

APLIKASI FLEXIFORCE PADA ROBOT PEMINDAH BARANG OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER AVR ATMEGA 8

Tresna Dewi, Pola Risma
Program Studi Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Sriwijaya

ABSTRAK

Robot is an electromechanical system having the capability in doing dirty, dull, dangerous or inaccessible tasks since robot has high accuracy, speed and never get bored nor die. Most applied type of robot in industry is arm robot, one of them is the-pick-and-place arm robot. Flexiforce sensor applied to the-pick-and-place arm robot system as weight detector and microcontroller AVR ATMEGA 8 as the controller. The output voltage of flexiforce sensor is the input of microcontroller. The sample boxes lifted by the pick-and-place arm robot are 100 gr, 160 gra and 220 gram and the arm robot choose which one to lift based on detected weight. The boxes weight are displayed in LCD (liquid crystal display). As the boxes weight detected by flexiforce sensor, the data will be inputted to microcontroller and microcontroller will instruct servo motor and gripper at the end effector of arm robot to move and pick the boxes (position limited to 135 degree). The arm robot will place the box to final position and continuously pick and place other boxes. Flexiforce sensor works based on resistance applied to it, the heavier the boxes, the bigger resistance will be and the bigger applied resistance the bigger V_{out} will be.

Keyword: sensor flexiforce, pick-and-place arm robot

PENDAHULUAN

Robot merupakan sistem *electro mechanical* yang dapat melakukan tugas fisik baik secara otomatis maupun secara manual. Dalam dunia industri pemanfaatan robot semakin meningkat, hal ini dikarenakan robot dapat membantu dan memudahkan aktivitas manusia.

Robot yang digunakan dalam industri biasanya robot berbentuk lengan mekanis, misalnya dipergunakan sebagai robot pengelas pada industri mobil, robot yang menangani bahan kimia beracun pada industri kimia, dan sebagainya.

Robot pemindah barang berdasarkan ukuran berat secara otomatis dirancang dengan menggunakan mikrokontroler AVR ATMEGA 8, serta dengan bantuan sensor *flexiforce* dan motor servo. Mikrokontroler merupakan pusat pengendali robot lengan, dimana mikrokontroler ini memiliki 3 port I/O, dan sudah dilengkapi dengan ADC. Sensor *flexiforce* berfungsi untuk mendeteksi keadaan barang beserta ukuran beratnya sehingga program untuk menggerakkan robot akan aktif dan motor servo berfungsi sebagai actuator penggerak mekanik *arm* robot.

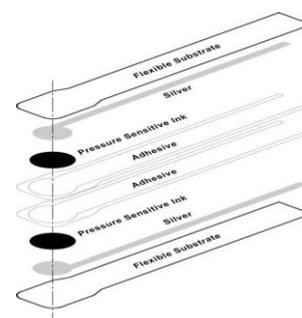
Tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari aplikasi flexiforce pada robot pemindah barang otomatis berbasis mikrokontroler AVR ATMEGA 8

Sensor *Flexiforce*

Sensor *flexi force* adalah sensor berat yang berbentuk *printed circuit* yang ultra-tipis yaitu 0,008 in dan fleksibel, seperti pada gambar 1. *Flexiforce* terbuat dari beberapa lapisan yang dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 1. FlexiForce



Gambar 2. Konstruksi Bahan Pembuatan pada Flexiforce

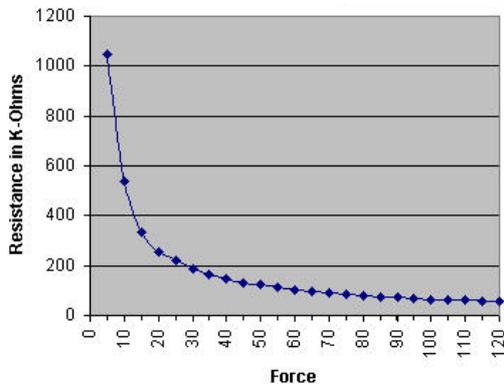
Pada lapisan *Flexible Substrate* terbuat dari dua lapisan substrat (polyester) film yang digunakan sebagai pembungkus kemasan *Flexiforce*. Kemudian dilapisi dengan lapisan *silver* yang terbuat dari bahan Polimida, setiap lapisan terbuat dari konduktif (perak), dan diikuti oleh lapisan dengan lapisan *Pressure Sensitive Ink*. Untuk menggabungkan antar lapisan yang

