

## **BAB 2 DASAR TEORI**

### **2.1 KAJIAN PUSTAKA**

Studi yang dilakukan oleh Ivan Safril Hudan dan Tri Rijianto berjudul "Pengembangan sistem pemantauan konsumsi listrik pada kamar kos berbasis *Internet of Things* (IoT)" bertujuan untuk menginvestigasi penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) dalam memantau penggunaan daya listrik di kamar kos. Tujuan penelitian ini adalah merancang dan membangun sistem pemantauan konsumsi listrik berbasis IoT guna memastikan penggunaan daya listrik yang sesuai dengan kebutuhan di setiap kamar kos. Metode kuantitatif digunakan oleh penulis dengan memanfaatkan sensor tegangan, sensor arus, wemos D1 mini, relay 5V, dan Arduino Uno R3 untuk mengumpulkan data daya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini mampu memantau penggunaan daya listrik secara online melalui internet. Selain itu, terdapat *error* rata-rata sebesar 0,02% pada pengujian sensor tegangan, 0,01% pada sensor arus, dan 0,22% pada daya yang dihasilkan. Dapat disimpulkan bahwa sistem ini efektif dan dapat berfungsi dengan baik [6].

Studi yang dilakukan oleh Agung Prasetijo dan Eko Didik Widiyanto berjudul "Pengembangan Sistem Monitoring dan Kontrol Daya Listrik pada Rumah Kos menggunakan NodeMCU dan Firebase berbasis Android" fokus pada pengembangan sistem untuk memantau penggunaan daya listrik oleh penyewa kos, menghitung jumlah energi yang digunakan, serta menghitung biaya yang harus dibayar. Sistem ini dirancang dengan menggunakan modul NodeMCU yang terhubung dengan sensor *PZEM-004t* dan relay. NodeMCU bertanggung jawab untuk mengirimkan data ke database, sedangkan sensor *PZEM-004t* digunakan untuk membaca tegangan dan arus listrik yang mengalir, sehingga memungkinkan perhitungan daya. Relay digunakan sebagai kontrol untuk memutus pasokan listrik jika diperlukan. Data daya listrik dikirim ke *Realtime Database* Firebase yang dapat diakses melalui perangkat Android melalui internet, memungkinkan pemantauan sistem secara jarak jauh. Hasil pengujian sensor menunjukkan tingkat akurasi kesalahan sebesar  $\pm 1,8\%$  jika dibandingkan dengan multimeter digital. Pengujian

aplikasi sistem menunjukkan bahwa aplikasi dapat memantau penggunaan daya secara *real-time* di setiap kamar kos [5].

Pada tahun 2018, Dolly Handarly dan Jefri Lianda melakukan penelitian dengan judul "Pengembangan Sistem Monitoring Daya Listrik berbasis *Internet of Things* (IoT)" yang membahas penggunaan sistem monitoring daya listrik berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk memperoleh informasi *real-time* terkait pengukuran energi listrik, seperti daya semu (VA), tegangan (V), dan arus (A), yang dapat diakses melalui jaringan internet. Alat ini menggunakan *ethernet shield* untuk menghubungkan ke internet, dan Ubidot digunakan sebagai antarmuka tampilan monitoring di internet. Sistem monitoring ini mampu menghasilkan 60 data per menit, dengan pemantauan data dilakukan setiap detik. Tingkat akurasi pengukuran daya listrik oleh sensor memiliki nilai *error* sebesar 4,69% untuk beban setrika, 5,24% untuk rice cooker, dan 7,28% untuk kipas angin. Dengan demikian, secara rata-rata tingkat akurasi untuk beban-beban tersebut mencapai 90% [7].

Penelitian yang dilakukan oleh James William, Arif Widodo, Nur Kholis, dan Lusia Rakhmawati pada tahun 2022 dengan judul "Pengembangan Alat Monitoring Daya Listrik berbasis IoT menggunakan Firebase dan Aplikasi Android" bertujuan untuk merancang sistem monitoring penggunaan daya listrik berbasis IoT pada peralatan rumah tangga. Metode yang digunakan dalam pengumpulan data adalah metode kuantitatif. Beberapa penelitian sebelumnya telah menggunakan sensor *PZEM-004t* untuk mendeteksi nilai tegangan dan arus dalam listrik AC, namun masih menggunakan aplikasi Blynk sebagai server dan aplikasi untuk memantau penggunaan daya listrik. Dalam sistem ini, *PZEM-004t* masih digunakan sebagai sensor. Sistem ini menggunakan *Google Database* sebagai server dan dapat dipantau melalui aplikasi Android yang telah dibuat. Hasil pengukuran meliputi data tegangan, arus, daya, dan energi listrik. Data tersebut dibaca oleh sensor dan dikirimkan oleh NodeMcu ke *Google Database*. Data yang disimpan dalam database dibaca oleh aplikasi Android. Sistem ini juga menyediakan notifikasi jika penggunaan arus dan daya listrik melebihi batas yang diinginkan. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil nilai tegangan, arus, daya, dan energi dari sensor dengan alat pengukur yang telah dikalibrasi. Hasil penelitian pada sensor dilakukan sebanyak 10 kali dan menunjukkan tingkat

