

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Pada penelitian ini peneliti menggunakan tinjauan pustaka yang dapat mendukung penelitian, tinjauan pustaka yang digunakan dapat dilihat pada table 2.1.

Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka

| Nomor Literatur | Penulis | Tahun | Judul |
|-----------------|-----------------------|-------|--|
| Literatur 1 | Syahiidutama A et al. | 2020 | Implementasi Kinematika Robot Lengan Pemindah Barang Dua Sendi (2 DOF) dengan Metode Kinematika Maju Untuk Menentukan Koordinat alam Pemindahan Sebuah <i>Object</i> |
| Literatur 2 | Ramadhan & Ali | 2020 | Perancangan Penyortiran Barang Berdasarkan Berat dengan Sistem <i>Pick and Place</i> Berbasis Mikrokontroler |
| Literatur 3 | Waluyo et al. | 2019 | Implementasi Sensor <i>Load Cell</i> Pada Modul Penyortir Minuman Kemasan Berdasarkan Berat |

Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka (lanjutan)

| | | | |
|-------------|---------------|------|---|
| Literatur 4 | Arifin et al. | 2021 | Prototipe Alat Penyortir Barang Berdasarkan Berat Otomatis Berbasis Mikrokontroler |
| Literatur 5 | Habibi M.R. | 2021 | Sistem Pemindahan Benda Pada Konveyor Bergerak Berdasarkan Ketinggian Benda Menggunakan <i>Mobile Arm Robot</i> |

2.1.1 Tinjauan Pustaka Literatur 1

Pada penelitian yang dilakukan oleh Alamsyah Syahiidutama dkk., dari Departemen Teknik Elektro, Institut Sains dan Teknologi Terpadu Surabaya, pada tahun 2020. Penelitian ini membahas tentang implementasi kinematika robot lengan pemindah barang dua sendi (2 DOF) dengan metode kinematika maju untuk menentukan koordinat dalam pemindahan sebuah *object*. Metode kinematika maju digunakan untuk menghitung posisi efektor akhir dari nilai yang ditentukan untuk parameter bersama. Sehingga dimensi robot dan persamaan kinematika menentukan volume ruang yang bisa dijangkau oleh robot, yang dikenal sebagai ruang kerjanya. Penelitian tersebut menjadi referensi dalam hal mengembangkan penggunaan metode kinematika maju terhadap robot lengan, yang mana dalam penelitian ini penulis mengaplikasikan metode kinematika maju terhadap robot lengan lima sendi (5 DOF).

2.1.2 Tinjauan Pustaka Literatur 2

Penelitian yang dilakukan oleh Fajrian Ramadhan dan Ta'ali, dari Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang pada tahun 2020. Pada penelitian ini membahas tentang perancangan penyortiran

barang berdasarkan berat dengan sistem *pick and place* berbasis mikrokontroler. Dengan menggunakan Mikrokontroler ATmega32 (Arduino Uno) sebagai pusat kontrol sistem dan motor servo sebagai penggerak dari sistem *pick and place* yaitu pergerakan lengan robot untuk memindahkan benda yang telah terdeteksi beratnya sesuai dengan yang telah ditentukan. Penelitian tersebut menjadi referensi terkait perancangan sebuah alat penyortiran barang berdasarkan berat. Dengan menggunakan sistem *pick and place* yang sama, penulis mengaplikasikannya pada penerapan robot lengan penyortir barang berdasarkan berat dalam penelitian ini, namun dengan penggunaan komponen yang sudah dikembangkan tingkatnya. Seperti salah satu contohnya meningkatkan spesifikasi dalam penggunaan motor servo, yaitu motor servo *Dynamixel XM430*.

2.1.3 Tinjauan Pustaka Literatur 3

Penelitian yang dilakukan oleh Ercaturdio Waluyo dkk., dari program studi Teknik Elektro, Politeknik Negri Jakarta, pada tahun 2019. Pada penelitian ini membahas tentang implementasi sensor *Load Cell* pada modul penyortir kemasan berdasarkan berat. Dengan mengaplikasikan fungsi sensor *Load Cell* sebagai pendeteksi berat pada minuman kemasan. Apabila sensor *Load Cell* mendeteksi adanya barang dengan berat yang sesuai, maka *solenoid* akan bergerak mendorong barang ke tempat yang sesuai. Jika berat barang tidak sesuai, maka barang akan di *reject*. Hal ini menjadi referensi penulis dalam pengembangan implementasi robot lengan yang dapat bergerak memindahkan barang berdasarkan berat yang dideteksi oleh sensor *Load Cell*.

