

BAB II

DASAR TEORI

2.1 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian ini penulis akan menjelaskan tentang tinjauan sekilas mengenai penelitian – penelitian yang telah dilakukan sebelum penelitian ini dikerjakan. Penelitian terdahulu ini merupakan salah satu referensi penulis dalam melakukan penelitian sehingga penulis dapat memperbanyak teori yang digunakan dalam melakukan penelitian ini. Berikut merupakan penelitian terdahulu berupa jurnal terkait dengan penelitian yang akan dilakukan penulis.

Pada penelitian pertama Rasyid Hardi Wirasasmita, Dias Prihatmoko dan Mochammad Supriyadi pada tahun 2022 yang berjudul “Sistem *Monitoring* Pemakaian Daya Listrik Pada KWH Meter Menggunakan Arduino dan SMS Gateway” meneliti tentang alat *monitoring* daya, tegangan dan arus listrik yang digunakan tiap harinya secara *realtime*. Sistem *monitoring* ini menggunakan Arduino Uno yang nantinya hasil *monitoring* ditampilkan pada LCD 16x2 dan secara berkala mendapatkan pesan SMS Gateway. Board arduino berfungsi sebagai sistem kontrol pengambilan data, sebelum data tersebut di olah pada server. Terdapat sensor yang berfungsi untuk pengambilan data ampere dengan menggunakan sensor ACS712-30A dan untuk pengambilan data tegangan menggunakan sensor ZMPT101B. GSM modul SIM800L digunakan sebagai pemancar sinyal GPRS/GSM untuk mengirimkan SMS Gateway. Alat ini dapat *memonitor* pemakaian daya listrik dan biaya pemakaian daya listrik, hasil *output* dari kedua data tersebut kemudian dikirim melalui SMS Gateway setiap sehari sekali [7].

Pada penelitian kedua dari jurnal Muhammad Isman Suga dan Heru Nurwarsito pada tahun 2021 yang berjudul “Sistem *Monitoring* KWH Meter berbasis Modul Komunikasi LoRa” yang meneliti tentang sistem *monitoring* KWH meter pada pelanggan PLN. Pada sistem *monitoring* ini mengirimkan data penggunaan KWH dengan protokol komunikasi LoRa yang dimana data akan dikirimkan melalui *gateway* kemudian data tersebut akan diteruskan ke

broker menggunakan protokol MQTT dan data tersebut akan di *subscribe* oleh *client* supaya data dapat dipantau secara berkala. Penelitian yang dilakukan oleh peneliti, sistem *monitoring* ini mendapatkan rata-rata persentase *error* data KWH sebesar 0% dan daya Watt sebesar 0,6% dibandingkan dengan sensor lain KWE-PM01. Untuk pengiriman data dari *node* sensor sampai menuju kepada *client* dapat berjalan dengan baik. Pada jarak 100 meter sampai 300 meter pengiriman data dari *node* sensor ke *gateway* merupakan pengiriman terbaik dalam penelitian ini. Pada penelitian ini *successful rate* untuk pengujian *single node* dan *multiple node* pada jarak tersebut paket dapat diterima 100% oleh *gateway* [8].

Pada penelitian ketiga dari jurnal Hartono Budi Santoso, Sapto Prajogo dan Sri Paryanto Mursid pada tahun 2018 yang berjudul “Pengembangan Sistem Pemantauan Konsumsi Energi Rumah Tangga Berbasis *Internet of Things* (IoT)” penelitian ini membahas tentang sistem pemantauan energi listrik khususnya untuk beban rumah tangga berbasis teknologi *Internet of Things* (IoT), sehingga dapat melakukan pemantauan menggunakan energi listrik rumah tangga dengan aplikasi android pada perangkat komunikasi telepon seluler. Pada penelitian ini hasil pengujian akurasi pengukuran dilakukan dengan cara membandingkan data pengukuran dengan alat ukur lain, dengan menunjukkan pembacaan arus mendapatkan nilai rata-rata *error* sebesar 0% sedangkan pembacaan tegangan mendapatkan nilai rata-rata *error* sebesar 0,06% [9].

