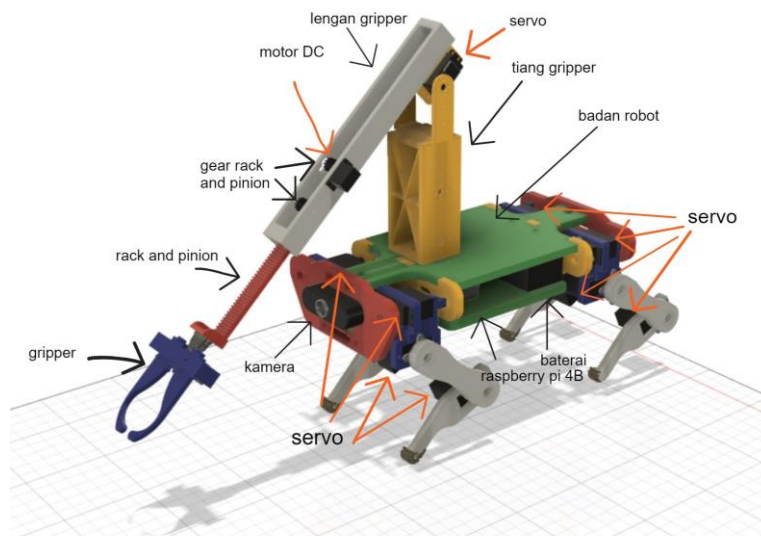


BAB 2 KONSEP DESAIN *HARDWARE*

A. Desain Robot

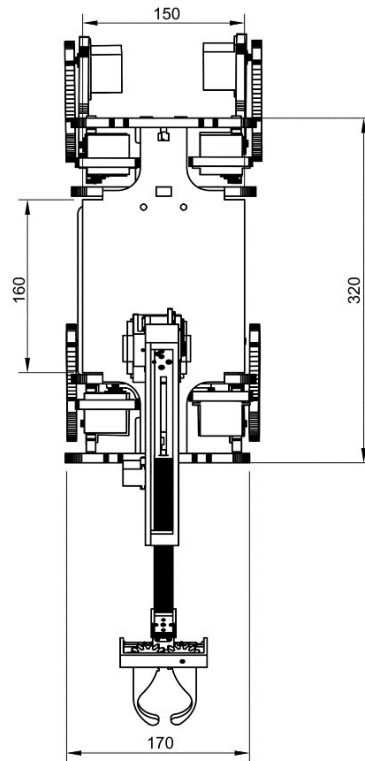
Robot ini didesain menyerupai mamalia berkaki empat. Robot terdiri dari 4 kaki yang masing-masing kakinya memiliki 3 DOF (*Degree of Freedom*) dan *gripper* untuk mengambil serta memindahkan korban. Selain itu penggunaan bentuk kaki robot seperti mamalia dipilih karena dapat memberikan ruang kerja *gripper* yang lebih luas, dan penglihatan kamera menjadi lebih luas dibandingkan jika menggunakan kaki seperti manusia. Robot ini di desain dengan menggunakan model seperti hewan mamalia berkaki 4 dibandingkan seperti serangga yang berkaki 6, untuk dapat menaiki tangga atau bidang miring dengan fleksibel. Selain itu juga, dengan menggunakan empat kaki robot dapat berjalan dengan lebih cepat karena robot dirancang untuk menggerakkan kaki secara *sequential*.

Robot yang dibuat memiliki dimensi 32cm x 16cm x 32cm dengan berat sekitar 2kg. Badan, kaki, dan *gripper* robot dibuat dengan bahan filamen 3D *print* PLA+ yang dicetak dengan menggunakan 3D *printer*, part robot dapat mudah dibuat dengan menyesuaikan ukuran dan berat yang diinginkan. Pemilihan dari bahan PLA+ untuk mencetak bagian robot dibandingkan dengan bahan PLA dan PETG dikarenakan bahan PLA+ memiliki kekuatan dan keuletan yang lebih baik dibandingkan dengan PLA yang dan filamen PLA memiliki berat memiliki bobot $1.24g/cm^3$ sedangkan bobot filamen PETG yang lebih berat $0.03g/cm^3$ yaitu $1.27g/cm^3$. Perancangan desain dan simulasi pergerakan komponen robot menggunakan software Autodesk Fusion 360. Desain dari robot SkyloBot dapat dilihat pada gambar 2.1.



