

LAPORAN PENELITIAN MANDIRI
UNIVERSITAS NASIONAL



Perancangan Prototype Simulator Robot Cartesian 3 DOF

Peneliti :

Agus Wibowo, ST., MT.

NIP. 0110090788

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS NASIONAL
2021

HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul Penelitian : Perancangan Prototype Simulator Robot Cartesian 3 DOF
2. Ketua Peneliti
 - a. Nama Lengkap : Agus Wibowo, ST., MT
 - b. Tempat/ Tanggal Lahir : Surabaya, 17 April 1972
 - c. NIDN : 0317047202
 - d. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
 - e. Pangkat/Golongan : III B
 - f. Jabatan Struktural : -
 - g. Fakultas/Prodi : Teknik dan Sains/Teknik Elektro
 - h. Alamat Rumah : Jl H. Taya No. 87 Gunuk IVb Pejaten Timur Pasar Minggu Jakarta Selatan
 - i. Nomor HP : 081316029876
 - j. Email : agg_wibi@yahoo.com
3. Waktu Penelitian : 6 (Enam) bulan
4. Biaya : Rp. 10.050.000,-

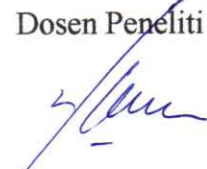
Jakarta, 31 Agustus 2021

Mengetahui :
Kaprodi Teknik Elektro



Fuad Djauhari ST, MT.
NID. 0312127501

Dosen Peneliti



Agus Wibowo, ST., MT.
NID. 0317047202



Menyetujui :
Dekan Fakultas Teknik dan Sains



Novi Azman, ST., MT.
NID. 0301050724

Abstrak

Mahasiswa dalam kegiatan belajar mengajar tentu menginginkan suatu yang menarik dalam proses pembelajaran, dengan harapan mereka agar dalam proses pembelajaran rasa ingin tahu terpenuhi dan dapat memotivasi diri untuk dapat memahami lebih dalam (*deep understanding*) tentang materi perkuliahan. Perancangan Prototype Robot Cartesian yang dibuat mempunyai 3 DOF, 2R+1P. Motor DC internal gear digunakan sebagai aktuator untuk gerakan revoluted/rotasi, dan silinder pneumatik digunakan sebagai aktuator gerakan prismatic/linier. End-effector yang digunakan adalah suction cup dengan menggunakan vacuum ejector untuk mengangkat benda kerja. Sistem yang digunakan adalah sistem closed loop, feedback dipakai untuk mengetahui posisi-posisi link dari set point yang telah ditentukan. Feedback/referensi posisi diperoleh dari sensor potensiometer. Pengujian prototype sistem trainer robot Cartesian dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu pengujian motor DC, Sistem mekanis persendian, tombol navigasi, pengujian motor DC dan perpaduan antara hardware dengan software pada sistem prototype sistem robot Cartesian Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah terwujudnya model prototype sistem sistem trainer robot Cartesian yang yang dapat dipergunakan sebagai media pembelajaran dalam Mata Kuliah Robotika

Kata kunci: Robot Cartesian, Joint, Motor Servo, Sensor.

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Manufaktur yang terhubung secara digital, atau Industri 4.0 mencakup berbagai jenis teknologi mulai dari 3D printing, robotik, sistem produksi, super komputer, editing genetic dan perkembangan neuroteknologi. Revolusi industri 4.0 bertopang pada revolusi industri ketiga, dengan ciri transformasi yang berbeda dari revolusi sebelumnya. Revolusi industri 4.0 menunjukkan bahwa perkembangan teknologi dalam dunia industri semakin meningkat. Hal itu perlu disadari oleh seluruh masyarakat Indonesia agar mampu bersaing dalam dunia perindustrian.

Revolusi industri 4.0 tidak akan lepas dari peranan teknologi robotika. Sejak abad ke 19, robot telah diterapkan dalam dunia perindustrian untuk membantu manusia dalam melakukan tugasnya di industri. Robot bisa menggantikan semua bidang pekerjaan manusia yang ada di industri. Mulai dari memilih, memotong, menimbang, sampai perakitan dan pengelasan.

General Motor pertama kali menggunakan robot untuk pabrik otomotifnya. Robot industri kemudian berkembang dan mulai banyak digunakan tahun 1980 oleh perusahaan selain otomotif dimana perkembangan elektronik dan computer membuat robot modern lahir. (Budiharto, 2006) menurut penjelasan tersebut maka diartikan bahwa peran robot di industri saat ini sangat dibutuhkan guna mengikuti perkembangan jaman yang semakin modern

Perkembangan teknologi tidak dapat maksimal jika tidak diikuti oleh Sumber daya manusia (SDM) yang tidak memadai. Sumber daya manusia (SDM) merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam suatu perusahaan atau industri guna untuk produktifitas, loyalitas, dan efektifitas perusahaan. (Marihhot T.E., 2007) Oleh karena itu perlu adanya pengembangan sumber daya manusia, salah satunya melalui pendidikan.

Pendidikan merupakan sarana yang efektif dalam mengembangkan sumber daya manusia. Pendidikan merupakan kebutuhan manusia yang sangat penting karena pendidikan mempunyai tugas untuk menyiapkan SDM bagi pembangunan bangsa dan

negara. Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) mengakibatkan perubahan dan pertumbuhan kearah yang lebih kompleks. (UPI, 2007) Tujuan Pendidikan yaitu untuk membekali peserta didik supaya memperoleh pengalaman yang sebanyak-banyaknya. Pembelajaran yang efektif dan kaya akan pengalaman belajar akan memberi dampak besar dan positif terhadap peserta didik. Pengalaman belajar peserta didik sangat dipengaruhi oleh penampilan guru/dosen, sarana dan prasarana (learning resources equipment), suasana akademik dan lingkungan belajar, serta dukungan perangkat ICT (Sudira, 2011).

Mata kuliah Robotika merupakan salah satu kuliah untuk mahasiswa Program Studi Teknik Elektro. Mata kuliah ini mempraktikkan dasar-dasar sistem Robotika, pemodelan robot manipulator, persamaan kinematik dan dinamik serta trajectory, mampu merancang sebuah sistem Robotika dengan mempelajari sistem gerak, sensor, aktuator, kendali robot, mobil robot (beroda/berkaki), manipulator robot (arm), dan flying robot (x-coopter). (Elektronika, 2014).

Salah satu materi dalam mata kuliah ini adalah merancang sebuah robot dengan mempelajari sistem gerak. Pada materi tersebut perlu diberikan kepada mahasiswa sebuah contoh yang bisa digunakan mahasiswa untuk mempraktekan teori yang didapat diruang kuliah.

Media pembelajaran adalah segala sesuatu yang dapat digunakan untuk menyalurkan pesan dari pengirim ke penerima sehingga merangsang pikiran, perasaan, perhatian dan minat serta kemauan peserta didik sedemikian rupa sehingga proses belajar terjadi dalam rangka mencapai tujuan pembelajaran. (Sukiman, 2012) dari pengertian tersebut dapat diartikan bahwa media pembelajaran adalah media yang digunakan dalam proses pembelajaran, yaitu segala sesuatu yang dapat digunakan untuk membantu pengajar (dosen) dalam mengajar serta sebagai sarana pembawa pesan dari pengajar (dosen) kepada penerima pesan (mahasiswa). Sebagai penyaji dan penyalur pesan, terkadang media pembelajaran dapat mewakili pengajar (dosen) dalam menyampaikan informasi belajar kepada penerima pesan pembelajaran (mahasiswa).

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan di Jurusan Teknik Elektro pada mata kuliah Robotika, media pembelajaran yang digunakan sebagai simulator dalam

proses pembelajaran mata kuliah robotika masih sangat kurang. Untuk itu perlu adanya pengembangan media pembelajaran serta simulator yang berhubungan dengan mata kuliah robotika.

Berdasarkan uraian di atas, peneliti tertarik untuk mengembangkan Robot Cartesian sebagai media pembelajaran pada mata kuliah robotika. Pengembangan Robot Cartesian diharapkan dapat membantu proses pembelajaran untuk meningkatkan kompetensi mahasiswa elektronika dalam ilmu sistem Robotika.

