# RANCANG BANGUN: *AUTONOMUS HUMAN FOLLOWER* UNTUK PELAYANAN *SMART TRANSPORT AIRPORT* DI BANDAR UDARA SULTAN MAHMUD BADARUDDIN II PALEMBANG


**Tim Peneliti :**

Sunardi, S.T.,M.Pd.,M.T
Ir. Asep M Soleh, S.T.,S.SiT., M.Pd
Parjan, S.SiT., M.T
Ir. Hadi Prayitno, S.ST., MA

Taruna :
M Rafli Fazal
Adha Febriansyah



**PUSAT PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT**

**POLITEKNIK PENERBANGAN PALEMBANG**

**PALEMBANG**

**2024**


**LEMBAR PENGESAHAN PROPOSAL PENELITIAN**

| | | |
|---|---|---|
| 1 | Judul Penelitian | **Rancang bangun : *Autonomus Human Follower* untuk pelayanan *Smart transport Airport* di Bandar Udara Sultan Mahmud Badaruddin II Palembang** |
| 2 | Bidang Kajian | Mekantronik |
| 3 | Ketua Peneliti | |
| | a. Nama Lengkap | Sunardi,ST.,M.Pd.,M.T |
| | b. NIP/NIK | 197202171995011001 |
| | c. NIDN | 4217027201 |
| | d. Pangkat/Golongan | Penata Tk.I (III/d) |
| | e. Jabatan Fungsional | Lektor |
| | f. Program Studi/Jurusan | Teknologi Rekayasa Bandar Udara Sarjana Terapan |
| | g. Telp/Faks/Email | 081223914286 |
| | h. Sinta Author id | 6741807 |
| | i. Scopus author id/H-Indeks | 57211433043 |
| 4 | Anggota Peneliti 1 | |
| | a. Nama | Ir.Asep M Soleh, S.SiT., S.T., M.Pd |
| | b. NIDN | 4221067501 |
| | c. Program Studi | Teknologi Rekayasa Bandar Udara Sarjana Terapan |
| | d. Perguruan Tinggi | Politeknik Penerbangan Palembang |
| 5 | Anggota Peneliti 2 | |
| | Nama | Parjan, S.SiT., M.T |
| | NIDN | 421….. |
| | Program Studi | Teknologi Rekayasa Bandar Udara Sarjana Terapan |
| | Perguruan Tinggi | Politeknik Penerbangan Palembang |
| 6 | Anggota Peneliti 3 | |
| | Nama | Ir. Hadi Prayitno, S.ST., M.A |
| | NIDN | 4216107501 |
| | Program Studi | |
| | Perguruan Tinggi | Akademi Penerbang Banyuwangi |
| 6 | Anggota Peneliti 4 | |
| | Nama | M. Rafi Fazal |
| | NIDN | |
| | Program Studi | Teknologi Rekayasa Bandar Udara Sarjana Terapan |
| | Perguruan Tinggi | Politeknik Penerbangan Palembang |
| | Anggota Peneliti 5 | |
| | Nama | Adha Febriansyah |
| | NIDN | |
| | Program Studi | Teknologi Rekayasa Bandar Udara Sarjana Terapan |
| | Perguruan Tinggi | Politeknik Penerbangan Palembang |

| | | |
|---|---|---|
| 7 | Biaya yang diperlukan | Rp. **39.875.000,-** |

Menyetujui,
Ketua Program Studi TRBU,

Ir. Asep M. Soleh, S.SiT., S.T., M.Pd
NIDN. 4221067501

Palembang, Nopember 2024
Ketua Peneliti,

Sunardi S.T., M.Pd., M.T
NIDN. 42170272001

Mengetahui,
Kepala Pusat PPM

**Yeti Komalasari, S.SiT, M.Adm.SDA**
NIP. 19870525 200912 2 005

# ABSTRAK

# ABSTRAK

*Autonomus human follower* merupakan smart transport airport berbasis otomatis yang berfungsi sebagai pengangkut barang penumpang di bandar udara yang dapat mengikuti seseorang (*human follower*) dengan cukup mengendalikan Smart transport airport ini menggunakan sarung tangan yang telah terinput sensor *gyro* dan esp-32. Smart transport airport ini dapat mempermudah pengankutan barang-barang penumpang di bandara dan mampu membaca pergerakan objek berdasarkan pergerakan tangan, untuk mengaktifkan Smart transport airport ini, pengguna harus terhubung kepada jaringan internet. Jaringan internet akan diidentifikasi oleh microcontroller berupa ESP-32 yang terletak pada sarung tangan pengendali dan pada Smart transport airport yang kemudian data yang diperoleh, diproses oleh mikrokontroller Arduino mega, setelah itu arduino akan memberikan respon dengan pergerakan Smart transport airport melalui motor driver untuk menggerakkan motor DC. Dari penelitian ini, diketahui bahwa pada Smart transport airport, sangat berpengaruh terhadap pembacaan jaringan wifi di lokasi troli bergerak. Saat PWM 180, Smart transport airport dapat mengankut beban seberat 30 kg dengan kecepatan 26 rpm. Tersemat dua buah sensor *ultrasonic* sebagai pendeteksi dari *obstacle* bila terdapat penghalang yang menghalangi Smart transport airport untuk berjalan dan memberikan respon dengan Smart transport airport tersebut akan berhenti. Selain itu, Smart transport airport dapat berjalan dengan lancar baik pada saat maju, belok kanan, belok kiri dan berhenti.

Kata Kunci : Bandar Udara, ESP 32, *Smart transport airport, Human Follower, Internet of Things*

# KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan usulan penelitian dengan judul "Rancang Bangun Trafi: Smart transport airport *Autonomus Fully IoT* (Internet Of Think) untuk Mendukung Intelegent Transport System dan Smart Airport Di Indonesia" ini tepat pada waktunya. Usaha dan doa selalu kami panjatkan kepada Allah SWT, semoga penelitian yang telah kami buat dapat terimplementasi dan bermanfaat bagi pengelola sektor transportasi kementerian perhubungan, keamanan maupun dari segi kenyamanan pelayanan bandar udara .

Dengan telah terbuatnya proposal penelitian yang telah ditulis, tim penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Sukahir, S.SiT., M.T selaku Direktur Politeknik Penerbangan Palembang dan Bapak Asep M. Soleh S.T., S.SiT., M.Pd selaku ketua program studi sarjana terapan Teknologi Rekayasa Bandar Udara dan Ibu Yeti Komalasari, S.SiT, M.Adm.SDA selaku Kapus Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (PPM).

Dalam pembuatan proposal penelitian, tim peneliti menyadari masih banyak terdapat kekurangan. Untuk itu kritik dan saran yang membangun akan kami nantikan demi kesempurnaan penelitian yang telah kami buat. Akhir kata, semoga karya tulis imiah ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan peneliti serta semoga selanjutnya dapat terealisasi pada seluruh bandar udara untuk meningkatkan intelegent transport system di Indonesia. Akhir kata, semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat-Nya kepada kita semua.

Palembang, Maret 2024

Tim Peneliti

# BAB I
# PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi dalam beberapa tahun terakhir telah memberikan dampak yang signifikan dalam berbagai aspek kehidupan manusia, termasuk dalam sektor transportasi. Inovasi terkini yang semakin mengemuka adalah penggunaan sistem transportasi otonom atau mandiri yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi, keamanan, dan kenyamanan pengguna transportasi. Salah satu bentuk implementasi dari teknologi otonom ini adalah pengembangan teknologi berbasis autonomus, sebuah inovasi yang menggabungkan konsep *Internet of Things* (*IoT*) dengan teknologi otonom untuk menciptakan sistem transportasi udara yang cerdas (Kamilin, 2022).

