

SKRIPSI

PERANCANGAN *PROTOTYPE* SISTEM MONITORING KONSUMSI ARUS BERBASIS IOT MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER ESP8266



TUGAS AKHIR

*Disusun dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan untuk menyelesaikan
program Strata Satu Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik*

Universitas Hasanuddin

Makassar

Oleh:

M. YOGI FAHREZI

D411 15 007

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2020

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

PERANCANGAN *PROTOTYPE SISTEM MONITORING KONSUMSI ARUS BERBASIS IOT MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER ESP8266*

Disusun Oleh:

M. YOGI FAHREZI
D41115007

Disusun dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Pernyataan untuk Menyelesaikan Program

Strata-1 pada Sub-Program Teknik Energi.

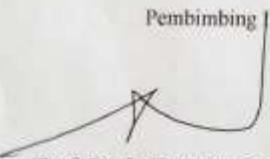
Departemen Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Gowa, 25 November 2020

Disahkan Oleh:

Pembimbing

Pembimbing II



Prof. Dr. Ir. H. Andani Achmad, M.T.
NIP. 196012311987031022


Dr. Eng. Intan Safi Areni, S.T., M.T.
NIP. 197502032000122002

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Elektro



Dr. Eng. Ir. Dewiani., MT.
NIP. 19691026 199412 2 001

Dipindai dengan CamScanner

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

NAMA	: M. YOGI FAHREZI
TEMPAT LAHIR	: PASAR BARU
TANGGAL LAHIR	: 04 MARET 1997
NIM	: D41115907
FAKULTAS / PRODI	: TEKNIK / TEKNIK ELEKTRO
WISUDA PERIODE	: JI / DESEMBER
JUDUL SKRIPSI	: PERANCANGAN <i>PROTOTYPE SISTEM MONITORING KONSUMSI ARUS BERBASIS IOT MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER ESP8266</i>

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa bilamana berkas yang saya unggah tidak benar dan tidak sesuai, maka saya bersedia melampirkan surat keterangan pemberian dari pihak berwenang.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya untuk digunakan sebabaimana mestinya

Gowa, 25 November 2020

Yang membuat pernyataan,



M. YOGI FAHREZI

Dipindai dengan CamScanner

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohim

Puji Syukur dengan mengucap “Alhamdulillahi robbil ‘alamin” kami panjatkan kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta’ala atas limpahan hidayah, rahmat dan karunia-Nya. Tiada daya, tiada kekuasaan dari penulis melainkan adanya pertolongan dari Allah Subhanahu Wa Ta’ala sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Perancangan *Prototype* Sistem Monitoring Konsumsi Arus Berbasis IoT Menggunakan Mikrokontroller ESP8266”.

Sholawat dan salam “Allahumma sholli ‘ala Muhammmad, wa’ala ali Muhammad” selalu tercurahkan kepada Baginda Nabiyullah Muhammad SAW, nabi akhir zaman, nabi yang paling lembut tutur katanya, nabi panutan seluruh umat islam. Beliaulah yang telah membawa umat manusia dari alam kegelapan menuju alam yang penuh dengan rahmat.

Tugas Akhir dengan judul “Perancangan *Prototype* Sistem Monitoring Konsumsi Arus Berbasis IoT Menggunakan Mikrokontroller ESP8266” merupakan salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik untuk menyelesaikan studi pada Program Strata 1 Teknik Elektro Universitas Hasanuddin. Penulis sangat menyadari dalam penyusunan tugas akhir ini mengalami banyak hambatan dan rintangan. Namun disertai dengan ketekunan, usaha yang disertai doa, bimbingan, dorongan dan motivasi dari berbagai pihak sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

Dalam kesempatan ini secara khusus penulis menghaturkan rasa terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya dengan segala ketulusan dan kerendahan hati kepada kedua orang tua penulis atas segala doa, jerih payah, kasih sayang, nasehat dan pengorbanan yang diberikan dalam bentuk moril maupun materil selama penulis menempuh pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya tak lupa pula penulis sampaikan kepada:

1. Bapak **Prof. Dr. Ir. H. Andani Achmad, M.T**, selaku dosen pembimbing I dan Ibu **Dr. Eng. Intan Sari Areni, S.T.,M.T**, selaku dosen pembimbing II atas semua waktu, tenaga, pikiran, semangat dan motivasi yang telah diberikan dalam membimbing penulis mulai dari penyusunan proposal, pelaksanaan penelitian sampai dengan penyusunan tugas akhir ini.
2. Bapak **Dr. Eng. Wardi,ST,M.Eng.**, selaku dosen penguji I atas koreksi dan kritikan yang sangat bermanfaat dalam penulisan tugas akhir ini.
3. Ibu **Andini Dani Achmad,ST,MT.**, selaku dosen penguji II atas koreksi dan kritikan yang sangat bermanfaat dalam penulisan tugas akhir ini.
4. Seluruh dosen, staf pengajar serta pegawai Departemen Teknik Elektro atas bimbingan, didikan, kemudahan dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis selama menempuh perkuliahan.
5. Kepada Arson Marianus, yang telah sangat membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

6. Kepada segenap teman-teman pengurus HME FT-UH periode 2018/2019 atas segala pelajaran dan pengalaman berharganya.
7. Kepada teman-teman dan adik-adik Lab Telekomunikasi dan Gelombang Pendek atas dukungan serta semangat yang diberikan.
8. Kepada teman-teman Lab Teknik Tegangan Tinggi atas dukungan sarana dan prasarana.
9. Kepada penghuni Kontrakan Maling Muhammad Hanan Abiyyi, Muhammad Ihtisan, Ahmad Khatami dan Ahmad Subekhi, atas kebersamaan yang sudah dilewati bersama kurang lebih selama 2 tahun.
10. Kepada teman-teman seperjuangan KKN REGULER DESA PUNCAK Gel. 102 atas doa dan motivasinya.
11. Kawan-kawan seperjuangan “THYR15TOR” Departemen Teknik Elektro Angkatan 2015 tanpa terkecuali yang tak dapat disebutkan satu persatu atas segala kebersamaan, kerjasama dan motivasinya selama penulis menapak masa-masa perkuliahan hingga pada penyelesaian studi ini.

Demikian ucapan terima kasih dan doa kepada semua pihak yang telah membantu dalam penulisan tugas akhir ini, dengan harapan dapat berguna bagi semua pihak yang berkepentingan dan jika ada kekurangan, penulis dengan senang hati menerima segala kritikan dan saran guna kesempurnaan hasil penulisan.

