

PENGEMBANGAN JOBSHEET TRAINER MIKROKONTROLLER ROBOT
LENGAN BERBASIS ARDUINO UNO

Ari Permana L¹⁾, Hendrik K Tupan²⁾, Riana Hutagalung³⁾, Zuleiha Masahida⁴⁾

^{1,2,3,4)} Teknik Elektro Politeknik Negeri Ambon

¹⁾ai.mana@ymail.com, ²⁾h3ntup@gmail.com, ³⁾rianadeborahutagalung@gmail.com,

⁴⁾zuleihamasahida@gmail.com

ABSTRACT

Lack of student understanding of microcontroller course materials due to lack of equipment and practice modules and do not yet have a comprehensive understanding of the concept of microcontrollers. The method used in developing trainer products and modules is the Research and Development (R&D) method. The development of the first job sheet of this servo motor control practice uses manual control without recording the position of the movement of the robot arm by using 4 (four) servo motors, resistance (potentiometer) with arduino uno microcontroller as well as constriction of the robot arm using acrylic material. Control of robot arm with servo motor control and arduino uno microcontroller can be controlled based on the input variable changes from the given resistance value, every time a resistance value changes, the rotation of the servo motor will also move according to the value given and the motor capable of working both ways (CW) and CCW). The direction and angle of movement of the servo motor rotor can be controlled by varying the pulse width (duty cycle) of the PWM signal at the control pin. The working angle of the servo motor is controlled by a pulse width of ± 20 ms, where the width of the high pulse is between 0.5 ms and 2 ms. Communication interface between the controller program application and the Arduino Uno microcontroller occurs the sending (Tx) and receiver (Rx) serial data in the form of byte data. Program development consists of three parts, namely the first part is the standard program code of the Arduino MT-100 module, the development of the robot arm program without recording and the development of the program with recording. So it is hoped that this module can attract students' interest in studying microcontroller courses and student interest in robotics.

ABSTRAK

Rendahnya pemahaman mahasiswa terhadap materi kuliah Mikrokontroler karena kurangnya peralatan dan modul praktek serta belum memiliki pemahaman konsep yang komprehensif terhadap mikrokontroler. Metode yang digunakan dalam pengembangan produk trainer dan modul adalah metode *Research and Development (R&D)*. Pengembangan dari job sheet pertama praktek kontrol motor servo ini menggunakan kontrol manual tanpa recording posisi pergerakan lengan robot yakni dengan menggunakan 4 (empat) buah motor servo, tahanan (potensiometer) dengan mikrokontroler arduino uno serta konstriksi lengan robot menggunakan bahan *acrylic*. Pengendalian robot lengan dengan kontrol motor servo dan miktokontroler arduino uno dapat dikendalikan berdasarkan variabel input perubahan dari nilai tahanan yang diberikan, setiap terjadi perubahan nilai tahan maka rotasi motor servo juga akan bergerak sesuai besar nilai tahan yang diberikan dan motor yang mampu bekerja dua arah (CW dan CCW). Arah dan sudut pergerakan rotor motor servo dapat dikendalikan dengan memberikan variasi lebar pulsa (*duty cycle*) sinyal PWM pada bagian pin kontrolnya. Sudut kerja motor servo dikendalikan oleh sebuah pulsa selebar ± 20 ms, dimana lebar pulsa high antara 0.5 ms dan 2 ms. Komunikasi interface antara aplikasi program pengendali dengan mikrokontroler Arduino Uno terjadi proses pengiriman (Tx) dan penerima (Rx) data serial yang berupa data byte. Pengembangan program terdiri dari tiga bagian, yakni bagian pertama merupakan kode program standart dari modul MT-100 Arduino, Pengembangan program robot lengan tanpa recording dan pengembangan program dengan recording. Sehingga diharapkan dengan adanya modul ini dapat menarik minat mahasiswa dalam mempelajari mata kuliah mikrokontroler dan minat mahasiswa dalam bidang robotika.

Kata Kunci : *Robot Arm; Mikrokontroler; Motor Servo*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi robotika telah membuat kualitas kehidupan manusia semakin tinggi. Saat ini perkembangan teknologi robotika telah mampu meningkatkan kualitas maupun kuantitas produksi

berbagai pabrik. Teknologi robotika juga telah menjangkau sisi hiburan dan pendidikan bagi manusia. Mikrokontroler merupakan otak dalam pengendalian sebuah robot dengan memasukkan bahasa pemrograman kedalamnya sesuai yang dikehendaki

perancang. Minimum system (sistem minimum) adalah sebuah rangkaian mikrokontroler yang sudah dapat digunakan untuk menjalankan sebuah aplikasi. Arm robot (robot lengan) dalam skala prototype lebih sering digunakan sebagai penunjang sarana pembelajaran khususnya pada kegiatan praktikum.

Proses kegiatan belajar mengajar yang baik dapat meningkatkan level kompetensi mahasiswa seperti yang telah direncanakan dalam kurikulum pendidikan. Kurikulum yang tepat, akan dapat menghasilkan output yang sesuai dengan yang diharapkan. Mata kuliah Mikrokontroler merupakan salah satu mata kuliah di jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ambon yang berhubungan dengan perangkat lunak dan perangkat keras. Mikrokontroler merupakan mata kuliah penting karena mendukung kompetensi di bidang pengembangan sistem terintegrasi. Dengan kemampuan rekayasa berbasis mikrokontroler, mahasiswa dapat memiliki bekal untuk membangun sistem berbasis mikrokontroler seperti embedded system.

Pemahaman perangkat keras dan pemrograman mikrokontroler terhambat oleh kuantitas dan kualitas alat praktek. Rendahnya pemahaman ini terlihat dari indikator hasil belajar yang berupa nilai ujian. Berangkat dari permasalahan di atas, penulis yang sekaligus pengampu mata kuliah Mikrokontroler bermaksud mengembangkan modul pembelajaran berdasarkan alat praktek mikrokontroler yang sedang berkembang, yaitu Arduino. Materi kuliah praktek, baik perangkat keras maupun pemrograman mikrokontroler diharapkan dapat mudah dicerna dan dipahami. Dengan bantuan alat dan modul pembelajaran Arduino ini, mahasiswa diharapkan lebih mudah menerima materi kuliah dan motivasi belajar mahasiswa akan meningkat, sehingga berdampak positif pada hasil belajar.