kesalahan rata-rata sebesar 0,35% pada pengukuran tegangan. Pada pengukuran arus, tingkat kesalahan rata-rata adalah 6,7%. Pengukuran nilai daya yang dibaca oleh sensor menunjukkan tingkat kesalahan rata-rata sebesar 6,6%. Pengukuran energi yang dihasilkan dalam pengujian selama 5 menit pada setiap beban menunjukkan tingkat kesalahan rata-rata sebesar 7,8% [4].

Studi yang telah dilakukan oleh Agung Prasetijo dan Eko Didik Widiyanto dalam riset berjudul "Pengembangan Sistem Monitoring dan Kontrol Daya Listrik pada Rumah Kos menggunakan NodeMCU dan Firebase berbasis Android" dan juga oleh James William, Arif Widodo, Nur Kholis, serta Lusya Rakhmawati dalam penelitian "Pengembangan Alat Monitoring Daya Listrik berbasis IoT menggunakan *Firestore* dan Aplikasi Android" mengandung relevansi yang signifikan terhadap konteks penelitian ini. Kedua riset ini berfokus pada penerapan sensor *PZEM-004T* dan mikrokontroler untuk mengukur serta memantau konsumsi daya listrik melalui sistem berbasis IoT. Sementara penelitian Agung Prasetijo dan Eko Didik Widiyanto difokuskan pada aplikasi dalam rumah kos dengan tujuan menghitung biaya yang harus ditanggung oleh penyewa, riset yang dilakukan oleh James William, Arif Widodo, Nur Kholis, dan Lusya Rakhmawati merancang aplikasi Android untuk pemantauan serta notifikasi penggunaan daya listrik. Dengan memadukan prinsip-prinsip ini, penelitian ini dalam mengembangkan perangkat pendeteksi okupansi kamar hotel berbasis IoT mampu mengintegrasikan sensor *PZEM-004T* dan mikrokontroler dengan elemen pemantauan serta pengendalian yang efisien melalui *website monitoring*, untuk meningkatkan efisiensi operasional dan mutu layanan dalam sektor industri perhotelan.

## **2.2 DASAR TEORI**

### **2.2.1 HOTEL**

Secara etimologis, istilah "hotel" memiliki akar dari kata "*hospitium*" dalam bahasa Latin, yang merujuk pada ruangan untuk tamu di dalam suatu biara. Proses perubahan ini melibatkan penyatuan kata "*hospitium*" dengan "*hospes*" dalam bahasa Perancis menjadi "*hospice*". Pada awalnya, istilah "*hospice*" mengalami sedikit perubahan makna. Kemudian, dalam evolusi selanjutnya, melalui perjalanan panjang dalam proses pemahaman dan analogi untuk membedakan antara "*guest*

*house*" dengan "*mansion house*" (rumah besar), istilah "*hostel*" muncul untuk merujuk pada rumah besar tersebut. Secara berkelanjutan, istilah "*hostel*" terus digunakan dan seiring waktu, huruf "s" dalam kata "*hostel*" menghilang atau dihilangkan, yang kemudian berkembang menjadi "hotel" seperti yang dikenal saat ini [8].

Industri perhotelan menjadi salah satu komponen integral dalam kerangka industri pariwisata. Industri perhotelan, bersama dengan bidang-bidang terkait seperti agen perjalanan, restoran, dan transportasi, sering dikelompokkan sebagai bagian dari industri keramahtamahan secara luas. Unsur yang sama yang mencirikan seluruh bidang dalam industri keramahtamahan adalah komponen pelayanan yang tak terpisahkan dari produk yang ditawarkan [9].

Fokus utama dari industri perhotelan adalah memberikan layanan kepada tamu dengan menyediakan akomodasi sementara, tempat tinggal, atau penginapan. Kegiatan ini penting untuk memenuhi kebutuhan tamu baik dari dalam negeri (wisatawan nusantara) maupun dari luar negeri (wisatawan mancanegara). Permintaan akan layanan akomodasi, konsumsi, transportasi, dan berbagai industri pendukung dan kreatif yang terkait dengan sektor pariwisata, seperti industri kreatif dan layanan pendukung lainnya, mendorong pertumbuhan industri perhotelan serta ekosistem bisnis terkait secara keseluruhan [9].

