

BAB II DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Penelitian [6] mengenai solenoida, kumparan yang terbuat dari lilitan kabel panjang, memanfaatkan hukum Faraday untuk menghasilkan gaya gerak listrik (GGL) dari perubahan *fluks*. Ketika magnet dimasukkan atau dikeluarkan dari solenoida, terjadi perubahan *fluks* yang memicu GGL. GGL ini dapat diukur dengan menggunakan lampu LED hijau sebagai indikator. Dua solenoida dengan 3100 lilitan dan magnet Neodymium digunakan dalam percobaan ini. Hasil menunjukkan bahwa GGL yang dihasilkan bervariasi sesuai dengan RPM penggerak. Pada RPM 200, GGL sebesar 0,5 V tidak cukup untuk menyalakan lampu. Pada RPM 400, GGL meningkat menjadi 1 V dengan arus 0,6 mA, namun lampu masih redup. *Fluks* yang terukur pada RPM 400 adalah $0,15 \times 10^{-5} \text{ Wb/m}^2$. RPM 600 mendapatkan tegangan 1,6 V dengan arus 3,2 mA dan lampu menyala terang dengan pemanfaatan *fluks* $0,081 \cdot 10^{-4} \text{ Wb/m}^2$ dan RPM 800 mendapatkan tegangan sebesar 2,2 V dengan arus sebesar 6,6 mA dan lampu menyala sangat terang dengan pemanfaatan *fluks* $0,16 \cdot 10^{-4} \text{ Wb/m}^2$ [6].

Penelitian [7] berfokus pada pengembangan desain generator magnet permanen (GPM) satu fasa *fluks* aksial dengan stator ganda untuk meningkatkan daya yang dihasilkan. Generator ini dirancang dengan 12 kutub, memungkinkan penggunaannya pada putaran rendah yang umum dihasilkan oleh sumber energi terbarukan. Desain GPM ini melibatkan dua cakram besi (Fe) sebagai rangka stator dan inti jangkar, piringan rotor besi dengan 12 magnet permanen Neodymium (NdFeB) tersusun U-S yang ditanamkan dalam slot tercetak pada inti, serta dua jangkar. Pada setiap inti jangkar dipasang 12 kumparan. GPM *fluks* aksial membangkitkan energi listrik dengan aliran *fluks* tegak lurus. Dengan menggunakan 12 magnet silinder berdiameter 3,9 cm, diperoleh keliling rotor 70,8 cm, jarak magnet 2 cm, kerapatan *fluks* magnet $1,32 \text{ Wb/m}^2$, dan *fluks* maksimum $9,023 \times 10^{-4} \text{ Wb}$. Dari pengujian pada 160 rpm, tegangan *output* tanpa beban tercatat 35,73 volt dan menurun linear seiring dengan

peningkatan lebar celah udara. Pada 500 rpm, generator menghasilkan tegangan 87,6 volt pada frekuensi 50 Hz. Hasil pengujian menunjukkan daya maksimum yang dihasilkan generator sebanding dengan peningkatan kecepatan [7].

Pada penelitian [8] berfokus pada pengaruh bentuk geometri dan rapat *fluks* magnet terhadap tegangan keluaran generator magnet permanen *fluks* aksial. Model generator aksial dirancang menggunakan *software* 3D *Studio Max* dan *Visual Basic Net Express*. Simulasi dan eksperimen dilakukan dengan menggunakan magnet permanen NdFeB berbentuk circular dan rectangular dengan variasi densitas *fluks* magnetik 0,5; 0,8; 1,1; 1,3 tesla pada kecepatan rotasi sekitar 260 ± 540 rpm. Hasil simulasi dan eksperimen menunjukkan bahwa geometri magnet permanen memiliki pengaruh signifikan dalam menghasilkan densitas *fluks* magnetik maksimum. Hasil ini juga menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara tegangan keluaran maksimum dengan kerapatan *fluks* magnet maksimum. Semakin besar kerapatan *fluks* magnet dan kecepatan putaran rotor maka semakin besar pula tegangan keluaran yang dihasilkan [8].

Pada penelitian [9] merancang dan menguji generator mini tipe *fluks* radial. Rotornya didesain menggunakan 8 magnet permanen NdFeB berbentuk persegi panjang dengan kerapatan *fluks* magnet 1,28 T. Statornya dibuat dengan 7 kumparan kawat tembaga berdiameter 0,3 mm dan 218 lilitan. Kinerja generator diukur terhadap kecepatan putar rotor (540-660 rpm) dan *output* tegangan, arus, daya, dan intensitas cahaya. Hasil uji tanpa beban menunjukkan tegangan maksimum 219 volt pada 660 rpm. Dengan beban lampu pijar 10 W pada kecepatan putar yang sama, generator menghasilkan tegangan 185 V, arus 0,36 A, daya 66,6 W, dan intensitas cahaya 280 Cd. Dengan demikian generator mini *fluks* radial ini dapat diaplikasikan sebagai lampu indikator emergensi (tanda bahaya), khususnya di jalan tol (daerah licin) [9].