Bandar udara merupakan fasilitas yang di peruntukkan baik secara keseluruhan maupun sebagian untuk kedatangan, keberangkatan dan pergerakan pesawat yang dipergunakan oleh banyak orang (Wardana, 2021). Salah satu pelayanan di Bandar udara yang dipergunakan untuk kebutuhan penumpang baik kedatangan maupun keberangkatan merupakan pelayanan bagasi (Suripto & Oktarinaria, 2020). Adapun pelayanan bagasi yang dimaksud adalah troli yang digunakan untuk membawa barang bawaan penumpang. (Nasikhah, 2019).

Saat ini troli yang di pergunakan bekerja secara manual, disebut manual karena penggunaannya harus didorong oleh manusia dan itu bisa menjadi suatu masalah (Suryana et al., 2023). Penumpang yang menggunakan fasilitas troli barang bawaan beraneka ragam baik dari usia maupun kondisi si penumpang (Hanantyo & Susanto, 2022). Kategori penumpang pesawat, termasuk orang tua dan disabilitas yang harus dibantu dalam mendorong troli tersebut (Siahaan, 2021).

Penggunaan teknologi robot troli otonom telah menjadi subjek penelitian yang semakin berkembang dalam beberapa tahun terakhir (Anugraha, 2021). Berbagai penelitian sebelumnya telah mengungkap potensi dan aplikasi yang luas dari robot troli. "*Design and Implementation of an Autonomous Shopping Trolley Robot*" oleh Zhao et al. (2018) Penelitian ini mencakup desain dan implementasi sebuah robot troli belanja otomatis yang dapat mengikuti pelanggan secara mandiri di dalam pusat perbelanjaan. Robot ini dilengkapi dengan sensor-sensor untuk mendeteksi penghalang dan menghindarinya, serta sistem navigasi untuk mengikuti pelanggan dengan aman. Development of a Hospital Delivery Robot Using Autonomous Trolley" oleh Park et al. (2019) Penelitian ini membahas pengembangan robot pengiriman di rumah sakit

menggunakan troli otonom. Robot ini dirancang untuk mengantarkan barang-barang seperti obat-obatan dan peralatan medis antara berbagai bagian rumah sakit dengan menggunakan teknologi navigasi otonom dan sensor-sensor untuk menghindari rintangan.

Penelitian ini akan berfokus pada rancang bangun : Smart transport airport Autonomus Fully IoT, yang memiliki landasan berbasis Human Follower. Rancangan ini bertujuan untuk mendukung pengembangan Intelligent Transport System (ITS) dan Smart Airport di Bandar Udara Sultan Mahmud Badaruddin II Palembang. Bandar udara modern di era digital saat ini memerlukan sistem transportasi yang adaptif, efisien, dan dapat memberikan pengalaman yang memuaskan bagi para penumpang (Fidanova et al., 2019).

Dari permasalahan di atas, peneliti membuat rancanga bangun Smart transport airport menggunakan teknologi *IoT* (TRAFI) berbasis Human Follower yang diharapkan pengguna transportasi di bandar udara dapat menikmati kemudahan akses menuju berbagai destinasi di dalam bandar udara tanpa harus mengkhawatirkan kendala waktu, jarak, atau rute yang harus ditempuh. Konsep ini mengintegrasikan teknologi otonom dengan kemampuan untuk mengikuti pergerakan manusia, sehingga dapat meningkatkan mobilitas di area bandar udara dengan lebih efektif (Ma et al., 2021). Melalui penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai potensi implementasi Smart transport airport berbasis Human Follower dalam mendukung pengembangan Intelligent Transport System dan Smart Airport di Bandar Udara Sultan Mahmud Badaruddin II Palembang. Dengan demikian, dapat tercipta pelayanan sistem transportasi yang lebih pintar, adaptif, dan dapat memberikan kontribusi kemudahan positif serta kenyamanan dan kepuasan para penumpang di bandar udara SMB II Palembang.

## 1.2. **Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diutarakan di atas, maka dapat disimpulkan permasalahan yang diutarakan dalam penulisan proposal penelitian ini, yaitu :

a. Bagaimana merancang sebuah smart transport airport yang dapat berjalan mengikuti manusia menggunakan beberapa modul elektronika yang dikendalikan oleh board mikrokontroler di bandara SMB II Palembang.
b. Bagaimana pengaruh sensor gyro terhadap berjalanya motor DC.
c. Bagaimana pengaruh kecepatan beban smart transport airport terhadap kekuatan motor DC Torsi

## 1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari perancangan pembuatan smart transport airport *human follower* adalah sebagai berikut:

a. Membangun suatu alat bantu dalam meningkatkan pelayanan, kenyamanan dan kepuasan penumpang dalam menggunakan fasilitas pada bandar udara SMB II Palembang.

b. Membuat smart transport airport *human follower* menggunakan *controller* berupa *gyro* sensor untuk mempraktis penggunaan smart transport airport.

c. Mengurangi beban barang bawaan penumpang sehingga dapat meningkatkan efisiensi waktu dan tenaga penumpang.

## 1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah mempermudah dan meningkatkan kepuasan dan kenyamanan penumpang bandar udara dalam pelayanan pada barang bawaan penumpang.

## 1.5. Luaran Penelitian

Luaran dari penelitian ini adalah perangkat smart transport airport *human follower* dan publikasi jurnal nasional terindeks sinta.

# BAB II KAJIAN PUSTAKA

## 2.1 Deskripsi Teoritik

### a. Pelayanan *Porter* di Bandara.

Pelayanan penggunaan porter di bandara merupakan sebuah fasilitas yang memberikan bantuan kepada penumpang dalam menangani bagasi mereka. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Nasikhah (2019), porters, yang merupakan staf yang terlatih dan berpengalaman di bandara, membantu penumpang dengan membawa dan mengurus bagasi mereka dari area check-in ke pintu masuk bandara atau sebaliknya. Selain itu, *porters* juga membantu penumpang dengan proses pengambilan bagasi di area pengambilan bagasi, memberikan informasi tentang fasilitas bandara, serta memberikan bantuan umum kepada penumpang yang membutuhkannya, seperti penunjukan arah atau memberikan informasi tentang transportasi di bandara. Layanan porter ini dapat memberikan nilai tambah bagi pengalaman perjalanan penumpang, terutama bagi mereka yang memiliki banyak bagasi atau membutuhkan bantuan ekstra.

### b. Troli pada Bandara

Troli merupakan sebuah alat bantu berupa kereta dorong yang berfungsi untuk membantu manusia dalam proses pemindahan satu barang atau lebih. Troli di bandara mengungkapkan peran vital dan variasi dalam desain serta manajemen troli di berbagai bandara. Studi menyoroti pentingnya troli dalam meningkatkan kenyamanan dan efisiensi pengalaman perjalanan di bandara (Pratama et al., 2022). Desain troli bervariasi dari yang tradisional hingga modern dengan fitur- fitur tambahan seperti pengisian daya USB dan teknologi IoT (Andi Taufiq et al., 2022). Namun, tantangan dalam manajemen troli termasuk pencurian, kerusakan, dan pengelolaan inventaris (Wong & Li, 2020). Solusi seperti penggunaan troli otonom dan teknologi RFID telah diusulkan untuk meningkatkan pengalaman pengguna (Lee et al., 2020). Evaluasi terus-menerus terhadap sistem troli dan pengumpulan umpan balik dari penumpang diperlukan untuk meningkatkan efisiensi dan kepuasan pengguna (Chen & Wang, 2021). Dengan demikian, penelitian ini memberikan pemahaman yang mendalam tentang troli di bandara,

serta peluang untuk meningkatkan sistem troli guna menciptakan pengalaman perjalanan yang lebih baik bagi penumpang.

