

**PERANCANGAN DAN DESAIN INSTALASI LISTRIK
DENGAN SISTEM MONITORING BERBASIS IOT
DI PT JAYA SEJAHTRA NUGRAHA
SKRIPSI**

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Strata Satu (S1) Pada
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Islam Nusantara



Oleh :

MARVIN

41037002211002

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM NUSANTARA
2025**

LEMBAR KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : MARVIN

NIM : 41037002211002

Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan Bahwa Skripsi yang berjudul:

PERANCANGAN DAN DESAIN INSTALASI LISTRIK DENGAN SISTEM MONITORING BERBASIS IOT DI PT JAYA SEJAHTRA NUGRAHA

Bahwa Skripsi ini adalah hasil karya saya, kecuali cuplikan dan ringkasan yang masing-masing telah saya jelaskan sumbernya, sebagai pernyataan menjadi Sarjana (S1) pada jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Islam Nusantara Bandung, bukan merupakan tiruan atau duplikasi Skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan jenjang Sarjana (S1) Bahwa jika pada waktu selanjutnya, ada pihak lain yang menyatakan bahwa Skripsi ini sebagai karyanya, yang disertai dengan bukti-bukti yang sah sesuai dengan peraturan perundang-undangan, maka saya bersedia untuk dibatalkan kelulusan saya.

Sumedang, 28 Februari 2025

Yang membuat pernyataan,

MARVIN

NIM 41037002211002

LEMBAR PENGESAHAN
PERANCANGAN DAN DESAIN INSTALASI LISTRIK DENGAN
SISTEM MONITORING BERBASIS IOT DI PT JAYA SEJAHTRA
NUGRAHA

Disusun dan diajukan oleh:

MARVIN
41037002211002

Disetujui dan disahkan pada sidang skripsi

Pada Tanggal:

Bandung, 22 Mei 2025

Pembimbing I

Pembimbing II

Ganis Sanhaji, S.Si., M.Sc.

Ryan Nur Iman, S.Si., M.Sc.

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Prodi Teknik Elektro

Dr. Ricky Yoseptry, S.T., M.M.Pd.

Muhammad Zimamul Adli, M.Si.

LEMBAR PENGESAHAN
REVISIAN SKRIPSI
PERANCANGAN DAN DESAIN INSTALASI LISTRIK DENGAN
SISTEM MONITORING BERBASIS IOT DI PT JAYA SEJAHTRA
NUGRAHA

Telah Direvisi

Oleh:

MARVIN

41037002211002

Bandung, 22 Mei 2025

Mengesahkan

Penguji I

Penguji II

Dr. Iksal Rachman, M.T.

Agung Muhamad Toha, S.S.T., M.T.

Ketua Sidang

Muhammad Zimamul Adli, M.Si.

BIODATA PENULIS



Nama : Marvin
Tempat, Tanggal Lahir : Bandung, 15 Maret 2004
Telepon : 0821-1002-8398
Email : mm6112507@gmail.com
Riwayat Pendidikan : SDN Cipareuag
MTS Yasta Bunter
SMAN 1 Cicalengka

KATA PENGANTAR

Puji serta Syukur saya panjatkan kepada tuhan Allah SWT, yang telah memberikan Kesehatan dan keselamatan kepada saya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Perancangan dan Desain Instalasi Listrik Dengan Sistem Monitoring Berbasis IoT di Pt Jaya Sejahtra Nugraha. Skripsi ini dibuat sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Pendidikan program Sarjana Teknik Elektro, Fakultas Teknik, di Universitas Islam Nusantara. Dalam Penyusunan skripsi penulis dengan segala kerendahan hati ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT, yang telah memberikan segala nikmat dan kemudahan, serta memberikan saya kekuatan dan ketabahan dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu Dewi Irwanti dan Adik saya Lesmana Jaya Rahmat yang selalu memberikan semangat serta dukungan yang sangat luar biasa baik itu doa dan juga materi yang selalu diberikan kepada penulis.
3. Bapak Ganis Sanhaji, S.Si., M.Sc., Sebagai Dosen Pembimbing 1 Skripsi yang telah memberikan pengarahan serta motivasi yang membantu penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Ryan Nur Iman, S.Si., M.Sc., Sebagai Dosen Pembimbing 2 Skripsi yang telah memberikan pengarahan dan Dukungan selama Penulis menyelesaikan Skripsi ini.
5. Bapak Muhammad Zimamul Adli, M.Si., Sebagai Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Nusantara yang telah memberikan kepada penulis pengarahan selama penulis menyelesaikan skripsi ini.
6. Dr. Ricky Yoseptry, S.T., M.M.Pd., Sebagai Dekan Fakultas Teknik yang telah memberikan pengarahan dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini.
7. Seluruh Dosen di Universitas Islam Nusantara, yang telah memberikan Pengetahuan, Pengalaman, dan Berbagai Pelajaran berharga yang bisa penulis jadikan bekal di masa mendatang.

8. Prof. Dr. Endang Komara, M.Si., Sebagai Rektor Universitas Islam Nusantara yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengembangkan potensi diri.
9. Bapak Asep Nugraha, S.Tr.Kom., Sebagai Direktur Utama PT. JAYA SEJAHTRA NUGRAHA yang telah memberikan berbagai Support dan kesempatan kepada saya selama proses penyelesaian Skripsi ini.
10. Seluruh Team Revolusiber : Varel, Reinaldy, Lukman, Denis, Dani, Dheki, Diva, Eric, Reyhan, dan Ilham yang selalu memberikan Support, mendoakan dan mendukung saya dalam menyelesaikan Skripsi ini.
11. Team dan Rekan Perusahaan STRONGNET yang telah memberikan kesempatan kepada saya melakukan penelitian dalam menyelesaikan Skripsi.
12. Seluruh Teman Teman Mahasiswa Universitas Islam Nusantara, terutama Teknik Elektro Angkatan 2021 yang selalu memberikan Motivasi, Pengalaman dan kebersamaan selama masa perkuliahan kepada Penulis.
13. Semua Pihak yang tidak bisa Penulis Ucapkan Satu Persatu, yang telah mendoakan dan Mendukung Penulis Sampai Saat ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu, Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi ilmu pengetahuan dan bermanfaat bagi siapa saja yang membacanya.

Sumedang, 20 Maret 2025

Penulis

ABSTRAK

Penelitian ini membahas perancangan dan desain instalasi listrik yang dilengkapi dengan sistem IoT (*Internet of Things*) berupa monitoring di PT Jaya Sejahtra Nugraha, dengan tujuan utama untuk meningkatkan aspek efisiensi dalam penggunaan energi listrik. kebutuhan akan sistem kelistrikan yang andal dan aman, mengingat potensi resiko kerusakan peralatan serta pemborosan energi akibat instalasi yang kurang optimal. Metode yang digunakan meliputi survei lapangan untuk mengetahui desain instalasi listrik, perhitungan beban daya, serta perancangan desain sistem instalasi yang disesuaikan dengan kebutuhan perusahaan. Selain itu, dirancang sistem monitoring menggunakan sensor dengan pemantauan secara *real-time* untuk bisa dilakukan pencegahan pertama *konsleting* dan risiko kebakaran. Sistem instalasi listrik yang dirancang diharapkan tidak hanya mampu mendistribusikan daya secara merata dan stabil, tetapi juga meningkatkan efisiensi energi serta memberikan perlindungan terhadap peralatan listrik yang digunakan. Implementasi sistem dengan tetap memperhatikan standar umum instalasi listrik yang sudah diatur oleh pemerintah Indonesia dalam mengurangi risiko gangguan listrik dan meningkatkan keamanan operasional di lingkungan perusahaan. Instalasi yang dibuat mampu menyalurkan daya listrik secara efisien ke seluruh beban dengan tingkat keamanan yang tinggi. Sistem monitoring yang diterapkan efektif dalam memantau peralatan dan bisa dilangsungkan audit bulanan untuk meminimalisir akibat gangguan listrik serta meningkatkan keselamatan kerja. Perancangan ini diharapkan dapat dijadikan acuan dalam implementasi sistem kelistrikan di lingkungan industri yang serupa.

Kata Kunci : perancangan; desain instalasi; sistem monitoring; iot;

ABSTRACT

This study discusses the design and design of electrical installations equipped with an IOT (Internet Of Things) system in the form of monitoring at PT Jaya Sejahtra Nugraha, with the main objective of increasing the efficiency aspect in the use of electrical energy. the need for a reliable and safe electrical system, considering the potential risk of equipment damage and energy waste due to less than optimal installations. The methods used include field surveys to determine the design of electrical installations, calculation of power loads, and design of installation system designs that are tailored to the company's needs. In addition, a monitoring system is designed using sensors with real-time monitoring to be able to carry out the first prevention of short circuits and fire risks. The designed electrical installation system is expected to not only be able to distribute power evenly and stably, but also increase energy efficiency and provide protection for the electrical equipment used. Implementation of the system while still paying attention to the general standards for electrical installations that have been regulated by the Indonesian government in reducing the risk of electrical disturbances and increasing operational security in the company environment. The installations made are able to distribute electrical power efficiently to all loads with a high level of security. The monitoring system implemented is effective in monitoring equipment and can be audited monthly to minimize the effects of electrical disturbances and improve work safety. This design is expected to be used as a reference in implementing electrical systems in similar industrial environments.

Keywords: design; installation design; monitoring system;iot;

DAFTAR ISI

LEMBAR KEASLIAN SKRIPSI.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
BIODATA PENULIS.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah.....	4
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II LANDASAN TEORI.....	7
2.1. State Of The Art.....	7
2.2. Pengertian Instalasi Listrik.....	10
2.3. Desain Instalasi Listrik.....	11
2.4. Sistem Monitoring.....	14
2.4.1. Sensor PZEM-004T.....	16
2.4.2. NodeMCU ESP8266.....	18
2.4.3. LCD I2C (Liquid Crystal Display).....	19
2.5. Kerangka Berpikir.....	20
BAB III PERANCANGAN DAN DESAIN.....	21
3.1 Pengumpulan Data.....	21
3.1.1. Studi Kepustakaan.....	21

3.1.2. Observasi Lapangan	21
3.1.3. Wawancara.....	22
3.2 Perencanaan Desain.....	23
3.2.1. Indeks Ruangan	23
3.2.2. Kebutuhan Penerangan.....	24
3.3 Beban dan Daya Listrik	25
3.3.1. Daya Semu.....	25
3.3.2. Daya Aktif.....	26
3.3.3. Daya Reaktif.....	26
3.4. Perencanaan Sistem Monitoring.....	27
BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL	29
4.1. Gambaran Umum PT. JAYA SEJAHTRA NUGRAHA	29
4.2. Pembuatan Desain	30
4.3. Rencana Beban dan Daya Listrik	35
4.4. Sitem Monitoring Berbasis IoT	37
4.4.1. Diagram Sistem	37
4.4.2. Membuat Server Publik.....	38
4.4.4 Hasil Uji Monitoring	43
4.5. Perbandingan dengan Penelitian Referensi	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	53
5.1. Kesimpulan.....	53
5.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sensor PZEM-004T.....	17
Gambar 2.2 LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>) I2C.....	19
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Sistem.....	28
Gambar 4.1 Desain Lantai 1.....	32
Gambar 4.2 Desain Lantai 2.....	33
Gambar 4.3 Desain Lantai 3.....	34
Gambar 4.4 Desain Lantai 4.....	34
Gambar 4.5. <i>Single Line Diagram</i>	36
Gambar 4.6. Rangkaian Sistem.....	38
Gambar 4.7. Ubuntu Server.....	39
Gambar 4.8. Gambar Konfigurasi <i>Network</i> IP Publik.....	40
Gambar 4.9. <i>Flow Node Red</i>	41
Gambar 4.10. Pengukuran Sensor dan Manual.....	49
Gambar 4.11. <i>Dashboard Monitoring</i>	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi NodeMCU ESP8266.....	18
Tabel 4.1. Tabel 4.1. Tabel Matematis <i>Room Index</i>	30
Tabel 4.2. Tabel Matematis Kebutuhan Penerangan.....	31
Tabel 4.3. Tabel Matematis Kebutuhan Beban.....	35
Tabel 4.4. Tabel Uji Monitoring	44-48
Tabel 4.5. Perbandingan Peningkatan.....	51-52

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kebutuhan energi listrik semakin meningkat seiring dengan perkembangan teknologi pada saat ini. Keandalan sistem kelistrikan menjadi faktor krusial yang mempengaruhi kelancaran proses operasional Perusahaan yang memiliki infrastruktur jaringan dan server yang perlu tetap menyala selama 24 jam. Sistem kelistrikan yang baik tidak hanya dituntut mampu menyuplai energi listrik secara terus-menerus, tetapi juga harus aman, efisien, dan sesuai dengan standar instalasi yang berlaku. Salah satu komponen penting dari infrastruktur ISP adalah keberadaan perangkat-perangkat aktif seperti server, switch, router, modem, dan sistem pendingin yang semuanya memerlukan keandalan dan keamanan sistem instalasi listrik untuk menjaga kemampuan sistem untuk beroperasi secara terus menerus. (Ashari, 2024)

Salah satu tantangan utama dalam pengelolaan sistem listrik di lingkungan industri adalah keterbatasan dalam melakukan pemantauan terhadap parameter-parameter listrik seperti tegangan, arus, daya aktif, dan konsumsi energi secara menyeluruh dan *real-time*. Umumnya, sistem instalasi hanya dirancang untuk mengalirkan listrik ke berbagai titik beban, namun tidak dilengkapi dengan fitur monitoring yang memadai. Akibatnya, gangguan seperti *overvoltage*, kelebihan beban, atau bahkan ketidakseimbangan fasa tidak dapat terdeteksi secara dini yang berpotensi menyebabkan kerusakan alat, pemborosan energi, dan penurunan produktivitas. pemanfaatan teknologi *Internet of Things* (IoT) menjadi solusi inovatif untuk mengatasi berbagai permasalahan dalam pengelolaan energi listrik. IoT memungkinkan sistem monitoring yang *real-time*, terintegrasi, dan dapat diakses dari jarak jauh. Dengan mengimplementasikan sistem monitoring berbasis IoT, kondisi kelistrikan dapat diawasi secara langsung, baik dari sisi Tegangan, Arus, hingga Daya

yang digunakan, sehingga potensi kerusakan atau pemborosan energi dapat dideteksi lebih awal dari jauh menggunakan koneksi internet. (Aska, 2025)

PT Jaya Sejahtra Nugraha sebagai perusahaan yang bergerak di bidang *Internet Service Provider* saat ini tengah melangsungkan pembangunan ulang gedung operasional yang difungsikan sebagai pusat layanan dan operasional jaringan. Dalam proses pembangunan ini, salah satu fokus utama adalah perancangan ulang instalasi listrik yang tidak hanya harus mampu memenuhi kebutuhan beban listrik yang tinggi, tetapi juga harus memiliki sistem proteksi yang baik untuk menjaga kontinuitas layanan serta keselamatan peralatan dan karyawan. Untuk mendukung berbagai peralatan dan *hardware* jaringan untuk server serta peralatan pendukung lainnya. Instalasi listrik yang tidak dirancang dengan baik dapat menimbulkan berbagai permasalahan, seperti *overloading*, tegangan turun, kehilangan energi, bahkan potensi bahaya kebakaran. Oleh karena itu, diperlukan desain sistem listrik yang tidak hanya handal dalam penyaluran energi, tetapi juga dilengkapi dengan sistem monitoring untuk mencegah gangguan serta meningkatkan keselamatan kerja. Instalasi listrik yang dirancang dengan baik sangat menentukan keberhasilan operasional pusat data dan jaringan. Salah satu sistem distribusi daya yang tepat untuk kebutuhan ini adalah sistem listrik yang mampu mendistribusikan daya lebih stabil, efisien, dan sesuai untuk beban induktif maupun sensitif seperti UPS dan perangkat IT. Dengan rancangan yang tepat, diharapkan sistem kelistrikan dapat memberikan jaminan operasional 24 jam tanpa gangguan serta meningkatkan daya saing perusahaan di tengah kebutuhan layanan internet yang terus berkembang. (Kristanto, 2021)

Melihat pentingnya aspek keselamatan dan efisiensi dalam sistem kelistrikan, maka perlu dilakukan perancangan dan desain instalasi listrik yang sesuai dengan Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) maupun internasional (IEC), serta memperhatikan karakteristik beban, sistem distribusi, dan proteksi. Melalui skripsi ini, diharapkan dapat dihasilkan desain instalasi listrik yang optimal dan sesuai kebutuhan operasional PT Jaya Sejahtra Nugraha. Dalam praktiknya banyak perusahaan

menghadapi kendala dalam merancang instalasi listrik yang baik karena terbatasnya sumber daya, termasuk biaya untuk menyewa jasa konsultan atau arsitek listrik profesional yang mahal. Oleh karena itu, diperlukan sebuah pendekatan perancangan yang efisien dan ekonomis, namun tetap mengacu pada standar kelistrikan nasional dan internasional.

Monitoring ini mencakup pengukuran tegangan (voltase), arus listrik (ampere), dan daya aktif (watt) untuk setiap fasa. Dengan pemantauan ini, potensi gangguan seperti ketidakseimbangan beban, arus lebih, tegangan rendah/tinggi, serta lonjakan daya dapat terdeteksi lebih awal sebelum menimbulkan kerusakan. Sistem monitoring juga membantu dalam menganalisis pola konsumsi daya, sehingga dapat diambil langkah efisiensi energi yang tepat. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat menghasilkan rancangan instalasi listrik dengan sistem monitoring yang optimal bagi PT Jaya Sejahtra Nugraha, serta dapat menjadi acuan dalam pengembangan sistem kelistrikan di sektor industri lainnya. Dengan mengintegrasikan sistem pemantauan daya secara *real-time* dalam penelitian ini juga diharapkan bisa memberikan kontribusi akademik dalam bentuk dokumentasi teknis yang dapat dijadikan referensi oleh mahasiswa, teknisi, maupun praktisi di bidang kelistrikan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana membuat desain sistem instalasi listrik yang sesuai dengan kebutuhan operasional PT Jaya Sejahtra Nugraha sebagai perusahaan penyedia layanan internet (ISP)?
2. Bagaimana sistem monitoring daya (voltase, arus, dan daya aktif) dapat diterapkan untuk melangsungkan monitoring daya listrik?
3. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan *cloud server* untuk sistem monitoring?

1.3. Batasan Masalah

Agar pembahasan dalam penelitian ini lebih terarah dan tidak melebar, maka penelitian ini dibatasi pada beberapa hal berikut:

1. Perancangan hanya difokuskan pada Desain listrik di lingkungan operasional PT Jaya Sejahtra Nugraha.
2. Monitoring listrik yang dibahas mencakup dengan penerapan monitoring *real-time* terhadap tegangan (voltase) arus listrik (ampere), dan daya aktif (watt)
3. Desain instalasi dilakukan secara teoritis berdasarkan data kebutuhan daya dari perangkat yang digunakan, tanpa implementasi langsung ke lapangan.

1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa tujuan, yaitu:

1. Membuat Desain sistem instalasi listrik yang sesuai dengan kebutuhan operasional PT Jaya Sejahtra Nugraha untuk mendukung perangkat jaringan dan operasional perusahaan.
2. Membangun sistem monitoring daya berbasis IoT menggunakan sensor PZEM-004T dan mikrokontroler ESP8266 untuk memantau parameter kelistrikan seperti tegangan, arus, dan daya aktif secara *real-time* guna meningkatkan keamanan serta keandalan sistem listrik.
3. Mengimplementasikan server monitoring berbasis Ubuntu Server, yang memungkinkan pengawasan dan pengolahan data secara jarak jauh melalui jaringan internet menggunakan platform *open source* Node-RED.

1.5. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Manfaat teoritis menjelaskan kontribusi penelitian terhadap pengembangan ilmu pengetahuan dan kajian akademik di bidang yang relevan. Pada sub-bab ini, akan diuraikan bagaimana penelitian yang dilakukan dapat memperkuat dasar-dasar teoritis, khususnya dalam bidang sistem instalasi listrik dan monitoring berbasis IoT.