1.2 Langkah Teoritis

Penelitian tentang analisis penggunaan media pembelajaran dalam kegiatan belajar mengajar antara dosen dengan mahasiswa sudah banyak dilakukan. Pengembangan media objek atau media pembelajaran bertujuan untuk mencapai hasil yang optimum dari suatu program latihan. Media sesungguhnya atau benda model yang mirip dengan benda aslinya akan memberikan rangsangan kepada mahasiswa dalam mempelajari tugas yang menyangkut keterampilan psikomotorik. Media obyek dapat digunakan sebagai alat untuk menyampaikan materi ajar sehingga dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian, dan kemampuan mahasiswa. Dalam penelitiannya di teliti tentang perilaku mahasiswa dalam proses pembelajaran dengan menggunakan media pembelajaran untuk pencapaian tujuan dari pembelajaran tersebut.

1.3 Permasalahan

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan diatas, ada beberapa masalah yang dirumuskan, yaitu :

1. Belum ada prototipe Robot Cartesian di Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Sains.

2. Bagaimana prototipe Robot Cartesian dapat digunakan untuk simulator sebagai media pembelajaran.

1.4 Keutamaan Penelitian

Sesuai dengan permasalahan yang telah dikemukakan diatas, maka keutamaan dari penelitian ini adalah membangun sebuah model prototipe Robot Cartesian.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Beragam dasar teori yang mendukung untuk menyelesaikan penelitian ini.

2.1 Konsep Dasar Robot

Robot adalah seperangkat alat mekanik yang bisa melakukan tugas fisik, baik dengan pengawasan dan kontrol manusia, ataupun menggunakan program yang telah didefinisikan terlebih dulu /kecerdasan buatan. Istilah robot berawal bahasa Ceko “robota” yang berarti pekerja atau kuli yang tidak mengenal lelah atau bosan. Robot biasanya digunakan untuk tugas yang berat, berbahaya, pekerjaan yang berulang dan kotor. Biasanya kebanyakan robot industri digunakan dalam bidang produksi. Penggunaan robot lainnya termasuk untuk pembersihan limbah beracun, penjelajahan bawah air dan luar angkasa, pertambangan, pekerjaan "cari dan tolong" (*search and rescue*), dan untuk pencarian tambang. Belakangan ini robot mulai memasuki pasaran konsumen di bidang hiburan, dan alat pembantu rumah tangga, seperti penyedot debu, dan pemotong rumput.

Saat ini hampir tidak ada orang yang tidak mengenal robot, namun pengertian robot tidaklah dipahami secara sama oleh setiap orang. Sebagian membayangkan robot adalah suatu mesin tiruan manusia (humanoid), meski demikian humanoid bukanlah satu-satunya jenis robot.

Pada kamus Webster pengertian robot adalah *An automatic device that performs function ordinarily ascribed to human beings* yang berarti sebuah alat otomatis yang melakukan fungsi berdasarkan kebutuhan manusia.

Dari kamus Oxford diperoleh pengertian robot adalah: "*A machine capable of carrying out a complex series of actions automatically, especially one programmed by a computer*". Yang Berarti sebuah mesin yang mampu melakukan serangkaian tugas rumit secara otomatis, terutama yang diprogram oleh komputer. Pengertian dari Webster mengacu pada pemahaman banyak orang bahwa robot melakukan tugas manusia, sedangkan pengertian dari Oxford lebih umum.

Beberapa organisasi di bidang robot membuat definisi tersendiri. Robot Institute of America memberikan definisi robot sebagai:

"A reprogrammable multifunctional manipulator designed to move materials, parts, tools or other specialized devices through variable programmed motions for the performance of a variety of tasks ". Sebuah manipulator multifungsi yang mampu diprogram, didesain untuk memindahkan material, komponen, alat, atau benda khusus lainnya melalui serangkaian gerakan terprogram untuk melakukan berbagai tugas)

International Organization for Standardization (ISO 8373) mendefinisikan robot sebagai:

" An automatically controlled, reprogrammable, multipurpose, manipulator programmable in three or more axes, which may be either fixed in place or mobile for use in industrial automation applications " Sebuah manipulator yang terkendali, multifungsi, dan mampu diprogram untuk bergerak dalam tiga aksis atau lebih, yang tetap berada di tempat atau bergerak untuk digunakan dalam aplikasi otomasi industri) . Dari beberapa definisi di atas, kata kunci yang ada yang dapat menerangkan pengertian robot adalah:

- Dapat memperoleh informasi dari lingkungan (melalui sensor)
- Dapat diprogram
- Dapat melaksanakan beberapa tugas yang berbeda
- Bekerja secara otomatis
- Cerdas (*intelligent*)

2.1.1 Klasifikasi Robot

Robot diklasifikasikan kedalam 4 bagian :

1. Non Mobile Robot



Gambar 2.1 Robot Manipulator

Robot ini tidak dapat berpindah posisi dari satu tempat ke tempat lainnya, sehingga robot tersebut hanya dapat menggerakkan beberapa bagian dari tubuhnya dengan fungsi tertentu yang telah dirancang. contoh : robot manipulator berlengan.

2. Mobile Robot



Gambar 2.2. Robot Line Follower

Mobile dapat diartikan bergerak, sehingga robot ini dapat memindahkan dirinya dari satu tempat ke tempat lain. dari segi manfaat, robot ini diharapkan dapat membantu manusia dalam melakukan otomatisasi dalam transportasi, platform bergerak untuk robot industri, eksplorasi tanpa awak dan masih banyak lagi. contoh : Robot Line Follower.

3. Robot Humanoid



Gambar 2.3 robot ASIMO buatan jepang

Robot ini dirancang dengan menirukan anatomi dan perilaku manusia. Fungsi-fungsi tubuh manusia baik lengan, kaki, mata, dan pergerakan sendi kepala dan bagian lainnya sebisa mungkin diterapkan di robot ini. contoh: robot ASIMO buatan jepang

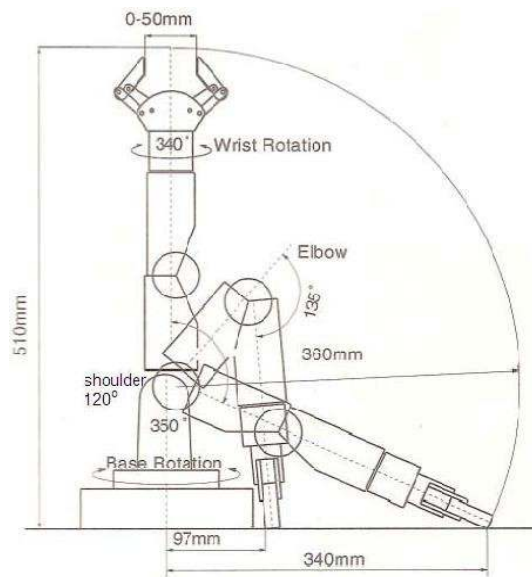
4. Gabungan Mobile Robot dan Non Mobile Robot

Robot ini merupakan penggabungan dari fungsi-fungsi pada robot mobile dan non-mobile. sehingga keduanya saling melengkapi dimana robot nonmobile dapat terbantu fungsinya dengan bergerak dari satu tempat ke tempat lain.

2.1.2 Manipulator Robot (Robot Lengan)

Robot Manipulator adalah konstruksi robot yang memiliki bentuk hanya sebuah lengan saja. Robot ini memiliki aktuator berupa motor untuk menggerakkan seluruh bagian robot tersebut.

Robot manipulator ini sangat bermanfaat dan cukup banyak dipakai dalam bidang industri. Terutama dalam bagian packing dalam suatu pabrik. Selain untuk menghemat waktu, robot ini digunakan karena hasil yang diperoleh juga lebih baik daripada hasil yang dikerjakan oleh manusia.



Gambar 2.1 Contoh Pergerakan Lengan Robot

Lengan robot banyak digunakan pada industri, khususnya industri yang memerlukan ketepatan dan bekerja secara berulang – ulang. Dalam hal ini lengan robot pada sistem ini digunakan untuk mengambil dan memindahkan benda. Berat Benda yang dapat diangkat diharuskan mempunyai 2 sisi yang rata sehingga dapat dijepit oleh grip pada lengan robot. Lengan robot yang digunakan pada gambar 2.1 memakai motor servo sebagai penggerak. Ada 6 motor servo yang digunakan untuk menggerakan lengan robot. Derajat kebebasan gerakan lengan robot dapat dilihat pada contoh gambar 2.1 diatas.

