

Nama : Juan Thomas Wijaya

NPM : 1806194776

Kelas Mekatronika

Observasi dan Analisis Desain Robot ESP32 Voyager

1. Desain

Desain robot ESP32 Voyager tersusun atas beberapa fitur, antara lain sistem daya, ESP32, motor driver, dan lengan robot.

Sistem Daya

Sistem daya pada robot Voyager ESP32 menggunakan sel baterai Li-Ion 18650. Baterai ini digunakan karena memiliki harga yang relatif murah. Biaya penggunaan 4 baterai 18650 yang dirangkai seri akan lebih murah dibandingkan dengan penggunaan baterai lainnya seperti 4S Lipo yang memiliki tegangan sama yaitu 16V. Selain itu, faktor lainnya adalah dari segi keamanan di mana baterai jenis ini memiliki risiko terjadi kerusakan (jika tertusuk baterai akan terbakar) yang lebih kecil dibandingkan dengan penggunaan baterai berjenis lainnya seperti Li-Poly. Selain alasan tersebut, penggunaan baterai 18650 ini menurut saya juga memiliki kelebihan yaitu baterai yang digunakan bersifat modular sehingga dapat dengan mudah diganti apabila terjadi kerusakan. Baterai ini juga memiliki discharge current yang cukup tinggi sehingga tepat untuk digunakan pada pengaplikasian robot Voyager.

Pada komponen yang digunakan, motor driver dan motor dc dapat handle tegangan 16V dari sumber daya. Namun, ESP32 dan motor servo menggunakan input tegangan sebesar 5V. Oleh karena itu, digunakan buck converter IC yaitu XL4015. Converter ini dapat memberikan tegangan 5V yang stabil dengan arus mencapai 5A. Pada pengaplikasiannya, motor servo yang digunakan untuk lengan robot adalah DS3218 yang membutuhkan arus sekitar 1-1.5A. Oleh karena itu, penggunaan converter XL4015 tepat karena converter mampu menyuplai arus yang cukup besar untuk digunakan oleh servo motor.

ESP32

Pada robot Voyager, digunakan mikrokontroler yaitu ESP32. ESP32 digunakan karena memiliki banyak fitur seperti port I/O yang banyak. Pada desain robot Voyager, ESP32 memiliki pin yang cukup untuk dihubungkan ke berbagai perangkat seperti 4 IC motor driver, 4 servo motor, dan juga berbagai sensor yang digunakan pada robot Voyager. ESP32 pada

proyek ini menggunakan jenis ESP32-WROO-32U karena memiliki antena eksternal yang dapat memberikan jangkauan operasional yang lebih luas dari pengendali wirelessnya. ESP32 ini memiliki kelebihan yaitu adanya koneksi Wi-Fi yang dapat memungkinkan pengendalian menggunakan Wi-Fi, serta dapat dihubungkan langsung dengan perangkat PS3 sebagai kontrolernya. Dengan kemampuan kompatibilitas dengan kontroler seperti PS3, ESP32 tepat untuk digunakan sebagai mikrokontroler dari robot Voyager. Selain itu, ESP32 juga memiliki keuntungan lainnya yaitu ESP32 cukup populer, murah, serta memiliki dokumentasi yang lengkap sehingga memudahkan pengguna dalam menerapkan fitur dan pengaplikasian yang diinginkan.

Motor Driver

Motor driver untuk motor DC pada desain robot Voyager menggunakan driver DRV8871. Driver ini memiliki arus maksimum 3.6A dan tegangan maksimum 45V. Driver ini memiliki kelebihan yaitu harga yang sangat terjangkau. Selain itu, IC ini hanya membutuhkan sirkuit dukungan yang cukup sederhana dibandingkan dengan driver lainnya seperti L298N yang membutuhkan rangkaian tambahan seperti dioda untuk pengoperasiannya. Selain itu, dengan tegangan daya yang besar, driver ini dapat memberikan suplai daya yang cukup bagi motor DC untuk membangkitkan torsi yang besar. Driver ini memiliki ukuran yang kecil dengan berbasis MOSFET sehingga memiliki frekuensi *switching* yang relatif lebih tinggi. Dengan ukuran yang kecil, terdapat juga keterbatasan dari motor driver yang digunakan yaitu driver ini hanya dapat digunakan untuk mengendalikan 1 buah motor saja.

