

DAFTAR TABEL

Tabel II- 1. Standar indeks <i>Packet Data Ratio</i> (PDR) menurut TIPHON.....	15
Tabel II- 2. Standar indeks <i>Signal Noise Ratio</i> (SNR) menurut TIPHON	15
Tabel II- 3. Standar indeks <i>Received Signal Strength Indicator</i> (RSSI) menurut TIPHON	16
Tabel IV- 1. Hasil Pengujian Sensor Arus ACS712	27
Tabel IV- 2. Hasil Pengujian Sensor Tegangan 25 Volt	29
Tabel IV- 3. Hasil Data Pengujian Alat	37
Tabel IV- 4. Persentase <i>Error</i> Estimasi Waktu Terbang <i>Quadcopter</i>	39
Tabel IV- 5. Persentase <i>Error</i> Estimasi Jarak Tempuh <i>Quadcopter</i>	40

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pesawat tanpa awak atau biasa disebut UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) adalah salah satu wahana tanpa awak di udara yang mana dapat terbang tanpa pilot, menggunakan gaya aerodinamik untuk menghasilkan gaya angkat (*lift*), dapat terbang secara autonomous atau dioperasikan dengan radio kontrol [1]. Saat ini perkembangan teknologi yang digunakan pada UAV sangat berkembang dengan pesat seiring dengan kebutuhan dari misi yang ingin dicapai oleh UAV itu sendiri. Pengembangan yang dilakukan bukan hanya oleh mereka yang berada di ranah departemen pertahanan atau badan-badan riset, tetapi juga termasuk di perguruan tinggi, yang meneliti, mengkaji dan mengembangkan, namun dunia industri dan bidang sipil pun telah mulai banyak memanfaatkan teknologi UAV dalam mendukung kegiatan keseharian mereka. Contoh penggunaan UAV untuk pencarian korban bencana pada kondisi ekstrim, penginderaan jarak jauh seperti sistem monitoring serta bermanfaat sebagai alat pemetaan dan pengawasan pada suatu wilayah [2].

Penelitian dan riset di bidang UAV pada beberapa tahun terakhir sedang banyak dikembangkan. Penelitian mengenai perhitungan kapasitas baterai dan arus komponen juga pernah dilakukan sebelumnya. Penelitian tersebut menggunakan (BMS) Battery Management System dengan memanfaatkan sensor pintar pada baterai. Tujuan dari penelitian tersebut adalah untuk mengetahui operasi yang dapat dilakukan pada alat militer. Penelitian lain juga pernah dilakukan oleh Williard, et al (2011) tentang perhitungan kapasitas baterai dan arus komponen UAV. Parameter yang digunakan dalam sistem ini adalah komponen-komponen dari UAV yang mengakibatkan proses pengosongan baterai. Penelitian dilakukan dengan mengembangkan software dan hardware pada sistem monitoring baterai dengan tujuan agar sistem dapat menyajikan data untuk performa UAV yang lebih baik. Penelitian lain juga mengenai perhitungan kapasitas baterai dan arus komponen pada drone *Quadcopter* untuk estimasi waktu dan jarak terbang juga sudah pernah

dilakukan oleh Dewantara, Yusril (2018). Penelitian tersebut menghitung estimasi waktu dan jarak terbang dengan cara menghitung arus yang dipergunakan motor *brushless*, kamera serta sensor dan transduser[3].

Pada era saat ini UAV banyak dimanfaatkan untuk kegiatan militer, industri, pertanian dan perkebunan hingga monitoring wilayah yang mempunyai misi tertentu. Akan tetapi, tidak jarang terjadi kendala yang dialami oleh pengguna UAV ketika menerbangkannya, seperti UAV yang tiba-tiba jatuh ketika berada di udara. Hal tersebut disebabkan oleh kurangnya fitur untuk mengetahui daya baterai pada UAV, sehingga pengguna tidak dapat mengetahui estimasi waktu dan jarak yang mampu ditempuh oleh UAV hingga kembali mendarat. Salah satu fitur yang seharusnya ada karena penting untuk mengetahui daya baterai ketika melakukan penerbangan UAV sehingga dapat melakukan misi penerbangan dengan berhasil. Pada penelitian ini dibuat sebuah sistem *monitoring* yang mampu mengetahui kapasitas baterai untuk menentukan estimasi waktu dan jarak terbang UAV.