2.1.2.1 Konsep Dasar Robot Manipulator (Lengan Robot)

Istilah manipulator adalah sekumpulan hubungan mekanik yang terdiri dari dari rangkaian kinematik berupa link, baik sebagai rangkaian umpan balik terbuka maupun umpan tertutup yang dihubungkan dengan sendi dan mempunyai kemampuan untuk melakukan pergerakan baik planar maupun spatial. Pergerakan secara planar adalah pergerakan sendi-sendi pada bidang parallel sedangkan secara spatial adalah pergerakan pada bidang tiga dimensi. Secara umum derajat kebebasan tersebut adalah

jumlah yang dibutuhkan untuk menyatakan posisi dari setiap hubungan relatif terhadap link yang tetap.

Beberapa istilah dan definisi yang banyak digunakan dalam manipulator robot adalah :

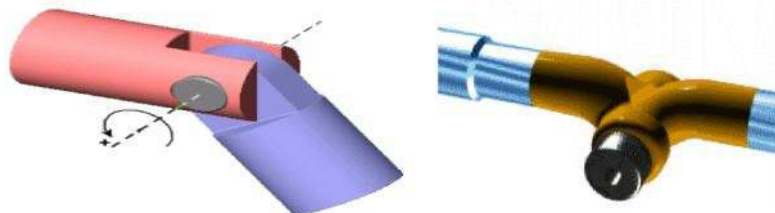
1. Link

Link adalah salah satu bagian dari kerangka yang kaku atau anggota yang dihubungkan secara bersamaan untuk membentuk sebuah rangkaian kinematik.

2. Sendi (Joint)

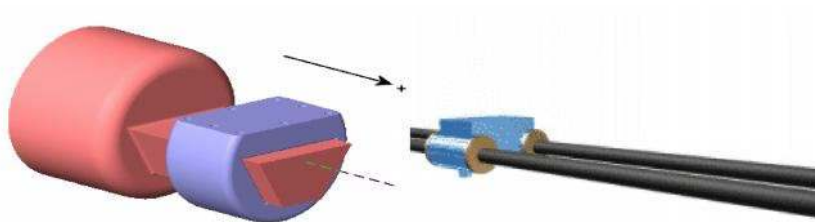
Joint adalah koneksi antar link yang dapat menentukan pergerakan relative yang terbatas .

Pada lengan robot/mekanik merupakan penghubung yang dapat berupa poros ataupun tumpuan dari lengan-lengan mekanik dalam pergerakannya. Biasanya pada sendi ditempatkan motor yang dikendalikan sebagai tenaga penggerak dari lengan-lengan mekanik.



Gambar 2.2 Contoh Revolute Joint

Sendi terbagi menjadi dua jenis, yaitu : sendi putar (Revolute Joint) dan sendi geser (Prismatic Joint). Revolute joint bergerak seperti engsel dan memungkinkan gerakan memutar yang relatif antara dua lengan mekanik. Sedangkan prismatic Joint memungkinkan gerakan lurus yang relatif antara dua hubungan.



Gambar 2.3 Contoh Prismatic Joint

3. End-effector

Biasa juga disebut end of arm tooling, berupa peralatan khusus yang ditempatkan pada bagian akhir dari link untuk melakukan tugas tertentu.

4. Work Space/Work Envelope

Adalah total volume ruang kerja yang dapat dijangkau oleh End- Effector ketika manipulator melakukan semua gerakan yang mungkin.

5. Akurasi

Pengukuran atas seberapa dekat sebuah manipulator dapat mencapai titik tujuan yang diinginkan pada ruang kerjanya.

6. Repeatability

Pengukuran atas seberapa dekat sebuah manipulator dapat kembali mencapai titik tujuan sebelumnya.

7. Rigidity

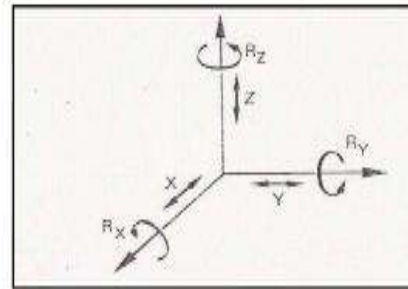
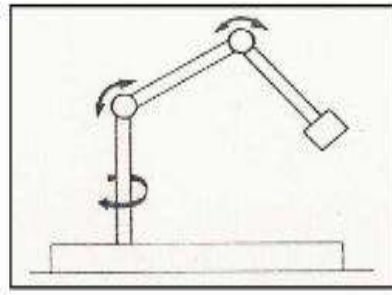
Tingkat kekakuan mekanik manipulator.

8. Poros gerakan

Adalah mekanisme yang memungkinkan robot untuk bergerak secara lurus atau berotasi.

9. Derajat kebebasan

Adalah jumlah arah yang independen dimana end-effector dari sebuah robot dapat bergerak.

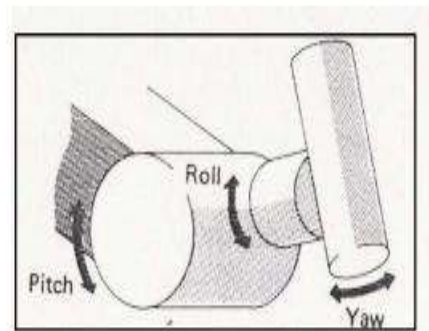
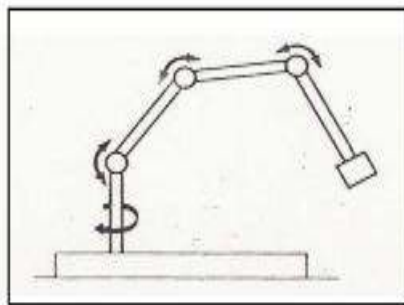


Robot dengan 3 poros gerakan & 6 derajat kebebasan yang mungkin
3 derajat kebebasan bagi sebuah objek

Gambar 2.4 Contoh Pergerakan Joint dengan 3 dan 6 Derajat kebebasan

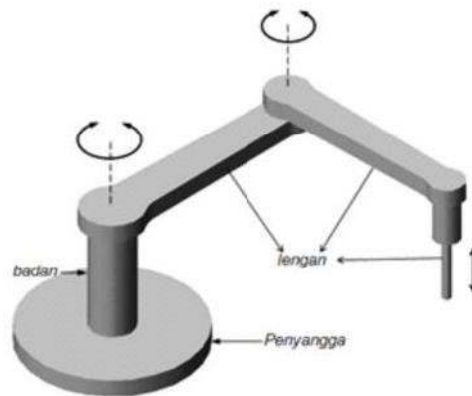
Sumber : (The University Of Texas and Simmechanics.com)

Robot dengan 4 poros gerakan 3 derajat kebebasan & Pergelangan robot dengan 3 derajat kebebasan



Gambar 2.5 Contoh Pergerakan Joint dengan 4 dan 3 Derajat Kebebasan

Sumber : (The University Of Texas and Simmechanics.com)



Gambar 2.6 Anatomi Robot Industri

Sumber : <https://2012/06/struktur-robot-Cartesiansmb.jpg>

Pada gambar 2.6 di atas memperlihatkan anatomi robot industri yang komponen utamanya terdiri dari empat bagian, yaitu:

1. Manipulator

Manipulator adalah bagian mekanik yang dapat difungsikan untuk memindah, mengangkat dan memanipulasi benda kerja.

2. Sensor

Sensor adalah komponen berbasis instrumentasi (pengukuran) yang berfungsi sebagai pemberi informasi tentang berbagai keadaan atau kedudukan dari bagian-bagian manipulator.

3. Aktuator

Aktuator adalah komponen penggerak yang jika dilihat dari prinsip penghasil geraknya dapat dibagi menjadi 3 bagian, yaitu penggerak berbasis motor listrik (motor DC dan motor AC).

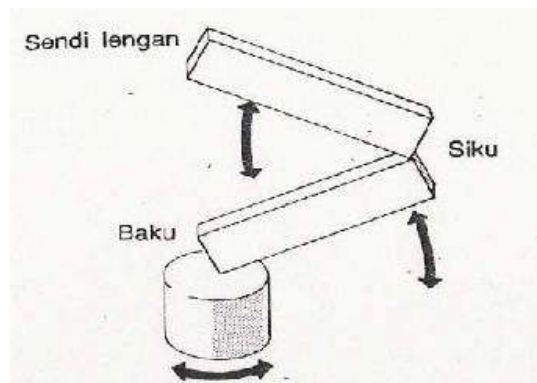
4. Kontroler

Kontroler adalah rangkaian elektronik berbasis mikroprosesor yang berfungsi sebagai pengatur seluruh komponen dalam membentuk fungsi kerja.