satu dengan yang lainnya, digunakan bahan *Adhesive*, sehingga kedua lapisan substrat dapat dilaminasi untuk membentuk sensor gaya berat. Untuk mempermudah pemfokusan pendeteksian, maka bagian pendeteksian *Flexiforce* dibuat berbentuk lingkaran. Apabila bagian pendeteksian sensor aktif, maka lapisan *Silver* akan mengaktifkan konektor yang ada pada ujung sensor, sehingga dapat dihubungkan ke dalam rangkaian sistem minimum. (<http://www.google.com/Flexiforce/Usermanual>, diakses 18 April 2011, 20:00)

Prinsip Kerja Sensor *Flexiforce*

Sensor *Flexiforce* memiliki keadaan awal sebagai nilai batasan minimum yaitu sebesar 0 gram dan nilai batasan maksimum sebesar 450 gram dalam mendeteksi berat, berat yang memiliki nilai dibawah batasan minimum tidak akan terdeteksi oleh sensor *flexiforce*.

Sensor berat mengkonversikan ukuran berat ke dalam bentuk Ohm. Atau dengan kata lain bahwa berat berbanding terbalik dengan resistansi, dimana semakin besar beban berat yang dideteksi maka semakin kecil nilai resistansinya. Grafik dibawah ini menunjukkan hubungan antara ukuran berat dengan resistansi.



Gambar 3. Grafik Hubungan Antara Resistansi dengan Berat

Karakteristik Sensor *Flexiforce*

Sensor *flexiforce* memiliki karakteristik sebagai berikut :

1. *Physical Properties*

- Ketebalan *Flexiforce* yaitu 0,208 mm (0,008 in)
- Panjang *Flexiforce* : 197 mm (7,75in)
- Lebar : 14mm (0,55 in)
- Diameter *Sensing Area* : 9,53 mm (0,372 in)
- *Connector* : 3-pin *Male* (*Center pin is inactive*)
- *Pin Spacing* : 2,54 mm (0,1 in)
- *Substrate* : Polyster

2. *Standard Force Range*

- 0 – 1 lb atau 0 gram – 453 gram dengan gaya berat 0 N – 4,4 N
- 0 – 25 lb atau 0 gram – 11339 gram dengan gaya berat 0 N – 110 N
- 0 – 100 lb atau 0 gram – 45359 gram dengan gaya berat 0 N – 440 N

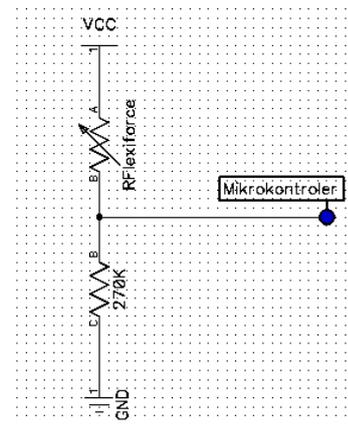
Untuk mendeteksi berat di atas 100 lb, maka diperlukan rangkaian tambahan yaitu menggunakan rangkaian amplifier. Pada robot pemindah barang sesuai dengan ukuran berat, menggunakan *standard force range* sebesar 0 – 1 lb.

