pengaman	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Tinggi sesuai 125 cm dari dasar lantai untuk keselamatan manusia
23.	Semua perlengkapan instalasi listrik terdapat tanda uji keselamatan	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Terdapat tanda uji keselamatan antara lain SNI, LMK, SPLN atau lainnya untuk keselamatan personel dan perlengkapan/peralatan listrik
24.	Pemeriksaan data pemutus daya: a. Tipe/Nomor Seri b. Rating Arus c. Rating Tegangan d. Rating Arus Pemutusan	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Sesuai dokumen rencana (gambar listrik) untuk pengendalian potensi bahaya arc fire dan blast
25.	Perlindungan terhadap kejutan listrik & benda asing: a. Bagian aktif diinsulasi b. Pemasangan Selungkup c. Pemasangan penghalang rintang d. Tanda jarak aman bekerja (safety line)	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Perlindungan terhadap kejutan listrik & benda asing antara lain: a. Bagian aktif diinsulasi dengan baik. b. Pemasangan selungkup dengan kondisi baik c. Pemasangan penghalang rintang dengan kondisi baik d. Jarak aman bekerja (safety line) sesuai ≥ 50 cm Untuk pengendalian potensi bahaya shock.
26.	Penilaian rating ELCB: a. Perlindungan dari shock. b. Perlindungan dari kebakaran dan peledakan	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Rating ELCB: a. Perlindungan dari bahaya shock 30 mA b. Perlindungan dari kebakaran dan peledakan 300 mA

C. Pengukuran

NO	OBJEK	STANDART	NILAI VALIDASI STANDAR KELISTRIKAN
1.	Pengukuran Arus Phasa R (Ir); Arus Phasa S (Is); Arus Phasa T (It) Panel Utama;	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Terukur merata agar tidak menyebabkan panas berlebih pada salah satu penghantar fasa yang berakibat berkurangnya kualitas tahanan isolasi
2.	Pengukuran Arus Penghantar Netral (In) Panel Utama;	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Arus netral harus kecil untuk mengurangi rugi-rugi daya
3.	Pengukuran Arus Penghantar PE (Ipe) Panel Utama;	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Arus pengantar PE harus kecil untuk mengurangi rugi-rugi daya
4.	Pengukuran Tegangan Panel Utama: a. Phase-Phase b. Phase-Netral, Phase-PE	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Nilai tegangan terukur 400/230 V dengan toleransi +5 % dan -10 %: a. 360 - 420 V b. 207 - 241,5 V untuk mengendalikan bahaya under voltage dan over voltage
5.	Pengukuran Frekuensi Phase-Phase dan Phase-Netral bagian skunder Trafo Distribusi.	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Nilai frekuensi terukur 49,5 - 50,5 Hz untuk mengendalikan bahaya under voltage dan over voltage
6.	Pengukuran Total Harmonic Distortion (THD) Tegangan	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA IEEE:	Nilai Total Harmonic Distortion (THD) Tegangan < 5 % untuk meminimalkan rugi-rugi daya
7.	Pengukuran Total Harmonic Distortion (THD) Arus	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA IEEE:	Nilai Total Harmonic Distortion (THD) Arus < 10 % untuk meminimalkan rugi-rugi daya
8.	Pengukuran Power Faktor dan Cos ϕ	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA SNI:	Nilai Power Faktor dan Cos ϕ sesuai $\geq 0,8$ lag untuk meminimalkan rugi-rugi daya listrik
9.	Pengukuran tahanan isolasi konduktor: a. Phase-Phase b. Phase-Netral c. Phase-Ground	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA SNI/IEC : 2000 Ω /V+1 M Ω	Standar tahanan isolasi kabel di tempat kerja 2000 Ω /Volt + 1 M Ω : a. Phasa-Phasa $\geq 1,80$ M Ω b. Phasa-Netral $\geq 1,46$ M Ω c. Phasa-PE $\geq 1,46$ M Ω Untuk mengendalikan potensi bahaya short circuit, arc dan blast.
10.	Pengukuran tahanan isolasi Circuit Breaker (CB) : - Incoming dengan Outgoing - Incoming dengan Ground - Outgoing dengan Ground	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA SNI/IEC : 2000 Ω /V+1 M Ω	Tahanan isolasi Circuit Breaker (CB) $\geq 1,46$ M Ω : - Incoming dengan Outgoing - Incoming dengan Ground - Outgoing dengan Ground