Makassar, 2020

Penulis

ABSTRAK

Teknologi IoT (*Internet of Things*) memberikan kemudahan untuk mengirim informasi dari peralatan yang terhubung dengan internet ke peralatan lain yang juga terhubung dengan internet. Hal ini yang dimanfaatkan untuk membuat sebuah sistem monitoring perangkat yang dapat dikontrol melalui internet. Memanfaatkan teknologi IoT, memungkinkan dilakukan perancangan monitoring energi listrik berbasis web untuk mendapatkan informasi-informasi berhubungan dengan pengukuran energi listrik seperti, pengukuran arus (I), tegangan (V) dan daya (P) secara *real time* yang dapat diakses menggunakan jaringan internet kapan saja melalui aplikasi berbasis *web*. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem monitoring konsumsi energi listrik serta mampu mengontrol *on/off* perangkat listrik seperti lampu, secara *real time* menggunakan teknologi IoT, membuat *interface* monitoring konsumsi energi listrik berupa aplikasi berbasis *web* yang terhubung dengan internet dan yang terakhir membuat *prototype* sistem. Penelitian ini menggunakan perangkat mikrokontroler ESP8266 untuk mengontrol relay dan sensor arus PZEM-004T. Perangkat ESP8266 diprogram menggunakan aplikasi Arduino IDE menggunakan bahasa C. *Interface* aplikasi berbasis *web* dibuat menggunakan teks *editor Sublime Text 3* menggunakan bahasa pemrograman HTML dan CSS sebagai *frontend* serta PHP dan MySQL sebagai *backend*. Perangkat modul ESP8266 terhubung dengan *web server* menggunakan *database MySQL*. Pengguna dapat mengontrol perangkat elektronik menggunakan tombol *on/off* yang ada pada *website* dan melihat nilai arus dan daya yang digunakan setiap detik dalam bentuk grafik yang ditampilkan pada *website*. Dari hasil pengujian didapatkan persentase kesalahan pembacaan arus dari sensor PZEM-004T terhadap nilai arus secara teori. Dari pengambilan data satu beban listrik didapatkan persentase kesalahan dari beban lampu, yaitu sebesar 0.5%, beban *rice cooker* sebesar 0.7% dan beban dispenser sebesar 0.1%. Persentase kesalahan dengan dua beban listrik, yaitu lampu dan *rice cooker* sebesar 0.5%, lampu dan dispenser sebesar 0.25% serta *rice cooker* dan dispenser sebesar 1.40%. Dan persentase kesalahan dengan tiga beban listrik, yaitu lampu, *rice cooker* dan dispenser sebesar 1.3%. Dari hasil yang didapatkan dapat disimpulkan, prototype monitoring konsumsi arus ini bekerja sebagaimana mestinya dan dapat mengukur energi listrik dengan tingkat akurasi yang tinggi. Dengan adanya penelitian ini diharapkan mampu membantu proses penghematan energi listrik yang terpakai.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah	2
I.3 Tujuan Penelitian.....	2
I.4 Manfaat Penelitian.....	2
I.5 Batasan Masalah.....	3
I.6 Tahapan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
II.1. <i>Internet Of Things (IoT)</i>	5
II.2 Tinjauan Teori	6
II.2.1 Tegangan.....	6
II.2.2 Arus.....	7
II.2.3 Daya	8
II.3 NodeMCU ESP8266	10
II.4 Relay.....	12
II.4.1 Prinsip Kerja dan Simbol.....	13
II.4.2 Jenis-Jenis Relay	15
II.4.3 Relay Sebagai Pengendali	16
II.4.4 Modul Relay 5v	17
II.5 Sensor PZEM-004T	18
II.5.1 Format Tampilan	20
II.5.2 Komunikasi Serial	20
II.5.3 Karakteristik dari Modul PZEM-004T	20
II.5.4 Spesifikasi Parameter Modul PZEM-004T	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	22

III.1	Lokasi Penelitian	22
III.2	Arsitektur Perancangan Sistem.....	22
III.3	<i>Flowchart</i> Penelitian	24
III.4	Perancangan Sistem.....	27
III.4.1	Perancangan Perangkat Keras	27
III.4.1.1	Perancangan Power Supply	27
III.4.1.2	Perancangan Rangkaian Monitoring.....	28
III.4.2	Perancangan Perangkat Lunak.....	30
III.4.2.1	Perancangan Program NodeMCU ESP8266.....	30
III.4.2.2	Perancangan Program WebServer	32
III.5	Pengujian Sistem	36
III.6	Skema Sistem Monitoring Konsumsi Arus Berbasis Web.....	36
III.7	Ilustrasi Pengambilan Data.....	37
III.7.1	Pengambilan Data Arus dan Tegangan 1 Beban.....	38
III.7.1.1	Pengambilan Data Arus dan Tegangan Beban Lampu.....	38
III.7.1.2	Pengambilan Data Arus dan Tegangan Beban Rice Cooker	40
III.7.1.3	Pengambilan Data Arus dan Tegangan Beban Dispenser	42
III.7.2	Pengambilan Data Arus dan Tegangan 2 Beban.....	44
III.7.2.1	Pengambilan Data Arus dan Tegangan Beban Lampu dan Rice Cooker	44
III.7.2.2	Pengambilan Data Arus dan Tegangan Beban Lampu dan Dispenser	46
III.7.2.3	Pengambilan Data Arus dan Tegangan Beban Rice Cooker dan Dispenser	48
III.7.3	Pengambilan Data Arus dan Tegangan 3 Beban.....	50
III.7.3.1	Pengambilan Data Arus dan Tegangan Beban Lampu, Rice Cooker dan Dispenser.....	50
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	52
IV.1	Tabel Hasil Pengukuran dan Grafik Nilai Arus	52
A.	Hasil Pengukuran Beban Lampu	52
B.	Hasil Pengukuran Beban Rice Cooker.....	54
C.	Hasil Pengukuran Beban Dispenser.....	55
D.	Hasil Pengukuran Beban Dispenser dan Lampu.....	57
E.	Hasil Pengukuran Beban Dispenser dan Rice Cooker	58
F.	Hasil Pengukuran Beban Rice Cooker dan Lampu.....	59
G.	Hasil Pengukuran Beban Dispenser, Lampu dan Rice Cooker	61

