

RANCANG BANGUN KOPER PINTAR BERBASIS MIKROKONTROLER

Reni Listiana¹⁾, Eva Damayanti²⁾, Hadi Prasetyo³⁾, Akbar Amirullah⁴⁾

^{1), 2), 3), 4)} Teknik Otomasi Industri, Politeknik TEDC Bandung

Email: renilistiana@yahoo.com¹⁾, vaddel_eva@yahoo.com²⁾,

prassetiyo@yahoo.com³⁾, akbar2406@gmail.com⁴⁾

Abstrak

Koper Pintar Berbasis Mikrokontroler ini adalah sebuah koper yang berfungsi dan berbentuk seperti koper pada umumnya namun dapat bergerak secara otomatis mengikuti pemiliknya atau dikendalikan gerakannya melalui *joystick* pada aplikasi Blynk di smartphone pemiliknya. Koper Pintar ini adalah pengembangan dari koper konvensional yang ditambahkan fungsi untuk bergerak sendiri secara otomatis mengikuti pemiliknya ataupun secara manual digerakkan melalui pengontrol pada smartphone. Koper pintar ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno yang dibantu oleh sensor-sensor seperti bluetooth, GPS, kompas dan ultrasonic. Untuk penggerakannya sendiri menggunakan motor DC 12V yang ditenagai oleh dua buah powerbank. Pada smartphone pemiliknya, koper ini dikendalikan melalui aplikasi Blynk yang terhubung dengan Arduino Uno di koper melalui koneksi bluetooth. Program Arduino pada koper ini dibuat menggunakan software Arduino IDE yaitu sebuah software yang memang dirancang untuk pemrograman Arduino. Sedangkan desainnya dibuat menggunakan software *Solidworks* 2016.

Kata kunci: mikrokontroler, arduino, bluetooth, GPS, koper

I. PENDAHULUAN

Dunia transportasi saat ini telah berkembang sedemikian rupa. Sarana, prasarana dan infrastruktur penunjang transportasi telah menjadi semakin nyaman dengan segala kemudahan yang ditawarkannya. Bandara, stasiun kereta api, terminal maupun pelabuhan tidak lagi menjadi tempat yang terkesan kumuh, ramai dan merepotkan. Gedung-gedungnya tampak indah, nyaman, rapi dan bersih. Untuk memenuhi kebutuhan modern konsumennya, mayoritas dari tempat-tempat tersebut juga sudah dilengkapi dengan berbagai fasilitas seperti WiFi dan banyak catu daya untuk mengisi baterai gawai. Kemudahan-kemudahan ini secara langsung dan tidak langsung menambah minat orang untuk bepergian. Kebutuhan alat-alat penunjang perjalanan juga semakin beragam. Ide tersebut mendorong untuk mengembangkan koper pintar.

Koper merupakan wadah tertutup berbentuk kotak persegi panjang yang mudah dibawa digunakan untuk menyimpan pakaian dan barang lainnya yang diperlukan dalam perjalanan. Koper pada umumnya terbuat dari logam, plastik di lapis kain atau kulit pada bagian luar. Koper biasanya memiliki pegangan pada satu sisi atau dua sisi, memiliki engsel seperti pintu, memiliki roda, dan menggunakan kunci manual atau kunci kombinasi. Dari sejak jaman dahulu, fungsi, bentuk dan karakteristik koper sangat sedikit sekali mengalami perubahan. Perubahan yang terjadi sebagian besar

mengenai perihal bahan dasar atau sistem keamanannya saja, selebihnya koper umumnya adalah sebuah kotak beroda yang berguna untuk menyimpan barang ketika orang bepergian.

Dengan berbagai perkembangan teknologi yang terjadi, saat ini komponen-komponen elektronika menjadi semakin kecil, semakin terjangkau, dan bisa dimanfaatkan oleh siapa saja. Otomasi yang dahulu hanya terpusat pada dunia industri mulai merambah ke peralatan-peralatan yang kita gunakan sehari-hari. Ide sederhana dari pengembangan koper pintar ini adalah untuk kemudahan dan kenyamanan. Koper tidak perlu lagi ditarik, didorong atau diangkat oleh pemiliknya, kini bisa berpindah tempat secara otomatis mengikuti ke mana pemiliknya pergi dengan memanfaatkan teknologi mikrokontroler dan GPS. Tentu saja ini sangat menarik karena perkembangan zaman menuntut segala sesuatu menjadi lebih praktis dan serba otomatis.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Koper

Koper merupakan alat bantu dalam membawa perlengkapan untuk perjalanan. Koper merupakan wadah tertutup untuk meletakkan barang-barang bawaan seperti pakaian dan perlengkapan perjalanan lainnya. Koper pada umumnya memiliki pegangan pada sisi luarnya. Koper terbuat dari bahan dasar logam, plastik, atau kayu dan dilapisi dengan kain atau kulit. Beberapa koper memiliki

engsel seperti pintu, memiliki roda, dan menggunakan kunci manual atau kunci kombinasi.

Bahan dasar koper berubah-ubah sesuai dengan perkembangan teknologi material pada zamannya. Pada awalnya koper terbuat dari wol, linen atau kulit untuk melapisi kayu sebagai rangkanya. Seiring dengan perkembangan zaman dan perkembangan transportasi, koper terus berkembang menjadi lebih praktis dan kuat. Pada abad ke-20, material polyester, nylon dan aluminium mulai digunakan untuk mendapat kekuatan dan bobot yang lebih ringan dan mulai muncul koper yang dilengkapi dengan roda. Koper berbahan dasar polycarbonate pertama kali dibuat pada tahun 2000 yang kemudian menjadi bahan paling banyak digunakan oleh pabrikan pembuat koper, selain polycarbonate, ada juga bahan alternatif seperti ABS (*acrylonite butadine styrene*) yang lebih murah dan polypropylene yang lebih ringan.