2.1.2.2 Jenis-Jenis Lengan Robot Berdasarkan Konfigurasi

1. Anthropomorphic

Memiliki kesamaan dengan manusia, misalnya lengan Anthropomorphic akan serupa dengan lengan manusia dalam hal bagaimana setiap bagian dihubungkan. Lengan ini memiliki manuver paling besar dan seringkali menjadi pilihan untuk pengecatan, namun jenis ini pergerakannya paling lambat dan akan mengalami kesulitan untuk menggerakkan ujung lengan dalam garis lurus.

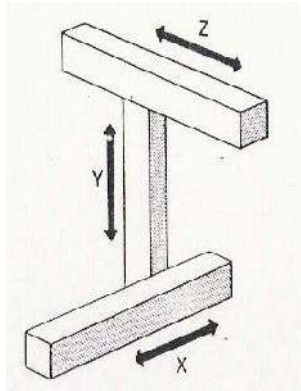


Gambar 2.7 Anthropomorphic

Sumber : (The University Of Texas and Simmechanics.com)

2. Cartesian

Dapat bergerak 3 arah yang independen yaitu sumbu X, Y dan Z. Biasanya lengan ini akan bekerja pada kerangka overhead yang dibentuk oleh sumbu x membentuk suatu lingkup kerja persegi panjang. Geometri ini digunakan untuk pekerjaan yang memiliki cakupan area yang luas dimana gerakan-gerakan yang rumit tidak terlalu dipentingkan.

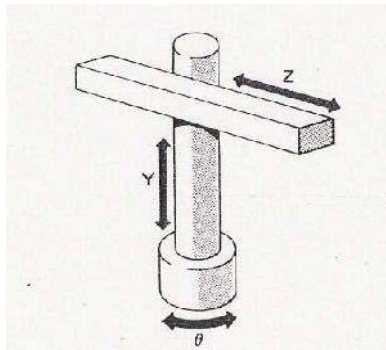


Gambar 2.8 Cartesian

Sumber : (The University Of Texas and Simmechanics.com)

3. Silindris

Serupa dengan Cartesian, kecuali bahwa ia tidak memiliki gerakan sepanjang sumbu X, sebagai gantinya lengan dapat bergerak rotasi. Terdapat 3 poros gerakan yaitu Y, Z dan θ . Dimana θ adalah sudut rotasi.



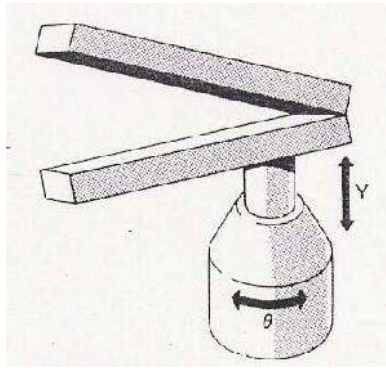
Gambar 2.9 Silindris

Sumber : (The University Of Texas and Simmechanics.com)

4. Kutub

Hampir sama dengan silindris, lengan dengan geometri kutub memiliki sumbu Y dan θ , perbedaannya terletak pada adanya poros yang memungkinkan lengan

tersebut berotas / berputar pada bidang vertikal, sebagai ganti gerakan ke atas atau ke bawah sepanjang sumbu Z. Lingkup kerjanya seperti bagian permukaan dari sebuah bola (spherical).

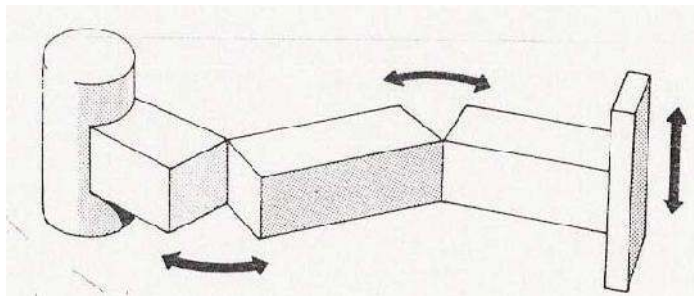


Gambar 2.10 Kutub

Sumber : (The University Of Texas and Simmechanics.com)

4. Cartesian (*Selective Compliant Assembly Robot Arm*)

Pada cartesian persendian putar lengannya berotasi pada sumbu vertikalnya. Pemakaiannya meluas untuk pengoperasian perakitan khususnya pada bidang elektronika.



Gambar 2.11 Cartesian

Sumber : (The University Of Texas and Simmechanics.com)

2.1.2.3 Bagian-Bagian Lengan Robot

Secara keseluruhan sebuah sistem lengan robot manipulator terdiri dari :

1. Tangan Mekanik (Mechanical arm)

Adalah bagian dasar dari konstruksi lengan robot untuk dapat membentuk lengan robot sesuai kebutuhan dan merupakan bagian yang dikendalikan pergerakannya

2. End-Effector

Kemampuan robot juga tergantung pada piranti yang dipasang pada lengan robot. Piranti ini biasanya dikenal dengan end effector. end effector ada dua jenis yaitu Pencengkram (gripper) yang digunakan untuk memegang dan menahan objek, peralatan (tool) yang digunakan untuk melakukan operasi tertentu pada suatu objek. Contohnya: bor, penyemprot cat, gerinda, las dan sebagainya.

3. Penggerak (Actuator)

Istilah yang digunakan untuk mekanisme yang menggerakkan lengan robot. Aktuator dapat berupa hidrolis dan pneumatik yang digunakan untuk mengendalikan persendian prismatic karena dapat menghasilkan gerakan linier secara langsung (sering disebut dengan penggerak linier) atau pula aktuator motor listrik yang menghasilkan gerakan rotasi. Penggerak yang umum digunakan pada saat ini adalah penggerak motor servo. Penggerak ini lebih mudah dikontrol dibanding penggerak lainnya.

4. Sensor/Transducer

Sensor dipergunakan manipulator agar dapat berinteraksi dengan lingkungan kerjanya. Sensor juga dipergunakan sebagai input umpan balik pada proses pengendalian manipulator.

5. Pengendali (Controller)

Pengendali adalah mekanisme (baik secara perangkat keras maupun perangkat lunak) yang dipergunakan untuk mengatur seluruh pergerakan atau proses yang dilakukan manipulator

2.2 Sensor

Sensor adalah suatu peralatan yang berfungsi untuk mendeteksi gejala-gejala atau sinyal-sinyal yang berasal dari perubahan suatu energi seperti energi listrik, energi fisika, energi kimia, energi biologi, energi mekanik dan sebagainya(D Sharon, 1982).

Transduser adalah sebuah alat yang bila digerakan oleh suatu energi di dalam sebuah sistem transmisi, akan menyalurkan energi tersebut dalam bentuk yang sama atau dalam bentuk yang berlainan ke sistem transmisi berikutnya”. Transmisi energi ini bisa berupa listrik, mekanik, kimia, optic (radiasi) atau thermal (panas), (William D.C, 1993).

2.2.1 Sensor Proximity

Sensor proximity merupakan sensor yang berfungsi untuk mendeteksi ada atau tidaknya suatu objek. Sensor proximity dapat mendeteksi keberadaan benda disekitarnya tanpa ada kontak fisik dengan benda tersebut. Cara kerja sensor proximity ini yaitu dengan memancarkan medan elektromagnetik dan mencari perubahan bentuk medan elektromagnetik pada saat benda di deteksi. Contoh medan elektromagnetik yang sering digunakan yaitu sinar infra merah. Jika benda telah terdeteksi maka sinyal infrared tersebut akan merubah bentuk sinyal dan mengirimkan sinyal kembali ke sensor dan memberitahukan bahwa di depan sensor terdapat benda. Target sensor yang berbeda-beda juga membutuhkan jenis sensor proximity yang berbeda pula. Contohnya sensor proximity capacitive akan cocok dengan target yang mempunyai benda berbahan dasar plastik sedangkan sensor proximity induktif akan mendeteksi benda berbahan dasar logam. Menurut tipenya sensor proximity dibagi menjadi :

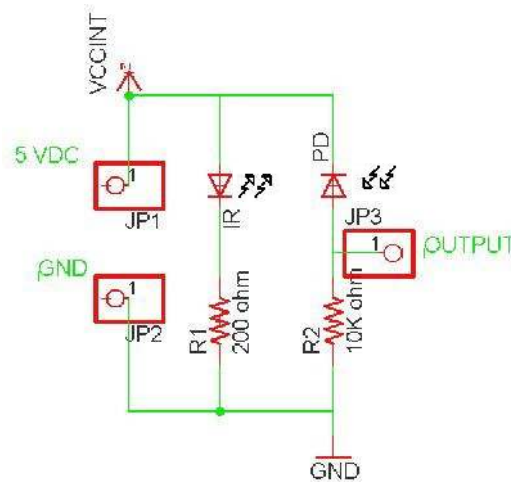
1. Induktif Proximity

Tipe sensor proximity yang bekerja berdasarkan perubahan induktansi apabila ada objek metal/logam yang berada dalam cakupan wilayah kerja sensor. Tipe ini hanya dapat mendeteksi benda logam saja dengan jarak deteksi maksimum sebesar 6 cm. Bahan dasar logam sangat mempengaruhi kemampuan pendeteksian sensor.