Troli di bandara memiliki peran yang sangat penting dalam mendukung pengalaman perjalanan penumpang. Dari tampilan dan fungsinya yang bervariasi, troli membantu penumpang untuk membawa barang bawaan mereka dengan mudah dari area check-in menuju pintu masuk bandara atau sebaliknya, serta membantu dalam proses pengambilan bagasi di area pengambilan bagasi. Selain itu, troli di bandara juga menjadi bagian dari manajemen logistik yang kompleks, dimana pengelolaan inventaris, pemeliharaan, dan keamanan troli menjadi faktor kunci dalam operasional bandara. Dengan adanya inovasi seperti troli otonom dan penggunaan teknologi RFID, diharapkan troli di bandara dapat terus ditingkatkan untuk memberikan pengalaman perjalanan yang lebih efisien dan nyaman bagi penumpang.

**c. Penerapan Otomasi di Bandara.**

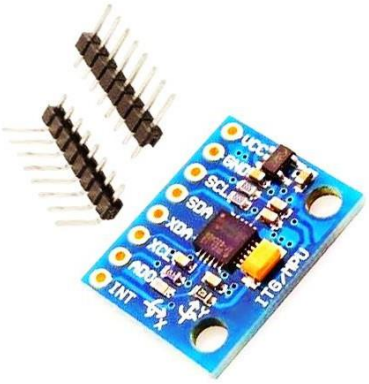
Penerapan otomasi di bandara adalah sebuah strategi yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi, keamanan, dan kenyamanan dalam proses operasional dan pengalaman perjalanan penumpang (Suryana et al., 2023). Melalui penggunaan teknologi canggih seperti sistem otomatisasi, sensor, dan kecerdasan buatan, berbagai aspek dalam operasional bandara dapat diotomatiskan. Contohnya termasuk mesin check-in mandiri, pintu pemeriksaan keamanan otomatis, sistem pemindaian bagasi otomatis, dan pengenalan wajah untuk proses boarding pesawat. Penerapan otomasi ini tidak hanya membantu mengurangi waktu tunggu dan meningkatkan efisiensi proses, tetapi juga membantu dalam meningkatkan tingkat keamanan dan memberikan pengalaman perjalanan yang lebih nyaman bagi penumpang (Chen & Wang, 2021).

Berbagai fasilitas otomasi yang dapat ditemui di bandara meliputi pintu pemeriksaan keamanan (security gates) yang dilengkapi dengan teknologi biometrik dan pemindaian otomatis untuk memeriksa identitas penumpang serta barang bawaan mereka secara lebih efisien. Selain itu, ada juga mesin check-in mandiri (self-service check-in kiosks) yang memungkinkan penumpang untuk melakukan check-in, mencetak boarding pass, dan bahkan menitipkan bagasi sendiri tanpa perlu antrian panjang di loket check-in tradisional. Teknologi

pengenalan wajah juga semakin umum digunakan di bandara untuk mempercepat proses boarding pesawat, memungkinkan penumpang untuk melakukan proses identifikasi diri dengan cepat tanpa perlu menunjukkan dokumen fisik. Ini semua merupakan contoh fasilitas otomasi di bandara yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi, keamanan, dan kenyamanan pengalaman perjalanan udara bagi penumpang (Lee et al., 2020).

**d. Sensor *Gyro*.**

Sensor gyro, juga dikenal sebagai gyroscope, merupakan sebuah komponen elektronik yang digunakan untuk mengukur atau mendeteksi perubahan orientasi atau perputaran suatu objek dalam ruang tiga dimensi. Gyroscope memiliki berbagai aplikasi, termasuk navigasi, stabilisasi, dan kontrol dalam berbagai perangkat dan sistem. Menurut penelitian oleh Zhou et al. (2020), sensor gyro telah menjadi komponen penting dalam pengembangan teknologi navigasi inersial, terutama dalam aplikasi penerbangan dan pelayaran. Sensor gyro juga digunakan dalam sistem inertial navigation untuk menentukan posisi dan orientasi suatu objek secara akurat, terlepas dari perubahan posisi atau percepatan eksternal yang mungkin terjadi (Dinakaran et al., 2019). Sensor *gyroscope* terlampir pada gambar 2.12 berikut :




*Gambar 2. 1* Sensor *Gyroscope*

Sensor gyro juga digunakan dalam aplikasi kendaraan otonom dan robotika untuk mendeteksi perubahan orientasi dan mengontrol pergerakan (Patil & Borkar, 2018). Dengan kemajuan teknologi, sensor gyro semakin kecil, lebih murah, dan lebih akurat, memungkinkan integrasi yang lebih luas dalam berbagai aplikasi.

Namun, tantangan dalam penggunaan sensor gyro termasuk drift atau pergeseran perubahan nol dalam pembacaan sensor seiring waktu, yang memerlukan kalibrasi dan teknik pengkompensasian yang canggih (Cho et al., 2021). Dengan demikian, sensor gyro merupakan komponen kunci dalam sistem navigasi, kontrol, dan stabilisasi modern, yang terus mengalami perkembangan dan peningkatan kinerja dalam berbagai aplikasi teknologi

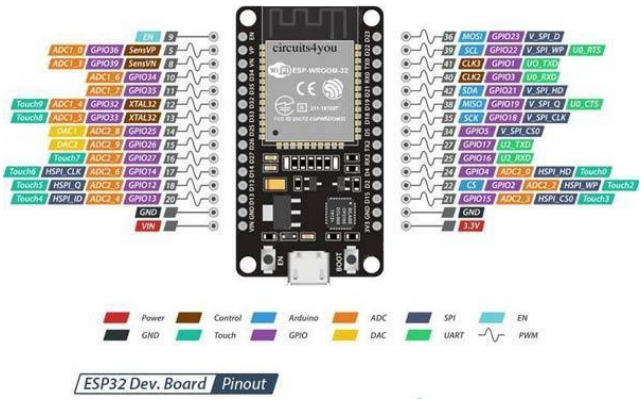
Penerapan sensor gyro pada robot troli merupakan langkah penting dalam meningkatkan kemampuan navigasi dan stabilitas robot tersebut. Sensor gyro, atau gyroscope, berfungsi untuk mengukur kecepatan sudut atau perubahan orientasi dari robot troli. Dengan menggunakan prinsip rotasi, sensor gyro dapat mendeteksi perubahan posisi dan arah gerakan troli secara real-time. Informasi yang diperoleh dari sensor gyro kemudian dapat digunakan untuk mengoreksi dan mempertahankan arah gerakan troli agar tetap sejalan dengan jalur yang ditentukan. Hal ini sangat berguna dalam menjaga stabilitas dan menghindari terjadinya kemungkinan tergelincir atau menyimpang dari rute yang diinginkan. Dengan demikian, penerapan sensor gyro pada robot troli dapat meningkatkan akurasi, keandalan, dan efisiensi dalam operasionalnya di lingkungan bandara (Jin et al., 2019).