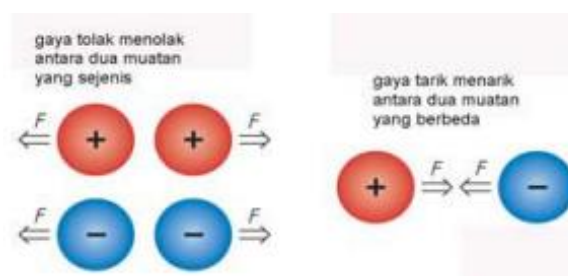
### **2.2.2 OKUPANSI HOTEL**

Okupansi merujuk pada jumlah unit yang digunakan dalam suatu struktur properti, termasuk di dalamnya hotel, ruangan, dan fasilitas rumah sakit. Konsep okupansi digunakan sebagai alat untuk mengukur tingkat penggunaan suatu bangunan, terutama dalam konteks industri properti. Tujuan utama dari penggunaan konsep okupansi adalah untuk mengidentifikasi dan mengukur potensi kerugian akibat kekurangan penggunaan suatu bangunan. Sementara itu, tingkat okupansi (*occupancy rate*) mengacu pada rata-rata persentase jumlah unit yang sedang digunakan [10]. Tingkat hunian kamar hotel (okupansi hotel) dihitung dengan membagi jumlah kamar yang ditempati oleh jumlah total kamar yang tersedia, kemudian hasilnya dikalikan dengan 100%. Tingkat okupansi ini memiliki peran penting dalam menghitung pendapatan hotel [11].

Tingkat hunian kamar dinyatakan dalam bentuk persentase yang menggambarkan perbandingan antara jumlah kamar yang terjual dengan total keseluruhan kamar hotel yang tersedia untuk dijual. Dalam perhitungan ini, kamar yang dijadikan sebagai patokan tidak diambil dari total keseluruhan kamar yang ada dalam hotel tersebut. Ini disebabkan oleh kemungkinan adanya beberapa kamar hotel yang tidak dapat digunakan karena berbagai alasan, seperti kerusakan, perbaikan, atau pertimbangan teknis lainnya. Maksud dari setiap upaya dalam industri perhotelan adalah untuk mencapai profitabilitas melalui penyewaan fasilitas dan penjualan layanan kepada para tamu. Dari segi teoretis, peningkatan tingkat okupansi hotel diharapkan dapat berdampak langsung pada peningkatan pendapatan hotel [11].

### 2.2.3 LISTRIK

Muatan listrik merupakan salah satu karakteristik mendasar dari partikel dasar tertentu. Terdapat dua macam muatan, yaitu muatan positif dan muatan negatif. Pada bahan, muatan positif diakibatkan oleh proton, sementara muatan negatif disebabkan oleh elektron. Muatan dengan tanda yang sama akan mengalami tolakan, sedangkan muatan dengan tanda yang berbeda akan mengalami tarikan [12].



**Gambar 2.1 Sifat muatan listrik**

Gambar 2.1 menggambarkan sifat dasar muatan listrik dalam konteks ilmu fisika. Dalam gambar ini, ditunjukkan interaksi antara partikel bermuatan positif dan negatif, yang membentuk dasar dari fenomena listrik. Satuan muatan yang dikenal sebagai "*Coulomb* (C)" menunjukkan bahwa muatan proton memiliki besaran  $+1,6 \times 10^{-19}$  C, sementara muatan elektron memiliki nilai  $-1,6 \times 10^{-19}$  C. Prinsip kekekalan muatan mengindikasikan bahwa jumlah total muatan tetap

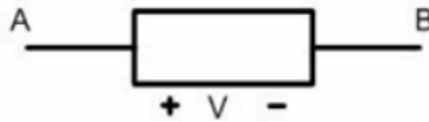
konsisten. Dalam konteks konversi energi, apabila suatu objek diubah menjadi energi, jumlah muatan positif dan negatif yang setara akan menghilang [12].

#### **2.2.4 ARUS DAN TEGANGAN**

Arus mengacu pada perubahan laju pergerakan muatan seiring dengan waktu atau aliran muatan dalam interval waktu tertentu, dilambangkan dengan simbol  $i$  (berasal dari kata Perancis: *intensite*), yang pada dasarnya merupakan pergerakan muatan. Ketika muatan berpindah tempat, arus akan terbentuk, sedangkan saat muatan berada dalam keadaan diam, arus akan absen. Adanya sumber energi eksternal mempengaruhi pergerakan muatan, sehingga muatan akan bergerak. Muatan sendiri merujuk pada unit dasar dari atom atau subkomponen atom. Dalam konteks teori atom modern, struktur atom terdiri dari inti partikel (proton bermuatan positif dan neutron netral) yang dikelilingi oleh elektron bermuatan negatif. Pada umumnya, atom bersifat netral dalam muatan [13].