- a. Penelitian ini memperkaya penerapan PUIL 2020 dalam konteks industri penyedia layanan internet (ISP), yang selama ini lebih banyak diterapkan pada sektor manufaktur atau bangunan komersial. Dengan memberikan implementasi terkait sistem monitoring dan distribusi daya, penelitian ini dapat menjadi referensi untuk pengaplikasian standar tersebut pada berbagai jenis instalasi kelistrikan lainnya.
- b. Melalui penelitian ini, teori tentang sistem kelistrikan yang terintegrasi dengan monitoring dapat dikembangkan lebih lanjut. Penelitian ini menunjukkan pentingnya penggabungan antara desain instalasi listrik dan monitoring dalam satu kesatuan sistem yang berfungsi optimal.
- c. memperdalam pemahaman mengenai penerapan sistem monitoring daya yang dapat memantau penggunaan energi secara *real-time*.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Perusahaan

Manfaat Praktis manfaat yang dapat diperoleh secara langsung oleh perusahaan terkait dari hasil penelitian yang dilakukan. Fokus utamanya adalah pada peningkatan efisiensi, keandalan sistem, dan kemudahan dalam melakukan pemantauan serta pengelolaan instalasi listrik berbasis IoT. Sistem monitoring daya yang diterapkan dalam desain ini memungkinkan pemantauan *real-time* terhadap penggunaan energi listrik. Dengan adanya data yang akurat tentang tegangan, arus, dan daya aktif, perusahaan dapat mengidentifikasi pola

penggunaan energi dan melakukan tindakan penghematan untuk mengurangi pemborosan energi. Ini akan berdampak langsung pada pengurangan biaya operasional listrik Perusahaan, Dengan adanya sistem monitoring yang memadai, potensi kerusakan peralatan akibat gangguan listrik dapat diminimalkan. Hal ini akan mengurangi frekuensi pemeliharaan dan perbaikan, sehingga perusahaan dapat menghemat biaya yang biasanya dikeluarkan untuk menangani kerusakan peralatan dan memperbaiki sistem kelistrikan yang terganggu dan Dengan adanya desain sistem kelistrikan yang lebih terstruktur dan jelas, perusahaan dapat mengurangi ketergantungan pada jasa konsultan listrik eksternal dalam proses perancangan instalasi. Ini akan mengurangi biaya yang biasanya dikeluarkan untuk konsultasi dan perancangan oleh pihak luar, sehingga lebih efisien dari segi biaya.

b. Bagi Peneliti

Manfaat bagi Peneliti yaitu memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai perancangan sistem kelistrikan dan monitoring daya, yang dapat memperkaya pengetahuan teori dan praktik dalam bidang Teknik Elektro. Peneliti juga dapat meningkatkan keterampilan teknis dalam merancang instalasi kelistrikan yang efisien dan aman sesuai dengan standar yang berlaku dan memperdalam kemampuan dalam merancang dan merencanakan instalasi listrik yang kompleks dan terintegrasi dengan sistem monitoring daya. Pengalaman ini akan memperkuat keterampilan dalam merancang solusi teknis yang relevan untuk industri dan kebutuhan dunia kerja. Hasil penelitian ini membuka peluang bagi peneliti untuk melakukan penelitian lebih lanjut, seperti pengembangan sistem kelistrikan yang lebih inovatif, pengujian teknologi baru dalam monitoring daya, serta kajian mengenai penerapan energi terbarukan dalam instalasi kelistrikan industri bagi perusahaan. Selain itu, melalui proyek ini peneliti juga mendapatkan wawasan dan keterampilan baru dalam bidang teknologi monitoring kelistrikan berbasis *Internet of Things* (IoT).

BAB II LANDASAN TEORI

2.1. *State of The Art*

No	Peneliti	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1	Ni Made Vifiana Anggi Suryanti, Nengah Suweden, Wayan Arta Wijaya Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana 2023	Rancangan Sistem Kelistrikan Data Center Berstandar Tier 3 Pada Perbankan	Sistem kelistrikan 3 fasa	Sistem distribusi daya yang stabil dan efisien untuk data center
2	Ndelavega, Universitas Negeri Jakarta 2024	Analisis Kesesuaian Instalasi Listrik Rumah Ibadah dengan Kriteria PUIL 2020	Analisis kesesuaian standar	Evaluasi instalasi listrik sesuai PUIL untuk keselamatan dan keandalan
3	Gunawan & Sahar, Program Studi Teknik Listrik Politeknik Caltex	Rancang Bangun Sistem Proteksi dan Monitoring Overcurrent dan Over/Under	Arduino + sistem proteksi	Proteksi motor 3 fasa dari gangguan arus lebih dan

	Riau, Pekanbaru 2024	Voltage Motor 3 Fasa		tegangan abnormal
4	Anshori, Politeknik Negeri Balikpapan 2024	Implementasi Instalasi Listrik Penerangan dan Sistem Proteksi Pengamanan Modul Monitoring	Sistem monitoring dan proteksi	Pengawasan instalasi listrik gedung elektro untuk mencegah kegagalan dan meningkatkan keselamatan
5	Steven Daniel Kussoy, Julyar Prasetyo, Slamet Widodo Jurusan Rekayasa Elektro, Politeknik Negeri Balikpapan 2024	Rancang Bangun Panel Listrik 3 Phase Untuk Kegiatan Praktikum Di Laboratorium Instalasi Listrik	Perancangan, pembuatan dan pengujian panel	Pembuatan panel listrik 3 fasa sebagai sarana praktikum
6	Nita Nurdiana, M. Saleh Amin, Abdul Gani Program Studi T eknik Elektro, Universitas PGRI Palembang, Indonesia	Evaluasi Instalasi Listrik Pada Ruangan Instalasi Gizi Rumah Sakit Ernaldi Bahar	Evaluasi instalasi listrik	Pentingnya desain instalasi yang tepat dan aman di fasilitas kesehatan

	2024			
7	D. Despa, G. F. Nama, T. Septiana, and M. B. Saputra Program Studi Teknik Elektro, Teknik Informatika Universitas Lampung, Bandar Lampung 2021	Audit Energi Listrik Berbasis Hasil Pengukuran dan Monitoring Besaran Listrik pada Gedung A Fakultas Teknik Unila	Audit energi dan monitoring	Pengukuran dan analisis konsumsi listrik untuk efisiensi energi
Perbedaan Penelitian terdahulu dengan penelitian yang tertulis lakukan ialah:				
8	Marvin Program Studi, Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Islam Nusantara 2025	Perancangan dan Desain Instalasi Listrik dengan Sistem Monitoring Berbasis IoT di PT Jaya Sejahtra Nugraha	ESP8266, Sensor PZEM-004T, LCD I2C, Node-RED, MySQL	Sistem dapat menampilkan data tegangan, arus, daya aktif, daya semu, daya reaktif, dan energi kWh secara real-time melalui LCD dan server, serta dirancang sesuai kebutuhan industri 3 fasa.

2.2. Pengertian Instalasi Listrik

Instalasi listrik merupakan suatu sistem yang terdiri dari berbagai komponen yang saling terhubung untuk mengalirkan dan mendistribusikan energi listrik dari sumber pembangkit listrik ke berbagai titik beban di suatu bangunan atau fasilitas industri. Instalasi ini bertujuan untuk menyediakan pasokan listrik yang aman dan efisien guna memenuhi kebutuhan operasional berbagai peralatan listrik yang ada, baik untuk keperluan penerangan, pengoperasian mesin, peralatan elektronik, maupun kebutuhan lainnya. Instalasi listrik mencakup seluruh jaringan yang menghubungkan sumber daya listrik (seperti PLN atau generator internal) dengan beban listrik yang digunakan di berbagai lokasi. Sistem instalasi listrik ini sangat penting karena berkaitan langsung dengan faktor keamanan, kenyamanan, serta efisiensi penggunaan energi. Oleh karena itu, desain dan perencanaan instalasi listrik harus memenuhi standar keselamatan yang ketat dan efisiensi yang tinggi.

Keandalan instalasi listrik sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor penting yang berkaitan dengan sistem monitoring dan keamanan kelistrikan. Dalam penelitian ditemukan bahwa penerapan pengaman hubung singkat (*short circuit protection*) memiliki peran signifikan dalam menjaga keandalan sistem instalasi listrik. Pengaman ini berfungsi untuk mendeteksi dan memutus arus listrik yang berlebih akibat gangguan hubungan singkat, sehingga mencegah kerusakan pada perangkat dan jaringan listrik. Selain itu, pengaman arus bocor (*leakage current protection*) juga merupakan komponen vital yang memengaruhi kestabilan dan keamanan instalasi listrik dengan cara mencegah kebocoran arus yang dapat menyebabkan bahaya kebakaran atau sengatan listrik. Tidak kalah penting, sistem pertanahan (*grounding system*) yang baik dan benar juga menjadi salah satu faktor penentu keandalan instalasi listrik. Sistem ini berfungsi untuk menyalurkan arus gangguan ke tanah secara aman, sehingga melindungi peralatan dan pengguna dari risiko listrik berbahaya. (Sahar, 2024)

Instalasi listrik di Indonesia harus memenuhi berbagai standar yang telah ditetapkan oleh badan nasional dan internasional yaitu seperti PUIL (Persyaratan Umum Instalasi Listrik) dan IEC (*International Electrotechnical Commission*) pedoman teknis yang mengatur tentang bagaimana instalasi listrik harus dirancang, dipasang, dan diuji untuk memastikan bahwa instalasi tersebut aman, andal, dan efisien. Standar ini menjadi acuan utama dalam perencanaan dan pelaksanaan instalasi listrik di seluruh wilayah Indonesia, baik untuk bangunan rumah tinggal, bangunan komersial, maupun fasilitas industri. Desain instalasi listrik yang tepat sangat penting untuk memastikan bahwa sistem dapat berfungsi dengan baik, efisien, dan aman. Desain yang buruk atau tidak sesuai standar dapat mengakibatkan masalah serius, seperti gangguan pada pasokan listrik, kerusakan pada peralatan, hingga kecelakaan yang membahayakan keselamatan pekerja. (Anggi, 2025)

Oleh karena itu, perancangan instalasi listrik harus dilakukan oleh tenaga profesional yang memahami aspek teknis, keselamatan, dan regulasi yang berlaku. Desain instalasi listrik yang efisien membantu mengurangi pemborosan energi. Hal ini sangat penting dalam konteks industri atau perusahaan, di mana penghematan energi dapat menghasilkan pengurangan biaya operasional jangka panjang. Instalasi listrik yang baik mendukung kelancaran operasi alat dan sistem yang bergantung pada listrik. Ketersediaan daya yang stabil dan sesuai kebutuhan akan meningkatkan kinerja sistem dan kenyamanan.

2.3. Desain Instalasi Listrik

Desain instalasi listrik merupakan tahap awal yang sangat penting dalam pembangunan atau pengembangan sistem kelistrikan, baik di gedung komersial, industri, maupun fasilitas umum lainnya. Salah satu alat bantu yang sangat populer dan banyak digunakan dalam proses perancangan instalasi listrik adalah AutoCAD. Desain instalasi listrik merupakan tahap penting dalam perencanaan sistem kelistrikan yang melibatkan pengaturan dan penataan komponen-komponen listrik agar dapat bekerja secara efektif dan aman. Salah satu aspek utama dalam desain instalasi listrik adalah

sistem pengkabelan yang menghubungkan sumber daya dengan peralatan beban. Berdasarkan dokumentasi teknis yang terdapat pada Politeknik Negeri Balikpapan, sistem pengkabelan ini dapat divisualisasikan melalui diagram dan gambar yang menggambarkan jalur distribusi kabel serta tata letak instalasi secara rinci. Penyusunan desain pengkabelan yang tepat sangat diperlukan untuk menjamin kelancaran arus listrik, menghindari gangguan, serta memastikan keselamatan pengguna dan peralatan listrik. (Tri Anshori, 2024)

AutoCAD adalah *software* desain berbasis CAD (*Computer-Aided Design*) yang dikembangkan oleh Autodesk. Software ini digunakan secara luas oleh para arsitek, insinyur listrik, mekanik, dan teknisi untuk membuat gambar teknik dua dimensi (2D) maupun tiga dimensi (3D) yang presisi dan mudah dipahami. Dalam konteks perancangan instalasi listrik, AutoCAD memegang peran vital karena memungkinkan perancang untuk:

1. Membuat layout atau tata letak kabel,
2. Menentukan letak panel distribusi, titik saklar, stop kontak, lampu penerangan, dan peralatan lainnya,
3. Menambahkan simbol-simbol kelistrikan.
4. Menyusun diagram satu garis (*Single Line Diagram*) sebagai representasi skematis hubungan antar komponen kelistrikan.

Pembuatan diagram satu garis merupakan bagian krusial dalam desain karena menunjukkan hubungan antar panel, hingga beban secara sistematis. Diagram ini memudahkan teknisi dan pelaksana di lapangan untuk memahami alur distribusi daya listrik dari sumber hingga titik akhir. Manfaat Desain instalasi listrik yang baik memberikan berbagai manfaat yaitu perencanaan yang matang, distribusi daya menjadi lebih efisien dan minim kehilangan daya, Penempatan proteksi seperti grounding, MCB, MCCB, dan ELCB dapat dilakukan dengan tepat. Desain yang sistematis

memenuhi standar kebutuhan fasilitas yang nyaman serta kebutuhan energi listrik yang baik, agar dalam pengoperasiannya berjalan dengan lancar. (Winarno, 2024)

Selain itu, dokumen hasil desain AutoCAD dapat digunakan sebagai dokumen kontrak, as-built drawing, maupun sebagai bahan untuk proses pengadaan dan pengawasan proyek. Hasil gambar juga dapat diintegrasikan dengan perangkat lunak lain seperti Revit (untuk BIM) atau ETAP (untuk analisis kelistrikan), yang semakin meningkatkan kualitas perancangan. Dalam dunia industri, khususnya di perusahaan seperti PT Jaya Sejahtera Nugraha, penerapan desain instalasi listrik yang baik menjadi keharusan karena beban listrik yang digunakan umumnya besar dan kompleks. Salah perencanaan dapat berakibat pada:

1. Gangguan operasional,
2. Kehilangan produktivitas,
3. Risiko kebakaran atau kecelakaan kerja.

Oleh karena itu, desain instalasi listrik harus dilakukan secara profesional dan sistematis. Selain memperhatikan aspek teknis dan keselamatan, desain juga harus memperhitungkan integrasi dengan sistem monitoring berbasis IoT yang digunakan. Dengan demikian, desain tidak hanya fokus pada penyaluran daya, tetapi juga pada kemampuan sistem untuk diawasi dan dikontrol secara digital.

Keselamatan merupakan faktor yang sangat krusial dalam setiap perancangan instalasi listrik. Kesalahan dalam desain dapat menimbulkan risiko serius seperti kebakaran akibat hubung singkat (*short circuit*), sengatan listrik (*electric shock*), maupun kerusakan pada peralatan produksi. Oleh karena itu, setiap rancangan instalasi listrik harus memperhatikan standar keselamatan yang berlaku, baik nasional maupun internasional. Beberapa standar keselamatan yang dijadikan acuan dalam perencanaan instalasi listrik antara lain Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL), Standar Nasional Indonesia (SNI) 04-0225-2000, serta standar internasional seperti IEC 60364 dan IEEE 142. Dalam proses perancangan, perangkat lunak seperti AutoCAD sangat

membantu karena menyediakan simbol-simbol kelistrikan standar serta kemampuan untuk menyusun layout instalasi yang jelas, akurat, dan mudah dipahami oleh tim pelaksana di lapangan. (Irwanto, 2024)

Dalam sektor industri seperti PT Jaya Sejahtera Nugraha, sistem kelistrikan merupakan tulang punggung dari keseluruhan operasional. Kinerja berbagai peralatan seperti mesin produksi, sistem pencahayaan, hingga perangkat otomasi sangat bergantung pada keandalan distribusi daya listrik. Desain instalasi listrik yang baik akan memberikan dampak signifikan terhadap efisiensi dan produktivitas operasional perusahaan. Salah satu dampak positif yang paling nyata adalah minimnya waktu henti operasional (*downtime*) karena sistem yang stabil dan mudah dikendalikan. Selain itu, distribusi daya yang efisien dapat memberikan penghematan biaya energi yang signifikan, serta memperpanjang umur pemakaian peralatan listrik karena suplai daya yang stabil dan berkualitas. Sistem yang dirancang dengan memperhatikan aspek keselamatan juga akan meningkatkan perlindungan terhadap pekerja dan aset perusahaan, sehingga risiko kecelakaan kerja akibat listrik dapat diminimalkan. Semua hal tersebut pada akhirnya akan berkontribusi terhadap peningkatan produktivitas dan kinerja perusahaan secara keseluruhan. Dalam perencanaan jangka panjang, desain instalasi listrik juga harus mempertimbangkan kemungkinan adanya ekspansi atau penambahan beban di masa depan. Oleh karena itu, konsep desain modular dan fleksibel menjadi salah satu pendekatan yang diutamakan dalam sistem instalasi modern, agar sistem dapat dengan mudah di-upgrade atau dimodifikasi tanpa harus membongkar keseluruhan instalasi yang sudah ada. (Nanggala, 2024)

2.4. Sistem Monitoring

Sistem monitoring energi listrik merupakan sebuah sistem yang dirancang untuk melakukan pengukuran, pencatatan, dan pemantauan parameter-parameter kelistrikan secara terus-menerus dan *real-time*. Sistem ini sangat penting dalam manajemen energi, baik di sektor industri, komersial, maupun perumahan. Dengan adanya sistem monitoring, pengguna dapat mengetahui kondisi pemakaian energi

secara aktual dan mengambil keputusan yang tepat untuk meningkatkan efisiensi, menghindari pemborosan, serta mencegah kerusakan peralatan akibat gangguan listrik. Dalam dunia industri, sistem monitoring menjadi salah satu komponen penting dalam manajemen energi yang efisien. Penggunaan energi yang tidak terkontrol dapat menyebabkan pemborosan biaya operasional, menurunnya umur peralatan, dan potensi risiko keamanan. (Usman, 2025)

Oleh karena itu, penerapan sistem monitoring memberikan manfaat tidak hanya dari sisi teknis, tetapi juga dari sisi ekonomis dan keselamatan kerja. Sistem monitoring energi listrik secara umum terdiri dari beberapa komponen utama:

- a) Sensor atau modul pengukuran Bertugas mengukur parameter-parameter seperti tegangan, arus, daya aktif, daya reaktif, frekuensi, dan energi. Dalam sistem ini digunakan modul PZEM-004T, yang mampu mengukur parameter tersebut pada sistem listrik AC secara real-time dan memiliki antarmuka komunikasi serial TTL.
- b) Mikrokontroler Berfungsi sebagai otak dari sistem monitoring. Mikrokontroler seperti ESP8266 tidak hanya memproses data dari sensor, tetapi juga dapat mengirimkan data ke perangkat lain atau server menggunakan koneksi Wi-Fi.
- c) Media tampilan data Berupa LCD untuk tampilan lokal atau antarmuka *web/mobile* untuk pemantauan jarak jauh. Pengguna dapat melihat kondisi listrik secara langsung dan cepat melalui tampilan yang sederhana dan informatif.
- d) Komunikasi data Dengan teknologi *Internet of Things* (IoT), data dapat dikirim melalui internet ke *server*, *cloud*, atau *database*, sehingga dapat dipantau kapan saja dan di mana saja. Hal ini mendukung konsep remote monitoring dan *predictive maintenance*.

