PROTOTYPE ROBOT MEMANJAT KENDALI MANUAL BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO MEGA2560

Rahmat Hidayat⁽¹⁾, Zuraidah⁽¹⁾, Jazuli Fadil⁽¹⁾,
rahmat_hidayat@poliban.ac.id

⁽¹⁾ Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Banjarmasin

Ringkasan

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dunia yang sangat pesat saat ini, membutuhkan kreatifitas yang cukup tinggi untuk membuat satu terobosan baru yang dapat diterapkan dalam dunia industri. Salah satunya yaitu dalam penerapan sistem kendali yang banyak dibutuhkan dalam dunia industri dan masyarakat. Banyak peralatan elektronika yang digunakan untuk menggantikan tugas manusia dalam melakukan hal-hal yang berbahaya yang tidak dapat secara langsung dilakukan oleh manusia. Prototype robot kendali manual berbasis mikrokontroler ini digunakan untuk meringankan pekerjaan yang dilakukan oleh manusia. Penggunaan pneumatic yang lebih efisien dan lebih ringan sangat cocok digunakan untuk robot kendali manual. Selain dalam bidang robotika, pneumatic juga banyak digunakan di dunia industri.

Kata kunci: sistem kendali, prototype robot, mikrokontroler, dan pneumatic.

A. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Robotika kini merupakan salah satu bidang yang populer dalam dunia pendidikan, industri, jasa, dan banyak bidang lainnya. Jepang ada-lah salah satu negara yang mengalokasikan da-na sangat besar untuk penelitian dan pengem-bangan robot. Jepang bercita-cita agar setiap rumah di Jepang memiliki satu buah robot. Robot ASIMO dari Honda merupakan salah satu terobosan produk robotika yang menarik perhatian dunia pada saat pertama kali diluncurkan. Di Indonesia sendiri, bidang robotika mulai berkembang. Namun perkembangan robotika di Indonesia tidak sepesat di Jepang.

Kata robot pertama kali muncul pada tahun 1921 dalam sebuah drama berjudul R.U.R (Rossum's Universal Robot) karangan Karel Capek (dibaca chop'ek). Kata robot berasal dari bahasa Ceko "ROBOTA" yang berarti *Forced Labor*. Kata "ROBOTICS" berasal dari sebuah karya cerita fiksi ilmiah karangan Issac Asimov pada tahun 1942 yang berjudul "Runaround". Cerita pendek tersebut kemudian dimasukkan oleh Issac Asimov ke dalam buku karangannya yang sangat terkenal "I Robot".

Robot adalah suatu instrumen sistem ken-dali dari sistem-sistem otomatis maupun manual yang dioperasikan dengan program yang telah direncanakan dan mampu mengendalikan pera-latan-peralatan yang sulit dikendalikan dengan tenaga manusia. Peranan robot di zaman sekarang tidak bisa lepas dari dunia industri karena semua instrumen yang

digunakan telah dikontrol atau dikendalikan dengan sistem-sistem kendali secara otomatis dan semi otomatis.

Banyak sekali industri yang menggunakan sistem-sistem kendali robot agar lebih memu-dahkan pekerjaan manusia dan lebih memper-cepat pekerjaan yang dilakukan oleh manusia. Contohnya robot yang digunakan untuk memin-dahkan barang, robot untuk pengelasan dan robot untuk melakukan survei ke tempat yang berbahaya. Untuk itu diperlukan pengetahuan tentang bagaimana cara merancang, mengoperasikan, serta membuat sistem kendali dari suatu robot.

Perumusan Masalah

Secara umum terdapat 3 permasalahan utama dalam pembuatan robot, yaitu perancangan dan pembuatan mekanik robot (*body robot*), perangkat keras (*hardware*), dan perangkat lunaknya (*software*).