2.1.4 Tinjauan Pustaka Literatur 4

Penelitian yang dilakukan oleh Syahril Arifin dkk., dari program studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Maritim Raja Ali Haji, pada tahun 2021. Pada penelitian ini membahas tentang prototipe alat penyortir barang berdasarkan berat otomatis berbasis mikrokontroler. Dengan menggunakan mikrokontroler *NodeMCU ESP8266* sebagai pusat kontrol sistem, barang akan disortir menggunakan robot lengan berdasarkan beratnya.

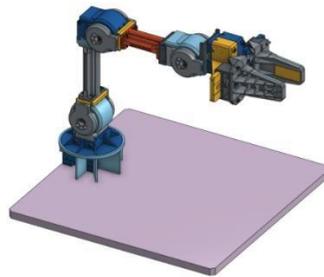
Hal ini menjadi referensi terkait basis otomatis yang dapat menggerakkan sistem operasional keseluruhan alat dan data hasil penyortiran dapat langsung ditampilkan pada LCD 16x2 secara *real time*.

2.1.5 Tinjauan Pustaka Literatur 5

Penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Robi Habibi, dari program studi Teknik Komputer, Polteknik Negri Sriwijaya, pada tahun 2021. Pada penelitian ini membahas tentang sistem pemindahan benda pada konveyor bergerak berdasarkan ketinggian benda menggunakan *mobile arm robot*. *Arm robot* digunakan untuk menyusun benda berdasarkan ketinggian, dengan memanfaatkan sensor ketinggian SRF-HY05. Konveyor digunakan sebagai pengantar benda pada titik *checkpoint* yang sudah ditentukan. Penelitian tersebut menjadi referensi terkait penggabungan sistem konveyor dan sistem robot lengan. Pada penelitian ini penulis menggunakan penggabungan sistem yang sama namun dengan penerapan output yang berbeda, yaitu penyortiran barang berdasarkan berat.

2.2 Robot Lengan

Robot lengan merupakan jenis robot manipulator yang memiliki struktur bentuk seperti lengan manusia dengan memiliki sendi atau disebut dengan *joint* dan *link* yang merupakan penghubung antar *joint* (Oktama et al., 2018). Robot lengan memiliki dua atau lebih sendi, sendi-sendi pada robot lengan memungkinkan robot bergerak dalam berbagai arah dan bisa dikontrol secara otomatis, yang dapat diprogram ulang dengan banyak tujuan. Pada ujung lengan robot, terdapat alat yang disebut *gripper*. *Gripper* (penggenggam) berbentuk seperti capit dan digunakan untuk mengambil atau melepaskan objek. Ada beberapa pilihan lain sebagai pengganti dari *gripper*, seperti kamera untuk pengamatan visual, atau alat lainnya sesuai dengan tujuan aplikasi robot. Dalam penelitian ini digunakan robot lengan *OpenManipulator-X* (RM-X52-TNM), yang dapat dilihat pada gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2.1 *OpenManipulator-X* RM-X52-TNM

(Sumber: (Zhong Ting et al., 2021))

Pada gambar 2.1 dipaparkan gambar dari robot lengan yang digunakan *OpenManipulator-X* (RM-X52-TNM). *OpenManipulator-X* (RM-X52-TNM) adalah salah satu seri produk yang dibuat oleh Robotis. *OpenManipulator-X* (RM-X52-TNM) merupakan *platform* robot terbuka, yang berarti perangkat keras dan perangkat lunaknya tersedia secara bebas untuk umum, hal ini memungkinkan pengguna dapat mengakses dan memodifikasi robot sesuai dengan kebutuhan. Pada bagian *joint* lengan robot *OpenManipulator-X* (RM-X52-TNM) menggunakan 5 servo *Dynamixel* XM430, yang artinya memiliki 5 derajat kebebasan atau *Degree Of Freedom* (DOF), yang meliputi 4 DOF dan 1 *gripper*.

