

BAB 2

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Pada penelitian [1] berisi tentang sebuah sistem perancangan monitoring tandon air berbasis IoT telah dibuat menggunakan metode *waterfall*. Penelitian ini memanfaatkan sensor ultrasonik HC-SR04 yang dapat memantau ketinggian air dalam tandon dan mengendalikan pompa secara otomatis melalui NodeMCU. Data keluaran ditampilkan pada aplikasi *blynk*. Dalam penelitian ini, aplikasi *blynk* digunakan untuk mengontrol tandon air dengan cara mematikan atau menghidupkan pompa air, sementara LCD digunakan untuk menampilkan ketinggian air berdasarkan sensor HC-SR04. Mesin akan mati atau hidup sesuai dengan program yang telah dimasukkan dengan bantuan relay.

Penelitian yang dijelaskan dalam referensi [2] mengkaji sistem pemantauan ketinggian air pada tangki rumah tangga berbasis IoT yang memanfaatkan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mengukur ketinggian air dan NodeMCU sebagai mikrokontroler. Aplikasi *blynk* digunakan untuk memberikan notifikasi, hasil pemantauan, dan kontrol pompa melalui *smartphone*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini berfungsi dengan baik sesuai harapan. Ketika air mencapai batas 20%, aplikasi *blynk* mengirimkan notifikasi ke *smartphone*, memungkinkan pengguna untuk mengisi atau menggunakan air dengan menekan tombol *ON* di aplikasi. *Relay* otomatis pada prototipe kemudian akan menyala dan pompa air akan mengisi tangki hingga mencapai tingkat yang diinginkan pengguna.

mengkaji sistem pemantauan ketinggian air pada tangki rumah tangga berbasis IoT yang memanfaatkan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mengukur ketinggian air dan NodeMCU sebagai mikrokontroler. Aplikasi *blynk* digunakan untuk memberikan notifikasi, hasil pemantauan, dan kontrol pompa melalui *smartphone*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini berfungsi dengan baik sesuai harapan. Ketika air mencapai batas 20%, aplikasi *blynk* mengirimkan notifikasi ke *smartphone*, memungkinkan pengguna untuk mengisi atau menggunakan air dengan menekan tombol *ON* di aplikasi. *Relay* otomatis pada prototipe kemudian

akan menyala dan pompa air akan mengisi tangki hingga mencapai tingkat yang diinginkan pengguna.

Dalam studi yang dilakukan [3], dijelaskan tentang penggunaan sensor HCSR04 untuk memantau ketinggian air yang dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino Due, serta menggunakan aplikasi *blynk*. Aplikasi *Blynk* berfungsi dalam penelitian ini untuk mengontrol dan memantau perangkat keras dari jarak jauh melalui komunikasi data internet atau intranet (jaringan *LAN*). Metode yang diterapkan dalam penelitian ini mencakup metode uji perbandingan langsung dan pengukuran secara telemetri. Hasil pengukuran ditampilkan di perangkat komputer untuk mempermudah pembacaan. Sistem ini dikendalikan oleh Arduino Due. Pengujian prototipe alat menunjukkan kinerja yang baik dan dapat diakses secara *real-time*.

Penelitian yang diuraikan dalam [4] mengeksplorasi pengendalian mesin dan peralatan, sistem distribusi pipa air, serta kondisi tangki air untuk menangani masalah pengendalian level air dan kerusakan pompa. Dalam studi ini, digunakan berbagai komponen seperti Arduino UNO, Modul I2C, LCD, Sensor Ultrasonik, Sensor Ketinggian Air, Sensor Getar, *Relay*, *Buzzer*, pompa air mini, dan Adaptor. Hasil dari perancangan, pengujian, dan analisis sistem radar pintar berbasis mikrokontroler dengan Arduino Uno R3 dan ESP8266 menunjukkan performa yang memuaskan. Sistem ini memungkinkan pemantauan ketinggian air di tangki, deteksi kerusakan mesin, listrik, dan perpipaan, serta integrasi dengan *Internet of Things* (IoT). Komponen yang digunakan juga memiliki biaya yang relatif rendah, menjadikan sistem radar pintar ini efektif untuk pengendalian tangki air di perumahan.

Pada penelitian [5] berisi tentang Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat yang mempermudah pengontrolan dan pemantauan pengisian air pada beberapa tandon, serta mencegah air meluap. Alat ini menggunakan NodeMCU v3 ESP8266 untuk pengolahan data dan penerimaan sinyal *Wi-Fi*, sensor ultrasonik untuk mengukur kedalaman air, serta relay dan pompa air sebagai outputnya. Penelitian ini mengimplementasikan logika Fuzzy Tsukamoto untuk pengambilan keputusan dalam sistem monitoring pengisian air tandon secara otomatis. NodeMCU ESP8266 berfungsi sebagai mikrokontroler yang terhubung dengan perangkat *Wi-*

Fi untuk mengirimkan data sensor ke *server web* untuk diolah lebih lanjut. Data yang diterima digunakan untuk memantau penggunaan air dan mengontrol pompa secara otomatis menggunakan sensor ultrasonik. Hasil dari penelitian ini adalah sistem yang dapat memantau pengisian tandon air secara otomatis dan menghentikan pengisian untuk mencegah air meluap.

Pada penelitian [6] berisi tentang alat pengendali tingkat air pada tandon dalam penelitian ini menggunakan teknologi IoT (*Internet of Things*). Sistem ini menggunakan sensor ultrasonik untuk mengukur tingkat air, NodeMCU ESP 8266 sebagai pengendali utama, dan aplikasi *blynk* sebagai antarmuka untuk mengontrol dan menampilkan hasil pengukuran tingkat air. Komponen-komponen alat saling terhubung sensor ultrasonik mengirimkan data tingkat air ke mikrokontroler untuk diproses, setelah itu data tersebut dikirimkan ke *webserver blynk* untuk diakses melalui aplikasi kontrol. Selain itu, mikrokontroler juga terhubung dengan relay yang mengontrol pompa air melalui aplikasi, memungkinkan pengguna untuk mengatur stok air lebih fleksibel dan efisien, walaupun masih memerlukan penyesuaian lebih lanjut.