1.2 Rumusan Masalah

Dari permasalahan di atas, maka didapatkan beberapa rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem pengukuran konsumsi baterai seperti apa yang mampu diterapkan pada UAV saat berada di udara?
2. Bagaimana penerapan sistem komunikasi data yang dapat bekerja untuk menyampaikan informasi data ketika UAV berada di udara?
3. Bagaimana cara menentukan estimasi waktu dan jarak terbang UAV dengan kapasitas baterai yang ada?

1.3 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kapasitas baterai UAV pada saat terbang di udara.
2. Mengetahui estimasi waktu dan jarak terbang UAV yang dapat dipantau oleh pengguna secara *real-time*.

1.4 Batasan Masalah

Untuk membatasi cakupan pembahasan masalah pada tugas akhir ini, maka diberikan batasan-batasan sebagai berikut:

1. Sensor yang digunakan hanya sensor tegangan dan sensor arus.
2. Tidak membahas baterai dapat berfungsi atau tidak.
3. Ketinggian dan kecepatan akan menjadi variabel tetap.

1.5 Metode Penelitian

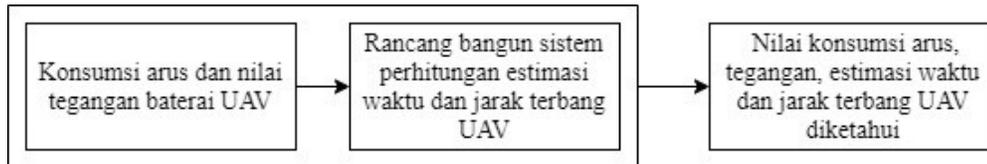
Metode penelitian yang digunakan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur
Pada bagian ini dilakukan studi terkait bidang yang diteliti dengan mencari sumber informasi dari jurnal, buku, website resmi, dan mengutip dari beberapa tugas akhir dan thesis yang terkait.
2. Perancangan Sistem
Pemodelan dan perancangan dari tiap-tiap bagian pada keseluruhan sistem dari perangkat lunak maupun perangkat keras.
3. Pengujian dan dan pengambilan data
Dilakukan pengujian dan simulasi berulang-ulang pada sistem yang telah dirancang sampai keseluruhan tujuan tercapai.
4. Melakukan Analisis hasil
Melakukan analisis dengan acuan dari permasalahan yang timbul sebelumnya berdasarkan alat yang telah dirancang.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Prinsip Kerja



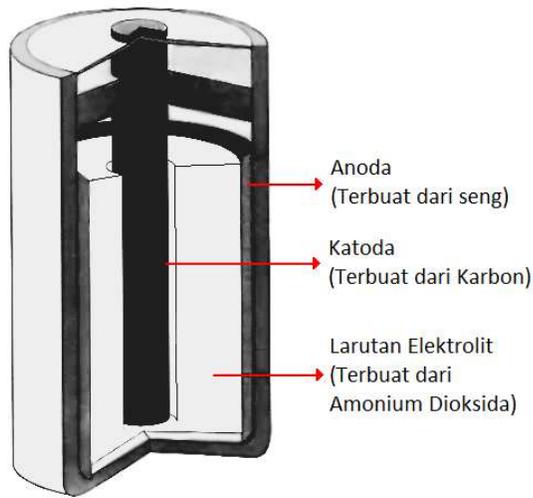
Gambar II- 1. Prinsip Kerja Alat

Dalam mencapai tujuan diagram fungsi diatas dari Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Baterai UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) Untuk Menentukan Estimasi Waktu dan Jarak Terbang Secara *Real-Time*, tahapan prinsip kerja konsep sebagai berikut:

1. Sensor mendeteksi konsumsi arus dan nilai tegangan baterai UAV.
2. Nilai tegangan baterai diproses oleh alat sistem *monitoring* untuk mencari estimasi waktu dan jarak terbang UAV.
3. Informasi mengenai konsumsi arus, nilai tegangan, serta estimasi waktu dan jarak terbang UAV dikirim menggunakan sistem komunikasi LoRa.
4. Sinyal LoRa yang dikirim akan diterima oleh Mappi32, kemudian dikoneksikan dengan *platform* IoT Antares menggunakan jaringan internet (WiFi).
5. Data yang diterima oleh Antares kemudian dapat dianalisis.
6. Estimasi waktu dan jarak terbang UAV secara *real-time* dapat diketahui.