**e. Peralatan**

**1. Mikrokontroler ESP- 32**

Mikrokontroler ESP- 32 yang terkenal karena kemampuan Wi-Fi dan Bluetoothnya, telah menjadi pilihan utama dalam berbagai proyek IoT dan aplikasi embedded (Espressif Systems, 2019). Dilengkapi dengan arsitektur dual-core Xtensa LX6, ESP32 menawarkan kinerja tinggi dan efisiensi energi (Ari, 2018). Kemampuan konektivitasnya yang stabil dan cepat, bersama dengan berbagai periferal seperti SPI, I2C, UART, ADC, DAC, dan GPIO, menjadikannya solusi yang ideal untuk berbagai aplikasi (Salikhov et al., 2021). Pengembangan perangkat lunak dengan menggunakan ESP-IDF, kerangka kerja pengembangan perangkat lunak yang kuat dan fleksibel, memungkinkan pengembang untuk menciptakan aplikasi IoT yang kompleks dan handal (Salikhov et al., 2021b). ESP32 telah digunakan dalam berbagai proyek, termasuk sistem pemantauan lingkungan, pengendalian perangkat rumah pintar, dan sistem pemantauan dan kendali industri

(Udanor et al., 2022) Dukungan yang aktif dari komunitas serta sumber daya seperti dokumentasi, tutorial, dan forum diskusi membuat pengembangan dengan ESP32 menjadi lebih mudah dan efisien (Raju et al., 2022). Dengan demikian, ESP32 telah membuktikan dirinya sebagai salah satu pilihan terdepan dalam pengembangan proyek IoT yang cerdas dan terhubung.




Gambar 2. 2 Susunan Pin Microcontroller ATMega328

**2. Troli**

Troli merupakan sebuah alat bantu berupa kereta dorong yang berfungsi untuk membantu manusia dalam proses pemindahan satu barang atau lebih. Troli di bandara mengungkapkan peran vital dan variasi dalam desain serta manajemen troli di berbagai bandara. Studi menyoroti pentingnya troli dalam meningkatkan kenyamanan dan efisiensi pengalaman perjalanan di bandara (Pratama et al., 2022). Desain troli bervariasi dari yang tradisional hingga modern dengan fitur-fitur tambahan seperti pengisian daya USB dan teknologi IoT (Andi taufiq et al., 2022). Namun, tantangan dalam manajemen troli termasuk pencurian, kerusakan, dan pengelolaan inventaris (Wong & Li, 2020). Solusi seperti penggunaan troli otonom dan teknologi RFID telah diusulkan untuk meningkatkan pengalaman pengguna (Lee et al., 2020). Evaluasi terus-menerus terhadap sistem troli dan pengumpulan umpan balik dari penumpang diperlukan untuk meningkatkan efisiensi dan kepuasan pengguna (Chen & Wang, 2021). Dengan demikian, penelitian ini memberikan pemahaman yang mendalam tentang troli di bandara, serta peluang untuk meningkatkan sistem troli guna menciptakan pengalaman perjalanan yang lebih baik bagi penumpang.

Troli memiliki banyak jenis yaitu *flatbed trolley*, *stroller*, dan *shopping*

*cart*. *Flatbed trolley* merupakan troli yang digunakan untuk mengangkut barang dalam sistem pergudangan. *Stroller* merupakan troli yang digunakan untuk mengangkut balita. *Shopping cart* merupakan troli yang digunakan untuk mengangkut barang belanjaan pada *supermarket* dan *hypermarket*.



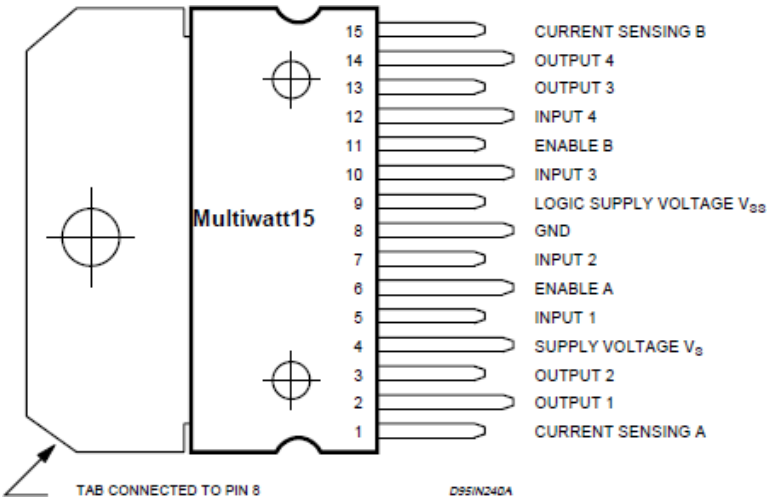
Gambar 2. 3 Flatbed Trolley

### 3. *Intergrated Circuit Motor Driver L298*

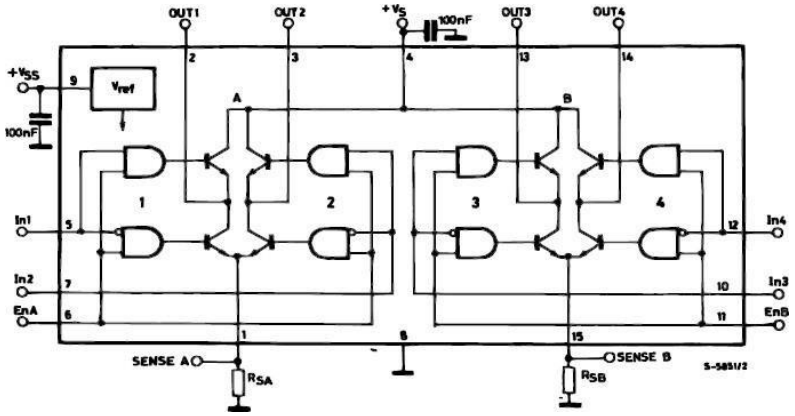
Penggunaan *driver* motor diperlukan sebagai penguat arus yang keluar dari mikrokontroler hal itu dikarenakan arus yang keluar dari port mikrokontroler saat kondisi high IOH = 20 mA sehingga dengan adanya Driver motor L298 maka arus kecil yang keluar dari mikrokontroler dapat menggerakkkan motor DC. IC L298 merupakan driver H-Bridge yang didesain untuk menhasilkan drive 2 arah dengan arus kontinyu sampai dengan 2 A pada level tegangan 4.8 Volt sampai dengan 46 Volt. Tiap H-Bridge dilengkapi dengan sensor arus beban yang dapat digunakan sebagai umpan balik ke pengendali (kontroler). IC Driver L298 Ini mampu men-drive beban-beban induktif seperti misalnya relay, selenoida, motor DC, motor Stepper, dan berbagai macam beban yang lain. Pada IC driver L298 telah dilengkapi dengan fitur PWM yang digunakan untuk pengendali kecepatan.