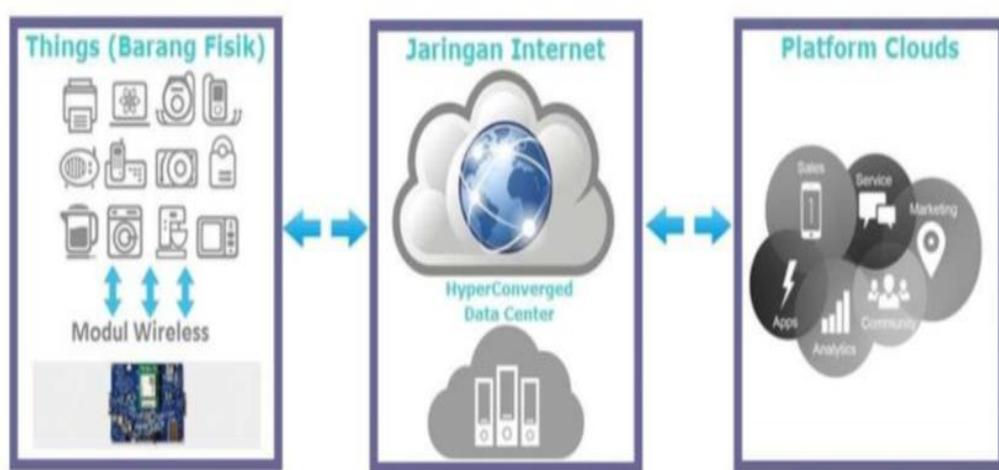
Pada penelitian [7] berisi tentang sistem alat yang dapat melakukan pemantauan level ketinggian air pada tandon secara otomatis dengan menggunakan aplikasi *blynk*. Pemantauan pengontrolan level ketinggian air dilakukan menggunakan *smartphone* yang sudah terkoneksi dalam jaringan internet dengan mikrokontroler ESP32, sensor yang digunakan adalah *water level* untuk mendeteksi level ketinggian air dan sensor *turbidity* untuk mendeteksi kekeruhan dalam air, aplikasi pada *smartphone* sebagai notifikasi untuk mengetahui kondisi air dalam tandon. Aplikasi *blynk* merupakan pengendali pompa air yang dapat digunakan secara *online* atau terintegrasi pada internet supaya *user* pompa air tersebut dapat lebih efisien daripada pengendalian secara manual.

2.2 DASAR TEORI

2.2.1 INTERNET OF THINGS

Internet of Things (IoT) adalah teknologi yang dapat menghubungkan suatu benda dengan benda lain (komunikasi data) melalui jaringan internet tanpa

memerlukan bantuan manusia. *Internet of Things* memiliki manfaat bagi aspek kehidupan manusia yaitu dengan adanya teknologi *Internet of Things* maka pekerjaan manusia akan menjadi lebih mudah seperti contoh teknologi *internet of things* dapat melakukan kontrol jarak jauh dengan menggunakan sistem komputer dan sensor yang dihubungkan melalui internet. *Internet of Things* memiliki konsep yang mencakup 3 bagian utama yaitu benda fisik yang telah terintegrasi pada modul sensor, kemudian ada koneksi internet sebagai jaringan penghubung komunikasi data antar benda, dan ada pusat data atau *server* yang berguna untuk menyimpan data informasi dari sensor [8].



Gambar 2.1 Konsep *Internet of Things*

Berdasarkan gambar 2.1 bahwa konsep *Internet of Things* adalah menghubungkan segala barang fisik (*things*) dengan jaringan internet ke dalam suatu *platform* agar jangkauan penggunaannya melebihi dari barang fisik yang menggunakan modul wireless. Pemikiran *Internet of Things* (IoT) pertama kali dimunculkan oleh Kevin Ashton pada salah satu paparannya pada tahun 1999. Menurut Kevin Ashton, seorang inovator dan ahli analis konsumen, pengertian dari *Internet of Things* (IoT) adalah suatu teknologi yang dimungkinkan terjadinya kegiatan kontrol, komunikasi, dan interaksi perangkat keras, mendistribusikan data, virtualisasi dari suatu benda dalam bentuk lain dengan bantuan internet [9]

Cara Kerja IoT (*Internet of Things*) adalah interaksi antara sesama mesin yang terhubung secara otomatis tanpa campur tangan *user* dan dalam jarak berapa pun. Agar tercapainya cara kerja IoT (*Internet of Things*) tersebut diatas internet

menjadi penghubung di antara kedua interaksi mesin tersebut, sementara user hanya bertugas sebagai pengatur dan pengawas bekerjanya alat tersebut secara langsung. Manfaat yang didapatkan dari konsep IoT (*Internet of Things*) ialah pekerjaan yang dilakukan bisa menjadi lebih cepat, mudah dan efisien. Sistem dasar dari IoT terdiri dari 3 hal yaitu:

1. *Hardware/fisik (Things)*
2. Koneksi Internet
3. *Cloud Data Center*, tempat untuk menyimpan atau menjalankan aplikasinya

Secara singkat dapat dikatakan *Internet of Things* adalah dimana benda-benda di sekitar kita dapat berkomunikasi antara satu sama lain melalui sebuah jaringan seperti internet. Keuntungan menggunakan IoT tentu memberikan manfaat bagi penggunanya. Berikut adalah keuntungan menggunakan IoT yang bisa Anda rasakan:

1. Efisiensi energi

Konsep IoT bisa digunakan pada berbagai aspek hidup manusia. Mulai dari pendidikan, kesehatan, industri, hingga rumah tangga. Tujuan dari penggunaan konsep ini pada bidang-bidang tertentu salah satunya adalah untuk efisiensi energi. Hal ini lantaran IoT bisa meningkatkan efisiensi aktivitas perusahaan serta mengurangi biaya produksi dan konsumsi energi.

Selain itu, IoT juga dapat mengoptimalkan penggunaan energi dengan memberikan kontrol lebih baik atas perangkat yang digunakan. Dengan kata lain, seorang *user* bisa mengatur batas minimal dan maksimal penggunaan sumber daya atau perangkat agar tidak melebihi kemampuan yang ditentukan.

2. Hemat biaya

Keuntungan lainnya yang diberikan oleh konsep IoT adalah bisa mengurangi biaya operasional sebuah perusahaan atau bisnis. Konsep ini juga memungkinkan adanya pemeliharaan perangkat dengan memantau dan menganalisis data secara *real-time*.

Selain itu, jaringan IoT juga dapat bantu pekerjaan yang kompleks sehingga bisa mengurangi pengeluaran biaya SDM. Dengan begitu, sebuah perusahaan atau

individu tidak perlu lagi mengeluarkan biaya tambahan untuk membeli peralatan baru atau membayar gaji karyawan.

3. Produktivitas meningkat

Dengan adanya sistem kerja yang kompleks seperti penggunaan sensor, konsep ini akan memudahkan *user* untuk memberikan perintah dan melakukan aktivitas. Proses akses yang diterima dan dihasilkan oleh IoT bekerja dengan cepat dan tepat sehingga *user* bisa lebih praktis dalam penggunaannya.