Pada penelitian keempat dari jurnal Asep Muhammad Alipudin, Didik Notosudjono dan Dimas Bangun Fiddiansyah pada tahun 2019 yang berjudul “Rancang Bangun Alat *Monitoring* Biaya Listrik Terpakai Berbasis *Internet of Things* (IoT)” penelitian ini membahas tentang sistem rancangan alat yang dapat *memonitoring* pemakaian energi listrik secara *real time* dan mampu menampilkan biaya pemakaian energi listrik juga. Alat *monitoring* biaya pemakaian energi listrik ini bekerja pada saat suplai listrik dari pihak PLN memberikan tegangan kepada catu daya untuk menghidupkan mikrokontroler ATMega2560, Modul Wi-Fi Esp8266, Sensor PZEM-004T dan LCD *display*. Pembacaan pada nilai besaran listrik pada tegangan, arus, daya aktif dan

energi yang dilakukan oleh Sensor PZEM-004T selanjutnya akan dikirimkan kepada mikrokontroler, yang dimana pada mikrokontroler nilai besaran listrik tersebut dikonversi kedalam jumlah rupiah dan akan ditampilkan pada LCD *display*. Menggunakan modul WiFi Esp8266 sebagai penghubung antara mikrokontroler dengan jaringan internet sehingga penggunaan energi listrik dapat *dimonitoring* melalui telepon genggam atau *smartphone*. Alat *monitoring* biaya listrik ini dapat menjadi indikator ketika pemakaian energi listrik dalam jumlah rupiah tertentu yang telah tercapai [10].

Pada penelitian kelima dari jurnal Talib Bini, Marwan, Andi Wawan Indrawan dan Dasmawati pada tahun 2018 yang berjudul “ Rancang Bangun Sistem Monitoring KWH Meter Berbasis Android” penelitian ini membahas tentang alat yang membantu konsumen secara umum dalam *memonitoring* KWH meter melalui jarak jauh menggunakan sistem android. Hal ini sangat memungkinkan mengingat kesibukan pengguna dalam kegiatan sehari hari mereka, baik dirumah, kantor maupun kegiatan diluar rumah, sehingga diharapkan dengan adanya sistem ini, pengguna merasa terbantu jikalau ingin mengetahui secara langsung pemakaian energi listrik yang mereka gunakan secara *real time* atau sisa pulsa yang tersedia pada KWH meter. Sistem ini dapat juga digunakan oleh pengguna untuk meng-on dan off kan sistem aliran listrik secara jarak jauh dengan *real time* melalui sebuah *smartphone* android. Tujuan lain diharapkan pada penelitian ini ialah sebagai inovasi baru bagi konsumen dalam melihat secara dekat kondisi KWH meter yang terpasang pada rumah masing - masing pengguna. Bahkan dalam sistem ini, pengguna bisa melihat besarnya pemakaian energi listrik yang lalu, sisa pulsa listrik yang tersedia, besarnya arus dan tegangan serta bisa menyalakan dan mematikan sistem kelistrikan melalui jarak jauh pada setiap rumah mereka masing - masing. Metode yang digunakan pada penelitian ini ialah dengan mendesain sebuah sistem baru dengan menggunakan arduino, modul energi dan modul relay. Modul inilah yang akan di desain kemudian dihubungkan dengan sistem yang ada pada pengguna. Sistem ini akan dipasang antara KWH meter dengan beban listrik yang terpasang [11].