2. Kapasitif Proximity

Tipe proximity yang bekerja berdasarkan perubahan kapasitas objek yang berada pada cakupan daerah kerja sensor. Tipe ini dapat mendeteksi semua jenis benda dan memiliki jarak maksimum 3 cm.

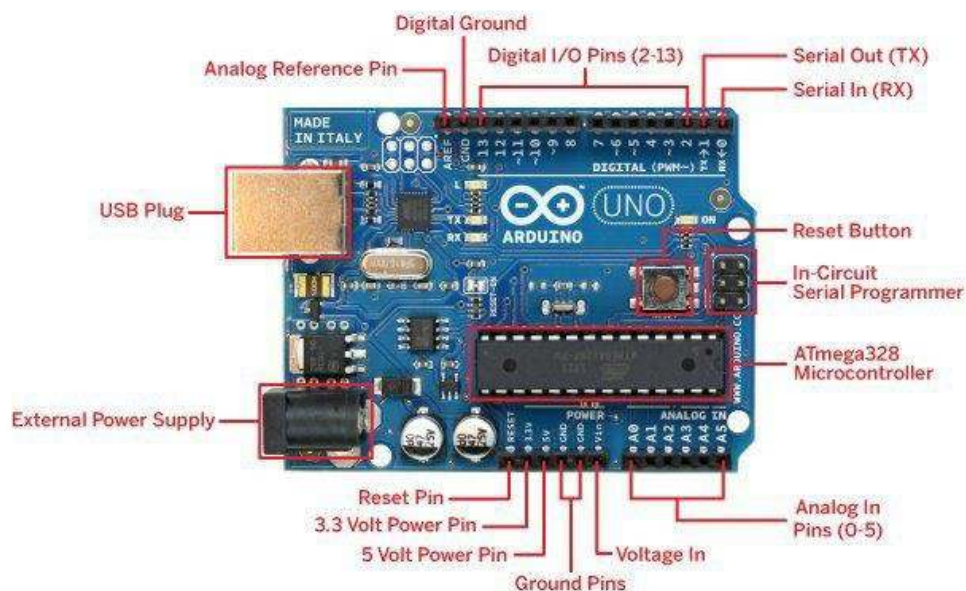
Sensor proximity adalah sensor untuk mendeteksi ada atau tidaknya suatu benda seperti kotak. Sensor proximity membutuhkan komponen seperti infrared sebagai sumber cahaya (Light Source) dan sebuah photodiode sebagai sensor cahaya (Photodetector). Adapun contoh rangkaian sensor proximity dapat dilihat pada gambar 2.12.



Gambar 2.12 Rangkaian Sensor Proximity

2.3 Mikrokontroler

Arduino Uno adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik open source yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel. Arduino adalah sebuah board mikrokontroler yang berbasis ATmega328. Arduino memiliki 14 pin input/output yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 6 analog input, crystal osilator 16 MHz, koneksi USB, jack power, kepala ICSP, dan tombol reset. Arduino mampu men-support mikrokontroler; dapat dikoneksikan dengan komputer menggunakan kabel USB. Berikut gambar 2.6 adalah pin-pin pada kit arduino uno yang digunakan pada rancangan alat ini:



Gambar 2.21 Board Arduino Uno ATmega328

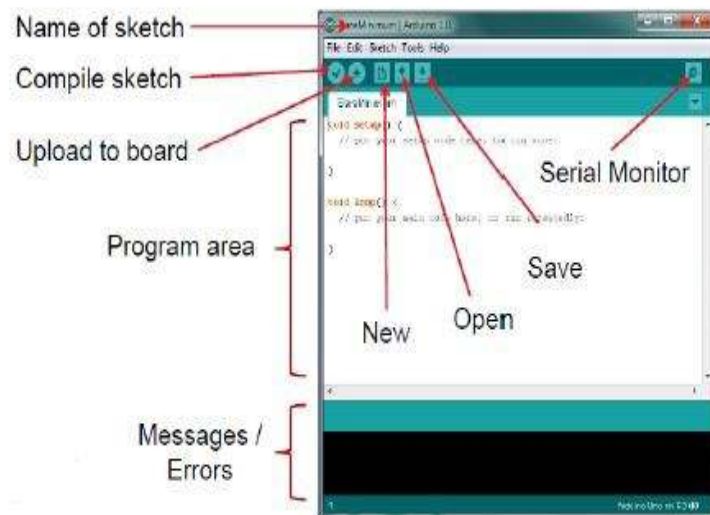
Sumber : <http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno>

Pada gambar 2.21 terdapat 14 pin output/input yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM (Pulse Width Modulation), 6 analog input, crystal

osilator 16 MHz dan tombol reset. Arduino tersebut digunakan sebagai chip mikrokontroler328, sebagai pengendali gerakan motor DC.

2.3.1 Software Pemograman Arduino

Sehubungan dengan pembahasan untuk saat ini software Arduino yang akan digunakan adalah driver dan IDE, walaupun masih ada beberapa software lain yang sangat berguna selama pengembangan Arduino. Pada gambar 2.22 dibawah ini merupakan tampilan awal ketika membuka jendela software pemograman arduino.



Gambar 2.22 Tampilan awal software pemograman arduino

Sumber : David Mellis (2012)

IDE Arduino adalah software yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan Java. IDE Arduino terdiri dari:

- Editor program, sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa Processing.

- ✚ Compiler, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa Processing) menjadi kode biner. Bagaimanapun sebuah microcontroller tidak akan bisa memahami bahasa
- ✚ Processing. Yang bisa dipahami oleh microcontroller adalah kode biner.

Itulah sebabnya compiler diperlukan dalam hal ini.

- ✚ Uploader, sebuah modul yang memuat kode biner dari Komputer ke dalam memori didalam papan Arduino.

2.4. Baterai/Adaptor

Soket baterai atau adaptor digunakan untuk menyuplai Arduino dengan tegangan dari baterai/adaptor 9V pada saat Arduino sedang tidak disambungkan ke komputer. Kalau Arduino sedang disambungkan ke komputer melalui USB, Arduino mendapatkan supply tegangan dari USB, jadi tidak perlu memasang baterai/adaptor saat memprogram Arduino.

2.5. Roadmap Penelitian

Road map penelitian yang sudah dilakukan selama ini adalah sebagai berikut :

Tabel 2.2 Road Map Penelitian

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan
			Sumber
1.	2021	Sistem Aplikasi Monitoring Bantuan Sosial di Masa Pandemi Covid - 19	UNAS
2.	2020	Rancang Bangun Prototipe Trainer Robot Scara Sebagai Media Pembelajaran Pada Mata Kuliah Robotika	UNAS
3.	2020	Prototipe Robot Manipulator Sendi Lengan (<i>Joint - Arm</i>) Berbasis Arduino Uno Pada Sistem Pemilah Barang	Mandiri