Spesifikasi lainnya mengenai *OpenManipulator-X* (RM-X52-TNM) dapat dilihat pada tabel 2.2.

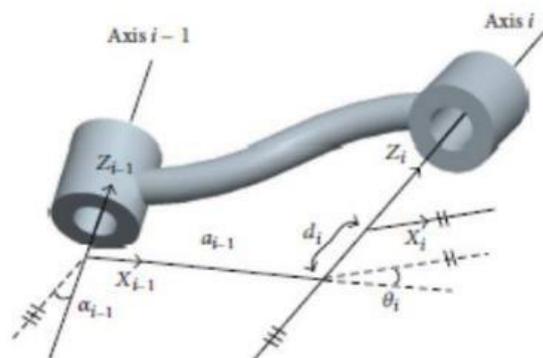
Tabel 2.2 Spesifikasi *OpenManipulator-X* (RM-X52-TNM)

| Aspek | Spesifikasi |
|-------------------|---|
| <i>Joint</i> | <i>Dynamixel</i> XM430 |
| Catu Daya | 12V |
| Derajat Kebebasan | 5 (4 DOF + 1 DOF <i>Gripper</i>) |
| Bobot | 700 g |
| <i>Interface</i> | TTL Level Multi Drop BUS |
| <i>Software</i> | ROS. <i>Dynamixel</i> SDK, Arduino, <i>Processing</i> |
| <i>Controller</i> | PC, <i>OpenCR</i> , <i>OpenCM</i> |

2.3 Kinematika Maju

Kinematika maju atau *forward kinematics* merupakan persamaan kinematika robot yang digunakan sebagai proses menghitung posisi dari efektor akhir (*end-effector*) berdasarkan sudut-sudut *joint* yang diketahui dengan keluaran berupa koordinat. Metode yang paling umum dipakai untuk menyelesaikan perhitungan *forward kinematics* yaitu metode Denavit-Hartenberg (D-H) (Uchrowi et al., 2019). Parameter Denavit-Hartenberg (DH) digunakan untuk menggambarkan kinematika dari sebuah robot manipulator dengan menghubungkan antara koordinat dan parameter geometri setiap sendi. Kinematika maju sangat berguna dalam mengendalikan pergerakan robot arm dan merencanakan jalur yang harus ditempuh oleh efektor.

Dalam parameter Denavit-Hartenberg (D-H), notasi *link* dapat menggambarkan posisi dan orientasi antara dua sendi relatif yang artinya setiap sendi akan bergerak relatif terhadap bagian lainnya. Rangka yang menyambung dengan *joint* yang lain memiliki hubungan dengan posisi dan geometri dengan *joint* lain. Pada gambar 2.2, menunjukkan bahwa parameter *link* adalah α_i dan a_i , dan *joint offset* (d_i) ditetapkan untuk menyediakan konfigurasi manipulator. Konfigurasi ini mencapai postur tertentu menggunakan n dari θ_i . Postur setiap konfigurasi atau *end-effector* dapat diubah jika nilai dari θ_i berubah (Zhong Ting et al., 2021).



Gambar 2.2 Parameter Lengan Robot
(Sumber: (Zhong Ting et al., 2021))

Pada gambar 2.2, terdapat 4 parameter yang digunakan dalam parameter Denavit-Hartenberg (D-H). Adapun 4 parameter tersebut yaitu:

1. *Joint Offset* (d_i)

Parameter ini adalah panjang titik potong pada garis normal persekutuan pada *joint* sumbu x_i . Nilai terukur berada pada jarak antara x_i dan x_{i+1} yang diukur sepanjang z_i .

2. *Joint Angle* (θ_i)

Parameter ini adalah sudut antara proyeksi ortogonal pada garis normal persekutuan x_i dan x_{i+1} dan bidang normal terhadap *joint* sumbu z_i . Arah putaran berkaitan erat dengan nilai parameter, bila putarannya berlawanan arah jarum jam maka hasilnya positif. Parameter ini diambil pada derajat antara x_i dan x_{i+1} dan diukur pada sekitar z_i .

3. *Link Length* (a_i)

Parameter ini diambil pada jarak normal umum ke z_i dan z_{i+1} , diukur sepanjang x_{i+1} .