*Rating* maksimum IC L298:

a) Tegangan *supply* : 50 Volt
b) Tegangan *logic supply* : 7 Volt
c) *Logic high input* dan *enable* : 7 Volt
d) *Logic low input* dan *enable* : -0.3 Volt
e) Arus output setiap *channel* : 2 Ampere
f) Total daya yang dikonsumsi : 25 Watt



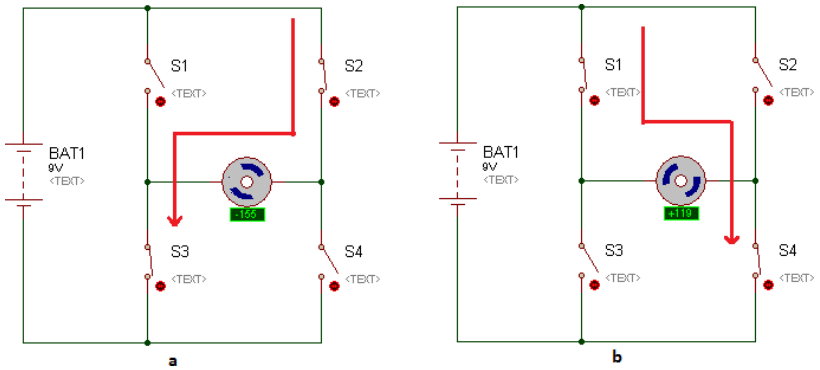
Gambar 2. 4 L298 pinout



Gambar 2. 5 Blok diagram L298

### 2.3.1. Konsep *H-Bridge*

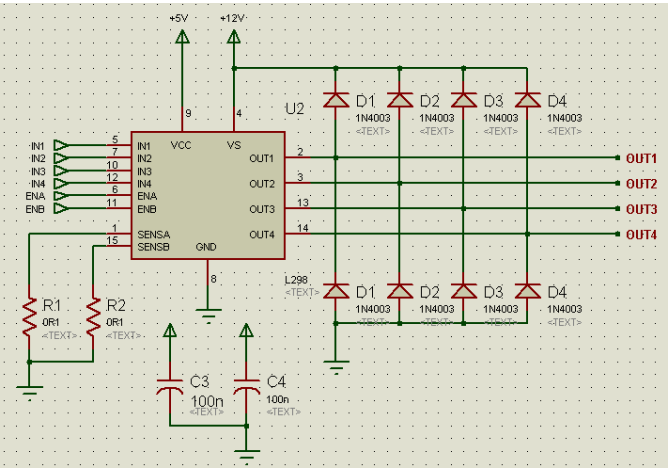
Arah Putaran motor pada prinsipnya terdiri dari dua macam arah gerakan yaitu CW (*Counter Wise*) atau CCW (*Counter Clock Wise*). CW Adalah gerakan motor searah dengan jarum jam sedangkan CCW adalah gerakan motor berlawanan arah dengan putaran jarum jam. Untuk itulah agar kontroler dapat menggerakakkan motor ini secara searah dan berlawanan arah maka dibutuhkan konsep *H-bridge*. Konsep *H-bridge* pada dasarnya adalah menggunakan teknik *switch* yang bekerja bergantian untuk mengganti polaritas dari motor.




Gambar 2. 6 Konfigurasi H-Bridge

### 2.3.2. Rangkaian Driver Motor L298

IC driver yang berada di pasaran ada dua jenis yaitu seri L298 dan L298D. Huruf D menandakan bahwa di dalam IC tersebut telah terdapat dioda proteksi sehingga tidak perlu menambahkan komponen dioda dalam rangkaiannya. Rangkaian driver L298 tanpa dioda proteksi internal ditunjukkan pada gambar berikut :




Gambar 2. 7 Rangkaian Skematik Driver Motor L298

Pada gambar rangkaian diatas terdapat dua supply tegangan yaitu tegangan *logic* dan tegangan motor. Tegangan *logic* berkisar antara (4.5 – 5 Volt DC) sedangkan untuk supply motor berkisar antara 2,5 Volt s/d 46 Volt. Karena IC yang digunakan adalah seri L298 tanpa dioda proteksi maka pada rangkaian Gambar 2.11 harus diberi dioda proteksi eksternal. Tujuan dari pemasangan dioda ini adalah untuk menahan arus balik yang keluar dari motor. Pada IC L298 terdapat 6 pin kontrol seperti ditunjukkan pada table berikut :

Tabel 2. 1 Fungsi Pin Kontrol IC L298

| Nama | I/O | Fungsi |
|---|---|---|
| Input 1 | I | Pin *Direction* untuk menentukan polaritas Out 1 |
| Input 2 | I | Pin *Direction* untuk menentukan polaritas Out 2 |
| Input 3 | I | Pin *Direction* untuk menentukan polaritas Out 3 |
| Input 4 | I | Pin *Direction* untuk menentukan polaritas Out 4 |
| Enable A | I | Pin PWM untuk pasangan Out 1 dan Out 2 |
| Enable B | I | Pin PWM untuk pasangan Out 3 dan Out 4 |

Masukan *Enable* A dan *Enable* B merupakan input PWM dimana semakin besar nilai presentase *duty cycle* maka kecepatan motor akan semakin cepat. Tabel kebenaran untuk pin kontrol ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 2. 2 Tabel Kebenaran Input 1 dan Input 2 L298

| INPUT | | | OUTPUT | | Fungsi |
|---|---|---|---|---|---|
| Enable A | Input 1 | Input 2 | Out 1 | Out 2 | |
| H | H | L | V Motor | GND | Maju |
| H | L | H | GND | V Motor | Mundur |
| H | L | L | GND | GND | Stop/Brake |
| H | H | H | V Motor | V Motor | Stop/Brake |
| L | X | X | Z | Z | Free Running Motor Stop |

Tabel 2. 3 Tabel Kebenaran Input 3 dan Input 4 L298

| INPUT | | | OUTPUT | | Fungsi |
|---|---|---|---|---|---|
| Enable B | Input 3 | Input 4 | Out 3 | Out 4 | |
| H | H | L | V Motor | GND | Maju |
| H | L | H | GND | V Motor | Mundur |
| H | L | L | GND | GND | Stop/Brake |
| H | H | H | V Motor | V Motor | Stop/Brake |
| L | X | X | Z | Z | Free Running Motor Stop |

Keterangan:

H = *High*

L = *Low*

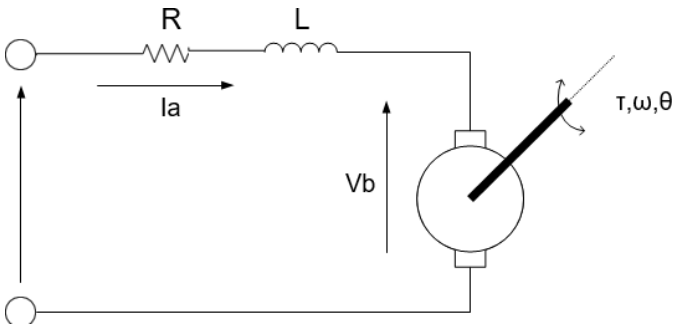
Z = *High Impedance*

X = *Don't care*

**4. Motor DC**

Motor DC (*Direct Current*) adalah suatu peralatan elektromekanik dasar yang berfungsi sebagai pengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanik yang desain awalnya diperkenalkan oleh Michael Faraday lebih dari seabad yang lalu.

