

NASKAH PUBLIKASI

**PERANCANGAN SIMULASI ALAT BANTU PEMINDAH BARANG
PADA INDUSTRI MANUFAKTUR DENGAN ROBOT LENGAN**
(Studi Kasus: Laboratorium Teknik Industri UMS)



Disusun Oleh :

HARDITYA PRATAMA PUTRA

NIM : D 600 090 029

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2013**

HALAMAN PENGESAHAN

**PERANCANGAN SIMULASI ALAT BANTU PEMINDAH BARANG
PADA INDUSTRI MANUFAKTUR DENGAN ROBOT LENGAN
(Studi Kasus: Laboratorium Teknik Industri UMS)**

Hari/Tanggal :

Jam :

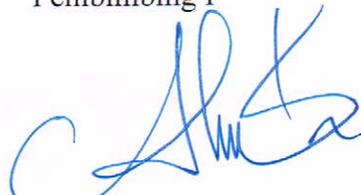
Disusun Oleh:

HARDITYA PRATAMA PUTRA

D 600 090 029

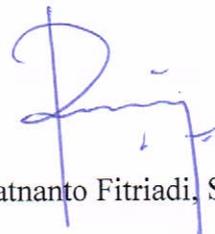
Mengesahkan:

Pembimbing I



(A Kholid Al Ghofari, ST. MT)

Pembimbing II



(Ratnanto Fitriadi, ST. MT)

SURAT PERSETUJUAN ARTIKEL PUBLIKASI ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini pembimbing Skripsi/ Tugas akhir :

Nama : Ahmad Kholid Al Ghofari, ST, MT

NIP/ NIK :

Nama : Ratnanto Fitriadi, ST, MT

NIP/ NIK :

Telah Membaca mencermati naskah publikasi ilmiah, yang merupakan ringkasan Skripsi (Tugas Akhir) dari mahasiswa :

Nama : Harditya Pratama Putra

Nim : D600 090 029

Program Studi : Teknik Industri

Judul Skripsi : Perancangan Simulasi Alat Bantu Pemindah Barang Pada

Industri Manufaktur Dengan Robot Lengan (Studi Kasus:

Laboratorium Teknik Industri UMS)

Naskah artikel tersebut, layak dan dapat di setujui untuk di publikasikan

Demikian persetujuan yang di buat, semoga dapat dipergunakan sepenuhnya.

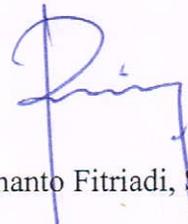
Surakarta, November 2013

Pembimbing I



(Ahmad Kholid Al Ghofari, ST, MT)

Pembimbing II



(Ratnanto Fitriadi, ST, MT)

SURAT PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Bismillahirrahmanirrohim

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya:

Nama : Harditya Pratama Putra
NIM : D600 090 029
Fakultas/jurusan : TEKNIK / Teknik Industri
Jenis : Skripsi
Judul : Perancangan Simulasi Alat Bantu Pemindah Barang Pada
Industri Manufaktur Dengan Robot Lengan (Studi Kasus:
Laboratorium Teknik Industri UMS)

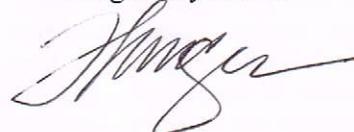
.Dengan ini saya menyatakan bahwa saya menyetujui untuk :

- Memberikan hak bebas royalti kepada Perpustakaan UMS atas penulisan karya ilmiah, demi pengembangan ilmu pengetahuan.
- Memberikan hak menyimpan, menyediakan/mengalih formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya serta menampilkannya dalam bentuk *softcopy* untuk kepentingan akademis kepada Perpustakaan UMS, tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta.
- Bersedia dan menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan Perpustakaan UMS, dari semua bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta karya ilmiah ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan semoga dapat digunakan sebagaimana mestinya

Surakarta, November 2013

Yang menyatakan



Harditya Pratama Putra

**PERANCANGAN SIMULASI ALAT BANTU PEMINDAH BARANG PADA INDUSTRI
MANUFAKTUR DENGAN ROBOT LENGAN**
(Studi Kasus: Laboratorium Teknik Industri UMS)

**Harditya Pratama Putra^[1], Ahmad Kholid Al ghofari, ST, MT^[2], Ratnanto Fitriadi, ST,
MT^[3]**

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417
Email : pratamaaditya844@yahoo.com