			Untuk mengendalikan potensi bahaya short circuit, arc dan blast.
11.	Pengukuran tahanan pentanahan Bagian Konduktive Terbuka (BKT) dan Bagian Konduktive Ekstra (BKE)	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Nilai tahanan pentanahan Bagian Konduktive Terbuka (BKT) dan Bagian Konduktive Ekstra (BKE) sesuai $\leq 5 \Omega$ untuk perlindungan potensi bahaya sentuh tidak langsung
12.	Pengukuran tahanan kontak - Cirkut Breaker (CB) - Sambungan penghantar	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Nilai tahanan kontak $\leq 100 \mu\Omega$ untuk memastikan sambungan kuat secara elektrik dan memproteksi bahaya arc fire dan blast.
13.	Pengukuran panas penghantar dan busbar : a. PVC b. XLPE dan EPR c. Busbar	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA SNI: PUIL 2011 523.1 dan 511.6.3	Nilai panas penghantar: a. Kabel udara berisolasi PVC $\leq 70^\circ \text{C}$. b. Kabel udara berisolasi XLPE dan EPR $\leq 90^\circ \text{C}$. c. Busbar $\leq 70^\circ \text{C}$. Untuk menghindari potensi bahaya arc fire
14.	Pengukuran panas terminasi dan sambungan	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Nilai panas terminasi dan sambungan sesuai $\leq 51^\circ \text{C}$ untuk memproteksi potensi bahaya arc fire
15.	Pengukuran suhu ambien : a. Konduktor berinsulasi dan kabel udara b. Kabel tanah c. PHB	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA SNI: PUIL 2011 52.2.1	Nilai suhu ambien : a. Konduktor berinsulasi dan kabel udara $\leq 30^\circ \text{C}$ b. Kabel tanah $\leq 20^\circ \text{C}$ c. PHB $\leq 35^\circ \text{C}$ Untuk memproteksi terjadinya potensi bahaya panas berlebih.
16.	Pengukuran ruang pelayanan dan ruang bebas PHB : a. Sisi depan b. Tinggi c. Jarak dengan Intalasi listrik tanpa dinding pemisah (lorong) d. Pintu ruang khusus PHBK	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA SNI: PUIL 2011 511.2.2	Ruang pelayanan dan ruang bebas PHB: a. $\geq 0,75 \text{ m}$ b. $\geq 2 \text{ m}$ c. $\geq 1,5 \text{ m}$ d. $\geq 2 \text{ m} \times 0,75 \text{ m}$ Untuk perlindungan dari potensi bahaya shock sentuh langsung/tidak langsung dan induksi elektromagnetik.
17.	Pengukuran intensitas penerangan Ruang Listrik	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Intensitas penerangan ruang listrik memenuhi K3 jika $\geq 100 \text{ lux}$ untuk perlindungan dari potensi bahaya jatuh, terpeleset dan shock.

18.	Ukuran minimal konduktor phase: a. Kabel dan konduktor berinsulasi untuk sirkit daya dan pencahayaan b. Kabel dan konduktor berinsulasi untuk sirkit sinyal dan kendali c. Konduktor polos sirkit daya d. Konduktor polos sirkit sinyal dan kendali	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA SNI: 134.1.10	Sesuai: a. $Cu \leq 1,5 \text{ mm}^2$ $Al \leq 2,5 \text{ mm}^2$ b. $Cu \leq 1,5 \text{ mm}^2$ c. $Cu \leq 10 \text{ mm}^2$ $Al \leq 16 \text{ mm}^2$ d. $Cu \leq 4 \text{ mm}^2$ Untuk memproteksi potensi bahaya panas berlebih dan arc
19.	Ukuran minimal konduktor netral: a. Sirkit fase tunggal, dua kawat. b. Konduktor line kurang dari atau sama dengan 16 mm^2 tembaga atau 25 mm^2 alumunium c. Sirkit polifase konduktor fase $>16 \text{ mm}^2$ tembaga atau 25 mm^2 alumunium	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA SNI: PUIL 524.2 dan 524.3	Sesuai : a. Sama dengan phase b. Sama dengan phase c. Dapat lebih kecil dari phase Untuk memproteksi potensi bahaya panas berlebih dan arc
20.	Jarak minimum antar bagian yang telanjang: a. Semua bagian konduktif terbuka b. Bagian bervoltase lain dengan polaritas atau fase berbeda c. Bagian bervoltase lain dengan polaritas yang sama.	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA SNI: PUIL 2011 511.2.9	Jarak minimum antar bagian yang telanjang sesuai $\geq 5,2 \text{ cm}$, untuk memproteksi dari bahaya arc dan induksi elektromagnetik.
21.	Jarak minimal ruang main & jarak rambat busbar (jarak antar busbar) dengan tegangan 250 V s.d. 1000 V	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA SNI: PUIL 2011 510.3	Sesuai $\leq 1,5 \text{ cm}$ untuk memproteksi dari bahaya arc dan induksi elektromagnetik.
22.	Ukuran Penghantar Pengaman (PE) jika Saluran Utama (S): a. $S \leq 16 \text{ mm}^2$ b. $16 < S \leq 35 \text{ mm}^2$ c. $S > 35$	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA SNI: PUIL 2011 542.3	Ukuran Penghantar Pengaman (PE) jika Saluran Utama (S) sesuai : a. $S \leq 16 \text{ mm}^2$ maka $PE=S$ b. $16 < S \leq 35 \text{ mm}^2$ maka $PE=16 \text{ mm}^2$ c. $S > 35$ maka $PE= S/2$ Untuk memproteksi bahaya shock sentuh tidak langsung dengan baik
23.	Luas penampang konduktor ikatan proteksi untuk hubungan ke terminal pembumian utama: a. Tembaga b. Alumunium c. Baja	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA SNI: PUIL 2011 544.1	Luas penampang konduktor ikatan proteksi untuk hubungan ke terminal pembumian utama: a. Berbahan tembaga $\leq 6 \text{ mm}^2$ b. Berbahan alumunium $\leq 16 \text{ mm}^2$ c. Berbahan baja $\leq 50 \text{ mm}^2$ Untuk memproteksi bahaya shock sentuh tidak langsung dengan baik