1. Dalam perancangan dan pembuatan mekanik meliputi:
 - a. Perancangan bagian *chassis* dan lengan robot,
 - b. Perancangan posisi motor dc pada roda robot,
 - c. Perancangan posisi *pneumatic* agar tetap pada posisi lurus, dan
 - d. Perancangan pemasangan roda.
2. Permasalahan pada perangkat keras (*hardware*), yaitu :
 - a. Pembuatan perangkat keras yang dibutuhkan agar robot bisa bekerja termasuk pembuatan rangkaian pembagi

- tegangan, perancangan komunikasi input dari stick PS menuju output, dan
- Permasalahan *error* yang selalu ada pada *pneumatic* ketika stick PS (*Play Station*) di-tekan.
- Untuk perangkat lunak (*software*) meliputi:
 - Pemahaman lebih dalam konsep dasar logika bahasa C pada mikrokontroler arduino mega2560, dan
 - Permasalahan *coding* pada perintah PWM dengan arduino mega2560.

Batasan Masalah

Dalam penelitian dibidang robot ini dibatasi sebagaimana berikut:

- Lapangan (*workspace*) yang digunakan sudah terkonsep sehingga robot bekerja sesuai dengan prosedur yang diterapkan,
- Bagian utama *hardware* yang digunakan pada robot yaitu *driver motor*, mikrokontroler arduino mega2560, dan *driver pneumatic*,
- Pemrograman mikrokontroler menggunakan *software* arduino dengan bahasa pemrograman bahasa C dan tidak membahas secara rinci tentang program robot,
- Secara garis besar tidak membahas spesifikasi motor dc yang digunakan, diameter ban, dan spesifikasi pengeluaran angin pada silinder *pneumatic*,
- Jenis robot yang dibahas hanya difokuskan pada cara kerja robot kendali manual.

Tujuan

Dalam pembuatan penelitian ini terdapat beberapa tujuan, diantaranya adalah :

- Mengenal dan lebih memahami secara mendalam mikrokontroller arduino mega2560 baik secara teori maupun secara praktek.
- Mampu menerapkan sistem kontrol arduino mega2560 terhadap robot industri yang akan dibuat.
- Mampu membuat dan merancang robot yang sering digunakan di dalam dunia industri.

Manfaat

Adapun manfaat yang didapat dalam penelitian ini adalah

- Mampu merancang sistem kendali robot dari rancangan mekanik, perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*).
- Dapat memahami konsep sistem kendali yang dilakukan secara manual.
- Mampu merancang sebuah sistem kendali manual pada dunia industri.
- Mampu menganalisa sistem kendali tersebut jika suatu saat terjadi kerusakan.

- Sistem kendali robot tersebut nantinya bisa diterapkan di dunia industri dan dunia kerja.

B. LANDASAN TEORI

Bagian Mekanik

Bagian mekanik mencakup bagian yang membentuk *chassis* robot, *body* robot, lengan robot beserta kelengkapan lainnya agar bisa berfungsi sesuai dengan yang dibutuhkan. Komponen dan peralatan penyusun bagian mekanik robot diberikan sebagai berikut:

- Aluminium**
Aluminium atau sejenis besi ringan ini berfungsi untuk menyusun bagian *chassis*, *body* dan lengan robot. Aluminium ini—terdiri dari berbagai macam ukuran, mulai dari ukuran 1 x 1 Inchi, 1 x 1/2 Inchi, 1/2 x 1/2 Inchi, 1/4 x 1/4 inchi, dan berbagai macam ukuran lainnya.
- Motor DC**
Motor DC disini merupakan perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Motor DC biasanya digunakan untuk berbagai macam fungsi diantaranya sebagai penggerak roda utama robot dan penggerak lengan naik turun. Motor DC ini menggunakan sumber tegangan 12V dan 18V dari aki.
- Silinder *Pneumatic***
Silinder *pneumatic* pada robot digunakan untuk menjepit beban dan untuk gerakan mekanik lainnya seperti melipat dan mendorong beban pada *track*. Silinder *pneumatic* terletak pada beberapa bagian di lengan robot. Silinder *pneumatic* ini akan bekerja jika salah satu terminalnya diberikan tekanan udara. Udara disimpan di dalam botol bertekanan yang terdapat pada robot. Selang pada botol dialirkan ke *solenoid valve* dan dialirkan lagi ke masing-masing terminal pada silinder *pneumatic*. Agar silinder *pneumatic* bekerja *solenoid valve* harus dipicu menggunakan tegangan 24V, sehingga udara bertekanan pada botol yang terhubung ke *solenoid valve* bisa dialirkan ke terminal silinder *pneumatic*. Silinder *pneumatic* memiliki berbagai macam ukuran, namun yang digunakan dalam penelitian ini berukuran 10 cm, 15 cm, sedangkan yang terpanjang berukuran 30 cm.
- Katup dan *Flow Control***
Katup pada *pneumatic* adalah penghubung yang berfungsi sebagai masukan dan keluaran angin pada *pneumatic*, sedangkan *flow control* berfungsi untuk