Jadi, konsep ini juga memungkinkan sebuah perusahaan atau individu untuk membuat keputusan berdasarkan data akurat dan terbaru. Mereka juga bisa mengidentifikasi peluang dan kekurangan tertentu yang bertujuan untuk meningkatkan produktivitas. Contoh Penerapan *Internet of Things* (IoT) di berbagai sektor implementasi *Internet of Things* (IoT) merambah ke berbagai sektor, memberikan dampak signifikan dalam kehidupan sehari-hari. Berikut adalah beberapa contoh penerapan *Internet of Things* (IoT) :

1. Bisnis

IoT memainkan peran penting dalam meningkatkan produktivitas dan efisiensi operasional perusahaan. Mesin dan perangkat bisnis dapat terhubung ke jaringan IoT, memungkinkan pemantauan kinerja secara *real-time*. Contohnya, pada industri migas, IoT digunakan untuk memonitor perangkat secara efisien, mengurangi keterlibatan sumber daya manusia, dan mengoptimalkan pekerjaan kompleks melalui koneksi ke *server*.

2. Pendidikan

Pada sektor pendidikan juga turut mengadopsi sistem IoT untuk administrasi, perpustakaan, dan pemantauan absensi siswa serta staf. Semua aktivitas terhubung dengan internet, menyajikan data secara *real-time* untuk mendukung efisiensi operasional sekolah atau kampus.

3. Transportasi

Penerapan *Internet of Things* (IoT) dalam bidang transportasi membawa inovasi yang signifikan, meningkatkan efisiensi dan kenyamanan. Salah satu contoh nyata adalah manajemen transportasi publik di Seoul, di mana sensor pada setiap bus dan halte mengirim data *real-time* mengenai jumlah penumpang dan lokasi

kendaraan. Informasi ini diakses melalui aplikasi penumpang, meningkatkan kepuasan dan membantu mengurangi kemacetan.

Perkembangan terkini dalam transportasi adalah mobil otonom atau *self-driving cars*. Kendaraan ini dilengkapi sensor yang mampu mendeteksi lingkungan sekitar, baik di dalam gudang maupun di jalan umum. Meskipun masih dalam tahap pengembangan, potensi mobil otonom membawa dampak besar terhadap masa depan transportasi dengan meningkatkan keamanan dan efisiensi.

4. Kesehatan

Pada sektor Kesehatan sistem IoT memungkinkan tenaga medis untuk memantau kondisi pasien secara langsung. Informasi kesehatan, seperti riwayat penyakit dan tekanan darah, dapat dipantau dengan mudah melalui perangkat yang terhubung. Tak hanya itu, perkembangan IoT di bidang kesehatan semakin berkembang dengan integrasi kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) dan robot perawat, membantu dalam administrasi, pelayanan, bahkan tindakan operasi pada pasien.

Melalui contoh-contoh ini, implementasi IoT membawa kemudahan dan efisiensi dalam berbagai sektor, mendukung produktivitas manusia. Perlu diingat bahwa penggunaan sistem ini membutuhkan keterampilan yang memadai untuk memaksimalkan potensinya.

2.2.2 MIKROKONTROLER

Mikrokontroler adalah sebuah komputer kecil yang dikemas dalam bentuk *chip* berupa IC (*Integrated Circuit*) dan dirancang untuk melakukan tugas atau operasi tertentu seperti menerima sinyal *input*, mengolahnya, kemudian memberikan sinyal *output* sesuai dengan program yang telah diisikan ke mikrokontroler tersebut. Pada umumnya, sinyal *input* mikrokontroler berasal dari sensor yang merupakan informasi dari lingkungan sedangkan sinyal *output* ditujukan kepada aktuator yang dapat melakukan suatu tindakan ke lingkungan. Dengan demikian maka secara sederhana mikrokontroler dapat diasumsikan ibarat sebuah otak yang terdapat pada suatu perangkat dan memiliki kemampuan berinteraksi dengan lingkungan.

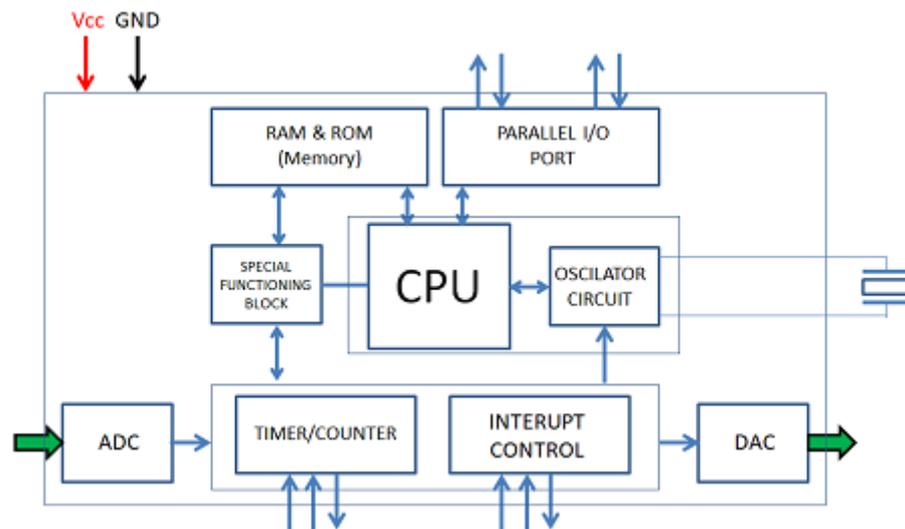
Pada dasarnya, pengendali mikro yang dalam bahasa Inggris disebut dengan *Microcontroller* ini terdiri dari satu atau lebih inti prosesor (CPU), *memory* (RAM dan ROM), serta perangkat *input* dan *output* (I/O) yang dapat diprogram. Walaupun mirip dengan komputer namun kecepatan pengolahan data pada mikrokontroler lebih rendah jika dibandingkan dengan komputer atau PC. Kecepatan pengolahan data mikrokontroler umumnya berkisar antara 1 – 16 MHz yang tentu lebih rendah dibandingkan komputer atau PC saat ini yang telah mencapai kecepatan hingga orde GHz. Begitu juga dengan kapasitas memori (RAM dan ROM) yang hanya berkisar pada orde Kbytes.

Meskipun kecepatan pengolahan data dan kapasitas memori yang dimiliki jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan komputer atau PC, namun kemampuan mikrokontroler sudah cukup untuk dapat digunakan pada banyak aplikasi terutama karena bentuk ukuran mikrokontroler yang lebih sederhana. Mikrokontroler sering digunakan pada aplikasi sistem dan perangkat yang tidak terlalu kompleks dan tidak memerlukan komputasi tinggi. Beberapa contoh mikrokontroler seperti mikrokontroler avr, mikrokontroler arduino, mikrokontroler atmega328 dan masih banyak yang lainnya. Mikrokontroler merupakan perangkat berbentuk IC yang mengintegrasikan CPU, memori, serta antarmuka perangkat lunak yang dapat diprogram. Fungsinya untuk mengeksekusi program tertentu dalam menjalankan suatu tugas [10]

Prinsip kerja mikrokontroler digunakan sebagai pengontrol atau pengendali sebuah sistem. Pada saat menjalankan fungsi tersebut, komponen ini memerlukan dukungan bagian lainnya seperti yang tergabung dalam IC mikrokontroler. Tergantung pada fungsi dan tujuannya, setiap data atau perintah yang masuk kemudian diolah didalam bagian CPU. Pengolahan tersebut dibantu bagian lainnya seperti *timer*, RAM, CDA, maupun ADC.