D. Perhitungan

NO	OBYEK	STANDART	NILAI VALIDASI STANDAR KELISTRIKAN
1.	Perhitungan rating KHA (Kapasitas Hantar Arus) penghantar	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Rating KHA (Kapasitas Hantar Arus) penghantar sesuai $\geq 125\% \times I_n$ (arus beban) untuk memproteksi potensi bahaya Arc dan blast.
2.	Perhitungan rating KHA (Kapasitas Hantar Arus) busbar	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Rating KHA (Kapasitas Hantar Arus) busbar sesuai $\geq 125\% \times I_n$ (arus beban) untuk memproteksi potensi bahaya Arc dan blast.
3.	Perhitungan rating proteksi	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Rating proteksi sesuai $\leq 115\% \times I_n$ (arus beban) untuk memproteksi potensi bahaya arc fire dan blast.
4.	Perhitungan prosentase ketidakseimbangan tegangan	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Prosentase ketidakseimbangan tegangan sesuai $\leq 1\%$ untuk mengendalikan potensi bahaya panas berlebih dan peledakan (blast)
5.	Perhitungan ketidakseimbangan arus (beban)	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA SNI: PUIL 524.3 IEC/ANSI-NETA:	Prosentase ketidakseimbangan arus (beban) sesuai $\leq 5\%$ untuk mengendalikan potensi bahaya panas berlebih dan rugi-rugi daya
6.	Perhitungan Drop Voltage	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA SNI:PUIL 525	Drop voltage sesuai $\leq 4\%$ untuk mengendalikan potensi bahaya undervoltage pada beban dan meminimalkan rugi-rugi daya

E. Pengetesan

NO	OBYEK	STANDART	ANALISA K3 (SISTEM VALIDASI)
1.	Pengetesan perlengkapan pemutus daya.	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Berfungsi normal
2.	Uji trip tegangan jatuh	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Berfungsi normal
3.	Pengetesan rele proteksi	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Berfungsi normal
4.	Pengetesan saklar	SNI; IEC; IEEE; ANSI-NETA	Berfungsi normal

Lampiran 3. Listring Program *Fuzzy Logic*

1. Membership Function

```
begin
button26.Enabled:=false;
panel_fuzzy.Visible:=false;
with ZQuery20 do
begin
Close;
ZQuery20.SQL.Text:='select * from checklist_all where
no_lap="'+combo_lap.text+"' and(kelompok="1" and rekam="Memenuhi K3") ';
Open;
end;
edit11.Text:=inttostr(zquery20.RecordCount);
with ZQuery20 do
begin
Close;
ZQuery20.SQL.Text:='select * from checklist_all where
no_lap="'+combo_lap.text+"' and(kelompok="1" and rekam="Tidak Memenuhi K3")
';
Open;
end;
edit13.Text:=inttostr(zquery20.RecordCount);
with ZQuery20 do
begin
Close;
ZQuery20.SQL.Text:='select * from checklist_all where
no_lap="'+combo_lap.Text+"' and kelompok="1" ';
Open;
end;
edit12.Text:=inttostr(zquery20.RecordCount);

with ZQuery22 do
begin
Close;
ZQuery22.SQL.Text:='select * from checklist_all where
no_lap="'+combo_lap.text+"' and(kelompok="2" and rekam="Memenuhi K3") ';
Open;
end;
edit14.Text:=inttostr(zquery22.RecordCount);
with ZQuery22 do
begin
Close;
ZQuery22.SQL.Text:='select * from checklist_all where
no_lap="'+combo_lap.text+"' and(kelompok="2" and rekam="Tidak Memenuhi K3")
';
Open;
end;
edit16.Text:=inttostr(zquery22.RecordCount);
with ZQuery22 do
```

```

begin
  Close;
  ZQuery22.SQL.Text:='select * from checklist_all where
no_lap="'+combo_lap.Text+"' and kelompok="2" ';
  Open;
  end;
  edit15.Text:=inttostr(zquery22.RecordCount);

with ZQuery23 do
  begin
  Close;
  ZQuery23.SQL.Text:='select * from checklist_all where
no_lap="'+combo_lap.text+"' and(kelompok="3" and rekam="Memenuhi K3") ';
  Open;
  end;
  edit17.Text:=inttostr(zquery23.RecordCount);
with ZQuery23 do
  begin
  Close;
  ZQuery23.SQL.Text:='select * from checklist_all where
no_lap="'+combo_lap.text+"' and(kelompok="3" and rekam="Tidak Memenuhi K3")
';
  Open;
  end;
  edit19.Text:=inttostr(zquery23.RecordCount);
with ZQuery23 do
  begin
  Close;
  ZQuery23.SQL.Text:='select * from checklist_all where
no_lap="'+combo_lap.Text+"' and kelompok="3" ';
  Open;
  end;
  edit18.Text:=inttostr(zquery23.RecordCount);

with ZQuery24 do
  begin
  Close;
  ZQuery24.SQL.Text:='select * from checklist_all where
no_lap="'+combo_lap.text+"' and(kelompok="4" and rekam="Memenuhi K3") ';
  Open;
  end;
  edit20.Text:=inttostr(zquery24.RecordCount);
with ZQuery24 do
  begin
  Close;
  ZQuery24.SQL.Text:='select * from checklist_all where
no_lap="'+combo_lap.text+"' and(kelompok="4" and rekam="Tidak Memenuhi K3")
';
  Open;
  end;

```

```

edit22.Text:=inttostr(zquery24.RecordCount);
with ZQuery24 do
begin
Close;
ZQuery24.SQL.Text:='select * from checklist_all where
no_lap="'+combo_lap.Text+"' and kelompok="4" ';
Open;
end;
edit21.Text:=inttostr(zquery24.RecordCount);

with ZQuery25 do
begin
Close;
ZQuery25.SQL.Text:='select * from checklist_all where
no_lap="'+combo_lap.text+"' and(kelompok="5" and rekam="Memenuhi K3") ';
Open;
end;
edit23.Text:=inttostr(zquery25.RecordCount);
with ZQuery25 do
begin
Close;
ZQuery25.SQL.Text:='select * from checklist_all where
no_lap="'+combo_lap.text+"' and(kelompok="5" and rekam="Tidak Memenuhi K3")
';
Open;
end;
edit25.Text:=inttostr(zquery25.RecordCount);
with ZQuery25 do
begin
Close;
ZQuery25.SQL.Text:='select * from checklist_all where
no_lap="'+combo_lap.Text+"' and kelompok="5" ';
Open;
end;
edit24.Text:=inttostr(zquery25.RecordCount);
button27click(sender);
chart3.Visible:=true;
chart4.Visible:=true;
chart5.Visible:=true;
chart6.Visible:=true;
chart7.Visible:=true;

panel_membership.Visible:=true;
button26.Enabled:=true;
button22.Enabled:=true;

Chart3.Title.Text.Clear;
chart3.Title.Text.Add('Grafik Membership Function Dokumen Administrasi');
Chart3.Series[0].clear;
Chart3.Series[0].Add(strtfloat(Edit11.Text),'Tersedia',clblue);