ABSTRAK

Robot lengan adalah salah satu dari banyak robot yang sering digunakan untuk melakukan pekerjaan berat dan berulang-ulang pada industri manufaktur. Pada penelitian ini, penulis akan membuat sebuah simulasi robot lengan pemindah barang dengan robot ukuran minimalis dengan *IC mikrokontroler ATmega8535* dan bahasa pemrograman *C* beserta *diagram ladder* sebagai program *PLC*. Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui perancangan robot lengan pemindah barang berbasis *mikrokontroler ATmega8535* sebagai media pembelajaran di laboratorium teknik industri Universitas Muhammadiyah Surakarta dan mengetahui cara kerja robot lengan pemindah barang di laboratorium teknik industri Universitas Muhammadiyah Surakarta. Tahap perancangan robot lengan ini, terdiri dari dua tahapan yaitu merancang *hardware* dan *software* robot. Merancang *hardware* robot lengan yaitu merakit robot lengan, membuat rangkaian *minimum system*, *regulator*, dan sensor *proximity*. Sedangkan merancang *software* robot lengan yaitu menginstal *software* dan memprogram robot lengan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa robot lengan dikendalikan dengan *IC mikrokontroler ATmega8535* dengan bahasa pemrograman *C* dan *diagram ladder*. Robot lengan akan bergerak mengambil dan memindahkan *objek* apabila terdapat *objek* yang berhenti tepat pada sensor *proximity* yang terhubung langsung ke *PIND.5 IC mikrokontroler ATmega8535*. Robot lengan berbasis *mikrokontroler* ini akan diintegrasikan dengan *conveyor* ukuran minimalis yang dilengkapi dengan berbagai sensor seperti warna dan *proximity* dan diprogram menggunakan *diagram ladder* dengan *software GMWIN 4.0*.

Kata Kunci: *Robot lengan, IC mikrokontroler ATmega8535, Pemrograman bahasa C, diagram ladder, dan PLC.*

Pendahuluan

Pada zaman sekarang ini, perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi berkembang semakin pesat. Khususnya dalam bidang elektronika, komputer, dan *software*. Hal itulah yang menuntut setiap orang untuk lebih siap dalam menghadapi persaingan, salah satunya dalam dunia kerja. Perusahaan-perusahaan besar saat ini saling berkompetisi dalam hal berinovasi untuk meningkatkan produktivitas perusahaan. Banyak perusahaan memanfaatkan teknologi yang memiliki kecepatan, akurasi, dan keandalan yang tinggi serta mudah dalam hal pengoperasiannya sebagai alat untuk menunjang produktivitas mereka, salah satunya robot.

Dalam industri manufaktur sekarang ini, telah banyak menggunakan robot untuk memproduksi produk. Robot digunakan di pabrik-pabrik sebagai pengganti manusia dalam mengerjakan suatu pekerjaan yang bersifat *repetitive* atau berulang-ulang serta membutuhkan konsentrasi yang tinggi. Dan pekerjaan yang dilakukan robot, telah terbukti dapat meningkatkan produktivitas serta lebih efisien dibandingkan pekerjaan yang dilakukan oleh manusia. Robot pada dasarnya adalah *automatic machine* atau mesin otomatis yang pada intinya adalah menggerakkan

motor sesuai keinginan operator atau manusia. Motor adalah komponen utama untuk menggerakkan gear yang berfungsi untuk membuat pergerakan pada robot. Pergerakan motor dikendalikan secara otomatis berbasis elektronika.

Seiring dengan perkembangan zaman yang semakin maju, robot tidak hanya digerakkan oleh komponen elektronik, tetapi dapat digerakkan melalui program yang dibuat di komputer dengan *software* khusus dan dilengkapi bahasa pemrograman, salah satu bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa C dan dikompilasikan ke *hardware* robot. Dalam hal ini, salah satu *hardware* yang digunakan adalah IC *mikrokontroler* AT mega8535 yang berfungsi sebagai otak robot serta digunakan untuk menyimpan program dan mengaplikasikan program dalam bentuk gerakan, sinyal, display, dan lain sebagainya. Pemrograman robot pada intinya adalah menyederhanakan rangkaian elektronik, sehingga rangkaian elektronik semakin sedikit dan memudahkan manusia dalam melakukan perbaikan apabila terdapat kerusakan, selain itu memudahkan manusia dalam mengoperasikan robot sesuai keinginan.