1.1. Permasalahan

Berdasarkan observasi penulis yang sekaligus pengampu mata kuliah Mikrokontroler, penulis mendapati rendahnya pemahaman mahasiswa terhadap materi kuliah Mikrokontroler ini. Hal ini disebabkan karena kurangnya peralatan dan modul praktek bagi mahasiswa dan mereka belum memiliki pemahaman konsep yang komprehensif terhadap mikrokontroler. Kuliah prasyarat mikroprosesor yang diambil pada semester sebelumnya belum dapat dipahami secara utuh dalam kehidupan praktis. Keterbatasan peralatan mata kuliah praktek mikrokontroler juga menjadi kendala utama penyerapan materi praktek.

1.2. Tujuan penelitian

Tujuan kegiatan penelitian ini adalah untuk merancang prototype lengan robot menggunakan mikrokontroler arduino uno yang lebih kompleks serta

akan menjadi modul pembelajaran yang baik dan efektif demi pengembangan pengetahuan tentang robotik dalam kegiatan praktek, khususnya pada mata kuliah mikrokontroler.

2. TINJAUAN PUSTAKA

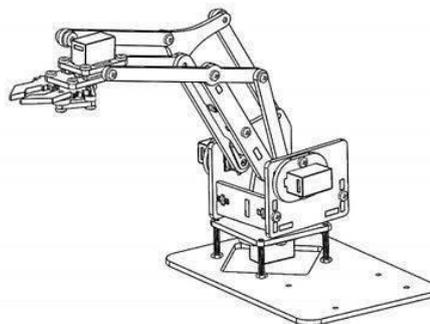
2.1. Kajian Teoritis

2.1.1. Teknik Desain Robot

Menurut *Robot Institute Of America*, salah satu riset unggulan di *Carnegie Mellon University*, robot merupakan suatu sistem yang dapat di program dan dapat diprogram kembali, memiliki komponen-komponen, dirancang dengan sistem manipulator mekanik agar dapat melakukan pemindahan barang-barang dengan suatu program yang diisikan dan disesuaikan untuk dapat melaksanakan berbagai macam tugas. Sehingga robot dapat diartikan sebagai suatu sistem otomatis yang dapat di program (*Programmable Automation*). Pada teknik desain robot terdapat struktur bagian-bagian penting yang diperlukan untuk merancang robot, yaitu sistem kontroler, mekanik robot, sensor dan aktuator.

2.1.2. Sistem Mekanik Robot

Mekanik robot merupakan sistem bentuk desain mekanik yang berfungsi sebagai suatu sistem gerak pada robot. Sistem gerak tersebut disebut dengan *Degree Of Freedom (DOF)* atau sering di artikan dengan sendi. Setiap robot set idaknya memiliki sistem gerak berupa satu sendi. Sebuah sendi digerakkan oleh sebuah aktuator. Mekanik pada suatu robot juga digunakan sebagai chasis atau pondasi sebuah sistem robot, agar robot dapat bergerak dengan baik.



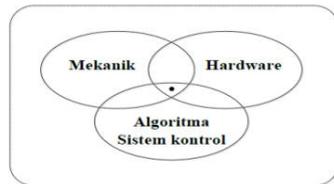
Sumber: penulis, 2019

Gambar 1. Robot Arm

2.1.3. Sistem Kontrol Robot

Sistem kontrol merupakan bagian yang sangat paling utama dan paling berperan dalam sistem robotik. Tanpa adanya sistem kontrol, sistem robotik itu hanya akan menjadi benda mati (sistem robot tersebut tidak dapat berfungsi). Sistem kontrol pada robot terdiri dari dua bagian utama, yaitu perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak

(software), yaitu metode algoritma kontrol. Secara garis besar, suatu sistem robotik terdiri dari tiga bagian utama seperti yang di perlihatkan dalam Gambar 2.2 dibawah ini :



Sumber: penulis, 2019

Gambar 2. Sistem Robotika

Pada Gambar 2 algoritma sistem kontrol merupakan bagian yang tidak dapat terpisahkan dalam suatu sistem robotik. Sistem kontrol berfungsi untuk menggabungkan/menghubungkan sistem perangkat keras elektronik dan desain mekanik dengan baik sehingga mencapai suatu fungsi seperti yang diinginkan. Tanda titik (.) yang terdapat pada interseksi sistem robotik, menandakan bahwa ketiga bagian dari sistem robotik, baik sistem mekanik, hardware dan algoritma sistem kontrol merupakan bagian yang tidak dapat di pisahkan dalam membuat suatu sistem robotika.

2.1.4. Arduino

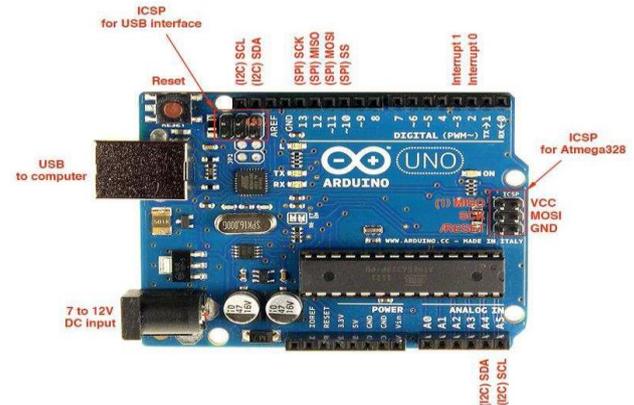
Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah *chip* mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel. Mikrokontroler adalah sebuah *chip* atau IC (*integrated circuit*) yang bisa diprogram menggunakan komputer. Tujuan menanamkan program pada mikrokontroler adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca input, memproses input tersebut dan kemudian menghasilkan output sesuai yang diinginkan. Jadi mikrokontroler bertugas sebagai ‘otak’ yang mengendalikan input, proses dan output sebuah rangkaian elektronik.