3. *Typical Performance*

- *Linearity (Error)* : $< \pm 3\%$
- *Repeatability* : $< \pm 2.5\%$
- *Hysteresis* : $< \pm 4,5\%$
- *Respon Time* : $< 5\mu$ second

(<http://www.tekscan.com/flexible-force-sensors>, diakses Tanggal 25 Mei 2011, 09:30)

Rangkaian Sensor *Flexiforce*



Gambar 4 Rangkaian Sensor *Flexiforce*

Berdasarkan gambar.4, untuk memperoleh tegangan output sensor maka dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$V_{outsensor} = \frac{R_{BC}}{R_{AB} + R_{BC}} \times V_{CC} \quad \dots (1)$$

Di mana:

- V_{out} = Tegangan output sensor (Volt)
- R_{AB} = Resistansi R_{AB} (Ohm)
- R_{BC} = Resistansi R_{BC} (Ohm)
- V_{CC} = Tegangan catu (Volt)

Mikrokontroler AVR ATmega 8

Mikrokontroler ASVR ATmega8 adalah AVR penyempurnaan dari mikrokontroler AVR terdahulu AT90S/LS4433. Salah satu aspek yang menarik adalah desain bentuk yang kecil, hanya 5×5 mm tetapi memberikan performa tinggi dalam kemasan kecil dan dilengkapi dengan *Analog Digital Converter* (ADC). Selain itu piranti ini dapat bekerja pada frekuensi 16MHz yang membuat piranti ini semakin menarik saja. Selain yang bekerja pada tegangan 4.5V-5.5V ada juga yang bekerja pada tegangan 3V yaitu ATmega8.

Tabel.1 Feature AVR ATmega 8

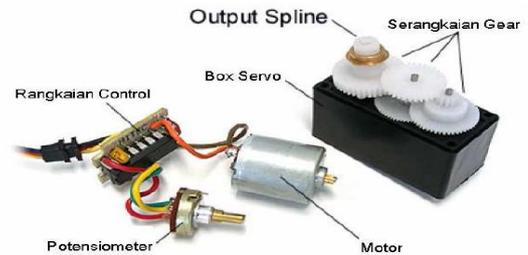
Memory	
Flash Memory	8kB
EEPROM Data Memory	512B
SRAM Data Memory	1024 B
General Purpose Registers (Acc)	32
MCU Specific	
Clock Frequency	0 – 16 MHz
Supply Voltage	4.5 – 5.5 V
Sleep Modes	5
Hardware Multiplier	Yes
I/O Pins	23
On Chip oscillator	Yes
Interrupts	18
Interrupts, External pins	2
Brown-out Detection	Yes
Power-on Reset	Yes
Fully Static Operation	Yes
Timers/Counter	0 – 16 MHz
Timer/counter (8 bit)	2
Pulse Width Modulator	3 ch

Motor Servo

Motor servo adalah sebuah motor dengan sistem *closed feedback* di mana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor, serangkaian gear, potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur

Motor servo biasanya hanya bergerak mencapai sudut tertentu saja dan tidak *continue* seperti motor DC maupun motor stepper. Walau demikian, untuk beberapa keperluan tertentu, motor servo dapat dimodifikasi agar bergerak kontinyu. Pada robot, motor ini sering digunakan untuk bagian kaki, lengan atau bagian-bagian lain yang mempunyai gerakan terbatas dan membutuhkan torsi cukup besar.

Motor servo mampu bekerja dua arah (CW dan CCW) dimana arah dan sudut pergerakan rotornya dapat dikendalikan hanya dengan memberikan pengaturan *duty cycle* sinyal PWM pada bagian pin kontrolnya.

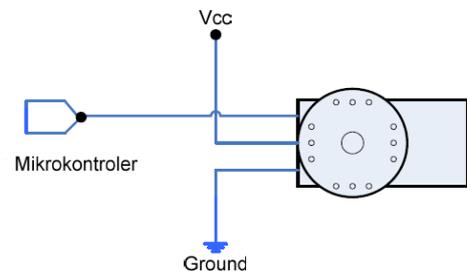


Gambar 5. Motor Servo

(http://www.google.com/Motor_servo/, diakses 23 Maret 2011, 20:30)

Motor servo memiliki :

- 3 jalur kabel : power, ground, dan control
- Sinyal control mengendalikan posisi
- Konstruksi di dalamnya meliputi *internal gear*, potensiometer, dan *feedback control*.