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	63
V.1 Kesimpulan.....	63
V.2 Saran	64
DAFTAR PUSTAKA.....	65
LAMPIRAN	67
Lampiran 1 Dokumentasi	67
Lampiran 2 Coding Arduino IDE.....	71
Lampiran 3 Coding Web	74
Lampiran 4 Tabel Konsumsi Daya Perdetik	87

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Datasheet relay G2RS Omron.....	14
Tabel 4.1 Nilai Arus Beban Lampu	52
Tabel 4.2 Nilai Arus Beban Setrika	54
Tabel 4.3 Nilai Arus Beban Dispenser.....	55
Tabel 4.4 Nilai Arus Beban Lampu dan Setrika	57
Tabel 4.5 Nilai Arus Beban Lampu dan Dispenser.....	58
Tabel 4.6 Nilai Arus Beban Setrika dan Dispenser.....	60
Tabel 4.7 Nilai Arus Beban Lampu, Setrika dan Dispenser	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 GPIO NodeMCU ESP8266	10
Gambar 2. 2 Relay.....	12
Gambar 2. 3 Skema Relay Elektromekanik	13
Gambar 2. 4 Rangkaian dan simbol logika relay	14
Gambar 2. 5 Sistem kontrol berbasis relay	17
Gambar 2. 6 Modul Relay 5V 4-Channel	17
Gambar 2. 7 Rangkaian module relay 5V	18
Gambar 2. 8 Sensor PZEM-004T.....	18
Gambar 2. 9 Wiring Diagram PZEM-004T	19
Gambar 3. 1 Arsitektur Rancangan Sistem Monitoring Konsumsi Arus Berbasis IoT Menggunakan <i>Mikrokontroller Esp8266</i>	22
Gambar 3. 2 Flowchart Penelitian.....	24
Gambar 3. 3 Flowchart Perancangan Software.....	25
Gambar 3. 4 Flowchart Perancangan Sistem	26
Gambar 3. 5 Sekema Power Supply 5 Volt.....	27
Gambar 3. 6 Skematik Rangkaian Monitoring Konsumsi Arus	29
Gambar 3. 7 Aplikasi Arduino IDE	31
Gambar 3. 8 Tampilan Pembacaan Arus Pada Serial Monitor	32
Gambar 3. 9 Tampilan Dasar Sublime Text 3.....	33
Gambar 3. 10 Grafik Pengukuran Arus dan Tegangan	34
Gambar 3. 11 Grafik Konsumsi Daya.....	34
Gambar 3. 12 Penggunaan Arus dan Perintah on/off Lampu	35
Gambar 3. 13 Prototype Perancangan Sistem Monitoring Konsumsi Arus.....	37
Gambar 3. 14 Pengambilan Data Beban Lampu	38
Gambar 3. 15 Grafik Nilai Arus dan Tegangan Beban Lampu.....	39
Gambar 3. 16 Penggunaan Arus dan Tegangan serta Perintah on/off Beban Lampu	39
Gambar 3. 17 Pengambilan Data Beban Rice Cooker	40
Gambar 3. 18 Grafik Nilai Arus dan Tegangan Beban Rice Cooker.....	41
Gambar 3. 19 Penggunaan Arus dan Tegangan Beban Rice Cooker.....	41
Gambar 3. 20 Pengambilan Data Beban Dispenser	42
Gambar 3. 21 Grafik Nilai Arus dan Tegangan Beban Dispenser.....	43
Gambar 3. 22 Penggunaan Arus dan Tegangan Beban Dispenser.....	43
Gambar 3. 23 Pengambilan Data Beban Lampu dan Rice Cooker	44
Gambar 3. 24 Grafik Nilai Arus dan Tegangan Beban Lampu dan Rice Cooker.	45
Gambar 3. 25 Penggunaan Arus dan Tegangan Beban Lampu dan Rice Cooker.	45
Gambar 3. 26 Pengambilan Data Beban Lampu dan Dispenser	46
Gambar 3. 27 Grafik Nilai Arus dan Tegangan Beban Lampu dan Dispenser....	47
Gambar 3. 28 Penggunaan Arus dan Tegangan Beban Lampu dan Dispenser....	47
Gambar 3. 29 Pengambilan Data Beban Rice Cooker dan Dispenser	48

Gambar 3. 30 Grafik Nilai Arus dan Tegangan Beban Rice Cooker dan Dispenser	49
Gambar 3. 31 Penggunaan Arus dan Tegangan Beban Rice Cooker dan Dispenser	49
Gambar 3. 32 Pengambilan Data Beban Lampu, Rice Cooker dan Dispenser	50
Gambar 3. 33 Grafik Nilai Arus dan Tegangan Beban Lampu, Rice Cooker dan Dispenser.....	51
Gambar 3. 34 Penggunaan Arus dan Tegangan Beban Lampu, Rice Cooker dan Dispenser.....	51
Gambar 4. 1 Grafik Nilai Arus Beban Lampu	53
Gambar 4. 2 Grafik Nilai Arus Beban Rice Cooker	55
Gambar 4. 3 Grafik Nilai Arus Beban Dispenser	56
Gambar 4. 4 Grafik Nilai Arus Beban Dispenser dan Lampu	57
Gambar 4. 5 Grafik Nilai Arus Beban Dispenser dan Rice Cooker.....	59
Gambar 4. 6 Grafik Nilai Arus Beban Rice Cooker dan Lampu	60
Gambar 4. 7 Grafik Nilai Arus Beban Dispenser, Lampu dan Rice Cooker	62

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Teknologi IoT (*Internet of Things*) memberikan kemudahan untuk mengirim informasi dari peralatan yang terhubung dengan internet ke peralatan lain yang juga terhubung dengan internet. Hal inilah yang dimanfaatkan untuk membuat sebuah sistem monitoring perangkat yang dapat dikontrol melalui internet.

Memanfaatkan teknologi IoT, memungkinkan dilakukan perancangan monitoring energi listrik berbasis web yang dirancang untuk mendapatkan informasi-informasi berhubungan dengan pengukuran energi listrik antara lain pengukuran arus (I) secara *real time* yang dapat diakses menggunakan jaringan internet kapan saja melalui aplikasi berbasis *web*.