Landasan Teori

Robot

Robot Industri

Robot industri adalah sebuah mesin serba guna yang dapat diprogram dan mempunyai karakteristik *antropometri* tertentu (Mikell P. Groover, 2001). Karakteristik *antropometri* yang paling jelas dari suatu robot industri adalah lengan mekanisnya, yang digunakan untuk melakukan pekerjaan-pekerjaan industri yang bervariasi. Karakteristik yang mirip dengan manusia adalah kemampuan robot untuk merespon input dari sensor, berkomunikasi dengan mesin-mesin yang lain, dan kemampuan membuat keputusan. Kemampuan-kemampuan inilah yang memungkinkan robot untuk melakukan berbagai pekerjaan yang berguna.

Pengembangan dari teknologi robotika mengikuti perkembangan kontrol numerik, dan kedua teknologi tersebut sangat mirip. Keduanya melibatkan kendali terkoordinasi dari sumbu (*joints*) yang berjumlah banyak, dan keduanya menggunakan komputer digital yang khusus sebagai pengendali. Robot industri didesain untuk menyelesaikan pekerjaan-pekerjaan dengan variasi yang lebih luas, meliputi pengelasan titik, pemindahan material, pemasangan komponen ke mesin, pengecatan, dan perakitan. Beberapa alasan robot industri digunakan untuk kepentingan komersial dan teknologi adalah sebagai berikut:

1. Robot dapat digunakan untuk menggantikan manusia dalam menyelesaikan pekerjaan di lingkungan kerja yang berbahaya atau tidak nyaman.
2. Robot melakukan siklus kerjanya dengan tingkat konsistensi dan kegiatan berulang-ulang yang tidak dapat dikerjakan oleh manusia.
3. Robot dapat diprogram kembali sesuai kebutuhan yang diinginkan. Apabila kegiatan produksi telah selesai, robot dapat diprogram kembali dan dilengkapi dengan peralatan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tugas yang berbeda secara bersamaan.
4. Robot dikendalikan oleh komputer.

Robot Lengan

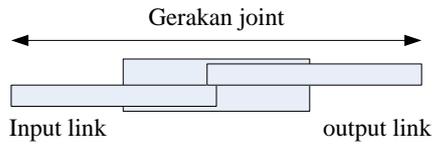
Persendian Robot Lengan (*joint*)

Joint dari robot industri hampir menyerupai persendian pada tubuh manusia. Setiap *joint* atau sumbu, akan menghasilkan suatu derajat kebebasan dari gerakan robot. Derajat kebebasan suatu robot dapat diartikan sebagai jumlah gerakan *independence* yang dapat dibuat suatu objek terhadap sistem koordinat yang dapat menyebabkan perubahan posisi atau orientasi (Deny Wiria Nugraha, Maret 2011).

Setiap *joint* terhubung pada dua buah batang lengan, yaitu batang lengan *input* dan batang lengan *output*. Tujuan dari *joint* adalah untuk memungkinkan gerakan relatif antara batang lengan *input* dan batang lengan *output*. Semua robot industri memiliki lima tipe *joint*, dua *joint* menghasilkan gerakan *translasi* dan tiga *joint* menyediakan gerakan rotasi. Berikut ini adalah tipe-tipe *joint* robot industri (Mikell P. Groover, 2001):

1. *Joint linear* (Tipe *joint* L).

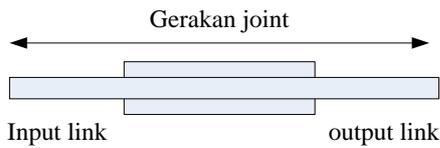
Pergerakan *translasi* geser antara batang lengan (*link*) *input* dan *output* dengan sumbu dari kedua *link* sejajar.



Gambar 2.1 Pergerakan *joint linear*

2. *Joint orthogonal* (tipe *joint O*).

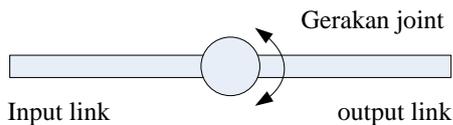
Pergerakan *translasi* geser tetapi *link input* dan *output* saling tegak lurus satu sama lain selama perpindahan.