Pada penelitian keenam dari jurnal Alfian, Prihadi Murdiyati dan Lucianus Handri Gunanto pada tahun 2021 yang berjudul “Rancang Bangun Sensor Node Untuk Sistem Monitoring Energi Listrik Nirkabel Pada Gedung Dalam Kampus Politeknik Negeri Samarinda” penelitian ini membahas tentang *monitoring* pemakaian energi listrik secara teratur perlu digunakan untuk mengetahui besarnya energi listrik yang digunakan selama selang waktu tertentu, sehingga dapat dilakukannya penghematan. Di Politeknik Negeri Samarinda alat ukur energi listrik hanya terdapat di panel utama Politeknik, akibatnya sulit untuk mengetahui pemakaian energi listrik di setiap gedung dan berapa besar penghematannya jika penggunaan listrik disesuaikan dengan perhitungan kebutuhan. Pada unit sensor node ini pembacaan nilai besaran listrik dilakukan oleh sensor PZEM-004T. data yang dibaca oleh sensor akan diproses oleh Arduino Nano lalu ditampilkan di LCD, selanjutnya dikirim secara nirkabel ke *gateway/sink* melalui transmitter gelombang radio LoRa. Data yang diterima oleh *receiver* LoRa pada unit gateway akan dikirim ke server melalui jaringan internet dalam kampus. Website sistem monitoring dapat diakses oleh otoritas kampus dari mana saja. Dengan membandingkan hasil pengukuran oleh sensor PZEM-004T dengan alat ukur PQA diperoleh perbedaan sebesar 0.291% untuk tegangan, 2.634% untuk arus, 2.421% untuk daya semu, 2,449% untuk daya aktif, 6.505% untuk faktor daya dan 0,256% untuk frekuensi. Selain itu untuk uji transmisi dimana sensor node diletakkan dalam ruangan gedung Jurusan Teknik Elektro yang berjarak 111.32 meter dari laboratorium Jurusan Teknik Elektro tampak bahwa data yang dikirim masih dapat diterima dengan baik [12].

Data perbandingan dari penelitian sebelumnya terhadap penelitian yang sedang penulis kerjakan dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Riwayat Penelitian

Penelitian Oleh	Parameter Penelitian					
	Sensor Power	Mikrokontroler	Konektifitas	Protokol	Platform	Parameter QoS
Rasyid Hardi Wirasasmita, Dias Prihatmoko dan Mochammad Supriyadi [7]	ACS712-30A dan ZMPT101B	Arduino Uno R3	GSM SIM800L	-	SMS Gateway	-
Muhammad Isman Suga dan Heru Nurwarsito [8]	PZEM-004T	Arduino Uno R3	LoRa	MQTT	Local Server	✓
Hartono Budi Santoso, Spto Prajogo dan Sri Paryanti Mursid [9]	PZEM-004T	NodeMCU 8266	WiFi	HTTP	Thingspeak	-
Asep Muhamad Alipudin, Didik Notosudjono dan Dimas Bangun Fiddiansyah [10]	PZEM-004T	Arduino Mega 2560 + Esp8266	WiFi	TCP/IP	Blynk	-
Talib Bini, Marwan, Andi Wawan Indrawan dan Dasmati [11]	PZEM-004T	Arduino Uno + Wemos DI	WiFi	HTTP	Android	-
Alfan, Prihadi Murdiyat, Lucianus Handri Gunanto [12]	PZEM-004T	Arduino Nano	LoRa	HTTP	Website	-
Fitriyah (Penelitian yang diajukan)	PZEM-004T	Arduino Uno R3	GSM SIM800L	HTTP	Antares	✓

2.2 DASAR TEORI

Dasar teori pada penelitian ini ialah sebuah konsep dengan pertanyaan yang tertata rapih dan disusun secara sistematis yang mempunyai variabel dalam kegiatan penelitian. Hal ini disebabkan karena landasan teori akan menjadi landasan yang kuat pada sebuah kegiatan penelitian yang akan dilaksanakan oleh penelitian ini. Berikut dasar teori yang digunakan pada penelitian ini antar lain sebagai berikut :