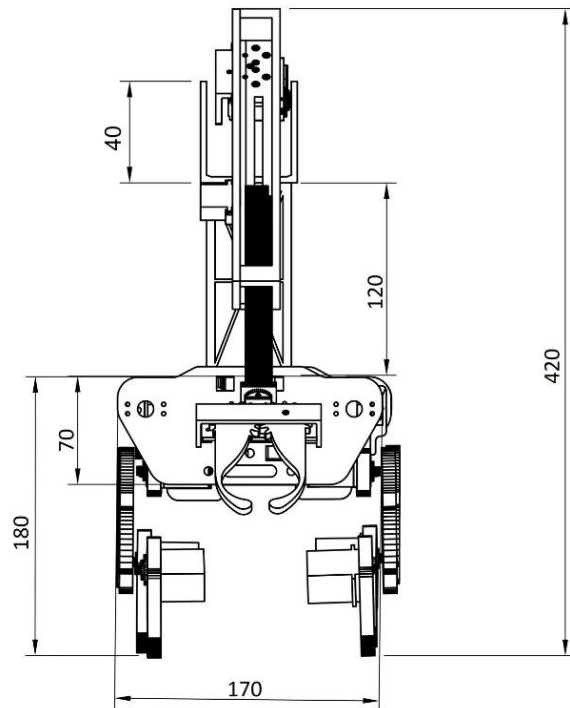
Gambar 2.1. Desain 3D SkyloBot

Dimensi robot secara detail dapat dilihat pada gambar 2.2-2.4.

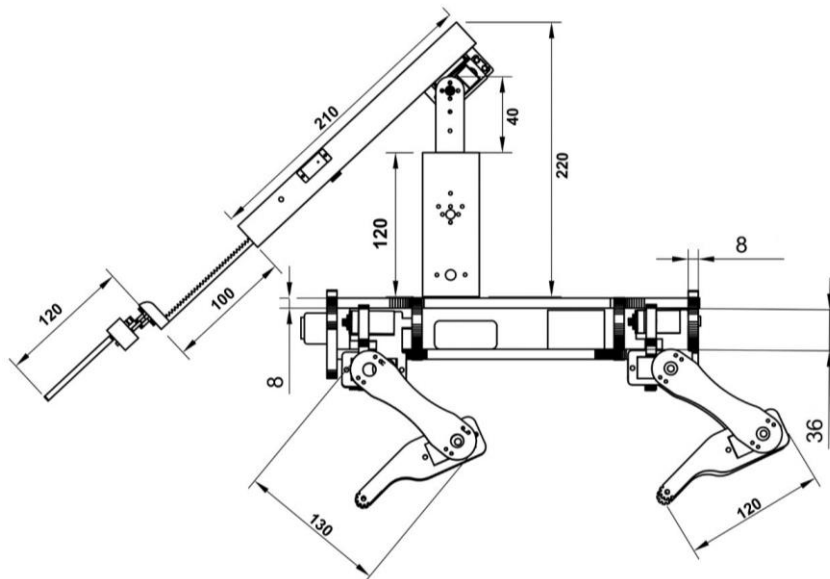


Gambar 2.2. Tampak atas SkyloBot

Pada bagian badan utama didesain dengan luas sebesar 16cm x 17 cm dengan tujuan agar komponen robot seperti baterai, Raspberry Pi, dan papan PCB dapat masuk ke dalam badan robot.