Gambar 2.2 Pergerakan *joint orthogonal*

3. *Joint rotasi* (tipe *joint R*).

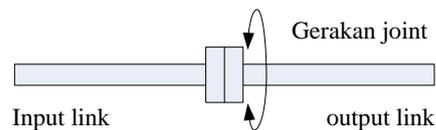
Pergerakan rotasi relatif dengan sumbu rotasi tegak lurus pada sumbu dari *link input* dan *output*.



Gambar 2.3 pergerakan *joint rotasi*

4. *Joint puntir* (tipe *joint T*).

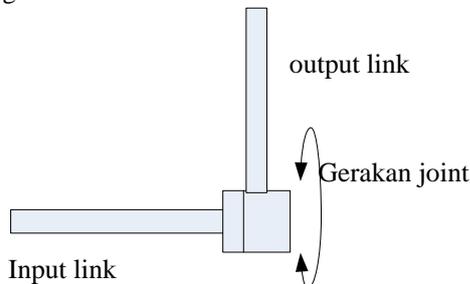
Pergerakan rotasi yang sumbu rotasinya sejajar dengan sumbu *link input* dan *output*.



Gambar 2.4 Pergerakan *joint puntir*

5. *Revolving joint* (tipe *joint V*).

Pada tipe *joint* ini, sumbu *link input* sejajar dengan sumbu rotasi *joint* dan sumbu *link output* tegak lurus dengan sumbu rotasi.

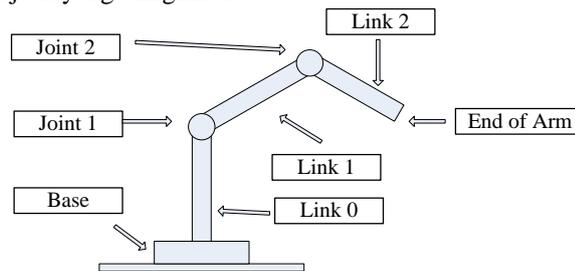


Gambar 2.5 Pergerakan *revolving joint*

Setiap tipe *joint* memiliki jarak yang digunakan sebagai ruang untuk berpindah atau bergerak. Jarak untuk *joint translasi* kurang dari satu meter sedangkan *joint rotasi* memiliki jarak beberapa derajat lebih kecil hingga mencapai putaran penuh.

Konfigurasi Robot Lengan

Manipulator robot lengan dikelompokkan menjadi dua bagian (Mikell P. Groover, 2001) yaitu rakitan tubuh-lengan dan pergelangan tangan. Rakitan tubuh-lengan berhubungan dengan tiga derajat kebebasan dan ketiga derajat kebebasan tersebut berhubungan dengan pergelangan tangan. Pada ujung pergelangan tangan, terdapat peralatan yang berhubungan dengan pekerjaan yang harus diselesaikan oleh robot. Peralatan ini, disebut *end effector* yang dapat berupa *gripper* untuk memegang benda kerja, peralatan untuk mengelas benda kerja, atau perkakas yang lain untuk menyelesaikan beberapa proses. Tubuh lengan dari robot lengan digunakan untuk memposisikan *end effector* dan pergelangan tangan digunakan untuk melakukan kegiatan kerja sesuai dengan jenis pekerjaan yang diinginkan.



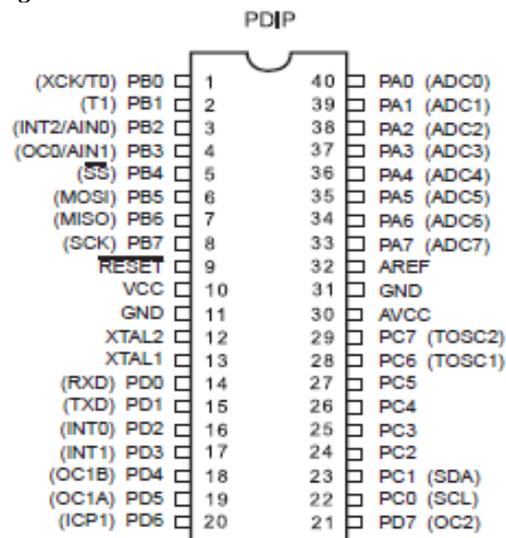
Gambar 2.6 Konstruksi robot lengan

Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah rangkaian terpadu independen, yang seluruh blok rangkaian dijumpai sebagai unit-unit terpisah di dalam sebuah komputer digabungkan menjadi satu. *Mikrokontroler* adalah otak dari suatu rangkaian elektronika.