2.2.1 Sensor PZEM-004T

Modul PZEM-004T adalah sebuah modul sensor multifungsi untuk mengukur daya, tegangan, arus dan energi yang terdapat pada sebuah aliran listrik. Modul ini sudah dilengkapi sensor tegangan dan sensor arus (CT) yang sudah terintegrasi. Dalam penggunaannya, alat ini khusus untuk penggunaan dalam ruangan dan beban yang terpasang tidak diperbolehkan melebihi daya yang sudah ditetapkan [13]. Modul listrik PZEM-004T ini diproduksi oleh perusahaan yang bernama Peacefair. Sensor PZEM-004T ini memiliki dua jenis model, model yang pertama ialah model 10 ampere dan model kedua ialah 100 ampere [14]. Bentuk fisik sensor tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.1 dan spesifikasi sensor tersebut dapat dilihat pada tabel 2.2.



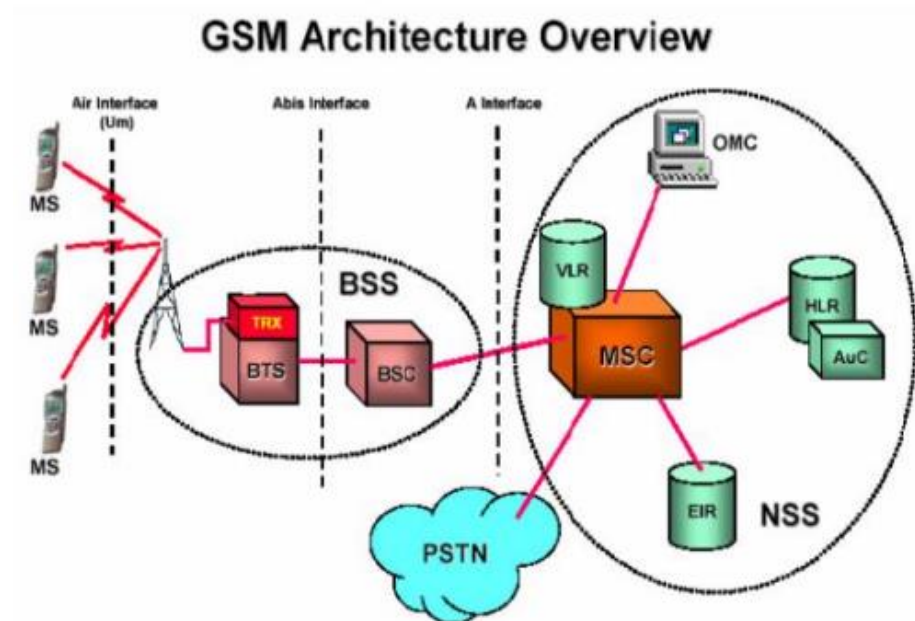
Gambar 2.1 Sensor PZEM-004T 10A [14]

Tabel 2.2 Spesifikasi Sensor PZEM-004T 10A

Details	Volt	Current	Active Power	Power Factor	Frequency	Active Energy
Measuring range	80~260V	0~10A	0~2.3kW	0.00~1.00	45~64Hz	0~9999.99kWh
Resolution	0.01V	0.001A	0.1W	0.01	0.1Hz	1Wh
Measurement accuracy	0.50%	0.50%	0.50%	1%	0.50%	0.50%

2.2.2 GSM

GSM ialah singkatan dari *Global System for Mobile Communications*. Jaringan GSM ialah sebuah teknologi komunikasi seluler yang bersifat digital. Teknologi GSM banyak diterapkan pada komunikasi bergerak, khususnya pada telepon genggam atau *handphone*. Teknologi GSM ini memanfaatkan gelombang mikro dan pengiriman sinyal yang dibagi berdasarkan waktu, sehingga sinyal informasi yang dikirim akan sampai ke tujuan [15]. Selain itu GSM memiliki kelebihan yaitu penyebaran jaringan yang luas bahkan sampai kedaerah pelosok, sinyal lebih stabil dan harga relative murah bagi pengguna [16].