Dalam konseptualisasi teori rangkaian, arus merujuk pada perpindahan muatan positif. Ketika terdapat perbedaan potensial di suatu elemen atau komponen, arus akan terbentuk, dengan arus positif mengalir dari potensial yang lebih tinggi menuju yang lebih rendah, sementara arus negatif mengalir sebaliknya. Ada dua jenis arus, yaitu arus searah (DC) dan arus bolak-balik (AC). Arus searah (DC) adalah arus yang memiliki nilai yang tetap atau konstan terhadap unit waktu, sehingga ketika diamati pada waktu yang berbeda, nilainya tetap sama. Sementara itu, arus bolak-balik (AC) adalah arus yang nilainya berfluktuasi terhadap unit waktu, dan memiliki sifat berulang dengan periode tertentu (dengan periode waktu:  $T$ ) [13].

Tegangan, atau yang sering disebut perbedaan potensial dalam istilah bahasa Inggris sebagai "voltage", merupakan energi yang diperlukan untuk memindahkan muatan tunggal (dengan nilai satu coulomb) melalui elemen atau komponen dari satu terminal atau kutub ke terminal atau kutub lainnya. Dengan kata lain, saat muatan satu coulomb dipindahkan dari satu terminal ke terminal lainnya, akan terjadi perbedaan potensial di antara kedua terminal tersebut [13].



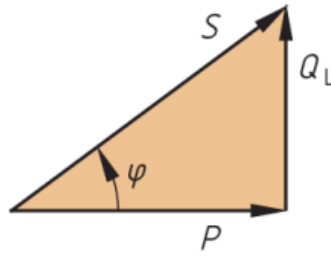
**Gambar 2.2 Beda Potensial antara 2 terminal A – B**

Pada ilustrasi Gambar 2.2 di atas, terjadi perbedaan potensial antara terminal atau kutub A dan terminal atau kutub B. Dalam konteks Rangkaian Listrik, situasi ini melahirkan dua istilah yang sering digunakan. Pertama, "penurunan tegangan" atau yang sering disebut "voltage drop," merujuk pada perubahan potensial yang terjadi dari nilai yang lebih tinggi ke nilai yang lebih rendah. Dalam hal ini, istilah ini mencerminkan perubahan potensial dari terminal A menuju terminal B. Kedua, terdapat istilah "kenaikan tegangan" atau yang lebih dikenal sebagai "voltage rise," yang mengacu pada perubahan potensial dari nilai yang lebih rendah ke nilai yang lebih tinggi. Istilah ini menggambarkan perubahan potensial dari terminal B menuju terminal A. Konsep ini memiliki peranan penting dalam pemahaman tentang bagaimana potensial berubah dalam suatu rangkaian listrik, dan hal ini menjadi dasar dalam analisis serta perancangan rangkaian elektronik [13].

### **2.2.5 DAYA**

Daya listrik menjadi sangat signifikan dalam ranah studi teknik listrik dan aplikasi ilmu fisika. Dalam kajian praktis, perhitungan daya listrik memungkinkan peneliti dan praktisi untuk memahami bagaimana laju perubahan atau transfer energi listrik terjadi dalam berbagai perangkat atau sistem dalam setiap rentang waktu tertentu. Ini memberikan peluang untuk mengoptimalkan penggunaan energi secara efisien dalam berbagai situasi kontekstual [12].

Impedansi arus bolak-balik memunculkan tiga kategori daya yang berbeda, meliputi daya semu yang diukur dalam satuan Volt-ampere (VA), daya aktif yang diukur dalam satuan Watt (W), serta daya reaktif yang diukur dalam satuan Volt-ampere reaktif (VAR), menjadi konsep penting dalam analisis sirkuit listrik dan distribusi energi. [12].



**Gambar 2.3 Segitiga Daya Aktif, Reaktif dan Semu**

Gambar 2.3 merupakan konsep segitiga daya yang menggambarkan elemen-elemen daya dalam suatu sistem, meliputi daya aktif ( $P$ ), daya reaktif ( $Q$ ), dan daya semu ( $S$ ). Daya aktif pada sistem arus bolak-balik (AC) pada rangkaian listrik memiliki karakteristik di mana bentuk gelombang tegangan dan arusnya sinusoidal, dan besarnya daya pada tiap waktu tidak konsisten. Oleh karena itu, daya yang diukur adalah daya rata-rata yang dinyatakan dalam satuan Watt, dan pengukurannya dilakukan dengan menggunakan perangkat pengukur daya, yaitu Wattmeter [12].

Daya semu adalah hasil dari mengalikan tegangan dengan arus dalam suatu rangkaian, dan satuan yang digunakan adalah VA (Volt-Amper). Tegangan diukur menggunakan Voltmeter, sementara arus diukur dengan Ampermeter. Daya semu ini diukur dalam satuan Volt-Amper dan mencerminkan kapasitas dari perangkat listrik yang digunakan. Pada peralatan seperti generator dan transformator, kapasitas sering diindikasikan dengan daya semu atau KVA [12].