Penggunaan dan biaya energi listrik yang setiap tahunnya semakin meningkat mendorong masyarakat untuk mengontrol penggunaan energi listrik. Salah satu langkah awal yang dilakukan dalam rangka mengontrol penggunaan energi listrik adalah dengan melakukan monitoring terhadap perangkat elektronik yang digunakan. Pada penelitian ini, dikembangkan sebuah sistem monitoring daya listrik yang dipasang pada terminal listrik di sebuah ruangan dengan menggunakan sensor arus PZEM-004T, relay dan mikrokontroler NodeMCU. Nilai arus yang didapatkan dari pembacaan sensor PZEM-004T akan dijadikan sebagai nilai referensi untuk menentukan nilai daya yang terpakai pada beban yang terhubung dengan sistem monitoring. Nantinya, perangkat listrik yang terhubung pada terminal listrik tersebut akan dipantau penggunaan daya listriknya. Data monitoring

daya listrik dari perangkat monitoring akan dikirimkan dengan menggunakan protokol komunikasi Websocket yang selanjutnya akan disimpan pada database server. Sedangkan untuk data monitoring daya listrik ditampilkan pada antarmuka web. Diharapkan pengguna dapat melakukan monitoring daya listrik pada ruangan dengan lebih mudah.

Perancangan web server ini bertujuan agar masyarakat bisa melihat dan mengatur konsumsi energi yang digunakan perhari secara *real time*, sehingga mencegah terjadinya pemborosan energi listrik dan juga diharapkan mampu menghemat biaya.

I.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana sistem monitoring konsumsi arus berbasis IoT dapat bekerja secara *real time*?
2. Bagaimana unjuk kerja sistem monitoring konsumsi arus berbasis IoT?

I.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Merancang dan membuat *prototype* sistem monitoring konsumsi arus berbasis IoT yang dapat bekerja secara *real time*.
2. Mengevaluasi unjuk kerja sistem monitoring konsumsi arus berbasis IoT yang bekerja secara *real time*.

I.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui konsumsi energi listrik yang terpakai secara *real time*.

2. Mengantisipasi terjadinya pemborosan listrik.

I.5 Batasan Masalah

Mengingat luasnya pembahasan mengenai sistem monitoring konsumsi arus berbasis IoT, maka pembahasan dibatasi pada:

1. Membangun sistem monitoring konsumsi arus berbasis IoT untuk mencegah terjadinya pemborosan energi listrik secara berlebihan.
2. Penelitian ini dilaksanakan di tempat tinggal peneliti, Perumahan Fakultas Teknik Blok O11.
3. Board Mikrokontroler yang digunakan yaitu NodeMCU ESP8266.
4. Sistem monitoring konsumsi arus ini hanya bisa digunakan di tempat yang memiliki jaringan internet.

I.6 Tahapan Penelitian

Dalam penyusunan tugas akhir ini beberapa tahapan penelitian yang akan dilakukan yaitu :

1. Study Literatur

Tahap awal dari riset ini yaitu mencari sumber-sumber referensi dan materi pendukung yang berkaitan langsung dengan tugas akhir yang akan disusun.

2. Perancangan dan Pemodelan System

Tahap kedua yaitu merancang system yang nantinya akan digunakan untuk monitoring konsumsi arus.

3. Pengujian Sistem

Tahap pengujian sistem dilakukan dengan mengontrol lampu yang masih menyala yang ada pada salah satu ruangan di kampus Teknik Unhas gedung Elektro serta memonitoring konsumsi daya yang terpakai di ruangan tersebut melalui *web* yang sudah dibuat sebelumnya.

4. Pengambilan Data

Tahap keempat yaitu pengambilan data dari system yang sudah dibuat, berupa data konsumsi arus yang tercantum pada *database website* secara *real time*.

5. Pembuatan Analisa dan Kesimpulan

Tahap terakhir adalah pembuatan analisa dan kesimpulan dari system monitoring yang sudah dirancang sebelumnya. Pada tahap ini akan membahas mengenai hasil yang diperoleh setelah melakukan simulasi. Sedangkan pada kesimpulan akan membahas keseluruhan dari system yang sudah dibuat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1. *Internet Of Things (IoT)*

IoT merupakan kumpulan benda-benda (*things*), berupa perangkat fisik (*hardware /embedded system*) yang mampu bertukar informasi antar sumber informasi, operator layanan ataupun perangkat lainnya yang terhubung ke dalam sistem sehingga dapat memberikan kemanfaatan yang lebih besar.

IoT diperkenalkan pertama kali oleh Aston pada tahun 1999. IoT dapat dijelaskan sebagai 1 set *things* yang saling terkoneksi melalui internet. *Things* disini dapat berupa *tags*, sensor, manusia dll. IoT berfungsi mengumpulkan data dan informasi dari lingkungan fisik (*environment*), data-data ini kemudian akan diproses agar dapat dipahami maknanya. Kemampuan dari IoT untuk saling berkomunikasi ini membuat IoT dapat diterapkan di segala bidang. Di bidang kesehatan, sensor IoT dapat digunakan untuk memonitor kondisi pasien, sehingga kondisi pasien tetap terpantau selama 24 jam. Di bidang pertanian, IoT dapat digunakan sebagai sensor untuk memonitor kondisi tanah, suhu dan kelembaban yang penting bagi tanaman. Di bidang *smart building*, IoT dapat digunakan untuk memonitor penggunaan listrik tiap gedung. Selain itu IoT juga dapat digunakan di bidang *automation*, *transportasi*, *smart grid* dan lainnya.

Teknologi dalam IoT dibagi menjadi beberapa arsitektur layer. Layer pertama yaitu layer *Perception*, layer ini berfungsi membaca dan mengumpulkan informasi dari lingkungan fisik (*environment*). Kemudian, data akan dikirim ke layer *network*. Yang akhirnya data akan digunakan di dalam layer aplikasi.

Perception Layer bertanggung jawab untuk mengkonversi data menjadi sinyal yang dikirim melalui network agar dapat dibaca oleh layer aplikasi. Sebagai contoh, penggunaan *barcode* oleh minimarket. Di dalam *barcode* tersebut terdapat data seperti nama, harga dan stok barang. Ketika informasi telah didapatkan, maka layer network akan bertanggung jawab untuk pengiriman data dari satu host ke host yang lain. Ada berbagai macam teknik yang digunakan seperti ZigBee, Wifi, 6LoWPAN dll. Sedangkan layer aplikasi berfungsi untuk memproses informasi yang telah didapatkan untuk digunakan sesuai keperluannya.

II.2 Tinjauan Teori

II.2.1 Tegangan

Tegangan listrik yaitu perbedaan potensial listrik antara 2 titik dalam rangkaian listrik dan dinyatakan dalam satuan volt. Besaran ini, mengukur energi potensial dari sebuah medan listrik yang mengakibatkan adanya aliran listrik dalam sebuah konduktor listrik.