Gambar 2.3. Tampak depan SkyloBot

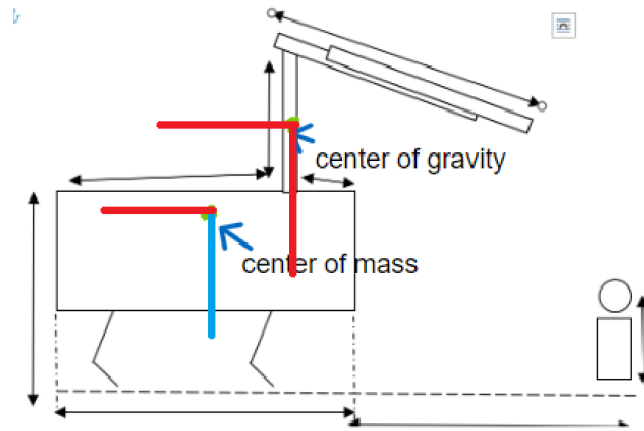


Gambar 2.4. Tampak samping SkyloBot

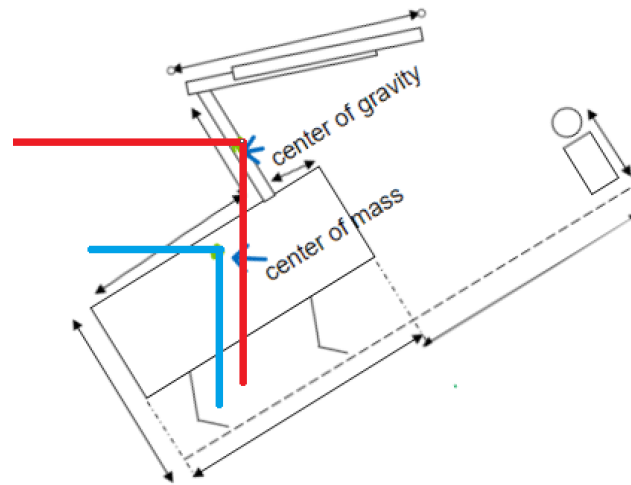
Pada bagian *gripper*, lengan *gripper* didesain dengan menggunakan sistem *rack and pinion* yang dapat memanjang dan memendek mulai dari 33cm-43cm, sedangkan tiang memiliki tinggi sebesar 16cm agar saat *gripper* memanjang tidak menabrak kamera. Pertimbangan dari pemilihan *rack and pinion* pada robot ini dikarenakan area jangkauan lebih panjang untuk mengambil korban, dibandingkan dengan sistem *robot arm* yang mana area jangkauannya melingkar, yang tidak sesuai

dengan kebutuhan robot untuk mengambil korban dari depan. Berikut ini merupakan perhitungan untuk menentukan tinggi tiang *gripper* sehingga robot dapat mengambil korban.

Alasan *gripper* diletakan di posisi depan karena untuk mengurangi tinggi dan panjang lengan. Kedua hal tersebut harus dikurangi karena dapat mempengaruhi berat robot. Peletakan *gripper* pada posisi di depan dapat membantu robot agar tidak terjungkal ke belakang karena selisih jarak antara *center of mass* dan *center of gravity* menjadi lebih kecil (lebih berhimpit) saat menaiki tangga. Posisi peletakan *gripper* di bagian depan pada saat posisi datar dan menaiki tangga dapat dilihat pada gambar 2.5 dan gambar 2.6.

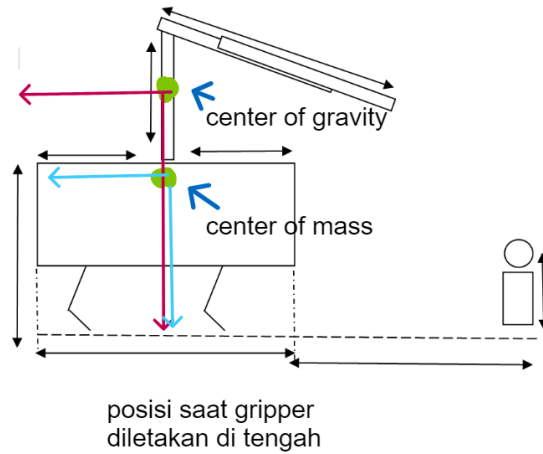


Gambar 2.5. posisi *gripper* diletakan di depan saat dalam posisi permukaan datar

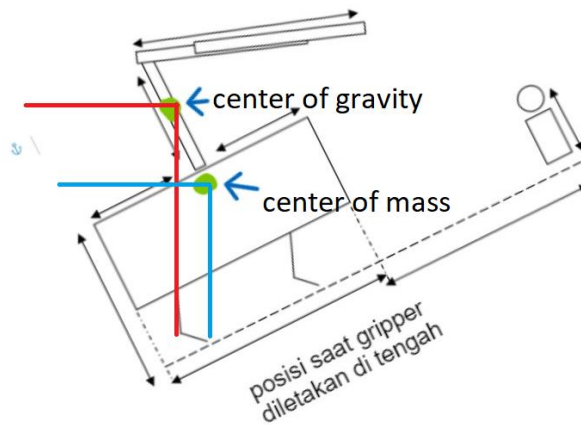


Gambar 2.6. tengah posisi *gripper* diletakan di belakang saat dalam posisi menaiki tangga

Sedangkan jika *gripper* di letakan ditengah, *center of gravity* dan *center of mass* memang berada pada satu sumbu sehingga robot lebih stabil saat kondisi permukaan datar. Namun pada kondisi saat menaiki tangga, jarak antara gaya *center of gravity* dan *center of mass* lebih besar dibanding jika *gripper* diletakan di posisi depan. Posisi peletakan *gripper* di bagian depan pada saat posisi datar dan menaiki tanggadapat dilihat pada gambar 2.7 dan gambar 2.8.