Rangkaian Ekivalen dari sebuah Motor DC magnet permanen dapat ditunjukkan dalam gambar berikut :




Gambar 2.7 Rangkaian Ekivalen Motor DC Magnet permanen

Keterangan :

$V_a$ = Tegangan armatur

$I_a$ = Arus Motor

R = Resistansi armatur

L = Induktansi lilitan armatur

$V_b$ = tegangan induksi balik, emf (*elektro motor force*)

τ = torsi motor

ω = kecepatan putar motor

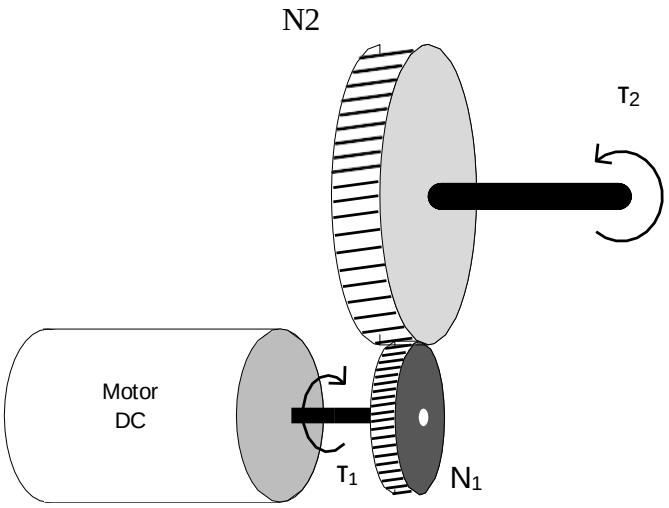
θ = sudut putaran poros motor

persamaan tegangan $V_a$ adalah

$$V_{aj} = L\frac{di_a}{dt} + Ri_a + K_b\omega$$

Dengan *Kb* adalah konstanta yang diukur dari tegangan yang dihasilkan oleh motor ketika berputar setiap satuan kecepatan (Volt.det/rad). *Magnitude* dan polaritas *Kb* adalah fungsi dari kecepatan angular, ω dan arah putaran poros motor.

Hal mendasar yang perlu diperhatikan dalam desain mekanik robot adalah perhitungan kebutuhan torsi untuk menggerakkan sendi atau roda. Motor sebagai penggerak utama (*prime-mover*) yang paling sering dipakai umumnya akan bekerja optimal (torsi dan kecepatan putar paling ideal) pada putaran yang relatif tinggi yang hal ini tidak sesuai bila porosnya dihubungkan langsung ke sendi gerak atau roda. Sebab kebanyakan gerak yang diperlukan pada sisi anggota badan robot adalah relatif pelan namun bertenaga. Untuk itu diperlukan cara-cara transmisi daya motor (atau aktuator secara umum) secara tepat. Salah satu metoda yang paling umum adalah menggunakan sistem *gear*.




Gambar 2.8 Penggunaan Transmisi *Gear* Hubungan Langsung

Pada gambar tersebut, N1 adalah jumlah gigi pada gear poros motor, N2 adalah jumlah gigi pada poros output, τ1 adalah torsi pada poros motor, dan τ2 adalah torsi pada poros output. Torsi output dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\tau_2 = \frac{N_2}{N_1}\tau_1$$

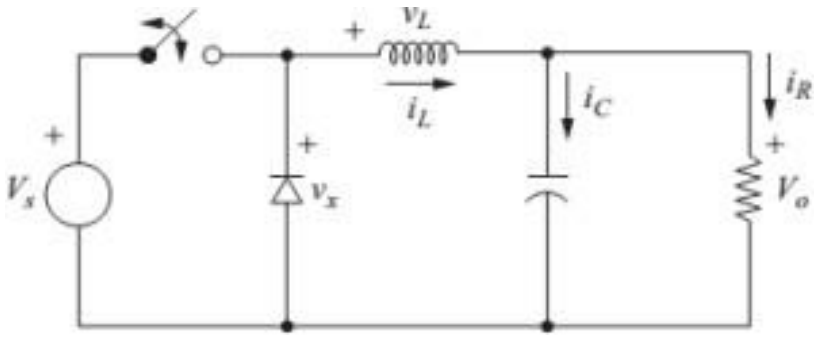
Sedangkan putaran output dapat dihitung sebagai :

$$Putaran_{OUT} = \frac{N_1}{N_{2|}} Putaran_{Motor}$$

## 2.5 Konverter DC- DC (*Chopper*)

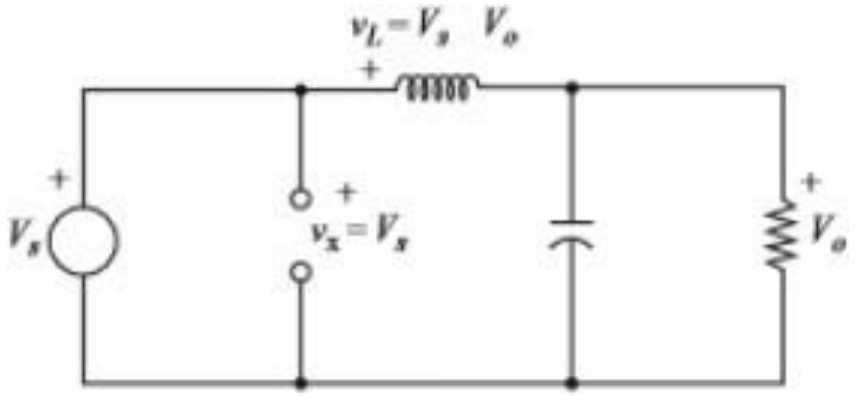
### 2.5.1 Buck Konverter

Buck konverter adalah konverter daya yang digunakan untuk mengubah suatu tegangan DC menjadi tegangan DC dengan magnitud yang lebih kecil, seperti halnya transformator pada tegangan AC yang sering kita kenal dengan sebutan transformator step down. Konverter buck bekerja menggunakan switch yang bekerja secara terus menerus (on-off) yang dikenal dengan istilah PWM (Pulse Width Modulasion) dan Duty Cycle mengendalikan frekuensi kerja switch. Rangkaian dasar dari buck konverter dapat dilihat pada Gambar 2.9.a.



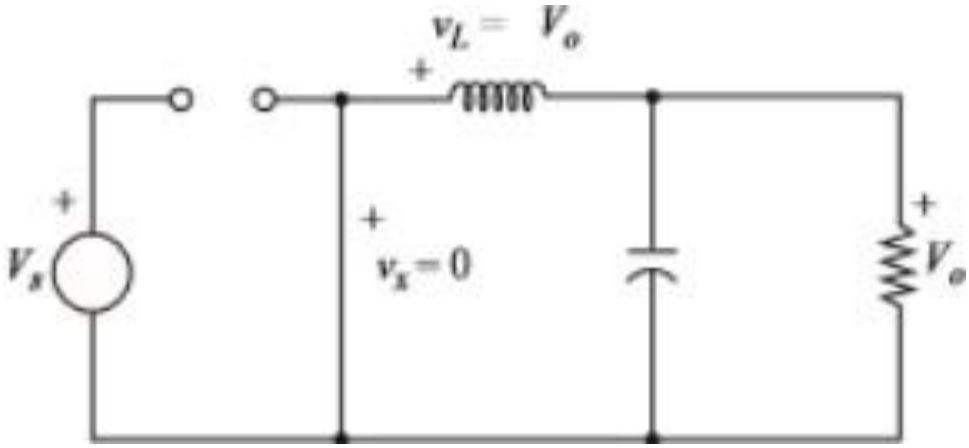

Gambar 2.9.a Rangkaian dasar buck konverter

Prinsip kerja dari rangkaian buck konverter pada Gambar 2.9.a akan dijelaskan sebagai berikut : Rangkaian Gambar 2.9.b menjelaskan bahwa pada saat switch tertutup maka dioda akan terbuka sehingga induktor mulai menyerap daya pada sumber tegangan.