Pada penelitian [10] dilakukan analisa karakteristik tegangan *output* generator aksial menggunakan magnet permanen Neodymium Ferrite Boron (NdFeB) yang disusun berlapis. Delapan kutub magnet dengan kerapatan *fluks* 0,177 T digunakan dalam penelitian ini. Metode yang digunakan meliputi perancangan, pembuatan, dan pengukuran keluaran generator aksial tanpa beban dan berbeban. Hasil penelitian

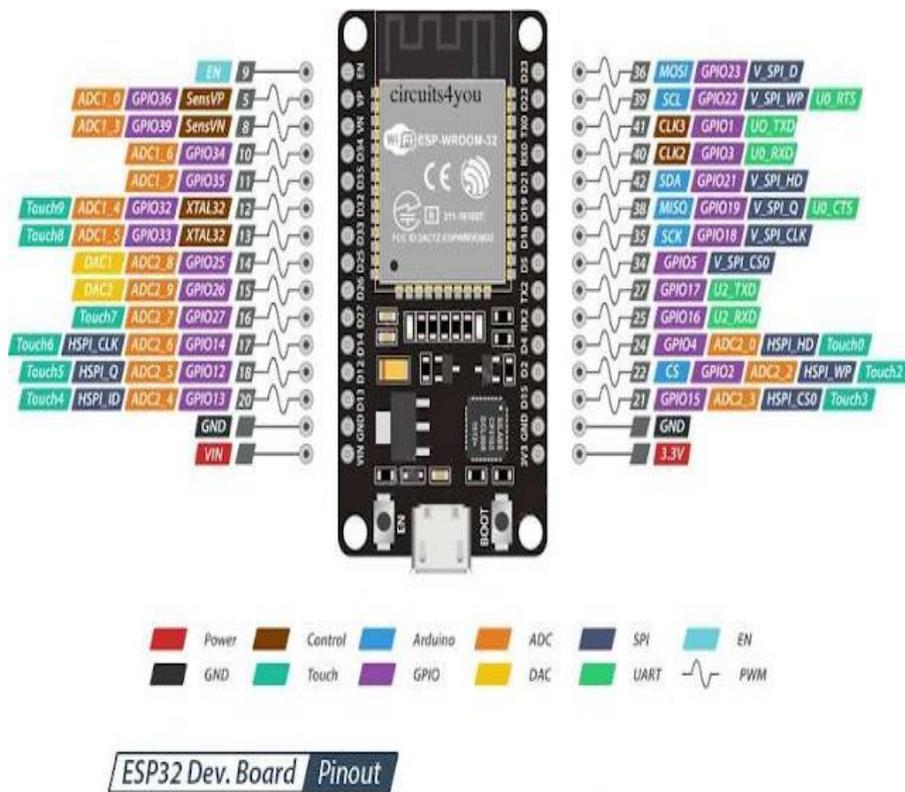
menunjukkan bahwa generator tanpa beban dengan rotor berlapis empat magnet menghasilkan tegangan *output* tertinggi, yaitu 3,06 Volt – 10,77 Volt pada kecepatan rotor 360 rpm – 1328 rpm. Sementara itu, pada kondisi berbeban lampu DC 5 watt, kecepatan rotor turun antara 355 rpm – 1335 rpm dengan tegangan *output* antara 2,85 Volt – 5,86 Volt [10].

Dalam penelitian ini, terdapat sejumlah perbedaan jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya. Perbedaan-perbedaan tersebut meliputi penggunaan mikrokontroler ESP32, platform antares, dan metode pengambilan data yang digunakan. Penggunaan mikrokontroler ESP32 memberikan keunggulan dalam hal kinerja dan efisiensi energi. Selain itu, platform antares memungkinkan integrasi dan analisis data yang lebih efisien. Pengambilan data yang dilakukan dalam penelitian ini juga berbeda, dengan teknik dan frekuensi yang telah disesuaikan untuk mencapai hasil yang lebih akurat dan relevan.