Salah satu kelebihan dari sistem monitoring berbasis IoT adalah fleksibilitasnya. Sistem juga dapat diprogram untuk menyimpan log secara otomatis

jika terjadi anomali, misalnya lonjakan arus yang tiba-tiba (*overcurrent*), tegangan turun drastis (*undervoltage*), atau ketidakseimbangan antar fasa. Beberapa Keuntungan dari sistem monitoring energi listrik berbasis IoT yaitu Pengguna dapat melihat kondisi parameter listrik setiap saat, Data bisa diakses dari perangkat berbasis internet tanpa harus berada di Lokasi, Pengambilan keputusan lebih cepat dan berdasarkan data actual, Data dapat disimpan dan digunakan untuk analisis tren konsumsi energi. Penerapan sistem monitoring semacam ini sangat mendukung transisi menuju industri cerdas (*smart industry*) yang berorientasi pada efisiensi, otomatisasi, dan pengambilan keputusan berbasis data. Dalam konteks PT Jaya Sejahtera Nugraha, sistem monitoring ini diharapkan menjadi bagian dari upaya modernisasi instalasi listrik industri agar lebih aman, efisien, dan berkelanjutan. (Topiq, 2024)

Dalam sistem instalasi listrik, monitoring terhadap sistem daya merupakan aspek yang sangat penting untuk menjamin keamanan, keandalan, dan efisiensi energi. Salah satu metode modern dan efektif yang digunakan dalam sistem monitoring adalah monitoring daya listrik secara *real-time*. Monitoring daya memungkinkan Perusahaan atau operator sistem untuk mengawasi kondisi kelistrikan secara terus-menerus, mendeteksi potensi gangguan lebih awal, serta melakukan pengendalian beban dan optimasi pemakaian energi. Adapun komponen yang digunakan sebagai berikut:

2.4.1. Sensor PZEM-004T

Sensor PZEM-004T merupakan suatu modul pemantauan energi listrik yang dirancang untuk mengukur berbagai parameter kelistrikan secara *real-time* pada sistem listrik arus bolak-balik (AC). Modul ini memiliki kemampuan untuk membaca tegangan (voltase), arus listrik (ampere), dan daya aktif (watt). Modul ini bekerja dengan menggunakan *current transformer* (CT) untuk mengukur arus secara non-invasif, artinya arus tidak langsung mengalir ke dalam perangkat, melainkan dideteksi melalui induksi magnetik oleh CT yang dijepitkan pada kabel fasa. Tegangan diukur langsung dari sumber listrik yang terhubung ke input AC pada modul.

Data hasil pengukuran kemudian diolah secara internal oleh mikrokontroler dalam modul dan dikirimkan ke perangkat eksternal dengan keunggulannya dalam hal kemudahan penggunaan, kompatibilitas luas, serta harga yang ekonomis, PZEM-004T menjadi komponen penting dalam pengembangan sistem monitoring dan efisiensi energi, terutama di era modern yang menuntut pemanfaatan listrik secara cerdas dan terukur.



Gambar 2.1 Sensor PZEM-004T

Sumber : <https://www.nn-digital.com/blog/2019/07/10/mengenal-pzem-004t-modul-elektronik-untuk-alat-pengukuran-listrik/>

Spesifikasi utama dari modul PZEM-004T yang dapat mengukur parameter listrik berikut:

- a. Tegangan : 80-260VAC
- b. Nilai arus : 0-100A
- c. Daya aktif : 0-22kW
- d. Energi : 0-9999kWh

- e. Frekuensi : 45-65Hz.

Meskipun hanya mendukung pengukuran satu fasa, modul ini tetap bisa digunakan untuk sistem tiga fasa dengan cara menggabungkan tiga unit PZEM-004T, masing-masing dipasang pada fasa R, S, dan T.

2.4.2. NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 merupakan salah satu jenis mikrokontroler berbasis WiFi yang sangat populer di dunia *Internet of Things* (IoT). Modul ini dikembangkan dengan mengintegrasikan ESP8266 dari *Espressif Systems* ke dalam sebuah board pengembangan yang memiliki pin GPIO, antarmuka USB, serta sistem *firmware* berbasis LUA script atau lebih umum sekarang menggunakan Arduino IDE.

NodeMCU adalah singkatan dari *Node Microcontroller Unit*, dan ESP8266 adalah chip WiFi SoC (System on Chip) yang menjadi otak dari modul ini. Dengan kombinasi tersebut, NodeMCU ESP8266 menjadi pilihan ideal untuk proyek-proyek monitoring dan kendali jarak jauh seperti sistem monitoring daya listrik, otomatisasi rumah, pengontrol lampu dan suhu, serta berbagai proyek IoT lainnya. Berikut adalah spesifikasi umum dari NodeMCU (ESP8266):

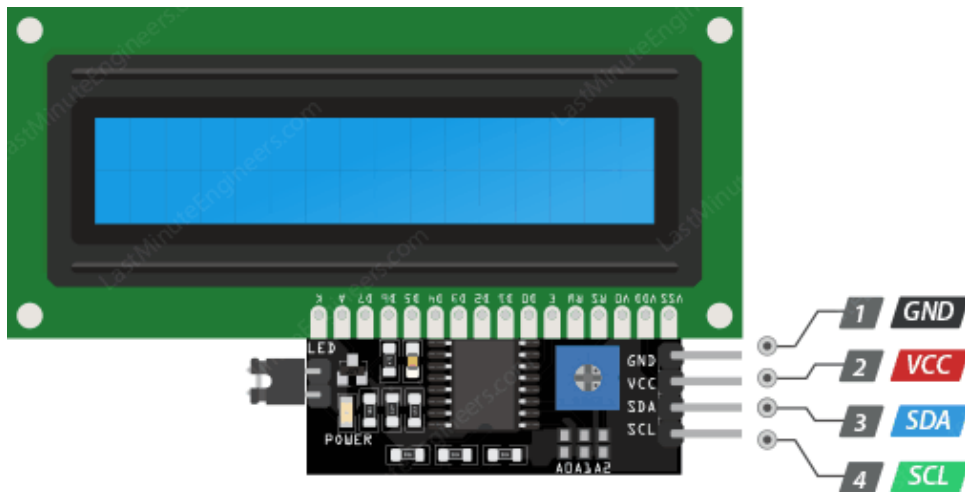
Tabel 2.1 Spesifikasi NodeMCU ESP8266

Fitur	Keterangan
Mikrokontroler	ESP8266EX (Tensilica L106 32-bit)
Kecepatan CPU	80 MHz (bisa di- <i>overclock</i> hingga 160 MHz)
Memori Flash	4MB
RAM	±50 KB (untuk aplikasi pengguna)
WiFi	802.11 b/g/n, mendukung AP, STA, dan AP+STA mode
GPIO	±11 pin I/O digital
Antarmuka	UART, SPI, I2C, PWM, ADC (1 channel, 10-bit)
Tegangan kerja	3.3V (butuh regulator jika pakai sumber 5V)

Komunikasi Serial	USB-to-Serial melalui chip CP2102 atau CH340
Bahasa pemrograman	Arduino IDE, LUA, MicroPython

2.4.3. LCD I2C (Liquid Crystal Display)

LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan komponen elektronik digunakan untuk menampilkan informasi dalam bentuk visual seperti teks, angka, dan simbol. Dalam sistem monitoring, LCD berfungsi sebagai media tampilan data penting seperti tegangan, arus, daya, serta status sistem monitoring yang sedang berjalan.

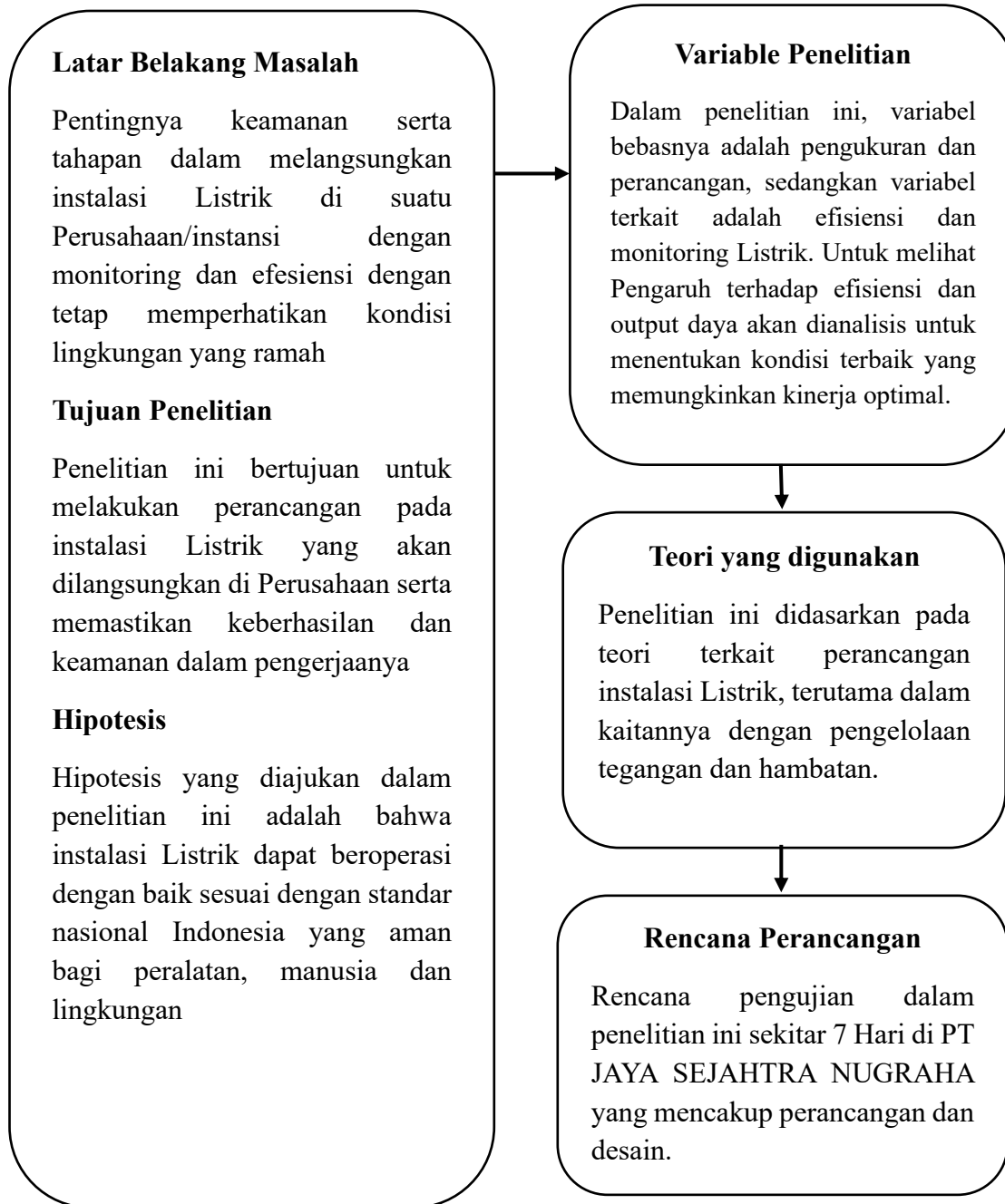


Gambar 2.2 LCD (Liquid Crystal Display) I2C

Sumber : <https://parnaek.medium.com/cara-menggunakan-i2c-display-16x2-lcd-pada-arduino-esp32-7b56c4d0c686>

Untuk efisiensi komunikasi antara mikrokontroler dan LCD, modul I2C (*Inter-Integrated Circuit*) digunakan. Modul I2C memungkinkan LCD berkomunikasi dengan mikrokontroler hanya menggunakan dua jalur utama, yaitu SDA (*Serial Data*) dan SCL (*Serial Clock*), sehingga sangat efisien dari segi jumlah pin dan kabel yang digunakan.

2.5. Kerangka Berpikir



BAB III

PERANCANGAN DAN DESAIN

3.1 Pengumpulan Data

3.1.1. Studi Kepustakaan

Studi ini dilakukan untuk memperoleh teori, acuan teknis, serta pemahaman terhadap standar yang berlaku dalam sistem kelistrikan, khususnya pada instalasi industri seperti yang terdapat di PT Jaya Sejahtra Nugraha. Studi kepustakaan dilakukan dengan cara menelaah berbagai sumber literatur, baik dari buku teks teknik, standar nasional, jurnal ilmiah, maupun dokumen teknis dari pabrikan peralatan listrik. Salah satu acuan utama dalam studi ini adalah Pedoman Umum Instalasi Listrik (PUIL), yang merupakan standar nasional Indonesia untuk instalasi listrik tegangan rendah. PUIL memberikan panduan lengkap mengenai tata cara perencanaan, pelaksanaan, dan pengawasan instalasi listrik yang aman dan andal. Dalam perancangannya, instalasi listrik harus memenuhi ketentuan seperti pemilihan jenis penghantar (kabel), kapasitas proteksi arus lebih (MCB/MCCB), sistem pentanahan (*grounding*), dan tata letak peralatan listrik. Selain itu, penulis juga mengacu pada beberapa Standar Nasional Indonesia (SNI) terkait instalasi kelistrikan dan persyaratan kabel, yang memastikan bahwa seluruh komponen yang digunakan telah memenuhi ketentuan mutu dan keselamatan.

3.1.2. Observasi Lapangan

Observasi lapangan dilakukan sebagai langkah awal untuk memperoleh data nyata dan akurat mengenai kondisi serta kebutuhan instalasi listrik di PT Jaya Sejahtra Nugraha. Kegiatan ini menjadi dasar penting dalam proses perancangan karena untuk bisa memahami secara langsung bagaimana tata letak bangunan yang nanti akan di desain, jenis beban listrik yang digunakan, serta sistem distribusi daya yang ada di lapangan. Kunjungan ke lokasi dilakukan dengan tujuan mengidentifikasi dan mendokumentasikan berbagai elemen penting seperti posisi ruang-ruang kerja, lokasi

panel distribusi utama dan sub-panel, jalur kabel, serta peralatan-peralatan listrik yang lainnya. Selama proses studi lapangan, dilakukan pula desain visual sketsa denah area yang ada di perusahaan. Hal ini sangat membantu dalam proses pembuatan gambar instalasi seperti *single line diagram* (diagram satu garis) dan denah jalur kabel.

3.1.3. Wawancara

Metode pengumpulan data wawancara dilakukan sebagai bagian dari pengumpulan data kualitatif guna memperoleh informasi mendalam mengenai kebutuhan kelistrikan di PT Jaya Sejahtra Nugraha. Wawancara dilakukan secara langsung kepada pihak-pihak yang memiliki peran dan tanggung jawab dalam pengelolaan sistem listrik di perusahaan, seperti teknisi, staf bagian maintenance, dan kepala tukang bangunan. Teknik wawancara ini bersifat semi-terstruktur, di mana penulis menyiapkan beberapa pertanyaan pokok namun tetap terbuka terhadap jawaban yang berkembang selama proses wawancara berlangsung dikarenakan desain dan keinginan daripada regulasi Perusahaan seiring waktu berubah ubah menyesuaikan dengan lingkungan dan juga kondisi eksternal Perusahaan.

Selain itu, wawancara ini juga bertujuan untuk mengetahui kebutuhan dan harapan Perusahaan terhadap sistem listrik yang akan dirancang, khususnya terkait dengan aspek keamanan, kemudahan pengoperasian, dan efisiensi energi. Dari wawancara diketahui bahwa perusahaan menginginkan sistem yang bisa memonitoring daya secara *real time*, dan juga mampu mengidentifikasi apabila ada kebocoran arus. Harapan lain yang disampaikan adalah adanya pengelompokan beban berdasarkan fungsi dan prioritas, sehingga saat terjadi gangguan atau pemadaman, beban kritis tetap dapat dipertahankan. Informasi yang diperoleh dari wawancara menjadi pelengkap yang sangat penting bagi data teknis yang diperoleh melalui observasi lapangan dan dokumentasi.

3.2 Perencanaan Desain

Desain yang dibuat mempertimbangkan kemudahan akses, keamanan instalasi, dan efisiensi penempatan peralatan. Jalur kabel dirancang agar terorganisasi rapi dan tidak mengganggu aktivitas di kantor, serta memungkinkan proses perawatan atau pemeriksaan teknis dilakukan dengan mudah. Simbol-simbol kelistrikan yang digunakan dalam gambar mengikuti konvensi standar kelistrikan nasional agar mudah dipahami oleh teknisi atau pelaksana di lapangan. Untuk menggambarkan rencana instalasi secara teknis dan akurat, penulis menggunakan perangkat lunak AutoCAD.

AutoCAD dipilih karena kemampuannya dalam menghasilkan gambar teknis dua dimensi yang presisi dan memenuhi standar. Dengan AutoCAD, dibuat beberapa jenis gambar teknis seperti denah instalasi listrik, tata letak panel, jalur kabel, serta diagram satu garis (*single line diagram*). Gambar-gambar ini memberikan visualisasi detail mengenai lokasi pemasangan komponen listrik, seperti stop kontak, saklar, titik lampu, dan panel distribusi. Dalam desain ini juga dipertimbangkan aspek estetika dan kemudahan perawatan. Jalur kabel dirancang sedemikian rupa agar tidak mengganggu aktivitas operasional, serta memudahkan dalam proses inspeksi atau perbaikan apabila terjadi gangguan.

3.2.1. Indeks Ruangan

Dalam perencanaan sistem pencahayaan pada bangunan, salah satu parameter teknis yang harus diperhitungkan adalah indeks ruangan (*room index*). Indeks ruangan digunakan untuk menentukan nilai *Coefficient of Utilization* (CU), yaitu efisiensi cahaya yang sampai ke bidang kerja dari total cahaya yang dihasilkan oleh armatur. Penentuan nilai CU sangat dipengaruhi oleh bentuk dan dimensi ruangan serta ketinggian pemasangan lampu.

Indeks ruangan dihitung menggunakan rumus berikut:

$$K = \frac{P \times L}{h (P + L)} \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan :

k = Indeks Ruangan

p = Panjang (m)

l = Lebar (m)

h = Tinggi lampu terhadap bidang kerja.

Perhitungan indeks ruangan pada setiap ruang di area instalasi dilakukan berdasarkan dimensi ruangan aktual, dan hasilnya digunakan untuk menentukan efisiensi pencahayaan, jumlah lampu, serta kebutuhan daya secara keseluruhan.

3.2.2. Kebutuhan Penerangan

Dalam merancang desain pencahayaan pada suatu ruangan salah satu hal yang harus diperhitungkan adalah jumlah titik lampu yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan pencahayaan sesuai standar. Setiap ruang memiliki tingkat pencahayaan minimum yang berbeda, tergantung pada fungsi ruang tersebut. Untuk menentukan jumlah titik lampu dihitung dengan rumus berikut:

$$N = \frac{E \times L \times W}{\phi \times LLF \times CU \times n} \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan

N = Jumlah titik lampu

E = Kuat penerangan (lux)

L = Panjang ruangan (m)

W = Lebar Ruangan (m)

ϕ = Total lumen lampu lux (300)

LLF = Light Loss Factor (0,7 – 0,9)

CU = Coffisien Of Utillization / faktor pemanfaatan (50 – 60%)

n = Jumlah lampu dalam satu titik lampu

3.3 Beban dan Daya Listrik

Dalam proses perancangan sistem instalasi listrik, salah satu aspek penting yang harus diperhitungkan adalah besar arus listrik yang mengalir pada setiap rangkaian atau beban. Nilai arus ini menjadi dasar dalam menentukan kapasitas kabel, spesifikasi pemutus arus (MCB), serta sebagai parameter penting dalam sistem monitoring berbasis IoT yang akan diterapkan pada instalasi listrik di PT Jaya Sejahtra Nugraha. Untuk memperoleh nilai arus listrik, digunakan persamaan berikut:

Rumus:

$$I = \frac{P}{V \times \cos \varphi} \dots\dots\dots(3.3)$$

Keterangan:

I = Arus listrik (Ampere)

P = Daya aktif (Watt)

V = Tegangan (Volt)

Cos φ = Faktor daya (Power Factor)

Sumber : (Grainger, 1994)

Persamaan ini digunakan dalam sistem tenaga listrik arus bolak-balik (AC), di mana arus listrik merupakan hasil pembagian antara daya aktif dengan hasil kali antara tegangan dan faktor daya. Faktor daya (Cos φ) menunjukkan efisiensi penggunaan energi listrik, dan biasanya memiliki nilai antara 0,8 hingga 1, tergantung pada jenis beban (induktif, resistif, atau kapasitif)

3.3.1. Daya Semu

Daya semu merupakan besaran total daya listrik yang mengalir dari sumber ke beban, yang merupakan kombinasi dari daya nyata dan daya reaktif pada ketiga fasa tersebut. Besarnya daya semu ini sangat berpengaruh pada pemilihan kapasitas kabel,

trafo, peralatan agar mampu menahan beban listrik tanpa terjadi gangguan kerusakan dan menggambarkan total beban listrik yang harus disediakan oleh sumber.

$$S = V \times I \dots\dots\dots(3.4)$$

Keterangan:

I = Arus (Ampere)

S = Daya Semu (VA)

V = Tegangan (Volt)

3.3.2. Daya Aktif

Daya aktif adalah komponen daya listrik yang digunakan secara nyata oleh peralatan listrik. Daya aktif dilambangkan dengan huruf P dan memiliki satuan Watt (W). Dalam sistem kelistrikan arus bolak-balik (AC), daya aktif merupakan bagian dari total daya (daya semu) yang benar-benar dikonsumsi oleh beban. Daya aktif dihitung berdasarkan hubungan antara tegangan, arus, dan faktor daya, dengan rumus sebagai berikut:

$$P = V \times I \times \text{Cos } \varphi \dots\dots\dots(3.5)$$

Keterangan:

P = Daya Aktif (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

Cos(ϕ) = faktor daya (power factor)

Pada instalasi listrik di industri seperti PT Jaya Sejahtra Nugraha, daya aktif menjadi indikator penting dalam pemantauan efisiensi energi, karena menggambarkan besarnya energi listrik yang dimanfaatkan secara langsung oleh beban.