4. *Twist Angle* (α_i)

Parameter ini adalah sudut antara proyeksi ortogonal pada sumbu sambungan z_i dan z_{i-1} terhadap bidang normal pada garis normal bersama. Nilai ini dapat diperoleh dari derajat antara z_i dan z_{i+1} yang diukur dengan x_i .

Pada perhitungan kinematika maju, setelah mendapatkan D-H parameter dari robot lengan yang digunakan dilanjutkan dengan perhitungan matriks transformasi yang direpresentasikan sebagai (). Adapun perhitungan matriks transformasi dapat dilihat dibawah ini.

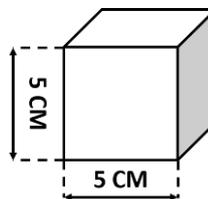
$${}^{i-1}T_i = \begin{bmatrix} \cos\theta_i & -\sin\theta_i \cos\alpha_i & \sin\theta_i \sin\alpha_i & \alpha_i \cos\theta_i \\ \sin\theta_i & \cos\theta_i \cos\alpha_i & -\cos\theta_i \sin\alpha_i & \alpha_i \sin\theta_i \\ 0 & \sin\alpha_i & \cos\alpha_i & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$${}^0T_n = {}^0T_1 {}^1T_2 {}^2T_3 \dots {}^{n-1}T_n$$

Pada perhitungan diatas, adalah bentuk dari matriks transformasi untuk satu DOF atau *joint*. Jumlah perhitungan matriks transformasi mengikuti berapa banyak jumlah DOF pada robot lengan yang digunakan. Setelah melakukan perhitungan matriks transformasi, dilanjutkan tahap penggabungan total matriks transformasi untuk disederhanakan sehingga dapat ditemukan hasil dari parameter akhir yang dibutuhkan untuk pergerakan robot lengan.

2.4 Objek Pengujian

Objek pengujian dirancang dengan berbentuk kubus, yang masing-masing terbagi atas empat kelompok berat. Pada setiap kelompok berat, akan memiliki tiga objek pengujian. Setiap jenis objek pengujian memiliki ukuran bentuk yang sama, namun memiliki variasi berat yang berbeda. Hal ini dimaksudkan agar setiap proses pelaksanaan penyortiran objek akan memiliki tempat tujuan akhir yang berbeda-beda. Bentuk dan ukuran dari perancangan objek pengujian dapat dilihat pada gambar 2.3.



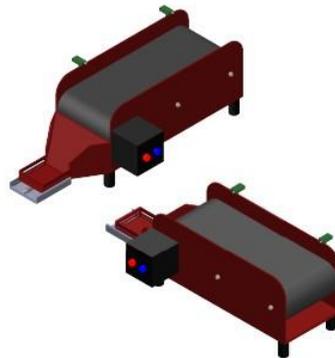
Gambar 2.3 Perancangan Objek Pengujian

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Pada gambar 2.3 dapat dilihat rancangan ukuran objek pengujian akan memiliki panjang 5 cm dan lebar 5 cm. Objek penelitian terdiri dari empat kelompok, setiap kelompok akan diberi empat kategori berat yang berbeda yaitu, 80 gram, 100 gram, 120 gram dan 180 gram. Setiap kelompok berat akan memiliki jumlah objek sebanyak 3 buah kotak kubus, jika digabungkan maka jumlah total dari objek pengujian yang digunakan adalah 12 buah kotak kubus.

2.5 Conveyor Belt

Conveyor atau konveyor adalah suatu sistem mekanik yang mempunyai fungsi memindahkan barang dari satu tempat ke tempat yang lain (Mahardika Prabowo D, 2019). Dalam penggunaannya, konveyor sering digunakan pada kegiatan industri seperti salah satu contohnya proses pengemasan, di mana barang-barang yang telah diambil dari gudang atau pusat distribusi dipindahkan ke stasiun pengemasan untuk diproses dan siap dikirim. Pada penelitian ini, *conveyor belt* digunakan sebagai sistem mekanik pemindah barang yang akan berhenti pada *checkpoint* seperti timbangan dan akan disortir berdasarkan beratnya, yang dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 *Conveyor Belt*