Perbedaan mikrokontroler dengan mikroprosesor adalah mikrokontroler merupakan komponen IC yang menjalankan fungsi pengendali. Contohnya seperti ADC, RAM, CDA dan masih banyak lagi. Pusat pemrosesan data dari mikrokontroler disebut dengan CPU. Sedangkan mikroprosesor merupakan CPU (*Control Processing Unit*) itu sendiri, sejarah mikroprosesor dapat disebut sebagai bagian

dari mikrokontroler. Mikroprosesor memiliki komponen seperti ALU, *register*, *control unit* dan CPU Interconnected.



Gambar 2. 2 Arsitektur mikrokontroler

Pada gambar 2.2 arsitektur mikrokontroler terdapat bagian-bagian utama yang dimana terdiri dari :

1. CPU

CPU adalah otak mikrokontroler. CPU bertanggung jawab untuk mengambil instruksi (*fetch*), menerjemahkannya (*decode*), lalu akhirnya dieksekusi (*execute*). CPU menghubungkan setiap bagian dari mikrokontroler ke dalam satu sistem. Fungsi utama CPU adalah mengambil dan mendekode instruksi. Instruksi yang diambil dari memori program harus diterjemahkan atau melakukan *decode* oleh CPU tersebut.

2. Memori (Penyimpanan)

Fungsi memori dalam mikrokontroler sama dengan mikroprosesor. Memori ini digunakan untuk menyimpan data dan program. Sebuah mikrokontroler biasanya memiliki sejumlah RAM dan ROM (EEPROM, EPROM dan lain-lainnya) atau memori *flash* untuk menyimpan kode sumber program (*source code program*).

3. Port input / output paralel

Port *input/output* paralel digunakan untuk mendorong atau menghubungkan berbagai perangkat seperti LCD, LED, printer, memori dan perangkat *input/output* lainnya ke mikrokontroler.

4. Port Serial (*Serial Port*)

Port serial menyediakan berbagai antarmuka serial antara mikrokontroler dan periferal lain seperti *port* paralel.

5. Pengatur Waktu dan Penghitung (*Timer dan Counter*)

Timer dan *counter* adalah salah satu fungsi yang sangat berguna dari Mikrokontroler. Mikrokontroler mungkin memiliki lebih dari satu timer dan counter. Pengatur waktu (*Timer*) dan penghitung (*Counter*) menyediakan semua fungsi pengaturan waktu dan penghitungan di dalam mikrokontroler. Operasi utama yang dilakukan di bagian ini adalah fungsi jam, modulasi, pembangkitan pulsa, pengukuran frekuensi, osilasi, dan lain sebagainya. Bagian ini juga dapat digunakan untuk menghitung pulsa eksternal.

6. *Analog to Digital Converter* atau Pengonversi Analog ke Digital (ADC)

Konverter ADC digunakan untuk mengubah sinyal analog ke bentuk digital. Sinyal *input* dalam konverter ini harus dalam bentuk analog (misalnya *Output* dari Sensor) sedangkan *Output*-nya dalam bentuk digital. *Output* digital dapat digunakan untuk berbagai aplikasi digital seperti layar digital pada Perangkat pengukuran.

7. *Digital to Analog Converter* atau Pengonversi Digital ke Analog (DAC)

DAC melakukan operasi pembalikan konversi ADC. DAC mengubah sinyal digital menjadi format analog. Ini biasanya digunakan untuk mengendalikan perangkat analog seperti motor DC dan lain sebagainya.

8. Kontrol Interupsi (*Interrupt Control*)

Kontrol interupsi atau *Interrupt Control* digunakan untuk menyediakan interupsi (penundaan) untuk program kerja. *Interrupt* dapat berupa eksternal (diaktifkan dengan menggunakan pin *interrupt*) atau internal (dengan menggunakan instruksi interupsi selama pemrograman).

9. Blok Fungsi Khusus (*Special Functioning Block*)

Beberapa Mikrokontroler yang hanya dapat digunakan untuk beberapa aplikasi khusus (misalnya sistem Robotik), pengontrol ini memiliki beberapa *port* tambahan untuk melakukan operasi khusus tersebut yang umumnya dinamakan dengan blok fungsi khusus.

2.2.3 NODEMCU ESP8266

NodeMCU adalah *platform* IoT berbasis *open source*. Perangkat ini merupakan papan elektronik yang dilengkapi dengan *chip* ESP8266, berfungsi sebagai mikrokontroler yang mampu terhubung ke internet melalui jaringan *WiFi* dan juga mendukung koneksi *Bluetooth*.

ESP8266 merupakan mikrokontroler yang dikembangkan oleh *Espressif Systems*. Perangkat ini dirancang untuk menyediakan solusi jaringan *WiFi* yang dapat berdiri sendiri. Modul ini berfungsi sebagai penghubung antara mikrokontroler dan jaringan *WiFi*, serta dapat menjalankan aplikasi secara mandiri. Modul ini dilengkapi dengan konektor USB terintegrasi dan berbagai varian *pin-out*. Anda dapat menghubungkannya menggunakan kabel *micro* USB, pengguna dapat menghubungkan *devkit* NodeMCU ke laptop untuk melakukan proses *mem-flash* tanpa masalah, serupa dengan yang biasa dilakukan dengan Arduino.[11]. NodeMCU adalah platform Internet of Things (IoT) yang *open-source*. Ini adalah sebuah *board* yang menggabungkan ESP8266 ke dalam satu paket yang sudah terintegrasi dengan berbagai fitur seperti mikrokontroler biasa. NodeMCU juga memiliki kemampuan untuk terhubung dengan jaringan *WiFi* dan dilengkapi dengan *chip* komunikasi USB ke serial. Berikut adalah fitur yang dimiliki oleh NodeMCU 8266, diantaranya :

1. 10 *Port* GPIO dari D0 – D10
2. Fungsionalitas PWM
3. Antarmuka I2C dan SPI
4. Antarmuka 1 *Wire*
5. ADC