Secara definisi, tegangan listrik menyebabkan objek bermuatan negatif tertarik dari tempat bertegangan rendah menuju tempat bertegangan lebih tinggi. Sehingga, menyebabkan arah arus listrik konvensional di dalam suatu konduktor mengalir dari tegangan tinggi menuju tegangan rendah. Jika dimasukkan ke dalam persamaan matematika. Tegangan dapat didefinisikan sebagai perkalian antara arus listrik dengan hambatan listrik, dapat dirumuskan sebagai berikut (Sumber: Hutagalung, Siti Nurhabibah., Panjaitan, Melda., 2018):

Contoh Perhitungan:

Jika di dalam suatu rangkaian listrik terdapat hambatan sebesar 4.5 Ohm dengan arus listrik yang mengalir sebesar 10 ampere. Maka berapakah tegangan listrik di dalam rangkaian listrik tersebut?

Jawab:

$$V = I \times R$$

$$V = 10 \text{ Ampere} \times 4.5 \text{ Ohm}$$

V = 45 Volt

II.2.2 Arus

Arus listrik adalah mengalirnya elektron secara kontinyu pada konduktor akibat perbedaan jumlah elektron pada beberapa lokasi yang jumlah elektronnya tidak sama. Satuan arus listrik adalah Ampere. Satu ampere arus adalah mengalirnya elektron sebanyak 628×10^{16} atau sama dengan satu coulumb per detik melintasi suatu penampang konduktor. Persamaan dapat dituliskan sebagai berikut (Sumber: Dinata, Irwan., Sunanda, Irwan., 2015):

Selain persamaan di atas, arus listrik juga dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara tegangan masukan dengan hambatan listrik, dapat dituliskan sebagai berikut (Sumber: Hutagalung, Siti Nurhabibah., Panjaitan, Melda., 2018):

Contoh Perhitungan :

Diketahui suatu rangkaian listrik memiliki beda potensial sebesar 12 V dengan hambatan dalam rangkaian sebesar 5 Ohm. Berapakah arus yang muncul pada rangkaian tersebut ?

Jawab:

$$V = I \times R \rightarrow I = V/R$$

$$I = 12/5 = 2.4 \text{ A}$$

II.2.3 Daya

Daya listrik atau dalam bahasa Inggris disebut dengan Electrical Power adalah jumlah energi yang diserap atau dihasilkan dalam sebuah sirkuit/rangkaian. Sumber energi seperti tegangan listrik akan menghasilkan daya listrik sedangkan beban yang terhubung dengannya akan menyerap daya listrik tersebut. Dengan kata lain, daya listrik adalah tingkat konsumsi energi dalam sebuah sirkuit atau rangkaian listrik. Rumus yang digunakan untuk menghitung daya listrik adalah sebagai berikut (Sumber: Buyung, Surianto, 2018):

Contoh Perhitungan :

Sebuah televisi LCD memerlukan tegangan sebesar 220 V dan arus listrik sebesar 1.2 A untuk mengaktifkannya. Berapakah nilai daya listrik yang muncul?

Jawab:

$$P = V \times I$$

$$P = 220 \text{ V} \times 1.2 \text{ A}$$

$$P = 264 \text{ Watt}$$

Dari persamaan di atas dapat dimunculkan persamaan untuk menentukan nilai arus, yaitu :

Energi listrik dapat diukur menggunakan alat ukur kWh meter. Nilai dari kWh meter akan digunakan untuk menentukan banyaknya pemakaian energi listrik yang terpakai selama beban terhubung ke sumber listrik PLN. Adapun persamaan yang digunakan untuk menentukan nilai kWh, yaitu (Sumber: Yulizar., Sara, Ira Devi., Syukri, Mahdi, 2016):

Pada persamaan 2.5 nilai kWh yang didapatkan merupakan nilai yang terbaca perjam, sedangkan pada penelitian ini bertujuan untuk menentukan konsumsi daya listrik yang terpakai setiap detiknya. Sehingga, persamaan dapat dituliskan seperti berikut:

$$kWh = \frac{(V \times I \times \cos \varphi)_t}{3600} \cdot \frac{1000}{1000} (2.7)$$

Dimana :

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

$\cos \varphi$ = Faktor Daya

t = Waktu Pemakaian (Detik)

kWh = Kilo Watt Hours

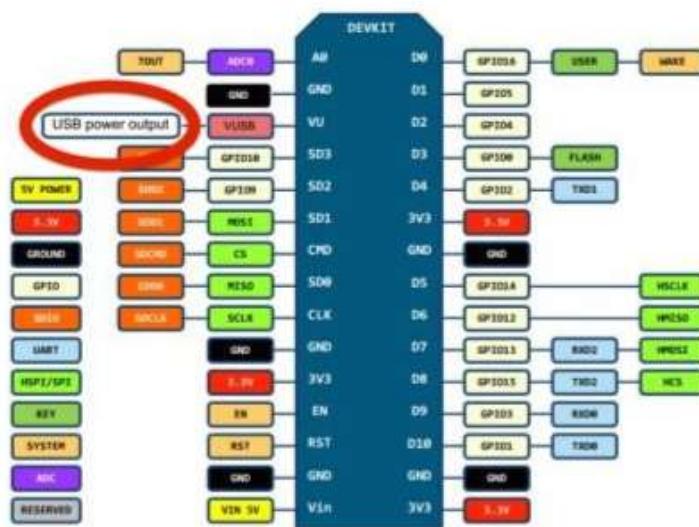
O ≡ Banyaknya Muatan Listrik dalam Satuan Coulomb

P = Daya (Watt)

II.3 NodeMCU ESP8266

NodeMCU merupakan sebuah open source platform IoT dan pengembangan kit yang menggunakan bahasa pemrograman Lua untuk membantu dalam membuat prototype produk IoT atau bisa dengan memakai sketch dengan arduino IDE. Pengembangan kit ini didasarkan pada modul ESP8266, yang mengintegrasikan GPIO, PWM (*Pulse Width Modulation*), IIC, 1-Wire dan ADC (*Analog to Digital Converter*) semua dalam satu board. GPIO NodeMCU ESP8266 seperti Gambar 2.1.

NodeMCU berukuran panjang 4.83cm, lebar 2.54cm, dan berat 7 gram. Board ini sudah dilengkapi dengan fitur WiFi dan Firmwarenya yang bersifat opensource.