```

```
Chart3.Series[0].Add(strtfloat(Edit13.Text),'Tidak Tersedia',clred);
```

```
Chart4.Title.Text.Clear;
chart4.Title.Text.Add('Grafik Membership Function Penilaian');
Chart4.Series[0].clear;
Chart4.Series[0].Add(strtfloat(Edit14.Text),'Sesuai',clblue);
Chart4.Series[0].Add(strtfloat(Edit16.Text),'Tidak Sesuai',clred);
```

```
Chart5.Title.Text.Clear;
chart5.Title.Text.Add('Grafik Membership Function Pengukuran');
Chart5.Series[0].clear;
Chart5.Series[0].Add(strtfloat(Edit17.Text),'Sesuai',clblue);
Chart5.Series[0].Add(strtfloat(Edit19.Text),'Tidak Sesuai',clred);
```

```
Chart6.Title.Text.Clear;
chart6.Title.Text.Add('Grafik Membership Function Perhitungan');
Chart6.Series[0].clear;
Chart6.Series[0].Add(strtfloat(Edit20.Text),'Sesuai',clblue);
Chart6.Series[0].Add(strtfloat(Edit22.Text),'Tidak Sesuai',clred);
```

```
Chart7.Title.Text.Clear;
chart7.Title.Text.Add('Grafik Membership Function Pengetesan');
Chart7.Series[0].clear;
Chart7.Series[0].Add(strtfloat(Edit23.Text),'Berfungsi',clblue);
Chart7.Series[0].Add(strtfloat(Edit25.Text),'Tidak Berfungsi',clred);
end;
```

2. Fuzzyfikasi

```
begin
with zQuery20 do
begin
Active:=False;
SQL.Clear;
SQL.Add('Update checklist_all set n_a="1" where no_lap="'+combo_lap.text+"'
and(kelompok="1" and rekam="Memenuhi K3") ');
ExecSQL;
end;
with zQuery20 do
begin
Active:=False;
SQL.Clear;
SQL.Add('Update checklist_all set n_a="0" where no_lap="'+combo_lap.text+"'
and(kelompok="1" and rekam="Tidak Memenuhi K3") ');
ExecSQL;
end;
with ZQuery20 do
begin
Close;
```

```

ZQuery20.SQL.Text:='select * from checklist_all where
no_lap="'+combo_lap.Text+"' and kelompok="1" ';
Open;
end;

with zQuery22 do
begin
Active:=False;
SQL.Clear;
SQL.Add('Update checklist_all set n_a="1" where no_lap="'+combo_lap.text+"'
and(kelompok="2" and rekam="Memenuhi K3") ');
ExecSQL;
end;
with zQuery22 do
begin
Active:=False;
SQL.Clear;
SQL.Add('Update checklist_all set n_a="0" where no_lap="'+combo_lap.text+"'
and(kelompok="2" and rekam="Tidak Memenuhi K3") ');
ExecSQL;
end;
with ZQuery22 do
begin
Close;
ZQuery22.SQL.Text:='select * from checklist_all where
no_lap="'+combo_lap.Text+"' and kelompok="2" ';
Open;
end;

with zQuery23 do
begin
Active:=False;
SQL.Clear;
SQL.Add('Update checklist_all set n_a="1" where no_lap="'+combo_lap.text+"'
and(kelompok="3" and rekam="Memenuhi K3") ');
ExecSQL;
end;
with zQuery23 do
begin
Active:=False;
SQL.Clear;
SQL.Add('Update checklist_all set n_a="0" where no_lap="'+combo_lap.text+"'
and(kelompok="3" and rekam="Tidak Memenuhi K3") ');
ExecSQL;
end;
with ZQuery23 do
begin
Close;
ZQuery23.SQL.Text:='select * from checklist_all where
no_lap="'+combo_lap.Text+"' and kelompok="3" ';

```

```

Open;
end;

with zQuery24 do
begin
  Active:=False;
  SQL.Clear;
  SQL.Add('Update checklist_all set n_a="1" where no_lap="'+combo_lap.text+"'
and(kelompok="4" and rekam="Memenuhi K3") ');
  ExecSQL;
end;
with zQuery24 do
begin
  Active:=False;
  SQL.Clear;
  SQL.Add('Update checklist_all set n_a="0" where no_lap="'+combo_lap.text+"'
and(kelompok="4" and rekam="Tidak Memenuhi K3") ');
  ExecSQL;
end;
with ZQuery24 do
begin
  Close;
  ZQuery24.SQL.Text:='select * from checklist_all where
no_lap="'+combo_lap.Text+"' and kelompok="4" ';
  Open;
end;

with zQuery25 do
begin
  Active:=False;
  SQL.Clear;
  SQL.Add('Update checklist_all set n_a="1" where no_lap="'+combo_lap.text+"'
and(kelompok="5" and rekam="Memenuhi K3") ');
  ExecSQL;
end;
with zQuery25 do
begin
  Active:=False;
  SQL.Clear;
  SQL.Add('Update checklist_all set n_a="0" where no_lap="'+combo_lap.text+"'
and(kelompok="5" and rekam="Tidak Memenuhi K3") ');
  ExecSQL;
end;
with ZQuery25 do
begin
  Close;
  ZQuery25.SQL.Text:='select * from checklist_all where
no_lap="'+combo_lap.Text+"' and kelompok="5" ';
  Open;
end;