3.3.3. Daya Reaktif

Daya reaktif adalah komponen daya listrik dalam sistem arus bolak-balik (AC) yang tidak menghasilkan kerja nyata, namun tetap dibutuhkan untuk membentuk dan

mempertahankan medan magnet pada beban induktif, seperti motor listrik, transformator, dan ballast lampu. Daya reaktif dilambangkan dengan huruf Q dan memiliki satuan Volt-Ampere Reaktif (VAR).

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} \dots\dots\dots(3.6)$$

Keterangan :

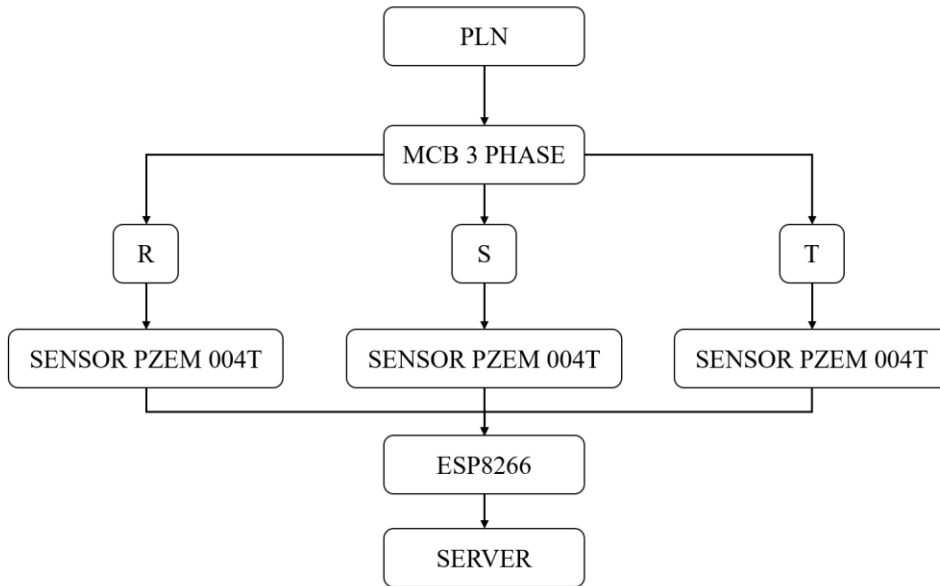
- Q = daya reaktif (VAR)
- S = daya semu (VA)
- P = daya aktif (W)

Dalam segitiga daya (power triangle), daya reaktif membentuk sisi tegak lurus terhadap daya aktif, dengan daya semu sebagai sisi miring. Besarnya daya reaktif yang tinggi dapat menyebabkan turunnya faktor daya (power factor), sehingga sistem listrik menjadi kurang efisien. Hal ini dapat berdampak pada pemborosan energi, pembebanan lebih pada peralatan listrik, dan bahkan penalti dari pihak penyedia listrik (PLN).

3.4. Perencanaan Sistem Monitoring

Desain sistem monitoring ini mendukung fungsi pengendalian berbasis data, di mana jika sensor memonitoring arus Listrik pada ambang batas tertentu. Dengan pendekatan ini, sistem tidak hanya bersifat reaktif, tetapi juga proaktif dalam menjaga keamanan instalasi Penerapan PZEM-004T dalam sistem ini bertujuan sebagai bagian dari *early warning system* terhadap potensi gangguan atau pemborosan energi. Sensor ini akan ditempatkan pada jalur keluar panel distribusi utama dan panel cabang yang menyuplai beban-beban kritis. Dengan koneksi ke mikrokontroler ESP8266, data dari sensor PZEM-004T dapat diakses secara digital dan ditampilkan melalui layar LCD atau bahkan dikirim ke server untuk pemantauan jarak jauh. Sensor ini berfungsi untuk memantau parameter penting dalam instalasi listrik secara *real-time*, yaitu tegangan

(volt), arus (ampere), daya aktif (watt), daya semu (VA), faktor daya ($\cos \phi$), dan energi yang dikonsumsi (kWh).



Gambar 3.1 *Flowchart* Sistem

Dari sisi ekonomis, penggunaan sensor PZEM-004T juga relatif efisien karena modul ini memiliki harga yang terjangkau namun mampu memberikan data teknis yang cukup lengkap untuk kebutuhan sistem monitoring skala industri ringan hingga menengah. Penggunaan sensor ini dalam sistem monitoring memberikan nilai tambah yang signifikan dalam desain instalasi listrik karena memungkinkan penerapan teknologi smart monitoring tanpa harus bergantung pada perangkat SCADA yang mahal dan kompleks.

BAB IV

PEMBAHASAN DAN HASIL

4.1. Gambaran Umum PT. JAYA SEJAHTRA NUGRAHA

STRONGNET, sebuah brand dari PT. Jaya Sejahtra Nugraha, merupakan perusahaan Telekomunikasi dan IT Service yang juga bergerak dalam bidang security system, CCTV, tata kelola jaringan, penjualan dan jasa manage service IT dan Komputer dengan satu komitmen memberikan pelayanan terbaik dalam rangka memenuhi harapan dan permintaan konsumen. Dengan tenaga ahli yang profesional dan berpengalaman, Strongnet siap melayani *Customer* dengan “*High Quality produk & services*”. Perkembangan di dunia IT menjadikan Internet menjadi kebutuhan utama dalam perkembangan tersebut, PT. JAYA SEJAHTRA NUGRAHA yang berdiri pada tahun 2020 dengan branding STRONGNET ingin berperan lebih banyak dalam perkembangan Internet untuk menghadapi tantangan di masa mendatang.

Memperluas jangkauan internalnya saat ini, STRONGNET pada tahun 2022 telah memperoleh lisensi ULO (Uji Layak Operasional) dari Kementerian Komunikasi dan Informatika. Hal ini memungkinkan kami untuk bekerja sama dengan lembaga lokal dan nasional. Saat ini, STRONGNET telah tergabung bersama APJII untuk memperluas persebaran akses internet di Indonesia, masih banyaknya daerah Kabupaten atau Desa yang memiliki keterbatasan akses daerah yang tidak mendapat sinyal dari menara telekomunikasi yang membatasi pengguna layanan seluler untuk melakukan komunikasi.

STRONGNET berlokasi di Perum Griya Sampurna Blok F6/12, Sukadana, Kec. Cimanggung, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat 45364 Dalam era transformasi digital yang terus berkembang, STRONGNET yang siap bersaing dengan penyedia layanan besar, dengan pendekatan lebih personal, responsif, dan berorientasi pada kebutuhan pengguna di daerah. (Nugraha, 2020)

4.2. Pembuatan Desain

Desain AutoCAD mencakup pembagian beban berdasarkan fase, pengelompokan sesuai dengan zona lantai, Gambar AutoCAD mencakup *single line diagram* (SLD) untuk menunjukkan hubungan antar panel dan beban secara simbolis, serta layout lantai (*floor plan*) yang menggambarkan distribusi fisik titik-titik beban seperti lampu, stop kontak, dan perangkat lainnya. Indeks ruangan (*room index*) adalah nilai yang digunakan dalam perhitungan kebutuhan penerangan untuk mengetahui efisiensi distribusi cahaya dalam suatu ruang di dengan rekap sebagai Berikut:

Tabel 4.1. Tabel Matematis *Room Index*

Nama Ruangan		Panjang (Cm)	Lebar (Cm)	Tinggi (Cm)	Indeks
Lantai 1	Garasi	1000	600	475	0.79
	Lobby	600	300	375	0.53
	Gudang	400	600	375	0.64
	R. Receptionist	550	300	375	0.52
	Toilet	200	250	375	0.30
	Tangga Lantai 1 ke Lantai 2	400	100	375	0.21
Lantai 2	R. Monitoring	500	600	335	0.81
	R. Direktur	500	430	335	0.69
	R. Manager	300	300	335	0.45
	R. Meeting	500	570	335	0.80
	Balkon R. Direktur	125	430	335	0.29
	Toilet R. Direktur	200	275	335	0.35
	Toilet Karyawan	200	225	335	0.32
	Tangga Lantai 2 ke Lantai 3	400	200	335	0.40
Lantai 3	R. Aula	1000	770	320	1.36
	R. Rofftop	1000	430	320	0.94
	Toilet Karyawan	180	100	320	0.20
Lantai 4	Mushola	380	480	320	0.66

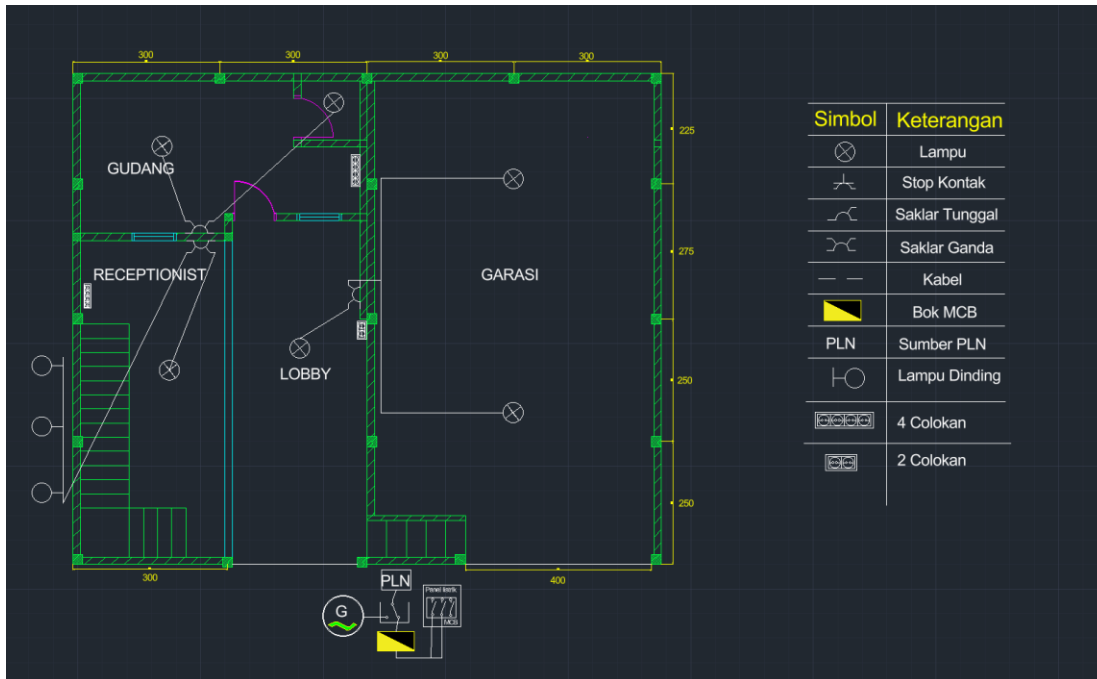
Setelah mendapatkan nilai indeks ruangan, langkah berikutnya adalah menghitung jumlah titik lampu yang dibutuhkan untuk mendapatkan tingkat pencahayaan:

Tabel 4.2. Tabel Matematis Kebutuhan Penerangan

Nama Ruangan		P (m)	L (m)	E	ϕ	LLF	Cu	n	N	Jumlah titik	Jenis Lampu
Lantai 1	Garasi	10	6	300	800	0.9	1	1	0.250	2	10 W
	Lobby	6	3	300	800	0.9	1	1	0.075	1	10 W
	Gudang	4	6	300	800	0.9	1	1	0.100	1	10 W
	R. Receptionist	5.5	3	300	800	0.9	1	1	0.069	1	10 W
	Toilet R. Gudang	2	2.5	150	800	0.9	1	1	0.010	1	10 W
	Tangga Lantai 1 ke Lantai 2	4	1	200	350	0.9	1	1	0.025	1	5 W
Lantai 2	R. Monitoring	5	6	300	800	0.9	1	1	0.125	2	10 W
	R. Direktur	5	4.3	300	800	0.9	1	1	0.090	1	10 W
	R. Manager	3	3	300	350	0.9	1	1	0.086	1	10 W
	R. Meeting	5	5.7	300	800	0.9	1	1	0.119	1	10 W
	Koridor Direktur	1.25	4.3	300	350	0.9	1	1	0.051	1	5 W
	Toilet R. Direktur	2	2.75	150	350	0.9	1	1	0.026	1	5 W
	Toilet Karyawan	2	2.25	150	350	0.9	1	1	0.021	1	5 W
	Tangga Lantai 2 ke Lantai 3	4	2	200	350	0.9	1	1	0.051	1	5 W
Lantai 3	R. Aula	10	7.7	300	800	0.9	1	1	0.321	3	10 W
	R. Rofftop	10	4.3	300	800	0.9	1	1	0.179	1	10 W
	Toilet Karyawan	1.8	1	150	350	0.9	1	1	0.009	1	5 W
Lantai 4	Mushola	3.8	4.8	300	800	0.9	1	1	0.076	1	10 W

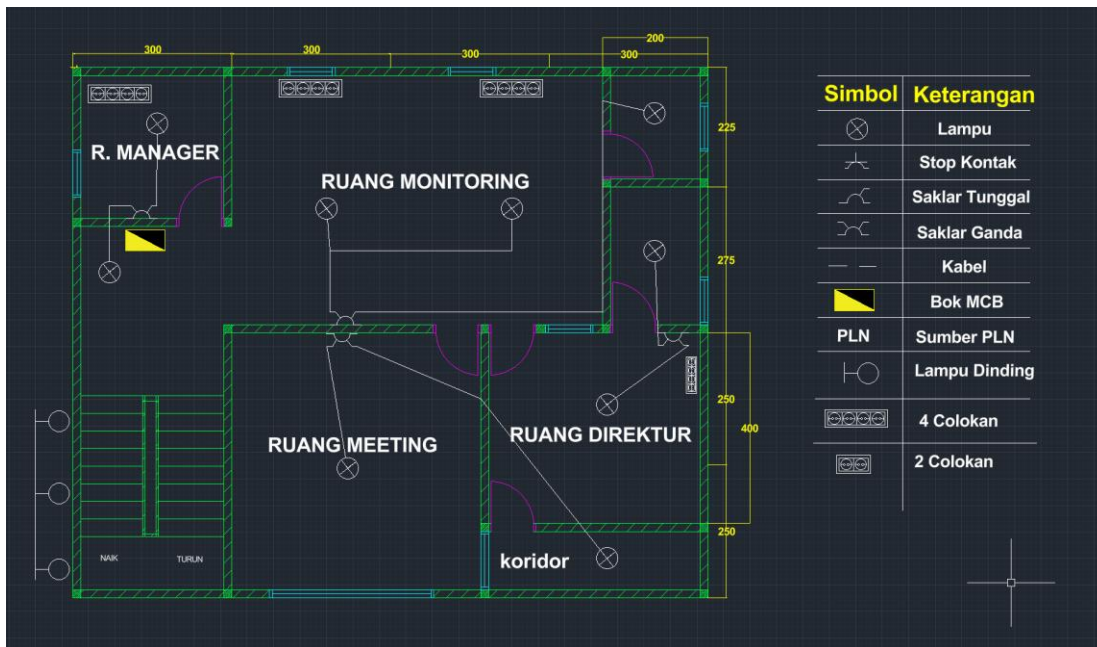
Setelah dilakukan perhitungan kebutuhan pencahayaan dan Indeks Ruangan, tahap selanjutnya adalah membuat desain instalasi penerangan menggunakan

perangkat lunak AutoCAD. Ruangannya meliputi Lobby, Receptionis, Gudang, dan Garasi, masing-masing dengan perencanaan sistem kelistrikan yang disesuaikan berdasarkan fungsi ruang dan kebutuhan beban. Simbol-simbol listrik yang digunakan mengacu pada standar konvensional teknik gambar listrik, sebagaimana ditampilkan dalam legend di sisi kanan gambar.



Gambar 4.1. Desain Lantai 1

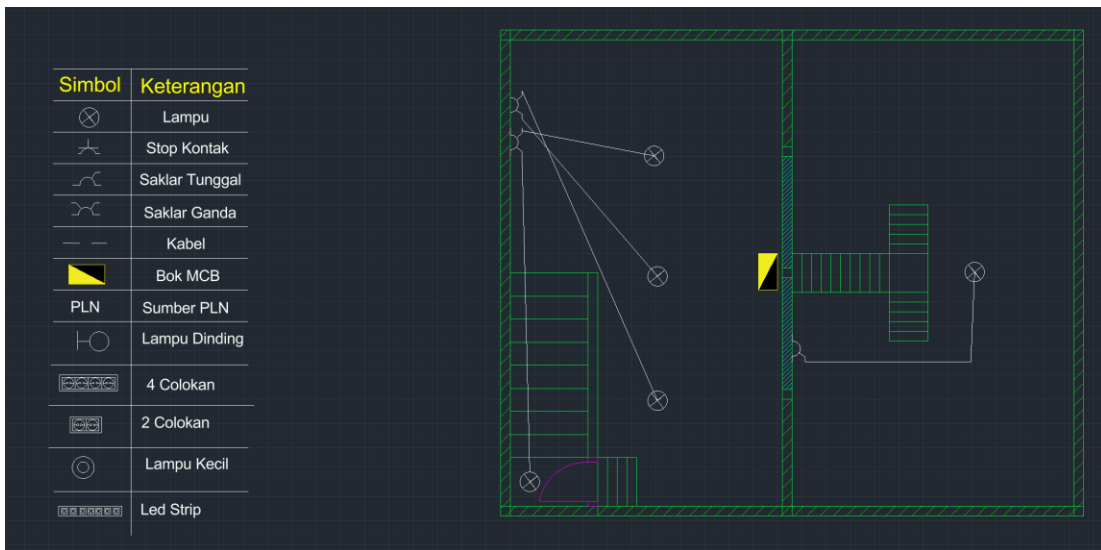
Di antaranya meliputi simbol lampu, saklar tunggal dan ganda, stop kontak dengan jumlah colokan berbeda, serta sambungan kabel. Selain itu, diperlihatkan juga sumber utama dari PLN yang masuk ke panel listrik utama, lengkap dengan simbol MCB dan jalur grounding.