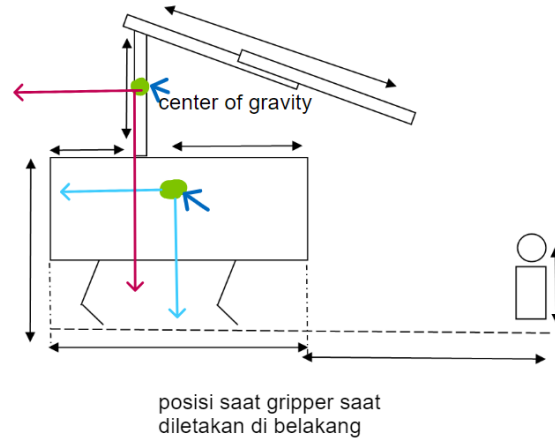


Gambar 2.7. posisi *gripper* diletakan di tengah saat dalam posisi permukaan datar

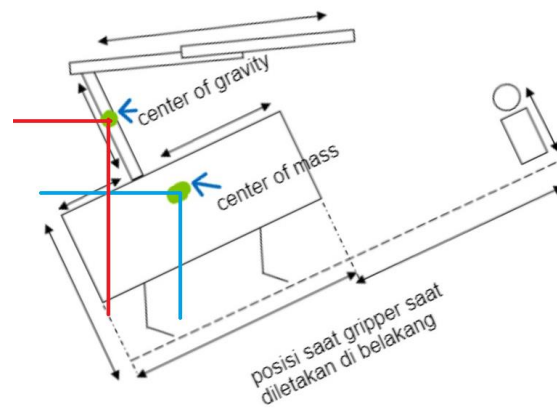


Gambar 2.8. posisi *gripper* diletakan di tengah saat dalam posisi menaiki tangga

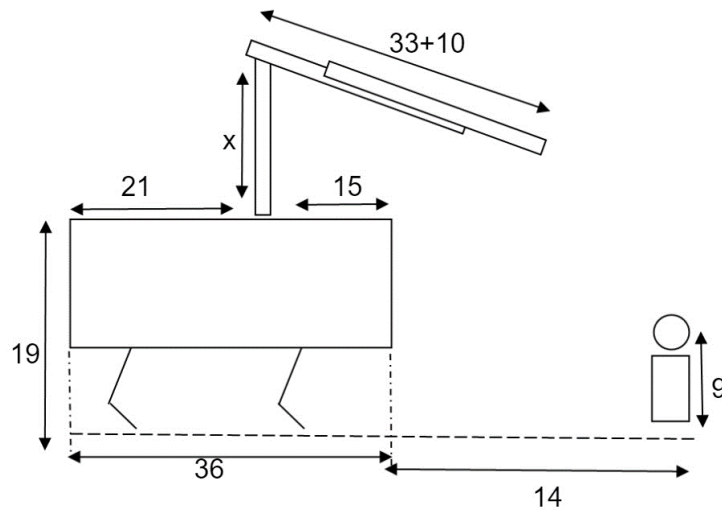
Gripper tidak diletakan di belakang karena dengan desain gripper ini, lengan robot tidak dapat mengambil korban karena terhalang badan robot. Selain itu ketika robot sedang menaiki tangga, robot akan terjungkal kebelakang karena *center of gravity* condong ke bagian belakang robot. Posisi peletakan gripper di bagian tengah pada saat posisi datar dan menaiki tangga dapat dilihat pada gambar 2.8 dan gambar 2.9.



Gambar 2.9. posisi *gripper* diletakan di belakang saat dalam posisi permukaan datar

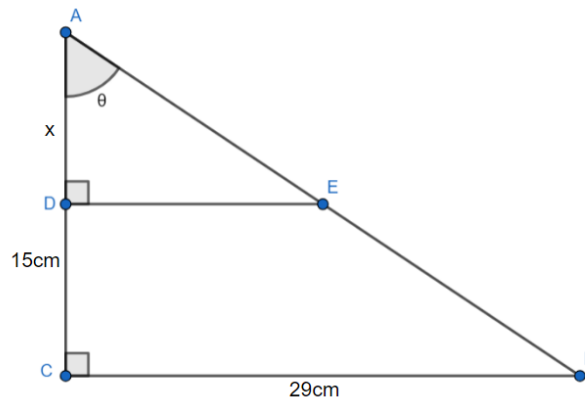


Gambar 2.10. posisi *gripper* diletakan di belakang saat dalam posisi menaiki tangga



Gambar 2.11. Perhitungan tinggi lengan *gripper* SkyloBot

Dari gambar 2.11, untuk mencari tinggi tiang, gambar dapat disederhanakan menjadi gambar 2.12.