Ukuran koper pada umumnya dibagi menjadi tiga jenis, yaitu:

- Koper Kabin adalah koper yang ukurannya paling kecil, dimensi koper ini disesuaikan dengan regulasi maskapai pesawat terbang yang membatasi dimensi barang bawaan yang bisa dibawa masuk ke dalam kabin pesawat. Masing-masing maskapai mempunyai peraturan yang berbeda tentang ukuran koper kabin, namun pada umumnya ukuran koper kabin dibagi menjadi tiga dengan batas berat yang sama yaitu 7 kg.
- Koper Medium sudah tidak bisa lagi masuk ke dalam kabin pesawat. Berat yang bisa ditampung koper ukuran ini adalah sekitar 26 kg
- Koper besar koper ukuran mampu menampung beban sampai sekitar 35 - 45 kg. Oleh karena itu koper ini mempunyai material yang lebih kuat dibanding koper-koper yang lebih kecil.

Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah chip IC (*Integrated Circuit*) yang digunakan untuk mengendalikan perangkat-perangkat elektronik dengan memasukan program untuk mengolah sinyal input menjadi sinyal output sesuai dengan yang diinginkan. Sinyal input ini didapat dari sensor-sensor yang menerima informasi dari lingkungan sekitar yang kemudian diolah sesuai program untuk memberikan perintah kepada aktuator sebagai outputnya.

Mikrokontroler pada dasarnya adalah suatu komputer yang mana di dalamnya terdapat CPU, memory, jalur input dan output, dan perangkat pelengkap lainnya untuk mendukung kinerjanya

dalam bentuk yang ringkas. Namun ada perbedaan mendasar antara mikrokontroler dengan komputer pada umumnya yang mana mikrokontroler dirancang sebagai perangkat dengan embedded system atau dedicated system yaitu perangkat yang ditanami program khusus untuk satu tujuan atau fungsi tertentu saja. Tidak seperti komputer yang mampu mengolah berbagai macam perintah dan tujuan dalam satu waktu. Program dalam mikrokontroler sendiri bisa diubah, dihapus atau disimpan dalam memorinya.

GPS (Global Positioning System)

GPS (*Global Positioning System*) adalah sebuah sistem navigasi berbasis satelit yang dikembangkan oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat pada awal 1970-an. Pada awalnya GPS dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan militer Amerika Serikat namun akhirnya menjadi sistem yang dapat digunakan oleh baik militer maupun masyarakat sipil.

Sistem navigasi GPS terdiri dari 3 bagian, yaitu bagian luar angkasa, kendali dan pengguna. Bagian luar angkasa terdiri dari 31 satelit (Suwarno, 2019) yang secara terus menerus mengirimkan sinyal ke bumi. Bagian kendali terdiri dari jaringan diseluruh dunia yang bertugas melacak satelit di luar angkasa agar bisa dipastikan lokasinya, mengamati keadaan satelit tersebut, mengamati data keadaan atmosfer dan lain sebagainya. Pusat kendali GPS saat ini berada di Colorado Springs, Colorado, AS. Kemudian bagian pengguna termasuk militer dan sipil memiliki penerima sinyal GPS yang berguna untuk menentukan posisi dari pengguna tersebut. Untuk saat ini GPS tersedia untuk semua orang dengan gratis (El-Rabbany, 2002).

Cara kerja GPS sebenarnya cukup sederhana. Satelit di luar angkasa secara terus menerus mengirimkan sinyal ke bumi, sinyal tersebut terdiri dari beberapa bagian yang salah satunya adalah informasi dari letak satelit tersebut di luar angkasa. Ketika pengguna GPS mengaktifkan layanannya, perangkat GPS pada pengguna akan menangkap sinyal yang dihasilkan oleh satelit dan kemudian program yang tertanam pada perangkat GPS menganalisa waktu tempuh sinyal dan lokasi dari satelit sehingga posisi dari pengguna di bumi dapat ditentukan. Dengan cara kerja tersebut, dibutuhkan minimal 3 satelit untuk bisa menentukan posisi pengguna di bumi.

Ada beberapa faktor yang dapat menurunkan kualitas sinyal GPS dan mempengaruhi akurasi GPS, diantaranya yaitu:

- Penundaan dari Ionosfer dan troposfer, sinyal satelit melambat saat melewati atmosfer. GPS melakukan perhitungan jumlah rata-rata

keterlambatan dan mengoreksi kesalahan, sesuai dengan model yang sudah terpasang.

- Sinyal multipath, menyebabkan kesalahan ketika sinyal GPS dari antenna ini tercermin dari objek seperti gedung-gedung tinggi atau permukaan batu besar sebelum mencapai penerima.
- Kesalahan jam Receiver karena sebuah receiver built-in jam tidak seakurat jam-jam atom pada satelit GPS onboard.
- Kesalahan Orbital, juga dikenal sebagai kesalahan ephemeris, yaitu ketidakakuratan dari satelit melaporkan lokasi.
- Jumlah satelit terlihat, semakin banyak satelit yang bisa dilihat oleh GPS akurasi yang lebih baik. Bangunan, bentuk suatu permukaan, interferensi elektronik, atau bahkan kadang-kadang dedaunan yang lebat dapat memblokir penerimaan sinyal, menyebabkan kesalahan posisi atau mungkin tidak membaca posisi sama sekali. Unit GPS pada dasarnya tidak dapat bekerja dalam ruangan, bawah laut atau bawah tanah tanpa tambahan alat bantu.
- Geometri satelit / *shading*, ini mengacu pada posisi relatif satelit pada suatu waktu. Geometri satelit ideal terjadi ketika satelit berada di sudut lebar relatif terhadap satu sama lain. Perhitungan GPS menghasilkan geometri yang tidak bagus ketika satelit berada dlm satu garis atau dalam kelompok satelit yang berdekatan.
- Degradasi dari sinyal satelit yang disengaja, *Selective Availability* (SA) adalah kesengajaan degradasi sinyal oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat. SA dimaksudkan untuk mencegah musuh militer dari menggunakan GPS yang sangat akurat. SA dinonaktifkan oleh pemerintah AS pada bulan Mei 2000, yang secara signifikan meningkatkan akurasi penerima GPS sipil.