Gambar 4.2. Desain Lantai 2

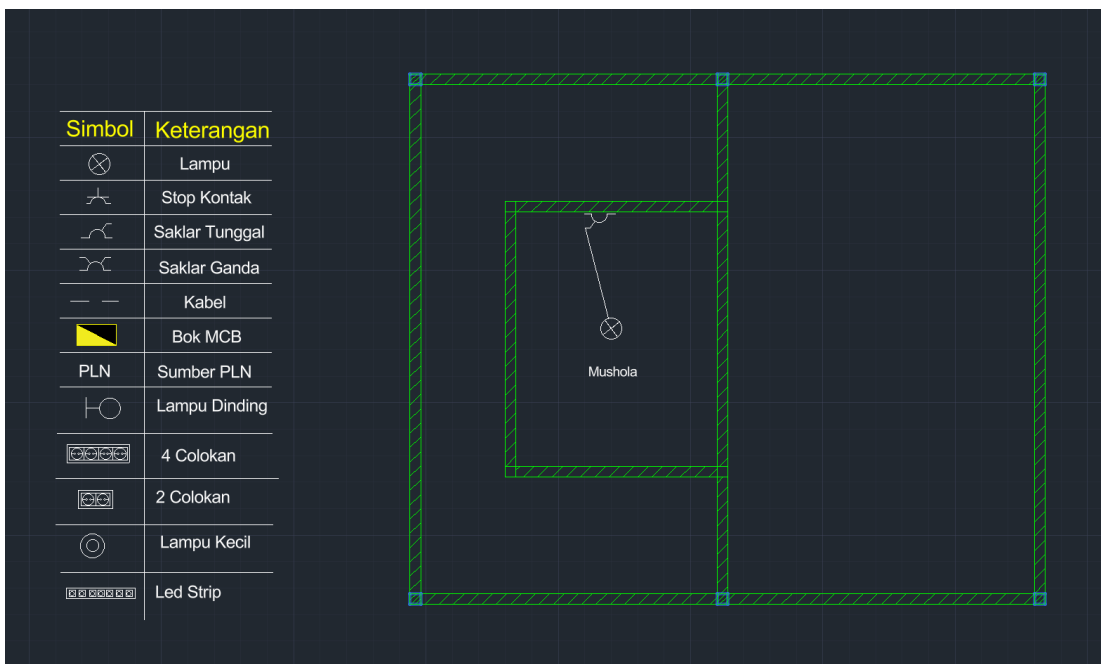
Gambar ini merupakan desain instalasi listrik lantai 2. Dalam perencanaannya, ditampilkan penempatan titik lampu penerangan, stop kontak (baik 2 maupun 4 colokan), serta saklar tunggal dan ganda yang semuanya dihubungkan dengan kabel yang ditarik secara sistematis dari panel distribusi yang juga tergambar dalam denah.

Instalasi dirancang untuk memastikan kenyamanan penggunaan perangkat elektronik seperti monitor, komputer, printer, serta sistem pendingin dan pencahayaan, khususnya di ruang yang memiliki tingkat aktivitas tinggi seperti Ruang Monitoring dan Meeting. Penempatan MCB panel pada lantai ini ditempatkan secara strategis agar mudah diakses untuk pengendalian dan perlindungan beban. Ruangan seperti Ruang Direktur dan Ruang Monitoring memiliki lebih banyak titik colokan dan saklar, menyesuaikan dengan kebutuhan perangkat kerja yang lebih kompleks dan intensif. Sistem pencahayaan juga dibagi agar tiap saklar mengontrol area lampu yang efisien, memungkinkan penghematan energi dan fleksibilitas penggunaan.



Gambar 4.3. Desain Lantai 3

Gambar ini menunjukkan rancangan instalasi listrik lantai 3 gedung PT Jaya Sejahtra Nugraha, yang berfokus pada area dengan fungsi lebih spesifik seperti area Aula, Toilet Karyawan, dan Halaman.



Gambar 4.4. Desain Lantai 4

4.3. Rencana Beban dan Daya Listrik

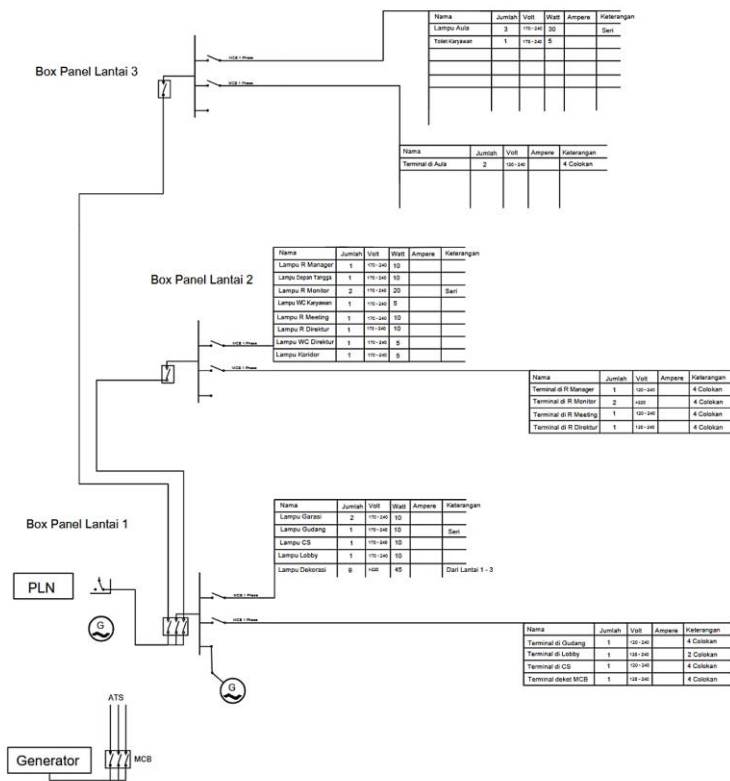
Perhitungan beban dan daya listrik bertujuan untuk mengetahui total kebutuhan energi listrik yang akan digunakan oleh seluruh peralatan di dalam sistem instalasi. Sebelumnya, dilakukan pendataan terhadap seluruh beban yang digunakan di PT Jaya Sejahtra Nugraha, dengan data sebagai Berikut:

Tabel 4.3. Tabel Matematis Kebutuhan Beban

Nama Ruangan		Nama Beban	Jumlah	Tegangan (V)	Daya (P)	Arus (I)
Lantai 1	Garasi	Lampu Led 10 W	2	220	20	0.09
	Lobby	Lampu Led 10 W	1	220	10	0.05
		Stop Kontak 2 Socket	1	220	2200	10
	Gudang	Lampu Led 10 W	1	220	10	0.05
		Stop Kontak 4 Socket	1	220	2200	10
	R. Receptionist	Lampu Led 10 W	1	220	10	0.05
		Stop Kontak 4 Socket	1	220	2200	10
Toilet R. Gudang	Lampu Led 10 W	1	220	10	0.05	
Tangga Lantai 1 ke 2	Lampu Led 5 W	1	220	5	0.02	
Lantai 2	R. Monitoring	Lampu Led 10 W	2	220	10	0.05
		Stop Kontak 4 Socket	2	220	2200	10
	R. Direktur	Lampu Led 10 W	1	220	10	0.05
		Stop Kontak 4 Socket	1	220	2200	10
	R. Manager	Lampu Led 10 W	1	220	10	0.05
		Stop Kontak 4 Socket	1	220	2200	10
	R. Meeting	Lampu Led 10 W	1	220	10	0.05
		Stop Kontak 4 Socket	1	220	2200	10
	Koridor Direktur	Lampu Led 5 W	1	220	5	0.02
	Toilet R. Direktur	Lampu Led 5 W	1	220	5	0.02
Toilet Karyawan	Lampu Led 5 W	1	220	5	0.02	
Tangga Lantai 2 ke 3	Lampu Led 5 W	1	220	5	0.02	
Lantai 3	R. Aula	Lampu Led 10 W	3	220	30	0.14
		Stop Kontak 4 Socket	1	220	2200	10
	R. Rofftop	Lampu Led 10 W	1	220	10	0.05

Nama Ruangan		Nama Beban	Jumlah	Tegangan (V)	Daya (P)	Arus (I)
	Toilet Karyawan	Lampu Led 5 W	1	220	5	0.02
Lantai 4	Mushola	Lampu Led 10 W	1	220	10	0.05
Jumlah				5720	17780	80.8
Jumlah Daya Aktif				416052		Watt
Jumlah Daya Semu				462280		VA
Jumlah Daya Reaktif				201503		VAR

SLD dibuat bertujuan untuk mempermudah pemahaman distribusi daya, menentukan titik titik yang diperlukan, serta mempermudah untuk proses instalasi, pemeliharaan, dan troubleshooting sistem kelistrikan.



Gambar 4.5. Single Line Diagram

Masing-masing box panel lantai (Box Panel Lantai 1, 2, dan 3) memiliki daftar beban yang ditangani, baik berupa lampu penerangan maupun terminal stop kontak. Tabel yang tertera dalam diagram merinci jumlah unit, daya per unit, total daya, arus, dan keterangan distribusi. Dengan adanya data tersebut, perancang dapat mengatur pembagian beban antar fasa. Selain itu, SLD ini juga menyertakan pemisahan antara beban penerangan dan beban outlet (terminal), yang sangat membantu dalam pengendalian dan pemeliharaan sistem. Penempatan MCB di setiap panel juga memperkuat sistem proteksi selektif, yang artinya jika terjadi gangguan di salah satu lantai, tidak akan memutus seluruh sistem dan cukup terbatas pada lantai atau jalur yang bermasalah saja.

4.4. Sitem Monitoring Berbasis IoT

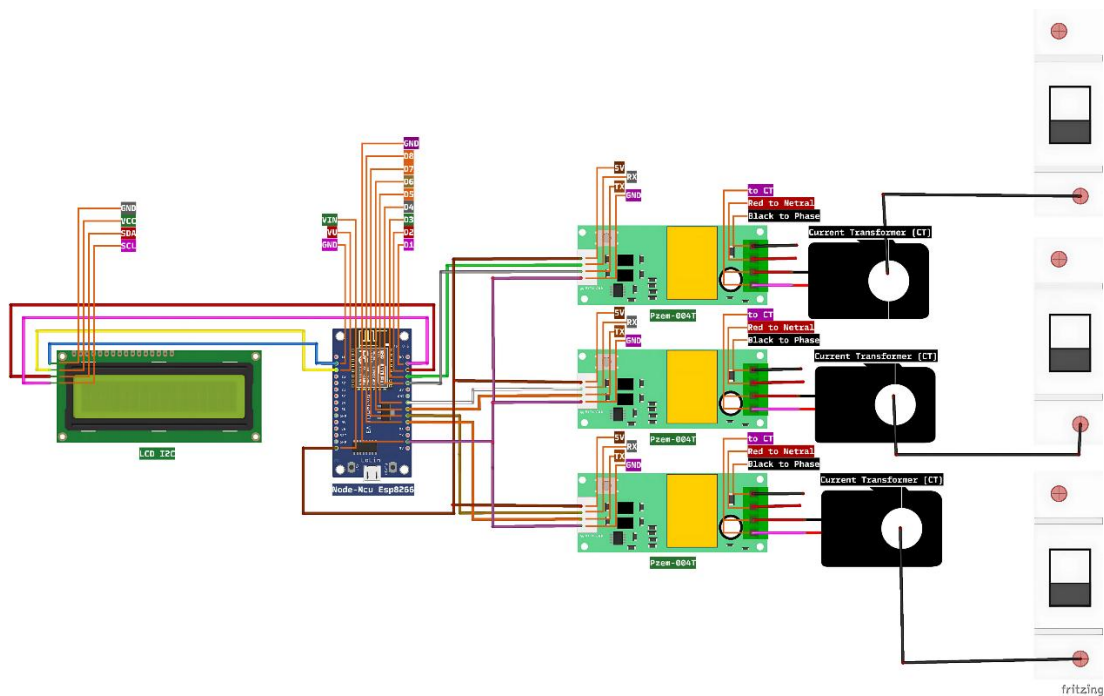
Penerapan sistem monitoring berbasis IoT akan memberikan manfaat signifikan dalam memantau kestabilan dan keandalan distribusi daya. Melalui pemantauan berbasis IoT, data dari masing-masing fasa dikirimkan secara *real-time*, memungkinkan teknisi atau manajemen gedung untuk menganalisis kondisi beban setiap lantai. Dalam implementasi sistem monitoring berbasis IoT, modul PZEM-004T digunakan sebagai sensor utama untuk membaca parameter penting seperti tegangan, arus, daya aktif, serta energi yang dikonsumsi pada masing-masing fasa. Sensor ini dikoneksikan dengan mikrokontroler ESP8266 yang berfungsi untuk mengirimkan data secara *real-time* melalui koneksi Wi-Fi ke aplikasi pemantauan berbasis cloud. Dengan sistem ini, pengguna atau teknisi dapat memantau kondisi listrik dari jarak jauh menggunakan smartphone atau komputer.

4.4.1. Diagram Sistem

Dalam Membuat diagram sistem, Mikrokontroler akan mengolah data yang masuk, mengirimkannya ke server IoT atau *dashboard cloud*, serta menampilkan informasi penting secara lokal menggunakan modul LCD I2C 16x2. Dengan adanya LCD ini, Untuk menampilkan data secara lokal, digunakan modul LCD 16x2 dengan

antarmuka I2C, yang mempermudah sambungan kabel membutuhkan dua pin (SDA dan SCL) dari ESP8266. LCD ini akan menampilkan informasi seperti tegangan, arus, daya aktif, dan energi listrik dari masing-masing fasa secara bergantian. Selain tampilan lokal, data juga dapat dikirim ke server atau *dashboard* IoT melalui koneksi Wi-Fi yang dimiliki ESP8266, memungkinkan pengguna untuk memantau sistem dari jarak jauh.

Dengan konfigurasi ini, sistem mampu memantau kondisi kelistrikan secara menyeluruh, baik di lokasi maupun dari internet. Kombinasi antara sensor PZEM-004T, ESP8266, dan LCD I2C menciptakan solusi monitoring yang efisien, fleksibel, dan mudah untuk diimplementasikan pada instalasi listrik 3 fasa.



Gambar 4.6. Rangkaian Sistem

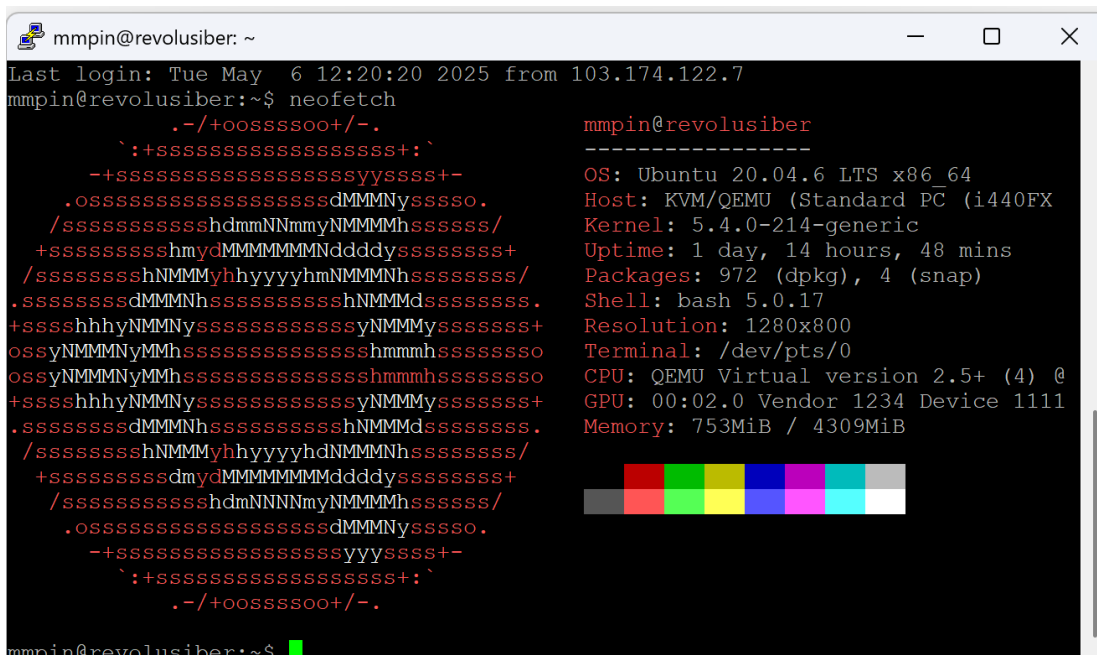
4.4.2. Membuat Server Publik

Dalam sistem monitoring listrik berbasis IoT, dibutuhkan server yang berfungsi sebagai pusat penerima dan penyimpanan data dari perangkat mikrokontroler yang berada

di lapangan. Server ini akan digunakan untuk menerima data dan menampilkannya melalui antarmuka web. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, dibuatlah server publik berbasis Ubuntu Server dengan alamat IP publik statis yang dapat diakses dari luar jaringan lokal.

a. Instalasi Ubuntu Server

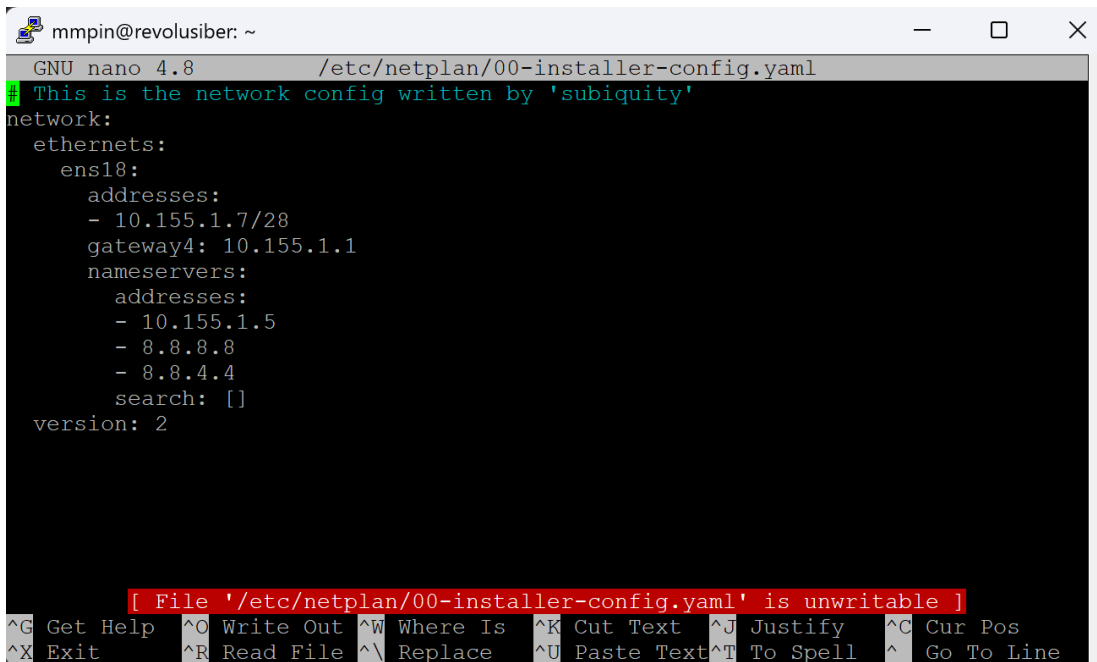
Langkah awal yang dilakukan yaitu melakukan instalasi sistem operasi Ubuntu Server LTS (*Long Term Support*) Versi 20.0 pada perangkat komputer atau VPS (*Virtual Private Server*). Ubuntu dipilih karena stabilitasnya, dukungan komunitas yang luas, serta ketersediaan berbagai *tools open-source* yang mendukung pengembangan sistem IoT. Instalasi dilakukan secara minimalis agar performa server tetap optimal.