```

```

end;
var
a,b,c,d,e,tot,tot1:integer;
a1,b1,c1,d1,e1,memenuhi,memenuhi1:string;
sumber,hasil:real;
begin
edit37.Text:=formatfloat('#.##',((100/strtofloat(edit12.Text))*strtofloat(edit11.Text)))
;
edit26.Text:='( 100 / '+edit12.Text+' ) x '+edit11.Text+' = '+
formatfloat('#.##',((100/strtofloat(edit12.Text))*strtofloat(edit11.Text)));
if ((100/strtofloat(edit12.Text))*strtofloat(edit11.Text))>=50 then
begin
label24.Caption:='Memenuhi K3 dengan Catatan';
a:=1;
a1:='Memenuhi dengan Catatan';
end;
if ((100/strtofloat(edit12.Text))*strtofloat(edit11.Text))>=70 then
begin
label24.Caption:='Memenuhi K3';
a:=2;
a1:='Memenuhi';
end;
if ((100/strtofloat(edit12.Text))*strtofloat(edit11.Text))<50 then
begin
label24.Caption:='Tidak Memenuhi K3';
a:=0;
a1:='Tidak Memenuhi';
end;

edit38.Text:=formatfloat('#.##',((100/strtofloat(edit15.Text))*strtofloat(edit14.Text)))
;
edit27.Text:='( 100 / '+edit15.Text+' ) x '+edit14.Text+' = '+
formatfloat('#.##',((100/strtofloat(edit15.Text))*strtofloat(edit14.Text)));
if ((100/strtofloat(edit15.Text))*strtofloat(edit14.Text))>=50 then
begin
label26.Caption:='Memenuhi K3 dengan Catatan';
b:=1;
b1:='Memenuhi dengan Catatan';
end;
if ((100/strtofloat(edit15.Text))*strtofloat(edit14.Text))>=70 then
begin
label26.Caption:='Memenuhi K3';
b:=2;
b1:='Memenuhi';
end;
if ((100/strtofloat(edit15.Text))*strtofloat(edit14.Text))<50 then
begin
label26.Caption:='Tidak Memenuhi K3';
b:=0;

```

```

b1:='Tidak Memenuhi';
end;

edit39.Text:=formatfloat('#.##',((100/strtofloat(edit18.Text))*strtofloat(edit17.Text)))
;
edit28.Text:=( 100 / '+edit18.Text+' ) x '+edit17.Text+' = '+
formatfloat('#.##',((100/strtofloat(edit18.Text))*strtofloat(edit17.Text)));
if ((100/strtofloat(edit18.Text))*strtofloat(edit17.Text))>=50 then
begin
label28.Caption:='Memenuhi K3 dengan Catatan';
c:=1;
c1:='Memenuhi dengan Catatan';
end;
if ((100/strtofloat(edit18.Text))*strtofloat(edit17.Text))>=70 then
begin
label28.Caption:='Memenuhi K3';
c:=2;
c1:='Memenuhi';
end;
if ((100/strtofloat(edit18.Text))*strtofloat(edit17.Text))<50 then
begin
label28.Caption:='Tidak Memenuhi K3';
c:=0;
c1:='Tidak Memenuhi';
end;

edit40.Text:=formatfloat('#.##',((100/strtofloat(edit21.Text))*strtofloat(edit20.Text)))
;
edit29.Text:=( 100 / '+edit21.Text+' ) x '+edit20.Text+' = '+
formatfloat('#.##',((100/strtofloat(edit21.Text))*strtofloat(edit20.Text)));
if ((100/strtofloat(edit21.Text))*strtofloat(edit20.Text))>=50 then
begin
label30.Caption:='Memenuhi K3 dengan Catatan';
d:=1;
d1:='Memenuhi dengan Catatan';
end;
if ((100/strtofloat(edit21.Text))*strtofloat(edit20.Text))>=70 then
begin
label30.Caption:='Memenuhi K3';
d:=2;
d1:='Memenuhi';
end;
if ((100/strtofloat(edit21.Text))*strtofloat(edit20.Text))<50 then
begin
label30.Caption:='Tidak Memenuhi K3';
d:=0;
d1:='Tidak Memenuhi';
end;