mengontrol besar kecilnya tekanan angin yang masuk pada silinder *pneumatic*.

Bagian Hardware

Bagian *hardware* merupakan bagian yang berfungsi sebagai catu daya motor, rangkaian pengendali putaran motor (*driver* motor), rangkaian pengendali gerakan robot, dan berbagai macam fungsi lain. Komponen-komponen dan rangkaian penyusun bagian *hardware* robot tersebut adalah sebagai berikut:

1. Transistor

Fungsi transistor yaitu untuk menguatkan arus pada rangkaian dan sebagai *switching* secara otomatis. Transistor dibagi menjadi dua jenis, yaitu jenis NPN dan PNP. Untuk transistor berjenis NPN, kaki basis harus dipicu tegangan dibawah 5 V untuk membuatnya bekerja, sedangkan jenis PNP kaki basis harus dipicu tegangan 0 V untuk dapat membuatnya bekerja.

2. IC (*Integrated Circuit*)

IC merupakan rangkaian gabungan dari sejumlah komponen menjadi satu. Dalam IC *monolithic*, suatu *chip* tunggal merupakan dasar komponen individual yang dipadukan dengan sejumlah *chip* atau komponen lain. Jenis IC pun ada berbagai macam, contohnya IC penurun tegangan (IC 7812, 7809, 7805), IC pendeksi suhu (IC LM35), IC *opamp* (IC LM339N) dan sebagainya.

3. Relai

Relai merupakan komponen *switching* tegangan tinggi secara otomatis. Relai biasanya terdiri dari 5 kaki yang masing-masingnya terdiri dari 2 buah kaki *coil*, kaki *common*, kaki NO, dan kaki NC. Prinsip kerjanya, apabila *coil* pada relai mendapat tegangan, maka *switch* yang tadinya berada di kaki NC akan berubah ke kaki NO, sehingga semua jalur rangkaian yang berada di kaki NO akan hidup dan mendapat tegangan.

4. Switch Push Button dan Switch Toggle

Switch push button dan *switch toggle* memiliki fungsi yang sama, yaitu sebagai *switch* penghubung jalur sementara yang dihubungkan secara manual. Selain penghubung jalur sementara, *push button* dan *switch toggle* juga berfungsi sebagai pengaman rangkaian jika ada arus yang terlalu besar akan masuk. Perbedaan keduanya yaitu pada *push button*, arus listrik hanya bisa

lewat selama *push button* ditekan, jika tidak ditekan maka arus listrik tidak bisa lewat menuju ke rangkaian, sedangkan pada *switch toggle*, arus listrik bisa lewat selama *switch toggle* diposisikan ke posisi ON, dan jika posisinya menunjuk pada OFF, maka arus listrik tidak bisa lewat.

5. Limit Switch

Fungsi *Limit Switch* hampir sama seperti *switch push button*, yaitu sebagai *switch* penghubung jalur sementara yang dihubungkan secara manual. Akan tetapi *limit switch* difungsikan agak berbeda dari *switch* biasa, yaitu sebagai sensor manual yang diletakkan dibagian atas dan bawah *chassis* robot. Saat *limit switch* tersentuh lengan robot maka limit akan bekerja sehingga jalur rangkaian yang tadinya hubung akan terputus sehingga gerakan lengan robot berhenti. *Limit switch* memiliki 3 kaki utama, yaitu kaki *common*, kaki NO (*Normally Open*) dan kaki NC (*Normally Close*). Cara kerjanya yaitu jika *limit switch* ditekan maka kaki NO akan berubah posisi menjadi kaki NC dan sebaliknya, kaki NC akan berubah posisi menjadi NO.