Gambar 4.7. Ubuntu Server

b. Konfigurasi IP Publik

Agar server dapat diakses dari luar jaringan lokal, maka diperlukan IP publik. Jika menggunakan perangkat fisik, IP publik dapat disediakan oleh ISP (*Internet Service Provider*) dan dikonfigurasi melalui router. IP ini kemudian dikaitkan dengan konfigurasi jaringan Ubuntu dengan cara mengatur file konfigurasi netplan atau interfaces, tergantung pada versi Ubuntu yang digunakan.



```
mmmpin@revolusiber: ~
GNU nano 4.8 /etc/netplan/00-installer-config.yaml
# This is the network config written by 'subiquity'
network:
  ethernets:
    ens18:
      addresses:
      - 10.155.1.7/28
      gateway4: 10.155.1.1
      nameservers:
        addresses:
        - 10.155.1.5
        - 8.8.8.8
        - 8.8.4.4
        search: []
      version: 2
[ File '/etc/netplan/00-installer-config.yaml' is unwritable ]
^G Get Help  ^O Write Out ^W Where Is  ^K Cut Text  ^J Justify   ^C Cur Pos
^X Exit      ^R Read File ^\ Replace   ^U Paste Text ^T To Spell  ^_ Go To Line
```

Gambar 4.8. Gambar Konfigurasi Network IP Publik

c. Instalasi *Node-Red*

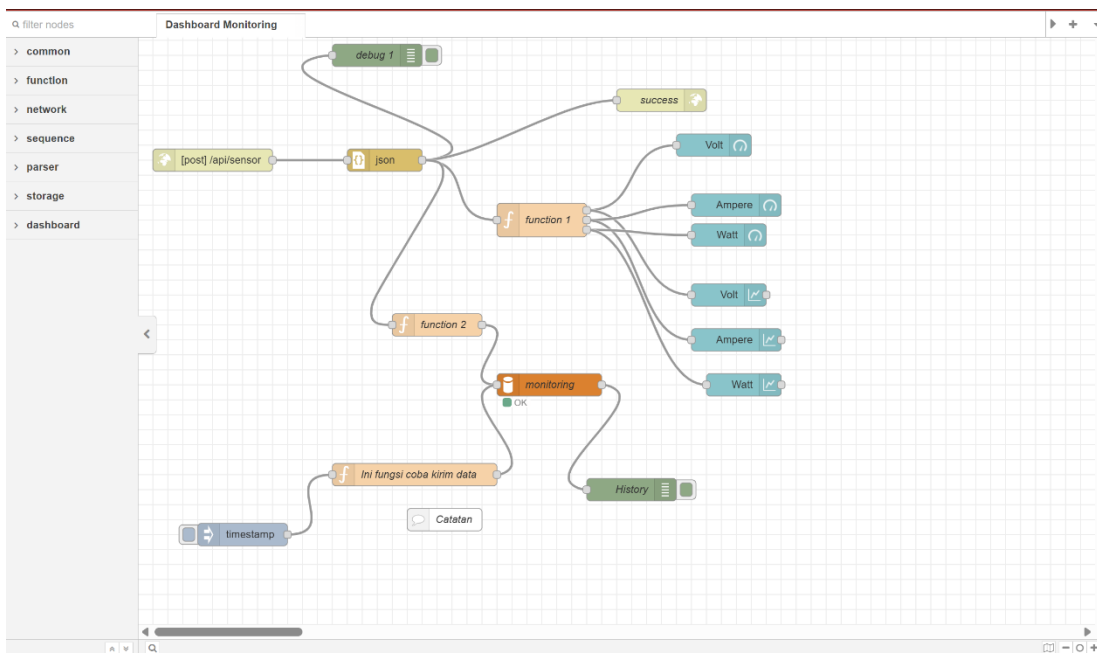
Setelah proses instalasi dan konfigurasi dasar Ubuntu Server selesai, langkah selanjutnya adalah memasang platform pemrosesan data IoT, yaitu Node-RED. Node-RED merupakan alat berbasis alur (*flow-based*) yang memungkinkan untuk merancang proses data IoT secara visual dan interaktif. Platform ini berjalan di atas Node.js. Instalasi Node-RED diawali dengan memperbarui sistem dan memasang dependensi.

```
$ sudo apt update && sudo apt upgrade -y
```

```
$ curl -fsSL https://deb.nodesource.com/setup_18.x | sudo -E bash -
```

```
$ sudo apt install -y nodejs build-essential
$ sudo npm install -g --unsafe-perm node-red
$ sudo npm install -g pm2
$ pm2 start `which node-red` -- -v
$ pm2 save
$ pm2 startup systemd
```

Ketika Node-RED dijalankan, server akan aktif di port 8888 dan dapat diakses melalui browser menggunakan alamat IP publik yang telah ditanamkan sebelumnya pada Ubuntu Server. Untuk memastikan Node-RED tetap aktif meskipun server mengalami restart, ditambahkan konfigurasi sebagai layanan (*service*) menggunakan `systemd`. Dengan instalasi ini, server sudah siap digunakan untuk menerima, mengolah, dan menampilkan data monitoring dari mikrokontroler ESP8266 secara *real-time* melalui antarmuka web. Dalam pemrograman sistem monitoring berbasis IoT ini, data yang diambil dari sensor PZEM-004T melalui ESP8266 diproses terlebih dahulu di dalam program yang ditulis menggunakan Arduino IDE dengan ekstensi file `.ino`. Program ini membaca parameter listrik seperti tegangan (*voltage*), arus (*current*), dan daya (*power*) dari setiap fasa. Setelah pembacaan dilakukan, data tersebut kemudian dikonversi menjadi format JSON.



Gambar 4.9. Flow Node Red

Konversi data menjadi JSON ini dilangsungkan input pada *bug function 1* sebagai *syntax* yang nantinya data akan ditampilkan pada dashboard monitoring yaitu berupa:

```

let volt = msg.payload.volt;
let ampere = msg.payload.ampere;
let watt = msg.payload.watt;
return [
  { payload: volt }, // 1 - Gauge Volt
  { payload: ampere }, // 2 - Gauge Ampere
  { payload: watt }, // 3 - Gauge Watt
  { payload: volt }, // 4 - Chart Volt
  { payload: ampere }, // 5 - Chart Watt
  { payload: watt } // 6 - Chart Ampere ];

```

Data yang diterima dari sensor dikemas dalam format JSON dengan struktur payload yang berisi nilai tegangan (*volt*), arus (*ampere*), dan daya (*watt*). Melalui

fungsi JavaScript, ketiga nilai ini diekstrak dan kemudian dikembalikan sebagai enam buah pesan *output* dalam bentuk *array*. *Output* tersebut didistribusikan ke enam jalur berbeda, masing-masing diarahkan ke elemen tampilan berupa *gauge* dan *chart*. *Gauge* digunakan untuk menampilkan nilai sesaat dari masing-masing parameter, sedangkan *chart* digunakan untuk merekam dan memvisualisasikan perubahan nilai dari waktu ke waktu. Pendekatan ini memungkinkan visualisasi data secara *real-time* dan historis sekaligus, sehingga mempermudah proses monitoring dan analisis kinerja sistem kelistrikan, Nilai-nilai tersebut kemudian dikirim ke *MySQL database* melalui *MySQL node*. Penyimpanan data ini bertujuan untuk merekam histori parameter listrik, mempermudah analisis performa instalasi, memantau konsumsi energi, serta menyediakan data untuk kebutuhan visualisasi grafik dan pembuatan laporan.

4.4.4 Hasil Uji Monitoring

Sistem monitoring berbasis IoT telah diuji selama 7 hari berturut-turut. Berdasarkan hasil pengamatan, sistem berhasil mengirim dan merekam data parameter Listrik. Pengujian akurasi sensor dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan otomatis oleh sensor PZEM-004T dengan pengukuran manual pada Token PLN. Hasil pengukuran kemudian dianalisis menggunakan rumus persentase error:

$$\%Error = \left| \frac{Hasil Otomatis - Hasil Manual}{Hasil Manual} \right| \times 100 \dots\dots\dots(4.1)$$

Secara umum, nilai tegangan dan daya berada dalam rentang yang sesuai, dan tidak terjadi lonjakan beban yang ekstrem selama periode pengujian. Untuk mengukur akurasi sistem, dilakukan perhitungan persentase error antara pembacaan sensor dan alat ukur referensi, yang hasilnya akan dijelaskan pada bagian selanjutnya.

Tabel 4.4. Tabel Uji Monitoring

Hari	Waktu	Beban Terpasang	Beban (W)	Tegangan (Volt)		Arus (Ampere)		% Error	
				Alat Ukur	Sensor	Alat Ukur	Sensor	Tegangan	Arus
1	Pagi	Lampu	1140	228	227	5	5.7	0.44	0.14
		AC Pendingin Server							
		Peralatan Jaringan (Server)							
		Modem WI-FI							
		Kulkas							
	Siang	Lampu	1386	231	229	6	5	0.44	0.17
		AC Pendingin Server							
		Peralatan Jaringan (Server)							
		Charger Laptop							
		Charger Smartphone							
		Modem WI-FI							
	Kulkas								
Malam	Lampu	1294	227	228	5.7	6	0.44	0.05	
	AC Pendingin Server								
	Peralatan Jaringan (Server)								
	Modem WI-FI								
2	Pagi	Lampu	1135	227	226	5	5	0.44	0.00
		AC Pendingin Server							
		Peralatan Jaringan (Server)							
		Modem WI-FI							
		Kulkas							
	Siang	Lampu	1231	228	227	5.4	5	0.43	0.07

Hari	Waktu	Beban Terpasang	Beban (W)	Tegangan (Volt)		Arus (Ampere)		% Error	
				Alat Ukur	Sensor	Alat Ukur	Sensor	Tegangan	Arus
3		AC Pendingin Server	1149	221	220	5.2	5	0.45	0.04
		Peralatan Jaringan (Server)							
		Charger Laptop							
		Modem WI-FI							
		Kulkas							
		Lampu							
	Malam	AC Pendingin Server	1168	229	227	5.1	5	0.87	0.02
		Kulkas							
		Modem WI-FI							
		Peralatan Jaringan (Server)							
Siang	Lampu	1380	230	229	6	6	0.43	0.00	
	AC Pendingin Server								
	Peralatan Jaringan (Server)								
	Charger Laptop								
	Charger Smartphone								
	Modem WI-FI								
	Kulkas								
Malam	Lampu	1356	226	225	6	6	0.44	0.00	
	AC Pendingin Server								

Hari	Waktu	Beban Terpasang	Beban (W)	Tegangan (Volt)		Arus (Ampere)		% Error	
				Alat Ukur	Sensor	Alat Ukur	Sensor	Tegangan	Arus
4	Pagi	Peralatan Jaringan (Server)	1135	227	227	5	5	0.00	0.00
		Modem WI-FI							
		Kulkas							
		Charger Smartphone							
		Lampu							
	Siang	AC Pendingin Server	1386	231	229	6	5	0.86	0.17
		Peralatan Jaringan (Server)							
		Modem WI-FI							
		Kulkas							
		Lampu							
		AC Pendingin Server							
		Charger Laptop							
	Charger Smartphone								
	Malam	Modem WI-FI	1266	226	225	5.6	6	0.44	0.07
		Kulkas							
Lampu									
AC Pendingin Server									
Peralatan Jaringan (Server)									
Pagi	Modem WI-FI	1140	228	227	5	5	0.43	0.00	
	Kulkas								
	Lampu								
		AC Pendingin Server							
		Peralatan Jaringan (Server)							

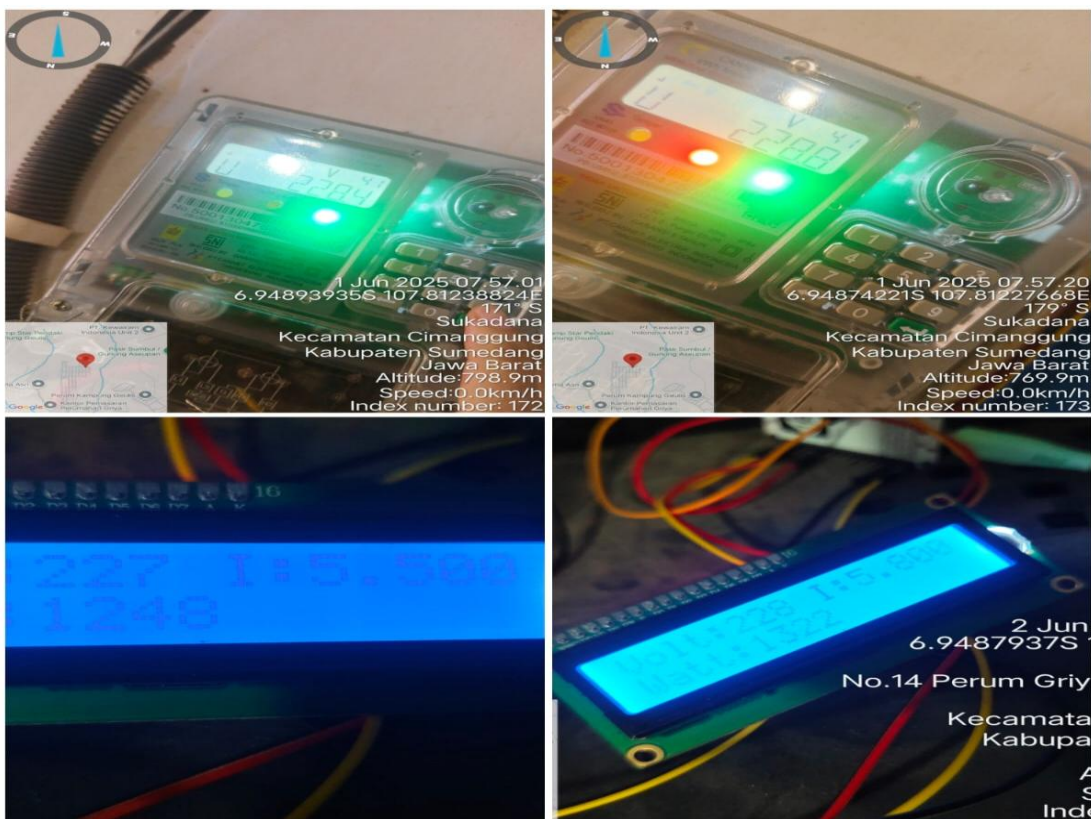
Hari	Waktu	Beban Terpasang	Beban (W)	Tegangan (Volt)		Arus (Ampere)		% Error		
				Alat Ukur	Sensor	Alat Ukur	Sensor	Tegangan	Arus	
6		Modem WI-FI	1386							
		Kulkas								
	Siang	Lampu		1386	231	230	6	6	0.43	0.00
		AC Pendingin Server								
		Peralatan Jaringan (Server)								
		Charger Smartphone								
		Modem WI-FI								
		Kulkas								
	Malam	Lampu		1249	227	226	5.5	6	0.44	0.09
		AC Pendingin Server								
		Peralatan Jaringan (Server)								
		Modem WI-FI								
		Kulkas								
		Charger Laptop								
	Pagi	Lampu	1249	223	221	5.6	6	0.89	0.07	
		AC Pendingin Server								
		Peralatan Jaringan (Server)								
		Modem WI-FI								
		Kulkas								
	Siang	Lampu	1145	229	232	5	6	0.13	0.20	
		AC Pendingin Server								
		Peralatan Jaringan (Server)								
		Charger Laptop								
		Modem WI-FI								
Malam	Lampu	1125	225	226	5	5	0.44	0.00		

Hari	Waktu	Beban Terpasang	Beban (W)	Tegangan (Volt)		Arus (Ampere)		% Error	
				Alat Ukur	Sensor	Alat Ukur	Sensor	Tegangan	Arus
7	Pagi	AC Pendingin Server	1105	221	223	5	5.5	0.90	0.10
		Peralatan Jaringan (Server)							
		Modem WI-FI							
		Kulkas							
	Siang	Lampu	1350	225	226	6	6	0.44	0.00
		AC Pendingin Server							
		Peralatan Jaringan (Server)							
		Modem WI-FI							
	Malam	Lampu	1125	225	226	5	5	0.44	0.00
		AC Pendingin Server							
		Peralatan Jaringan (Server)							
		Modem WI-FI							
		Kulkas							

Berdasarkan hasil pengukuran selama 7 hari pada berbagai waktu (pagi, siang, malam), diperoleh nilai persentase error antara alat ukur standar dan sensor berbasis IoT (PZEM-004T) untuk parameter tegangan dan arus. Pada parameter tegangan, nilai persentase error yang diperoleh berkisar antara 0,44% hingga 0,87%. Nilai ini tergolong kecil dan masih berada dalam batas toleransi kesalahan. Ini menunjukkan

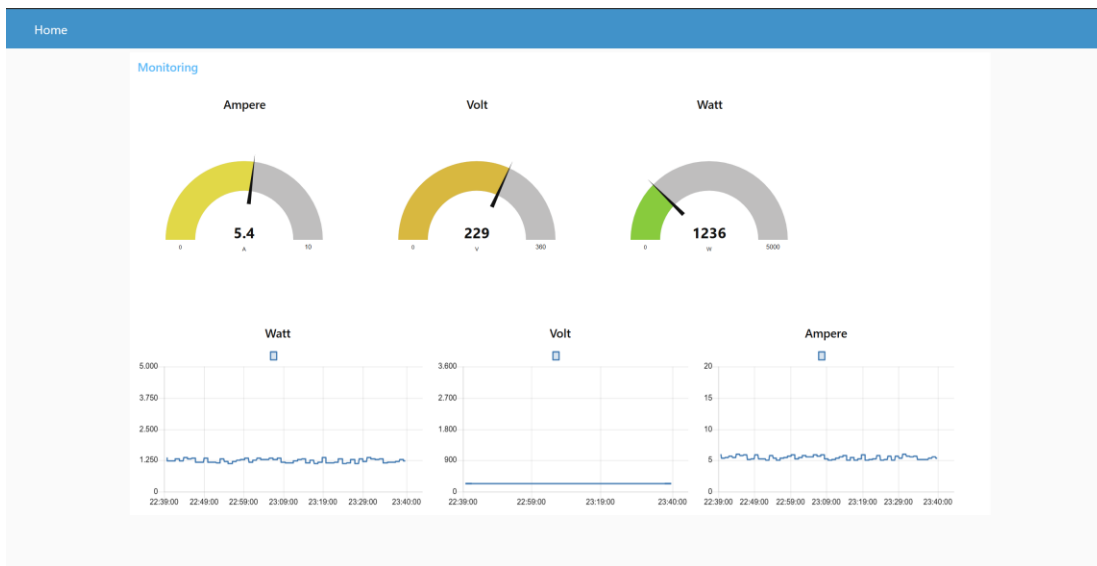
bahwa sensor mampu mendeteksi tegangan dengan tingkat akurasi yang cukup baik. Sementara itu, untuk parameter arus, persentase error bervariasi lebih besar, yaitu antara 0% hingga 16,67%.

Perbedaan ini disebabkan oleh faktor-faktor seperti sensitivitas sensor terhadap fluktuasi arus kecil, resolusi sensor, serta kemungkinan keterlambatan dalam pembacaan real-time. Secara umum, hasil analisis menunjukkan bahwa sistem monitoring yang menggunakan sensor PZEM-004T cukup andal dalam mendeteksi perubahan tegangan dan arus listrik, meskipun akurasi pembacaan arus masih dapat ditingkatkan. Dengan kalibrasi dan pemfilteran data yang lebih baik, sistem ini memiliki potensi untuk digunakan dalam aplikasi monitoring skala kecil hingga menengah.



Gambar 4.10. Pengukuran Sensor dan Manual

Berdasarkan gambar hasil pengukuran di atas, terlihat bahwa data tegangan dan arus diperoleh dari dua metode, yaitu pengukuran manual menggunakan kWh meter PLN (pada gambar bagian atas) dan pengukuran otomatis melalui sistem monitoring berbasis IoT dengan tampilan LCD I2C (pada gambar bagian bawah). Pada pengukuran manual tanggal 1 Juni 2025, tercatat tegangan sebesar 230,8 V, sedangkan sistem monitoring menunjukkan nilai tegangan 227 V dengan arus sebesar 5,50 A. Sementara pada tanggal 2 Juni 2025, hasil dari kWh meter menunjukkan tegangan sebesar 232,0 V, sementara sistem menampilkan 228 V dengan arus 5,80 A.



Gambar 4.11. *Dashboard Monitoring*

Berdasarkan hasil uji monitoring selama 7 hari, bahwa sistem monitoring berbasis IoT yang dirancang telah berfungsi dan mampu melakukan pembacaan serta pengiriman data parameter listrik. Sistem ini dapat digunakan sebagai alat bantu untuk pemantauan konsumsi energi secara *real-time* dan sebagai deteksi awal terhadap gangguan kelistrikan.

