



Aplikasi Sistem *Hardware* Robotik Industri dalam Dunia Pendidikan di Laboratorium Teknik Industri UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

Agus Suwandi

Laboratorium Terpadu Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

Jl. Marsda Adisucipto Yogyakarta 55281 - Indonesia

Email: agus_chezta@yahoo.co.id

Abstrak. Teknologi Robotika adalah satu cabang teknologi yang berhubungan dengan desain, konstruksi, operasi, disposisi struktural, pembuatan, dan aplikasi dari robot. Robotika terkait dengan ilmu pengetahuan bidang elektronika, mesin, mekanika, dan perangkat lunak komputer. Perkembangan robot ini sangat lambat dalam dunia pendidikan, ini dikarenakan ilmu *system robotic* sangatlah kompleks dan membutuhkan pengetahuan dari multidisiplin ilmu sehingga banyak kendala yang dihadapi dalam dunia pendidikan. Akan tetapi perkembangan robotika saat ini semakin berkembang dengan sangat pesat dilihat dari banyaknya pengaplikasian teknologi robotika berbasis sistem kontrol dan kecerdasan buatan dalam bidang industri, pendidikan, maupun kehidupan sehari-hari. Penelitian dan pengembangan berbagai macam robot dari waktu ke waktu terus dilakukan untuk dapat meningkatkan efektivitas, produktivitas, dan otomatisasi berbagai pekerjaan di antaranya robot manipulator seperti arm robot (robot lengan), arm robot untuk mendeteksi posisi jari dengan lebih mudah dan sederhana. Sensor ini memiliki output berupa resistansi yang diproses oleh mikrokontroler sebagai data ke motor servo untuk perintah gerak berupa pulsa PWM (*PulseWidth Modulation*). Perangkat LCD/*liquid crystal display* menampilkan nilai data masukan (input) sensor flex. Seseorang dapat langsung mengetahui gerakan tangan robot secara langsung sesuai gerakan operator. Selain itu kewajiban menuntut ilmu sangatlah dianjurkan seperti dijelaskan dalam Al-Qur'an surat Al-Mujadalah ayat 11 yang berbunyi:

يَرْفَعُ اللَّهُ الَّذِينَ ءَامَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ

“Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat” (Q.s. al-Mujadalah: 11). *Robotic* ini sangat mendukung dari visi UIN Sunan Kalijaga yang mengedepankan integrasi interkoneksi Islam dan Sains Teknologi.

Kata Kunci: Robot Tangan, Sensor, Motor Servo, Mikrokontroler Atmega UNO

PENDAHULUAN

Saat ini penelitian robotika terus berkembang, penggunaan robot dilakukan untuk meningkatkan efisiensi pekerjaan yang dilakukan manusia dan juga untuk mengurangi resiko kecelakaan kerja pada pekerjaan yang menuntut tingkat resiko yang cukup tinggi (Jatmiko dkk, 2012). Salah satu penelitian robotika yaitu tentang lengan robot. Lengan robot biasanya berfungsi untuk mengambil suatu benda, kemudian meletakkan benda tersebut pada tempat lain yang bisa dilakukan secara otomatis maupun manual dengan menggunakan *Teach Pendant/joystick* sesuai kondisi yang diinginkan. Pada pengembangannya robot lengan ini bisa mengikuti gerakan lengan manusia dengan memanfaatkan *flex sensor* sebagai pendukung kinerja robot. Penelitian sebelumnya lengan robot berbasis mikrokontroler dengan memanfaatkan *flex sensor*. Perancangan ini difokuskan pada pergerakan lengan dengan menggunakan 3 buah motor servo dan 3 buah *flex sensor* yang terpasang pada lengan dan sarung tangan.

LANDASAN TEORI

Kata robot diambil dari kata *robota*, yang mempunyai arti pekerja. Robot pertama kali dikembangkan oleh *Computer Aided Manufacturing International (CAM-I)*, “Robot adalah peralatan yang mampu melakukan fungsi-fungsi yang biasa dilakukan oleh manusia, atau peralatan yang mampu bekerja dengan intelegensi yang mirip dengan manusia” (Eugene, 1976). Definisi kedua, dikembangkan oleh *Robotics Institute of America (RIA)*, perkumpulan pembuat robot yang lebih menitik beratkan terhadap kemampuan nyata yang dimiliki oleh robot terhadap kemiripannya dengan manusia. Adapun jenis robot dapat dikategorikan menjadi beberapa, yaitu:

Robot manipulator

Robot manipulator, adalah sekumpulan hubungan mekanik yang terdiri dari rangkaian kinematic berupa lengan (*link*) (Yulianto & Ramadan, 2014). Pada robot industri, manipulator merupakan sebuah rangkaian benda kaku (*rigid bodies*) terbuka yang terdiri atas sendi (*joint*) dan terhubung dengan lengan (*link*) dimana setiap posisi sendi ditentukan dengan variabel tunggal

sehingga jumlah sendi sama dengan nilai derajat kebebasan (*degree of freedom*). Bagian dari robot manipulator ini terdiri atas:

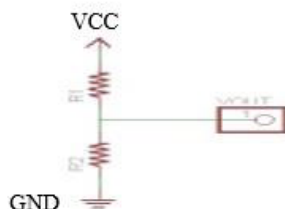
1. Struktur mekanik, Dasar (*base*) manipulator sering disebut kerangka dasar (*base frame*)
2. Penggerak (aktuator),
3. Sensor.
4. Sistem kontrol.
5. *End effector* yang salah satu jenisnya adalah *gripper*.

Arduino Mega 2560

Arduino adalah sebuah *board* mikrokontroler yang berbasis ATmega 2560. Arduino memiliki 54 pin *input/output* yang mana 15 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM, 16 analog *input*, crystal osilator 16 MHz, koneksi USB, jack power, kepala ICSP, dan tombol reset. Arduino mampu *support* mikrokontroler serta dapat dikoneksikan dengan komputer menggunakan kabel USB. Arduino Mega 2560 merupakan sebuah *board* minimum sistem mikrokontroler yang bersifat *open source*. Didalam rangkaian *board arduino* terdapat mikrokontroler AVR seri ATmega 2560 yang merupakan produk dari Atmel.

Flex sensor

Flex Sensor adalah sensor gerak dengan cara kerja mengeluarkan perubahan resistansi akibat adanya perubahan lekukan pada kontur sensor. Menurut Muslimin dkk (2014) Sensor *flex* yang digunakan berukuran 4,5 inci memiliki 2 kaki pin, dengan bentuk fisik tipis memanjang dan lentur. Sensor ini mengeluarkan *output* berupa resistansi. Dua pin kaki sensor tersebut, jika salah satu pin diberikan tegangan +5 volt maka pin yang lainnya sebagai *output* serta tegangan 0 volt. Prinsip kerja sensor *flex* ini mirip dengan variabel resistor. Sensor *flex* akan memberikan resistansi kepada mikrokontroler melalui rangkaian pembagi tegangan. Rangkaian pembagi tegangan berfungsi membagi tegangan input menjadi beberapa bagian tegangan output. Rangkaian pembagi tegangan pada dasarnya dapat dibuat dengan 2 buah resistor. Dari rangkaian pembagi tegangan diatas dapat dirumuskan:



- V_{out} : tegangan keluaran
 R_1 : resistor 1
 R_2 : resistor2
 V_{cc} : tegangan input

Motor servo

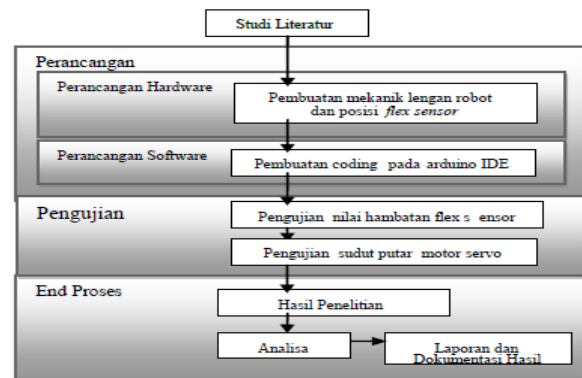
Motor Servo adalah sebuah motor dengan sistem *closed feedback* dimana posisi dari motor akan diinformasikan kembali pada rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo.

ADC (Analog to Digital Converter)

ADC adalah proses pengubahan sinyal analog menjadi sinyal digital. Proses pengubahan terjadi pada konverter/pengubah yang dikenal dengan *analog to digital converter*.

METODE

Rancangan penelitian



Gambar 1. Rancangan penelitian.

Pada sarung tangan dan siku dipasangkan *flex sensor*. Ketika ditekuk, maka *flex sensor* mengalami perubahan nilai resistansi. Perubahan nilai dari *flex sensor* akan dikirimkan ke mikrokontroler. Nilai tersebut akan diubah menjadi sinyal digital oleh port ADC pada mikrokontroler. Dalam program, nilai ADC diolah sehingga menghasilkan nilai untuk menggerakkan setiap motor servo pada lengan robot.