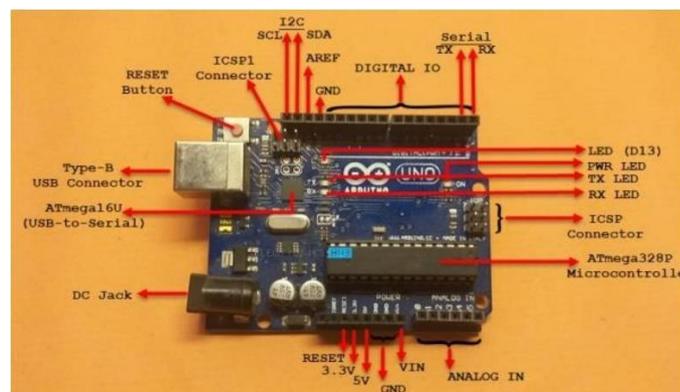
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Pada gambar 2.4 konveyor dapat memobilisasi barang secara kontinyu dari satu tempat ke tempat yang lain. Kapasitas angkut *belt* konveyor bisa berbeda-beda antara satu dengan yang lain, tergantung pada jenis material yang diangkut, lebar *belt*, daya motor yang digunakan yang akan mempengaruhi kecepatan angkut *belt* dan jarak pemindahan. Perpindahan tempat tersebut harus mempunyai lokasi yang tetap agar sistem konveyor mempunyai nilai ekonomis (Erinofiardi, 2019).

2.6 Arduino Uno

Arduino merupakan papan elektronika atau papan rangkaian elektronik *open source* yang didalamnya terdapat komponen utama, yaitu sebuah chip

mikrokontroler dengan jenis AVR. Arduino Uno didasarkan pada mikrokontroler ATmega328P dan dilengkapi dengan antarmuka USB yang memungkinkan untuk memprogramnya langsung dari komputer. Sifat *open source* Arduino banyak memberikan keuntungan tersendiri, dikarenakan dengan sifat *open source* komponen yang digunakan tidak hanya tergantung pada satu merek tetapi juga memungkinkan bisa digunakan dalam semua komponen yang ada dipasaran. Bahasa pemrograman Arduino merupakan bahasa C yang sudah disederhanakan dengan *syntax* sehingga dapat mempermudah dalam mempelajari dan mendalami mikrokontroler. Bentuk dari Arduino Uno dapat dilihat pada gambar 2.5 dibawah ini.



Gambar 2.5 Arduino Uno

(Sumber: (M.A. Hussein, *etc.* 2022))

Pada gambar 2.5 dapat dilihat Arduino UNO Memiliki 14 pin *input* dari *output digital* dimana 6 pin *input* tersebut dapat digunakan sebagai *output PWM* dan 6 pin *input analog*, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, *jack power*, ICSP *header*, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup dengan menghubungkan *board* Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik AC dengan adaptor AC-to-DC atau baterai untuk menjalankannya.

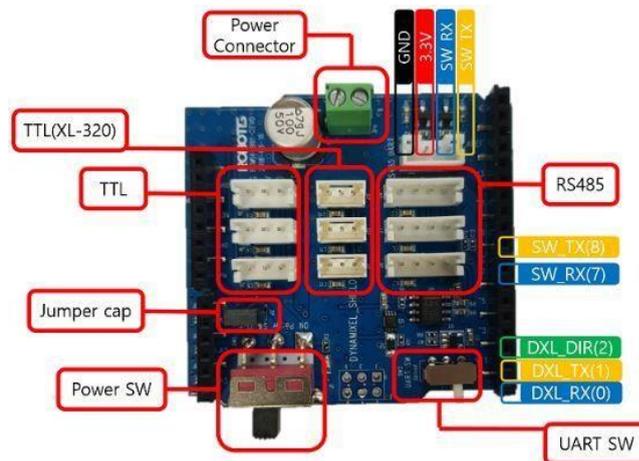
Spesifikasi lebih lanjut mengenai Arduino Uno dapat dilihat pada tabel 2.3 sebagai berikut.