Kelebihan yang terdapat pada *mikrokontroler* adalah dilengkapi dengan memori dan *port input/output* di dalam satu kemasan IC yang kompak. Di dalam *IC mikrokontroler* terdapat komponen-komponen mikroprosesor dengan bus-bus internal yang saling berhubungan. Komponen-komponen tersebut adalah *RAM*, *ROM*, *timer*, Komponen *IO* parallel dan serial, dan *interrupt* kontroler. Terdapat beberapa keunggulan dari *mikrokontroler* diantaranya adalah terdapat sistem *interrupt*.

Konfigurasi PIN ATmega8535



Gambar 2.9 Kaki-kaki PIN ATmega8535 (sumber: Purwanto, 2009)

Gambar diatas adalah letak kaki-kaki yang terdapat pada ATmega8535 dan berikut ini adalah penjelasan konfigurasi PIN ATmega8535:

1. Power terdiri dari *VCC* dan *GND*, *VCC* dihubungkan ke sumber tegangan. Untuk *mikrokontroler ATmega8535*, sumber tegangan yang dibutuhkan adalah 5 Volt. Sedangkan *GND* dihubungkan ke *ground* atau sumber negatif.
2. *PORTA (bit 0-7)*, merupakan *pin input/output* dua arah yang memiliki fungsi sebagai *pin* masukan *ADC (Analog to Digital Converter)* yang berguna untuk mengubah rangkaian *analog* menjadi *digital*. Pada *pin* ini, biasanya banyak digunakan untuk mengubah rangkaian *sensor* yang masih berupa *analog* menjadi *digital* agar dapat diolah oleh *mikrokontroler*.
3. *PORTB (bit 0-7)*, merupakan *pin input/output* dua arah dan fungsi khusus sebagai *pin timer/counter*, komparator *analog*, dan *SPI*.
4. *PORTC (bit 0-7)*, merupakan *pin input/output* dan fungsi khusus.
5. *PORTD (bit 0-7)*, merupakan *pin input/output* dan fungsi khusus.
6. *RESET* merupakan *pin* yang digunakan untuk me-reset *mikrokontroler*. Biasanya pada *pin* ini diberikan rangkaian tambahan berupa *switch botton*.
7. *XTAL1* dan *XTAL2* sebagai *external clock* dan apabila menggunakan *external clock* ini, harus diberikan rangkaian tambahan berupa komponen *crystal oscillator*. Pada robot lengan yang penulis rancang, menggunakan *crystal oscillator* 11,0592 MHz.
8. *AVCC* merupakan masukan tegangan *ADC*.
9. *AREF* merupakan *pin* masukan untuk tegangan referensi eksternal *ADC*.

Metodologi Penelitian

Objek Penelitian

Penelitian tentang perancangan robot lengan ini dilakukan di laboratorium teknik industri Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Identifikasi Kebutuhan Komponen dan Alat

Perancangan robot lengan pemindah barang sebagai media pengajaran matakuliah *PLC* di teknik industri Universitas Muhammadiyah Surakarta memerlukan beberapa komponen dan alat sebagai berikut:

1. *IC mikrokontroler ATmega8535*
2. *IC regulator 7805*
3. Komponen elektronika pendukung
4. *Downloader*
5. Solder
6. Timah tenol
7. Papan *PCB*
8. Box pengujian
9. *Conveyor*
10. Larutan *fericloride*

Perancangan Robot Lengan Pemindah Barang

Perancangan merupakan tahapan terpenting dari proses pembuatan robot lengan. Perancangan digunakan untuk menentukan komponen yang akan digunakan dalam pembuatan robot lengan sehingga mendapatkan hasil akhir yang memuaskan. Dalam perancangan robot lengan ini, dibagi menjadi dua jenis yaitu perancangan perangkat keras dan lunak.