Gambar 2. 1 GPIO NodeMCU ESP8266

Spesifikasi NodeMCU, sebagai berikut :

1. RST : berfungsi mereset modul
2. ADC: *Analog Digital Converter*. Rentang tegangan masukan 0-1v, dengan skup nilai digital 0-1024
3. EN: *Chip Enable, Active High*
4. IO16 :GPIO16, dapat digunakan untuk membangunkan chipset dari mode deep sleep
5. IO14 : GPIO14; HSPI_CLK
6. IO12 : GPIO12: HSPI_MISO
7. IO13: GPIO13; HSPI_MOSI; UART0_CTS
8. VCC: Catu daya 3.3V (VDD)
9. CS0 :Chip selection
10. MISO : Slave output, Main input
11. IO9 : GPIO9
12. IO10 GPIO10
13. MOSI: Main output slave input
14. SCLK: Clock
15. GND: Ground
16. IO15: GPIO15; MTDO; HSPICS; UART0_RTS
17. IO2 : GPIO2;UART1_RXD
18. IO0 : GPIO0
19. IO4 : GPIO4
20. IO5 : GPIO5

II.4 Relay

Dalam dunia elektronika, relay dikenal sebagai komponen yang dapat mengimplementasikan logika switching. Sebelum tahun 70an, relay merupakan “otak” dari rangkaian pengendali. Baru setelah itu muncul PLC yang mulai menggantikan posisi relay. Relay yang paling sederhana ialah relay elektromekanis yang memberikan pergerakan mekanis saat mendapatkan energi listrik. Secara sederhana relay elektromekanis ini didefinisikan sebagai berikut :

- Alat yang menggunakan gaya elektromagnetik untuk menutup (atau membuka) kontak saklar.
- Saklar yang digerakkan (secara mekanis) oleh daya/energi listrik.



Gambar 2. 2 Relay

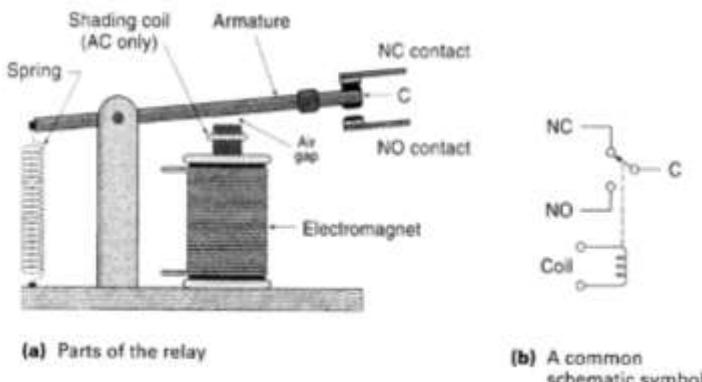
Secara umum, relay digunakan untuk memenuhi fungsi – fungsi berikut :

- Remote control : dapat menyalakan atau mematikan alat dari jarak jauh
- Penguatan daya : menguatkan arus atau tegangan
Contoh : starting relay pada mesin mobil
- Pengatur logika kontrol suatu system

II.4.1 Prinsip Kerja dan Simbol

Relay terdiri dari coil dan contact. Perhatikan gambar 2.3, coil adalah gulungan kawat yang mendapat arus listrik, sedang contact adalah sejenis saklar yang pergerakannya tergantung dari ada tidaknya arus listrik di coil. Contact ada 2 jenis : *Normally Open* (kondisi awal sebelum diaktifkan open), dan *Normally Closed* (kondisi awal sebelum diaktifkan close).

Secara sederhana berikut ini prinsip kerja dari relay : ketika Coil mendapat energi listrik (*energized*), akan timbul gaya elektromagnet yang akan menarik armature yang berpegas, dan contact akan menutup.



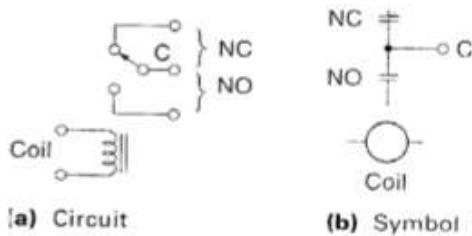
Gambar 2. 3 Skema Relay Elektromekanik

(Sumber : Kilian, Christopher T, 1996)

Selain berfungsi sebagai komponen elektronik, relay juga mempunyai fungsi sebagai pengendali sistem. Sehingga relay mempunyai 2 macam simbol yang digunakan pada :

- Rangkaian listrik (hardware)
- Program (software)

Berikut ini simbol yang digunakan :



(Sumber : Kilian, Christopher T, 1996)

Gambar 2.4 Rangkaian dan simbol logika relay

Dalam data sheet, penjelasan untuk coil dan contact terpisah. Hal ini menyebabkan masing – masing mempunyai spesifikasi yang berbeda – beda juga. Perhatikan tabel berikut.

Tabel 2.1 Datasheet relay G2RS Omron

- *Coil Ratings*

Rated voltage		5 VDC	6 VDC	12 VDC	24 VDC	48 VDC	100 VDC
Rated current (50/60 Hz)		106 mA	66.2 mA	43.6 mA	21.8 mA	11.5 mA	5.3 mA
Coil resistance		47 ohm	68 ohm	275 ohm	1.100 ohm	4.170 ohm	18.860 ohm
Coil Inductance (H) (ref. value)	Armature OFF	0.2	0.28	1.15	4.27	13.86	67.2
	Armature ON	0.39	0.55	2.29	8.55	27.71	93.2
Must operate voltage		70% max. of rated voltage					
Must release voltage		15% min. of rated voltage					
Max. voltage		110% of rated voltage					
Power consumption		approx 0.53 W					

- **Contact Ratings**

Number of poles	1 pole		2 pole	
Load	Resistive load (cos $\phi=1$)	Inductive load (cos $\phi=0.4$; L/R = 7 ms)	Resistive load (cos $\phi=1$)	Inductive load (cos $\phi=0.4$; L/R = 7 ms)
Rated load	10(1) A at 250 VAC; 10(1) A at 30 VDC	7.5 A at 250 VAC; 5 A at 30 VDC	5 A at 250 VAC; 5 A at 30 VDC	2 A at 250 VAC; 3A at 30 VDC
Rated carry current	10 (1) A		5 A	
Max. operation voltage	380 VAC, 125 VDC		380 VAC, 125 VDC	
Max. operation current	10 (1) A		5 A	
Max. Switching capacity	2.500 (250) VA 300 (30) W	1.875 VA 150 W	1.250 VA 150 W	500 VA 90 W
Min. permissible load	100 mA at 5 VDC (1 mA at 5 VDC)		10 mA at 5 VDC	