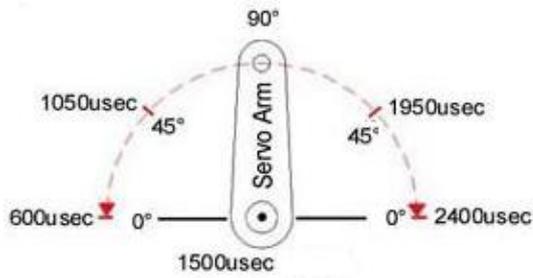


Gambar 6. Pengkabelan Pada Motor Servo

Pulse Width Modulation

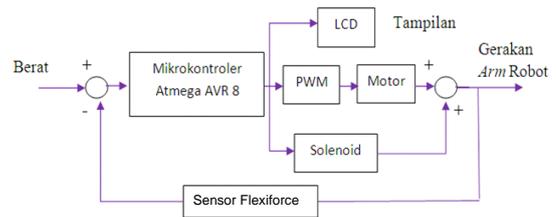
Pulse Width Modulation (PWM) merupakan suatu cara proses pengaturan kecepatan secara digital yang digunakan pada motor servo dengan memberikan pulsa-pulsa untuk waktu *on* dan *off* atau sebuah cara pengalihan daya dengan menggunakan sistem lebar pulsa untuk mengemudikan kecepatan putaran motor DC yang ada di dalam motor servo, jadi sebenarnya yang diatur adalah rasio waktu pemberian tegangan kepada motor servo. Perbandingan panjang waktu *on* (*high*) yang lebih lama dari pada waktu *off* (*low*) akan membuat motor servo berputar lebih cepat. (Applied Robotics , Wise, 1999).

Metode PWM dikerjakan oleh mikrokontroler. Metode PWM ini akan mengatur lebar atau sempitnya periode pulsa aktif yang dikirimkan oleh mikrokontroler ke driver motor yang ada di dalam motor servo.

