

SISTEM RECORD AND PLAY UNTUK KENDALI MOTOR SERVO SEBAGAI PENGGERAK ARM ROBOT DI INDUSTRI

Cahyono Koerniawan Hidayat

Program Studi Teknik Elektro, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo,

cahyonokh@itbu.ac.id

Abstrak

Menuju industri 4.0 munculnya teknologi otomasi arm robot sangat berguna membantu pekerjaan manusia, dimana untuk melakukan pekerjaan yang rumit dan memerlukan ketelitian tinggi, waktu yang relatif cepat, bahkan pekerjaan yang membosankan karena diulang-ulang. Dalam hal ini arm robot sangat diperlukan untuk membantu proses produksi suatu barang yang awalnya dilakukan manusia, seperti : robot pengelasan, robot pemindah barang, robot perakitan. Untuk itu diperlukan sebuah sistem kontrol yang dapat memenuhi keinginan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh hasil rancang bangun arm robot tipe kartesian, dengan sebuah mikrokontroler sebagai pengendalinya. Material yang digunakan yaitu achrylic berukuran tebal 5 mm. Metode penelitian yang digunakan adalah riset dan pengembangan dari beberapa sumber yang akan menghasilkan produk berupa prototype arm robot. Langkah penelitian yang akan dilakukan meliputi; design mesin, perancangan hardware, perancangan software, pengujian untuk kerja mesin, pembahasan hasil perancangan. Proses kerja untuk mengerjakan 6 buah motor servo yang menghasilkan 6 derajat kebebasan Hasil dari perancangan ini menunjukkan bahwa arm robot dapat dibuat dengan mikrokontroler. Dari hasil percobaan yang telah dilakukan ,dapat disimpulkan bahwa arm robot dapat bekerja sesuai gerakan yang telah direkam dan dapat diulang secara otomatis.

Kata Kunci: Revolusi Industri 4.0, Arm Robot, Mikrocontroller, Servo Motor , Riset dan Pengembangan, Derajat kebebasan

1. PENDAHULUAN

Menuju industri 4.0, dalam dunia industri manufaktur telah mengalami banyak kemajuan teknologi yang bisa dibilang cukup signifikan, semakin berkembang luas, baik dari sisi produktivitas maupun kualitasnya. Salah satu teknologi yang berkembang pesat dewasa ini adalah didalam perindustrian manufaktur, dimana pengontrolan mesinnya yang begitu canggih. Dengan perkembangan teknologi menjadikan mesin-mesin bergerak, berproses, dan memproduksi otomatis dengan sentuhan teknologi nan canggih. Seperti salah satunya arm robot untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan yang memerlukan ketelitian tinggi, waktu yang relatif cepat, bahkan pekerjaan yang membosankan karena diulang-ulang. Dalam hal ini arm robot sangat diperlukan untuk membantu proses produksi suatu barang yang awalnya dilakukan manusia, seperti : robot pengelasan, robot pemindah barang, robot perakitan (Wahyu dan Nona, 2014).

Rancang bangun arm robot ini dilatarbelakangi karena fungsi arm robot itu sendiri

yang dapat melakukan pekerjaan pekerjaan yang memerlukan ketelitian tinggi, waktu yang relatif cepat, bahkan pekerjaan yang membosankan karena diulang-ulang. Muncul ide bagaimana cara merekam gerakan gerakan saat melakukan proses kerja kemudian dijalankan secara berulang ulang dengan posisi ketelitian tinggi dan waktu yang relatif cepat. Tentunya arm robot ini dapat menyimpan beberapa gerakan sekaligus yang nanti dapat dijalankan kembali sesuai kebutuhan misalnya saat pergantian model / jenis produk (R.Siegiwart, 2004).