Gambar 2.2 Arsitektur jaringan GSM [17]

Pada gambar 2.2 menunjukkan arsitektur jaringan GSM yang terdiri dari 4 bagian pokok yaitu *Mobile Station (MS)*, *Base Station Subsystem (BSS)*, *Network and Switching Subsystem (NSS)* dan *Operation and Support Subsystem (OSS)*. Pada bagian pertama merupakan bagian terpenting dari sistem telepon seluler yaitu bagian *Mobile Station (MS)*. Pada bagian MS ini terdapat *Mobile Equipment (ME)* dan SIM. Pada saat SIM ditempatkan di ME dalam suatu MS, maka MS tersebut merupakan milik pelanggan dan jika ada suatu panggilan, maka pelanggan akan menerimanya pada MS tersebut dan ME tidak dihubungkan dengan nomor yang dapat dipanggil, tetapi hanya dihubungkan ke SIM. Pada bagian kedua terdapat *Base Station Subsystem* dihubungkan ke MS melalui suatu radio interface yang juga berhubungan dengan *Network and Switching Subsystem (NSS)*. *Base Station Subsystem (BSS)* terdiri dari *Base Transceiver Station (BTS)* yang berfungsi sebagai interkoneksi antara infrastruktur sistem seluler dengan MS yang masuk ataupun keluar dari sel BTS. *Base Transceiver Controller (BSC)* berfungsi sebagai untuk memonitor dan mengontrol sejumlah BTS yang tergantung pada kapasitas trafik di lokasi pelayanan dan juga berperan dalam menjaga hubungan komunikasi radio.

Pada bagian ketiga terdapat *network and switching subsystem (NSS)*. Fungsi dasar dari NSS adalah untuk mengatur komunikasi antara jaringan GSM dan pengguna jaringan telekomunikasi lainnya. Bagian ini terdiri dari beberapa bagian yang mempunyai fungsi masing-masing. *Mobile Service Switching Center (MSC)* berfungsi untuk mempertukarkan kanal data dan suara melalui digital exchanges yang disebut MSC. Kemudian ada *Home Location Register (HLR)* para pelanggan tidak terhubung secara tetap dengan MSC dan mereka bebas bergerak kemana saja. Lalu *Visitor Location Register (VLR)* berfungsi untuk membuat data tersedia dengan cepat ketika dibutuhkan. Data tersebut disimpan sementara oleh database yang terdekat dengan lokasi pelanggan. *Authentication Center (AuC)*

berfungsi ketika seorang pelanggan ingin masuk ke dalam jaringan, VLR memeriksa keaslian kartu SIM yang digunakan. *Equipment Identification Register* (EIR) berfungsi untuk menjamin keamanan jaringan selain pemeriksaan keaslian kartu SIM dilakukan oleh VLR pemeriksaan peralatan bergerak juga dilakukan (ME) oleh MSC.

Pada bagian terakhir terdapat *Operation and Support Subsystem* (OSS), dimana OSS terdiri dari dua bagian utama, yaitu *Operation Maintenance Center* (OMC) dan *Network Management Center* (NMC), yang melakukan fungsi-fungsi berkaitan dengan manajemen, pengaturan, pemeliharaan, serta pemantauan jaringan (MS, BTS, BSC, dan MSC). Pada system GSM semua keputusan dalam pelaksanaan fungsi-fungsi tersebut ditentukan oleh masing-masing operator [17].