2.2 DASAR TEORI

2.2.1 ESP32

ESP32 merupakan mikrokontroler yang diperkenalkan oleh *Espressif System*, sebuah perusahaan China yang berbasis di Shanghai. ESP32 memungkinkan pembuatan *prototype* dengan IoT menjadi lebih efisien dan lebih cepat. Mikrokontroler ESP32 yang merupakan penerus ESP8266, memiliki banyak tambahan fitur dan keunggulan dibandingkan generasi sebelumnya. ESP32 dilengkapi dengan fitur inti CPU dan Wi-Fi 802.11 b/g/n, yang lebih cepat, dukungan untuk Bluetooth v4.2 BR/EDR, dan konsumsi daya yang rendah. Fitur I/O *peripheral* melibatkan 12-bit SAR ADC (*Analog-to-Digital Converter*), 2x DAC (*Digital-to-Analog Converter*) 8-bit, mikrokontroler yang digunakan oleh ESP32 adalah *Tensilica Xtensa LX6 dual-core*, beroperasi pada 160 MHz atau 240 MHz, tegangan *input* yang digunakan berkisar 3,0 V sampai dengan 3,6 V, ESP32 memiliki RAM 520 kb, *flash* 2MB sampai dengan 64MB. Untuk keamanan perangkat ini mencakup standar keamanan IEEE 802.11, *boot* aman, enkripsi 1024-bit. ESP32 memiliki gambar dan spesifikasi seperti yang ditampilkan oleh Gambar 2.1 dan Tabel 2.1.



Gambar 2.1 ESP32 [11]

Pada gambar 2.1 ditampilkan ESP32 beserta dengan nama, jumlah dan fungsi setiap pin yang terdapat pada mikrokontroler ESP32. Untuk spesifikasi ESP32 dapat ditinjau pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Spesifikasi ESP32

Spesifikasi ESP32	
Mikrokontroler	ESP32
CPU	Tensilica Xtensa dual-core (atau single-core) 32-bit LX6, beroperasi pada 160 atau 240 MHz.
Tegangan <i>Input</i>	3.0 V sampai 3.6V
RAM	520 KB
Flash	2MB(max 64MB)

Spesifikasi ESP32	
GPIO	32
Konsumsi Daya	Rata-rata 80 mA
Wifi	802.11 b/g/n
<i>Bluetooth</i>	v4.2 BR/EDR
UART	3
ADC	18 (12-bit)
DAC	2 (8-bit)

Tabel tersebut menyajikan informasi lengkap dari mikrokontroler ESP32. Spesifikasi yang tercantum meliputi parameter teknis seperti jenis prosesor, jumlah pin, WiFi, *bluetooth*, konsumsi daya dan fitur-fitur tambahan lainnya. Dengan melihat tabel ini, pengguna dapat memahami secara menyeluruh kemampuan dan karakteristik teknis ESP32, sehingga dapat digunakan sebagai panduan dalam merancang aplikasi yang sesuai dengan kebutuhan[11].

2.2.2 MAGNET

2.2.2.1 PENGERTIAN MAGNET

Magnet dalam bahasa Yunani merupakan benda yang memiliki medan magnet. Sifat unik magnet memungkinkannya untuk memengaruhi bahan-bahan tertentu di sekitarnya. Daya tarik magnet terhadap benda bervariasi, dengan bahan logam umumnya lebih tertarik. Besi dan baja termasuk material yang sangat tertarik oleh magnet, sementara oksigen cair termasuk yang daya tariknya rendah. Kata "magnet" berasal dari bahasa Yunani "*magnitis lithos*," yang artinya "batu dari Magnesia". Penamaan ini merepresentasikan asal mula penemuan magnet di Magnesia, Asia Kecil. [12].

Magnet terbagi menjadi dua kategori, yaitu magnet alam dan magnet buatan.

1. Magnet alam

Magnet alam terbentuk tanpa campur tangan manusia, hadir di bumi berkat pengaruh medan magnet planetnya. Terdiri dari bijih besi magnet (Fe_3O_4) di dalam tanah, magnet ini memiliki kekuatan yang umumnya tidak cukup besar untuk penggunaan luas. Penemuan magnet alam (dalam bentuk batu) pertama kali ditemukan

di Magnesia, Asia Kecil, dan itulah asal nama benda istimewa ini. Dalam hal penggunaan praktis, bangsa Cina tercatat sebagai yang pertama memanfaatkannya sekitar 2637 SM, sebagai alat penentu arah mata angin atau kutub bumi, menyerupai fungsi kompas.