Gambar 2.12. Penyederhanaan gambar 2.4

Garis AE menunjukkan panjang dari puncak *gripper* ke badan robot, sedangkan panjang AB menunjukkan panjang dari puncak *gripper* menuju badan boneka yang berada 4 cm di atas lantai. Untuk mencari nilai tinggi *gripper* yang dibutuhkan, maka berdasarkan gambar 2.5, pada segitiga ABC bisa digunakan rumus Pythagoras. Untuk persamaan Pythagoras dapat dilihat pada persamaan (1).

$$\begin{aligned}
 (x + 15)^2 + 29^2 &= 43^2 & (1) \\
 x^2 + 30x + 225 + 841 &= 1849 \\
 x^2 + 30x - 783 &= 0 \\
 x_1 &= -46,749, x_2 = 16,749
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan pada persamaan (1), dapat disimpulkan bahwa tinggi *gripper* yang dibutuhkan untuk dapat mencapit korban adalah 16,749cm. Nilai x_1 diabaikan karena tinggi *gripper* tidak mungkin negatif.

B. Komponen Robot

Dalam pembuatan robot SAR berkaki ini, komponen yang digunakan adalah sebagai berikut.

1. Baterai LiPo 3S 5000mAh



Gambar 2.13. Baterai LiPo 3S 5000mAh
Sumber: <https://id.aliexpress.com/item/1005001680518606.html>

Baterai LiPo 3S digunakan sebagai sumber tegangan robot. Baterai LiPo 3S yang digunakan memiliki tegangan *output* sebesar 11,1V dan kapasitas baterai sebesar 5000mAh sehingga dapat mengaktifkan mikrokontroler, sensor, dan aktuator pada robot dalam satu waktu.

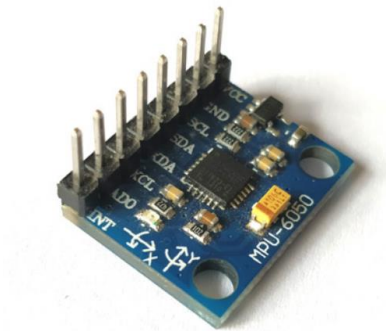
2. Kamera webcam SPC WC02



Gambar 2.14. SPC WC02 WebCam Sumber: <https://www.tokopedia.com/dbclick/webcam-spc-wc02-1080hd-2mp-full-hd-webcam-spc-wc-02-wc02?extParam=ivf%3Dfalse%26src%3Dsearch%26whid%3D13204860>

Sensor kamera webcam SPC WC02 pada robot digunakan dalam pendeteksian wilayah *safe zone*, pendeteksian korban, dan navigasi robot. Kamera ini memiliki spesifikasi resolusi kamera 2MP dengan resolusi video Full HD pada 1920x1080p dengan *frame rate* 30 FPS (*frame per second*). Kamera ini dilengkapi dengan koneksi USB 2.0 yang dapat dihubungkan dengan mikroprosesor robot dan memiliki sensor CMOS sebagai sensor gambarnya.

3. Sensor MPU6050



Gambar 2.15. Sensor MPU6050

Sumber: <https://components101.com/sensors/mpu6050-module>

Sensor MPU6050 digunakan untuk mengukur sudut putar, kecepatan, dan arah gerak robot serta menjadi sensor *feedback* untuk sistem kendali PID pergerakan kaki. Sensor MPU6050 memiliki *chip* yang terdiri dari *6-axis motion tracking* yang terdiri dari *3-axis gyroscope* (*roll*, *pitch*, dan *yaw*) dan *3-axis accelerometer* (sumbu *x*, *y*, dan *z*). Sensor MPU6050 menggunakan IIC (*inter-integrated circuit*) sebagai protokol komunikasinya.

4. Saklar



Gambar 2.16. Saklar

Sumber: <https://www.digiprint-supplies.com/it/hotronixr-fusiontm-switch-button-on-off-lighted-1-2087-pelst15887>

Saklar digunakan untuk menghidupkan dan mematikan robot sehingga robot tidak hidup secara terus-menerus ketika terhubung dengan baterai.

5. *Push button*



Gambar 2.17. *Push button*

Sumber: <https://www.tokopedia.com/rudyperdanaelectronic/switch-push-button-saklar-on-2-pin-kotak-3a-125v-1-5a-250v-ds-431?extParam=whid%3D2134604>

Push button digunakan untuk memulai pergerakan robot secara otonom. *Push button* digunakan agar robot tidak langsung berjalan ketika saklar diaktifkan.