2.2.3 Antares

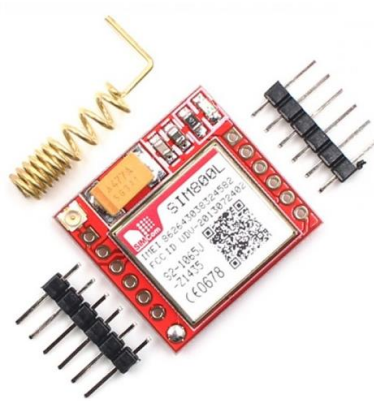
PT Telkom Indonesia (Persero) Tbk terus melakukan inovasi dalam mengembangkan *platform Internet of Things* (IoT) di Indonesia. Antares dengan sertifikasi internasional dari OneM2M dapat mengakomodasi protokol internasional dan standar teknik guna memastikan interoperabilitas serta konektivitas tanpa batas untuk setiap perangkat yang akan diintegrasikan dengan IoT. Penggunaan yang bisa dikembangkan dalam *platform* IoT Antares antara lain seperti *smart utilities*, *smart PJU*, *tracking assets*, *environment monitoring*, *smart poultry* dan masih banyak lagi. Konektivitas pada IoT *Service Solution* pun tidak terbatas pada konektivitas dari LoRaWAN. Namun, dapat juga menggunakan teknologi lainnya seperti BLE, RFID, WiFi, NB-IoT, GSM, satelit dan sebagainya [18].



Gambar 2.3 Ilustrasi Teknologi Antares [18]

2.2.4 Modul GSM SIM800L

Modul SIM 800L GSM/GPRS ialah bagian yang berfungsi untuk berkomunikasi antara pemantau utama dengan *handphone*. AT *command* ialah perintah yang dapat diberikan modem GSM/CDMA seperti untuk mengirim dan menerima data berbasis GSM/GPRS atau mengirim dan menerima SMS. SIM 800L GSM/GPRS dikendalikan melalui perintah AT [19]. Berikut adalah bentuk fisik Modul SIM 800L pada gambar 2.3.



Gambar 2.4 Bentuk Fisik Modul SIM 800L GSM [19]

Tabel 2.3 Spesifikasi Modul GSM SIM 800L

Jaringan	Empat pita 850/900/1800/1900 MHz
Kelas GPRS	Kelas 12
Kecepatan data	85,6 kbps
Antarmuka	Serial
Tegangan Kerja	3.4 – 4.3 V
Temperature Kerja	-40 - 85

2.2.5 Arduino Uno R3

Arduino UNO ialah salah satu development kit mikrokontroller yang berbasis pada ATmega28. Arduino UNO ialah merupakan salah satu board dari family arduino. Ada beberapa macam arduino board seperti Arduino Nano, Arduino Pro Mini, Arduino Mega, Arduino Yun dan lain lain. Namun yang paling populer adalah Arduino UNO. Arduino UNO R3 adalah seri terakhir dan terbaru dari seri Arduino

USB. Modul ini sudah dilengkapi dengan berbagai hal yang dibutuhkan untuk mendukung mikrokontroler bekerja, tinggal colokan ke power supply atau sambungkan melalui kabel USB ke PC, arduino uno siap bekerja. Arduino Uno board memiliki 14 pin digital input/output, 6 analog input, sebuah resonator keramik 16MHz, koneksi USB, colokan power input, ICSP header dan sebuah tombol reset. Arduino Uno board didukung oleh *software* Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) [20].



Gambar 2.5 Board Arduino Uno depan dan belakang [20]

2.2.6 Modul *Step Down* DC - MP1584

MP1584 adalah modul *step down* DC - DC yang merupakan chip MP1584EN sebagai komponen utamanya. MP1584 mampu menggerakkan beban dengan arus mencapai 3A, selain itu dapat mengubah tegangan *input* sebesar 4.5 sampai 28V menjadi tegangan lebih rendah yang dapat diregulasi sesuai dengan keinginan antara 0.8 - 20V. sehingga sangat efisien dalam aplikasi yang memerlukan converter daya [21].



Gambar 2.6 Bentuk fisik modul *step down* MP1584 [21]

2.2.7 Protokol HTTP

Hypertext Transfer Protocol atau disingkat HTTP ialah sebuah protokol jaringan lapisan aplikasi yang digunakan untuk membantu proses pertukaran data dalam internet antar komputer satu dengan lainnya. Data tersebut bisa berupa file, gambar, maupun video. Protokol ini menggunakan hipermedia yang dihubungkan dengan link disebut dokumen hypertext yang membentuk WWW atau World Wide Web.