Kompas

Kompas adalah alat navigasi untuk menentukan arah berupa sebuah panah penunjuk magnetis yang bebas menyelaraskan dirinya dengan medan magnet bumi secara akurat. Kompas memberikan rujukan arah tertentu, sehingga sangat membantu dalam bidang navigasi. Arah mata angin sesuai kompas menunjuk arah utara, selatan, timur, dan barat.

Besarnya medan magnet bumi sebesar 25 hingga 65 microtesia atau 0,25 hingga 0,65 gauss. Nominal besar medan magnet bumi adalah 0,5 gauss. Referensi arah medan magnet adalah kutub selatan (Antartika) sebagai kutub utara magnet bumi. Pada kompas konvensional, jarum kompas akan selalu mengarah pada posisi referensi kutub

utara bumi (kutub selatan magnet bumi) ini, dengan syarat atau kondisi tidak terinduksi atau terpengaruh oleh medan magnet dari magnet lain. Arah medan magnet selalu mengikuti garis-garis gaya magnet, di mana garis-garis ini mengarah keluar dari kutub utara magnet bumi menuju ke kutub selatan magnet bumi. Untuk kompas konvensional, jarum kompas akan berfungsi sebagai "sensor" medan magnet bumi (silabus.web.id/kompas).

Bluetooth

Bluetooth adalah sebuah teknologi standar untuk menjembatani teknologi komputer dan komunikasi. Teknologi bluetooth telah diadaptasi oleh sebagian besar produsen pada dunia industri komputer dan telekomunikasi, juga oleh banyak industri lainnya seperti otomotif, kesehatan, home entertainment, dan bahkan mainan anak-anak (Miller, 2001).

Pada umumnya, bluetooth menjanjikan beberapa standar dalam penggunaannya, seperti:

- Menghilangkan penggunaan kabel untuk komunikasi pada perangkat bergerak maupun tidak bergerak dalam jarak yang pendek (sekitar 10 m)
- Memfasilitasi komunikasi data maupun suara
- Menyediakan sinkronisasi otomatis untuk beberapa perangkat sekaligus.

Sederhananya, teknologi bluetooth menyediakan komunikasi nirkabel dalam jarak dekat untuk berbagai macam perangkat. Komunikasi tersebut dapat terjadi secara otomatis maupun dengan intervensi langsung dari penggunanya. Ketika suatu perangkat bluetooth aktif lalu mendeteksi perangkat bluetooth lainnya, maka kedua perangkat tersebut akan langsung melakukan sinkronisasi secara otomatis dan menciptakan jaringannya sendiri.

Pada semua perangkat bluetooth, terdapat sebuah chip kecil dan berdaya rendah yang berfungsi menghasilkan dan menerima sinyal radio berfrekuensi antara 2.4 sampai 2.48 gigahertz. Sinyal radio pada frekuensi ini dikenal dengan ISM (Industrial, scientific, and medical band) adalah rentang frekuensi radio yang tidak berlisensi sehingga teknologi bluetooth dapat digunakan secara gratis.

Ketika suatu perangkat bluetooth mendeteksi perangkat bluetooth lainnya dalam jarak sekitar 10 meter, maka kedua perangkat ini secara otomatis akan membentuk koneksi antara keduanya. Koneksi ini disebut piconet yaitu semacam jaringan mini atau personal area network (PAN). Di dalam piconet,

salah satu perangkat ditunjuk sebagai master dan perangkat lainnya bisa mencapai delapan perangkat bertugas sebagai slave. Perangkat master bertugas mengatur semua komunikasi, termasuk transfer data antar perangkat.

Sebelum melakukan komunikasi, dua perangkat bluetooth harus membentuk koneksi terlebih dahulu. Membentuk koneksi pada dua perangkat bluetooth memerlukan tiga tahapan utama, yaitu:

- Inquiry – apabila kedua perangkat bluetooth tidak saling mengetahui informasi antar satu sama lain, perangkat tersebut akan melakukan inquiry atau pemeriksaan untuk menemukan perangkat lainnya. Salah satu perangkat mengirim permintaan untuk melakukan pemeriksaan, kemudian perangkat lainnya akan mendengarkan permintaan tersebut lalu akan merespons dengan mengirimkan alamat, nama atau informasi lainnya.
- Paging (Connecting) – paging adalah proses membentuk koneksi antara dua perangkat bluetooth. Sebelum koneksi bisa terbentuk, setiap perangkat harus mengetahui alamat dari perangkat lainnya yang didapat pada proses inquiry sebelumnya.
- Connection – setelah perangkat melewati proses paging, perangkat akan memasuki kondisi terkoneksi. Pada kondisi ini masing-masing perangkat akan mengirim atau menerima data sesuai dengan tugasnya.