2.2 Baterai

Baterai adalah suatu perangkat listrik yang dapat menyimpan energi listrik dan mengeluarkan tegangan dalam bentuk energi listrik. Baterai dapat mengkonversi energi kimia yang terkandung pada bahan aktif sebagai komponen penyusun menjadi energi listrik melalui reaksi elektrokimia reduksi dan oksidasi. Bahan penyusun baterai terdiri dari Anoda yang terbuat dari seng, Katoda yang terbuat dari karbon dan Larutan elektrolit yang terbuat dari ammonium dioksida. Output arus listrik dari baterai adalah arus searah atau *direct current* (DC)[4].

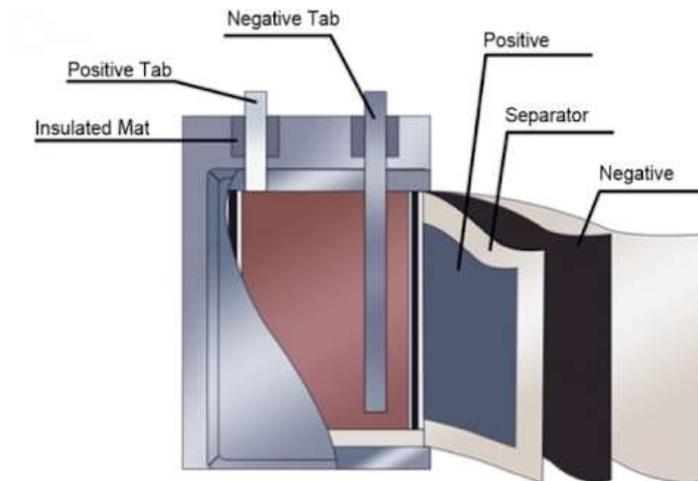


Gambar II- 2. Bahan Penyusun Baterai

Pada umumnya terdapat dua jenis baterai, yaitu baterai primer dan baterai sekunder. Baterai primer adalah jenis baterai yang hanya dapat digunakan sekali saja dan tidak dapat diisi ulang. Sedangkan baterai sekunder adalah jenis baterai yang dapat digunakan berulang kali karena baterai jenis ini dapat diisi ulang (*recharge battery*). Baterai sekunder dapat diisi ulang karena reaksi elektrokimianya bersifat *reversible*. Pada penelitian Tugas Akhir ini, baterai yang digunakan pada UAV adalah baterai sekunder yang berjenis Lithium Polymer[4].

2.2.1 Baterai Lithium Polymer (Li-Po)

Baterai lithium polymer (Li-Po) adalah salah satu jenis dari baterai sekunder yang dapat diisi ulang (*recharge battery*). Bahan penyusun baterai Li-Po tidak menggunakan cairan sebagai elektrolit, melainkan menggunakan elektrolit polimer kering yang mempunyai bentuk tipis seperti lapisan plastik film. Bahan penyusun baterai Li-Po dapat dilihat pada Gambar II- 3[5].



Gambar II- 3. Bahan Penyusun Baterai Li-Po

Seperti ilustrasi pada gambar II- 3, lapisan disusun berlapis-lapis di antara anoda dan katoda yang menyebabkan terjadinya pertukaran ion. Dengan metode penyusunan bahan dari baterai Li-Po seperti itu maka bentuk dari baterai Li-Po dapat fleksibel. Akan tetapi diluar kelebihan bentuk yang dapat fleksibel, terdapat kelemahannya yaitu lemahnya pertukaran ion yang terjadi. Makah hal tersebut dapat menyebabkan penurunan pada waktu pengisian dan pengosongan baterai[5].