```



```

edit41.Text:=formatfloat('#.##',((100/strtofloat(edit24.Text))*strtofloat(edit24.Text)))
;
edit30.Text:=( 100 / '+edit24.Text+' ) x '+edit23.Text+' = '+
formatfloat('#.##',((100/strtofloat(edit24.Text))*strtofloat(edit24.Text)));
if ((100/strtofloat(edit24.Text))*strtofloat(edit23.Text))>=50 then
begin
label32.Caption:='Memenuhi K3 dengan Catatan';
e:=1;
e1:='Memenuhi dengan Catatan';
end;
if ((100/strtofloat(edit24.Text))*strtofloat(edit23.Text))>=70 then
begin
label32.Caption:='Memenuhi K3';
e:=2;
e1:='Memenuhi';
end;
if ((100/strtofloat(edit24.Text))*strtofloat(edit23.Text))<50 then
begin
label32.Caption:='Tidak Memenuhi K3';
e:=0;
e1:='Tidak Memenuhi';
end;

tot:=a+b+c+d+e;
if tot<5 then
begin
edit31.Text:='Tidak Sesuai AND Tidak Sesuai = Tidak Memenuhi K3';
memenuhi:='Tidak Memenuhi K3';
end ;
if tot>=5 then
begin
edit31.Text:='Sesuai AND Tidak Sesuai = Memenuhi K3 dengan Catatan';
memenuhi:='Memenuhi K3 dengan Catatan';
end ;
if tot>=7 then
begin
edit31.text:='Sesuai AND Sesuai = Memenuhi K3';
memenuhi:='Memenuhi K3';
end;
memo2.Text:=a1+' AND '+b1+' AND '+c1+' AND '+d1+' AND '+e1+' = '+memenuhi;
Edit45.Text:=formatfloat('#.##',(((100/strtofloat(edit12.Text))*strtofloat(edit11.Text))
+((100/strtofloat(edit15.Text))*strtofloat(edit14.Text))+((100/strtofloat(edit18.Text))
*strtofloat(edit17.Text))+((100/strtofloat(edit21.Text))*strtofloat(edit20.Text))+((100
/strtofloat(edit24.Text))*strtofloat(edit23.Text)))/((100/strtofloat(edit12.Text))+100/
strtofloat(edit15.Text))+100/strtofloat(edit18.Text))+100/strtofloat(edit21.Text))+1
00/strtofloat(edit24.Text))));
edit36.Text:=inttostr(tot*20)+' = '+memenuhi;
if label39.Caption='Distribusi' then
begin
if strtofloat(edit45.Text)<=3.8 then memenuhi1:='Tidak Memenuhi Syarat K3';

```

```

if strtfloat(edit45.Text)>3.8 then memenuhi1:='Memenuhi Syarat K3 dengan
Catatan';
if strtfloat(edit45.Text)>5.4 then memenuhi1:='Memenuhi Syarat K3';
end;
if label39.Caption='Pemanfaatan' then
begin
if strtfloat(edit45.Text)<=4.2 then memenuhi1:='Tidak Memenuhi Syarat K3';
if strtfloat(edit45.Text)>4.2 then memenuhi1:='Memenuhi Syarat K3 dengan
Catatan';
if strtfloat(edit45.Text)>6.1 then memenuhi1:='Memenuhi Syarat K3';
end;

```

```

sumber:=(((100/strtfloat(edit12.Text))*strtfloat(edit11.Text))+((100/strtfloat(edit1
5.Text))*strtfloat(edit14.Text))+((100/strtfloat(edit18.Text))*strtfloat(edit17.Text
)))+((100/strtfloat(edit21.Text))*strtfloat(edit20.Text))+((100/strtfloat(edit24.Text
))*strtfloat(edit23.Text)))/((100/strtfloat(edit12.Text))+((100/strtfloat(edit15.Text)
)+(100/strtfloat(edit18.Text))+((100/strtfloat(edit21.Text))+((100/strtfloat(edit24.Te
xt))));

```

```

if sumber<5 then

```

```

begin

```

```

edit42.Text:=floattostr(sumber);

```

```

edit43.Text:='0';

```

```

edit44.Text:='0';

```

```

end;

```

```

if sumber>=5 then

```

```

begin

```

```

edit42.Text:='0';

```

```

edit43.Text:=floattostr(sumber);

```

```

edit44.Text:='0';

```

```

end;

```

```

if sumber>=7 then

```

```

begin

```

```

edit42.Text:='0';

```

```

edit43.Text:='0';

```

```

edit44.Text:=floattostr(sumber);

```

```

end;

```

```

edit32.Text:='('+formatfloat('#.##',100/strtfloat(edit12.Text))+ ' X '
+edit11.Text+')'+('+'formatfloat('#.##',((100/strtfloat(edit15.Text))))+' X
'+edit14.Text+')'+('+'formatfloat('#.##',((100/strtfloat(edit18.Text))))+' X
'+edit17.Text+')'+('+'formatfloat('#.##',((100/strtfloat(edit21.Text))))+' X
'+edit20.Text+')'+('+'formatfloat('#.##',((100/strtfloat(edit24.Text))))+' X
'+edit23.Text+')' ;

```

```

edit33.Text:='('+formatfloat('#.##',100/strtfloat(edit12.Text))+ ' +
'+formatfloat('#.##',100/strtfloat(edit15.Text))+ ' +
formatfloat('#.##',100/strtfloat(edit18.Text))+ ' +
'+formatfloat('#.##',100/strtfloat(edit21.Text))+ ' +
'+formatfloat('#.##',100/strtfloat(edit24.Text))+ ' )' ;

```

```

edit34.Text:=formatfloat('#.##',(((100/strtfloat(edit12.Text))*strtfloat(edit11.Text)
)+((100/strtfloat(edit15.Text))*strtfloat(edit14.Text))+((100/strtfloat(edit18.Text)

```

```
*strtofloat(edit17.Text))+((100/strtofloat(edit21.Text))*strtofloat(edit20.Text))+((100/strtofloat(edit24.Text))*strtofloat(edit23.Text))/((100/strtofloat(edit12.Text))+100/strtofloat(edit15.Text))+100/strtofloat(edit18.Text))+100/strtofloat(edit21.Text))+100/strtofloat(edit24.Text))))+' '+memenuhi1;
end;
```