2. METODOLOGI

2.1 Metode Penelitian

Dalam metode penelitian ini riset dan pengembangan dilakukan mulai dari sumber yang akan menghasilkan produk berupa prototype arm robot. Langkah penelitian yang akan dilakukan meliputi; desain mesin, perancangan hardware dan software, pengujian untuk kerja mesin,

peimbangan hasil perancangan. Metode penelitian ini, diperlukan literatur, jurnal, paper dan penelitian yang terkait sebagai data referensi, proses selanjutnya yaitu rancang bangun. Rancang bangun dilakukan dengan langkah – langkah proses perancangan, perancangan, implementasi, pengujian alat, dan pembahasan hasil perancangan. Metode ini seiring digunakan sebagai penyeimbangan sistem di bidang teknik.

1. Desain Mesin

Desain mesin sendiri nantinya akan dibagi dua, yaitu :

- Desain Mekanikal

Desain mekanikal akan dilakukan menggunakan software desain 2D/3D. Software yang akan digunakan yaitu AutoCAD.

- Desain Elektrikal

Desain elektrikal akan dilakukan menggunakan software desain khusus elektrikal yang sudah memiliki akses ke database komponen elektrikal. Software yang akan digunakan yaitu Filtrizing.

2. Perancangan Hardware dan Software

Diperlukan nya perancangan dalam membuat sebuah mesin. Dalam menyusun tugas akhir ini diperlukan sebuah perencanaan untuk menentukan Hardware dan Software apa saja yang akan digunakan untuk menentukan dasar teori pada laporan penulisan ini seperti datasheet servo motor, memori, mikrokontroler, dan komponen lainnya.

Tabel 1. Tabel Peralatan Hardware

Peralatan Hardware		
Material	Material	Material

Mikrokontroler	Mikrokontroler	Mikrokontroler
Servo Motor	Servo Motor	Servo Motor
Encoder	Encoder	Encoder
Push button	Push button	Push button
Laptop	Laptop	Laptop
Adaptor Baterai 5V	Adaptor Baterai 5V	Adaptor Baterai 5V

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Tabel 2. Tabel Peralatan Software

Peralatan Software		
	Peralatan Software	
Material	Justifikasi Pemakaian	Kuantitas

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

3. Pengujian

Pengujian akan dilakukan apabila sebuah mesin telah selesai dirakit, guna mengetahui fungsi kerja mesin tersebut telah sesuai yang diinginkan atau perlu penyesuaian kembali dibagian hardware atau software mesin tersebut. Dalam melakukan pengujian sebuah arm robot ada 2 point yang perlu diuji, yaitu :

- Ketepatan gerakan

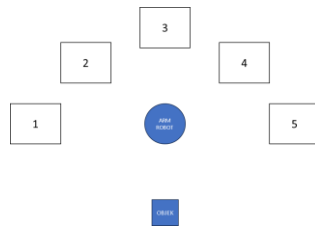
- Kekuatan mengangkat beban

Berdasarkan 2 point diatas maka perlu ditentukan cara untuk melakukan pengujian terhadap arm robot.

Cara yang nantinya digunakan untuk melakukan pengujian arm robot disini berdasarkan 2 point yang perlu diuji. Metode pengujiannya yaitu :

- Arm robot akan meletakkan benda kerja di 5 lokasi yang berbeda.

- Arm robot akan mengangkat 7 buah benda yang memiliki selisih massa sebesar 100 gram.



Gambar.1 Rencana Layout Pengujian
Arm Robot

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan stuidi analisa liteiratur dan peirancangan alat uintuik sisteim reicord and play uintuik keindali motor seirvo seibagai peinggairak arm robot teilah dapat di lakukan. Proseis keirja arm robot yang dapat beirgeirak seisuiai deingan posisi yang teilah diteitapkan dapat dilakukan beiruilang kali deingan tingkat keiteipatan posisi yang tinggi. Deingan diseimatkanya meimori peinyimpanan dan 2 pilihan modei uintuik peingeindalian arm robot yaitui manuiial modei dan auito modei. Untuik meindapatkan keiteipatan posisi yang tinggi, arm robot ini dileingkapi deingan motor seirvo yang meimiliki torsi 9,8 kg/cm2 dan sisteim closeilop feeidback yang beirasal dari inteirnal motor seirvo. Dalam peirancangan alat ini teilah seisuiai yang di harapkan dan meinjawab peiruimuisan masalah pada bab 1. Tuijuianya uintuik meinghasikan sisteim yang dapat meireikam dan meingeindalikan seirvo motor pada arm robot.