Pada Koper Pintar Berbasis Mikrokontroler ini, bluetooth pada smartphone akan bertindak sebagai master, dan Bluetooth Module HC-05 pada koper akan bertindak sebagai slave. Kedua perangkat ini akan saling bertukar data dalam bentuk Serial Port Profile (SPP). SPP adalah serial communication interface seperti pada RS-232 yang mana tujuan awal penciptaan bluetooth adalah untuk menghilangkan kabel pada komunikasi RS-232. Dengan SPP ini, port RX dan TX pada smartphone yang diwakili oleh aplikasi Blynk akan terhubung dengan port TX dan RX Bluetooth Module HC-05 dan melakukan pertukaran data yang ditentukan pada program Arduino dan widget Blynk.

a. Motor DC

Motor listrik merupakan perangkat elektromagnetik yang digunakan untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Motor DC atau sering disebut motor arus searah. Motor DC memiliki dua bagian dasar yaitu, bagian yang tetap atau stasioner yang disebut stator dan bagian yang bergerak yang disebut rotor. Stator ini menghasilkan medan magnet. Medan magnet stator dapat

dibangkitkan dari sebuah koil (electromagnet) ataupun magnet permanen. Rotor ini berupa sebuah koil di mana arus listrik mengalir. Perputaran pada kumparan jangkar di dalam medan magnet akan menghasilkan tegangan (GGL) yang berubah-ubah pada setiap setengah putaran. Prinsip kerja dari arus searah adalah membalik fasa tegangan dari gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator. Maka dengan memberikan beda tegangan pada kedua terminal tersebut, motor akan berputar pada satu arah. Jika polaritas tegangan dibalik, maka arah putaran motor akan terbalik juga. Polaritas dari tegangan yang diberikan pada dua terminal menentukan arah putaran motor sedangkan besar dari beda tegangan pada kedua terminal menentukan kecepatan motor. Bentuk motor paling sederhana memiliki kumparan satu lilitan yang bisa berputar bebas di antara kutub-kutub magnet permanen. Motor DC merupakan jenis motor yang menggunakan tegangan searah sebagai sumber tenaganya.

Berikut bagian-bagian utama pada motor DC:

1. Stator
Stator adalah bagian pada motor listrik atau dinamo listrik yang berfungsi sebagai stasioner dari system rotor. Jadi penempatan stator biasanya mengelilingi rotor, stator bisa berupa gulungan kawat tembaga yang berinteraksi dengan angker membentuk medan magnet untuk mengatur perputaran rotor. Motor DC memiliki kutub medan yang stasioner dan rotor yang menggerakkan bearing pada ruang di antara kutub medan.
2. Rotor
Rotor adalah bagian dari motor listrik atau generator listrik yang berputar pada sumbu rotor. Bila arus masuk menuju rotor, maka arus ini akan menjadi elektromagnet. Rotor yang berbentuk silinder, dihubungkan ke poros penggerak untuk menggerakkan beban. Rotor berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi. Jika hal ini terjadi, arusnya berbalik untuk mengubah kutub-kutub utara dan selatan motor.
3. Komutator
Komponen motor DC yang berfungsi untuk menyearahkan arah arus listrik dalam dinamo. Komutator juga membantu dalam aliran arus antara dinamo dan sumber daya.

Keuntungan utama motor DC adalah sebagai pengendali kecepatan, yang tidak mempengaruhi kualitas pasokan daya. Motor ini dapat dikendalikan dengan mengatur:

- Tegangan dinamo – meningkatkan tegangan dinamo akan meningkatkan kecepatan
 - Arus medan – menurunkan arus medan akan meningkatkan kecepatan.
- Hubungan antara kecepatan, flux medan dan tegangan dinamo ditunjukkan sebagai berikut :

Gaya Elektomagnetik (E) :

$$E = K\Phi N \dots\dots\dots (1)$$

Torque (T) :

$$T = K\Phi I_a \dots\dots\dots (2)$$

dengan:

- E = gaya elektromagnetik yang dikembangkan pada terminal dinamo (volt)
- Φ = flux medan yang berbanding lurus dengan arus medan
- N = kecepatan dalam RPM (putaran per menit)
- T = torque electromagnetic
- I_a = arus dinamo
- K = konstanta persamaan

Untuk mendapatkan kontrol sempurna dari gerakan motor DC, kita harus mengendalikan kecepatan dan arah putarannya. Untuk mengendalikan kecepatan putaran motor DC, kita bisa mengatur jumlah tegangan yang masuk ke motor dengan metode PWM (*Pulse Width Modulation*), sedangkan arah putaran motor bisa kita kontrol dengan metode H-Bridge.

Driver Motor L298N merupakan salah satu driver motor DC yang paling banyak digunakan. Driver motor ini menggunakan IC L298 yang di dalamnya terdapat transistor-transistor logic dengan gerbang Nand yang berfungsi untuk menentukan arah putaran suatu motor DC ataupun motor stepper dengan prinsip kerja H-Bridge.

PWM sendiri adalah sebuah metode atau teknik untuk mengubah bentuk keluaran digital menjadi analog dengan cara mengatur lebar pulsa (duty cycle) dari suatu sinyal digital dengan nilai frekuensi dan amplitudo yang tetap. Nilai tegangan output-nya adalah rata-rata dari tegangan ketika dalam kondisi On, jadi semakin lama sinyal On atau semakin lebar pulsanya maka rata-rata tegangan akan semakin besar.

Koper Pintar Berbasis Mikrokontroler ini bergerak menggunakan 2 buah motor DC 12 volt dengan sumber tegangan powerbank 5 volt yang dinaikkan tegangannya melalui step up regulator menjadi 12 volt sesuai dengan kebutuhan motor. Putaran motor DC dikendalikan melalui pin IN1, IN2 dan ENA pada L298N yang terhubung dengan Arduino. Arduino akan memberikan perintah pada

pin IN1 dan IN2 berupa sinyal High atau Low untuk mengendalikan arah putaran dan sinyal PWM untuk mengatur kecepatan putaran motor sesuai dengan masukan informasi yang diterima dari smartphone yang telah diterjemahkan dan diolah oleh Arduino.