4.	2019	Sistem Otomasi Pengaturan Ketinggian Permukaan Air Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Aplikasi BLYNK"	Mandiri
5.	2019	Perancangan Mobile Robot Obstacle Avoiding Berbasis Sensor Ultrasonic Range Finder Parallax dan LabView"	Mandiri
6.	2018	Rancang Bangun Sistem Informasi Manajemen Dana Alokasi Khusus (DAK) Rumah Swadaya dengan Menggunakan Total Architecture".	Mandiri
7.	2018	Perancangan Aplikasi Sistem Navigasi Autonomous Guided Vehicle (AGV) Berbasis Arduino Uno dan Labview"	Mandiri
8.	2017	Rancang Bangun Sistem Pengamatan Cuaca dengan menggunakan Media Komunikasi Wireless NRF24I01	Mandiri
9.	2016	Rancang Bangun sistem Informasi Administrasi Persuratan dengan menggunakan Total Architecture	Mandiri
10	2015	Implementasi Algoritma Cipher Block Untuk Keamanan Data Biometrik E-KTP dengan Menggunakan Duffing - Map	UNAS
11.	2015	Model sistem Dinamika penyediaan dan Pendistribusian bahan Bakar Minyak (BBM) di wilayah berbasis kepulauan	Mandiri
12.	2016	Rancang Bangun Sistem Deteksi Dini Bencana Tanah Longsor Berbasis Sensor <i>MicroElectroMechanical Systems (MEMS)</i>	HIBER
13.	2015	Rancang Bangun Sistem Deteksi Dini Bencana Tanah Longsor Berbasis Sensor <i>MicroElectroMechanical Systems (MEMS)</i>	UNAS
14.	2014	Perancangan Sistem Instrumentasi Pengamatan Cuaca Otomatis Saluran Ganda Berkapasitas Tinggi Dan Hemat Energi	HIBER
15.	2013	Perancangan Sistem Instrumentasi Pengamatan Cuaca Otomatis Saluran Ganda Berkapasitas Tinggi Dan Hemat Energi	UNAS

BAB 3. METODE PENELITIAN

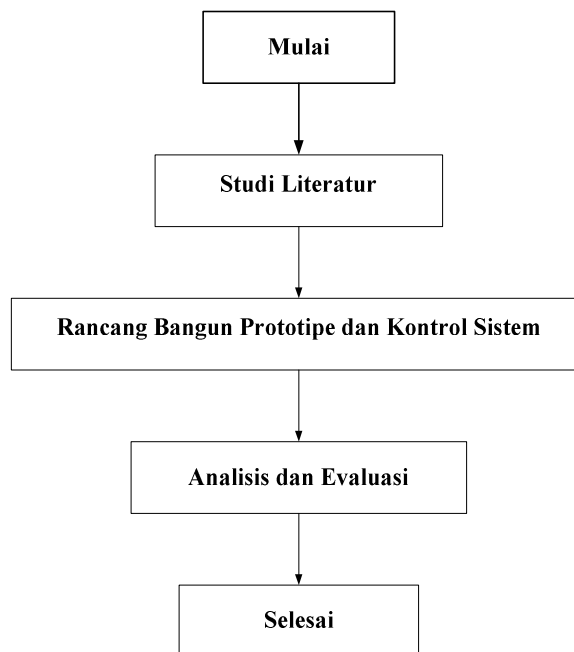
3.1. Disain penelitian.

Cara kerja atau desain dari penelitian ini tampak pada diagram alir penelitian mengacu pada gambar 3.1.

Tahap persiapan dimulai dengan melakukan analisis alat dan bahan yang dibutuhkan pada penelitian. Kemudian, setelah melakukan perangkaian sistem sesuai rancangan yang telah dibuat.

Media Pembelajaran yang akan dikembangkan yaitu Sistem Simulator Robot Cartesia. Pengembangan media pembelajaran meliputi dua aspek yaitu a. media obyek (hardware) dan modul. b. *Design* (Desain)

Berikut ini gambaran dari proses penelitian yang akan dilakukan:



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Robot kartesian digunakan pada beberapa aplikasi, seperti operasi perakitan. Karena sangat mudah melakukan pergerakan vertikal, maka robot ini juga cocok untuk digunakan pada mesin pemuatan (loading) dan pembongkaran (unloading).

Pada tahap desain pengembang memverifikasi media pembelajaran dan metode pengujian yang tepat. Langkah yang harus ditempuh dalam mendesain media pembelajaran yaitu :

1. Menyusun kebutuhan yang diperlukan untuk membuat media pembelajaran;
2. Menyusun desain media pembelajaran yang tepat dan sesuai dengan tujuan pembelajaran;
3. Membuat kisi-kisi instrumen

3. 2. Bahan dan Alat/Instrument Penelitian.

1. Sistem robot Cartesian

Konfigurasi kartesian terdiri dari tiga sumbu linear yang saling tegak lurus. Area kerja robot berada pada sistem koordinat xyz kartesian. Keuntungan pada konfigurasi ini adalah perhitungan persamaan gerak robot yang mudah, karena pergerakan pada setiap sumbu kartesian dipengaruhi oleh satu aktuator, sehingga memudahkan dalam pemrograman pergerakannya.

2. Pada Sistem Kontrol

Menggunakan Mikrokontroler yang ada pada papan simulasi atau Arduino Uno.

3. Sistem Antarmuka

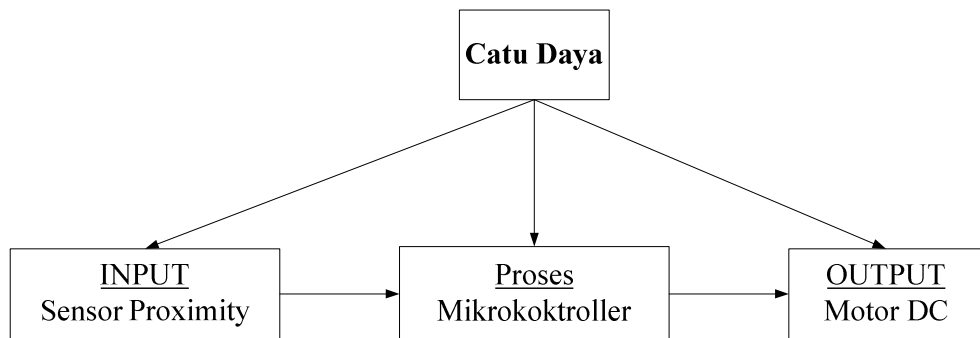
Pada sistem antarmuka akan digunakan labview sebagai antarmuka robot Cartesian dengan monitoring sistem robot Cartesian.

4. Kerangka

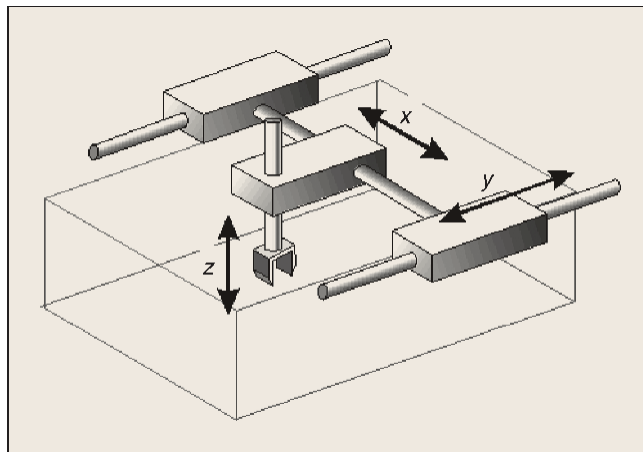
karangka yang akan digunakan berbentuk aluminium dan as besi skraf sebagai penopang/ rangka robot.

3.3. Cara Kerja Robot Cartesian.

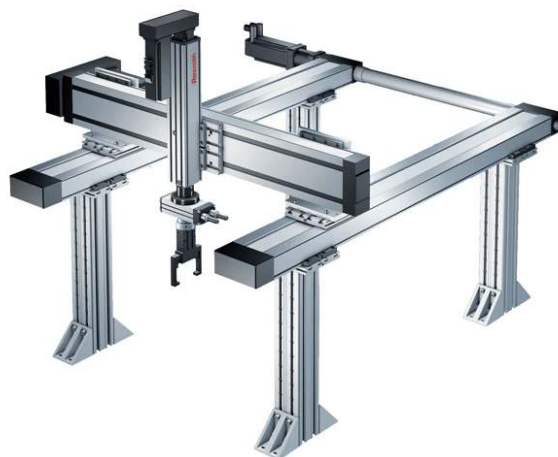
Pembuatan media pembelajaran Sistem Robot Cartesian memerlukan identifikasi kebutuhan yang akan digunakan dalam pembuatannya. Adapun hasil desain pengembangan dan blok rangkaian media Sistem Robot Cartesian dapat dilihat pada gambar 3.2 dan 3.3.