Mikrokontroler arduino dalam situs resminya adalah *prototipe* elektronik yang bersifat *open source* baik hardware dan softwarena serta mudah digunakan. Diperuntukkan untuk seniman, desainer, hobi dan siapa saja yang ingin membuat kreatifitas secara interaktif dengan lingkungannya.

Mikrokontroler Arduino merupakan salah satu board mikrokontroler yang sangat populer dan sudah diakui keunggulannya. Kemudahan dalam pemrograman, harganya yang relatif murah, *software* dan *hardware*nya yang bersifat *open-source* menjadikan mikrokontroler ini paling banyak digunakan di dunia, Secara umum Arduino terdiri dari dua bagian, yaitu:

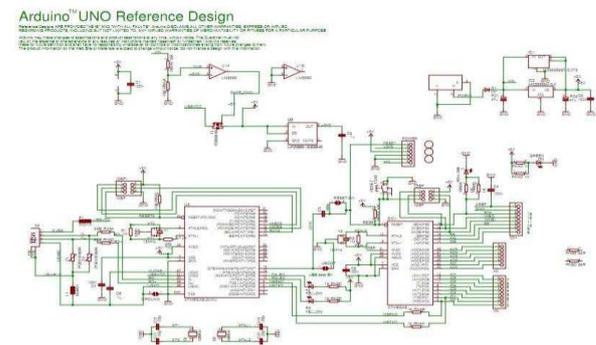
- 1) Hardware berupa papan input/output (I/O) yang *open source*.
- 2) Software Arduino yang juga *open source*, meliputi software Arduino IDE untuk menulis program dan *driver* untuk koneksi dengan komputer.

Salah satu contoh arduino secara keseluruhan dan sistim minimumnya di tunjukkan pada Gambar 3, dan Gambar 4.



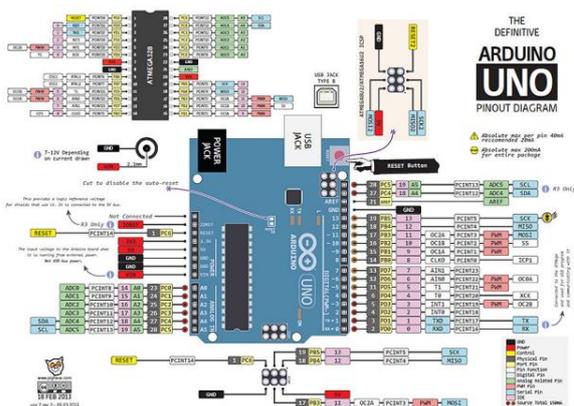
Sumber: penulis, 2019

Gambar 3. Board Mikrokontroler Arduino type atmega 328



Sumber: penulis, 2019

Gambar 4. Sistem Minimum Arduino Uno.



Sumber: penulis, 2019

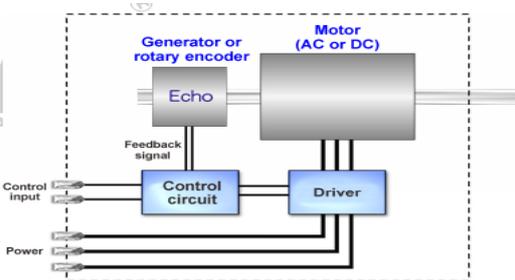
Gambar 5. Data Sheet Arduino Uno.

2.1.5. Actuator

Actuator merupakan bagian dari sistem mekanik atau peralatan mekanik yang berfungsi untuk sistem pergerakan atau pengontrolan pada sebuah mekanisme suatu sistem. Actuator difungsikan pada lengan mekanik yang digerakkan oleh motor servo, yang dikontrolkan melalui sistem pengontrol otomatis secara terprogram seperti pada mikrokontroler atau sistem tertanam lainnya. Dari actuator inilah robot dapat melakukan gerakan sesuai dengan pengontrolan yang telah diberikan (diprogram). Jenis actuator yang digunakan pada robot yaitu actuator jenis motor servo.

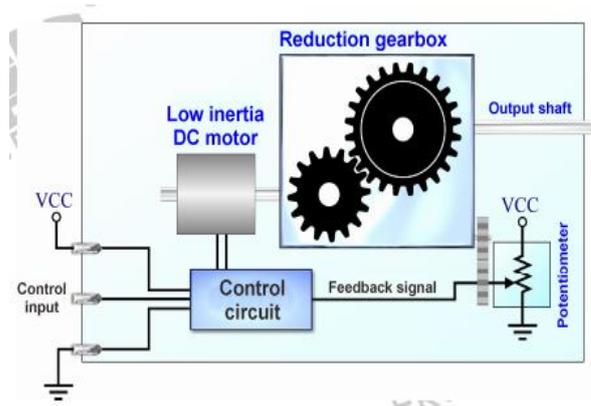
2.1.6. Motor Servo

Motor DC seringkali disebut juga sebagai motor servo walau dalam realitanya berbeda dengan motor DC. Motor servo merupakan motor DC yang mempunyai kualitas tinggi, sudah dilengkapi dengan sistem kontrol di dalamnya. Dalam aplikasi motor servo sering digunakan sebagai kontrol loop tertutup untuk menangani perubahan posisi secara tepat dan akurat. Begitu juga dengan pengaturan kecepatan dan percepatan



Sumber: penulis, 2019

Gambar 6. Blok Diagram Sistem Konvensional Kontrol Motor Servo



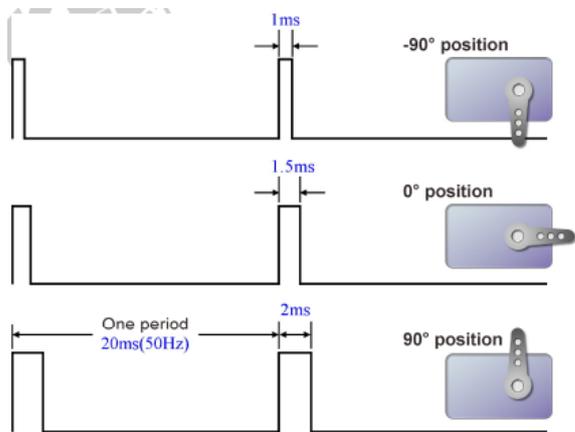
Sumber: penulis, 2019

Gambar 7. Blok Diagram dari Servo Motor.