Perancangan hardware

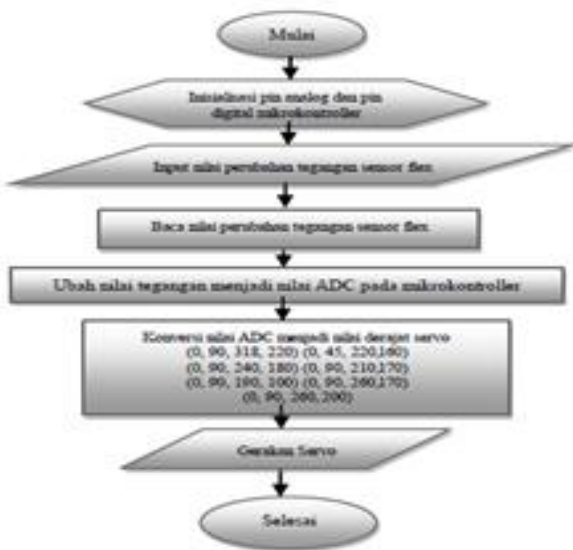


Gambar 2. Perancangan hardware.

Hasil percobaan sebaiknya ditampilkan dalam berupa grafik ataupun tabel. Untuk grafik dapat mengikuti format diagram dan gambar. Skema rangkaian perancangan lengan robot ini terdiri dari *flex sensor*, Aduino mega 2560, motor servo, *power supply*.

Adapun skema rangkaian terdiri dari Arduino mega 2560, *flex sensor*, dan motor servo. Pada rangkaian ini, *flex sensor* berfungsi sebagai pembaca gerakan lengan dan jari. Pada saat lengan dan jari digerakkan, maka nilai dari resistansi *flex sensor* ini akan berubah. Untuk dapat membaca perubahan resistansi ini pada arduino, maka digunakan rangkaian pembagi tegangan dengan resistor bernilai 10 KΩ. Pada rangkaian ini terdapat 7 buah rangkaian pembagi tegangan yang masing-masing digunakan untuk *flex sensor*1, *flex sensor* 2, dan *flex sensor* 3 sampai *flex sensor* 7. Masing-masing dari keluaran rangkaian pembagi tegangan ini diinputkan ke pin analog A0, A1, dan A2 sampai A6 pada arduino. Nilai resistansi *flex sensor* yang terbaca akan berubah menjadi nilai tegangan, nilai tegangan (analog) akan menjadi input pada mikrokontroler yang dikonversikan menjadi sinyal digital menjadi sudut perputaran untuk memutar motor servo pada lengan dan jari robot. Masing-masing servo diberi *supply* tegangan dari luar.

Perancangan software



Gambar 3. Perancangan software.

Pada perancangan software arduino, pertama kali yang dilakukan adalah menentukan pin-pin yang digunakan. Adapun pin-pin yang digunakan pada perancangan sistem kali ini adalah pin analog input A0A6 dan juga 7 buah pin output digital 2-7 untuk mengontrol motor servo. Selanjutnya pembacaan nilai ADC untuk mendapatkan nilai perubahan dari *flexsensor* dan dikonversi kedalam nilai sudut putar. Nilai dari sudut putar inilah yang nantinya akan dikirimkan ke pin output digital yang akan mengontrol sudut perputaran dari motor servo.

PEMBAHASAN

Sistem ini terdiri dari 3 bagian utama:

Flex sensor

Tabel 1. Konfigurasi sensor.

Nomor Sensor	Letak Sensor
Sensor 1	Siku
Sensor 2	Pergelangan tangan
Sensor 3-7	Jari (Sarung tangan)

Letak flex sensor, seperti pada tabel 1 masing-masing *flex sensor* dihubungkan pada pin A0, A1, A2, A3, A4, A5, dan A6. Sensor pertama diletakkan pada siku yang digunakan untuk memindahkan benda. Sensor kedua diletakkan pada pergelangan tangan yang berguna untuk mengangkat dan menurunkan benda. Dan sensor yang diletakkan pada jari (sarung tangan) berguna untuk mengenggam benda.

Lengan robot

Salah satu robot yang penting dan banyak digunakan di dunia adalah *arm robot*/lengan robot karena tingkat penggunaannya yang sangat tinggi dan banyak diterapkan pada dunia industri (Firmansyah dkk, 2014). Lengan robot dibuat seperti lengan manusia, terdiri dari 3 bagian utama yaitu bagian jari yang berfungsi sebagai penggenggam benda, bagian pergelangan tangan, dan bagian siku. Masing-masing bagian tersebut digerakkan menggunakan motor servo. Motor servo pada replika lengan robot diatas dirancang bergerak dengan batasan-batasan tertentu yaitu motor servo pada gripper dapat bergerak dari posisi terbuka sampai posisi mengepal. Untuk pergelangan tangan motor servo dibatasi pergerakannya dari 0⁰ sampai 40⁰. Sedangkan motor servo pada bagian siku dibatasi pergerakannya dari 0⁰ sampai 90⁰.

Pengujian sensor

Pengujian *flex sensor* bertujuan untuk melihat perubahan nilai resistansi yang terjadi pada sensor. Masing-masing sensor diuji dengan sudut dari 0⁰ sampai 90⁰ dan sensor sarung tangan (jari) diuji pada saat keadaan membuka dan pada saat telapak tangan mengepal.