3.1 Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

Perencanaan perangkat keras ini terdiri dari 2 bagian yaitu perencanaan perangkat keras untuk mekanikal dan perencanaan perangkat keras untuk elektrikl seperti blok diagram dibawah ini.



Gambar 2. Blok Diagram Peraancangan Perangkat Keras

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

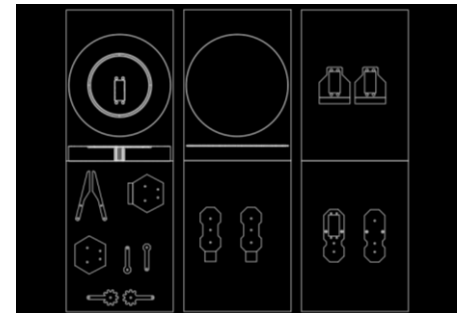
1. Desain Arm Robot



Gambar 3. Blok Diagram Desain Mekanikal

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

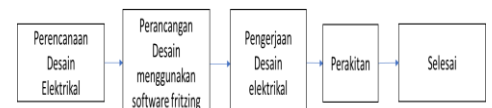
Desain dibuat menggunakan software desain Desain 2D ini sebagai chasis arm robot. setelah proses pembuatan desain selesai, desain 2D akan dicetak kemudian masuk ke tahap pengerjaan hingga terbentuknya arm robot sesuai desain yang telah ditetapkan.



Gambar 4. Desain Arm Robot.

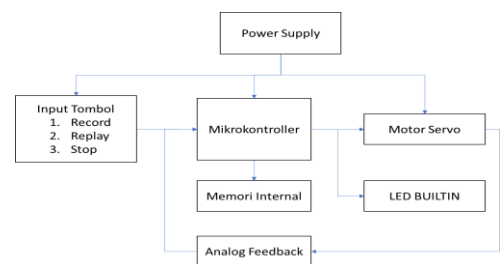
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

2. Desain Rangkaian Elektrikal



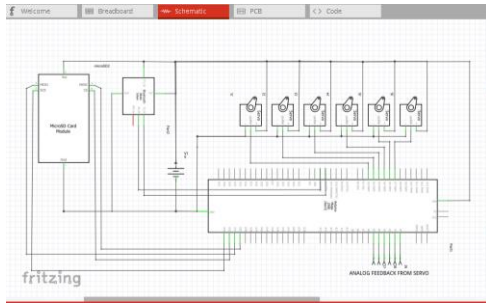
Gambar 5. Blok Diagram Perencanaan Elektrikal

Sumber : Penelitian Mandiri 2024



Gambar 6. Blok Diagram Skema Elektrikal

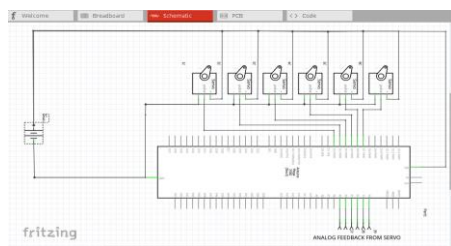
Sumber : Penelitian Mandiri 2024



Gambar 7. Gambar rangkaian Elektrikal
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

a. Rangkaian untuk Aktuator dan Analog Feedback

Motor servo merupakan komponen utama yang berfungsi sebagai aktuator dalam menggerakkan arm robot. Motor servo memiliki 3 pin utama yaitu VCC, GND, Pulse. Namun untuk mendapatkan hasil ketelitian yang tinggi, diperlukan adanya umpan balik dari motor servo sendiri. Oleh karena ini, disini setiap motor servo yang digunakan sedikit dimodifikasi agar dapat menghasilkan umpan balik berupa sinyal analog yang dimasukan ke tiap tiap pin analog pada mikrokontroller.