2.3 *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)*

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) adalah sebuah wahana udara yang tidak membawa manusia sebagai operator didalamnya. UAV menggunakan kekuatan aerodinamis untuk memberikan daya angkat ke udara, dan dirancang untuk membawa muatan yang tidak mematikan tetapi untuk misi seperti pengintaian, perintah dan kendali [1].

UAV diarahkan oleh pengontrol yang berada di darat atau udara yang telah diprogram sebelumnya. UAV mempunyai pengontrol yang biasa disebut RPV (*Remotely Piloted Vehicles*) yang dapat dioperasikan oleh manusia atau dapat juga bekerja secara otomatis (*autonomous*). UAV mempunyai banyak bentuk dan desain mulai dari model pesawat terbang, helikopter, hingga model yang mempunyai baling-baling dengan jumlah yang bervariasi[1]. Pada tugas akhir ini, UAV yang digunakan ialah berjenis *quadcopter*.

2.3.1 *Quadcopter*

Quadcopter adalah salah satu jenis dari *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV). *Quadcopter* dapat dikendalikan secara *autonomous* ataupun manual menggunakan *remote control* oleh manusia dari jarak jauh. *Quadcopter* mempunyai empat lengan yang membentuk tanda +.

Quadcopter juga dilengkapi oleh beberapa komponen listrik penyusun seperti *flight controller* sebagai pusat kontrol, baterai sebagai sumber tenaga listrik, kemudian empat rotor (motor BLDC) sebagai penggerak baling-baling pada setiap ujung lengannya untuk mendukung *quadcopter* dapat terbang dan mampu menghasilkan stabilitas serta kecepatan yang baik, seperti yang ditunjukkan oleh gambar II- 4.



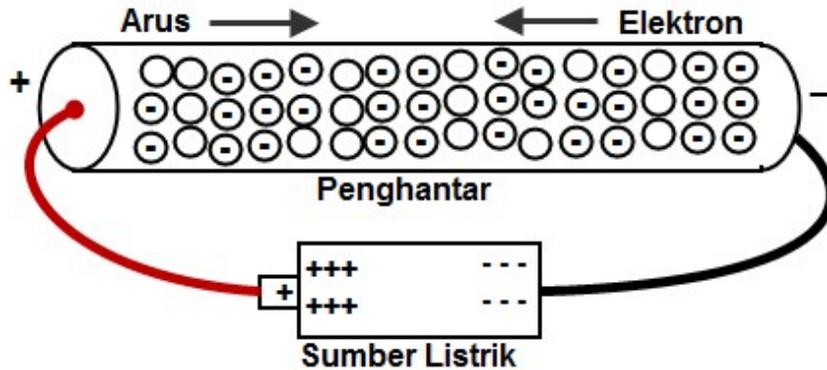
Gambar II- 4. *Quadcopter*

Quadcopter dapat melakukan lepas landas dan mendarat secara vertikal, karena memiliki baling-baling yang menghadap secara vertikal juga. Dengan adanya perubahan kecepatan putaran oleh keempat motor maka, *quadcopter* dapat bergerak ke atas, bawah, depan, belakang, kanan, kiri dan rotasi. Perubahan kecepatan ini yang akan mempengaruhi arah *quadcopter* untuk terbang[6].

2.4 Arus Listrik Dinamis

Arus listrik dinamis atau biasa disebut elektrodinamika berkaitan dengan muatan listrik yang dapat berubah-ubah atau bergerak dan sering disebut sebagai

arus listrik dinamis. Arus listrik berasal dari aliran elektron yang mengalir dalam setiap waktu dari potensial tinggi menuju ke potensial rendah, dari kutub negatif ke kutub positif. Perbedaan potensial listrik dalam suatu rangkaian listrik dapat terjadi karena adanya Gaya Gerak Listrik (GGL) dalam sumber listrik [7].