Lengan Robot

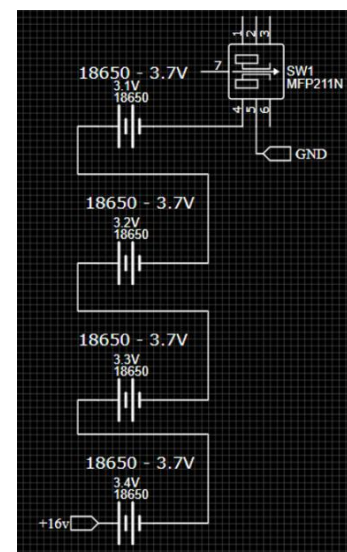
Lengan robot digunakan untuk mengangkat benda, sehingga dalam pengaplikasiannya membutuhkan motor yang dapat memberikan torsi yang cukup tinggi. Selain itu, lengan robot harus dapat diaplikasikan secara serba guna sehingga dalam mendesain lengan robot, perlu mempertimbangkan kekuatan lengan dan juga massa lengan. Dalam desainnya, digunakan braket berbahan aluminium yang cukup kuat dan ringan. Selain itu, motor yang digunakan adalah servo motor. Penggunaan servo memiliki keuntungan karena servo dapat memberikan sudut yang cukup akurat sehingga lengan robot dapat digerakkan dengan akurat.

Dalam pemilihan servo motor, lengan robot membutuhkan torsi yang cukup besar, sehingga dipilih servo DS3218 yang memiliki torsi besar yang mencapai 19 kg-cm pada tegangan operasi 5V. Penggunaan servo dengan torsi besar sangat dibutuhkan karena servo harus dapat mengangkat beban yang dibawa serta harus dapat menopang braket yang

digunakan untuk lengan robot. Dalam desain ini, untuk menghemat biaya, dapat juga digunakan servo yang memiliki torsi lebih rendah seperti MG996 pada lengan robot bagian atas. Hal ini disebabkan karena pada bagian atas, servo hanya menopang beban yang lebih kecil dibandingkan pada bagian bawah robot yang perlu menopang braket lengan robotnya. Namun, perlu diperhatikan juga tegangan dan arus ada servo motor yang dipilih pada bagian atas lengan robot sesuai dengan servo DS3218 yang digunakan.