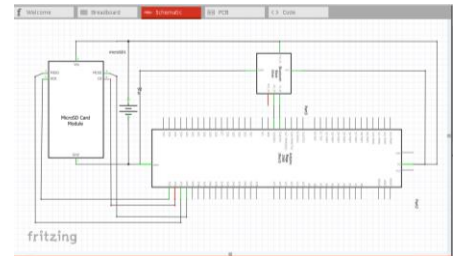


Gambar 8. Rangkaian Motor Servo dan Analog feedback
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

b. Rangkaian Memori, Manual, dan Auto Mode

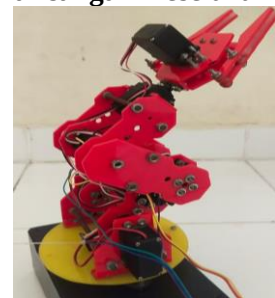
Rangkaian ini merupakan rangkaian utama yang berfungsi sebagai proses menjalankan sistem arm robot. Rangkaian Memory berfungsi untuk menyimpan semua data pergerakan motor servo.

Rangkaian manual mode dan auto mode menggunakan module bluetooth yang nantinya berfungsi sebagai komunikasi antara mikrokontroller dengan remote control.



Gambar 9. Rangkaian Memori, Record Mode, Replay Mode
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

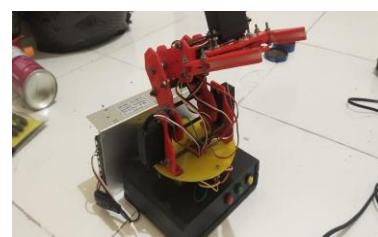
3.2 Hasil Perancangan Keseluruhan



Gambar 10. Perancangan Awal Arm Robot
Sumber : Penelitian Mandiri 2024



Gambar 11. Perancangan Sistem Keseluruhan
Sumber : Penelitian Mandiri 2024



Gambar 12. Desain Final Arm Robot
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

3.3 Pengujian Hardware

1. Persiapan pengujian

Beberapa peralatan yang dibutuhkan untuk dapat melakukan pengujian Arm Robot dalam record dan replay gerakan adalah berikut :

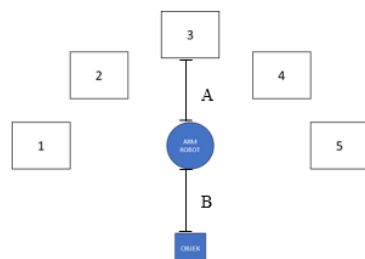
a. Objek

Dalam pengujian ini akan digunakan objek berupa botol yang berisikan air sebanyak 50 ml, 100 ml, 300 ml, 400 ml, 500 ml, 600 ml, 700 ml. Objek pengujian memiliki diameter 4 cm dengan perbedaan tiap objek sehingga objek pengujian berjumlah 7 buah.

b. Layout

Lokasi peletakan objek dibuat secara khusus membentuk huruf “n” apabila nampak dari atas karena menyesuaikan dengan konfigurasi base yang bergerak 0° s.d. 180° , dengan diberi kertas karton yang berbentuk segitiga siku-siku yang memanjang disepanjang bibir lemari.

kemudian semua komponen pengujian diletakkan seperti gambar 4.13 Dengan “A” sebagai jarak antara lemari pengujian dan arm robot yang memiliki jarak 15 cm. dan “B” merupakan jarak antara arm robot dengan tiang peletakan objek yang memiliki jarak 15 cm.