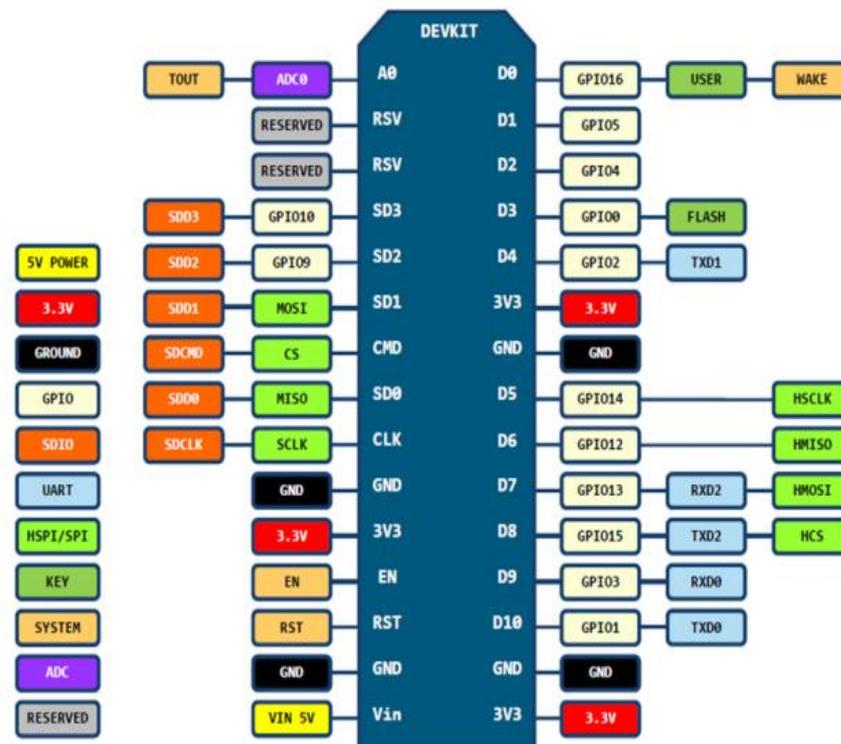


Gambar 2. 3 Board ESP8266

Tabel 2.1 Spesifikasi dari NodeMCU ESP8266 [11]

No	<i>Specification NodeMCU ESP8266</i>
1.	<i>Voltage operates at 3.3 volts.</i>
2.	<i>Supports Wi-Fi Direct (P2P) and soft-AP modes.</i>
3.	<i>Power consumption ranges from 10 microamps to 170 milliamps</i>
4.	<i>Expandable flash memory up to 16MB (512K typical).</i>
5.	<i>Includes an integrated TCP/IP protocol stack.</i>
6.	<i>Powered by a Tensilica L106 32-bit processor</i>
7.	<i>Processor operates at speeds ranging from 80 to 160MHz.</i>
8.	<i>Provides 32K + 80K of RAM</i>
9.	<i>Offers 17 GPIOs, which can be multiplexed with other functions</i>
10.	<i>Analog to Digital conversion supports 1 input with 1024-step resolution</i>
11.	<i>Outputs up to +19.5dBm power in 802.11b mode</i>
12.	<i>Supports 802.11 standards: b/g/n</i>
13.	<i>Capable of handling a maximum of 5 concurrent TCP connections</i>

Penempatan pin untuk NodeMCU adalah sebagai berikut :



Gambar 2. 4 Pin modul ESP8266

Berdasarkan gambar 2.4 menunjukkan beberapa keterangan dari modul ESP8266 :

1. Pin Daya: Terdapat empat pin daya, yaitu satu pin VIN dan tiga pin 3.3V. VIN bisa digunakan langsung sebagai sumber daya untuk ESP8266 dan perangkat lainnya dengan tegangan stabil 5V. Pin 3.3V merupakan keluaran dari regulator tegangan pada papan sirkuit, yang dapat digunakan untuk memasok daya ke komponen tambahan.
2. GND : Adalah pin *ground* dari papan sirkuit NodeMCU
3. Pin I2C : diperlukan untuk mengintegrasikan sensor dan perangkat tambahan yang memerlukan sambungan I2C dalam proyek Anda. *Interface* ini mendukung mode sebagai pengendali utama (*Master*) atau perangkat tambahan (*Slave*), dapat diakses melalui kode program dengan *clock* yang bisa mencapai hingga 100kHz. Penting untuk memeriksa bahwa *clock* I2C yang digunakan tidak melebihi batas

terendah yang dapat diakomodasi oleh perangkat tambahan (*Slave*) yang terhubung.

4. GPIO Pin : NodeMCU ESP8266 memiliki 17 pin GPIO yang dapat diprogram untuk berbagai fungsi, termasuk I2C, I2S, UART, PWM, kontrol *remote* IR, pengaturan LED, dan tombol. Setiap GPIO digital dapat dikonfigurasi dengan *pull-up internal*, *pull-down*, atau impedansi tinggi. Ketika digunakan sebagai *input*, pin-pin ini juga dapat diatur sebagai *edge-trigger* atau *level-trigger* untuk memicu interupsi pada CPU.
5. Channel ADC : Channel ADC dilengkapi dengan ADC SAR 10-bit. Ini memungkinkannya berfungsi ganda sebagai ADC untuk memantau tegangan pasokan daya pada pin VDD3P3 dan sebagai pemantau tegangan input di pin TOUT. Namun, kedua fungsi ini tidak bisa diaktifkan secara bersamaan.
6. Pin UART : UART terbagi menjadi dua *interface* utama, yaitu UART0 dan UART1. Kedua *interface* ini mendukung komunikasi *asynchronous* seperti RS232 dan RS485 dengan kecepatan transfer data mencapai 4.5MBps. UART0 terdiri dari TXD0, RXD0, RST0, dan CTS0, yang dapat digunakan untuk komunikasi dengan kemampuan kontrol aliran. Di sisi lain, UART1 (TXD1) digunakan eksklusif untuk pengiriman sinyal dan umumnya dimanfaatkan untuk pencatatan *log*.
7. Pin SPI : ESP8266 memiliki dua port SPI (SPI dan HSPI) yang mendukung mode *master* dan *slave*.
8. Pin SDIO : digunakan untuk langsung berinteraksi dengan SD Card. Pin ini mendukung penggunaan SDIO v1.1 dengan 4-bit pada 25 MHz dan SDIO v2.0 dengan 4-bit pada 50 MHz.
9. Pin PWM : Papan sirkuit ini dilengkapi dengan empat saluran *Pulse Width Modulation* (PWM). Keluaran PWM ini diprogram dan digunakan untuk mengatur motor digital dan lampu LED. Frekuensi PWM dapat diatur dalam rentang antara 100Hz hingga 1kHz sesuai kebutuhan aplikasi.

10. Control pin : Pin kontrol yang digunakan untuk mengatur ESP8266. Pin ini mencakup *Chip Enable* (EN), *Reset* (RST), dan pin WAKE.