Gambar 3.2 Blok Rangkaian Sistem Robot Cartesian



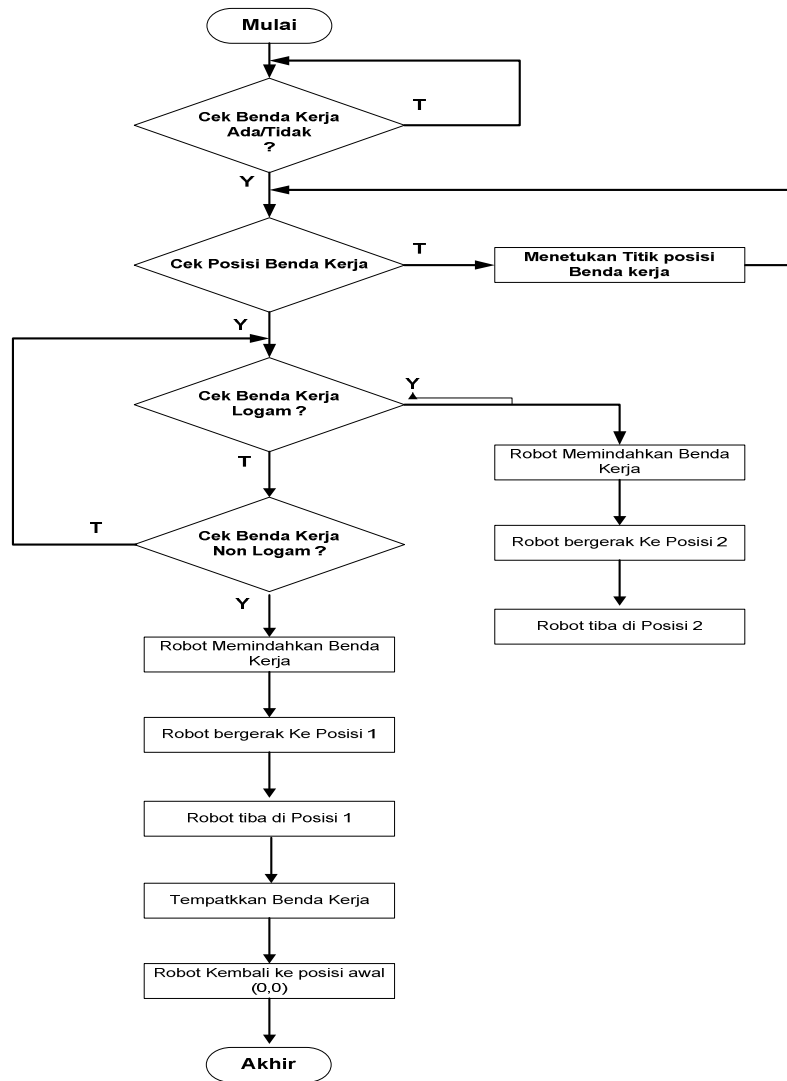
(a)



(b)

Gambar 3.3 (a) dan (b) Desain Sistem Robot Cartesian

Flowchart Kinerja Robot Cartesian dari penelitian ini tampak pada diagram alir berikut ini.

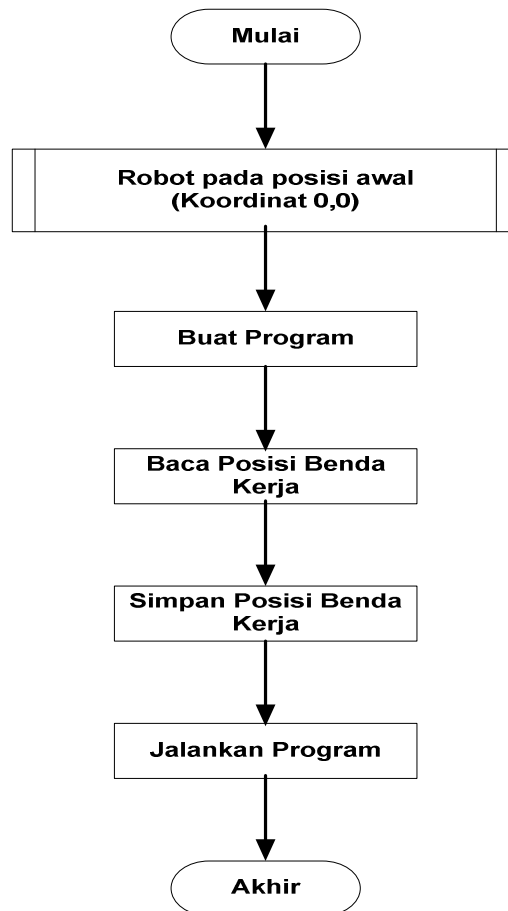


Gambar 3.4 Flowchart Kinerja Robot Robot Cartesian

Tahap awal dimulai dengan membuat program kerja robot yang akan disimpan didalam memori. Program kerja robot dimulai dengan menentukan posisi awal atau koordinat robot yaitu posisi atau koordinat awal dimana robot sebelum bergerak. Tahap selanjutnya adalah menentukan posisi benda kerja, jenis benda kerja yang kemudian akan dipindahkan ke posisi berikutnya sehingga mencapai titik kesesuaian yang di

inginkan. selanjutnya pada bagian pengambil barang akan mengambil atau meletakkan barang sesuai dengan tujuan dari pengambilan atau peletakan barang tersebut.

3.4. Flowchart Kerja Pada Sistem



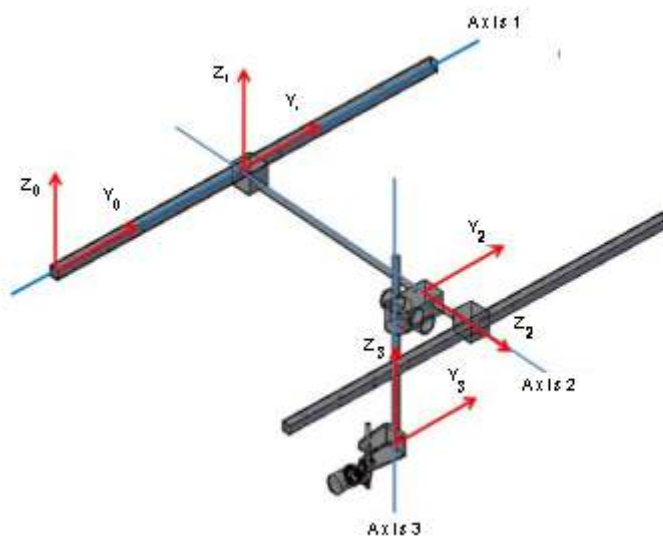
Gambar 3.5 Flowchart Kinerja Sistem Robot Cartessian

Pada *flowchart* terlihat bahwa proses dari Kinerja Sistem Robot Cartessian diawali dengan menentukan posisi awal dari robot yang kemudian dilanjutkan dengan pembuatan program untuk menentukan koordinat atau posisi benda kerja yang kemudian posisi tersebut akan disimpan didalam memori robot.

Kerja robot Sistem Robot Cartessian berdasarkan pembacaan posisi benda kerja dan tujuan akhir dari benda kerja tersebut yang akan ditempatkan.

3.4. Geometrik Robot Cartesian

Lengan robot memiliki spesifikasi panjang Axis 1 sama dengan 60 cm, Axis 2 sama dengan 50 cm, Axis 3 sama dengan 25 cm, dan jarak ujung end effector sama dengan 15 cm. Gambar 3.6 menunjukkan model robot cartesian yang digunakan.



Gambar 3.6 Menunjukkan model robot Cartesian

3.5. Dinamika Robot Cartesian

Analisis persamaan kinematik dapat diselesaikan dengan Metoda Denavit-Hartenberg Parameters (DH Parameter). Suatu cara khas representasi analisa hubungan gerak rotasi dan translasi antara lengan-lengan yang terhubung dalam suatu manipulator telah diperkenalkan oleh Denavit dan Hartenberg (1955) dalam suatu struktur hubungan seperti rantai.

Untuk mendapatkan persamaan kinematik metode Denavit-Hartenberg dipergunakan rumus sebagai berikut

$${}^{i-1}T_i = \begin{bmatrix} c\theta_i & -s\theta_i & 0 & a_{i-1} \\ s\theta_i c\alpha_{i-1} & c\theta_i c\alpha_{i-1} & -s\alpha_{i-1} & -s\alpha_{i-1} d_i \\ s\theta_i s\alpha_{i-1} & c\theta_i s\alpha_{i-1} & c\alpha_{i-1} & c\alpha_{i-1} d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

dengan parameter sebagai berikut.