4.5. Perbandingan dengan Penelitian Referensi

Penelitian ini memiliki beberapa perbedaan dibandingkan dengan penelitian referensi yang menjadi acuan. Adanya pembuatan desain dan perhitungan beban sebelum membuat sistem monitoring berbasis IoT yang memungkinkan pengukuran tegangan, arus, dan daya secara real-time, serta pencatatan data untuk evaluasi efisiensi sistem. Dari segi efisiensi, penelitian ini menyertakan perhitungan penggunaan daya aktual dan membandingkannya dengan kapasitas terpasang, sehingga dapat diketahui sejauh mana sistem bekerja secara optimal. Hasil efisiensi kemudian dibandingkan dengan data pada penelitian sebelumnya untuk menilai adanya peningkatan (*improvement*). Namun demikian, terdapat beberapa batasan. Penelitian ini dilakukan dalam kondisi beban parsial karena gedung masih dalam tahap pembangunan, sehingga belum mencerminkan beban puncak secara penuh. Selain itu, sistem monitoring belum dilengkapi dengan sistem peringatan otomatis (*alert system*) yang dapat mengirimkan notifikasi jika terjadi gangguan. Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan kontribusi dengan mengintegrasikan sistem proteksi, pemantauan, dan evaluasi efisiensi dalam satu rancangan instalasi 3 fasa, yang merupakan penyempurnaan dari penelitian sebelumnya yang cenderung hanya fokus pada aspek perhitungan dan instalasi IoT tanpa analisis efisiensi dan performa sistem secara menyeluruh.

Tabel 4.5. Perbandingan Peningkatan

Aspek	Penelitian Referensi	Penelitian Saya
Tujuan Utama	Mendeteksi dini ketidakseimbangan beban tiga fasa menggunakan Arduino pada panel hubung tegangan rendah.	Merancang dan mendesain instalasi listrik 3 fasa lengkap dengan sistem proteksi dan monitoring berbasis IoT di lingkungan industri (PT Jaya Sejahtra Nugraha).
Platform Teknologi	Arduino sebagai mikrokontroler utama untuk	Integrasi antara ESP8266 untuk data dan Node-RED untuk pemrosesan

Aspek	Penelitian Referensi	Penelitian Saya
	pengukuran tegangan dan arus.	serta visualisasi data secara real-time melalui dashboard interaktif.
Fokus Monitoring	Deteksi ketidakseimbangan beban antar fasa dengan indikator LED sebagai output.	Monitoring parameter listrik (tegangan, arus, daya) secara <i>real-time</i> dengan tampilan gauge dan chart, serta pencatatan data untuk analisis efisiensi
Sistem Proteksi	Tidak mencakup sistem proteksi; fokus pada deteksi ketidakseimbangan beban.	Mencakup sistem proteksi terhadap arus lebih, hubung singkat, dan ketidakseimbangan beban, serta integrasi dengan sistem monitoring untuk respon terhadap gangguan.
Visualisasi Data	Indikator LED untuk menunjukkan kondisi ketidakseimbangan beban.	<i>Dashboard</i> interaktif berbasis web yang menampilkan data secara grafis, memudahkan analisis dan pengambilan keputusan.
Skalabilitas dan Integrasi	Terbatas pada sistem lokal tanpa konektivitas jaringan atau integrasi dengan sistem lain.	Sistem modular yang dapat dikembangkan lebih lanjut, termasuk integrasi dengan protokol komunikasi seperti MQTT atau HTTP, serta potensi integrasi dengan sistem scada untuk pengawasan skala besar.
Penerapan di Industri	Studi laboratorium dengan aplikasi pada panel hubung tegangan rendah; belum diuji pada lingkungan industri sebenarnya.	Diterapkan langsung pada lingkungan industri di PT Jaya Sejahtra Nugraha, dengan kondisi nyata termasuk beban parsial dan kebutuhan operasional perusahaan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan Hasil Perancangan dan desain didapat bahwa desain dan sistem yang dibangun diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Desain Instalasi Listrik yang dirancang dapat di implementasikan dan sesuai dengan kebutuhan serta kondisi ruangan di Perusahaan dan Perancangan panel dan jalur distribusi daya dilakukan dengan memperhatikan keamanan, efisiensi, serta kemungkinan ekspansi ke depannya.
2. Sistem monitoring daya berbasis IoT berhasil dibangun menggunakan sensor PZEM-004T dan mikrokontroler ESP8266. Sistem ini mampu memantau parameter kelistrikan seperti tegangan, arus, dan daya aktif secara *real-time*, serta menampilkan data secara lokal dan secara jarak jauh melalui jaringan internet. Hal ini membuktikan bahwa sistem mampu memberikan informasi aktual yang penting untuk peningkatan keamanan dan keandalan instalasi listrik 3 fasa.
3. Server monitoring berbasis Ubuntu Server telah berhasil diimplementasikan secara mandiri tanpa mengeluarkan biaya tambahan, dengan memanfaatkan IP publik dan perangkat lunak open source Node-RED. Server ini mampu menerima data dari sistem monitoring, mengelola, dan menyajikannya dalam bentuk antarmuka yang mudah dipahami untuk keperluan pemantauan jarak jauh. Selama proses pengujian sistem monitoring selama 11 hari, diperoleh data yang menunjukkan kestabilan pasokan listrik serta berfungsinya sensor-sensor dengan baik dalam membaca parameter kelistrikan. Secara keseluruhan, sistem ini tidak hanya memberikan solusi monitoring yang ekonomis karena berbasis open source dan tidak berbayar, tetapi juga meningkatkan kontrol dan pengawasan terhadap sistem kelistrikan secara berkelanjutan.

5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan dan pemanfaatan sistem ke depannya adalah sebagai berikut:

1. Perluasan Jangkauan Monitoring sistem yang telah berhasil diuji pada satu ruangan (gudang) dapat diperluas penerapannya ke seluruh ruangan operasional di perusahaan agar seluruh instalasi listrik dapat terpantau secara menyeluruh dan potensi gangguan dapat dideteksi lebih dini.
2. Integrasi Sistem Notifikasi untuk meningkatkan respons terhadap gangguan listrik, disarankan menambahkan fitur notifikasi *real-time*, seperti melalui email atau pesan instan, apabila parameter listrik berada di luar ambang batas normal.
3. Penyimpanan dan Analisis Data Historis untuk data secara berkala agar historis dapat digunakan untuk analisis konsumsi energi, evaluasi efisiensi sistem, serta perencanaan kebutuhan daya di masa mendatang.
4. Perbaikan pada web user interface agar lebih responsif di berbagai ukuran layar, terutama pada perangkat mobile, mengingat teknisi atau operator lapangan sering menggunakan smartphone untuk memantau sistem.
5. Penambahan Sebagai pengembangan sistem di integrasikan dengan proteksi otomatis. Misalnya, dengan menambahkan modul relay atau pemutus arus otomatis yang dikendalikan mikrokontroler, sistem tidak hanya melakukan pemantauan, tetapi juga dapat melakukan tindakan pencegahan secara *real-time* jika terdeteksi kondisi tidak normal seperti kelebihan arus (*overcurrent*), tegangan tidak stabil, atau daya berlebih.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, F. “Rancang Bangun Alat Monitoring Kegagalan Fasa Dan Analisa Beban Listrik Pada Instalasi 3 Fasa Berbasis Iot Melalui Aplikasi Blynk,” Vol. 13 No. 01 (2022): Vol 13 Politeknik Negeri Bengkalis (2022)
- Anggi, J. I. (2025). Evaluasi Sistem Instalasi Tenaga Listrik Berdasarkan Standar PUIL 2011 (Studi Kasus Pada PT. Multi Nabati Sulawesi Luwuk). *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 278-288.
- Ashari, H. &. (2024). Analisis Sistem Instalasi Listrik Pada Menara Transmisi Telekomunikasi Di Kota Makassar. *Journal Zetroem*, 6(2), 57–61., 57-61.
- Aska, R. S. (2025). Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Listrik Berbasis Iot. *ITET (Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan)*, 232-241.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2020 (PUIL 2020). Badan Standardisasi Nasional.
- Budiman, Budiman (2023) Evaluasi Dan Perencanaan Penambahan Beban Daya Listrik Di Hotel Angkasa Garden Pekanbaru. Diploma Thesis, Universitas Lancang Kuning. ZA4050 Electronic Information Resources Url : [Http://Repository.Unilak.Ac.Id/Id/Eprint/3018](http://Repository.Unilak.Ac.Id/Id/Eprint/3018)
- Despa, D., Nama, G. F., Septiana, T., & Saputra, M. B.. Audit Energi Listrik Berbasis Hasil Pengukuran Dan Monitoring Besaran Listrik Pada Gedung A Fakultas Teknik Unila. *Electrician : Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Elektro*, 15(1), 33-38 (2021)
- Doni Eryko Sitanggang, “Rancang Bangun Monitoring Dan Pengaman Over Voltage Pada Jaringan Listrik Tiga Phasa Menggunakan Arduino Wemos Di MINI Iot” Vol. 4 No. 1 (2024): *Jurnal Ilmiah Tenaga Listrik*
- Elvy Sahnur Nasution, Faisal Irsan Pasaribu, Dimas Ramadhan Dan Indra Roza, “Perencanaan Instalasi Listrik Di Pt. Arga Citra Kharisma Pada Down Sizing Lottemart,” *Semnastek Uisu 2023*

- Fernando, Eric Taffy And -, Hasyim Asy'ari, S.T., M.,T, “Desain Elektrikal, Ac Dan Kapasitas Ground Water Tank Pada Gedung Fakultas Ekonomi Bisnis Universitas Muhammadiyah Surakarta” [Online] Available : [Https://Eprints.Ums.Ac.Id/121931/](https://Eprints.Ums.Ac.Id/121931/)
- Grainger, J. (1994). Power System Analysis. . In J. Grainger, Power System Analysis. (Pp. 1-787). Britania Raya: Mcgraw-Hill Education.
- International Electrotechnical Commission. (2005). IEC 60364-1: Electrical Installations Of Buildings – Part 1: General Rules (International Standard). IEC.
- Irwanto, Muhammad, Et Al. *Pengantar Menggambar Teknik Autocad Electrical*. Edited By Nugraha, Yoga T. Cv Widina Media Utama, 2024. [Online] Available : [Https://Repository.Penerbitwidina.Com/Publications/568432/Pengantar-Menggambar-Teknik-Autocad-Electrical](https://Repository.Penerbitwidina.Com/Publications/568432/Pengantar-Menggambar-Teknik-Autocad-Electrical)
- Kristanto, M. A., & Wibowo, S. “Rancang Bangun Sistem Kelistrikan Tiga Fasa Untuk Data Center Skala Kecil.” *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 10(2), 89–96. (2021). [Https://Doi.Org/10.25077/Jtekkom.10.2.2021.89-96](https://doi.org/10.25077/jtekkom.10.2.2021.89-96)
- Lamberthus Wakole “Rancangan Instalasi Listrik 3 Phase Pada Gedung Bertingkat Tiga Sebagai Media Pembelajaran Di Politeknik Amampare Timika,” (2022). *Jurnal Sosial Dan Teknologi Terapan AMATA*, 1(2), 6-10.
- Nanggala, D. P. (2024). Sub Distribution Panel’s Design Rancangan Subdistribution Panel. *Procedia Of Engineering And Life Science*, 355-361.
- NDELAVEGA, F “Analisis Kesesuaian Instalasi Listrik Rumah Ibadah Dengan Kriteria Puil 2020 (Studi Pada Gereja Pantekosta Di Indonesia Jakarta Pusat)”. [Http://Repository.Unj.Ac.Id/Id/Eprint/44190](http://Repository.Unj.Ac.Id/Id/Eprint/44190) (2024).
- Nita Nurdiana, M. Saleh Al Amin, Abdul Gani “Evaluasi Instalasi Listrik Pada

Ruangan Instalasi Gizi Rumah Sakit Ernaldi Bahar” Vol 14 No 1
(2024): Jurnal Teknik Elektro DOI:
<https://doi.org/10.36546/jte.v14i1.1125>

- Nugraha, A. (2020, 12 20). Strongnet. Retrieved From Strongnet:
<https://strongnet.id/about/>
- Ramady, Gd, Santoso, Pb, & Rachman, T (2023). Analisis Dan Simulasi Konverter Dc-Dc Penaik Tegangan Dengan Cell Penguat Tinggi Untuk Aplikasi Photo Voltaic (Pv). Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro.
- Sahar, A. G. (2024). Rancang Bangun Sistem Proteksi Dan Monitoring Overcurrent Dan Over / Under Voltage Terhadap Motor 3 Fasa Berbasis Arduino. Jurnal Karya Ilmiah Multidisiplin, 30-39.
- Syarifuddin Nojeng, Arif Jaya, Reny Murniati, “Sistim Deteksi Dini Ketidak Seimbangan Beban Tiga Fasa Bebas Arduino Pada Panel Hubung Tegangan Rendah,” Vol. 8 No. 1 (2023): INSTEK Volume 8 Number 1, April 2023
- Topiq, L. V. (2024). Implementasi Sistem Kontrol Saklar Jarak Jauh Berbasis Iot Menggunakan Nodemcu Esp8266 Dan Aplikasi Telegram. Eprosiding Teknik Informatika, 311-321.
- Tri Anshori, R. (2024). Implementasi Instalasi Listrik Penerangan Dan Sistem Proteksi Pengamanan Modul Monitoring Di Ruang Gedung Elektro. Politeknik Negeri Balikpapan.
- Usman, D. H. (2025). Impementasi Sistem Monitoring Tegangan, Arus, Daya Dan Energi Untuk Miniatur Rumah Bebas IOT. Jurnal Ramatekno, 19-27.
- Winarno, B. D. (2024). Perencanaan Instalasi Listrik Gedung IGD Rumah Sakit Bhayangkara Banjarmasin. Jurnal Fortech, 104-109.
- Ramady, Gd, Santoso, Pb, & Rachman, T (2023). Analisis Dan Simulasi Konverter Dc-Dc Penaik Tegangan Dengan Cell Penguat Tinggi Untuk Aplikasi Photo Voltaic (Pv). Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro.

LAMPIRAN

Lampiran

DAFTAR PERTANYAAN WAWANCARA

Daftar pertanyaan wawancara ini untuk mendukung kelengkapan data dalam penelitian ini, dilakukan wawancara kepada narasumber yang relevan. Berikut adalah daftar pertanyaan yang diajukan dalam proses wawancara guna memperoleh informasi tambahan mengenai penelitian skripsi Perancangan dan desain instalasi Listrik 3 fasa dengan sistem proteksi di PT. JAYA SEJAHTRA NUGRAHA:

Daftar Pertanyaan :

1. Rancangan dan desain bangunan untuk Perusahaan nantinya akan seperti apa?
2. Penyesuaian seperti apa untuk pembuatan jalur kabel yang sesuai untuk jalur Listrik di Perusahaan?
3. Barang Elektronik utama apa saja yang pasti akan digunakan di Perusahaan?
4. Apakah terdapat gambar kerja sipil yang sudah memperhitungkan kebutuhan jalur kabel listrik atau instalasi listrik lainnya?
5. Bagaimana metode pemasangan instalasi listrik (apakah ditanam dalam dinding/plafon atau menggunakan jalur kabel tray)?
6. Apakah dalam desain bangunan sudah disediakan ruang khusus untuk panel distribusi listrik atau ruang genset?
7. Apakah Bapak pernah menangani proyek bangunan lain yang menggunakan sistem listrik 3 fasa? Apa pengalaman dan pelajaran penting dari proyek tersebut?
8. Bagaimana Bapak memastikan bahwa desain bangunan tidak mengganggu keamanan instalasi listrik, seperti overheat atau jalur yang tertutup permanen?
9. Bagaimana perencanaan sistem grounding dan proteksi petir yang diintegrasikan ke dalam struktur bangunan?
10. Siapa yang akan bertanggung jawab terhadap perawatan dan pengawasan instalasi listrik setelah instalasi selesai dikerjakan?

Lampiran

Jawaban Pertanyaan

1. Perusahaan akan dibangun sesuai dengan permintaan dari pimpinan/direktur Perusahaan, bapak hanya mengikuti dan memberikan saran terbaik agar Perusahaan bisa bagus dan sesuai dengan permintaan
2. Untuk penyesuaian bapak mengikuti Marvin nantinya akan seperti bagaimana, namun akan disiapkan lubang lubang jalur yang nantinya berfungsi untuk jalur kabel dari setiap lantai ke lantai
3. Untuk barang elektronik belum setelah didiskusikan lanjut nanti akan langsung dibicarakan katanya dengan Marvin, untuk sekarang masukan dulu saja yang biasa diperlukan untuk perusahaan, seperti lampu, ac, monitor dan Exhaust Fan untuk di WC
4. Belum dipersiapkan, itu bisa langsung disesuaikan saja agar nanti Ketika Pembangunan sudah bisa bapak sesuaikan
5. Untuk pemasangan kabel nanti ditanam
6. Akan disediakan nanti di Garas di bawah ada ruang sedikit di samping pompa air
7. Saya sering menangani proyek2 dengan listrik 3 fase. Pengalaman dan pelajaran penting nya adalah bahwa dengan memperhitungkan secara teliti dan akurat untuk perencanaan MEP (Mekanikal Elektrikal dan Plumbing) akan menghindari kegagalan2 fungsi dari ke 3 elemen penting tsb (MEP) tentu saja untuk kenyamanan dan keamanan serta kepraktisan bagi penghuni bangunan tsb.
8. Desain bangunan pada dasar nya kan dibikin sebelum desain2 penunjang lain nya dibikin. Maka nya desain penunjang tersebut akan menyesuaikan diri dengan desain bangunan. Begitu juga bangunan, akan menyesuaikan diri dengan disain kelistrikan misal nya jalur2 sdh disiapkan sesuai desian kelistrikan dll nya. Inti nya desain dan pelaksanaan MEP hrs sejalan dengan desain bangunan.