Gambar 13 Peletakan komponen
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

2. Pengujian Ketepatan

Dengan menggerakkan arm robot secara manual, maka secara otomatis servo motor akan mengirimkan umpan

balik yang akan dikonversikan kemudian menghasilkan sudut yang kemudian dapat disimpan dengan menekan tombol record. Setelah semua posisi lengan robot telah disimpan, arm robot dapat dijalankan semua gerakan tersebut dengan menekan tombol replay. Pengujian dilakukan dengan cara arm robot akan memindahkan tujuh objek yang berbeda pada lemari pengujian dengan lima lokasi peletakan. Setelah meletakkan benda menuju ke lima lokasi, akan diamati apakah pemindahan benda telah sesuai dengan gerakan yang telah disimpan, nilai eror juga bisa diamati dengan melihat nilai perubahan yang terjadi antara nilai yang disimpan dan nilai yang dijalankan melalui serial monitor.

3. Pengujian Beban

Pengujian beban sendiri akan berlangsung beriringan dengan pengujian ketepatan. Yaitu dengan cara mengganti beban tiap menguji ketepatan posisi.

Tabel 3. Data Nilai Posisi Servo (recorded)

Nama	Nilai posisi awal	Nilai posisi target 1	Nilai posisi target 2	Nilai posisi target 3	Nilai posisi target 4	Nilai posisi target 5
Base	90	0	45	90	135	180
Shoulder	75	180	180	180	180	180
Elbow	0	90	90	90	90	90
Twist	180	180	180	180	180	180
Grip	0	70	70	70	70	70

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Tabel 1 Data Nilai Posisi Servo Ketika Mengangkat Beban 100ml (replayed)

Nama	Nilai posisi awal	Nilai posisi target 1	Nilai posisi target 2	Nilai posisi target 3	Nilai posisi target 4	Nilai posisi target 5
Base	90	0	45	90	135	180
Shoulder	75	180	180	180	180	180
Elbow	0	90	90	90	90	90
Twist	180	180	180	180	180	180
Grip	0	65	65	65	65	65

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Tabel 2 Data Nilai Posisi Servo Ketika Mengangkat Beban 200ml (replayed)

Nama	Nilai posisi awal	Nilai posisi target 1	Nilai posisi target 2	Nilai posisi target 3	Nilai posisi target 4	Nilai posisi target 5
Base	90	0	45	90	135	180
Shoulder	75	180	180	180	180	180
Elbow	0	90	90	90	90	90
Twist	180	180	180	180	180	180
Grip	0	65	65	65	65	65

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Tabel 3 Data Nilai Posisi Servo Ketika Mengangkat Beban 300ml (replayed)

Nama	Nilai posisi awal	Nilai posisi target 1	Nilai posisi target 2	Nilai posisi target 3	Nilai posisi target 4	Nilai posisi target 5
Base	90	0	45	90	135	180
Shoulder	75	180	180	180	180	180
Elbow	0	90	90	90	90	90
Twist	180	180	180	180	180	180
Grip	0	65	65	65	65	65

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Tabel 4 Data Nilai Posisi Servo Ketika Mengangkat Beban 400ml (replayed)

Nama	Nilai posisi awal	Nilai posisi target 1	Nilai posisi target 2	Nilai posisi target 3	Nilai posisi target 4	Nilai posisi target 5
Base	90	0	45	90	135	180
Shoulder	75	180	180	180	180	180
Elbow	0	90	90	90	90	90
Twist	180	180	180	180	180	180
Grip	0	65	65	65	65	65

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Tabel .5 Data Nilai Posisi Servo Ketika Mengangkat Beban 500ml (replayed)

Nama	Nilai posisi awal	Nilai posisi target 1	Nilai posisi target 2	Nilai posisi target 3	Nilai posisi target 4	Nilai posisi target 5
Base	90	0	42	93	134	180
Shoulder	75	180	180	180	180	180
Elbow	0	92	93	93	92	94
Twist	180	180	180	180	180	180
Grip	0	65	65	65	65	65

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Tabel . 6 Data Nilai Posisi Servo Ketika Mengangkat Beban 600ml (replayed)