Gambar 2.9.b Rangkaian buck konverter pada saat switch tertutup

Rangkaian Gambar 2.9.c menjelaskan bahwa pada saat switch terbuka maka dioda akan tertutup walaupun pada posisi ini tidak terhubung dengan sumber, pada posisi ini daya disuplai dari induktor yang telah menyerap daya selama rangkaian terhubung dengan sumber pada saat posisi switch tertutup.

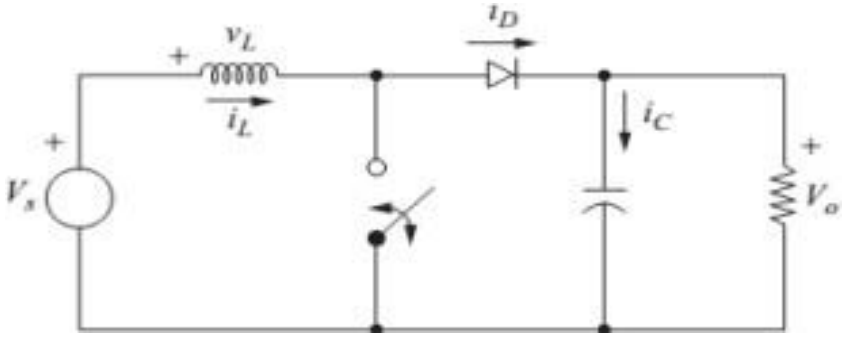



Gambar 2.9.c Rangkaian buck konverter saat switch terbuka

### 2.5.2 Boost Konverter

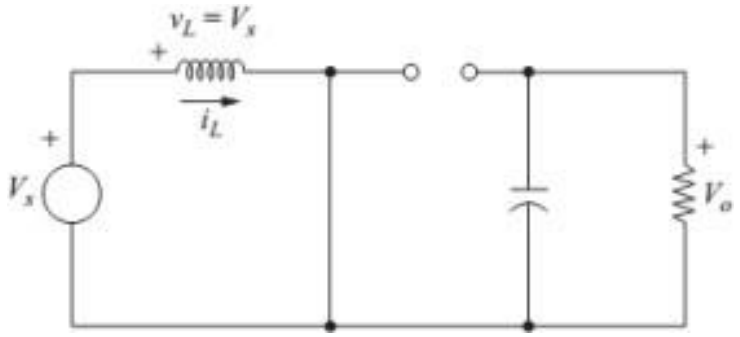
Boost konverter adalah konverter daya yang digunakan untuk mengubah suatu tegangan DC menjadi tegangan DC dengan magnitud yang lebih tinggi,

seperti halnya transformator pada tegangan AC yang sering kita kenal dengan sebutan transformtor step up. Seperti halnya buck konverter, komponen komponen yang digunakan adalah sumber masukan DC, MOSFET, dioda, induktor, kapasitor, rangkaian kontrol serta beban R. Rangkain dasar dari boost konverter dapat dilihat pada Gambar 2.10.a.




Gambar 2.10.a Rangkaian dasar boost konverter

Prinsip kerja dari rangkaian boost konverter pada Gambar 2.10.a akan dijelaskan sebagai berikut : Gambar 2.10.b menjelaskan ketika saklar terbuka dan dioda off, maka arus akan mengalir searah jarum jam dari sumber menuju ke induktor (terjadi pengisian arus induktor ) polaritas sisi kiri lebih positif daripada sisi kanan.

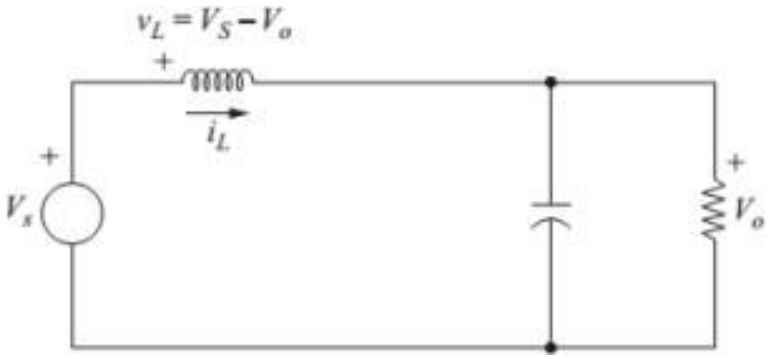



Gambar 2.10.b Rangkaian boost konverter saat saklar terbuka

Gambar 2.10.c menjelaskan pada saat saklar tertutup dan dioda on, arus yang disimpan di induktor akan berkurang karena impedansi yang lebih tinggi.

Berkurangnya arus pada induktor menyebabkan induktor tersebut melawannya dengan membalik polaritas (lebih negatif pada sisi kiri). Sehingga arus yang

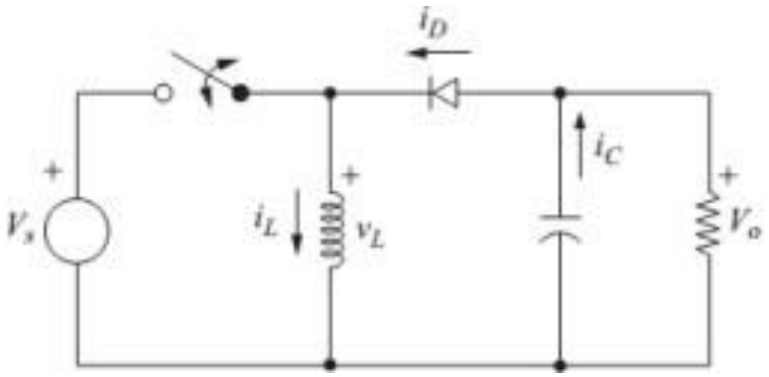
mengalir pada dioda dan pada beban adalah penjumlahan antara arus pada sumber dan arus pada induktor (seri). Disaat yang bersamaan kapasitor juga akan melakukan penyimpanan energi dalam bentuk tegangan. Itulah sebabnya konverter DC-DC tipe boost memiliki keluaran yang lebih tinggi dibandingkan masukannya.




Gambar 2.10.c Rangkaian boost konverter saat saklar tertutup

### 2.5.3 Buck-boostn Konverter

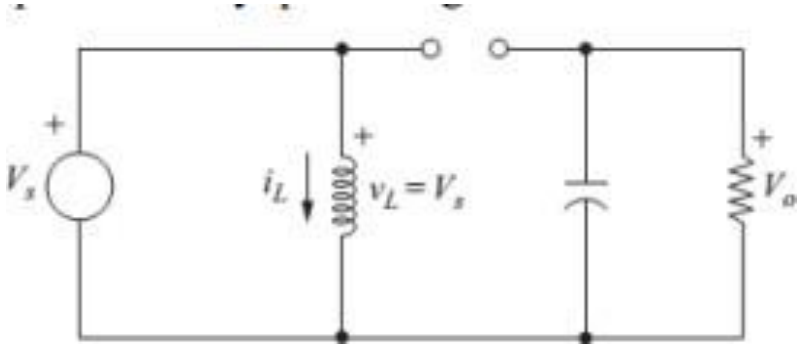
Buck-boost konverter adalah konverter DC yang tegangan keluaran dapat lebih besar atau lebih kecil dari tegangan masukan, buck-boost konverter memiliki polaritas tegangan keluaran terbalik dari tegangan masukan. Rangkaian dasar buck-boost konverter dapat dilihat pada Gambar 2.11.a.