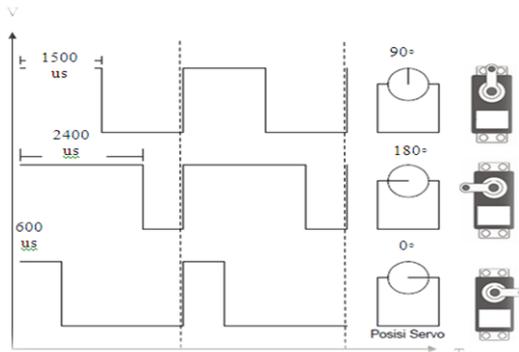


Gambar 7. Ilustrasi Pergerakan Sudut pada Motor Servo

Blok Diagram



Gambar 9. Blok Diagram

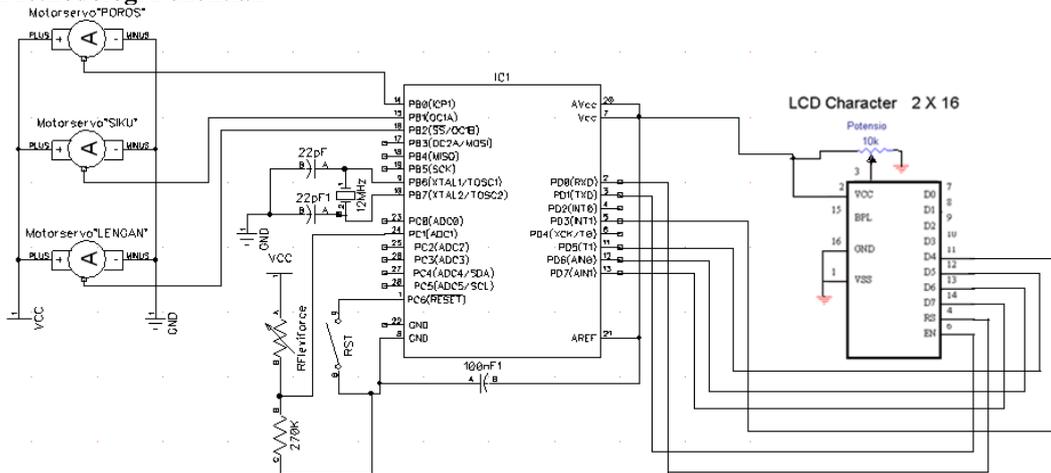


Gambar 8. Timing Diagram Pemberian Pulsa pada Motor Servo

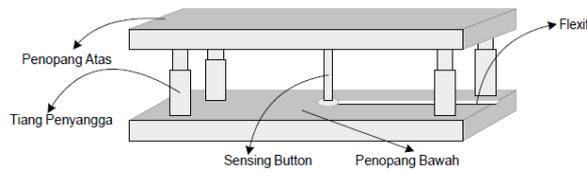
Prinsip kerja blok diagram pada gambar 3.1 adalah sebagai berikut:

1. Berat barang dideteksi oleh sensor berat *flexiforce* yaitu 100 gr, 160 gr, dan 220 gr.
2. Apabila barang terdeteksi oleh sensor berat *flexiforce*, maka sensor memberikan input ke microcontroller dan microcontroller akan menginstruksikan motor servo untuk bergerak ke posisi 135° rad.
3. Setelah dari posisi 135° rad, *arm robot* akan bergerak ke posisi 0° rad untuk memindahkan barang ke tempat berikutnya.
4. Ukuran berat barang akan ditampilkan pada LCD.

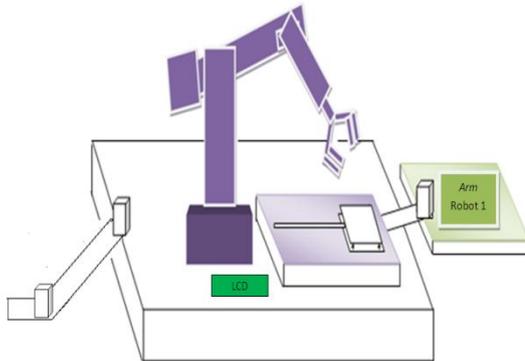
Methodologi Penelitian



Gambar 11. Ilustrasi Pergerakan Sudut pada Motor Servo



Gambar 12. Rangkaian Mekanik Sensor Berat flexiforce



Gambar 13 DesignArm Robot

Tabel 3 Spesifikasi Alat

No.	Parameter	Keterangan
1.	Input DC source	5VDC
2.	Input AC source	220 VAC
3.	Berat Barang 1	60 gr
4.	Berat Barang 2	80 gr
5.	Berat Barang 3	100 gr
6.	Tinggi Robot	44,5 cm
7.	Luas Base Robot	50 cm x 50 cm

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan konstruksi rangkaian sensor berat *flexiforce*, untuk memperoleh tegangan output sensor maka dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$V_{out\ sensor} = \frac{R_{BC}}{R_{AB} + R_{BC}} \times V_{CC}$$

Dimana, $R_{AB} = R_{flexiforce}$

$R_{BC} = 270\ K\Omega$

V_{CC} (Tegangan input) = 5 Volt

Data hasil pengukuran dan perhitungan pada sensor *flexiforce* dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Data hasil pengukuran dan perhitungan pada sensor flexiforce

No	Berat (gr)	Mikrokontroler	Robot arm	RBC (KΩ)	PENGUKURAN		PERHITUNGAN	
					R flexiforce RAB (MΩ)	Vout Sensor	R flexiforce RAB (MΩ)	Vout Sensor
1	30	0	0	270	0	0	0	0
					0	0		
					0	0		
2	40	0	0	270	0	0	0	0
					0	0		
					0	0		
3	100	1	1	270	10.42	0.09	10.53	0.125
					10.5	0.11		
					10.67	0.13		

4	160	1	1	270	1.03	0.82	1.13	0.96
					1.12	0.83		
					1.24	0.9		
5	220	1	1	270	0.4	1.58	0.5	1.75
					0.5	1.6		
					0.6	1.62		

Keterangan :

Nilai 0 dan 1 pada mikrokontroler dan robot *arm* adalah 0 kondisi nonaktif dan 1 dalam kondisi aktif.