Bagian Software

Pada bagian *software*, robot ini menggunakan algoritma input output untuk memproses data pada mikrokontrolernya. Setiap penekanan tombol pada *stick* kendali akan selalu dibaca dan diproses oleh mikrokontroler yang kemudian dioutputkan menuju *driver* motor agar motor dc pada lengan dan roda utama dapat bekerja. Pada gambar 1 berikut, diberikan blok diagram proses kerja *software* pada robot kendali manual.

Gambar 1. Proses algoritma pada kendali robot

C. METODE PENELITIAN

Rancangan Hardware

1. Mikrokontroler Arduino Mega2560

Arduino Mega2560 adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega2560. Arduino Mega2560 memiliki 54 pin digital input/output, dimana 15 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 16 pin sebagai input

analog, dan 4 pin sebagai UART (*port serial hardware*), 16 MHz kristal osilator, koneksi USB, *jack power*, *header ICSP*, dan tombol reset. Ini semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler. Dengan menghubungkan mikrokontroler tersebut pada komputer melalui kabel USB maka mikrokontroler tersebut bisa diaktifkan.

2. Skematik mikrokontroler dengan *driver* motor dc

Driver motor berfungsi sebagai pemberi tegangan menuju ke motor dc sehingga motor tersebut dapat bergerak. Pada robot ini, digunakan 2 jenis *driver* motor untuk mengendalikan semua motornya, yaitu *driver* PWM EMS 30A H-Bridge. *Driver* PWM EMS 30A H-Bridge merupakan *driver* H-Bridge berbasis IC VN3SP30 yang didesain untuk menghasilkan *drive* 2 arah dengan arus konti-nu sampai dengan 30 A pada tegangan 5,5 volt sampai 36 volt.

Pin input dan output pada arduino, yang digunakan untuk mengontrol PWM motor dengan menggunakan *driver* motor EMS 30A H-bridge. Skematik mikrokontroler dengan *driver* motor ini diberikan sebagaimana gambar 2.

Gambar 2. Skematik mikrokontroler dan *driver* motor

Sejumlah pin arduino yang di gunakan untuk mengontrol *driver* motor untuk jalan robot diberikan pada tabel 1.

Tabel 1. Pin input arduino ke *driver* motor

Pin arduino	Driver motor	Keterangan
Pin 13	EN 1	Mengatur PWM Motor 1
Pin 12	EN 2	Mengatur PWM Motor 2
Pin 22	IN 1	Mengatur putaran motor 1
Pin 23	IN 2	Mengatur putaran motor 1
Pin 24	IN 3	Mengatur arah putaran motor 2
Pin 25	IN 4	Mengatur arah putaran motor 2

3. Skematik mikrokontroler dengan *driver* *pneumatic*

Prinsip kerja dari *solenoid valve*/katup (*valve*) solenoida yaitu apabila koil mendapat *supply* tegangan maka koil tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan *plunger* pada bagian dalamnya. Ketika *plunger* berpindah posisi maka pada lubang keluaran dari *solenoid valve* *pneumatic* akan mengeluarkan udara bertekanan yang berasal dari *supply* (*service unit*). *Solenoid valve* *pneumatic* yang digunakan disini mempunyai tegangan kerja 24V DC.

Gambar 3. Struktur Fungsi *Solenoid Valve* *Pneumatic*

Berikut keterangan gambar *solenoid valve* *pneumatic*.

1. *Valve body*
2. Terminal masukan (*inlet port*)
3. Terminal keluaran (*outlet port*)
4. Terminal *slot power* suplai tegangan
5. Kumparan gulungan (koil)
6. *Spring*
7. *Plunger*
8. Lubang / *exhaust*

Gambar 4. Skematik mikrokontroler *driver* *pneumatic*

Sejumlah pin pada arduino yang digunakan untuk mengontrol *valve* *pneumatic* melalui *driver* *pneumatic* diberikan pada tabel 2.