Daya reaktif merupakan jenis daya yang terlibat dalam pergerakan siklus arus bolak-balik tanpa sepenuhnya diubah menjadi energi yang dapat langsung dimanfaatkan. Daya reaktif ini diukur dalam satuan volt-ampere reaktif (VAR) dan berhubungan dengan komponen induktif atau kapasitif dalam suatu rangkaian. Sebagai contoh, pada sistem kelistrikan industri, peralatan seperti motor induksi atau kapasitor dapat menyebabkan terjadinya daya reaktif dalam rangkaian [12].

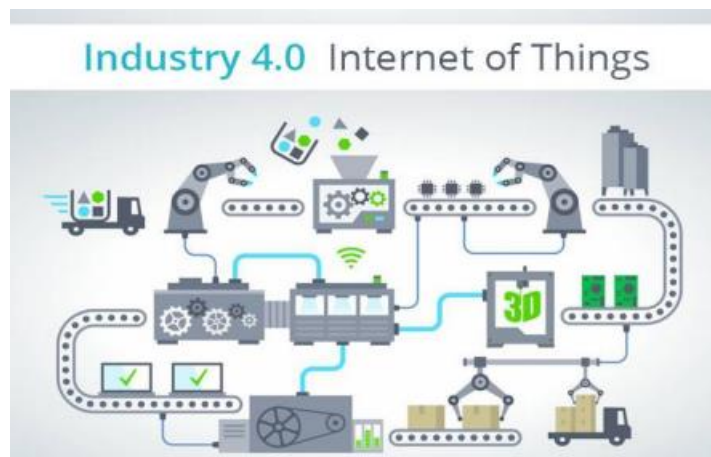
### **2.2.6 INTERNET OF THINGS (IoT)**

*Internet of Things* (IoT) merupakan integrasi perangkat atau alat dengan jaringan internet, yang bertujuan untuk mentransfer data ke pusat informasi, berperan dalam mendukung berbagai proses di sektor industri. Konsep ini



diterapkan dalam berbagai konteks, mulai dari kendaraan otonom hingga penggunaan sensor suhu. IoT mengacu pada perangkat yang memiliki konektivitas internet tanpa terikat oleh batasan geografis. Selain berperan sebagai faktor penting dalam pergeseran digital, IoT juga menyuguhkan manfaat yang bervariasi untuk sejumlah sektor bisnis [14].

Penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) ternyata mampu meningkatkan keamanan serta efisiensi penggunaan sumber daya di sektor pertambangan.



**Gambar 2.4 IoT Pada Industri 4.0**

Gambar 2.4 merupakan ilustrasi IoT dalam ranah industri, integrasi teknologi Internet of Things (IoT) dan layanan Cloud Computing menjadi imperatif. Penerapan teknologi IoT dan Cloud ini memiliki potensi untuk mendukung operasional sensor pada peralatan tambang, memungkinkan pengambilan keputusan terkait waktu dan lokasi pengeboran atau penambangan, mendeteksi titik-titik kebocoran, serta mengawasi ketersediaan bahan bakar. Inovasi terkini juga mengarah pada penerapan IoT pada perlengkapan kerja seperti helm pekerja tambang, yang memberikan tampilan data di kaca helm untuk mendukung pengambilan keputusan selama proses penambangan. Kendati demikian, penggunaan teknologi IoT menantang dengan beberapa hambatan yang perlu diatasi dalam hal penerapan dan integrasinya. Kesuksesan penerapan teknologi ini sekaligus bergantung pada kesiapan sumber daya manusia sebagai pengguna untuk mengoptimalkan pemanfaatan data yang dihasilkan [14].

### 2.2.7 MODUL ESP8266

NodeMCU merupakan sebuah platform pengembangan untuk *Internet of Things* (IoT) yang menggunakan *firmware* eLua dan berbasis pada *System on a Chip* (SoC) ESP8266-12E. ESP8266 adalah sebuah *chip* WiFi yang memiliki protokol TCP/IP. NodeMCU dapat dianggap sebagai varian papan Arduino yang menggunakan ESP8266 sebagai intinya. Memprogram ESP8266 diperlukan teknik kabelisasi (*wiring*) tertentu dan modul *USB to serial* tambahan untuk mengunduh program ke dalamnya.