Nama	Nilai posisi awal	Nilai posisi target 1	Nilai posisi target 2	Nilai posisi target 3	Nilai posisi target 4	Nilai posisi target 5
Base	90	0	40	83	129	172
Shoulder	75	180	180	180	180	180
Elbow	0	95	96	94	93	94
Twist	180	180	180	180	180	180
Grip	0	65	65	65	65	65

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Tabel . 7 Data Nilai Posisi Servo Ketika Mengangkat Beban 700ml (replayed)

Nama	Nilai posisi awal	Nilai posisi target 1	Nilai posisi target 2	Nilai posisi target 3	Nilai posisi target 4	Nilai posisi target 5
Base	90	0	40	95	129	174
Shoulder	75	180	180	180	180	180
Elbow	0	120	113	117	116	110
Twist	180	180	180	180	180	180
Grip	0	65	65	65	65	65

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

3.4 Pembahasan

3.1.2. Ketepatan gerakan

Untuk mengetahui perubahan sudut yang terjadi saat robot dijalankan maka harus dicari selisih antara nilai tersimpan dengan nilai setelah dijalankan (nilai eksekusi), berikut metode perhitungannya (Widyotriatmo, 2017):

$Selisih\ pose\ servo = nilai\ tersimpan - nilai\ eksekusi$

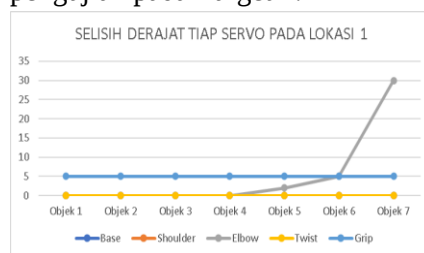
Maka, besarnya nilai selisih akan dipengaruhi seberapa besar perbedaan antara nilai tersimpan dan nilai eksekusi. Untuk mengetahui total selisih pada setiap objek terlebih dahulu, setiap pose dan membaginya

dengan jumlah pose yang tersimpan. selisih pose servo dijadikan nilai mutlak terlebih dahulu agar saat selisih bernilai negatif (dikarenakan nilai eksekusi lebih kecil daripada nilai tersimpan) tetap dapat dijumlahkan keseluruhannya.

Berikut merupakan hasil pengujian yang telah dilakukan, memiliki lima titik target pengujian.

1. Target 1

Berikut merupakan grafik hasil pengujian pada Target 1.

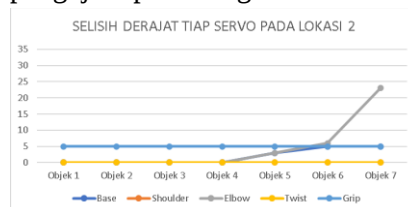


Gambar . 1 Grafik perubahan selisih nilai posisi servo setiap objek pada Target 1

Sumber : penelitian mandiri 2024

2. Target 2

Berikut merupakan grafik hasil pengujian pada Target 2.

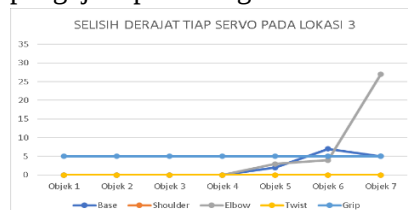


Gambar . 2 Grafik Perubahan Selisih Nilai Posisi Servo Setiap Objek Pada Target 2

Sumber : penelitian mandiri 2024

3. Target 3

Berikut merupakan grafik hasil pengujian pada Target 3.

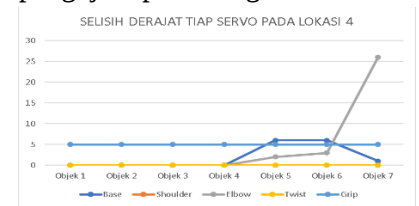


Gambar . 3 Grafik perubahan selisih nilai posisi servo setiap objek pada Target 3

Sumber : penelitian mandiri 2024

4. Target 4

Berikut merupakan grafik hasil pengujian pada Target 4.