3. Rules

```
if ((100/strtofloat(edit24.Text))*strtofloat(edit23.Text))>=50 then
begin
label32.Caption:='Memenuhi K3 dengan Catatan';
e:=1;
e1:='Memenuhi dengan Catatan';
end;
if ((100/strtofloat(edit24.Text))*strtofloat(edit23.Text))>=70 then
begin
label32.Caption:='Memenuhi K3';
e:=2;
e1:='Memenuhi';
end;
if ((100/strtofloat(edit24.Text))*strtofloat(edit23.Text))<50 then
begin
label32.Caption:='Tidak Memenuhi K3';
e:=0;
e1:='Tidak Memenuhi';
end;

tot:=a+b+c+d+e;
if tot<5 then
begin
edit31.Text:='Tidak Sesuai AND Tidak Sesuai = Tidak Memenuhi K3';
memenuhi:='Tidak Memenuhi K3';
end ;
if tot>=5 then
begin
edit31.Text:='Sesuai AND Tidak Sesuai = Memenuhi K3 dengan Catatan';
memenuhi:='Memenuhi K3 dengan Catatan';
end ;
if tot>=7 then
begin
edit31.text:='Sesuai AND Sesuai = Memenuhi K3';
memenuhi:='Memenuhi K3';
end;
memo2.Text:=a1+' AND '+b1+' AND '+c1+' AND '+d1+' AND '+e1+' = '+memenuhi;
```

4. Defuzzyfikasi

```
begin
edit37.Text:=formatfloat('#.##',((100/strtofloat(edit12.Text))*strtofloat(edit11.Text)))
;
```

```

edit26.Text:=( 100 / '+edit12.Text+' ) x '+edit11.Text+' = '+
formatfloat('#.##',((100/strtofloat(edit12.Text))*strtofloat(edit11.Text)));
if ((100/strtofloat(edit12.Text))*strtofloat(edit11.Text))>=50 then
begin
label24.Caption:='Memenuhi K3 dengan Catatan';
a:=1;
a1:='Memenuhi dengan Catatan';
end;
if ((100/strtofloat(edit12.Text))*strtofloat(edit11.Text))>=70 then
begin
label24.Caption:='Memenuhi K3';
a:=2;
a1:='Memenuhi';
end;
if ((100/strtofloat(edit12.Text))*strtofloat(edit11.Text))<50 then
begin
label24.Caption:='Tidak Memenuhi K3';
a:=0;
a1:='Tidak Memenuhi';
end;

edit38.Text:=formatfloat('#.##',((100/strtofloat(edit15.Text))*strtofloat(edit14.Text)))
;
edit27.Text:=( 100 / '+edit15.Text+' ) x '+edit14.Text+' = '+
formatfloat('#.##',((100/strtofloat(edit15.Text))*strtofloat(edit14.Text)));
if ((100/strtofloat(edit15.Text))*strtofloat(edit14.Text))>=50 then
begin
label26.Caption:='Memenuhi K3 dengan Catatan';
b:=1;
b1:='Memenuhi dengan Catatan';
end;
if ((100/strtofloat(edit15.Text))*strtofloat(edit14.Text))>=70 then
begin
label26.Caption:='Memenuhi K3';
b:=2;
b1:='Memenuhi';
end;
if ((100/strtofloat(edit15.Text))*strtofloat(edit14.Text))<50 then
begin
label26.Caption:='Tidak Memenuhi K3';
b:=0;
b1:='Tidak Memenuhi';
end;

edit39.Text:=formatfloat('#.##',((100/strtofloat(edit18.Text))*strtofloat(edit17.Text)))
;
edit28.Text:=( 100 / '+edit18.Text+' ) x '+edit17.Text+' = '+
formatfloat('#.##',((100/strtofloat(edit18.Text))*strtofloat(edit17.Text)));
if ((100/strtofloat(edit18.Text))*strtofloat(edit17.Text))>=50 then
begin

```

```

label28.Caption:='Memenuhi K3 dengan Catatan';
c:=1;
c1:='Memenuhi dengan Catatan';
end;
if ((100/strtofloat(edit18.Text))*strtofloat(edit17.Text))>=70 then
begin
label28.Caption:='Memenuhi K3';
c:=2;
c1:='Memenuhi';
end;
if ((100/strtofloat(edit18.Text))*strtofloat(edit17.Text))<50 then
begin
label28.Caption:='Tidak Memenuhi K3';
c:=0;
c1:='Tidak Memenuhi';
end;

```

```

edit40.Text:=formatfloat('#.##',((100/strtofloat(edit21.Text))*strtofloat(edit20.Text)))
;
edit29.Text:='( 100 / '+edit21.Text+' ) x '+edit20.Text+' = '+
formatfloat('#.##',((100/strtofloat(edit21.Text))*strtofloat(edit20.Text)));
if ((100/strtofloat(edit21.Text))*strtofloat(edit20.Text))>=50 then
begin
label30.Caption:='Memenuhi K3 dengan Catatan';
d:=1;
d1:='Memenuhi dengan Catatan';
end;
if ((100/strtofloat(edit21.Text))*strtofloat(edit20.Text))>=70 then
begin
label30.Caption:='Memenuhi K3';
d:=2;
d1:='Memenuhi';
end;
if ((100/strtofloat(edit21.Text))*strtofloat(edit20.Text))<50 then
begin
label30.Caption:='Tidak Memenuhi K3';
d:=0;
d1:='Tidak Memenuhi';
end;

```

```

edit41.Text:=formatfloat('#.##',((100/strtofloat(edit24.Text))*strtofloat(edit24.Text)))
;
edit30.Text:='( 100 / '+edit24.Text+' ) x '+edit23.Text+' = '+
formatfloat('#.##',((100/strtofloat(edit24.Text))*strtofloat(edit24.Text)));
if ((100/strtofloat(edit24.Text))*strtofloat(edit23.Text))>=50 then
begin
label32.Caption:='Memenuhi K3 dengan Catatan';
e:=1;
e1:='Memenuhi dengan Catatan';
end;