Gambar 2.5 Modul ESP8266 [15]

Gambar 2.5 merupakan modul ESP8266 yang dilengkapi dengan fitur akses WiFi dan chip komunikasi *USB to serial*. Pemrograman dapat dilakukan menggunakan kabel data *USB* yang sama seperti yang digunakan untuk mengisi daya pada *smartphone*. ESP8266 bekerja dengan tegangan standar *JEDEC* (3.3V) dan membutuhkan minimal 4.5V untuk beroperasi dengan baik. Berbeda dengan mikrokontroler AVR dan sebagian besar papan Arduino yang menggunakan tegangan TTL 5V. NodeMCU dapat tetap terhubung dengan tegangan 5V, namun harus melalui port *microUSB* atau pin Vin yang disediakan oleh papan tersebut. Semua pin pada ESP8266 tidak dapat menerima masukan 5V secara langsung, sehingga disarankan untuk tidak menghubungkan tegangan TTL 5V secara langsung ke board ini agar tidak merusaknya. Jika diperlukan, *Level Logic Converter* dapat digunakan untuk mengubah tegangan menjadi nilai aman sebesar 3.3V [16]. Berikut adalah tabel 2.1 yang menunjukkan Spesifikasi dari Modul ESP8266:

**Tabel 2.1 Spesifikasi Modul ESP8266 [15]**

No	Spesifikasi	Detail
1	Tegangan	3,3V
2	Wi-Fi	Direct (P2P), soft-AP
3	Konsumsi arus	10uA-170mA
4	Memori flash yang dapat dipasang	Maksimal 16MB (normal 512K)
5	Stack protokol TCP/IP	Terintegrasi
6	Prosesor	Tensilica L106 32-bit
7	Kecepatan prosesor	80-160MHz
8	RAM	32K + 80K
9	GPIOs	17 (multiplexed dengan fungsi lainnya)
10	Analog to Digital	1 input dengan resolusi 1024 langkah
11	Daya keluaran	+19,5dBm dalam mode 802.11b
12	Dukungan 802.11	b/g/n
13	Maksimum koneksi TCP simultan	5

NodeMCU ESP8266 menawarkan berbagai fitur penting, termasuk port GPIO yang dapat digunakan untuk menghubungkan perangkat eksternal seperti sensor dan aktuator dengan kendali digital. Selain itu, modul ini juga memiliki fungsi PWM yang memungkinkan pengaturan tingkat cahaya pada LED serta kecepatan motor DC melalui modulasi lebar pulsa. NodeMCU ESP8266 juga mendukung antarmuka I2C dan SPI, mempermudah komunikasi dengan berbagai jenis perangkat eksternal seperti sensor dan layar. Fasilitas antarmuka 1-Wire juga ada, yang memungkinkan koneksi dengan perangkat digital seperti sensor suhu. Meskipun tidak memiliki ADC terintegrasi, NodeMCU ESP8266 dilengkapi dengan modul ADC eksternal yang mampu mengukur sinyal analog dan mengubahnya menjadi nilai digital. Semua fitur ini menjadikan NodeMCU ESP8266 sebagai platform yang komprehensif dan efektif dalam mendukung pengembangan proyek berbasis *Internet of Things* (IoT) [17].

### 2.2.8 MODUL PZEM-004T

Modul *PZEM-004T* adalah sebuah perangkat sensor serbaguna yang digunakan untuk melakukan pengukuran daya, tegangan, arus, dan energi pada aliran listrik tertentu. Modul ini sudah dilengkapi dengan sensor tegangan dan sensor arus (CT) yang telah terintegrasi. Penggunaan modul ini hanya

diperuntukkan untuk penggunaan dalam ruangan (*indoor*) dan perlu memperhatikan batasan daya yang telah ditentukan untuk beban yang terhubung [18].



**Gambar 2.6 Modul PZEM-004T [18]**

Gambar 2.6 merupakan modul *PZEM-004T* yang digunakan untuk mengukur tegangan, arus, dan daya aktif pada suatu sumber listrik. Sensor ini dapat dihubungkan dengan nodemcu atau *platform opensource* lainnya. Dalam hal dimensi fisik, modul *PZEM-004T* memiliki ukuran 3,1 x 7,4 cm. Modul ini dilengkapi dengan kumparan trafo arus berdiameter 3mm yang memungkinkan pengukuran arus maksimal hingga 100A. Modul sensor *PZEM-004T* perlu dihubungkan dengan sumber tegangan AC agar dapat menghasilkan data mengenai daya dan energi listrik. Menurut datasheet yang tersedia, modul sensor *PZEM-004T* dapat bekerja pada rentang tegangan 80~260VAC, rentang tegangan pengujian 80~260VAC, daya maksimal 100A/22.000W, dan frekuensi 45~65Hz [16].

Tabel berikut memberikan spesifikasi pengukuran listrik sebagaimana diuraikan pada Tabel 2.2.

**Tabel 2.2 Spesifikasi Pengukuran Listrik [19]**

No	Fungsi	Rentang Pengukuran	Resolusi	Akurasi Pengukuran
1	Tegangan	80~260V	0.1V	0.5%
2	Faktor Daya	0.00~1.00	0.01	1%
3	Frekuensi	45Hz~65Hz	0.1Hz	0.5%

Tabel tersebut mencakup fungsi pengukuran, rentang pengukuran, resolusi, dan akurasi pengukuran untuk setiap parameter.