Tabel 2.3 Spesifikasi Arduino Uno 9.04

| Aspek | Spesifikasi |
|----------|----------------------|
| CPU | ATMega328P |
| Power | 2.7 V – 5.5 V |
| SRAM | 2 kB |
| EEPROM | 2 kB |
| Flash | 32Kb |
| Security | Power On Reset (POR) |
| Size | 68.6mm x 53.4mm |

2.7 Dynamixel Shield

Dynamixel Shield adalah sebuah perangkat keras yang dirancang untuk digunakan dengan *platform* robotika, terutama yang menggunakan aktuator *Dynamixel* dari Robotis. *Dynamixel Shield* dikombinasikan dengan Arduino Uno sehingga Arduino Uno dapat mengontrol servo *Dynamixel* secara langsung menggunakan kabel TTL (ijicic). Bentuk dari *Dynamixel Shield* dapat dilihat pada gambar 2.6 dibawah ini.

**Gambar 2.6** *Dynamixel Shield*

(Sumber: (robotis.com))

Pada gambar 2.6 dapat dilihat *layout* dari *board Dynamixel Shield*. Dengan menggunakan *Dynamixel Shield*, *user* atau pengguna dapat menghubungkan

beberapa aktuator *Dynamixel* ke mikrokontroler yang ingin digunakan dan mengontrolnya dengan menggunakan protokol komunikasi yang didukung oleh *Dynamixel*. Hal ini membuatnya sangat berguna dalam pengembangan dan pengoperasian robotika yang menggunakan aktuator *Dynamixel*.

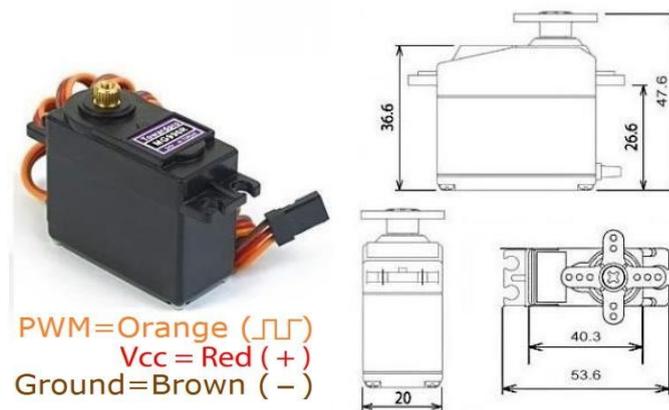
Spesifikasi lebih lanjut mengenai *Dynamixel Shield* dapat dilihat pada tabel 2.4 sebagai berikut.

Tabel 2.4 Spesifikasi *Dynamixel Shield*

| Aspek | Spesifikasi |
|-----------------------------------|-------------------------|
| <i>Operating Voltage</i> | 5 – 24 V |
| <i>Max Current</i> | 1 A |
| <i>Power Switch</i> | 1 |
| <i>Upload Switch</i> | 1 |
| <i>Dynamixel Port</i> | TTL, TTL(XL-320), RS485 |
| <i>Power Connector</i> | 1 |
| <i>Max Dynamixel's Controlled</i> | 16 |

2.8 Motor Servo MG996R *Continuous Rotation*

Motor servo adalah komponen elektronika yang berupa motor yang memiliki umpan balik sistem untuk memberikan informasi posisi putaran motor aktual yang diteruskan pada rangkaian kontrol mikrokontroler. Motor servo banyak digunakan sebagai aktuator yang membutuhkan putaran motor yang presisi. Motor servo memiliki banyak tipe sesuai penggunaannya, dalam penelitian ini motor servo MG996R *continuous rotation* digunakan sebagai roda penggerak konveyor. Sesuai pada namanya, motor servo *continuous rotation* bergerak secara terus menerus atau 360 derajat, yang dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Motor Servo MG996R *continuous rotation*

(Sumber: (Pramudhito G, 2021))

Pada gambar 2.7, motor servo MG996R dilengkapi dengan *gear* logam, *ball bearing* ganda, kabel koneksi sepanjang 30 cm dan berbagai aksesoris penunjang sesuai kebutuhan. Motor servo MG996R bekerja dengan lebih responsif terhadap perintah kendali, sehingga dapat dengan cepat merespons perubahan dalam kondisi kerja dan dapat dikendalikan secara digital langsung pada mikrokontroler. Hal ini berbeda dengan motor DC biasa yang membutuhkan driver motor tambahan agar dapat dikendalikan dengan mikrokontroler.

Spesifikasi lebih lanjut mengenai motor servo MG996R dapat dilihat pada tabel 2.5 sebagai berikut.