DH Parameter :

i-1	i	a_{i-1}	α_{i-1}	d_i	θ_i
0	1	0	0	d_1	0
1	2	-90	0	d_2	0
2	3	90	0	d_3	0

Berdasarkan Tabel DH Parameter didapat transformasi matriks sebagai berikut :

$${}^0T = {}^0T_1 T_1 T_2 T_3 = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & P_x \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & P_y \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & P_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

- Transformasi matriks untuk Axis 1 adalah :

$${}^0T_1 = \begin{bmatrix} \cos 0 & -\sin 0 & 0 & 0 \\ \sin 0 \cos 0 & \cos 0 \cos 0 & -\sin 0 & -\sin 0 \cdot d_1 \\ \sin 0 \sin 0 & \cos 0 \sin 0 & \cos 0 & \cos 0 \cdot d_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$${}^0T_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

- Transformasi matriks untuk Axis 2 adalah :

$${}^1T_2 = \begin{bmatrix} \cos 0 & -\sin 0 & 0 & 0 \\ \sin 0 \cos -90 & \cos 0 \cos -90 & -\sin -90 & -\sin 0 \cdot d_2 \\ \sin 0 \sin -90 & \cos 0 \sin -90 & \cos -90 & \cos 0 \cdot d_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$${}^1T_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & d_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

- Transformasi matriks untuk Axis 3 adalah :

$${}^2_3T = \begin{bmatrix} \cos 0 & -\sin 0 & 0 & 0 \\ \sin 0 \cos 90 & \cos 0 \cos 90 & -\sin 90 & -\sin 0 \cdot d_3 \\ \sin 0 \sin 90 & \cos 0 \sin 90 & \cos 90 & \cos 0 \cdot d_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$${}^3_3T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & d_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Berdasarkan definisi diatas ada tiga parameter yang berpengaruh menentukan posisi dari setiap proses rotasi dan translasi dari setiap Axis, yaitu :

- Untuk penentuan posisi :

$$X = P_x$$

$$Y = P_y$$

$$Z = P_z$$

Dari gambar 3.6 setiap pergerakan robot dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan-persamaan dari DH

Parameter :

1. Pergerakan dari dasar (base) menuju Axis 2 yaitu : ${}^0_1T = {}^0_1T \cdot {}^1_2T$

$${}^0_2T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & d_1 + d_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Maka posisi Axis i = 2 berada pada titik

$$X = 0$$

$$Y = 0$$

$$Z = d_1 + d_2$$

2. Pergerakan dari dasar (base) menuju Axis 3 yaitu : ${}^0_3T = {}^0_3T \cdot {}^3_3T$

Maka posisi Axis i = 3 berada pada titik

$$X = 0$$

$$Y = d_3$$

$$Z = d_1 + d_2$$

Berdasarkan hal diatas maka dapat disimulasikan untuk perhitungan parameter untuk robot 3 sumbu.

Jika :

d1 = Untuk pergerakan robot berdasarkan axis 1 = 60 cm = 0,6 m

d2 = Untuk pergerakan robot berdasarkan axis 2 = 40 cm = 0,4 m

d3 = Untuk pergerakan robot berdasarkan axis 3 = 30 cm = 0,3 m

L3 = Lengan End Effector = 15 cm = 0,15 m

Tabel DH Parameter

i-1	i	α_{i-1}	A_{i-1}	d _i	θ_i
0	1	0	0	0.6	0
1	2	-90	0	0.4	0
2	3	90	0	0.3	0

Rumus umum :

$${}^{i-1}T_i = \begin{bmatrix} c\theta_i & -s\theta_i & 0 & a_{i-1} \\ s\theta_i c\alpha_{i-1} & c\theta_i c\alpha_{i-1} & -s\alpha_{i-1} & -s\alpha_{i-1} d_i \\ s\theta_i s\alpha_{i-1} & c\theta_i s\alpha_{i-1} & c\alpha_{i-1} & c\alpha_{i-1} d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Maka didapat

$$X = 0,14 \text{ m}$$

$$Y = 0,4 \text{ m}$$

$$Z = 0,12 \text{ m}$$

BAB 4. PENGUJIAN DAN ANALISA ALAT

Pengujian dan analisa yang dilakukan yaitu pengujian elektrikal komponen secara fungsi, pengujian program per komponen dan pengujian program secara sistem.

4.1. Pengujian komponen secara fungsi

4.1.1 Pengujian power supply

Power supply diuji dengan menghubungkan tegangan 220 V dari sumber tegangan PLN dan mengecek output keluaran power supply. Pada pengujian pertama power supply meledak karena adanya hubungan antara jalur pcb dengan cover power supply yang terbuat dari bahan logam. Setelah melakukan perbaikan dilkakukan pengujian tahap ke dua, didapatkan hasil bahwa power supply dapat bekerja dengan baik.

4.2. Pengujian Program perkomponen

4.2.1 Pengujian ArduinoUno

Pengujian Arduino Uno dilakukan untuk pengujian port input ouput apakah bekerja / berfungsi dengan baik dengan menggunakan software Arduino UNO yang dihubungkan dari komputer/laptop ke perangkat Arduino Uno.

4.2.2 Pengujian motor stepper

Pengujian motor stepper dilakukan dengan menguji program motor stepper berdasarkan penempatan motor stepper pada Axis robot yang berfungsi sebagai sendi/dof robot. Motor stepper yang digunakan sebanyak tiga unit. Pengujian ini dilakukan dengan memperhatikan nilai derajat motor stepper. Pengujian dilakukan beberapa kali.

Untuk motor stepper yang merupakan sendi yang menggerakkan Axis robot ke maju dan mundur pengujianya adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Pengujian pergerakan motor stepper pada sendi

Urutan Pengujian	Nilai derajat	Keterangan
1	180	Robot bergerak maju
2	90	Robot bergerak ke tengah
3	180	Robot bergerak mundur

4.3 Pengujian Sistem secara keseluruhan

Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan dengan memperhatikan kinerja robot cartesian saat dihidupkan. Kendala pada pengujian ini adalah motor stepper yang terkadang tidak bergerak dikarenakan pada pengkabelan ada yang kendur sehingga motor stepper tidak bergerak. ketidaksesuaian pada pemasangan gear penghubung antara motor stepper dengan robot cartesian mengakibatkan motor stepper bergerak tetapi robot cartesian tidak bergerak.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan tahapan pengujian dan analisa, maka dapat disimpulkan, sebagai berikut :

1. Pergerakan untuk motor stepper X, motor stepper Y, dan motor stepper Z sesuai dengan tombol yang di tekan yaitu pergerakan ke depan, belakang, kanan, kiri, naik, dan turun.
2. Pergerakan robot sesuai dengan tujuan.

5.2 Saran

Berdasarkan proses yang telah di jalankan dalam pembuatan simulator robot cartesian ini, kami memberikan saran-saran kepada pihak-pihak yang ingin mengembangkan pembuatan robot cartesian ini sebagai berikut;

1. Perhitungan kebutuhan torsi motor servo perlu ditinjau kembali sehingga didapatkan torsi yang cukup untuk dapat mengangkat

DAFTAR PUSTAKA

- Albert Huang, et.al, “Visual Odometry For GPS-Denied Flight And Mapping Using A Kinect,”
- Arjomandi Mazier, (2006), Classification of Unmanned Aerial Vehicle, The University of Adelaide.
- Ahmad Hafidh. (2011). Simulasi Perluasan Jaringan Telekomunikasi secara Otonom dengan Mobile Robot di daerah Bencana menggunakan Open Dynamic Engine, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Indonesia.
- Bager Zarei , Mohammad Zeynali dan Vahid Majid Nezhad Novel ,(2010), Cluster Based Routing Protocol in Wireless Sensor Networks, IJCSI International Journal of Computer Science Issues, Vol. 7, Issue 4, No 1, July 2010
- Budiharto, Widodo. 2004. Robotika Modern. Yogyakarta
- <http://groups.csail.mit.edu/rrg/index.php?n=Main>. Visual OdometryFor GPS-DeniedFlight, 5 Pebruari 2020.
- Syamsul, Eka. (12 Maret 2017) 4 Jenis Robot Industri Paling Populer.
<http://jagootomasi.com/4-jenis-robot-industri-paling-populer/>. Diakses pada 28 Oktober 2017.
- Syarifuddin (2019). Analisis Industrial Robot Automotive Body Painting dengan Kendali kinematik
- Iswanto. (3 Januari 2013). Praktikum Otomasi PLC Omron.
<https://www.slideshare.net/nopinopi/plc-omron-15836158>. Diakses pada 28 Oktober 2017.