Tabel 2. input mikrokontroler *driver* *pneumatic*

Pin input	keterangan
pin 30	sebagai input <i>control driver</i> <i>pneumatic</i> lengan atas
pin 31	sebagai input <i>driver</i> <i>pneumatic</i> lengan tengah
pin 32	sebagai input <i>driver</i> <i>pneumatic</i> lengan bawah
pin 33	sebagai input <i>driver</i> <i>pneumatic</i> lengan kipas

4. Rancangan *stick* kendali

Stick kendali digunakan sebagai pengontrol utama pergerakan robot. *Stick* ini

merupakan inputan untuk sistem kendali robot dengan mikrokontroler atmega8535 sebagai prosesor, *driver* motor sebagai output pergerakan robot, dan *solenoid valve* sebagai output pergerakan *pneumatic*. Jumlah tombol yang dipakai pada *stick* ini berjumlah 16 buah. Pada tabel 3 berikut diberikan fungsi-fungsi tombol yang digunakan untuk menggerakkan robot kendali manual.

Tabel 3. Fungsi-fungsi tombol pada *stick* kendali

Tombol	Fungsi
R1	Lengan penjepit tengah naik
R2	Lengan lengan penjepit tengah turun
L1	Lengan propeller memasang
L2	Lengan propeller melepas
△	Lengan atas buka/jepit
□	Lengan tengah jepit/buka
⊗	Lengan bawah jepit/buka
↑	Robot bergerak maju
→	Robot bergerak ke kanan
↓	Robot bergerak mundur
←	Robot bergerak ke kiri
SELECT	Gerak naik Lengan propeller
START	Gerak turun lengan propeller

Pada gambar 4 diberikan blok diagram bagian *hardware* dari robot kendali manual.

Gambar 5. Blok diagram kendali robot

Prinsip kerja dari blok diagram diatas adalah ketika tombol pada *stick* kendali ditekan, *stick* kendali akan memberikan inputan dengan logika tertentu pada mikrokontroler Arduino Mega2560 sehingga mikrokontroler dapat memproses data input yang diberikan. Setelah data tersebut diproses dalam mikrokontroler, data output akan menuju *driver* motor yang kemudian akan memberikan tegangan pada motor dc sehingga motor dc pada roda utama dan lengan robot dapat bergerak. Selain dari itu juga akan memicu *solenoid valve* sehingga *pneumatic* dapat bekerja. Pada tabel 4 diberikan sejumlah pin output dari

mikrokontroler yang terhubung ke pin masing-masing *hardware* dan *stick* PS.

Tabel 4. Pin dan output pada mikrokontroler

Pin	Output
7	PWM motor dc 1
6	PWM motor dc 2
5	PWM motor dc 3
4	PWM motor dc 4
3	PWM motor dc power window 5
22	Arah putaran motor 1 kanan
23	Arah putaran motor 1 kiri
24	Arah putaran motor 2 kanan
25	Arah putaran motor 2 kiri
26	Arah putaran motor 3 kanan
27	Arah putaran motor 3 kiri
28	Arah putaran motor 4 kanan
29	Arah putaran motor 4 kiri
30	Arah putaran motor 5 kanan
31	Arah putaran motor 5 kiri
38	Valve <i>pneumatic</i> 1
40	Valve <i>pneumatic</i> 2
41	Valve <i>pneumatic</i> 3
42	Valve <i>pneumatic</i> 4
14	Clock <i>stick</i> PS
15	Command <i>stick</i> PS
16	Attention <i>stick</i> PS
17	Data <i>stick</i> PS
48	Motor pasang <i>propeller</i>
49	Motor lepas <i>propeller</i>

Rancangan Software

Bagian *software* merupakan bagian yang berfungsi untuk mengatur kerja dan gerakan robot mulai dari gerakan secara otomatis sampai gerakan yang dikendalikan melalui *joystick/stick* PS. Dalam perakitan robot, bagian *software* biasanya adalah program untuk membuat gerakan-gerakan robot. Jika program telah selesai dibuat, program tersebut akan diisikan ke dalam *chip* dari robot yang kemudian robot akan dilihat pergerakannya. Jika pergerakannya sudah sesuai dengan yang diinginkan maka program dikatakan telah berhasil, tetapi jika per-gerakannya belum sesuai atau masih ada *error* maka program akan diperbaiki sampai pergerakan robotnya telah sesuai dengan yang diinginkan.