Tabel 2.5 Spesifikasi Motor Servo MG996R

| Aspek | Spesifikasi |
|------------------|----------------------------------|
| Torsi | 9kg/cm (4.8V), 11kg/cm (6V) |
| Kecepatan | 0.19s/60° (4.8V), 0.18s/60° (6V) |
| Sudut Rotasi | 360° |
| Catu Daya | 4.8 - 6V |
| <i>Gear</i> | <i>Metal</i> |
| <i>Dead band</i> | 5 us |
| Bobot | 55 g |
| Dimensi | 40.7 mm x 19.7 mm x 42.9 mm |

2.9 Sensor Load Cell

Sensor *Load Cell* merupakan sensor gaya yang digunakan untuk mengukur berat. Sensor *Load Cell* berfungsi untuk mengkonversi gaya atau beban fisik yang diberikan pada sensor menjadi sinyal listrik yang dapat diukur dan diinterpretasikan oleh sistem elektronik atau computer (Waluyo et al., 2019). Berikut tampilan dari sensor *Load Cell* yang dapat dilihat pada gambar 2.8 dibawah ini.



Gambar 2.8 Sensor *Load Cell*

(Sumber: (Ramadhan & Ali, 2020))

Pengukuran sinyal yang dihasilkan dari *Load Cell* berasal dari perubahan resistansi *strain gauge* yang linier dengan gaya yang diaplikasikan. Sensor *Load Cell* berisi pegas (*spring*) logam mekanik dengan mengaplikasikan beberapa *foil metal strain gauge*. *Strain* dari pegas mekanik muncul sebagai pengaruh dari pembebanan yang kemudian ditransmisikan pada *strain gauge*. Dalam sensor *Load Cell* memiliki empat kabel berwarna yang dapat dilihat pada tabel 2.6 dibawah ini.

Tabel 2.6 Keterangan Kabel *Load Cell*

| Pin | Deskripsi | Warna Kabel |
|-----|-----------------|-------------|
| E+ | Excitation (+P) | Merah |
| E- | Excitation (-P) | Hitam |
| A- | Signal (-S) | Putih |
| A+ | Signal (+S) | Hijau |

Pada tabel 2.6, dapat dilihat bahwa sensor *Load Cell* memiliki empat kabel berwarna yaitu, merah sebagai daya positif, hitam sebagai daya negatif, putih sebagai kabel sinyal output dan hijau sebagai kabel referensi atau *ground*.

Spesifikasi mengenai sensor *Load Cell* dapat dilihat pada tabel 2.7 sebagai berikut.

Tabel 2.7 Spesifikasi Sensor *Load Cell*

| Aspek | Spesifikasi |
|---------------------------|--------------------------------------|
| Berat Maksimal | 20 kg |
| Nilai output | $1,0 \pm 0,15 \text{ mV} / \text{V}$ |
| Nonlinier | 0,05% FS |
| Histeresis | 0.03% FS |
| Efek Suhu terhadap Output | 0,01% FS /°C |
| Efek suhu nol | 0,05% FS /°C |
| Suhu pengoperasian | -20 ~ 60 °C |
| Catu Daya | 5 V |
| Ukuran | 160 x 160 mm |

2.10 Sensor *InfraRed*

Sensor *Infrared* adalah komponen elektronika yang dapat mendeteksi hambatan ketika cahaya infra merah terhalangi oleh benda. Sensor *InfraRed* terdiri dari dua bagian utama yaitu, led *infrared transmitter* dan led *receiver* yang dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 sensor *InfraRed*

(Sumber: (Ramadhan & Ali, 2020))

Pada gambar 2.9 *infrared transmitter* mempunyai fungsi yaitu bagian yang bertugas untuk memancarkan radiasi inframerah kepada sebuah objek ataupun hambatan. Sedangkan *infrared receiver* berfungsi untuk mendeteksi radiasi yang telah dipantulkan oleh objek yang berasal dari *infrared transmitter*.

Spesifikasi mengenai sensor *InfraRed* dapat dilihat pada tabel 2.8 sebagai berikut.

Tabel 2.8 Spesifikasi Sensor *InfraRed*

| Aspek | Spesifikasi |
|---------------|-------------|
| Catu Daya | 5 VDC |
| I/O pin | 3.3 V & 5 V |
| Jarak Deteksi | 20 cm |
| Suplai Arus | 20 mA |