Perancangan perangkat keras terdiri dari perakitan robot, pembuatan *PCB* rangkaian elektronik yaitu rangkaian *minimum system* dan rangkaian regulator pengubah tegangan menjadi 5 VDC, sistem minimum *mikrokontroler* yang berfungsi untuk mengolah data *input* dan *output*, menentukan letak posisi sensor proximity dan warna yang sesuai, menentukan posisi motor sebagai pendorong kotak yang dirangkaikan ke *conveyor*, dan mengendalikan arah *motor servo*. Sedangkan perancangan perangkat lunak yaitu memprogram *input* dan *output mikrokontroler*, memprogram gerakan motor servo sesuai dengan derajat yang diinginkan, memprogram *conveyor* dengan menggunakan *PLC*, dan memprogram sensor warna dan *proximity* sehingga dapat membaca warna dengan benar dan tepat.

Merancang hardware robot lengan

Perancangan *hardware* (perangkat keras) merupakan bagian terpenting dan merupakan salah satu penentu tingkat keberhasilan dari alat yang akan dibuat. perancangan *hardware* robot lengan, dibagi menjadi dua macam yaitu elektronika dan mekanik.

1. Elektronika

Pada proyek perancangan robot lengan ini, terdapat tiga macam proses pembuatan *hardware* elektronika yaitu proses pembuatan *layout PCB*, proses pembuatan rangkaian *minimum system*, dan proses pembuatan rangkaian *regulator*.

2. Mekanik

Proses mekanik merupakan bagian dari kesempurnaan robot. Pada penelitian ini, proses mekanik dilakukan dengan cara merakit konstruksi robot lengan. Merakit konstruksi robot lengan merupakan bagian yang membutuhkan konsentrasi dan tingkat ketelitian yang tinggi karena konstruksi robot lengan merupakan salah satu yang dapat mempengaruhi tingkat performansi kerja. Pada perakitan konstruksi robot lengan ini, penulis membagi menjadi tiga bagian yaitu bagian penyangga, lengan, dan *gripper* (pencekram).

Merancang *software* robot lengan

Perancangan perangkat lunak atau *software* dalam alat robot lengan pemindah barang adalah memasukan program ke *IC mikrokontroler ATmega8535* dengan menentukan program pengolahan data sesuai dengan kebutuhan yang kita inginkan. Pemrograman menggunakan bantuan *software CodeVision AVR* yang menggunakan bahasa C dalam membuat programnya. Perancangan perangkat lunak dibuat berdasarkan prinsip kerja robot lengan yaitu mengambil barang dan memindahkan barang.

1. *Software CodeVision AVR*

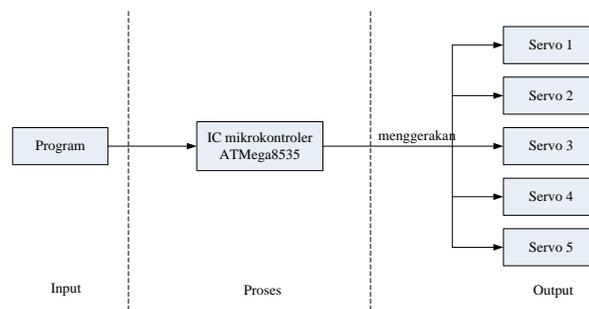
Pemrograman *CodeVision AVR* adalah pembuatan program pengendalian robot lengan dengan menggunakan *software CodeVision AVR* yang akan dimasukan di *IC mikrokontroler ATmega8535*. *Software* ini, banyak digunakan untuk memprogram rangkaian elektronika karena memiliki bahasa yang mudah. Dasar dari *CodeVision AVR* adalah dengan menggunakan bahasa C. *CodeVision AVR* dapat dijalankan di bawah sistem operasi *Windows 9x, Me, NT 4, 2000, dan XP*.



Gambar 3.1 Tampilan *software Codevision AVR*

2. Memprogram robot lengan dengan bahasa C

Pemrograman robot lengan adalah salah satu bagian utama dari pergerakan robot. Pergerakan dan perpindahan robot lengan, tergantung pada program yang kita berikan. Berikut ini adalah sistem kerja dari program robot lengan:



Gambar 3.2 sistem kerja robot lengan

Gambar diatas menjelaskan tentang cara kerja robot lengan dengan *input* membuat program bahasa C dengan menggunakan *software CodeVisionAVR*, program akan masuk ke *IC mikrokontroler ATmega8535* untuk diproses setelah itu pada tahap yang terakhir program akan menggerakkan *motor servo* sebagai *output*.