Sumber: penulis, 2019

Gambar 8. Dimensi Motor Servo tipe SG90



Sumber: penulis, 2019

Gambar 9. PWM dengan Sudut Rotasi

2.1.7. Torsi

Torsi merupakan bagian dari daya yang diterima oleh motor, perhitungan torsi tergantung pada panjang dari setiap link lengan robot dan berat beban yang diterima oleh lengan robot tersebut. Perhitungan torsi dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan dibawah ini :

$$\tau = F \cdot r \dots\dots\dots(1)$$

$$F = m \cdot g \dots\dots\dots(2)$$

$$w = m \cdot g \dots\dots\dots(3)$$

dimana :

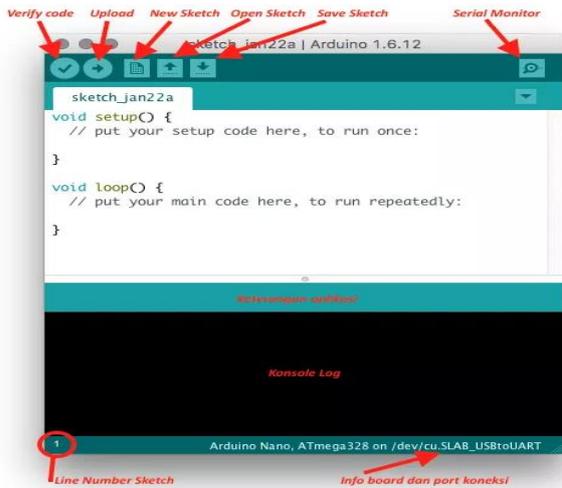
$$F = w$$

$$\tau = m \cdot g \cdot r \dots\dots\dots(4)$$

Dalam pemilihan motor servo yang akan digunakan dapat dilihat dari kecepatan dan torsi yang dimiliki dari motor servo tersebut. Kecepatan dan torsi motor servo berbeda-beda tergantung dari model dan tipe dari motor servo. Dengan memperhitungkan torsi motor servo terlebih dahulu maka dapat dengan mudah untuk menentukan model atau tipe dari motor servo yang akan digunakan.

Arduino IDE

Arduino IDE adalah *software* yang digunakan untuk membuat listing program pada arduino yang disediakan di situs arduino.cc Arduino IDE (*integrated development Environment*) yang berarti adalah software yang terintegrasi sehingga beberapa keperluan disediakan di dalamnya dalam bentuk antarmuka berbasis menu, dengan menggunakan arduino IDE. Kelebihan software ini dapat memeriksa listing yang salah. Selain itu listing program arduino juga disediakan sehingga sudah terintegrasi pada setiap sensor atau module arduino.

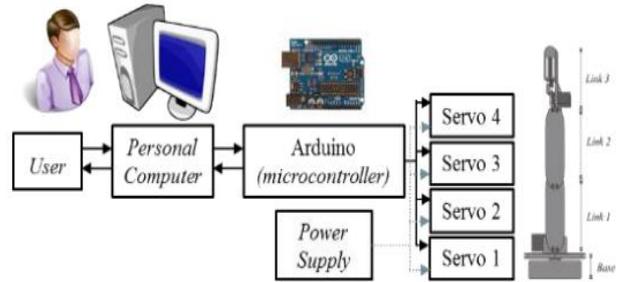


Sumber: penulis, 2019

Gambar 10. Arduino Ide

2.2. Kerangka Pikir

Untuk memahami kerangka pikir, maka dibuat blok sistem dari perancangan robot yang dibuat merupakan sistem perancangan Pengendalian Robot Lengan Berbasis Arduino Uno. Sistem ini dibagi menjadi dua bagian yaitu perancangan hardware dan perancangan software.



Sumber: penulis, 2019

Gambar 11. Blok Diagram Robot Lengan

Dalam Gambar 11 memperlihatkan bahwa untuk menunjang sistem kerja robot lengan dibutuhkan beberapa bagian-bagian dari blok subsistem, dimana bagian-bagian blok subsistem memiliki fungsi yang berbeda tetapi saling berkaitan antara satu dan lainnya. Penjelasan diagram blok pada subsistem hardware dari perancangan Pengendalian Robot Lengan Berbasis Arduino Uno adalah sebagai berikut :

1. Bagian PC (*Personal Computer*) Merupakan perangkat yang digunakan untuk mengirim dan menerima data berupa byte melalui aplikasi pengendali yang dirancang. Bagian ini membutuhkan port USB untuk terhubung ke bagian sistem. Sistem Operasi yang digunakan pada komputer adalah OS windows.
2. Bagian Mikrokontroler Bagian ini berfungsi sebagai pusat kendali dari seluruh sistem yang ada karena kode program utama terletak pada bagian ini. Merupakan bagian kontroler, semua data-data byte yang dikirim melalui USB akan dibaca oleh kodekode program dan disimpan di dalam EEPROM mikrokontroler Arduino Uno. Mikrokontroler yang digunakan adalah mikrokontroler seri ATmega328 dengan kapasitas flash memory sebesar 32 Kbyte.
3. Bagian Robot Lengan Merupakan prototype manipulator mekanik yang terdiri dari empat joint dan satu end-effector, dimana setiap joint dihubungkan oleh link yang dicetak dari bahan acrylic. Dimana aktuator robot lengan menggunakan motor servo sebagai penggerak sendi-sendi robot yang berada di setiap joint dan endeffector.
4. Bagian Power Supply Merupakan sumber tegangan DC yang berfungsi untuk menyuplai atau memberikan tegangan dan arus pada setiap motor servo. Adapun tegangan yang diberikan adalah sebesar 5 volt. Power supply yang diperlukan untuk mikrokontroler Arduino Uno cukup dari port USB pada komputer yaitu sebesar 5 volt.