2. Magnet buatan

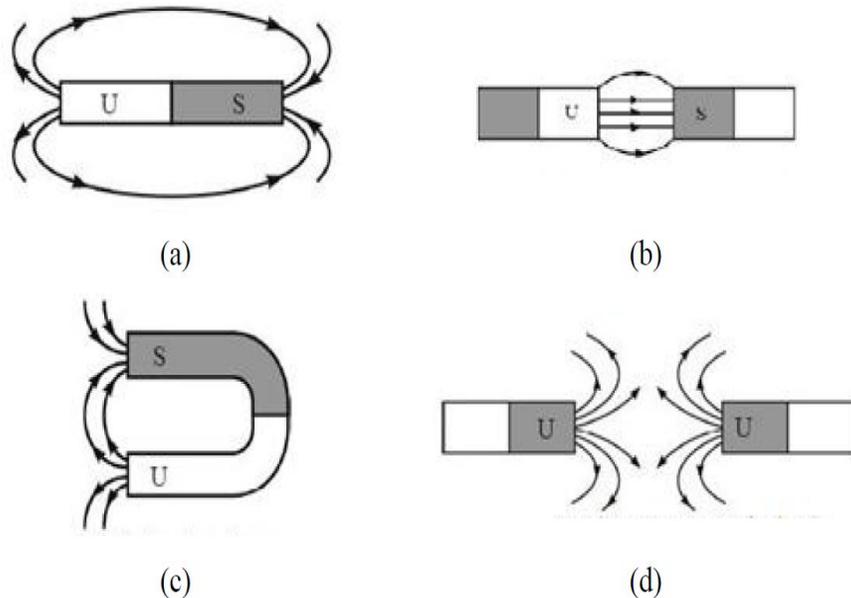
Magnet buatan, hasil ciptaan manusia, hadir dengan tujuan untuk memenuhi berbagai kebutuhan magnet, baik yang kuat maupun lemah. Bahan pembuatnya pun beragam, mulai dari baja atau besi murni, hingga campuran seperti baja dan nikel, atau aluminium, *kobalt*, dan nikel. Berdasarkan sifat kemagnetannya, ada dua jenis magnet buatan: magnet permanen dan magnet sementara. Magnet permanen seperti namanya, memiliki sifat kemagnetan yang menetap dalam waktu lama, sedangkan magnet sementara memiliki sifat kemagnetan yang tidak permanen dan hanya berlangsung sementara [13].

2.2.2.2 KUTUB MAGNET

Magnet mempunyai bagian yang unik, yaitu kutub magnet, yang membuatnya dapat menarik benda-benda yang mengandung unsur besi. Kutub - kutub ini kemudian dinamakan "kutub utara (N) dan kutub selatan (S)". Ketika kedua kutub magnet didekatkan satu sama lain, kutub magnet akan saling memberikan gaya. Gaya ini bisa berupa tarik-menarik atau tolak-menolak dan dapat dirasakan meskipun magnet tidak bersentuhan. Ketika kutub selatan sebuah magnet batang didekatkan dengan kutub selatan magnet lainnya, gaya yang terjadi adalah saling tolak - menolak. Begitu juga, ketika kutub utara satu magnet didekatkan dengan kutub utara magnet lainnya, gaya yang diberikan berupa tolak-menolak. Namun, ketika kutub selatan sebuah magnet didekatkan dengan kutub utara magnet lainnya, gaya yang muncul adalah saling tarik - menarik.

Magnet selalu mempunyai dua kutub yaitu, kutub utara dan kutub selatan. Ketika sebuah magnet dipotong, magnet tersebut akan tetap mempunyai dua kutub. Ketika bagian magnet yang dipotong dilakukan pemotongan kembali potongan tersebut akan menghasilkan dua kutub magnet kembali yaitu kutub utara dan kutub selatan

magnet. Meskipun pemotongan dilakukan sampe magnet menjadi kecil, potongan tersebut tetap akan menghasilkan dua kutub.



Gambar 2.2 Perbedaan Pola Garis Gaya Menyebabkan Perbedaan Kekuatan Magnet [14]

Magnet akan terus mempunyai dua kutub yaitu kutub utara dan kutub selatan. Dari kedua kutub, garis gaya magnet mengalir dari kutub utara ke kutub selatan, menyebar melalui udara di sekitar magnet batang. Pada magnet berbentuk batang, garis gaya magnet harus melalui jalur yang cukup panjang di udara, sehingga kekuatan magnetnya menjadi lebih lemah. Sebaliknya, pada magnet berbentuk U, jalur yang dilalui oleh garis gaya magnet di udara lebih pendek, sehingga magnet berbentuk U memiliki gaya magnet yang lebih kuat. Perbedaan lintasan kutub magnet dapat ditinjau pada Gambar 2. 2 [14].