Gambar II- 5. Ilustrasi Gaya Gerak Listrik (GGL)

Arus mengalir pada suatu penghantar yang mudah mengalirkan listrik yang disebut konduktor. Suatu bahan dapat disebut bersifat konduktif jika didalamnya memiliki cukup banyak muatan (elektron) bebas. Elektron bebas adalah elektron yang tidak terikat oleh satu inti atom, atau meskipun terikat, jarak dari inti atom cukup jauh sehingga hanya mendapatkan gaya tarik yang kecil oleh inti atom. Elektron bebas ini yang mengalir dalam sebuah penghantar apabila terdapat perbedaan potensial diantara dua titik penghantar tersebut [7].

2.4.1 Kuat Arus Listrik

Kuat arus listrik adalah muatan listrik dalam jumlah tertentu yang menembus suatu penampang dari suatu penghantar dalam satuan waktu tertentu. Dengan demikian kuat arus listrik (I) didefinisikan sebagai jumlah muatan listrik yang menembus penampang konduktor dalam satuan waktu, atau banyaknya muatan yang mengalir dalam satu detik. Sehingga kuat arus listrik dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$I = \frac{Q}{t} \quad (2.1)$$

Keterangan:

I = Kuat arus listrik (A)

Q = Muatan listrik (C)

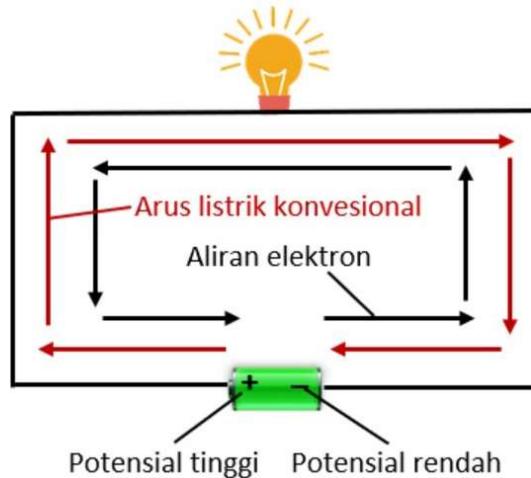
t = Waktu (s)

Satu ampere dapat diartikan sebagai satu coulomb muatan yang bergerak melalui penampang dalam interval waktu satu detik. Dari definisi kuat arus listrik dapat dipahami bahwa semakin banyak jumlah muatan listrik (elektron) yang bergerak atau berpindah, maka semakin besar juga kuat arusnya. Demikian juga apabila luas penampang semakin luas, maka muatan listrik yang mengalir juga akan semakin banyak. Kuat arus listrik dapat dipengaruhi oleh beda potensial listrik pada penghantar dan luas penampang serta jenis penghantar [7].

2.5 Tegangan Listrik

Tegangan listrik atau beda potensial adalah gerakan atau perpindahan oleh satu muatan sebesar satu coulomb pada suatu penghantar dari satu terminal/kutub ke terminal/kutub lainnya, atau pada kedua terminal/kutub tersebut akan mempunyai beda potensial apabila menggerakkan muatan sebesar satu coulomb dari satu terminal ke terminal lainnya. Keterkaitan antara perpindahan yang terjadi itu adalah energi yang dikeluarkan, sehingga pengertian diatas dapat disimpulkan bahwa tegangan adalah energi per satuan muatan [8].

Tegangan listrik juga bisa disebut sebagai dorongan listrik yang diberikan terhadap elektron yang mengalir melalui sebuah penghantar atau rangkaian listrik. Dorongan tersebut disebut Gaya Gerak Listrik (GGL), yaitu energi yang dimiliki oleh sumber arus listrik yang seolah-olah berfungsi sebagai gaya penggerak muatan listrik dalam sebuah penghantar. Gaya Gerak Listrik (GGL) dihasilkan oleh sumber tegangan listrik. Semakin besar tegangan dari suatu sumber listrik, maka semakin besar pula Gaya Gerak Listrik atau dorongan yang dihasilkan [8].