Tabel 2. 2 Perbandingan ESP 8266 dan ESP32[7]

No	ESP8266	ESP32
1.	Harga lebih murah	Harga lebih mahal
2.	Mudah ditemukan dipasaran	Pin lebih banyak dibanding ESP8266
3.	Sudah banyak tutorialnya	ESP32 lebih kuat dari ESP8266
4.	Pin lebih sedikit dibanding ESP32	Fitur lebih lengkap dari ESP8266
5.	Fitur belum lengkap	Lebih banyak <i>bug</i>

2.2.4 SENSOR ULTRASONIK

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu. Disebut sebagai sensor ultrasonik karena sensor ini menggunakan gelombang ultrasonik (bunyi ultrasonik). Sensor adalah alat yang berperan penting dalam mengenali variasi berbagai parameter fisik seperti tekanan, gaya, arus listrik, cahaya, gerakan, kelembaban, suhu, kecepatan, dan fenomena lingkungan lainnya. Ketika sensor menangkap perubahan-perubahan ini, mereka mengkonversi data tersebut menjadi *output* yang dapat dipahami oleh manusia. Informasi ini bisa langsung disampaikan melalui perangkat sensor itu sendiri atau dikirimkan secara elektronik melalui jaringan untuk proses lebih lanjut, sehingga dapat memberikan manfaat yang signifikan bagi penggunaannya.[12].

Sensor Ultrasonik diartikan juga sebagai alat elektronika yang kemampuannya bisa mengubah dari energi listrik menjadi energi mekanik dalam bentuk gelombang suara ultrasonik. Sensor ini terdiri dari rangkaian pemancar *ultrasonic* yang dinamakan *transmitter* dan penerima *ultrasonic* yang disebut *receiver*. Alat ini digunakan untuk mengukur gelombang ultrasonik. Gelombang ultrasonik adalah gelombang mekanik yang memiliki ciri - ciri long itu dinal dan biasanya memiliki frekuensi di atas 20 Khz. Gelombang *utrasonic* dapat merambat melalui zat padat, cair maupun gas.

Gelombang ultrasonik adalah gelombang bunyi yang mempunyai frekuensi sangat tinggi yaitu 20.000 Hz. Bunyi ultrasonik tidak dapat di dengar oleh telinga manusia. Bunyi ultrasonik dapat didengar oleh anjing, kucing, kelelawar, dan lumba-lumba. Bunyi ultrasonik bisa merambat melalui zat padat, cair dan gas. Reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat padat hampir sama dengan reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat cair. Akan tetapi, gelombang bunyi ultrasonik akan diserap oleh tekstil dan busa.

Sensor ini bekerja dengan mengirimkan gelombang ultrasonik (di atas ambang batas pendengaran manusia) dan menyediakan pulsa keluaran yang berkaitan dengan waktu yang dibutuhkan saat gelombang pantulan diterima kembali oleh sensor. Dengan mengukur jeda waktu pulsa kirim terhadap pulsa yang diterima, maka jarak yang diukur dapat dikalkulasikan

2.2.5 SENSOR JSN-SR04T

JSN-SR04T adalah sebuah modul ultrasonik untuk mengukur jarak yang dapat mendeteksi objek dalam rentang 20 cm hingga 600 cm. Modul ini menggunakan sensor *non*-kontak yang memiliki tingkat akurasi hingga 2 mm. Dilengkapi dengan desain *probe* ultrasonik terintegrasi yang tahan air dan berkualitas industri, JSN-SR04T menawarkan kinerja yang stabil dan handal[13].



Gambar 2. 5 Sensor JSN-SR04T

Tabel 2. 3 Spesifikasi Sensor JSN-SR04T [14]

	<i>Pulse width output / Serial output</i>
<i>Operating Voltage</i>	DC 3.0-5.5 V
<i>Working Current</i>	<i>Less than 8mA</i>
<i>Probe Frequency</i>	40 KHz
<i>Farthest Range</i>	600cm
<i>Recent Range</i>	20cm
<i>Distance Accuracy</i>	+ - 1 cm
<i>Resolution</i>	1 mm
<i>Measuring Angle</i>	<i>75 degree</i>
<i>Enter the trigger signal</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 10uS above the TTL pulse 2. The serial port to send instructions 0X55
<i>Output the echo signal</i>	<i>Output pulse width level signal, or TTL</i>
<i>Wiring</i>	3-5.5V (<i>Power positive</i>) Trig (RX) RX Echo (Output) TX GND (<i>Power supllly negative</i>)
<i>Product Size</i>	L42*W29*H12 mm
<i>Operating Temperature</i>	-20 °C to + 70 °C
<i>Product Color</i>	<i>PCB board is blue</i>

Sensor jarak ultrasonik beroperasi dengan mengirimkan gelombang ultrasonik dan mengukur waktu yang dibutuhkan gelombang tersebut untuk dipantulkan kembali ke sensor. JSN-SR04T memiliki kabel sepanjang 2,5 meter yang terhubung ke papan *breakout* untuk mengontrol sensor dan menganalisis sinyalnya. Perlu diperhatikan bahwa hanya sensor beserta kabelnya yang tahan air; papan *breakout* tidak memiliki perlindungan terhadap air. Jika terkena air, papan *breakout* dapat menyebabkan sensor mengalami gangguan dalam operasinya[15]. Sensor ini menggunakan waktu yang diperlukan untuk mengirim dan menerima gelombang suara sebagai dasar untuk menghitung jarak antara sensor dengan objek yang diukur dengan nilai akhir persentase, seperti di bawah ini :

$$s = v \times t / 2 \quad (2.1)$$

Keterangan :

s = jarak (cm)

v = kecepatan dari gelombang suara (cm/ μ s)

t = waktu (μ s)

2 = faktor pembagi jarak karena gelombang suara mengalami pemantulan

Persamaan untuk mencari nilai tinggi sebenarnya, sebagai berikut :

$$\text{tinggi sebenarnya} = \text{tinggi wadah} - \text{jarak pembacaan sensor} \quad (2.2)$$

Persamaan untuk mencari nilai persentase, sebagai berikut :

$$\text{Persentase} = (\text{Nilai yang Dicari} / \text{Jumlah Total}) \times 100\% \quad (2.3)$$

Waktu yang dimaksud adalah periode antara pengiriman dan penerimaan gelombang suara, diukur dalam mikrodetik. Sensor JSN-SR04T berbeda dengan HC-SR04 tidak hanya dalam hal ketahanan air tetapi juga dalam penggunaan satu transduser ultrasonik yang berfungsi ganda sebagai pemancar dan penerima gelombang ultrasonik. Namun, pembacaan dari sensor JSN-SR04T cenderung kurang akurat, terutama saat diukur pada jarak kurang dari 20 cm, di mana sensor tetap menunjukkan bacaan 20 cm [16].

Tabel 2. 4 Perbedaan Sensor JSN-SR04T dengan HC-SR04[3]

No	JSN-SR04T	HC-SR04
1.	Tahan Air	Tidak Tahan Air
2.	Jarak pengukuran 20 – 600 cm.	Jarak 2 – 400 cm
3.	Sudut Pengukuran 45 – 75 °	Sudut Pengukuran 15 °

2.2.6 MEASUREMENT ERROR

Measurement error atau kesalahan pengukuran adalah deviasi/simpangan dari nilai sebenarnya (*true/actual value*) dari nilai yang diinginkan (*desired value*). Pengukuran selalu menghasilkan *error* (kesalahan/galat) Kesalahan dapat diekspresikan dalam bentuk absolut atau presentase dari kesalahan.