Gerakan koper merupakan kombinasi dari putaran kedua motornya yang bergerak secara independen. Untuk gerakan maju dan mundur, kedua motor berputar dengan arah putaran dan kecepatan yang sama, sedangkan ketika berbelok, motor A dan B berputar dengan arah yang berlawanan dengan kecepatan masing-masing motor disesuaikan oleh program Arduino.

Blynk

Blynk adalah aplikasi untuk iOS dan OS Android untuk mengontrol Arduino, NodeMCU, Raspberry Pi dan sejenisnya secara *wireless*. Aplikasi ini dapat digunakan untuk mengendalikan perangkat hardware, menampilkan data sensor, menyimpan data, visualisasi, dan lain-lain (Blynk, t.thn.).

Aplikasi Blynk memiliki 3 komponen utama.yaitu:

- Blynk App adalah aplikasi pada smartphone, tempat untuk menyusun project dengan banyak widgets yang telah disediakan
- Blynk Server berfungsi sebagai jembatan komunikasi antara Blynk app dengan hardware
- Blynk Libraries memungkinkan Blynk untuk berkomunikasi dengan hardware-hardware mikrikontroler populer.

Blynk dapat dikomunikasikan dengan hardware melalui berbagai perantara, di antaranya melalui WIFI, *bluetooth*, BLE, *ethernet* dan internet.

III. PERANCANGAN SISTEM

Deskripsi Alat

Koper Pintar Berbasis Mikrokontroler ini adalah sebuah koper yang berfungsi dan berbentuk seperti koper pada umumnya namun dapat bergerak secara otomatis mengikuti pemiliknya atau dikendalikan gerakannya melalui joystick pada aplikasi Blynk di smartphone pemiliknya.

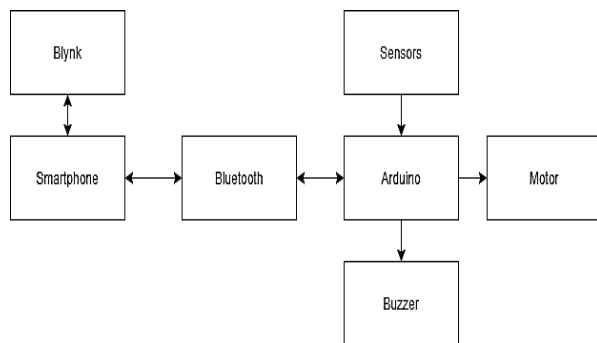
Sebagai "otak" dari koper ini, terdapat mikrokontroler Arduino Uno yang terhubung dengan smartphone pemiliknya melalui bluetooth. Dalam beroperasi, Arduino Uno dibantu oleh beberapa komponen tambahan di antaranya, GPS Module untuk membaca titik koordinat koper, Compass Module untuk membaca arah koper, bluetooth module untuk komunikasi antara smartphone dan Arduino Uno, motor DC 12V sebagai penggerak,

sensor ultrasonic, buzzer dan baterai sebagai sumber daya.

Kemudian pada smartphone memanfaatkan aplikasi Blynk untuk mengirim data titik koordinat lokasi pengguna, mengendalikan koper secara manual dan juga menampilkan informasi tertentu dari koper seperti status mode operasi, alarm, dan jarak koper dengan smartphone. Data ini didapat dari pembacaan smartphone yang pada umumnya sudah memiliki fitur kompas, gyroscope dan GPS.

Cara Kerja

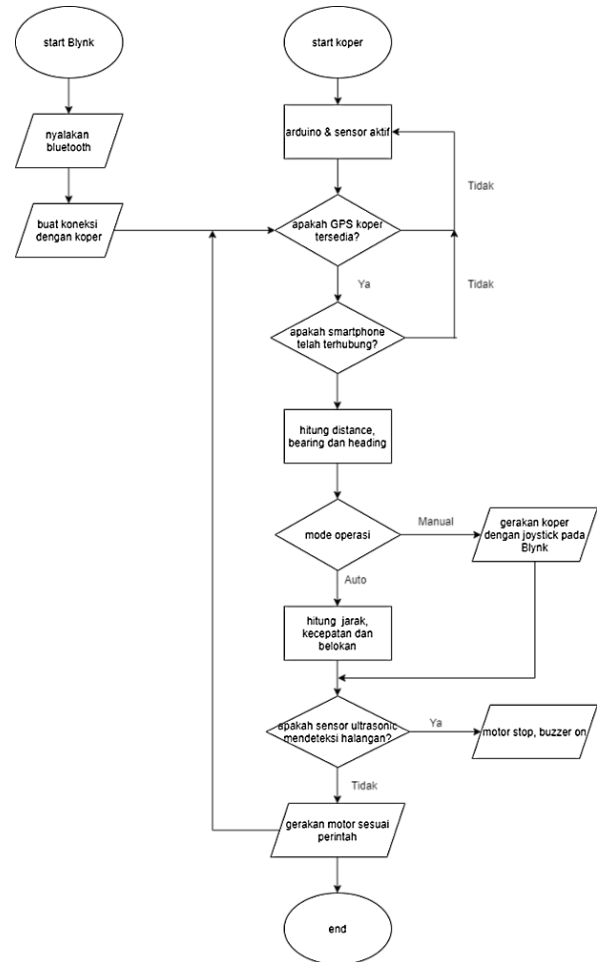
Sebelum lebih jauh ke cara kerja alat, dari deskripsi alat di atas dapat diketahui komponen-komponen utama dari Koper Pintar Berbasis Mikrokontroler ini, hubungan antar komponen-komponen tersebut dijelaskan lebih lanjut pada blok diagram di bawah ini.