Gambar 2.11.a Rangkaian konverter buck-boost konverter

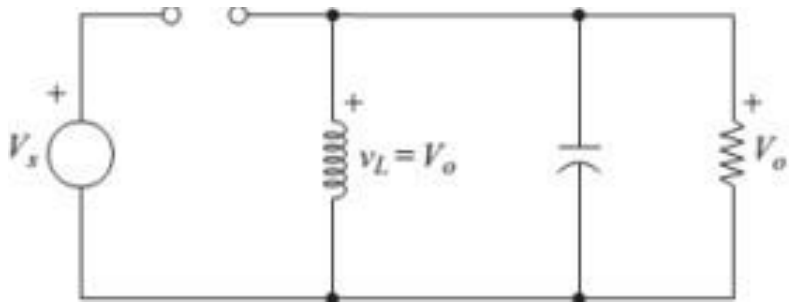
Prinsip kerja dari rangkaian buck-boost konverter pada Gambar 2.11.a akan dijelaskan sebagai berikut : Gambar 2.11.b menjelaskan bahwa pada saat saklar tertutup, maka tegangan masukan langsung terhubung dengan induktor sehingga

energi terkumpul pada induktor, dan pada saat yang sama kapasitor menyuplai energi ke beban.




Gambar 2.11.b Rangkaian buck-boost konverter saat saklar tertutup

Gambar 2.11.c menjelaskan bahwa pada saat saklar terbuka maka induktor terhubung dengan keluaran dan juga kapasitor, sehingga energi ditransfer dari induktor ke kapasitor dan beban.



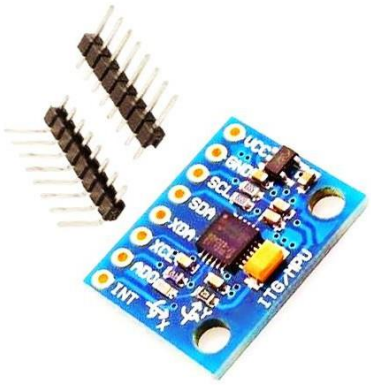

Gambar 2.11.c Rangkaian buck-boost konverter saat saklar terbuka

## 2.6 Sensor Gyroscope

Sensor gyro, juga dikenal sebagai gyroscope, merupakan sebuah komponen elektronik yang digunakan untuk mengukur atau mendeteksi perubahan orientasi atau perputaran suatu objek dalam ruang tiga dimensi. Gyroscope memiliki berbagai aplikasi, termasuk navigasi, stabilisasi, dan kontrol dalam berbagai perangkat dan sistem. Menurut penelitian oleh Zhou et al. (2020), sensor gyro telah menjadi komponen penting dalam pengembangan teknologi navigasi inersial,

terutama dalam aplikasi penerbangan dan pelayaran. Sensor gyro juga digunakan dalam sistem inertial navigation untuk menentukan posisi dan orientasi suatu objek

secara akurat, terlepas dari perubahan posisi atau percepatan eksternal yang mungkin terjadi (Dinakaran et al., 2019). Sensor *gyroscope* terlampir pada gambar 2.12 berikut :




Gambar 2.12 Sensor *Gyroscope*

Sensor gyro juga digunakan dalam aplikasi kendaraan otonom dan robotika untuk mendeteksi perubahan orientasi dan mengontrol pergerakan (Patil & Borkar, 2018). Dengan kemajuan teknologi, sensor gyro semakin kecil, lebih murah, dan lebih akurat, memungkinkan integrasi yang lebih luas dalam berbagai aplikasi. Namun, tantangan dalam penggunaan sensor gyro termasuk drift atau pergeseran perubahan nol dalam pembacaan sensor seiring waktu, yang memerlukan kalibrasi dan teknik pengkompensasian yang canggih (Cho et al., 2021). Dengan demikian, sensor gyro merupakan komponen kunci dalam sistem navigasi, kontrol, dan stabilisasi modern, yang terus mengalami perkembangan dan peningkatan kinerja dalam berbagai aplikasi teknologi.

## 2.7 Baterai Li-Po

Baterai LiPo tidak menggunakan cairan sebagai elektrolit melainkan menggunakan elektrolit polimer kering yang berbentuk seperti lapisan plastik film tipis. Lapisan film ini disusun berlapis-lapis diantara anoda dan katoda yang mengakibatkan pertukaran ion. Dengan metode ini baterai LiPo dapat dibuat dalam berbagai bentuk dan ukuran. Diluar dari kelebihan arsitektur baterai LiPo, terdapat juga kekurangan yaitu lemahnya aliran pertukaran ion yang terjadi melalui elektrolit polimer kering. Hal ini menyebabkan penurunan pada charging dan

discharging rate. Masalah ini sebenarnya bisa diatasi dengan memanaskan baterai sehingga menyebabkan pertukaran ion menjadi lebih cepat, namun metode ini dianggap tidak dapat untuk diaplikasikan pada keadaan sehari-hari. Seandainya para ilmuwan dapat memecahkan masalah ini maka risiko keamanan pada baterai jenis lithium akan sangat berkurang.

Ada beberapa jenis batrai lipo di pasaran antara lain adalah jenis Hybrid Lithium Polymer. Nama yang biasa digunakan untuk baterai ini adalah Lithium-ion Polymer, namun dunia lebih sering menyebutnya dengan Lithium Polymer. Baterai jenis ini tidak sepenuhnya menggunakan elektrolit kering seperti yang telah dijelaskan diatas. Dengan menggunakan elektrolit tipe gel terhadap polimer, pertukaran ion yang terjadi meningkat pesat. Elektrolit gel menyebabkan berkurangnya tingkat kebocoran, namun tetap masih mudah terbakar. Baterai jenis itu tidak terlalu berbahaya jika dibandingkan dengan baterai Li-Ion, namun tetap berbahaya apabila tidak digunakan dengan benar. Seperti terbakar api, overcharge, korslet, dll. Baterai ini masih dapat memicu ledakan.

## 2.8 Tegangan (*Voltage*)

Pada baterai jenis NiCad atau NiMH tiap sel memiliki 1,2 volt sedangkan pada baterai Lipo memiliki rating 3,7 volt per sel. Keuntungannya adalah tegangan baterai yang tinggi dapat dicapai dengan menggunakan jumlah sel yang lebih sedikit. Pada setiap paket baterai LiPo selain tegangan ada label yang disimbolkan dengan “S”. Disini “S” berarti sel yang dimiliki sebuah paket baterai (battery pack). Sementara bilangan yang berada didepan simbol menandakan jumlah sel dan biasanya berkisar antar 2-6S (meskipun kadang ada yang mencapai 10S).

Berikut adalah beberapa contoh notasi baterai LiPo.

a. 3.7 volt battery = 1 cell x 3.7 volts
b. volt battery = 2 cells x 3.7 volts (2S)
c. 11.1 volt battery = 3 cells x 3.7 volts (3S)
d. 14.8 volt battery = 4 cells x 3.7 volts (4S)
e. 18.5 volt battery = 5 cells x 3.7 volts (5S)
f. 22.2 volt battery = 6 cells x 3.7 volts (6S)