Pada Pengukuran :

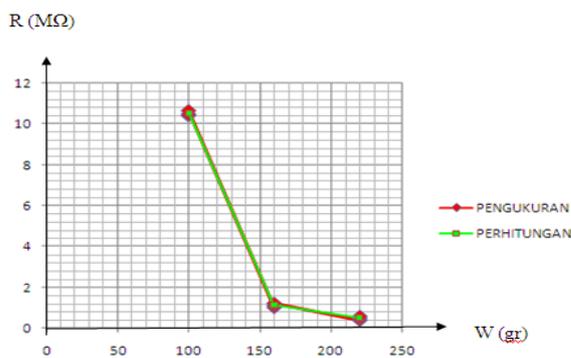
Kondisi 0 = 0 Volt

Kondisi 1 = 4,4 Volt

Berdasarkan tabel 4.dapat dianalisa bahwa prinsip kerja sensor *flexiforce* yaitu semakin berat barang maka semakin kecil nilai resistansinya, sebaliknya semakin berat barang maka semakin kecil nilai V_{out} sensor. Hal ini dikarenakan bahwa nilai V_{out} tergantung pada besarnya resistansi pada *flexiforce*

Hubungan Antara Berat dengan Resistansi

Dari hasil pengukuran dan perhitungan sensor berat pada tabel 4 maka dapat dibuat sebuah grafik yang menunjukkan hubungan antara resistansi dengan berat dapat dilihat pada gambar 14.

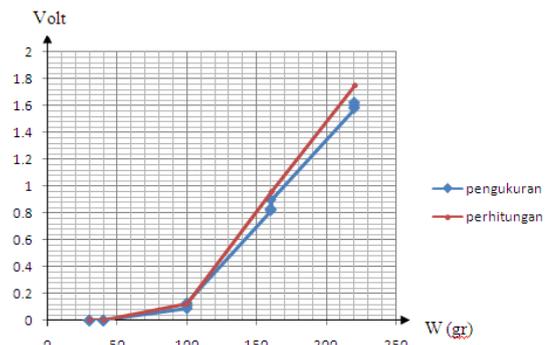


Gambar 14. Grafik Hubungan Antara Resistansi dengan Berat

Berdasarkan gambar 14.dapat dianalisa bahwa berat berbanding terbalik dengan resistansi, dimana semakin berat barang yang dideteksi maka semakin kecil nilai resistansinya. Sensor berat mengkonversikan ukuran berat ke dalam bentuk Ohm. Pada grafik dapat dilihat perbandingan antara pengukuran dan perhitungan yaitu nilai resistansi yang dihasilkan tidak jauh berbeda.

Hubungan Antara Berat dengan Tegangan

Dari hasil pengukuran dan perhitungan sensor berat pada tabel 4 maka dapat dibuat sebuah grafik yang menunjukkan hubungan antara tegangan dengan berat dapat dilihat pada gambar 15.



Gambar 15. Grafik Hubungan Antara Tegangan dengan Berat

Berdasarkan gambar 15.dapat analisa bahwa sensor berat *flexiforce* akan mendeteksi barang sebesar 100 gr, 160 gr, dan 220 gr . Berat barang dapat mempengaruhi besar tegangan dimana semakin berat barang semakin besar tegangan, tetapi nilai tegangan akan berubah secara signifikan pada saat barang ≥ 100 gr yaitu sekitar 0,8 Volt. Jika berat barang < 100 gr, maka perubahan tegangan hampir tidak terlihat secara signifikan yaitu sebesar 0,125 Volt. Pada grafik hubungan antara tegangan dapat dilihat bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara pengukuran dan perhitungan.