3. METODOLOGI

Perancangan untuk pengembangan lengan robot dengan penggerak sistem mikrokontroler arduino uno dilakukan dengan pemilihan dan survei komponen, perancangan konstruksi dan desain lengan, pemrograman mikrokontroler, pemasangan komponen satu sama lain, pengujian alat, dan beberapa optimasi untuk peningkatan nilai fungsi dari keseluruhan sistem.

3.1. Metode Penelitian

Metode yang digunakan untuk menyelesaikan penelitian ini adalah metode *riset and development*. Yaitu metode yang digunakan untuk mengembangkan model, alat ataupun aplikasi tertentu berdasarkan proses penelitian. Penelitian dan pengembangan pada dasarnya terdiri dari dua tujuan utama, yaitu (1) Pengembangan Jobsheet Trainer Mikrokontroler Robot Lengan Berbasis Arduino Uno, (2) menguji kualitas dan efektivitas Jobsheet Trainer Mikrokontroler Robot Lengan Berbasis Arduino Uno dalam mencapai tujuan. Dalam hal ini produk yang dimaksud adalah media pembelajaran interaktif dan minat mahasiswa dalam praktikum mikrokontroler.

3.2. Metode Analisis

Metode yang digunakan dalam pengembangan produk trainer dan modul adalah metode *Research and Development (R&D)*, yaitu (1) tahap analisis potensi dan masalah, (2) tahap pengumpulan data, (3) tahap desain produk, (4) tahap validasi desain, (5) revisi desain, (6) tahap uji coba produk, (7) tahap analisis dan pelaporan. Sedangkan pendekatan penelitian yang digunakan dalam pengujian produk adalah penelitian eksperimen jenis *static group comparison* yaitu membandingkan hasil belajar kelas eksperimen (mahasiswa yang menggunakan bahan ajar dan modul baru hasil penelitian) dengan kelas kontrol (mahasiswa yang tidak menggunakan bahan ajar dan modul baru, namun menggunakan modul lama yang dipakai selama ini).

3.3. Definisi Operasional

Definisi operasional yang diungkap dalam penelitian dilakukan secara operasional, secara praktik, secara nyata dalam lingkup obyek penelitian/obyek yang diteliti. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah variabel bebas dan variabel terikat.

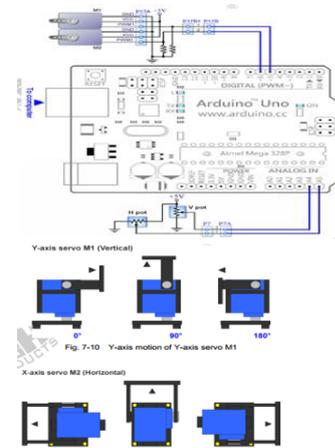
- a. Variabel Bebas (*Independent Variable*)
Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Jobsheet dan Modul Trainer Mikrokontroler*. mernacang, membuat dan menguji robot lengan.
- b. Variabel Terikat (*Dependent Variable*)
Variabel terikat yang digunakan dalam penelitian ini adalah respon control robotik terhadap instruksi yang diberikan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Gambaran Umum

Gambaran umum dalam penelitian ini adalah pembuatan modul praktek mata kuliah mikrokontroler dimana materi yang diajarkan berdasarkan silabus mata kuliah mikrokontroler. Materi yang diajarkan dalam modul ini meliputi perancangan rangkaian elektronik serta pemograman interface I/O baik secara analog maupun secara digital menggunakan kontrol arduino uno atmega 328, selain itu juga mengendalikan sebuah lengan robot secara jarak jauh dengan menggunakan sebuah aplikasi pemograman desktop melalui komunikasi antarmuka serial.

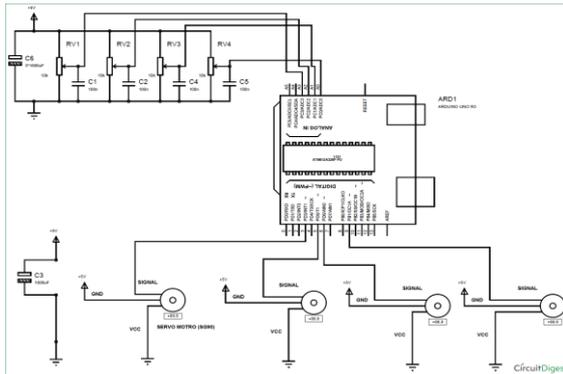
Secara umum modul yang digunakan dalam praktek mikrokontroler di laboratorium teknik elektro politeknik negeri ambon menggunakan modul MTS-100 yang terdiri dari dua buah motor servo yang dapat dikendalikan dengan 2 (dua) buah potensiometer dan mikrokontroler arduino uno.



Sumber: penulis, 2019

Gambar 12. Rangkaian Kontrol Motor Servo

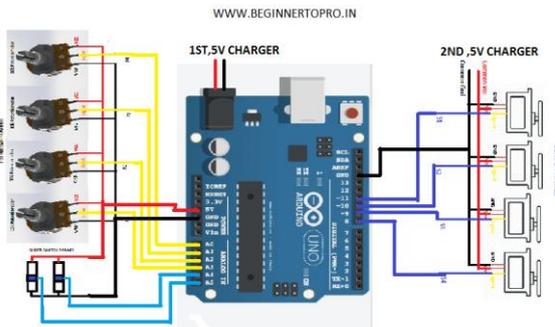
Pengembangan dari job sheet pertama praktek kontrol motor servo ini menggunakan kontrol manual tanpa recording posisi pergerakan lengan robot yakni dengan menggunakan 4 (empat) buah motor servo, tahanan (potensiometer) dengan mikrokontroler arduino uno serta konstruksi lengan robot menggunakan bahan *acrylic*., seperti ditunjukkan pada Gambar 13.