Kesalahan mutlak (*Absolute Error*), $e = |X_n - Y_n|$

$$\% \text{ error} = \left| \frac{X_n - Y_n}{Y_n} \right| \times 100 \quad (2.4)$$

Keterangan :

X_n = nilai yang diukur/hasil pengukuran (dari alat ukur/sensor)

Y_n = nilai yang diharapkan (*standard/pembanding/true value*)

2.2.7 ACCURACY (AKURASI)

Akurasi adalah ukuran seberapa dekat pembacaan *output* instrumen dengan nilai yang sesungguhnya (*true value*). Derajat kepastian (*exactness*), kedekatan

(*closeness*) pengukuran dibandingkan terhadap nilai yang diharapkan/ diinginkan (*expected*).

$$Akurasi\ Relatif\ (A) = 1 - \left| \frac{X_n - Y_n}{Y_n} \right|$$

$$\% Akurasi\ (a) = A \times 100\ \text{atau}\ 100\% - \% error \quad (2.5)$$

Keterangan :

A= Akurasi

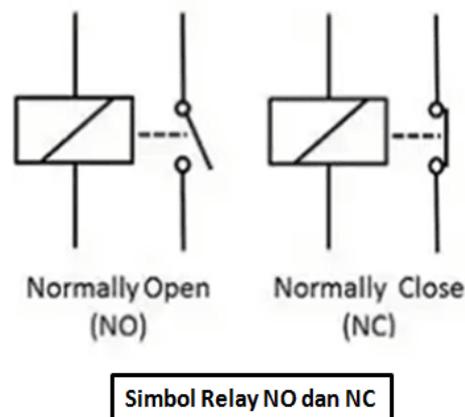
X_n = nilai yang diukur/hasil pengukuran (dari alat ukur/sensor)

Y_n = nilai yang diharapkan (*standard/pembanding/true value*)

2.2.8 MODULATOR RELAY

Relay merupakan perangkat elektronik yang berfungsi sebagai pemutus arus sumber tegangan. *Relay* sendiri adalah sebuah komponen atau perangkat saklar yang bertugas untuk mengalirkan atau memutus arus listrik, di dalam relay terdapat sebuah kumparan elektromagnetik. Ketika kumparan ini dilalui arus listrik, ia menciptakan sebuah medan magnet yang mengakibatkan penarikan tuas. Hal ini mengakibatkan perubahan posisi dari kontak *switch* yang awalnya terbuka (*normaly open/NO*) menjadi tertutup (*normally close/NC*) saat *relay* ditenagakan.

Prinsip kerjanya mirip dengan kontak magnet, dimana prinsipnya tergantung pada kemagnetan yang dihasilkan oleh kumparan *coil* saat dialiri arus listrik. Saat energi listrik mengalir melalui *coil*, terjadi pembentukan gaya elektromagnet yang menarik *armatur* yang berpegas, sehingga menyebabkan penutupan kontak[17].



Gambar 2. 6 Kondisi relay NO dan NC

Berdasarkan gambar 2.6 kondisi relay terdiri dari 2 jenis NO dan NC :

1. Secara normal, kontak *Normally Closed* (NC) selalu berada dalam keadaan tertutup sebelum diaktifkan.
2. *Kontak Normally Open* (NO) umumnya berada dalam keadaan terbuka sebelum diaktifkan.[18].



Gambar 2. 7 Modulator *Relay*

Berdasarkan gambar 2.7 modulator relay terdapat papan mikrokontroler yang memungkinkan penggunaan mikrokontroler untuk mengatur relay modul. Ada beberapa fungsi dari *relay* yaitu:

- Mengendalikan rangkaian elektronik yang beroperasi pada tegangan tinggi menggunakan sinyal tegangan rendah.
- Melakukan operasi gerbang logika NOT.
- Mengatur waktu penundaan.
- Menjaga komponen lain agar tidak terkena tegangan berlebih atau konsleting

2.2.9 POMPA AIR

Pompa air adalah alat yang dirancang untuk mengalirkan sejumlah air dengan menghisap air yang ada dan menyebarkannya dalam jumlah yang diinginkan. Pompa ialah alat yang berfungsi untuk mengangkat *fluida* dari area

rendah ke area tinggi atau dari cairan bertekanan rendah ke cairan bertekanan tinggi. Selain itu, pompa juga digunakan untuk meningkatkan laju aliran dalam sistem perpindahan jaringan[19]. Pompa mengoperasikan dirinya dengan menciptakan perbedaan tekanan antara bagian masukan dan keluaran. Perbedaan tekanan ini diciptakan oleh gerakan roda *impeller*, yang menciptakan kondisi hampir vakum di sisi masukan. Tekanan yang berbeda ini memungkinkan cairan untuk dihisap dan dipindahkan dari tangki penyimpanan ke lokasi tujuan.

Mini Submersible Water Pump adalah sebuah motor kecil yang dirancang untuk memompa air di dalam air. Alat ini cocok digunakan untuk berbagai keperluan seperti aquarium, kolam ikan, hidroponik, serta aplikasi dalam robotika atau mikrokontroler. Ditenagai oleh motor DC tanpa sikat, pompa ini beroperasi pada tegangan DC 5V dengan kapasitas pompa mencapai 120L per jam. Salah satu keunggulannya adalah operasional yang hening dan keamanan yang terjamin saat digunakan dalam air. [20].



Gambar 2. 8 Pompa air DC 5V

- . Berdasarkan gambar 2.8 pompa Air DC memiliki 3 bagian dasar :
1. Bagian yang tetap/stasioner yang disebut stator. Stator ini menghasilkan medan magnet, baik yang dibangkitkan dari sebuah koil (elektro magnet) ataupun magnet permanen.
 2. Bagian yang berputar disebut rotor. Rotor ini berupa sebuah koil dimana arus listrik mengalir.
 3. *Gear Box* yang dipasang pada pompa. *Gear box* ini didalamnya terdapat gear yang dipasang pada ujung rotor untuk menghisap air. Gaya elektromagnet pada motor DC timbul saat ada arus yang mengalir pada penghantar yang berada dalam medan magnet. Medan magnet itu sendiri ditimbulkan oleh magnet permanen. Garis-garis gaya magnet mengalir diantara dua kutub magnet dari kutub utara ke kutub selatan

Cara kerja pompa air DC adalah water pump DC menggunakan motor DC yang terhubung ke *impeller*. *Impeller* adalah bagian dari pompa yang berputar dan berfungsi untuk memindahkan air. Motor DC pada *water pump* DC menggunakan komutator yang mengubah arah aliran listrik secara teratur untuk menjaga motor berjalan dengan lancar.

Water pump DC biasanya dilengkapi dengan kontroler yang memungkinkan pengguna untuk mengatur kecepatan putaran motor. Dengan begitu, *water pump* DC dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna dan menghemat energi.