6. Motor servo MG996R dan MG90S



Gambar 2.18. Motor servo MG996R

Sumber: https://www.electronicoscaldas.com/datasheet/MG996R_Tower-Pro.pdf



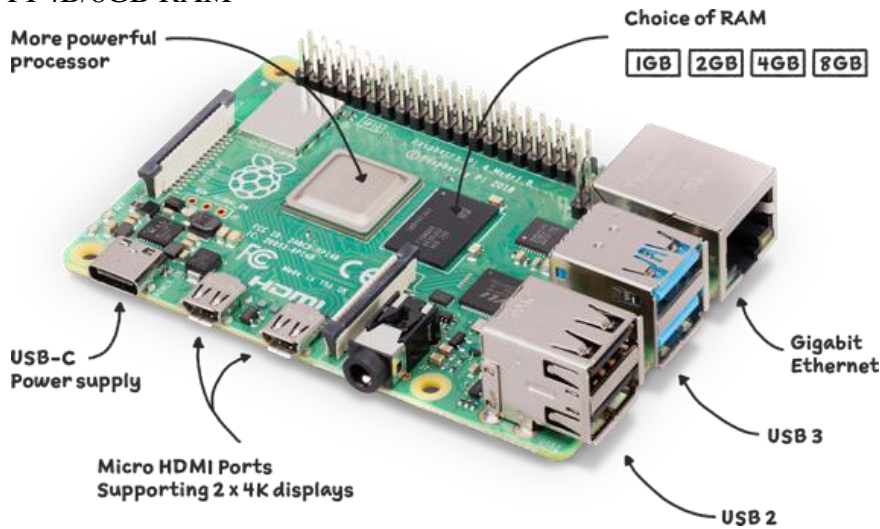
Gambar 2.19. Motor servo MG90S

Sumber: https://www.electronicoscaldas.com/datasheet/MG90S_Tower-Pro.pdf

Motor servo MG996R digunakan untuk menggerakkan sendi-sendi pada kaki robot dan *gripper* sedangkan motor servo MG90S digunakan pada bagian penjepit *gripper*. Motor servo MG996R memiliki torsi *stall* maksimum sebesar 11kgf.cm pada tegangan operasional maksimum

6V sedangkan motor servo MG90S memiliki torsi *stall* maksimum sebesar 2,2kgf.cm pada tegangan operasional maksimum 6V.

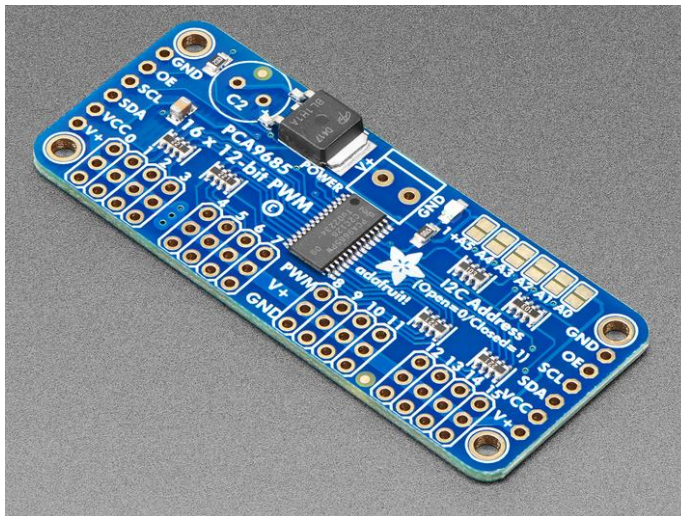
7. Raspberry PI 4B/8GB RAM



Gambar 2.20. Raspberry PI 4 Model B (8GB)
Sumber: <https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-4-model-b/>

Mikrokontroler Raspberry Pi 4 Model B dengan RAM 8GB, digunakan untuk menerima data dari sensor, memproses data dari sensor, dan memberikan output pada motor servo sehingga robot dapat bergerak dengan baik dan dapat melewati rintangan di sekitarnya.

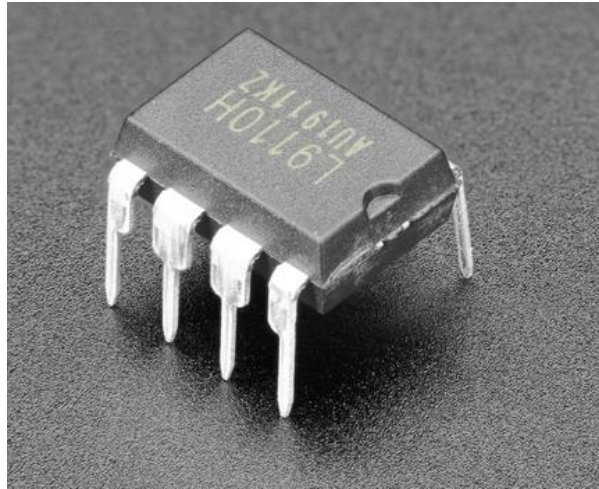
8. *Driver* motor servo PCA9685



Gambar 2.21. *Driver* motor servo PCA9685
Sumber: <https://www.adafruit.com/product/815>

Driver motor servo PCA9685 digunakan untuk mengontrol banyak motor servo. Jumlah motor servo yang terdapat pada kaki dan *gripper* adalah 15 motor servo sedangkan mikrokontroler tidak mampu mengendalikan 15 motor servo. Driver motor servo PCA9685 dapat mengendalikan hingga 16 motor servo sehingga PCA9685 digunakan pada robot ini.