Gambar 1. Blok diagram koper pintar berbasis mikrokontroler

Dapat dilihat bahwa Koper Pintar Berbasis Mikrokontroler ini terdiri dari 2 blok utama yaitu smartphone dan Arduino Uno. Kedua blok tersebut saling berkomunikasi melalui media bluetooth melakukan pertukaran data agar koper pintar dapat bekerja. Data-data dari smartphone didapat dari sensor bawaan smartphone itu sendiri, sedangkan pada Arduino data-data didapat dari sensor-sensor yang terhubung dengan Arduino tersebut. Sebagai penggerak koper, terdapat motor DC yang dapat dikendalikan secara otomatis ataupun manual, kemudian ada buzzer yang akan berbunyi ketika terjadi alarm.

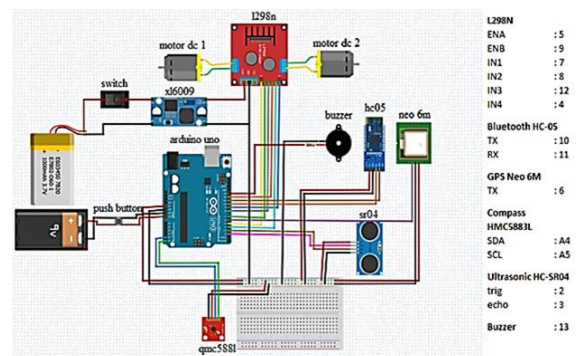
Selanjutnya, garis besar cara kerja alat akan dijelaskan pada *flowchart* di bawah ini.



Gambar 2. Flowchart koper pintar berbasis mikrokontroler

Perancangan Rangkaian Elektronika

Dalam perancangan rangkaian elektronika ini, ditentukan bagaimana Arduino Uno dan sensor-sensornya berhubungan. Penentuan pin Arduino Uno dengan kaki-kaki sensor yang sesuai dan catu daya agar komponen-komponen tersebut dapat bekerja dengan maksimal. Rangkaian elektronika Koper Pintar dapat dilihat pada gambar 3.3 di bawah ini.



Gambar 3. Rangkaian elektronika

Hubungan Antara Koordinat Koper dan Smartphone

Metode Haversine adalah salah satu metode yang digunakan untuk menghitung jarak antara titik di bidang yang memiliki derajat kelengkungan seperti permukaan bumi dengan menggunakan garis lintang (longitude) dan garis bujur (latitude) sebagai variabel masukan. Haversine formula adalah persamaan penting pada navigasi, memberikan jarak lingkaran besar antara dua titik pada permukaan bola (bumi) berdasarkan bujur dan lintang.

Bumi diasumsikan berbentuk bulat sempurna dengan jari-jari $R = 6371$ km, dan lokasi dari 2 titik di koordinat bola (lintang dan bujur) masing-masing adalah lon1, lat1, dan lon2, lat2, maka rumus Haversine dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut:

$$\Delta lat = lat2 - lat1$$

$$\Delta lon = lon2 - lon1$$

$$a = \sin^2\left(\frac{\Delta lat}{2}\right) + \cos(lat1) \cdot \cos(lat2) \cdot \sin^2\left(\frac{\Delta lon}{2}\right) \dots (3)$$

$$c = 2 \cdot \text{atan2}(\sqrt{a}, \sqrt{1-a})$$

$$d = R \cdot c$$

dengan:

- R = jari-jari bumi sebesar 6371 km
- Δlat = besaran perubahan *latitude*
- Δlon = besaran perubahan *longitude*
- c = kalkulasi perpotongan sumbu
- d = jarak dalam kilometer

Bearing adalah sudut yang ukur dari utara maupun selatan berputar searah jarum jam ataupun berlawanan jarum jam ke titik yang dituju. Dalam konteks Koper Pintar Berbasis Mikrokontroler ini, bearing adalah sudut yang dibentuk oleh koordinat koper dan smartphone dengan kutub utara atau selatan sebagai acuan oleh karena itu sudut bearing tidak melebihi 90 derajat.

Dengan mengasumsikan lokasi dari 2 titik di koordinat bola (lintang dan bujur) masing-masing adalah lon1, lat1, dan lon2, lat2 maka bearing dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\beta = \text{atan2}(X, Y) \dots \dots \dots (4)$$

Di mana X dan Y dapat dihitung dengan:

$$X = \sin(\Delta lon) \cdot \cos(lat2)$$

$$Y = \cos(lat1) \cdot \sin(lat2) - \sin(lat1) \cdot \cos(lat2) \cdot \cos(\Delta lon)$$

Dengan β adalah *bearing* dan Δlon adalah besaran perubahan *longitude*.

Mengendalikan Putaran Motor DC Melalui Smartphone

Untuk mendapatkan kontrol sempurna dari gerakan motor DC, kita harus mengendalikan kecepatan dan arah putarannya. Untuk mengendalikan kecepatan putaran motor DC, kita bisa mengatur jumlah tegangan yang masuk ke motor dengan metode PWM (*Pulse Width Modulation*), sedangkan arah putaran motor bisa kita kontrol dengan metode H-Bridge.

Driver Motor L298N merupakan salah satu driver motor DC yang paling banyak digunakan. Driver motor ini menggunakan IC L298 yang di dalamnya terdapat transistor-transistor logic dengan gerbang Nand yang berfungsi untuk menentukan arah putaran suatu motor DC ataupun motor *stepper* dengan prinsip kerja H-Bridge.