Garis gaya yang keluar dan menuju kutub magnet pada setiap titik di sekitar magnet memiliki kerapatan yang berbeda pada setiap satuan luas yang ditembus oleh garis gaya tersebut. Kerapatan garis gaya ini dikenal sebagai *fluks* magnetik. Dalam fisika, jumlah garis gaya magnet yang menembus suatu area disebut *fluks* magnet dan diukur dalam satuan Weber. Satu Weber setara dengan 10^8 garis gaya magnet. Satu Maxwell sama dengan $10^{(-8)}$ Weber [15].

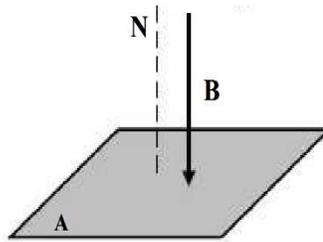
2.2.2.3 FLUKS

Fluks magnetik adalah garis-garis medan magnet yang berasal dari kutub utara sumber magnet yang menembus suatu luas permukaan tertentu. *Fluks* magnet dilambangkan dengan Φ_B dimana B adalah medan magnet dengan satuannya Weber (Wb), untuk menghormati fisikawan Jerman *Wilhelm Weber*. Nilai *fluks* magnet bergantung pada arah medan magnet dan merupakan besaran vektor [16].

Rumus *fluks* magnet :

$$\Phi_B = \int B \cdot dA \quad (2.1)$$

Rumus di atas digunakan ketika garis-garis medan magnet menembus bidang datar secara tegak lurus seperti gambar 2.3.



Gambar 2.3 Penampakan Garis - Garis Medan Magnet Secara Tegak Lurus
[16]

Keterangan :

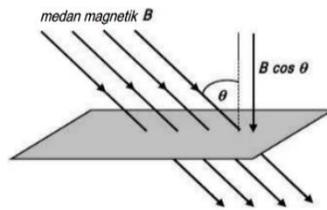
Φ adalah *fluks* magnetik (Wb)

B adalah induksi magnetik (Wb / m²)

A adalah luas bidang (m²)

$$\Phi_B = \int B \cdot dA \cos\theta \quad (2.2)$$

Rumus di atas digunakan ketika garis-garis medan magnet tidak tegak lurus dengan bidang datar, sehingga sudut (θ) akan mempengaruhi besarnya *fluks* magnet. Hal ini dapat dilihat pada gambar 2.4 [16].



Gambar 2.4 Penampakan Garis - Garis Medan Magnet Tidak Tegak Lurus

[16]

Keterangan :

Dimana θ adalah sudut antara vektor B dan dA

B adalah induksi magnetik (Wb / m^2)

A adalah luas bidang (m^2)

Φ adalah *fluks* magnetic (Wb) [16].

2.2.2.4 HUKUM FARADAY

Hukum faraday merupakan hukum yang mempelajari proses terbentuknya medan magnet yang disebabkan karena adanya arus listrik. Hukum faraday, yang dikenal sebagai hukum induksi elektromagnetik, menjelaskan fenomena di mana terjadi induksi gaya gerak listrik dalam sebuah lilitan jika terjadi perubahan *fluks* magnetik yang melintasi lilitan. *Magnetic flux* dapat diinterpretasikan sebagai jumlah garis medan magnet yang menembus suatu bidang tegak lurus terhadap arah medan magnet tersebut. Setiap perubahan *fluks* yang terhubung dengan lilitan akan menyebabkan timbulnya gaya gerak listrik yang terinduksi dalam lilitan. Perubahan *fluks* ini akan menyebabkan timbulnya gaya gerak listrik yang terinduksi secara statis [17].

2.2.2.5 HUKUM GAUSS

Hukum Gauss bagian alternatif dari hukum *Coulomb* yang menyatakan hubungan antara muatan listrik dan medan listrik. Hukum ini diformulasikan oleh Carl Friedrich Gauss (1777-1855), salah satu matematikawan paling berpengaruh dalam sejarah, hukum ini memberikan pendekatan berbeda untuk memahami interaksi antara muatan listrik dan medan listrik yang dihasilkan. Hukum gauss menyatakan bahwa

total *fluks* listrik yang melewati sebuah permukaan tertutup sebanding dengan jumlah muatan listrik (*netto*) yang berada di dalam permukaan [18].

2.2.2.6 GAYA LORENTZ

Gaya lorentz adalah gaya yang dialami oleh kawat berarus listrik di dalam medan magnet. Ketika kawat di aliri arus listrik dan diletakkan dalam medan magnet, maka akan timbul gaya lorentz pada kawat tersebut. Arah gaya lorentz dapat ditentukan dalam kaidah tangan kanan.