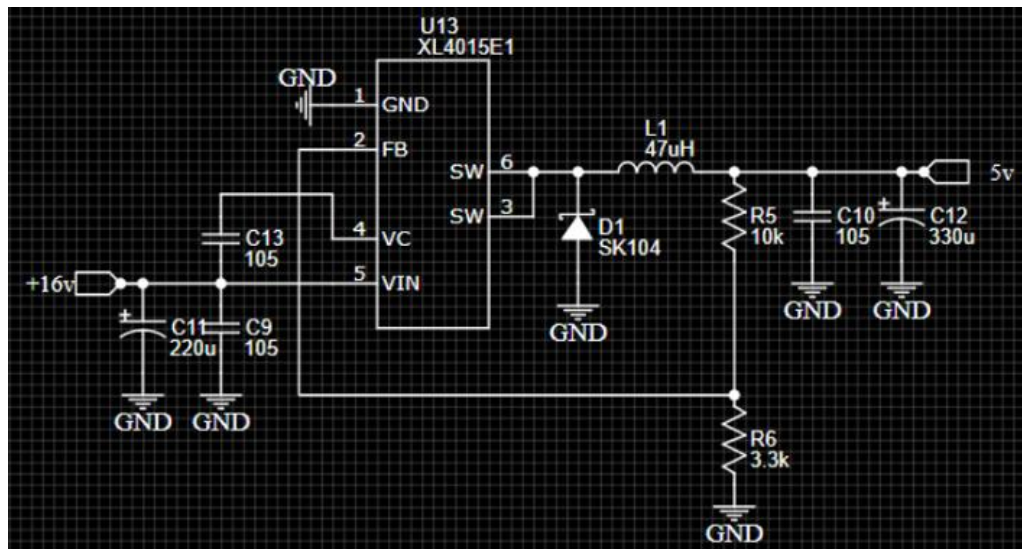
2. Skematik

Selanjutnya, komponen-komponen yang digunakan didesain di dalam skematik sebelum dicetak pada PCB. 4 Buah sel baterai 18650 dirangkai secara seri untuk menjadi sumber tegangan 16V bagi motor dc yang digunakan. MFP211N digunakan sebagai switch dengan toleransi daya yang tinggi untuk menangani daya yang berasal dari sel 18650. Switch ini memiliki rating 0.35A pada tegangan 30VDC sehingga cocok untuk digunakan karena tidak menghambat aliran arus listrik pada rangkaian. Namun, menurut saya, apabila terdapat switch yang memiliki rating arus lebih tinggi, maka akan lebih baik karena sel baterai digunakan untuk menyuplai motor dc, servo motor, dan juga ESP32.