Kolaborasi Robot Lengan dengan Conveyor

Kolaborasi robot lengan dengan *conveyor* adalah proses penggabungan yang menjadi topik pokok dalam penelitian ini. Dalam mengkolaborasikan keduanya dibutuhkan bahasa pemrograman *PLC* dengan menggunakan *ladder diagram* sebagai bahasa programnya dan *software GMWIN 4.0*.

Software GMWIN 4.0

GMWIN 4.0 merupakan *Software* standar yang digunakan untuk memprogram *PLC Glofa G7M-DR20U*. *GMWIN 4.0* adalah *software* khusus yang digunakan untuk memprogram *PLC LG Glofa*.



Gambar 3.3 Tampilan *software GMWIN 4.0*

Diagram tangga (*ladder diagram*)

Diagram tangga merupakan program yang berbentuk saklar yang dapat dihubungkan secara parallel maupun seri. Diagram *ladder* berbentuk seperti tangga dengan dua garis horizontal yang memiliki fungsi sebagai penghubung dan dua garis vertikal di tengah sebagai simbol saklar. Berikut ini merupakan gambar diagram *ladder* pada pemrograman *PLC*:

1. Input

Input terdiri dari dua macam yaitu logika *normally open* dan *normally close*.

1) *Normally Open*

Normally open memiliki tipe data *boolean* yang akan bernilai *true* dan akan aktif apabila diberikan logika 1.



Gambar 3.4 *input normally open*

2) *Normally Close*

Normally close memiliki tipe data *boolean* yang akan bernilai *true* dan akan aktif apabila diberikan logika 0.



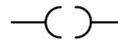
Gambar 3.5 *input normally close*

2. Output

Output terdiri dari dua macam yaitu logika *normally open* dan *normally close*.

1) *Normally Open*

Normally open memiliki tipe data *boolean* yang akan bernilai *true* dan akan aktif apabila diberikan logika 1.



Gambar 3.6 *output normally open*

2) *Normally Close*

Normally close memiliki tipe data *boolean* yang akan bernilai *true* dan akan aktif apabila diberikan logika 0.



Gambar 3.7 *output normally close*

Perancangan Robot Lengan dan Analisa Program

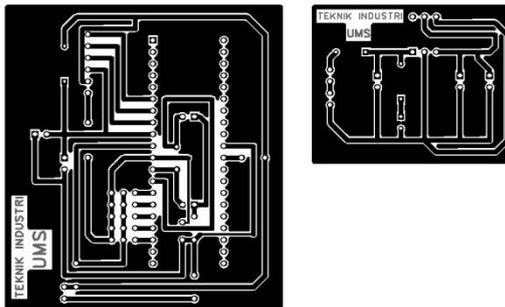
Perancangan Robot Lengan

Perancangan robot lengan dibagi menjadi dua yaitu merancang *hardware* dan *software*.

Merancang *Hardware* Robot Lengan

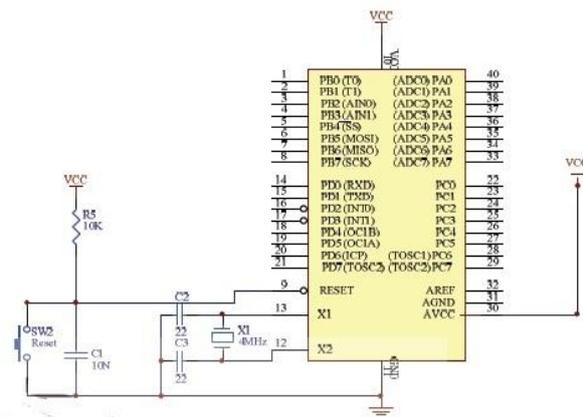
Pada tahap merancang *hardware* robot lengan terdiri dari beberapa langkah yaitu: membuat *layout PCB*, membuat rangkaian *minimum system*, dan *regulator*.