Gambar 2.5 Kaidah Tangan Kanan [19]

Dalam kaidah tangan kanan, ibu jari tegak lurus terhadap telunjuk dan jari tengah. Dalam kondisi di mana arah medan magnet (B) diwakili oleh telunjuk dan arah arus listrik (I) dapat ditinjau pada Gambar 2.5 diwakili oleh ibu jari, maka arah gaya lorentz (F) ditunjukkan oleh jari tengah [19].

2.2.3 SENSOR HALL EFFECT

2.2.3.1 EFFECT HALL

Effect hall merupakan peristiwa ketika arus listrik (I) mengalir melalui bahan logam yang memiliki medan magnet (B) tegak lurus terhadap arus tersebut. Hal ini menyebabkan pembawa muatan yang bergerak dalam logam mengalami pembelokan oleh medan magnet tersebut. Dr. Edwin Hall menemukan efek ini pada tahun 1879 [20].

2.2.3.2 SENSOR HALL EFFECT

Effect hall ditemukan oleh *Dr. Edwin Hall* pada tahun 1879. *Sensor hall effect* ini berbentuk petak tipis dan ada yang terdiri dari tiga kaki. Bentuk *sensor hall effect* dapat ditinjau Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Sensor *Hall Effect* [21]

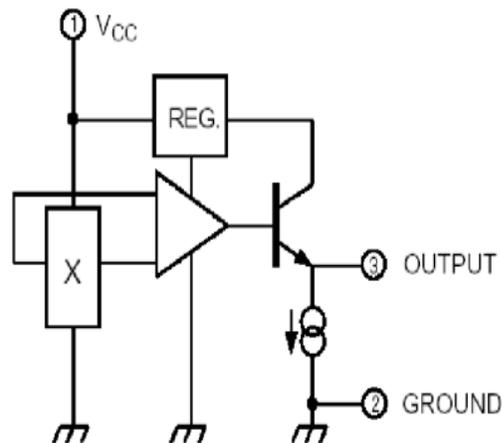
Sensor *hall effect* adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi atau mengukur medan magnet. Sensor ini menghasilkan tegangan yang sebanding dengan kekuatan medan magnet yang diterima. Sensor *hall effect* sering dimanfaatkan untuk mendeteksi kedekatan (*proximity*), posisi (*positioning*), kecepatan (*speed*), pergerakan arah (*directional*), dan arus listrik (*current sensing*) [21].

Cara kerja sensor *hall effect*:

Sensor *hall effect* terdiri dari lapisan silikon dengan dua pasang elektroda. Ketika arus listrik mengalir melalui lapisan silikon, tanpa adanya medan magnet, arus mengalir lurus di tengah dan menghasilkan tegangan nol. Namun, ketika medan magnet diterapkan, arus listrik membelok karena gaya lorentz, menyebabkan perbedaan tegangan yang dikenal sebagai tegangan *hall* antara elektroda. Besarnya tegangan ini sebanding dengan kekuatan medan magnet yang diterapkan. Selain itu, arah tegangan *hall* dapat digunakan untuk menentukan polaritas medan magnet. Dengan demikian, sensor *hall effect* mampu mendeteksi kekuatan dan arah medan magnet melalui tegangan yang dihasilkan oleh pergeseran arus dalam lapisan silikon [22].

2.2.3.3 SENSOR HALL EFFECT 49E

Salah satu jenis sensor *hall effect* adalah 49E. Sensor tersebut memerlukan *power supply* sebesar 2,30 sampai 10 Volt. Sensor *hall effect* 49E memiliki tiga pin yang tersusun dan masing-masing pin memiliki fungsi tersendiri.



Gambar 2.7 *Sensor Hall Effect 49E* [23]