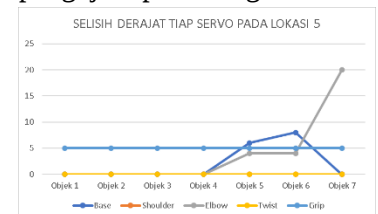


Gambar . 4 Grafik perubahan selisih nilai posisi servo setiap objek pada Target 4

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

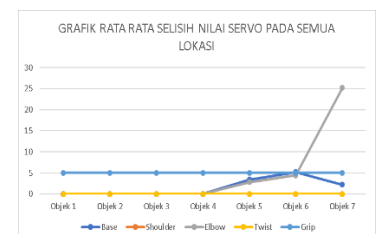
5. Target 5

Berikut merupakan grafik hasil pengujian pada Target 5.



Gambar . 5 Grafik perubahan selisih nilai posisi servo setiap objek pada Target 5

Penelitian Mandiri 2024



Gambar . 6 Grafik rata rata selisih nilai servo pada semua Target Penelitian Mandiri 2024

Pada kelima grafik hasil pengujian didapatkan hasil bahwa terjadi perubahan yang mencolok pada servo elbow. Dengan perubahan yang linier menyesuaikan objek yang semakin berat. Dikarenakan servo elbow bekerja sendiri tidak seperti servo shoulder.

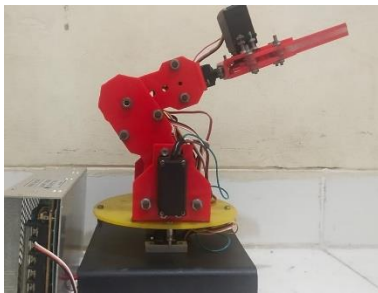
Pada saat mengambil objek, servo gripper disimpan dengan posisi menutup sempurna agar objek tidak jatuh saat dipindahkan. Semakin gripper terbuka

maka nilai selisih servo akan semakin besar. Sehingga apabila objek semakin besar maka nilai selisih akan semakin besar. Ada selisih sebesar 5° antara nilai servo yang telah direcord dan nilai servo yang direplay.

Tetapi terjadi kasus yang berbeda pada grafik perubahan selisih rata-rata servo base, dimana perubahan nilai grafiknya tidak *linear*. Penyebabnya adalah peletakan objek yang kurang sesuai dan atau terjadi gesekan saat melakukan proses pemindahan objek.

Namun selisih nilai posisi servo ini hanya terjadi pada saat mengangkat beban yang berlebih, jadi ketepatan gerakan ini ada hubungannya dengan beban yang berlebih,

3.1.3. Perhitungan Beban



Gambar . 7 Desain Akhir Arm Robot
Penelitian Mandiri 2024

Arm robot ini digerakan dengan menggunakan motor servo MG966R yang memiliki torsi 9,4 kgf.cm pada tegangan 4,8V dan torsi sebesar 11 kgf.cm pada tegangan 6V. Arm robot ini telah ditenagai dengan power supply yang memiliki spesifikasi tegangan 6V. Perhitungan torsi sendiri. Jadi semakin jauh beban dari pusat sumbu putar maka semakin kecil torsi yang dihasilkan pada ujung sumbu putar. atau secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\tau = F \times l$$

$$\tau = \text{torsi (Nm)}$$

$$F = \text{Gaya (N)} = m \text{ (kg)} \cdot g(\text{gravitasi}) = \text{kgf(kilogram-force)}$$

$$l = \text{panjang lengan (m)}$$

Perhitungan torsi masing masing servo :

- Servo base : jarak dari pusat sumbu ke titik beban yaitu 6cm jadi servo base mampu memindahkan beban termasuk berat arm robot hingga total 1,8 kg.
- Servo shoulder : digerakan 2 buah servo sehingga total torsi yang dihasilkan 22 kgf.cm. jarak dari sumbu putar ke titik beban yaitu ujung gripper sepanjang 20 cm. Jadi servo base mampu memindahkan beban termasuk berat arm robot 1,1kg
- Servo elbow : jarak dari pusat sumbu putar ke titik beban yaitu ujung gripper sepanjang 13 cm. jadi servo elbow mampu memindahkan beban termasuk berat arm robot 0,84kg.
- Servo twist : jarak dari pusat sumbu putar ke titik beban yaitu 2cm. jadi servo twist mampu memutar beban hingga 6kg.
- Servo gripper : mekanisme gripper membuat torsi yang keluar tetap 11kg.