2.2.10 POWER SUPPLY

Adaptor daya modern menggunakan semikonduktor sebagai sakelar untuk mengontrol daya elektronik, mengatur keluaran dengan mengatur berapa lama transistor sakelar aktif dan non-aktif. Sebelum tahun 1980-an, catu daya eksternal cenderung linier, meskipun lebih besar, lebih berat, dan kurang efisien dibandingkan dengan catu daya saat ini. Meskipun demikian, keunggulannya terletak pada kestabilan operasi dan sirkuit yang sederhana, walaupun tidak cocok untuk mobilitas. Di Jepang, pada pertengahan 1980-an, Toshiba memimpin dengan mengadopsi teknologi mode sakelar untuk menggerakkan daya luar komputer *notebook*, yang membuka era baru dalam pengembangan daya dengan catu daya

switching eksternal yang menghilangkan kekhawatiran akan panas yang dihasilkan oleh *notebook*. Inovasi ini tidak hanya mempermudah penggunaan, tetapi juga mempopulerkan komputer *notebook* secara global. Sejak saat itu, penggunaan catu daya mode sakelar meluas ke berbagai industri elektronik, seperti peralatan listrik, kontrol sakelar, komunikasi, dan pengendali daya, umumnya terdiri dari modul kontrol PWM dan MOSFET. Meskipun biaya untuk catu daya mode sakelar meningkat seiring dengan peningkatan daya keluaran, pergeseran ke efisiensi biaya telah mendorong perkembangan yang signifikan dalam teknologi pasokan daya. Prinsip operasi dari catu daya DC (Adaptor) terletak pada fakta bahwa arus listrik yang umumnya digunakan di rumah, kantor, dan pabrik adalah arus bolak-balik atau AC (*Alternating Current*). Meskipun demikian, sebagian besar perangkat elektronik modern memerlukan arus searah atau DC (*Direct Current*) dengan tegangan rendah untuk pengoperasiannya. Untuk mengatasi ini, setiap perangkat elektronik dilengkapi dengan rangkaian yang mengubah arus AC menjadi arus DC, disebut catu daya DC atau adaptor. Adaptor ini terdiri dari empat komponen utama untuk menghasilkan arus DC yang stabil: *Transformer, Rectifier, Filter, dan Voltage Regulator*. Sebelum menjelaskan lebih lanjut tentang prinsip kerja catu daya DC, penting untuk memahami blok-blok dasar yang membentuk adaptor. Berikut adalah diagram blok umum dari catu daya DC (Adaptor)[21].

Adaptor berfungsi untuk mengubah arus listrik yang kuat menjadi tegangan rendah, sehingga tegangan yang mengalir sesuai dengan kebutuhan perangkat anda. Dalam sistem kelistrikan PLN, arus bolak-balik (AC) adalah prinsip dasarnya. Namun, peralatan listrik di rumah sering memerlukan tegangan searah (DC) untuk operasionalnya. Untuk mengatasi perbedaan ini, adaptor menjadi solusi yang tepat dengan kemampuannya mengubah arus bolak-balik menjadi arus searah yang diperlukan oleh perangkat elektronik.

Ada dua jenis adaptor yaitu adaptor konvensional dan adaptor *switching*. Berikut adalah penjelasan rinci tentang keduanya :

1. Adaptor Konvensional

Adaptor konvensional merupakan jenis adaptor pertama. Pada jenis ini, tegangan AC dikonversi menjadi tegangan DC dengan menggunakan transformator *step down* untuk menurunkan tegangan. Proses ini diikuti dengan penyearahan

menggunakan dioda sebagai penyearah dan penguatan menggunakan kapasitor elektrolit untuk meratakan tegangan. Adaptor konvensional fokus pada penurunan tegangan melalui transformator, dan umumnya digunakan pada perangkat listrik seperti *amplifier*, *radio tape*, dan sejenisnya.

2. Adaptor *Switching* (SPMS)

Adaptor *switching* adalah perkembangan dari adaptor konvensional yang mengatasi beberapa kelemahan dari versi sebelumnya. Berbeda dengan adaptor konvensional yang menggunakan transformator besar, adaptor *switching* menggunakan trafo kecil yang dikenal sebagai trafo *switching*. Adaptor ini tidak menggunakan sirkuit yang sama dengan adaptor konvensional, melainkan menggunakan sirkuit yang beroperasi dengan prinsip *on* dan *off* secara bergantian untuk menghasilkan tegangan konstan. Frekuensi operasinya biasanya dalam kisaran 20 kHz, yang memungkinkan adaptor *switching* mencapai efisiensi listrik hingga 83%.

Adaptor ini banyak digunakan dalam perangkat modern seperti TV, komputer, adaptor laptop, dan lain sebagainya, karena memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan adaptor konvensional.

1. Transformator (Trafo)

Trafo, atau transformator, merupakan komponen kunci dalam adaptor. Fungsinya adalah menyesuaikan arus dan tegangan catu daya, baik menaikkan maupun menurunkannya sesuai kebutuhan. Pada adaptor, trafo *step-down* biasanya digunakan, yang memiliki gulungan primer sebagai input dan gulungan sekunder sebagai *output* dengan belitan yang lebih banyak. Meskipun demikian, keluaran trafo tetap berupa arus bolak-balik (AC), yang perlu disesuaikan sesuai kebutuhan sumber listrik AC.

2. Penyearah (*Rectifier*)

Penyearah, yang sering disebut sebagai *rectifier*, bertugas mengubah arus bolak-balik menjadi arus searah agar sesuai untuk perangkat elektronik. Dalam adaptor, penyearah menggunakan komponen seperti dioda untuk melakukan konversi ini. Ada dua jenis penyearah yaitu *half wave rectifier* yang menggunakan satu dioda, dan *full wave rectifier* yang menggunakan dua atau empat dioda untuk tujuan yang sama.

3. Penyaring (*Filter*)

Komponen *filter* sangat penting dalam adaptor untuk menyaring sinyal dari penyearah. *Filter* ini sering menggunakan kapasitor jenis ELCO (*Electrolyte Capacitor*) untuk tugas penyaringannya.

4. Pengatur Tegangan (*Voltage Regulator*)

Voltage regulator, atau pengatur tegangan, adalah komponen terakhir dalam adaptor yang berfungsi untuk menstabilkan tegangan DC dan menjaga konsistensi tegangan *output*. Ini dilakukan agar tegangan tidak dipengaruhi oleh variasi beban, suhu, atau tegangan *input* dari penyearah. *Voltage regulator* umumnya terdiri dari transistor, dioda Zener, IC regulator, serta komponen lainnya seperti pembatas arus, proteksi dari tegangan berlebihan, dan perlindungan dari hubungan arus pendek.

Dengan demikian, parafrase tersebut menjelaskan fungsi dan komponen-komponen utama dalam sebuah adaptor.