Berikut adalah tabel 2.3 yang memuat spesifikasi pengukuran arus PZEM-004T beserta rentang pengukuran, arus pengukuran awal, resolusi, dan akurasi pengukuran.

**Tabel 2.3 Spesifikasi Pengukuran Arus PZEM-004T [19]**

No	Deskripsi	Rentang Pengukuran	Arus Pengukuran Awal	Resolusi	Akurasi Pengukuran
1	Arus (PZEM-004T-10A)	0~10A	0,01A	0,001A	0,5%
2	Arus (PZEM-004T-100A)	0~100A	0,02A	0,001A	0,5%

Tabel 2.4 berikut memberikan spesifikasi Rentang Pengukuran Daya, Awal Pengukuran daya, Resolusi, Format Tampilan dan Akurasi Pengukuran.

**Tabel 2.4 Pengukuran Daya Aktif [19]**

No	Deskripsi	Rentang Pengukuran	Awal Pengukuran	Resolusi	Format Tampilan	Akurasi Pengukuran
1	Daya Aktif	0~2.3kW (PZEM-004T-10A); 0~23kW (PZEM-004T-100A)	0.4W	0.1W	<1000W, menampilkan satu desimal, misal: 999,9W; ≥1000W, menampilkan hanya bilangan bulat, misal: 1000W	0,5%

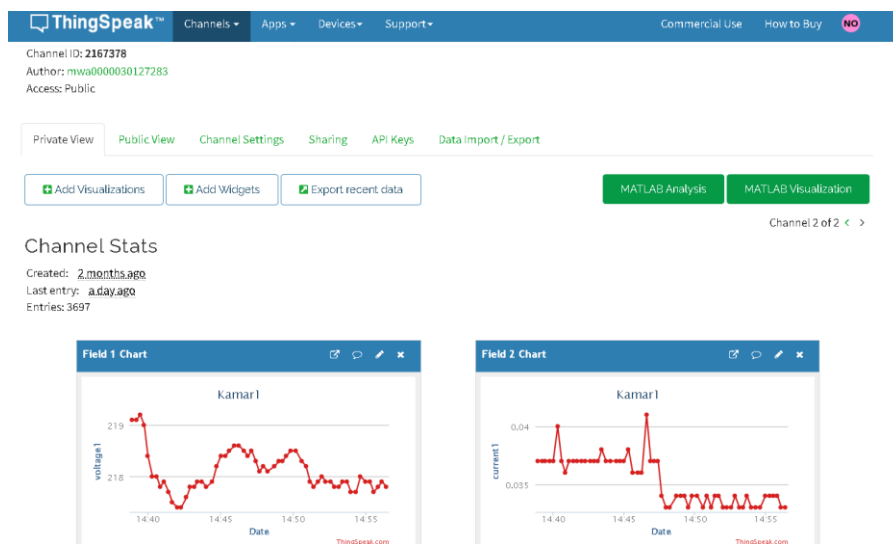
Tabel 2.5 berikut memuat spesifikasi Rentang Ukur Energi, Resolusi Energi, Akurasi Pengukuran Energi, Format Tampilan, dan Reset Energi.

**Tabel 2.5 Pengukuran Energi Aktif [19]**

No	Deskripsi	Rentang Ukur	Resolusi	Akurasi Pengukuran	Format Tampilan	Reset Energi
1	Energi Aktif	0~9999.99 kWh	1 Wh	0.5%	<10kWh	Ya

## 2.2.9 THINGSPEAK

*ThingSpeak* adalah sebuah layanan platform analitik *Internet of Things* (IoT) yang memungkinkan pengguna untuk mengumpulkan, memvisualisasikan, dan menganalisis data secara *real-time* di *cloud*. Melalui *ThingSpeak*, pengguna dapat dengan mudah memposting data yang dihasilkan oleh perangkat IoT ke *platform* tersebut. Salah satu keunggulan *ThingSpeak* adalah kemampuannya untuk memberikan visualisasi data secara instan, sehingga pengguna dapat dengan cepat melihat dan memahami pola atau tren dari data yang dikirim oleh perangkat. Selain itu, *ThingSpeak* juga mendukung eksekusi kode MATLAB, yang memungkinkan pengguna untuk melakukan analisis dan pemrosesan data secara langsung saat data masuk ke *platform*. Kelebihan ini membuat *ThingSpeak* menjadi pilihan populer bagi para pengembang yang melakukan *prototyping* atau merancang sistem IoT yang membutuhkan fungsi analitik yang kuat [20].