Pin 1 : VCC, pin tegangan suplai

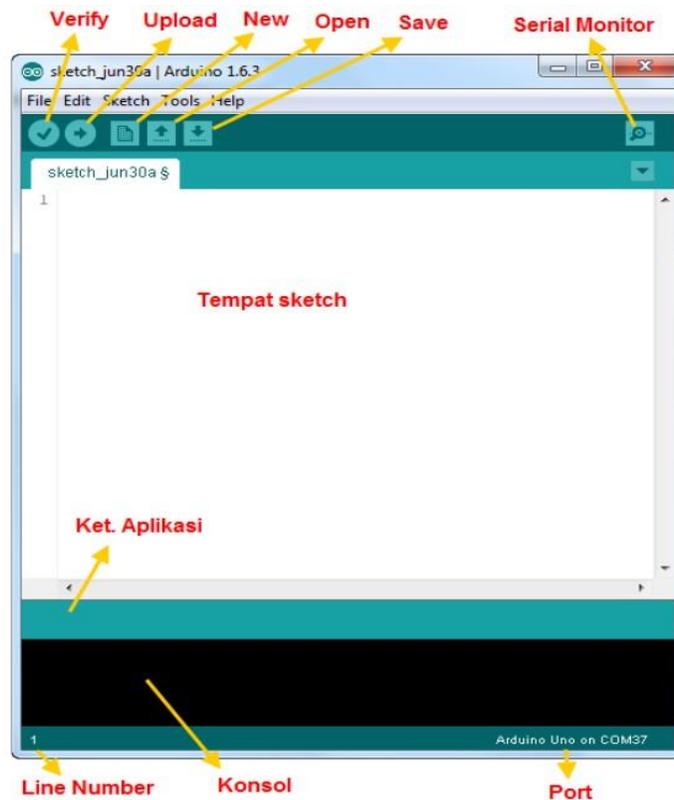
Pin 2 : GND, pin *ground*

Pin 3 : Vout, pin tegangan *output*

Sensor hall effect 49E digunakan karena kelebihanannya yang meliputi *output* tegangan linier yang seimbang dengan medan magnet, rentang tegangan operasi yang luas, sensitivitas tinggi, kinerja stabil pada berbagai suhu, konsumsi daya rendah, serta mudah diintegrasikan dengan konfigurasi tiga pin. Sensor ini juga relatif murah, tahan lama, dan berukuran kecil, menjadikannya ideal untuk berbagai aplikasi seperti deteksi posisi, pengukuran arus, pengukuran kecepatan, dan deteksi kedekatan [23].

2.2.4 ARDUINO IDE

Aplikasi IDE (*Integrated Development Environment*) diperlukan untuk memprogram *board* ESP32. Aplikasi ini memiliki fungsi yang berguna dalam pembuatan, membuka, dan mengedit *source code* ESP32 (dikenal sebagai "*sketches*" di kalangan programmer). *Sketch* merupakan *source code* yang mengandung logika dan algoritma yang akan diunggah ke dalam IC mikrokontroler. Perangkat lunak arduino IDE dibuat dengan lingkungan yang ditulis dalam bahasa Java. Selain itu, arduino IDE dilengkapi dengan kompiler untuk bahasa C atau C++. Tujuan dari arduino IDE adalah membantu pembuatan *script* atau *kode* untuk berbagai jenis *board* atau mikroprosesor.



Gambar 2.8 Arduino IDE [24]

Pada gambar 2.8 merupakan bagian-bagian yang terdapat pada Arduino IDE, bagian-bagian tersebut terdiri dari :

- 1 *Verify* : pada bagian ini dikenal dengan istilah *Compile*. Sebelum penerapannya diupload ke *board* Arduino, selayaknya dilakukan verifikasi terlebih dahulu *sketch* yang telah dilakukan. Jika ada kesalahan pada *sketch*, maka akan muncul *error*. Proses *Verify/Compile* akan mengonversikan sketsa ke kode biner untuk diupload ke mikrokontroler.
- 2 *Upload* : berfungsi untuk mengupload sketsa ke *board* Arduino. Walaupun tidak mengklik tombol *verify*, maka *sketch* akan di-*compile* dan akan langsung diupload ke *board*. Hal ini berbeda dengan tombol *verify* yang hanya digunakan untuk memverifikasi sumber kode saja.
- 3 *New Sketch* : Membuat *sketch* baru dan membuka jendela baru pada Arduino.
- 4 *Open Sketch* : Membuka *sketch* yang telah dibuat sebelumnya. *Sketch* yang dipakai menggunakan arduino IDE akan disimpan dalam ekstensi *file.ino*.

- 5 *Save Sketch* : Untuk menyimpan *sketch*, tapi tidak disertai *compiling*.
- 6 *Serial Monitor* : Membuka *interface* untuk *serial communication*.
- 7 Keterangan Aplikasi : *Messages* yang dihasilkan oleh *software* akan ditampilkan di sini, seperti "*Compiling*" dan "*Done Uploading*" saat melakukan *compiler* dan *uploading sketch* ke *board* Arduino.
- 8 *Baris Sketch* : bagian ini menjadi unjuk kerja pada baris kursor yang aktif dalam *sketch*.
- 9 Informasi *Port* : bagian ini memberikan informasi *port* yang dipakai oleh *board* Arduino [24].