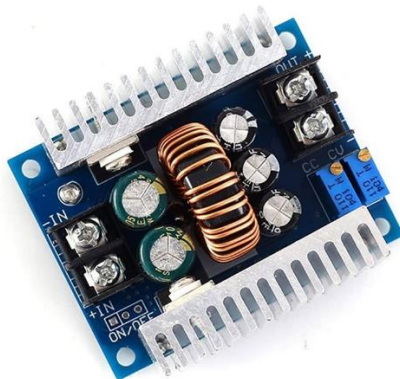
9. *Driver motor L9110H*



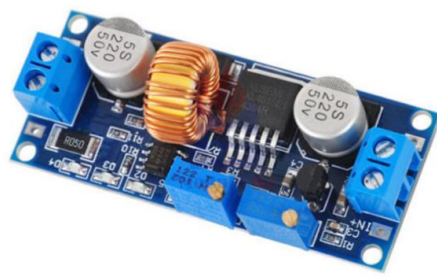
Gambar 2.22. IC Driver Motor L9100H
Sumber: <https://www.adafruit.com/product/4489>

Driver motor L9110H digunakan untuk mengontrol motor DC (*Direct Current*) sehingga dapat berputar searah ataupun berlawanan arah dengan jarum jam. Motor DC digunakan untuk menggerakkan roda gigi yang terdapat pada *gripper* sehingga *gripper* dapat memanjang dan memendek.

10. *Step down buck converter 20A dan 5A.*



Gambar 2.23. Step DownBuck Converter 6V/20A
Sumber: <https://id.aliexpress.com/item/1005004064147218.html>



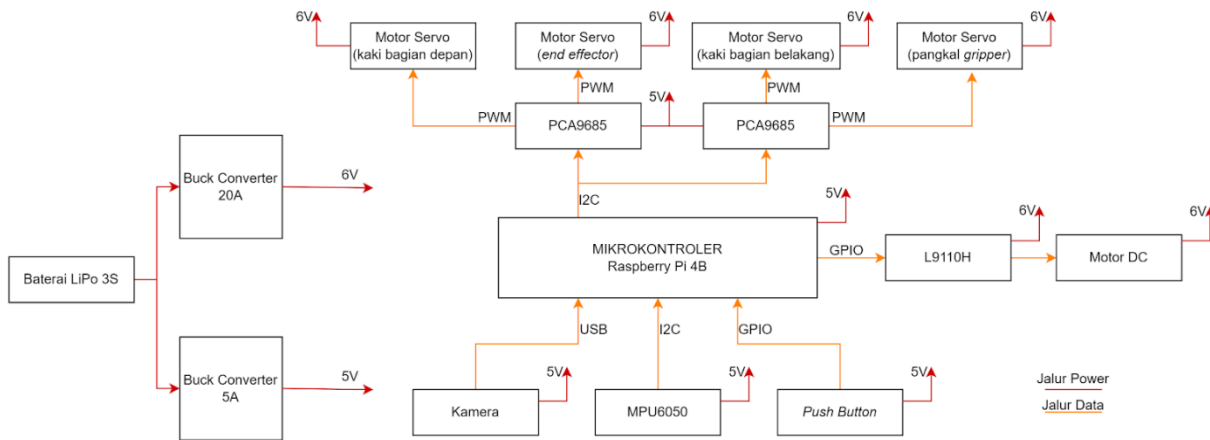
Gambar 2.24. Step DownBuck Converter 5V/5A

Sumber: <https://www.tokopedia.com/arduinouno/xl4015-5a-dc-buck-converter-step-down-adjustable-cc-cv-charge-battery>

Step down buck converter 20A digunakan untuk menurunkan tegangan yang masuk dari baterai ke motor servo menjadi 6V sedangkan *step down buck converter* 5A digunakan untuk menurunkan tegangan yang masuk dari baterai ke Raspberry PI 4B menjadi 5V. *Step down buck converter* 20A digunakan pada motor servo karena motor servo membutuhkan arus yang besar ketika beroperasi sehingga *buck converter* mampu memberikan arus yang dibutuhkan motor servo tanpa merusak *buck converter* itu sendiri. *Step down buck converter* 5A digunakan pada Raspberry PI 4B karena Raspberry PI 4B membutuhkan arus maksimal sebesar 3A sehingga *buck converter* 5A cukup untuk digunakan pada Raspberry PI 4B.