Gambar II- 6. Iustrasi Tegangan pada Rangkaian Listrik

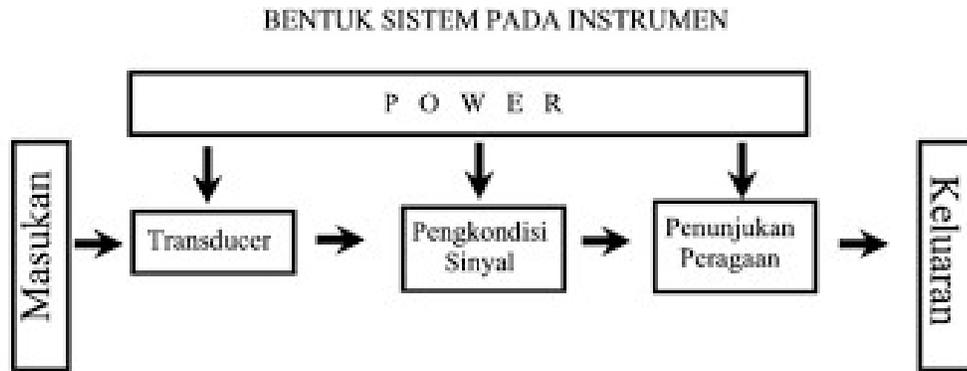
Sumber tegangan listrik adalah sebuah komponen listrik yang terlibat dalam perubahan bentuk energi lain menjadi energi listrik. Sumber tegangan listrik diperlukan untuk memberikan perbedaan beda potensial terhadap suatu penghantar atau rangkaian listrik dengan cara memberikan kelebihan elektron di satu kutub pada penghantar dan mengurangi elektron di kutub lainnya. Maka elektron atau bergerak dan berpindah dari kutub negative ke kutub positif dan pada saat yang bersamaan juga akan mengalir arus listrik konvensional dari kutub positif (potensial tinggi) ke kutub negatif (potensial rendah). Hal tersebut dapat dianalogikan dengan aliran air yang mengalir dari tempat tinggi ke tempat yang lebih rendah. Semakin besar ketinggiannya, maka akan semakin besar pula kecepatannya[8].

2.6 Metode Pengukuran dan Instrumentasi

Pengukuran memiliki tujuan untuk mendapatkan informasi mengenai sifat-sifat fisik, kimia, dan biologi dari suatu benda untuk mengatur sesuai dengan informasi yang diinginkan. Pengukuran memerlukan sebuah alat ukur untuk mengetahui harga suatu besaran dan variabel. Alat ukur dan instrumen diperlukan untuk mentransformasikan informasi tersebut secara kualitatif dan kuantitatif untuk dapat ditanggapi oleh indera manusia [9].

Instrumen adalah alat ukur yang mempunyai sifat kompleks, yang minimal terdiri dari beberapa komponen seperti: (a) Transduser atau sensor atau elemen

pengindra, (b) Pengkondisi sinyal, (c) Unit keluaran analog atau monitor. Untuk lebih jelasnya, bentuk sistem instrumen dapat dilihat pada gambar II- 6.

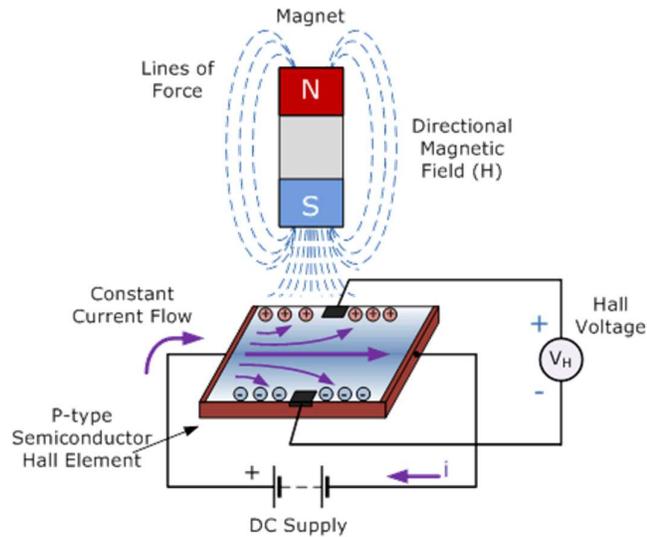


Gambar II- 7. Bentuk sistem pada instrumen

Sensor dipakai untuk menangkap adanya perubahan sinyal. Pengkondisi sinyal untuk merubah nilai kekuatan sinyal yang ditangkap, monitor sebagai penunjuk pengukuran atau sinyal yang diperoleh[9].