2.2.5 INTERNET OF THINGS (IoT)

Pada tahun 2009 istilah *Internet Of Things* (IoT) pertama kali diperkenalkan oleh Kevin Ashton (Ashton, 2009). Secara general, IoT dibagi menjadi dua komponen utama: internet dan *things*. Internet adalah kumpulan jaringan yang luas dan berkembang secara dinamik, berlandaskan tolak ukur serta *communication protocol* yang memungkinkan dilakukan secara otomatis. Sementara itu, *things* adalah benda atau objek, baik fisik maupun maya, yang memiliki label, atribut, serta karakteristik, dan dapat saling berkomunikasi melalui *interface* atau media transmisi[25].

Prinsip dasar perangkat IoT adalah memberikan identitas unik pada benda di lingkungan yang nyata, namun dapat dikenali dan diberikan sebagai data pada sistem komputer. Pada penerapan konsep IoT, *identifier* yang digunakan oleh komputer untuk mengidentifikasi dan membaca benda meliputi *kode batang (barcode)*, *kode QR (QR code)*, dan *Radio Frequency Identification (RFID)*. Seiring dengan perkembangan teknologi, beberapa benda kini dapat diberi pengenal berupa *Internet Protocol* dan menggunakan jaringan internet untuk berinteraksi dengan benda lain yang juga memiliki pengenal IP[26].

IoT adalah konsep di mana berbagai objek dapat mentransfer data melalui jaringan tanpa perlu interaksi antara manusia dengan manusia atau manusia dengan komputer. *Internet of Things* merujuk pada *engine* atau alat mikrokontroler dapat diidentifikasi sebagai representasi virtual dalam strukturnya yang berbasis internet. Secara umum, perangkat IoT terdiri dari beberapa sensor sebagai alat *collecting data*,

koneksi internet sebagai media komunikasi, dan server sebagai pengumpul informasi yang diterima dari sensor yang akan dianalisa [27].

2.2.6 ANTARES

Antares merupakan *platform Internet of Things (IoT)* dari PT. Telkom Indonesia yang mulai dikembangkan dan diuji hingga akhirnya digunakan sebagai *API gateway* untuk pengembangan perangkat berbasis IoT.

Antares telah memperoleh sertifikasi global untuk *platform IoT* di acara *OneM2M* upacara penghargaan, yang mengakui platform ini sebagai standar teknologi informasi dunia.



Gambar 2.9 Platform Antares [28]

Platform antares menawarkan beberapa fitur yang bisa dinikmati, di antaranya:

- **Aman**, Semua komunikasi dikirimkan melalui jalur yang *dienkripsi*, dilakukan pengaturan agar handal, aman, dan tangguh dengan menggunakan lapisan *transport aman*.
- **Handal**, antares memberikan pengelolaan infrastruktur selama 24/7, sehingga pengguna bisa fokus pada pengembangan ide perangkat IoT.
- **Beragam Perangkat**, antares mendukung berbagai perangkat seperti Arduino, ESP32, ESP8266, Android, Raspberry Pi, dan berbagai *programming language*.
- **Open API**, Selain kontrol aplikasi melalui *dashboard*, pengguna dapat memakai API yang disediakan oleh antares.

Di antares terdapat aspek yang menarik, yaitu dukungan untuk berbagai protokol komunikasi. Pada antares terdapat tiga protokol yang berguna untuk pengembangan IoT, yaitu HTTP, MQTT, dan COAP. Oleh karena itu, pengguna bisa memilih protokol yang diperlukan sesuai dengan keperluan mereka, karena setiap

pengembang mungkin memiliki preferensi berbeda untuk jalur komunikasi yang digunakan [28].

2.2.7 AKURASI

Akurasi merupakan pengukuran tingkat kedekatan kualitas terhadap nilai yang sebenarnya. Apabila nilai pengukuran mendekati atau sama dengan nilai acuan, maka dapat disimpulkan bahwa akurasi dari perangkat yang digunakan tinggi. Nilai akurasi dapat dijadikan sebagai rujukan dalam mengatakan kualitas hasil pembacaan dari sensor.

$$Akurasi = 100\% - Data Error Sensor = \% \quad (2.3)$$

$$Error \% = \left| \frac{Data\ sensor - Acuan}{Acuan} \right| \times 100 \quad (2.4)$$

$$Rata - Rata Error = \frac{Jumlah\ Error}{Banyak\ Percobaan} \times 100 \quad (2.5)$$

Apabila nilai akurasi tinggi, dapat dikatakan bahwa sensor telah mendekati nilai acuan yang dijadikan tujuan. Nilai akurasi kemudian dapat memberikan gambaran tentang kualitas dari luaran sensor. Akurasi, persentase error dan rata-rata error merupakan hal yang saling melengkapi dalam melakukan analisis terhadap sensor [29].