B. Rangkaian Listrik

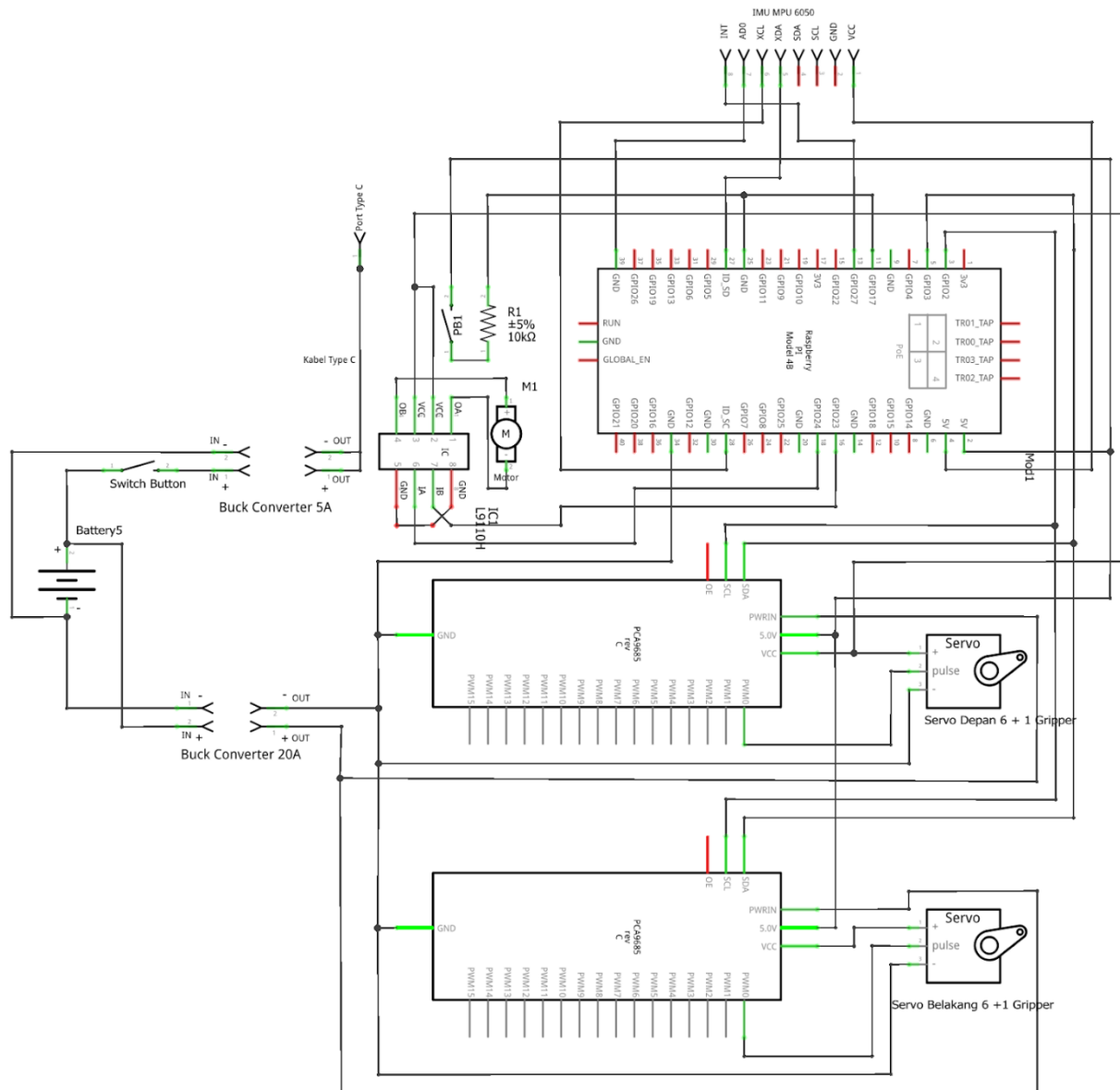
Secara umum, hubungan komponen sensor dan aktuator dapat dilihat pada gambar 2.18.



Gambar 2.25. Diagram Blok SkyloBot

Berdasarkan diagram blok pada gambar 2.18, *Skylobot* menggunakan 2 *driver* servo. Driver servo yang pertama digunakan untuk mengontrol servo yang terdapat pada kaki depan dan servo yang terdapat pada *end effector*, sedangkan driver servo yang kedua digunakan untuk mengontrol servo yang terdapat pada kaki belakang dan servo lain pada gripper.

Berdasarkan diagram blok yang telah dibuat pada gambar 2.18, dihasilkan rangkaian listrik sebagai berikut:



fritzing

Gambar 2.26. Rangkaian listrik robot SkyloBot