Sumber: penulis, 2019

Gambar 13. Rangkaian Kontrol Motor Servo Manual Tanpa Recoording Posisi Gerakan

Pengembangan dari job sheet kedua dari praktek kontrol motor servo ini menggunakan kontrol manual dengan recoording posisi pergerakan lengan seperti ditunjukkan pada Gambar 14.



Sumber: penulis, 2019

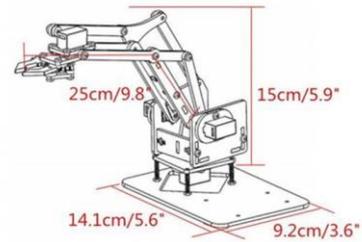
Gambar 14. Rangkaian Kontrol Motor Servo Manual dengan Recoording Posisi Gerakan

4.2. Pengujian Perangkat Keras (Hardware)

Pengujian perangkat keras terdiri dari konstruksi lengan robot secara mekanik atau aktuatur yang terbuat dari bahan *acrylic* yang akan digerakan oleh motor servo. Perancangan mekanik atau aktuatur secara keseluruhan terdiri dari :

1. Base (Bagian Dasar)
2. Shoulder (Bagian Bahu)
3. Elbow (Bagian Siku)
4. Pitch (Bagian Pergelangan)
5. Motor Base
6. Motor Shoulder A
7. Motor Shoulder B
8. Motor Pitch

Konstruksi serta komponen pendukung secara keseluruhan dapat di lihat pada Gambar 15.



Sumber: penulis, 2019

Gambar 15. Konstruksi Robot Lengan

4.3. Pengujian Motor Servo

Motor servo merupakan sebuah motor DC yang dilengkapi rangkaian kendali dengan sistem closed feedback yang terintegrasi dalam motor tersebut. Pada motor servo posisi putaran sumbu (axis) dari motor akan diinformasikan kembali kerangkaian kontrol yang terdapat di dalam motor servo. Motor servo disusun dari sebuah motor DC, gearbox, variabel resistor (VR) atau potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas maksimum putaran sumbu (axis) motor servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang diberikan pada pin kontrol motor servo. Motor servo adalah motor yang mampu bekerja dua arah (CW dan CCW). Arah dan sudut pergerakan rotor motor servo dapat dikendalikan dengan memberikan variasi lebar pulsa (duty cycle) sinyal PWM pada bagian pin kontrolnya. Sudut kerja motor servo dikendalikan oleh sebuah pulsa selebar ± 20 ms, dimana lebar pulsa high antara 0.5 ms dan 2 ms. Ketika motor servo yang diberikan pulsa sebesar 1.5 ms mencapai gerakan 90° , maka apabila diberikan pulsa kurang dari 1.5 ms maka posisi mendekati 0° , dan apabila diberikan pulsa lebih dari 1.5 ms maka posisi mendekati 180° .

Tabel 1. Pengaturan Motor Servo

No.	Posisi Potensiometer	Kondisi Motor Servo
1	Minimum ke Maksimum	CW
2	Maksimum Ke Minimum	CCW

Sumber: penulis, 2019

Motor servo yang digunakan sebanyak 4 buah. Pemilihan motor servo yang digunakan berdasarkan pada kemampuan yang harus dimiliki untuk mengangkat beban. Beban dapat berupa lengan (link) dan benda yang diangkat. Kemampuan motor untuk berputar dengan suatu beban merupakan gaya putar yang disebut torsi (torque). Berikut ini perkiraan berat lengan penghubung (link) pada perancangan lengan robot:

Tabel 2. Perkiraan Berat Beban dan Besar Torsi yang dibutuhkan

No.	Lengan Penghubung (Link)	Perkiraan Berat setiap Lengan (gm)	Beban yang diangkat setiap lengan (gr)	Torsi (kg.cm)
1	Base (Bagian Dasar)	20	20	-
2	Shoulder (Bagian Bahu)	15	30	0,3
3	Elbow (Bagian Siku)	20	40	0,48
4	Pitch (Bagian Pergelangan)	12	22	0,22

Sumber: penulis, 2019

Bagian pitch beban yang harus diangkat adalah 22 gram karena bagian pitch selain mengangkat lengannya sendiri juga harus mengangkat seluruh bagian gripper. Bagian pitch memiliki panjang 5 cm dan bagian gripper sampai ujung jari memiliki panjang 5 cm, sehingga panjang lengan yang harus diangkat adalah 10 cm. Berikut adalah perhitungan untuk merancang torsi pada bagian pitch berdasarkan persamaan 2.1. dan 2.2.

$$m = 22 \text{ gram} = 0,022 \text{ kg}$$

$$r = 10 \text{ cm}$$

$$F = m \cdot g = 0,022 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 = 2,2 \text{ N} = 0,22 \text{ kgm/s}^2$$

$$0,22 \text{ N} \times 0,1 = 0,022 \text{ kg}$$

$$\text{Dimana } 1 \text{ N} = 0,1 \text{ kg}$$

$$\tau = F \cdot r = 0,022 \text{ kg} \times 10 \text{ cm} = 0,22 \text{ kg.cm}$$

Bagian elbow beban yang harus diangkat adalah 40 gram, sedangkan panjang lengan yang harus diangkat motor servo adalah 12 cm yang dihitung dari panjang lengan elbow, panjang lengan pitch dan panjang end effector. Kebutuhan torsi motor servo pada perancangan lengan robot berdasarkan persamaan 2.1. dan 2.2. :

$$m = 40 \text{ gram} = 0,04 \text{ kg}$$

$$r = 12 \text{ cm}$$

$$F = m \cdot g = 0,04 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 = 0,4 \text{ N} = 0,4 \text{ kgm/s}^2$$