HTTP merupakan protokol yang menyediakan perintah dalam komunikasi antar jaringan, di mana hal ini yaitu komputer client dengan web server. Nantinya, komputer client akan melakukan request dengan mengakses domain URL maupun alamat IP. Kemudian request tersebut akan dikelola atau dijalankan oleh web server sesuai kode yang dimasukkan. Protokol HTTP didesain untuk mengelola dokumen HTML dan mengirimkannya kepada client, itulah sebabnya protokol berikut paling banyak digunakan dibanding dengan protokol lain [22].



Gambar 2.7 Cara kerja Protokol HTTP [22]

Pada gambar 2.6 ini menunjukkan cara kerja protokol HTTP. Tahap pertama computer klien membuat sambungan, lalu mengirimkan permintaan dokumen ke web server. Tahap kedua HTTP server kemudian memproses permintaan klien, sementara itu HTTP klien menunggu respon dari server tersebut. Tahapan terakhir web server merespon permintaan dengan kode status data, lalu barulah menutup sambungan ketika telah selesai memproses permintaan [23].

2.2.8 Pengertian Daya Listrik

Daya listrik didefinisikan sebagai laju hantaran energi listrik dalam rangkaian listrik. Satuan SI daya listrik adalah watt, dimana menyatakan banyaknya tenaga listrik yang mengalir per satuan waktu (joule/detik), bisa juga diartikan besarnya usaha dalam memindahkan muatan per satuan waktu atau lebih singkatnya ialah jumlah energi listrik yang digunakan tiap detik. Daya listrik seperti daya mekanik, yang dilambangkan oleh huruf P dalam persamaan listrik . Dimana V ialah tegangan, P ialah daya dan I merupakan arus listrik [24].

$$P = V \times I \dots\dots\dots(2.1)$$

2.2.9 Daya Aktif

Daya aktif (*Active Power*) merupakan daya yang terpakai untuk melakukan energi sebenarnya. Satuan daya aktifnya adalah watt, misalnya energi panas, cahaya, mekanik dan lain - lain. Daya ini dapat digunakan secara umum oleh konsumen dan dikonversikan dalam bentuk kerja [24].

2.2.10 Tegangan Listrik

Tegangan listrik ialah perbedaan potensial listrik antara dua titik dalam rangkaian listrik dan dinyatakan dalam satuan volt. Besaran ini mengukur energi potensial dari sebuah medan listrik yang mengakibatkan adanya aliran listrik di dalam sebuah konduktor listrik. Tergantung pada perbedaan potensial listrik, suatu tegangan listrik dapat dikatakan sebagai ekstra rendah dan ekstra tinggi. Secara definisi tegangan listrik menyebabkan obyek bermuatan listrik negative tertarik dari tempat bertegangan rendah menuju tempat bertegangan lebih tinggi. Sehingga arah arus listrik konvensional di dalam suatu konduktor mengalir dari tegangan tinggi menuju tegangan rendah. Dimana V ialah tegangan listrik, I ialah arus listrik dan R ialah Hambatan [24].

$$V = I \times R \dots\dots\dots(2.2)$$

2.2.11 Arus Listrik

Arus listrik merupakan banyaknya muatan listrik yang disebabkan dari pergerakan electron-elektron, mengalir melalui suatu titik dalam sirkuit listrik tiap satuan waktu. Arus listrik dapat diukur dalam satuan coulomb/detik atau ampere, contoh arus listrik dalam kehidupan sehari-hari ialah berkisar dari yang sangat lemah dalam satuan mikro ampere seperti di dalam jaringan tubuh hingga arus yang sangat kuat 1 - 200 kilo ampere seperti yang terjadi pada petir. Dalam kebanyakan sirkuit arus searah dapat diasumsikan resistansi terhadap arus listrik adalah konstan sehingga besar arus yang mengalir dalam sirkuit bergantung pada voltase dan pada resistansi sesuai dengan hukum ohm. Penetapan untuk satuan arus listrik 1 ampere merupakan arus dalam cairan nitrat-perak dapat memisahkan dan melekatkan sejumlah 1,118 miligram perak dalam waktu 1 detik [24].