Sumber : Kilian, Christopher T, 1996)

II.4.2 Jenis-Jenis Relay

Seperti saklar, *relay* juga dibedakan berdasar pole dan throw yang dimilikinya. Berikut definisi *pole* dan *throw*:

- *Pole* : banyaknya *contact* yang dimiliki oleh *relay*
- *Throw* : banyaknya kondisi (*state*) yang mungkin dimiliki *contact*

Berikut ini penggolongan relay berdasar jumlah pole dan throw :

- SPST (*Single Pole Single Throw*)
- DPST (*Double Pole Single Throw*)
- SPDT (*Single Pole Double Throw*)
- DPDT (*Double Pole Double Throw*)
- 3PDT (*Three Pole Double Throw*)
- 4PDT (*Four Pole Double Throw*)

II.4.3 Relay Sebagai Pengendali

Salah satu kegunaan utama *relay* dalam dunia industri ialah untuk implementasi logika kontrol dalam suatu sistem. Sebagai “bahasa pemrograman” digunakan konfigurasi yang disebut *ladder diagram* atau *relay ladder logic*. Berikut ini beberapa petunjuk tentang *relay ladder logic (ladder diagram)*:

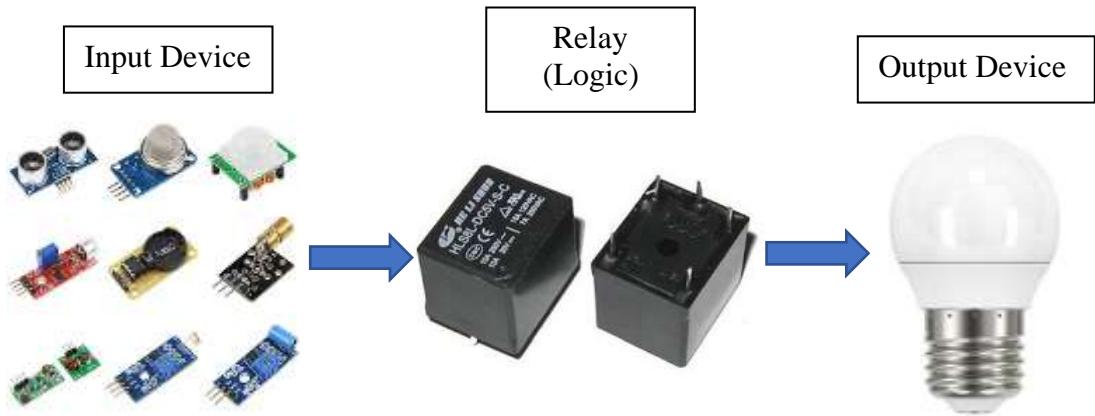
- Diagram *wiring* yang khusus digunakan sebagai bahasa pemrograman untuk rangkaian kontrol *relay* dan *switching*.
- LD Tidak menunjukkan rangkaian *hardware*, tapi alur berpikir.
- LD Bekerja berdasar aliran logika, bukan aliran tegangan/arus.

Relay Ladder Logic terbagi menjadi 3 komponen :

1. *Input* → pemberi informasi
2. *Logic* → pengambil keputusan
3. *Output* → usaha yang dilakukan

Diagram sederhana dari sistem kontrol berbasis relay yang menggambarkan penjelasan di atas dapat dilihat pada gambar 2.5.

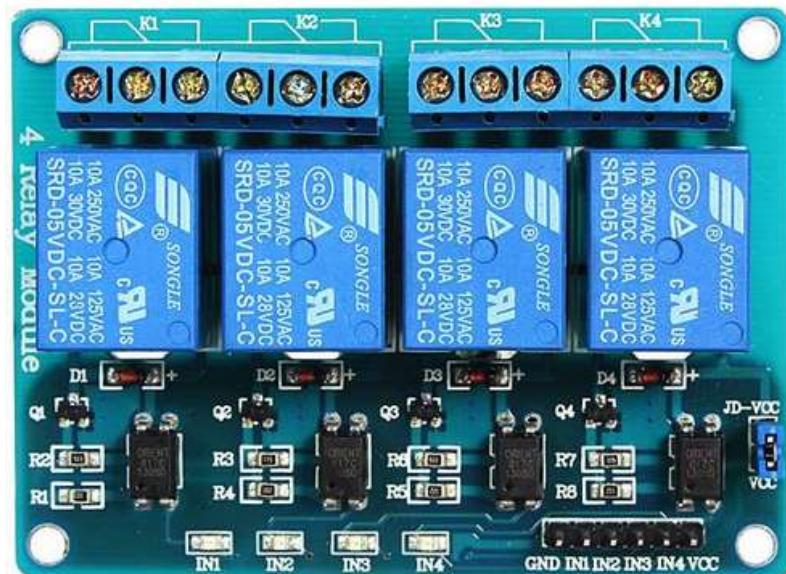
Dari gambar di atas nampak bahwa sistem kendali dengan relay ini mempunyai *input device* (misalnya: berbagai macam sensor, *switch*) dan *output device* (misalnya : motor, pompa, lampu). Dalam rangkaian logikanya, masing-masing *input*, *output*, dan semua komponen yang dipakai mengikuti standard khusus yang unik dan telah ditetapkan secara internasional.