Bahasa pemrograman yang dipakai untuk memprogram robot ini menggunakan bahasa C sedangkan *software* yang dipakai untuk membuat program beserta program simulasinya adalah program Arduino.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan Pembahasan Robot

Untuk pembahasan robot kendali diberikan tiga pembahasan rancangan utama untuk mengetahui hasil yang maksimal, yaitu pada rancangan bagian mekanik, rancangan pada bagian *hardware* dan rancangan pada bagian *software* sebagai berikut:

1. Hasil rancangan mekanik robot

a. Penambahan tabung udara *pneumatic*

Penambahan tabung udara *pneumatic* dilakukan untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan harapan awal yaitu membuat agar robot mampu melakukan lebih banyak gerakan mekanik yang memerlukan *pneumatic*. Dengan penambahan tabung udara ini, performa gerakan mekanik robot menjadi lebih maksimal sebagaimana diberikan pada gambar 6.

Gambar 6. Perubahan desain robot

b. Peletakkan silinder *pneumatic*, selang dan botol.

Peletakkan silinder *pneumatic* sangat penting karena posisi silinder *pneumatic* harus dalam keadaan lurus. Banyak hal yang dapat terjadi jika peletakkan silinder *pneumatic* tidak dalam keadaan lurus, salah satunya menyebabkan kebocoran pada karet pada silinder sehingga angin akan merembes keluar. Hal itu menyebabkan piston tidak dapat bekerja maksimal bahkan dapat menyebabkan silinder tidak bekerja sama sekali. Selang yang digunakan pada robot kendali manual berukuran 6 mm sedangkan botol yang digunakan adalah botol minuman bersoda berukuran 3L. Dalam penelitian ini digunakan 15 botol sebagai penampung angin dari *compressor* —dengan tekanan anginnya sebesar 6-8 bar. Selang yang dipakai dipasang secara seri dengan tujuan agar angin dalam masing-masing botol tersebut dapat saling berhubungan satu sama lain.

c. Hasil kerja sistem robot

Untuk kerja sistem robot kendali manual, gerak robot manual mengikuti perintah dari operator dengan menggunakan *stick* kendali, kemudian robot akan membawa dan meletakkan objek (*propeller*) memasang sebagian atas tiang sebagaimana diberikan pada gambar.

Gambar 7. Robot meletakkan *propeller*

2. Hasil Rancangan *Hardware*

a. Mikrokontroler arduino mega2560

Digunakannya mikrokontroler arduino Mega25605 dikarenakan bentuknya yang minimalis dan sesuai dengan ukuran tempat yang tersedia pada robot. Robot ini menggunakan arduino mega2560 karena sangat cocok digunakan pada robot kendali manual dengan jumlah *port* yang banyak sehingga sangat mencukupi.

b. *Driver* motor 30 EMS H – *Bridge*

Pada robot kendali manual digunakan *driver* 30 EMS H-*Bridge* sebagai *driver* untuk mengontrol motor utama dan penggerak motor dc *power windows* untuk turun naik lengan robot karena *driver* motor ini memiliki ampere yang besar, yakni 30A.

c. *Solenoid valve pneumatic*

Solenoid valve pneumatic merupakan salah satu bagian penting dari sebuah sistem *pneumatic*, karena *solenoid pneumatic* ini berfungsi sebagai switch ON-OFF untuk menggerakkan *cylinder pneumatic* dengan *valve* ini mempermudah pengontrolan *pneumatic*.

d. *Switching*

Driver pneumatic ini menggunakan transistor PNP yang berfungsi untuk menguatkan arus dan *switching* manual dari rangkaian. Sedangkan ~~dan~~ dioda digunakan agar arus listrik mengalir dalam suatu arah (panjar maju) dan untuk menahan arus dari arah sebaliknya (panjar mundur). Basis dalam rangkaian ini berfungsi untuk picuan *pneumatic*, *collector* untuk positif (24V) sedangkan *emitor* untuk negatif (0V).