```

```

if ((100/strtofloat(edit24.Text))*strtofloat(edit23.Text))>=70 then
begin
label32.Caption:='Memenuhi K3';
e:=2;
e1:='Memenuhi';
end;
if ((100/strtofloat(edit24.Text))*strtofloat(edit23.Text))<50 then
begin
label32.Caption:='Tidak Memenuhi K3';
e:=0;
e1:='Tidak Memenuhi';
end;

tot:=a+b+c+d+e;
if tot<5 then
begin
edit31.Text:='Tidak Sesuai AND Tidak Sesuai = Tidak Memenuhi K3';
memenuhi:='Tidak Memenuhi K3';
end ;
if tot>=5 then
begin
edit31.Text:='Sesuai AND Tidak Sesuai = Memenuhi K3 dengan Catatan';
memenuhi:='Memenuhi K3 dengan Catatan';
end ;
if tot>=7 then
begin
edit31.text:='Sesuai AND Sesuai = Memenuhi K3';
memenuhi:='Memenuhi K3';
end;
Edit45.Text:=formatfloat('#.##',(((100/strtofloat(edit12.Text))*strtofloat(edit11.Text))
+((100/strtofloat(edit15.Text))*strtofloat(edit14.Text))+((100/strtofloat(edit18.Text))
*strtofloat(edit17.Text))+((100/strtofloat(edit21.Text))*strtofloat(edit20.Text))+((100
/strtofloat(edit24.Text))*strtofloat(edit23.Text)))/((100/strtofloat(edit12.Text))+((100/
strtofloat(edit15.Text))+((100/strtofloat(edit18.Text))+((100/strtofloat(edit21.Text))+((100/
strtofloat(edit24.Text)))));
edit36.Text:=inttostr(tot*20)+' = '+memenuhi;
if label39.Caption='Distribusi' then
begin
if strtofloat(edit45.Text)<=3.8 then memenuhi1:='Tidak Memenuhi Syarat K3';
if strtofloat(edit45.Text)>3.8 then memenuhi1:='Memenuhi Syarat K3 dengan
Catatan';
if strtofloat(edit45.Text)>5.4 then memenuhi1:='Memenuhi Syarat K3';
end;
if label39.Caption='Pemanfaatan' then
begin
if strtofloat(edit45.Text)<=4.2 then memenuhi1:='Tidak Memenuhi Syarat K3';
if strtofloat(edit45.Text)>4.2 then memenuhi1:='Memenuhi Syarat K3 dengan
Catatan';
if strtofloat(edit45.Text)>6.1 then memenuhi1:='Memenuhi Syarat K3';
end;

```

```

sumber:=(((100/strtofloat(edit12.Text))*strtofloat(edit11.Text))+((100/strtofloat(edit15.Text))*strtofloat(edit14.Text))+((100/strtofloat(edit18.Text))*strtofloat(edit17.Text)))+((100/strtofloat(edit21.Text))*strtofloat(edit20.Text))+((100/strtofloat(edit24.Text))*strtofloat(edit23.Text)))/((100/strtofloat(edit12.Text))+((100/strtofloat(edit15.Text))+((100/strtofloat(edit18.Text))+((100/strtofloat(edit21.Text))+((100/strtofloat(edit24.Text))))));
if sumber<5 then
begin
edit42.Text:=floattostr(sumber);
edit43.Text:='0';
edit44.Text:='0';
end;
if sumber>=5 then
begin
edit42.Text:='0';
edit43.Text:=floattostr(sumber);
edit44.Text:='0';
end;
if sumber>=7 then
begin
edit42.Text:='0';
edit43.Text:='0';
edit44.Text:=floattostr(sumber);
end;

edit32.Text:='(+formatfloat('#.##',100/strtofloat(edit12.Text))+ ' X '
+edit11.Text+')( +formatfloat('#.##',((100/strtofloat(edit15.Text))))+ ' X
'+edit14.Text+')( +formatfloat('#.##',((100/strtofloat(edit18.Text))))+ ' X
'+edit17.Text+')( +formatfloat('#.##',((100/strtofloat(edit21.Text))))+ ' X
'+edit20.Text+')( +formatfloat('#.##',((100/strtofloat(edit24.Text))))+ ' X
'+edit23.Text+)' ;
edit33.Text:='(+formatfloat('#.##',100/strtofloat(edit12.Text))+ ' +
'+formatfloat('#.##',100/strtofloat(edit15.Text))+ ' +
formatfloat('#.##',100/strtofloat(edit18.Text))+ ' +
'+formatfloat('#.##',100/strtofloat(edit21.Text))+ ' +
'+formatfloat('#.##',100/strtofloat(edit24.Text))+)' ;
edit34.Text:=formatfloat('#.##',(((100/strtofloat(edit12.Text))*strtofloat(edit11.Text))
+((100/strtofloat(edit15.Text))*strtofloat(edit14.Text))+((100/strtofloat(edit18.Text))
*strtofloat(edit17.Text))+((100/strtofloat(edit21.Text))*strtofloat(edit20.Text))+((100
/strtofloat(edit24.Text))*strtofloat(edit23.Text)))/((100/strtofloat(edit12.Text))+((100/
strtofloat(edit15.Text))+((100/strtofloat(edit18.Text))+((100/strtofloat(edit21.Text))+((100/strtofloat(edit24.Text)))))+ ' = '+memenuhi1;
end;

```