PWM sendiri adalah sebuah metode atau teknik untuk mengubah bentuk keluaran digital menjadi analog dengan cara mengatur lebar pulsa (*duty cycle*) dari suatu sinyal digital dengan nilai frekuensi dan amplitudo yang tetap. Nilai tegangan output-nya adalah rata-rata dari tegangan ketika dalam kondisi On, jadi semakin lama sinyal On atau semakin lebar pulsanya maka rata-rata tegangan akan semakin besar.

Pada driver motor L298N, PWM dikendalikan melalui pin ENA dan ENB yang dihubungkan pada Arduino. Arduino memberikan output antara 0 – 255 kepada pin PWM L298N di mana 0 berarti motor berhenti atau tidak menerima tegangan sama sekali dari input catu dayanya dan 255 berarti motor berputar dengan kecepatan maksimum atau menerima tegangan penuh dari input catu dayanya.

Kemudian arah putaran motor dikendalikan melalui pin IN1 dan IN2 untuk motor A dan IN3 dan IN4 untuk motor B. Arah putaran motor dikendalikan dengan memberikan sinyal High atau Low pada sepasang *pin input* tersebut. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Tabel input pin L298N

Input 1	Input 2	Arah putaran
Low (0)	Low (0)	Motor tidak berputar
High (1)	Low (0)	Putaran searah jarum jam
Low (0)	High (1)	Putaran berlawanan arah jarum jam
High (1)	High (1)	Motor tidak berputar

Pada mode Manual, motor DC dikendalikan melalui joystick dan slider pada aplikasi Blynk di

smartphone yang terkoneksi dengan Arduino melalui bluetooth. Joystick mengendalikan arah putaran motor dengan mengatur pin mana saja yang harus mendapat input High dan Low, dan slider mengendalikan kecepatan putaran motor dengan mengatur sinyal PWM yang dihasilkan Arduino.

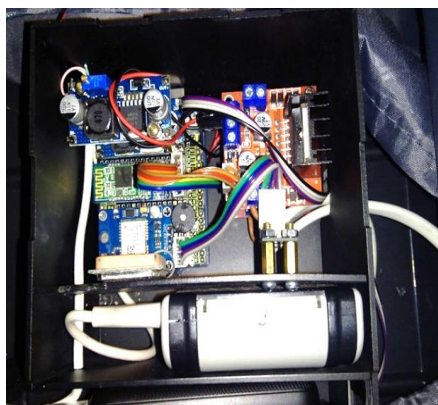
Untuk joystick, data yang dikirim oleh Blynk berupa nilai sumbu X dan Y dari joystick, nilai tersebut kemudian diolah oleh program untuk menentukan arah putaran 2 buah motor DC pada koper. Pada koper pintar berbasis mikrokontroler ini, gerakan manual dibagi menjadi sembilan macam, yaitu maju, maju kanan, maju kiri, belok kanan, belok kiri, mundur, mundur kanan, mundur kiri dan stop.

Pada mode Auto, peran joystick dan slider digantikan dengan hasil perhitungan jarak dan bearing yang didasarkan pada koordinat koper dan smarphone yang dikirimkan oleh Blynk pada saat itu dan juga hasil perhitungan heading yang dilakukan oleh kompas. Koper akan mulai bergerak ketika hasil perhitungan jarak bernilai lebih dari 2 meter, yang berarti pula pada mode auto koper akan berhenti ketika jaraknya dengan smartphone kurang dari 2 meter.

IV. PENGUJIAN DAN ANALISA

Hasil Pembuatan dan Perancangan Alat

Gambar 4, 5 dan 6 adalah hasil pembuatan Koper Pintar Berbasis Mikrokontroler yang telah dilakukan berdasarkan hasil perancangan sistem.



Gambar 4. Rangkaian komponen elektronika



Gambar 5. Koper tampak dalam



Gambar 6. Koper tampak keseluruhan

Pengujian dan Analisa Alat

Pengujian yang dilakukan adalah:

- Pengujian dan Analisa GPS
- Pengujian dan Analisa Jangkauan Bluetooth
- Pengujian dan Analisa Gerakan Alat
- Pengujian Kecepatan Koper

Pengujian dan Analisa GPS

Pengujian ini dilakukan untuk menghitung akurasi GPS pada koper yang mana sangat vital perannya dalam menentukan gerakan koper pada mode Manual. Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengujian ini adalah

1. Aktifkan GPS pada smarphone dan GPS Module

2. Posisikan kedua perangkat tersebut dengan jarak 10 cm
3. Perhatikan hasil perhitungan jarak dan bearing

Data hasil pengujian adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil pengujian akurasi GPS

No	Koordinat <i>smartphone</i>	Koordinat GPS module	Jarak dan <i>bearing</i> sebenarnya	Jarak dan <i>bearing</i> hasil pengukuran
1.	Lat - 6.8765196	Lat = -	Jarak = -	Jarak = -
	Lon 107.5617065	Lon = -	Bearing = -	Bearing =
2.	Lat - 6.8765215	Lat - 6.8766126	Jarak = 10 cm	Jarak = 18 m
	Lon 107.5618057	Lon 107.5616683	Bearing = 180°	Bearing = 51°
3.	Lat - 6.8766641	Lat - 6.8766431	Jarak= 10 cm	Jarak = 6 m
	Lon 107.5616607	Lon 107.5617141	Bearing= 180°	Bearing=- 113°

Keterangan:

Pengujian pertama tidak berhasil dilakukan karena GPS module tidak bisa mengunci lokasi satelit karena cuaca buruk.