Gambar 2. 5 Sistem kontrol berbasis relay

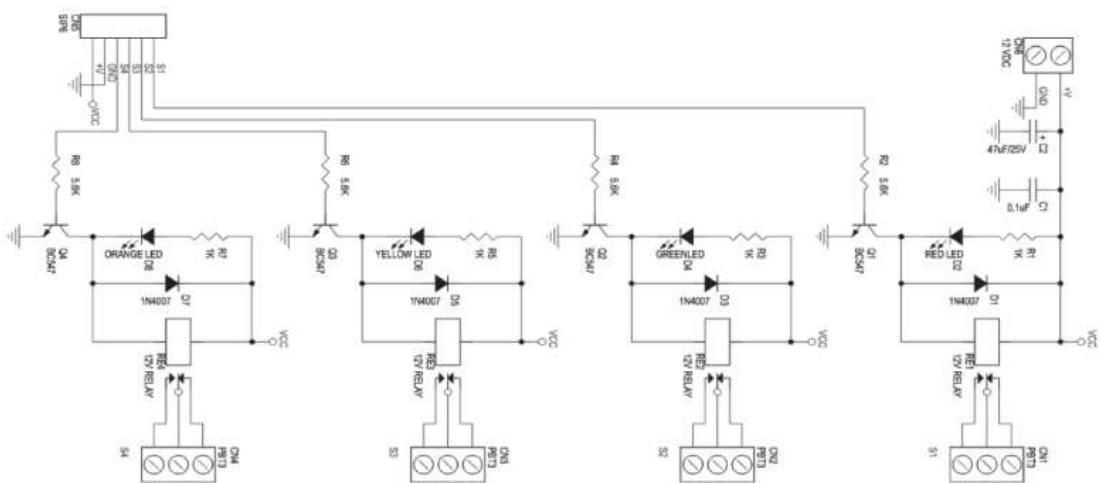
II.4.4 Modul Relay 5v

Modul Relay 5V adalah saklar magnet, dimana berfungsi utk memutus dan menghubungkan arus listrik. Bentuk modul relay seperti Gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Modul Relay 5V 4-Channel

Prinsip kerja secara umum sama dengan kontaktor magnet yaitu berdasarkan kemagnetan yang dihasilkan oleh kumparan coil, jika kumparan coil tersebut diberi arus listrik. Ketika coil mendapatkan *energy* listrik, akan timbul gaya elektromagnet yang akan menarik armature yang berpegas dan *contact* akan menutup. Rangkaian modul relay 5v seperti Gambar 2.7.



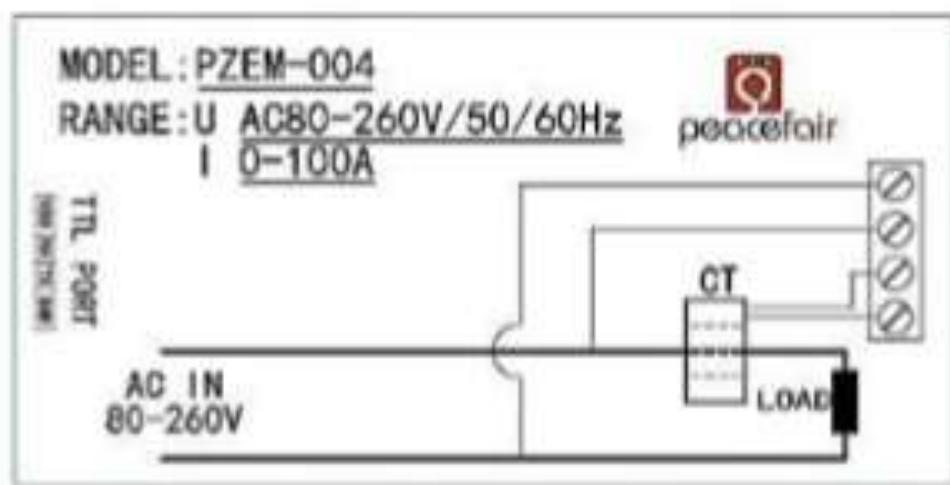
Gambar 2. 7 Rangkaian module relay 5V

II.5 Sensor PZEM-004T



Gambar 2. 8 Sensor PZEM-004T

Sensor PZEM-004T adalah hardware yang berfungsi untuk mengukur parameter dari tegangan, arus, daya aktif, dan daya (w). Modul ini juga melayani semua persyaratan dasar pengukuran PZEM-004T ini sebagai papan terpisah. Dimensi fisik papan PZEM-004T adalah $3,1 \times 7,4$ cm. Modul PZEM-004T dilengkapi dengan kumparan transformator (CT) arus berdiameter 33mm. Pengkabelan dari modul ini memiliki 2 bagian, yaitu pengkabelan terminal masukan tegangan dan arus, serta pengkabelan komunikasi serial yang terhubung dengan *board* kontroler NodeMCU ESP8266. Bentuk sensor dapat dilihat seperti pada gambar 2.8 di atas.



Gambar 2. 9 Wiring Diagram PZEM-004T

Pada gambar 2.9 wiring diagram PZEM-004T, nampak model pengkabelan. Modul PZEM-004T ini dibagi menjadi dua bentuk pengkabelan yaitu kabel terminal input tegangan dan arus dan kabel komunikasi serial.

II.5.1 Format Tampilan

1. Daya: rentang pengukuran 0-9999 kWh

- a) 0 - 10kWh dalam format tampilan 0,000 hingga 9,999.
- b) 10 - 100kWh dalam format tampilan 10,00 hingga 99,99.
- c) 100 - 1000kWh dalam format tampilan 100,0 hingga 999,9.
- d) 1000 - 9999kWh dan di atas format tampilan dari 1000 hingga 9999.

2. Tegangan: rentang tes 80 – 260VAC

- a) Format tampilan 110.0 V - 220.0 V.

3. Arus: rentang pengukuran 0 - 100A

- a) Format tampilan 00.00 hingga 99.99.

II.5.2 Komunikasi Serial

Modul ini dilengkapi dengan antarmuka komunikasi data serial TTL melalui port serial yang dapat dibaca dan mengatur parameter yang relevan, tetapi jika ingin menggunakan perangkat dengan USB atau RS232 (seperti komputer) untuk berkomunikasi, maka Anda harus dilengkapi dengan papan perangkat keras adaptor TTL yang berbeda (kebutuhan komunikasi USB dengan pelat adaptor TTL ke USB).

II.5.3 Karakteristik dari Modul PZEM-004T

1. Mengukur konsumsi listrik.
2. Antarmuka serial UART dengan kecepatan 9600 bps.
3. Tegangan suplai 5V.
4. Kemungkinan menghubungkan layar LCD atau LED.

Pertimbangan yang sesuai untuk penggunaan sensor PZEM-004T yaitu:

1. Modul ini cocok untuk penggunaan di dalam ruangan, bukan di luar ruangan.
2. Beban yang diterapkan tidak boleh melebihi daya pengenal.
3. Kabel tidak bisa salah saat dihubungkan ke mikrokontroler.

II.5.4 Spesifikasi Parameter Modul PZEM-004T

1. Tegangan kerja: 80 - 260VAC
2. Tegangan uji: 80 - 260VAC
3. Nilai daya: 100A / 22000W
4. Frekuensi operasi: 45 - 65Hz
5. Akurasi pengukuran: 1.0 (Datasheet PZEM-004T.2019)