1. Pengujian flex sensor pada pergelangan tangan diatas nantinya berguna untuk menggerakkan pergelangan pada replika lengan robot. Posisi sudut yang digunakan flex sensor pada pergelangan tangan berdasarkan beberapa kondisi yaitu dengan sudut minimal 0⁰ sampai sudut maksimal 40⁰ sesuai dengan penjelasan pada implementasi replika lengan robot.
2. Pengujian Sensor Flex pada Siku
Pengujian servo pada bagian siku terdiri atas sudut yang diinginkan pada siku dengan sudut yang

terbaca pada motor servo. Sudut yang dibentuk pada siku manusia diambil acak dalam *range* 0° sampai 90° .

3. Pengujian Sensor Flex pada Jari
Posisi sensor flex pada jari berdasarkan kepada dua kondisi yaitu pada saat membuka dan mengepal.
4. Pengujian Servo pada Siku
Secara keseluruhan, hasil pengujian servo pada siku terdiri atas sudut yang diinginkan dengan sudut yang terbaca pada motor servo secara acak.
5. Pengujian Servo pada Pergelangan Tangan
Pengujian servo pada bagian pergelangan tangan terdiri atas sudut yang diinginkan pada pergelangan tangan dengan sudut yang terbaca pada motor servo.
6. Pengujian Servo pada Jari
Pengujian servo pada bagian jari robot terdiri atas sudut yang diinginkan pada jari manusia dengan sudut yang terbaca pada motor servo. Sudut yang dibentuk pada jari manusia diambil dalam *range* 0° saat membuka dan 90° saat mengepal.
7. Pengujian Secara Keseluruhan
Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan dengan cara menggenggam, mengangkat dan meletakkan benda uji ke tujuan. Benda uji yang beratnya tidak lebih dari 0,5 kg diletakkan dalam jangkauan *gripper*.

Hasil percobaan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2. Hasil percobaan.

No	Percobaan		Keterangan
	Menggenggam	Mengangkat	Meletakkan
1	Berhasil	Berhasil	Berhasil
2	Berhasil	Berhasil	Berhasil
3	Berhasil	Tidak Berhasil	Tidak Berhasil
4	Berhasil	Berhasil	Berhasil
5	Berhasil	Berhasil	Berhasil
6	Berhasil	Berhasil	Tidak Berhasil
7	Berhasil	Berhasil	Berhasil
8	Berhasil	Berhasil	Berhasil
9	Berhasil	Berhasil	Berhasil
10	Berhasil	Berhasil	Berhasil

KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian dan analisa yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal yaitu:

1. Sensor flex rata-rata perubahan resistansi dan tegangan keluaran masing-masing sensor setiap ditekuk 1° untuk menggerakkan lengan robot adalah $0,18k\Omega$ sensor pertama, $0,17 k\Omega$ sensor kedua. Sensor flex pada jari diukur dengan 2 kondisi membuka dan mengepal.
2. Nilai error rata-rata resistansi (multimeter) terhadap resistansi (teori) adalah sensor pergelangan tangan $0,51\%$, dan sensor siku $1,72\%$.
3. Nilai resistansi sensor flex tidak tetap atau selalu berubah-ubah sehingga menyebabkan gerakan lengan robot terlalu bergetar.
4. Nilai eror rata-rata sudut diinginkan pada pergelangan tangan terhadap sudut yang terbaca pada motor servo pada replika lengan robot adalah pergelangan tangan $7,15\%$, siku $4,73\%$. Pada jari robot diukur pada keadaan membuka dan mengepal.
5. Tingkat keberhasilan lengan robot dapat menggenggam, mengangkat, dan meletakkan benda uji dalam 10 kali percobaan sebesar 80% .

DAFTAR PUSTAKA

- Eugene. 1976. *Dasar-dasar Ekonomi Teknik*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Firmansyah dkk, 2014. Perancangan Lengan Robot 5 Derajat Kebebasan dengan Pendekatan Kinematika. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, vol.11, no. 2, p: 69-72.
- Muslimin dkk. 2014. Penerapan Flex – Sensor Pada Lengan Robot Berjari Pengikut Gerak Lengan Manusia Berbasis Mikrokontroler. *Technologic*. Vol. 5, no. 2, p: 7-20.
- Wisnu Jatmiko dkk, 2012. *Robotika: Teori dan Aplikasi*. Cetakan ke 1. Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indonesia.
- Yulianto dan Ramadan, 2014. Sistem Kendali Robot Manipulator Pemindah Barang Dengan Umpan Balik Visual. *Jurnal Ilmiah Mikrotek*, Vol.1, no.2 p: 1-8.