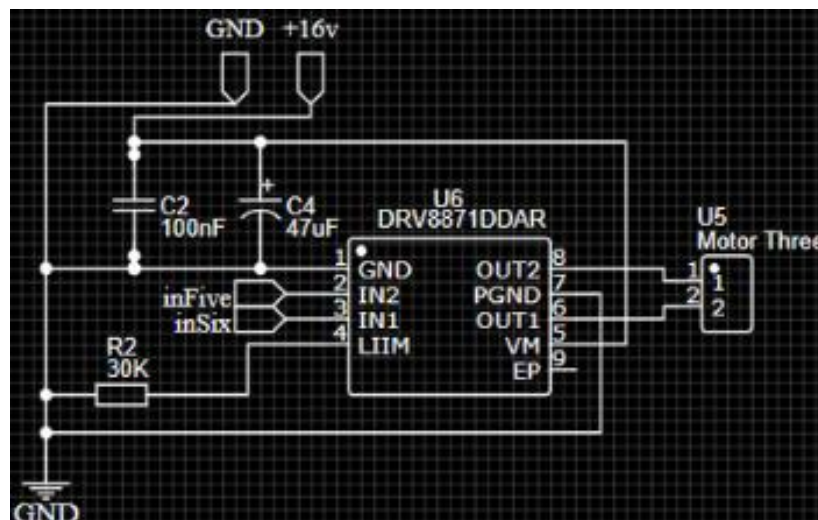


Rangkaian Suplai Daya

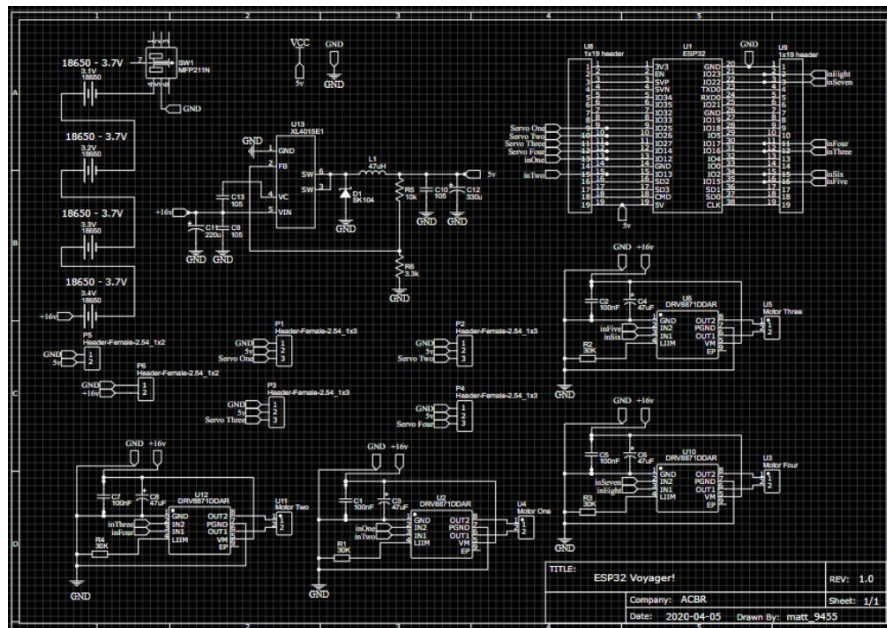
Selanjutnya, converter XL4015 digunakan karena dapat memberikan output daya yang stabil dengan arus mencapai 5A sehingga converter ini lebih stabil dibandingkan dengan linear voltage regulator. Untuk menyuplai daya ESP32 dan servo motor, tegangan output diatur sebesar 5V sehingga rangkaian dibuat sedemikian rupa agar tegangan keluaran dari rangkaian sebesar 5V. Pada rangkaian ini, R5 merupakan resistor yang digunakan untuk mengatur tegangan keluaran sehingga R5 dapat dimodifikasi sebagai potensiometer. Untuk desain robot Voyager, tegangan yang dibutuhkan untuk ESP32 dan servo konstan pada 5V sehingga besaran hambatan yaitu R5 dipilih konstan yakni sebesar 10k Ohm. Pada rangkaian tersebut, digunakan beberapa kapasitor yang dirangkai paralel. Hal ini disebabkan karena servo motor akan menarik arus yang tidak konstan sehingga dapat berubah dengan cukup drastis berdasarkan beban pada lengan robot. Oleh karena itu, kapasitor diperlukan karena dapat membantu menstabilkan tegangan.



Selanjutnya, rangkaian motor driver adalah sebagai berikut, dimana IC driver DRV8871 tersebut dapat digunakan pada tegangan tinggi. Pada rangkaian ini, digunakan 2 buah kapasitor dan 2 buah resistor pembatas arus. Pada rangkaian tersebut, kecepatan dan arah dari putaran motor DC diatur berdasarkan input PWM yang dikirimkan ke pin IN pada driver. Pada rangkaian, digunakan 4 buah rangkaian driver seperti di bawah berikut karena terdapat 4 motor DC yang digunakan.



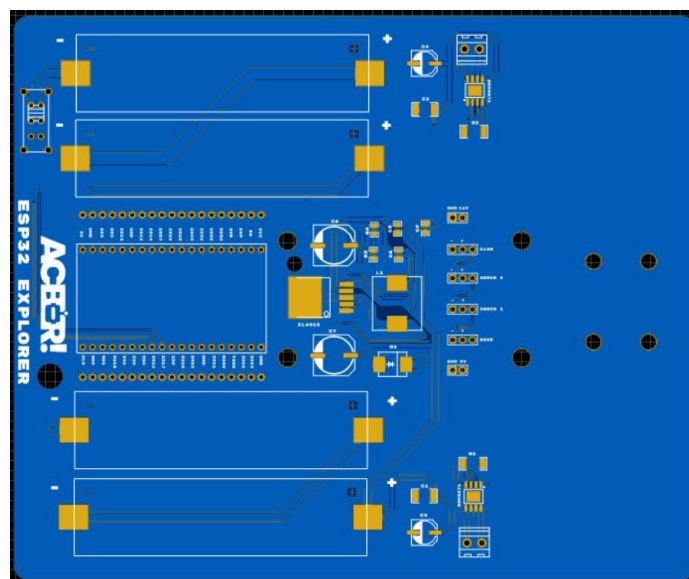
Rangkaian skematik secara keseluruhan adalah sebagai berikut:



Desain Skematik ESP32 Voyager

3. PCB

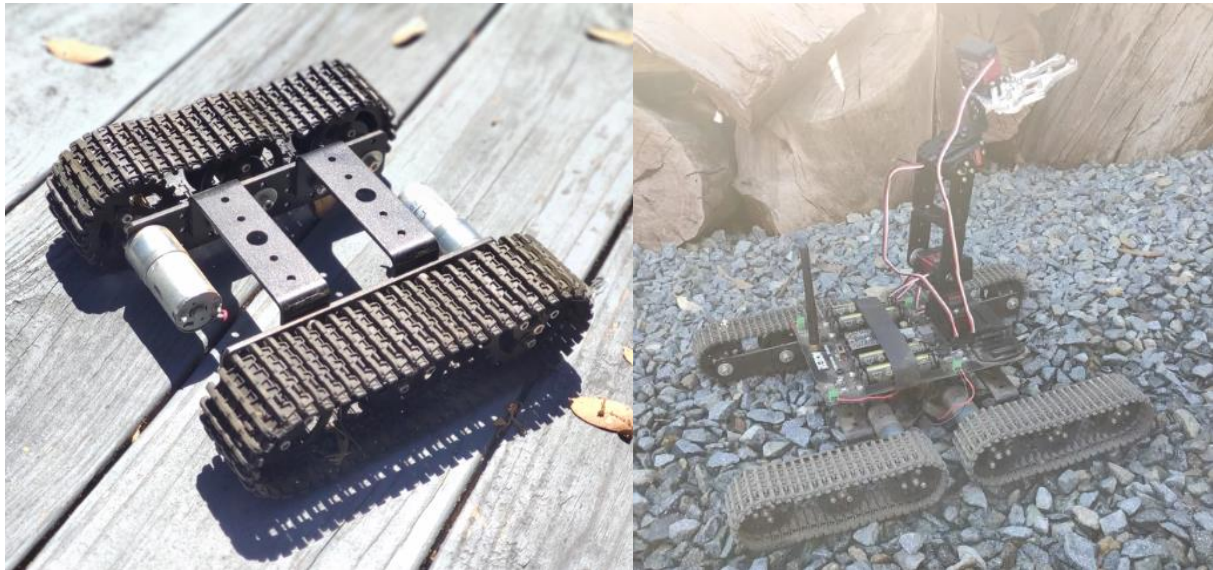
Setelah didesain pada skematik, rangkaian kemudian dicetak pada PCB. Desain PCB dibuat dengan cukup sederhana dimana terdapat beberapa lubang untuk memasang mounting pada rangka robot. Desain PCB dibuat berdasarkan skematik yang ada. Desain PCB perlu memperhatikan letak tiap komponen pada rangka robot sehingga perlu disusun dengan baik. Selain itu, perlu juga dibuat jalur aliran arus yang efektif sehingga tiap jalur tidak saling menyilang antara satu dengan lainnya. Desain PCB adalah sebagai berikut.



Desain PCB

4. Chassis

Chassis dibuat seperti tank agar robot dapat berjalan pada medan yang sulit. Pada robot ini digunakan 2 buah set chassis, dimana tiap set dihubungkan dengan 2 buah motor. Dalam mendesain chassis tentunya perlu diperhatikan biaya, kekuatan, durabilitas, serta kemudahan dalam kustomisasi desain robot. Oleh karena itu, desain sasis yang digunakan tepat untuk digunakan pada robot ESP32 Voyager. Dalam pengujiannya, chassis ini memiliki performa yang memuaskan.



Desain Chassis dan Robot ESP32 Voyager

5. Program

Tahapan terakhir dalam desain robot ESP32 Voyager adalah memastikan kode yang digunakan baik untuk menerima input sensor maupun melakukan pengendalian bekerja sesuai dengan keinginan. Oleh karena itu, dalam pemrograman, dilakukan pengujian terlebih dahulu untuk tiap subsistem, baru kemudian dilakukan pengujian secara keseluruhan. Dalam contoh program yang diberikan, dibuat program yang cukup sederhana untuk menggerakkan motor dc saja sehingga robot dapat bergerak. Program terdiri dari setup dan deklarasi pin yang digunakan pada ESP32. Selanjutnya, dilakukan deklarasi pin PWM dan penggunaan modul kontroler PS3. Selanjutnya, dalam pemrograman dilakukan pembuatan kasus if-else untuk tiap input dari kontroler PS3 agar pergerakan robot sesuai dengan command yang diberikan ke kontroler. Selain itu, perlu juga dilakukan pemrograman untuk menggerakkan servo motor sehingga lengan robot dapat digerakkan.