**Gambar 2.7** Dashboard *ThingSpeak*

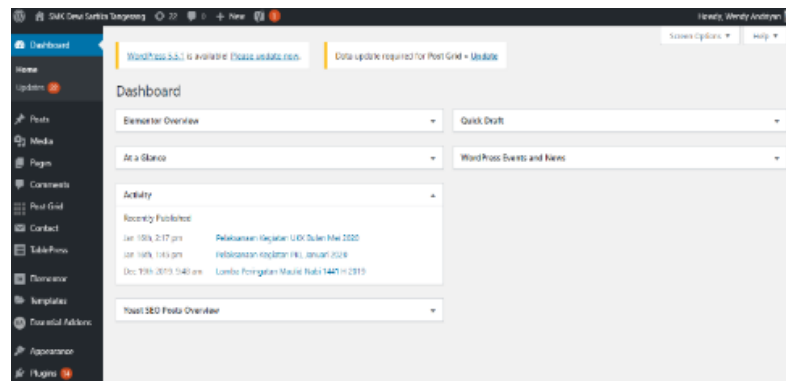
Gambar 2.7 mengacu pada tampilan antarmuka visual pada *ThingSpeak*. Dalam konteks ini, "Dashboard" mengacu pada tampilan grafis yang memberikan informasi secara intuitif melalui berbagai elemen visual seperti grafik, diagram, dan indikator. Berikut adalah beberapa fitur utama yang ditawarkan oleh *ThingSpeak* [20]:

1. Kemudahan dalam mengonfigurasi perangkat untuk mengirimkan data ke *ThingSpeak* menggunakan protokol populer yang digunakan dalam *Internet of Things* (IoT).
2. Kemampuan untuk melakukan visualisasi data sensor secara *real-time*, sehingga pengguna dapat dengan mudah melihat dan memantau data yang dikirimkan oleh perangkat.
3. Kemampuan untuk mengumpulkan data secara *on-demand* dari sumber-sumber pihak ketiga, memungkinkan integrasi dengan *platform* atau perangkat lain yang tidak terhubung langsung ke *ThingSpeak*.
4. Penggunaan kekuatan MATLAB dalam menganalisis dan memahami data IoT. Dengan adanya integrasi dengan MATLAB, pengguna dapat menggunakan berbagai alat dan fungsi analisis yang kuat untuk mengolah data yang masuk ke *ThingSpeak*.
5. Kemampuan untuk menjalankan analisis IoT secara otomatis berdasarkan jadwal atau acara yang ditentukan pengguna. Hal ini memungkinkan pengguna untuk melakukan pemrosesan data secara otomatis sesuai dengan kebutuhan mereka.
6. Memungkinkan pengguna untuk melakukan *prototyping* dan membangun sistem IoT tanpa perlu mengatur server atau mengembangkan perangkat lunak web sendiri. *ThingSpeak* menyediakan platform yang siap pakai untuk pengembangan dan pengujian sistem IoT.
7. Kemampuan untuk bertindak secara otomatis berdasarkan data yang diterima dan berkomunikasi dengan layanan pihak ketiga seperti Twilio atau Twitter. Hal ini memungkinkan pengguna untuk mengintegrasikan *ThingSpeak* dengan layanan lain untuk melakukan tindakan atau notifikasi berdasarkan data yang dikumpulkan.

#### **2.2.10 WEBSITE**

*Website* merupakan salah satu komponen dalam teknologi internet, di mana teknologi ini merupakan sistem yang dirancang oleh manusia dengan tujuan tertentu untuk mempermudah kehidupan manusia, meningkatkan produktivitas, dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya. Internet telah menjadi sumber utama

informasi yang digunakan oleh banyak orang untuk mencari informasi yang mereka butuhkan. Hal ini dikarenakan adanya mesin pencari atau search engine yang tersedia di dalam jaringan internet, yang memungkinkan pengguna untuk mencari dan menemukan halaman-halaman web yang sesuai dengan kebutuhan mereka [21].



**Gambar 2.8 Dashboard Website Wordpress**

Gambar 2.8 merujuk pada antarmuka visual pada Website Wordpress. Dalam konteks ini, "Dashboard" mengacu pada tampilan pengaturan dan kontrol yang diberikan kepada pengguna untuk mengelola dan mengatur konten serta konfigurasi situs web. Ketika melakukan pencarian informasi melalui *search engine* di internet, hasil yang akan muncul adalah berbagai halaman web yang mengandung informasi yang relevan. Internet seharusnya memberikan kemudahan dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam mencari informasi yang dibutuhkan secara cepat dan akurat untuk mendukung kegiatan sehari-hari. Perkembangan perangkat seperti tablet dan smartphone membuat akses internet semakin mudah bagi banyak orang, menjadikannya sebagai media alternatif yang murah dan terjangkau untuk memperoleh informasi, dibandingkan dengan informasi yang tersebar melalui media cetak atau elektronik seperti televisi dan radio yang membutuhkan biaya yang lebih tinggi [22].