3. *Software*

a. Bagian program robot di mikrokontroler.

Program robot kendali manual dilakukan dengan melakukan pemanggilan *library*, pengaturan konfigurasi input/output program, pengaturan konfigurasi *Timer* 1 untuk PWM. Perintah utama dari robot kendali manual di mikrokontroler adalah untuk mengatur :

1) input motor *power window*

- 2) input motor jalan robot
- 3) *valve* lengan jepit atas
- 4) *valve* lengan jepit tengah
- 5) *valve* lengan jepit bawah
- 6) input motor lengan *propeller*

Hasil Panjat Robot

Pengujian robot saat memanjat tiang diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil panjatan robot

Tinggi Tiang (cm)	Berat Robot (kg)	Tekanan Angin (bar)	Waktu
150 cm	20,8 kg	6 bar	30 detik
150 cm	20,8 kg	5 bar	40 detik
150 cm	20,8 kg	4 bar	60 detik
240 cm	20,8 kg	6 bar	45 detik
240 cm	20,8 kg	4 bar	1,5 menit

Dari hasil mengujian panjatan robot didapat hasil

1. Saat tekanan udara pada robot 6 bar kinerja kerja robot maksimal saat menjepit tiang.
2. Saat tekanan udara pada robot 5 bar kinerja kerja robot kurang maksimal dikarenakan kekuatan lengan saat menjepit kurang kuat.
3. Saat tekanan udara pada robot 4 bar kinerja kerja robot tidak maksimal dikarenakan cengkaman lengan ke tiang tidak kuat, dan mengakibatkan robot terturun/tergelincir.

Dari hasil percobaan, tekanan udara sangat berpengaruh terhadap kinerja panjatan robot, dimana tekanan udara harus selalu dicek agar tekanan bisa stabil pada kisaran 6-5 bar sehingga kinerja robot bisa maksimal.

E. PENUTUP

Kesimpulan

Dari tahapan pengujian robot kendali manual yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan, yaitu :

1. Untuk sumber tegangan pada motor utama ataupun pada motor dc *power windows* tidak dapat digabung dengan sumber tegangan untuk *pneumatic*.
2. Pemakaian sistem *pneumatic* dapat mempermudah dan mempercepat kerja robot.
3. Penempatan silinder *pneumatic* sangat berpengaruh dengan aliran angin yang disalurkan.
4. Mikrokontroler Arduino Mega2560 sebagai pusat kontrol (prosesor) yang berisi fitur-fitur yang lengkap dan sangat mudah untuk diprogram sehingga sangat cocok untuk diaplikasikan kedalam suatu alat elektronik.

5. Pengaturan nilai PWM kedua *driver* sangat berpengaruh dengan pergerakan robot.

F. DAFTAR PUSTAKA

1. Brian, W. Evans, 2007. *Arduino Programming Notebook*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
2. Ecadio, 2015. *Mengenal Arduino Mega 2560*, Bandung.
3. Saptaji, 2016. *Arduino Sebagai (Real Time Lock)*, Mizan, Bandung.
4. Kadir, Abdul, 2016. *Panduan Praktis Mempelajari Mikrokontroler dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino*, Yogyakarta.
5. Dwi, Taufiq, 2011. *Buku Pintar Robotika : Bagaimana Merancang dan Membuat Robot Sendiri*, Andi Publisher, Yogyakarta.
6. Sanjaya, Mada, 2016. *Panduan Praktis Membuat Robot Cerdas Menggunakan Arduino dan Matlab*, Andi Publisher, Yogyakarta.