Jadi karena servo elbow hanya mampu mengangkat beban total 0,84 kg jadi arm robot ini hanya mampu mengangkat beban maksimal sesuai kemampuan servo elbow. Beban arm dari servo elbow hingga gripper yang terukur yaitu 400 gram sehingga beban tambahan yang mampu terangkat yaitu 440 gram.

3.1.4. Cara Kerja sistem keseluruhan

Pada penelitian kali ini dibuat sebuah sistem kerja arm robot yang dapat bergerak berdasar 3-Axis Linear dan 2-Axis angular atau dapat disebut juga arm robot dengan 5 derajat kebebasan. yang bekerja sebagai 3-Axis Linear adalah shoulder servo, elbow servo, grip servo. Lalu yang bekerja sebagai 2-Axis Angular yaitu base servo dan twist servo. Dari kombinasi 5 servo penggerak tersebut, didapatkan 5 sumbu pendeteksian yaitu 2 sumbu rotasi (x dan z) dan 3 sumbu linier (atas-bawah, kanan-kiri, depan-belakang

Arm robot ini diharapkan mampu merecord gerakan yang digerakan secara

manual, gerakan tersebut berupa nilai posisi motor servo yang akan tersimpan ke memori internal, kemudian gerakan yang telah disimpan akan dipanggil kembali secara otomatis ketika tombol replay ditekan.

Ketepatan gerakan arm robot berhubungan linier dengan beban yang diangkat, karena semakin berat beban yang diangkat melebihi kemampuan motor servo, maka kerja motor servo tidak akan stabil, terbukti dari kemampuan servo elbow yang hanya mampu menerima beban tambahan sebesar 540 gram mulai tidak stabil ketika mengangkat beban air sebanyak 600 ml dan 700 ml.

4 KESIMPULAN

Arm robot dapat bekerja dengan baik, dengan memiliki 5 derajat kebebasan. Arm robot dapat menjalankan misi (meletakkan objek ke lokasi) dengan sukses. Meskipun masih terdapat error pada saat dijalankan yang disebabkan oleh letak objek yang sedikit bergeser, dari yang seharusnya ditegang menjadi lebih bergeser. Pengujian dilakukan pada lima lokasi yang berbeda dengan menggunakan lima objek yang berbeda pula. Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa selisih nilai servo diakibatkan ketidakmampuan servo mengangkat beban dengan berat tertentu. Arm robot ini dapat mengangkat beban dengan stabil hingga 440 gram. Dalam menyimpan sebuah gerakan arm robot, memori internal Arduino cukup memenuhi karena mampu menyimpan gerakan untuk memindahkan objek sebanyak 5 kali. Penyimpanan EEPROM Arduino mega 2560 sendiri sebesar 4KB.

DAFTAR PUSTAKA

P.S. Wahyu dan S.A.M Nona, 2014. "Implementasi Fuzzy-d untuk Menentukan Posisi Objek pada Model Simulasi Robot Arm Manipulator 3 Dof (Degree Of

Freedom) dalam Bidang 2 Dimensi," vol. 1, pp. 19-30,

M. H. Barri, A. R. A. Cesario and A. Widyotriatmo, 2017 "Desain dan Kontrol Posisi dari Arm Manipulator Robot sebagai Alat Rehabilitasi Pasien Pasca Stroke," vol. 9, pp. 81-95,

R. Siegwart, 2004 "INTRODUCTION TO AUTONOMOUS MOBILE ROBOTS, Massachusetts London, England: A Bradford Book The MIT Press Cambridge