$$0,4 \text{ N} \times 0,1 = 0,04 \text{ kg}$$

$$\text{Dimana, } 1 \text{ N} = 0,1 \text{ kg}$$

$$\tau = F \cdot r = 0,04 \text{ kg} \times 12 \text{ cm} = 0,48 \text{ kg.cm}$$

Bagian shoulder beban yang harus diangkat adalah 30 gram, sedangkan panjang lengan yang harus diangkat motor servo adalah 10 cm yang dihitung dari panjang lengan shoulder, panjang lengan elbow, panjang lengan pitch dan panjang end effector. Kebutuhan torsi motor servo pada perancangan lengan robot berdasarkan persamaan 2.1. dan 2.2. :

$$m = 30 \text{ gram} = 0,03 \text{ kg}$$

$$r = 10 \text{ cm}$$

$$F = m \cdot g = 0,03 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 = 0,3 \text{ N} = 0,3 \text{ kgm/s}^2$$

$$0,3 \text{ N} \times 0,1 = 0,03 \text{ kg}$$

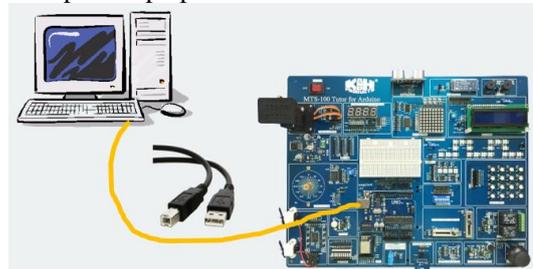
$$\text{Dimana, } 1 \text{ N} = 0,1 \text{ kg}$$

$$\tau = F \cdot r = 0,03 \text{ kg} \times 10 \text{ cm} = 0,3 \text{ kg.cm}$$

4.4. Pengujian Perangkat Lunak (Software)

Pengujian perangkat lunak (Software) menggunakan program Arduino Uno dengan melakukan tahapan sebagai berikut :

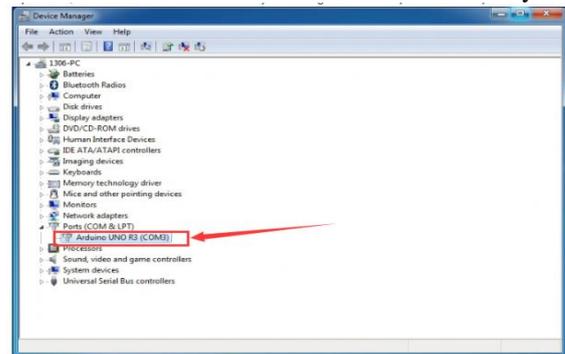
1. Hubungkan Board Arduino Uno ke port USB komputer/laptop.



Sumber: penulis, 2019

Gambar 16. Hubungan Board Arduino Uno ke Port USB Komputer/Laptop

2. Buka Device Manager, jika board arduino terhubung dengan benar, maka pada port serial akan muncul Arduino Uno dan nomor COMnya.

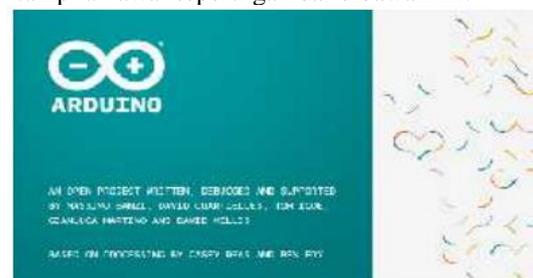


Sumber: penulis, 2019

Gambar 17. Nomor COM Port Serial Board Arduino Uno

Langkah tersebut hanya untuk mengecek koneksi arduino uno dengan komputer.

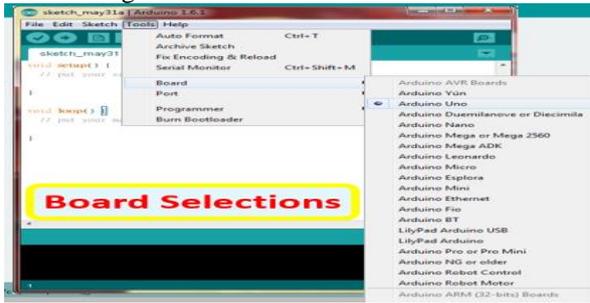
3. Buka aplikasi Aruino IDE dan akan muncul tampilan awal seperti gambar dibawah ini.



Sumber: penulis, 2019

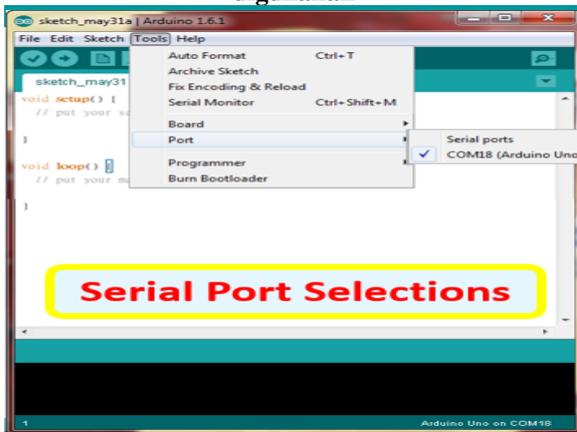
Gambar 18 Tampilan awal Arduino Uno saat dijalankan.

4. Pastikan beberapa konfigurasi sama seperti Gambar 17 dan gambar 18.



Sumber: penulis, 2019

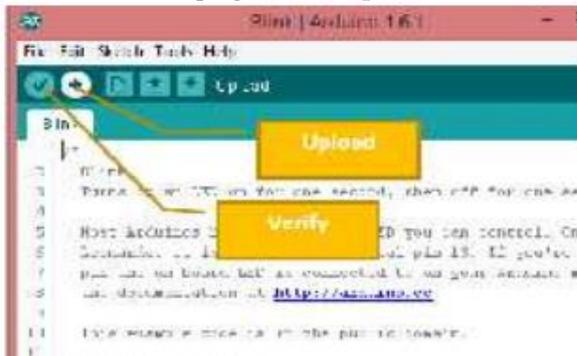
Gambar 19. Pengaturan Board Arduino yang digunakan