Lampiran

9. Untuk nanti grounding akan dibuatkan khusus ada yang mana besi tertancap langsung ke tanah yang lembab
10. Setelah instalasi selesai yang bertanggung jawab selanjutnya saya tidak tahu dan itu balik lagi ke pimpinan/direktur Perusahaan yang menentukannya

Peneliti

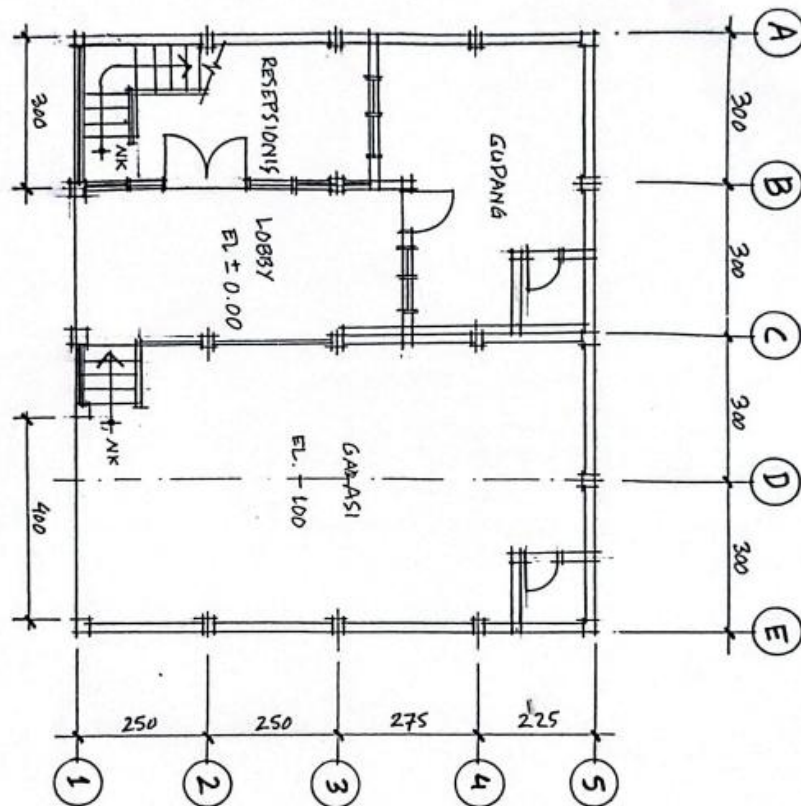


Marvin

Narasumber

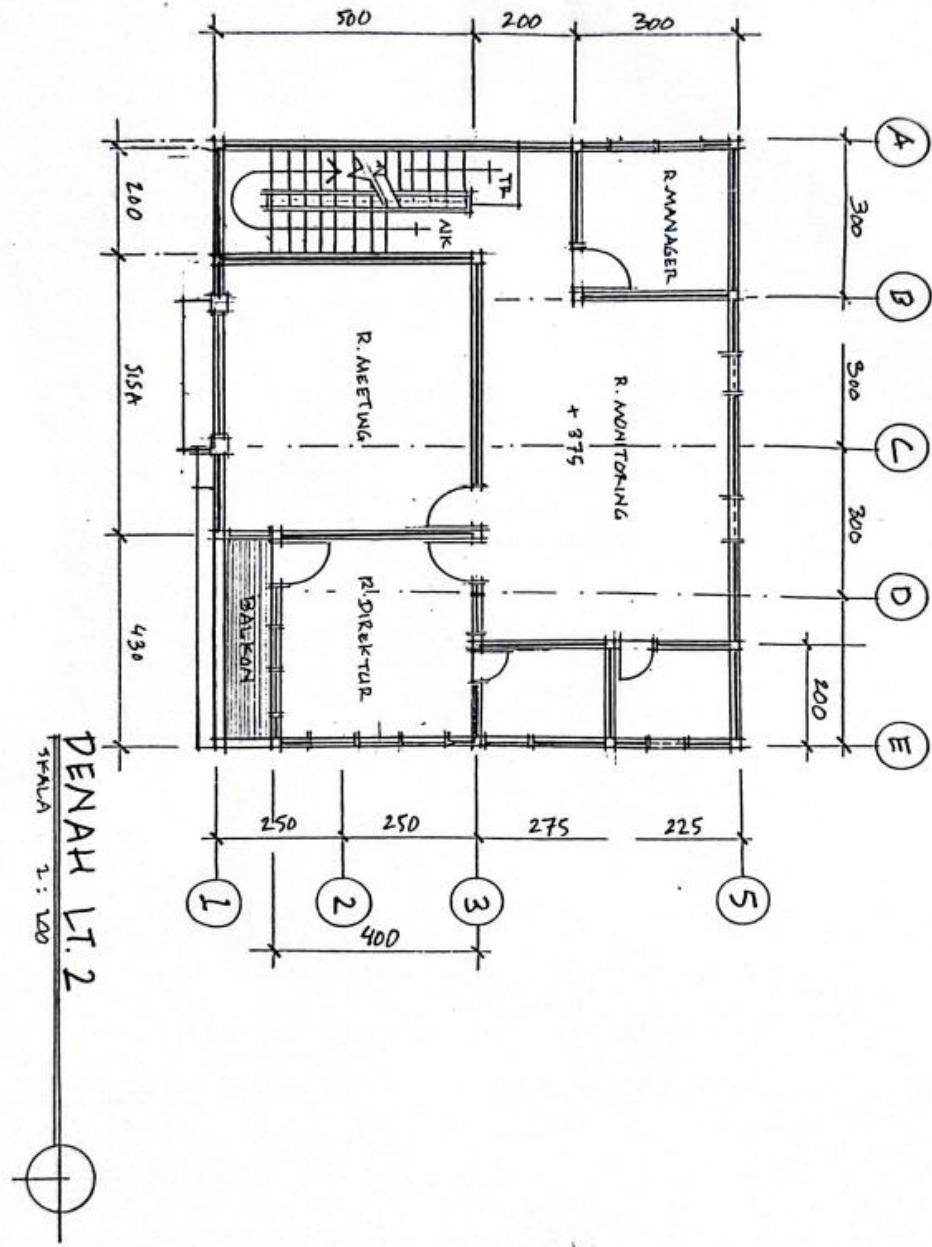


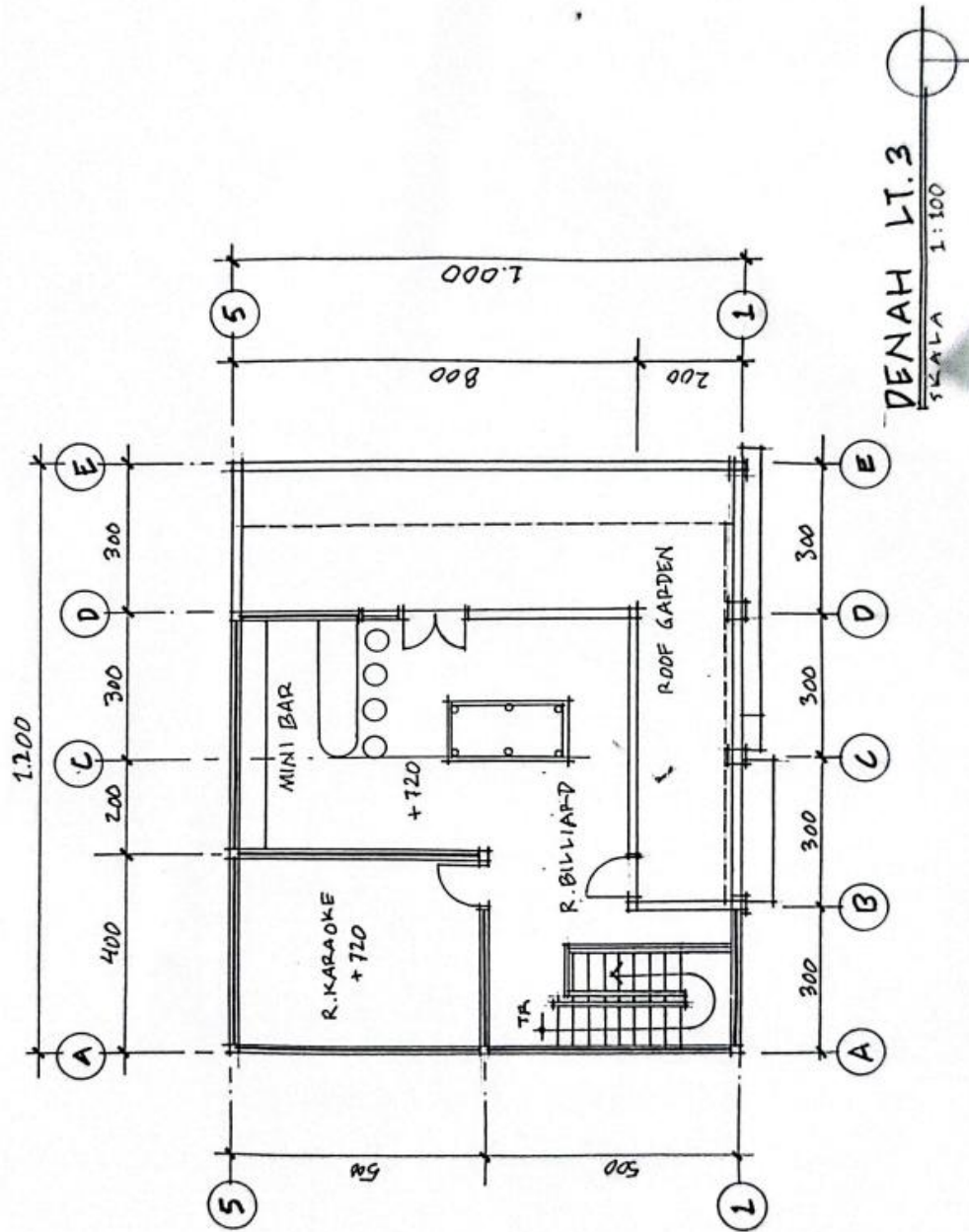
Supriadi



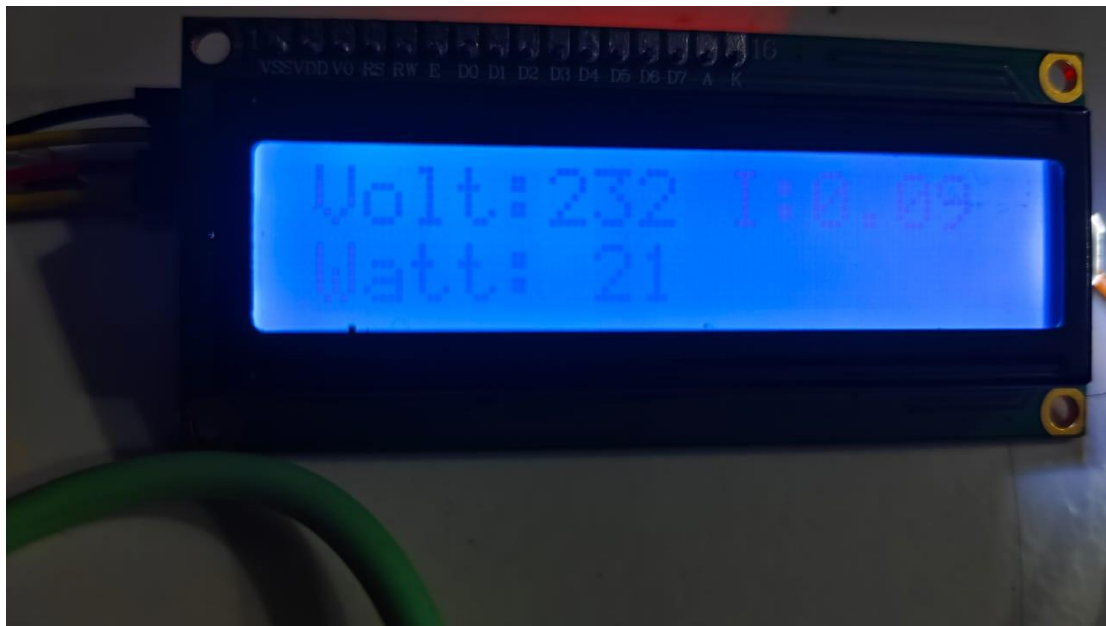
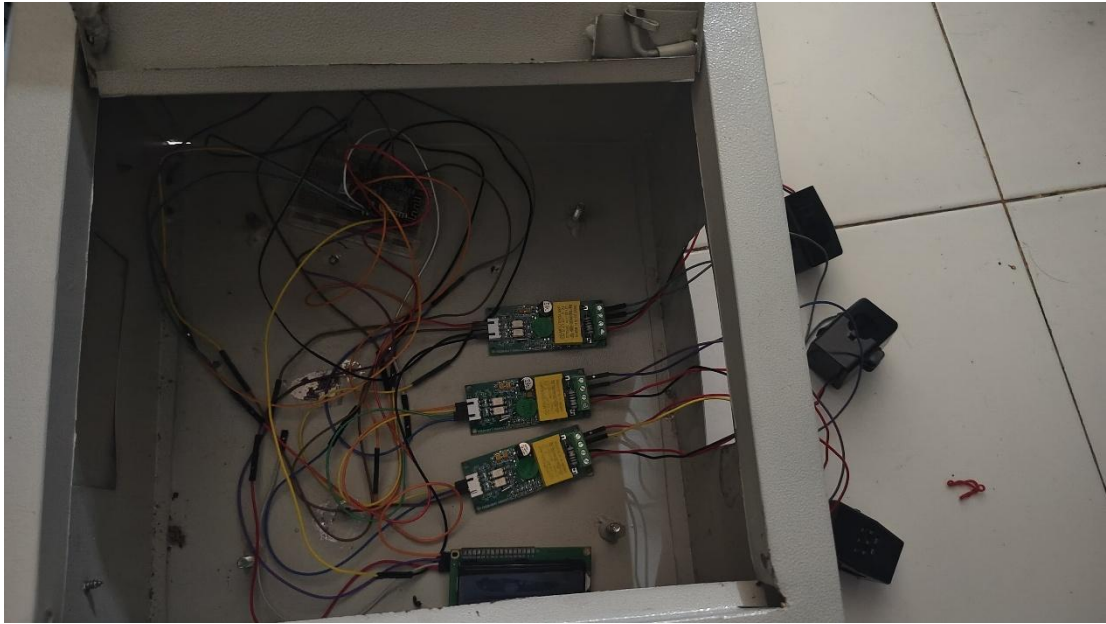
DENAH LT. 1
SKALA I : 100













PEMOGRAMAN SISTEM

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <PZEM004Tv30.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Wire.h>
#include <ArduinoJson.h>
#include <ESP8266HTTPClient.h>
const char* ssid = "SSID";
const char* password = "PW WI_FI";
const char* serverUrl = "http://ip server:8888/api/sensor";
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  delay(1000);

  WiFi.begin(ssid, password);
  Serial.print("Connecting to WiFi");
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
  Serial.println("\nConnected to WiFi");
}
void loop() {
  if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
    WiFiClient client;
    HTTPClient http;
    http.begin(client, serverUrl); // ← FIX: gunakan WiFiClient
```

```

http.addHeader("Content-Type", "application/json");
}
PZEM004Tv30 pzem1(4, 5); // GPIO4(D2)- Tx PZEM004; GPIO5(D1)-Rx
PZEM
PZEM004Tv30 pzem2(2, 0); // GPIO2(D4)- Tx PZEM004; GPIO0(D3)-Rx
PZEM
PZEM004Tv30 pzem3(12, 14); // GPIO12(D6)- Tx PZEM004; GPIO14(D5)-Rx
PZEM
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); // Alamat I2C dan ukuran LCD
float voltage1, current1, power1, energy1, frequency1, pf1, va1, VAR1;
float voltage2, current2, power2, energy2, frequency2, pf2, va2, VAR2;
float voltage3, current3, power3, energy3, frequency3, pf3, va3, VAR3;
void setup() {
Serial.begin(115200);
Wire.begin(13, 3); // SDA = D7 (GPIO13), SCL = RX (GPIO3)
lcd.begin(); // Inisialisasi LCD
lcd.backlight();
Blynk.begin(auth, ssid, pass);
// inialisai tampilan awal lcd
lcd.clear();
lcd.setCursor(3, 0);
lcd.print("MONITORING");
lcd.setCursor(1, 1);
lcd.print("POWER 3-PHASE");
delay(2000);
}
void bacaDataPZEM() {

```

```

    bacaFasa(pzem1, voltage1, current1, power1, energy1, frequency1, pf1, va1,
    VAR1);
    bacaFasa(pzem2, voltage2, current2, power2, energy2, frequency2, pf2, va2,
    VAR2);
    bacaFasa(pzem3, voltage3, current3, power3, energy3, frequency3, pf3, va3,
    VAR3);
}
void bacaFasa (PZEM004Tv30& pzem, float& volt, float& curr, float& pow,
float& ener, float& freq, float& pf, float& va, float& var) {
    volt = zeroIfNan(pzem.voltage());
    curr = zeroIfNan(pzem.current());
    pow = zeroIfNan(pzem.power());
    ener = zeroIfNan(pzem.energy() / 1000);
    freq = zeroIfNan(pzem.frequency());
    pf = zeroIfNan(pzem.pf());
    va = (pf == 0) ? 0 : pow / pf;
    var = (pf == 0) ? 0 : pow / pf * sqrt(1 - sq(pf));
}
void tampilkanLCD() {
    tampilkanFasa("R", voltage1, current1, power1, energy1, frequency1, pf1, va1,
    VAR1);
    tampilkanFasa("S", voltage2, current2, power2, energy2, frequency2, pf2, va2,
    VAR2);
    tampilkanFasa("T", voltage3, current3, power3, energy3, frequency3, pf3, va3,
    VAR3); }
void tampilkanFasa(const char* fasa, float volt, float curr, float pow, float ener,
float freq, float pf, float va, float var)
{

```

```

lcd.clear();

lcd.setCursor(0, 0); lcd.print("V"); lcd.print(fasa); lcd.print(":"); lcd.print(volt);
lcd.setCursor(0, 1); lcd.print("A"); lcd.print(fasa); lcd.print(":"); lcd.print(curr);
lcd.setCursor(8, 0); lcd.print("W"); lcd.print(fasa); lcd.print(":"); lcd.print(pow);
lcd.setCursor(8, 1); lcd.print("kWh"); lcd.print(ener);

delay(5000);

lcd.clear();

lcd.setCursor(0, 0); lcd.print("Q"); lcd.print(fasa); lcd.print(":"); lcd.print(var);
lcd.setCursor(0, 1); lcd.print("F"); lcd.print(fasa); lcd.print(":"); lcd.print(freq);
lcd.setCursor(8, 0); lcd.print("PF"); lcd.print(fasa); lcd.print(":"); lcd.print(pf);
lcd.setCursor(8, 1); lcd.print("S"); lcd.print(fasa); lcd.print(":"); lcd.print(va);

delay(5000); }

```

```

File Edit Sketch Tools Help
NodeMCU 1.0 (ESP-12E M...
Coding_Baruino
1 #include <ESP8266WiFi.h>
2 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
3 #include <PZEM004Tv30.h>
4 #include <SoftwareSerial.h>
5 #include <Wire.h>
6 #include <ArduinoJson.h>
7 #include <ESP8266HTTPClient.h>
8
9 // Konfigurasi WiFi
10 const char* ssid = "Mepin Net";
11 const char* password = "marvinmarvin4";
12
13 // URL server tujuan
14 const char* serverUrl = "http://103.174.122.2:8888/api/sensor";
15
16 // Device ID unik (bisa diubah sesuai perangkat)
17 const char* device_id = "esp-power-01";
18
19 // PZEM004T objek untuk 3 fasa
20 PZEM004Tv30 pzem1(4, 5); // Fasa R
21 PZEM004Tv30 pzem2(2, 0); // Fasa S
22 PZEM004Tv30 pzem3(12, 14); // Fasa T
23
24 // LCD I2C
25 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); // Alamat I2C dan ukuran
26
27 // Variabel data sensor
28 float voltage1, current1, power1;
29 float voltage2, current2, power2;
30 float voltage3, current3, power3;
31
32 void setup() {
33   Serial.begin(115200);
34   Wire.begin(13, 3); // SDA = D7, SCL = RX
35   lcd.begin();
36
37   Serial.println("Start");
38 }
39
40 void loop() {
41   // ...
42 }
43
44 // ...
45 }

```

Serial Monitor Output

Indexing: 39/85 Ln 10, Col 32 NodeMCU 1.0 (ESP-12E Module) on COM3 [not connected]

```
Coding_Baru.ino
64
65 voltage2 = zeroIfNan(pzem2.voltage());
66 current2 = zeroIfNan(pzem2.current());
67 power2 = zeroIfNan(pzem2.power());
68
69 voltage3 = zeroIfNan(pzem3.voltage());
70 current3 = zeroIfNan(pzem3.current());
71 power3 = zeroIfNan(pzem3.power());
72 }
73
74 float zeroIfNan(float val) {
75     return !isnan(val) ? 0.0 : val;
76 }
77
78 void tampilkanLCD() {
79     // Fasa R
80     lcd.clear();
81     lcd.setCursor(0, 0); lcd.print("R V:"); lcd.print(voltage1);
82     lcd.setCursor(0, 1); lcd.print("A:"); lcd.print(current1); lcd.print(" W:"); lcd.print(power1);
83     delay(3000);
84
85     // Fasa S
86     lcd.clear();
87     lcd.setCursor(0, 0); lcd.print("S V:"); lcd.print(voltage2);
88     lcd.setCursor(0, 1); lcd.print("A:"); lcd.print(current2); lcd.print(" W:"); lcd.print(power2);
89     delay(3000);
90
91     // Fasa T
92     lcd.clear();
93     lcd.setCursor(0, 0); lcd.print("T V:"); lcd.print(voltage3);
94     lcd.setCursor(0, 1); lcd.print("A:"); lcd.print(current3); lcd.print(" W:"); lcd.print(power3);
95     delay(3000);
96 }
97
98 void kirimDataKeServer() {
```