Tabel 5. Hasil Pengujian Sensor Berat flexiforce dengan Timbangan Terstandar merek TANITA

NO.	BERAT BARANG (gr)	PENGUJIAN	
		SENSOR FLEXIFORCE (gr)	TIMBANGAN TERSTANDA R (gr)
1	40	40	40
2	100	100	100
3	160	160	160
4	220	220	210
5	280	280	280

Berdasarkan tabel 5.dapat dianalisa bahwa berat barang yang diujikan menggunakan timbangan terstandar tidak jauh berbeda dengan pengujian menggunakan sensor berat flexiforce, hanya saja terjadi penyimpangan pada pengujian keempat yaitu sekitar 5%. Dengan melakukan pengujian lima kali hanya satu kali yang mengalami penyimpangan. Berdasarkan hal tersebut dapat dikatakan bahwa sensor berat flexiforce memiliki tingkat akurasi yang cukup tinggi, karena pengoperasian arm robot memerlukan pendeteksi barang yang akurat dengan ukuran barang yang telah ditentukan.

Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan dapat dianalisa bahwa aplikasi sensor berat flexiforce pada robot pemindah barang yaitu sensor berat flexiforce akan mendeteksi barang berdasarkan berat barang. Robot pemindah barang yang diaplikasikan merupakan robot industri yang berbentuk robot arm. Prinsip kerja dari robot pemindah barang berdasarkan berat barang yaitu sensor berat akan mendeteksi barang yang beratnya 100 gr, 160 gr, dan 220 gr.

Setelah barang dideteksi oleh sensor, maka sensor berat flexiforce akan mengaktifkan mikrokontroler untuk menginstruksikan motor servo pada arm robot bergerak untuk mengambil barang. Posisi pengambilan barang yaitu 135^0 rad. Selanjutnya arm robot akan mengangkat dan memindahkan barang yang terdeteksi oleh sensor berat flexiforce ke tempat peletakkan barang yaitu pada posisi 0^0 rad. Proses pemindahan barang berdasarkan ukuran berat akan dilakukan secara continue dengan berat barang yang berbeda yaitu 100 gr, 160 gr, dan 220 gr.

Kesimpulan

Aplikasi sensor berat flexiforce pada robot pemindah barang digunakan untuk mendeteksi barang berdasarkan berat barang yang telah ditentukan yaitu 100 gr, 160 gr, dan 220 gr.Sensor berat flexiforce bersifat resistif dimana flexiforce

berpengaruh terhadap resistansi yaitu semakin berat barang maka semakin kecil nilai resistansi atau dengan kata lain ukuran berat barang berbanding terbalik dengan resistansi.Hubungan antara tegangan dengan berat yaitu tegangan dari sensor berat berbanding lurus dengan berat yang dideteksi.Flexiforce juga berpengaruh terhadap tegangan yaitu semakin berat barang maka semakin besartegangan ke mikrokontrolerkarena nilai Vout yang dihasilkan tergantung dari besarnya resistansi pada flexiforce. Hal ini sesuai dengan prinsip pembagi tegangan.Data pengukuran dan perhitungan tidak terdapat perbedaan yang signifikan baik secara elektronik dan pengujian dengan timbangan terstandar.

Saran

Robot pemindah barang yang berbentuk lengan, bisa dijadikan dasar pengembangan untuk robot selanjutnya dengan mengaplikasikan arm robot pada mobile robot, maka akan diperoleh robot pemindah barang yang dapat bergerak sehingga tidak perlu menggunakan belt conveyor.

Daftar Pustaka

1. Paul, Malvino, Albert. 1996. Prinsip-Prinsip Elektronika, Jilid 1, Edisi Ketiga. Erlangga. Jakarta.
2. <http://www.google.com/definisisensor>, Diakses 18 April 2011, 15:00
3. <http://www.google.com/Flexiforce/Usermanual>, Diakses 18 April 2011, 20:00
4. <http://www.tekscan.com/flexible-force-sensors>, Diakses Tanggal 25 Mei 2011, 09:30
5. <http://www.alldatasheet.com/MicrocontrollerATmega8/>, Diakses 23Maret 2011, 20:00
6. <http://www.google.com/MicrocontrollerATmega8/Petra>, Diakses 23Maret 2011, 20:00
7. http://www.google.com/Motor_servo/, Diakses 23 Maret 2011, 20:30
8. http://www.societyofrobots.com/actuators_solenoids.shtml, Diakses 14 April 2011, 12:25