Aliran arus listrik dari sumber listrik dibedakan menjadi dua macam, yaitu arus searah dan arus bolak balik

a. Arus searah (*direct current*)

Arus searah adalah arus listrik yang nilainya tidak berubah yaitu positif atau hanya negatif saja dan mempunyai nilai tetap atau konstan terhadap satuan waktu. Sumber arus searah diperoleh dari elemen - elemen yang memberikan energi listrik dapat mengalir secara merata setiap saat, seperti elemen volta, baterai dan akumulator.

b. Arus bolak balik (*alternating current*)

Arus bolak balik adalah arus listrik yang memiliki arah arus yang berubah - ubah dengan bolak balik. Sifat arus listrik bolak balik berbentuk gelombang sinusoida sehingga memungkinkan pengaliran energi secara efisien. Umumnya arus AC ini merupakan arus yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari seperti perangkat elektronik yang dimanfaatkan untuk kebutuhan manusia. Arus listrik bolak balik dihasilkan oleh pembangkit

tenaga listrik yang bernama generator pada pembangkit listrik [25].

2.2.12 Jaringan Listrik *Single Phase*

Listrik 1 phase merupakan jaringan listrik yang hanya menggunakan 2 kawat penghantar, yang pertama sebagai kawat phase (L) dan yang yang kedua sebagai kawat neutral (N). umumnya listrik 1 phase bertegangan 220 - 240 volt yang digunakan banyak orang. Biasanya listrik 1 phase digunakan untuk listrik perumahan, sedangkan listrik PLN di jalanan memiliki 3 phase, tetapi yang masuk ke rumah hanya 1 phase dikarenakan tidak memerlukan daya besar dan untuk peralatan dirumah kita hanya menggunakan listrik 1 phase dengan 220-240 volt [26].

2.2.13 Quality of Services (QoS)

Quality of Service (QoS) adalah kemampuan suatu jaringan untuk menyediakan layanan yang baik dengan menyediakan *bandwidth*, mengatasi *delay*. QoS sangat ditentukan oleh kualitas jaringan yang digunakan. Terdapat beberapa factor yang dapat menurunkan nilai QoS, contohnya seperti redaman, distorsi dan noise [27].

Qos didesain untuk membantu *end user (client)* menjadi lebih produktif dengan memastikan bahwa user mendapatkan performansi yang handal dari aplikasi – aplikasi berbasis jaringan. QoS mengacu pada kemampuan jaringan untuk menyediakan layanan yang lebih baik pada trafik jaringan tertentu melalui teknologi yang berbeda – beda [28].

Adapun standart Quality of Services (QoS) salah satunya ialah THIPON (Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network) TR.101329.V2.1.1.1999-06 yang dikeluarkan oleh ETSI (European Telecommunications Standards Institute) [29].

2.2.14 Parameter QoS (Quality of Services)

1. Delay

Delay (Latency) merupakan waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan. Delay dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik, congesti atau juga waktu proses yang lama [30]. Indeks dan kategori *delay* ditunjukkan pada tabel 2.6 dan dihitung menggunakan persamaan 2.3.

Tabel 2.4 Standarisasi *Delay*

Kategori Latensi	Besar Delay (ms)	Indeks
Sangat Bagus	< 150 ms	4
Bagus	150 ms sampai 300 ms	3
Sedang	300 ms sampai 450 ms	2
buruk	> 450 ms	1

Persamaan perhitungan Delay :

Rata-rata delay = waktu paket diterima – waktu paket dikirim(2.3)