Sumber: penulis, 2019

Gambar 20. Pengaturan nomor COM Port

5. Masukkan kode program ke lembar kerja (Scetch) selanjutnya compile program, klik **Compile**, untuk mendownload program klik **Upload**



Sumber: penulis, 2019

Gambar 21. Compile dan Upload Program

6. Setelah program terupload dengan benar, maka mengamati perubahan tegangan yang terjadi pada tahanan dan motor servo dengan memutar potensiometer sambil mengukur tegangan input

dengan avometer sesuai dengan tegangan yang ada dalam Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Tegangan Input

No.	Potensiometer (Volt) R1, R2, R3, R4 (10 KΩ)	Hasil Pengukuran (ADC)	Motor Servo
1	0	0	Tidak Aktif
2	1,5	1,4	Aktif
3	2,5	2,3	Aktif
4	3,5	3,5	Aktif
5	4,5	4,4	Aktif
6	5	5	Aktif

Sumber: penulis, 2019

4.5. Pembahasan

Pengembangan Job Sheet dalam penelitian ini terdiri dari pengembangan konstruksi lengan robot dengan menggunakan bahan *Acrylic* dan pengembangan pada program robot lengan. Pengembangan program terdiri dari tiga bagian, yakni bagian pertama merupakan kode program standart dari modul MT-100 Arduino Uno yang dilakukan mahasiswa dalam melakukan praktek mata kuliah mikrokontroller pada Laboraturium Mikrokontroller dan Sistem Kendali Pada Politeknik Negeri Ambon Jurusan Teknik Listrik, yang kedua pengembangan program robot lengan tanpa recording dan yang ketiga adalah pengembangan program dengan recording.

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah pengendalian robot lengan dengan kontrol motor servo dan miktokontroller arduino uno dapat di kendalikan berdasarkan variabel input perubahan dari nilai tahanan yang diberikan, setiap terjadi perubahan nilai tahan maka rotasi motor servo juga akan bergerak sesuai besar nilai tahan yang diberikan dan motor yang mampu bekerja dua arah (CW dan CCW). Arah dan sudut pergerakan rotor motor servo dapat dikendalikan dengan memberikan variasi lebar pulsa (duty cycle) sinyal PWM pada bagian pin kontrolnya. Sudut kerja motor servo dikendalikan oleh sebuah pulsa selebar ± 20 ms, dimana lebar pulsa high antara 0.5 ms dan 2 ms. Ketika motor servo yang diberikan pulsa sebesar 1.5 ms mencapai gerakan 90°, maka apabila diberikan pulsa kurang dari 1.5 ms maka posisi mendekati 0°, dan apabila diberikan pulsa lebih dari 1.5 ms maka posisi mendekati 180°. Berdasarkan perhitungan torsi yang diangkat setiap lengan untuk bagian Pitch (Bagian Pergelangan) = 0,22 kg.cm, Elbow (Bagian Siku) = 0,48 kg.cm, Shoulder (Bagian Bahu) = 0,3 kg.cm. Komunikasi interface antara

aplikasi program pengendali dengan mikrokontroler Arduino Uno terjadi proses pengiriman (Tx) dan penerima (Rx) data serial yang berupa data byte. Pengembangan program terdiri dari tiga bagian, yakni bagian pertama merupakan kode program standart dari modul MT-100 Arduino, Pengembangan program robot lengan tanpa recoording dan pengembangan program dengan recoording. Sehingga diharapkan dengan adanya modul ini dapat menarik minat mahasiswa dalam mempelajari mata kuliah mikrokontroller dan minat mahasiswa dalam bidang robotika.

5.2. Saran

1. Perancangan konstruksi lengan robot dibangun dengan bahan yang lebih kuat dan tebal agar lebih stabil.
2. Penggunaan motor servo dengan tipe metal gear yang memiliki torsi besar dan memiliki ketahanan yang baik.
3. Untuk komunikasi serial sebaiknya menggunakan wifi, bluethoot, android.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Haryawan, Salechan, 2017. *Pengembangan Bahan Ajar Mikrokontroler Berbasis Arduino Sebagai Media Pembelajaran Mata Kuliah Mikrokontroler di Politeknik Pratama Mulia Surakarta*. POLITEKNOSAINS, Vol. XVI, No 2, September 2017. ISSN 1829-6181.
- Alfian Anta Kusuma. 2015. *Tugas Akhir Lengan Robot Peniru Gerakan Tangan Manusia*. Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.
- David Cesar, 2017. *Pengembangan Lengan Robot Menggunakan Sistem Pneumatik Untuk Mengambil Benda*. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Didi Martinus, Marindani ED, Elbani Ade, 2017. *Rancang Bangun pengendali robot lengan 4 DOF dengan GUI (graphical User Interface)*. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. Pontianak.
- Dina Caysar, 2014. *Pengaturan Pergerakan Robot Lengan Smart Arm Robotic Ax-12a Melalui Pendekatan Geometry Based Kinematic Menggunakan Arduino*. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
- Hendra Jaya, 2017. *Embedded System And Robotics*. Buku Ajar. Universitas Negeri Makassar.
- Martinus Didi, Elang D.M, Ade Elbani, 2015, *“Rancang Bangun Pengendalian Robot Lengan 4 DOF dengan GUI (Graphical User Interface) Berbasis Arduino Uno”*, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
- Modul Trainer MTS-100 Produk K&H

NaserAlanabi, Jyoti Shrivastava, 2015. *Performance comparison of robotic arm using Arduino and Matlab ANFIS*. International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 6, Issue 1, January-2015 1077ISSN 2229-5518.

Norman Niranto, 2015. *Modul Ajar Praktikum Otomasi dan Robotika*. Program Studi Teknik Otomasi Jurusan Teknik Listrik Perk kapal Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.

Rama Krishna, G. Sowmya Bala, A.S.C.S. Sastry, B. Bhanu Prakash Sarma, Gokul Sai Alla, 2012. *Design And Implementation Of A Robotic Arm Based On Haptic Technology*. International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA) Vol. 2, Issue 3, May-Jun 2012, pp.3098-3103. ISSN: 2248-9622 www.ijera.com.