2.6.1 Pengukuran Arus Listrik dengan Metode Hall Effect

Hall effect atau efek hall adalah sebuah peristiwa yang terjadi karena pengaruh medan magnet oleh aliran listrik (elektron) terhadap plat penghantar konduktor yang menyebabkan aliran listrik tersebut akan berkeluk [10]. Untuk lebih jelasnya ilustrasi *hall effect* dapat dilihat pada gambar II- 7.

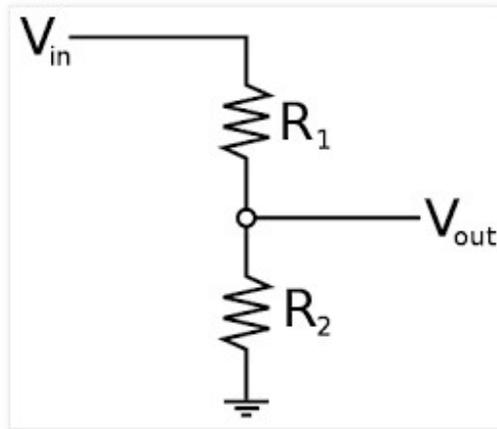


Gambar II- 8. Ilustrasi Peristiwa *Hall Effect*

Salah satu sensor yang menggunakan prinsip *hall effect* ini adalah sensor arus ACS712. Sensor ini bekerja dengan sistem *hall effect*, artinya besaran arus akan mempengaruhi besar kecilnya *hall effect* pada sensor. Semakin besar arus yang diterima maka semakin besar juga pengaruhnya terhadap *hall effect*. Ketika arus mengalir pada permukaan konduktor maka akan menghasilkan medan magnet yang dirasakan oleh IC *hall effect* yang terintegrasi, sehingga piranti tersebut dapat mengubahnya menjadi tegangan yang linier dengan perubahan arus [10].

2.6.2 Pengukuran Tegangan Listrik dengan Metode Rangkaian Pembagi Tegangan

Rangkaian pembagi tegangan (*voltage divider*) adalah sebuah rangkaian sederhana yang digunakan untuk merubah tegangan referensi dari sumber tegangan menjadi lebih kecil. Rangkaian pembagi tegangan dapat menggunakan dua buah resistor yang dihubungkan secara seri. Dimana R1 (resistor pertama) dihubungkan dengan V_{in} , dan didapatkan tegangan *output* (V_{out}) adalah tegangan resistor kedua (R2). Apabila resistor dihubungkan secara seri, maka tegangan yang berbeda akan muncul di setiap resistor masing-masing hambatan R [11]. Rangkaian pembagi tegangan menggunakan dua buah resistor dapat ditunjukkan oleh gambar II- 8.



Gambar II- 9. Rangkaian pembagi tegangan

Pembagi tegangan berfungsi untuk membuat suatu tegangan referensi dari sumber tegangan yang lebih besar untuk mendapatkan titik tegangan referensi pada sensor. Rangkaian pembagi tegangan digunakan untuk memperkecil tegangan sesuai perbandingan yang dapat dihitung dengan persamaan berikut ini:

$$V_{out} = V_{in} \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) \quad (2.2)$$

Keterangan:

V_{out} = Tegangan keluaran

V_{in} = Tegangan masukan

R_1 = Resistor pertama

R_2 = Resistor kedua

Adapun prinsip pembagi tegangan yang penulis gunakan dalam penelitian ini adalah dengan memberikan nilai hambatan pada R_1 sebesar $7.5k\Omega$ dan R_2 sebesar $30k\Omega$ untuk membaca nilai tegangan maksimal sebesar 25 Volt. Hal tersebut dikarenakan pada penelitian ini penulis menggunakan mikrokontroler Arduino Uno yang dimana hanya dapat menerima tegangan maksimal sebesar 5 Volt [11].

2.7 Long Range (LoRa)

LoRa (*Long Range*) merupakan sistem komunikasi nirkabel untuk *Internet of Things* (IoT) yang menawarkan komunikasi secara jarak jauh dan berdaya