Pengujian dan Analisa Jangkauan Bluetooth

Pengujian ini dilakukan untuk mengukur sampai sejauh mana smarphone dan koper dapat terhubung. Langkah-langkah pengujian jangkauan bluetooth yang dilakukan adalah:

1. Jalankan koper dengan mode manual
2. Gerakkan koper menjauhi smarphone dengan posisi smarphone tetap di tempat sampai koper berhenti karena koneksi terputus
3. Ukur jarak posisi smarphone dengan koper

Data hasil pengujian jangkauan bluetooth adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil pengujian jangkauan bluetooth

No.	Waktu pengujian	Hasil pengujian (meter)	Keterangan
1	19 September 2020	20	-
2	23 September 2020	15	Terhalang tembok
3	23 September 2020	20	-

Pengujian dan Analisa Gerakan Alat

Pengujian ini dilakukan untuk menganalisis keakuratan gerakan koper dalam mode Auto dan Manual. Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengujian ini adalah:

1. Jalankan koper sesuai cara pengoperasian
2. Perhatikan gerakan koper

Data hasil pengujian adalah sebagai berikut:

➤ Pengujian ke-1

Tabel 4. Pengujian ke-1

Lokasi: Rumah, Komp. Pesona Cimekar Indah A10, Cileunyi			
Waktu: 5 September 2020			
No	Mode Operasi		Keterangan
	Auto	Manual	
1	koper bergerak dengan akurat	koper bergerak dengan akurat	Lokasi <i>indoor</i> , cuaca cerah
2	koper bergerak dengan akurat	koper bergerak dengan akurat	
3	koper bergerak dengan akurat	koper bergerak dengan akurat	

➤ Pengujian ke-2

Tabel 5. Pengujian ke 2

Lokasi: Aula Politeknik TEDC Bandung			
Waktu: 14 September 2020			
No	Mode Operasi		Keterangan
	Auto	Manual	
1	Koper bergerak tidak akurat	Koper bergerak dengan akurat	Lokasi <i>semi outdoor</i> , cuaca berawan
2	Koper bergerak tidak akurat	Koper bergerak dengan akurat	
3	Koper bergerak tidak akurat	Koper bergerak dengan akurat	

➤ Pengujian ke-3

Tabel 6. Pengujian ke-3

Lokasi: Aula Politeknik TEDC Bandung			
Waktu: 17 September 2020			
No	Mode Operasi		Keterangan
	Auto	Manual	
1	Koper bergerak tidak akurat	Koper bergerak dengan akurat	Lokasi <i>semi outdoor</i> , cuaca berawan
2	Koper bergerak tidak akurat	Koper bergerak dengan akurat	
3	Koper bergerak tidak akurat	Koper bergerak dengan akurat	

Dari data hasil pengujian di atas, dapat dianalisis bahwa akurasi gerakan Koper pada saat mode Auto sangat bergantung pada akurasi GPS Module. Akurasi GPS Module sendiri tergantung dari banyak hal seperti yang telah dijelaskan sebelumnya.

Pengujian Kecepatan Koper

Pada pengujian ini, akan dianalisis kecepatan maksimal koper ketika dalam keadaan kosong dan membawa beban maksimal sesuai regulasi barang bawaan kabin pesawat terbang.

Tabel 7. Tabel pengujian kecepatan

No.	Berat total	Kecepatan	Keterangan
1	3 kg	3 km/jam	Koper dalam keadaan kosong
2	5 kg	2 km/jam	-
3	7 kg	1 km/jam	-

V. KESIMPULAN

Berdasarkan penuturan yang telah dipaparkan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa:

1. Koper konvensional dapat ditambahkan fungsi untuk bergerak secara otomatis dengan memanfaatkan teknologi mikrokontroler.
2. Koper otomatis dapat dibuat dengan memanfaatkan teknologi mikrokontroler yang didukung oleh sensor-sensor seperti GPS, bluetooth, kompas dan perangkat penunjang lainnya.
3. Hubungan antara dua titik koordinat GPS yaitu jarak dan bearing dapat dihitung dengan memanfaatkan formula Haversine.

4. Gerakan motor DC dapat dikendalikan melalui smartphone dengan cara mengirimkan perintah atau informasi kepada mikrokontroler melalui koneksi bluetooth.
5. Pada mode manual, koper dapat digerakkan ke sembilan arah yaitu maju, mundur, belok kanan, belok kiri, maju kanan, maju kiri, mundur kanan, mundur kiri dan stop.
6. Pada mode auto, koper akan mulai bergerak ketika hasil perhitungan jarak bernilai lebih dari 2 meter.

DAFTAR PUSTAKA

El-Rabbany, A. (2002). Introduction to GPS. Massachusetts: Artech House, Inc.

Miller, M. (2001). Discovering Bluetooth. Alameda: SYBEX Inc.

Blynk. (t.thn.). Diambil kembali dari <https://docs.blynk.cc/gpsgarmin63>. (2011, Oktober 3). Faktor yang Mempengaruhi Sinyal GPS. Dipetik September 6, 2020, dari GPS Garmin: <https://gpsgarmin63.wordpress.com/2011/10/3/1/faktor-yang-mempengaruhi-sinyal-gps/>

Koper. (2018, November 23). Diambil kembali dari id.wikipedia.org: <https://id.wikipedia.org/wiki/Koper>

Suwarno, R. (2019, Agustus 25). GPS vs Beidou. Dipetik Agustus 29, 2020, dari <https://kumparan.com/ricky-suwarno/gps-vs-beidou-1rjcwYDKtox>

Wikipedia. (2020, April 16). Kompas. Dipetik Agustus 28, 2020, dari Wikipedia bahasa Indonesia: <https://id.wikipedia.org/wiki/Kompas>