1. Proses pembuatan *layout PCB*



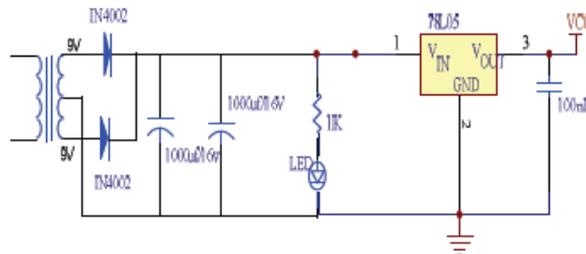
Gambar *layout PCB*

2. Proses pembuatan rangkaian *minimum system*



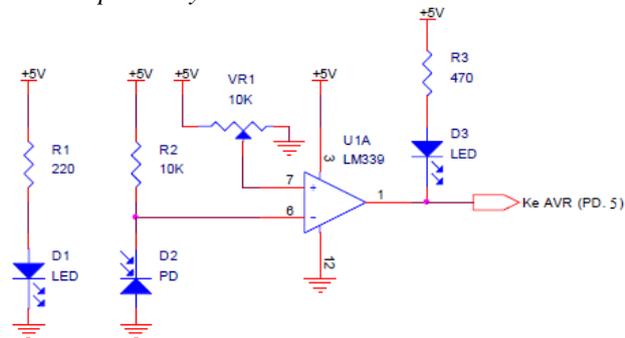
Gambar rangkaian *minimum system* (sumber: Purwanto, 2009)

3. Proses pembuatan rangkaian *regulator*



Gambar rangkaian *regulator* (sumber: Purwanto, 2009)

4. Proses pembuatan sensor *proximity*

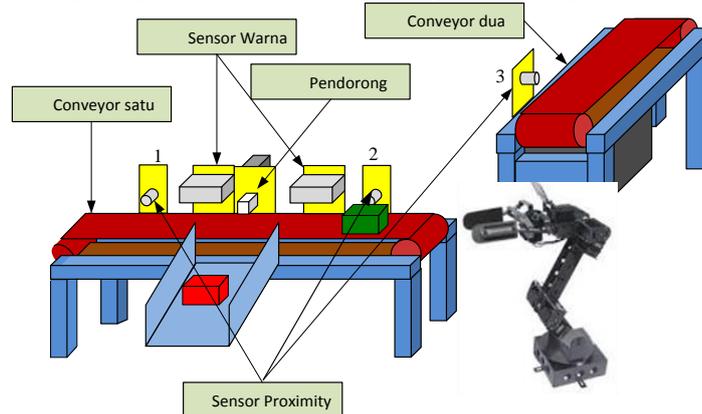


Gambar rangkaian sensor *proximity*

Kolaborasi Robot Lengan dengan *Conveyor*

Cara Kerja Robot Lengan dengan *Conveyor*

Pada tahapan merancang *hardware conveyor* terdiri dari beberapa langkah yaitu mengintegrasikan *conveyor* dengan sensor warna, *proximity*, dan pendorong. Berikut ini merupakan rancangan dari *conveyor* yang telah diintegrasikan dengan sensor warna, *proximity*, dan pendorong yang telah dikolaborasikan dengan robot lengan.



Gambar 4.11 Rancangan *Conveyor*

Dari rancangan *conveyor* diatas terdiri dari dua sensor warna, tiga sensor *proximity*, dan satu pendorong objek. Cara kerja dari rancangan diatas adalah jika sensor *proximity* satu mendeteksi objek maka *conveyor* satu akan aktif dan membawa objek menuju ke sensor warna satu. Ketika sensor warna satu mendeteksi objek maka sensor warna satu akan membaca warna objek, apabila objek berwarna merah maka *conveyor* satu akan berhenti dan pendorong akan aktif selama lima detik untuk mendorong objek. Selain itu, apabila sensor warna membaca objek warna hijau maka pendorong tidak aktif dan *conveyor* satu tidak berhenti. Pada saat *conveyor* satu tidak berhenti, otomatis objek warna hijau akan terus berjalan hingga menuju sensor warna dua dan ketika sensor warna dua mendeteksi adanya objek warna hijau yang melewatinya maka sensor warna dua akan aktif dan *conveyor* satu akan berhenti serta sensor *proximity* dua akan mengaktifkan robot lengan selama lima detik untuk mengambil objek dan meletakkannya ke *conveyor* dua. Pada saat robot lengan meletakkan objek ke *conveyor* dua maka sensor *proximity* tiga akan aktif dan menggerakkan *conveyor* dua selama lima detik.

Analisa Program

Program Robot Lengan dengan *Software CVAVR*

Memprogram merupakan bagian terpenting dan yang paling utama dalam merancang robot lengan. Pada penelitian ini, bahasa pemrograman yang digunakan untuk memprogram robot lengan adalah bahasa C dengan menggunakan *software CVAVR*. Berikut ini adalah program yang dibuat untuk menggerakkan robot lengan.

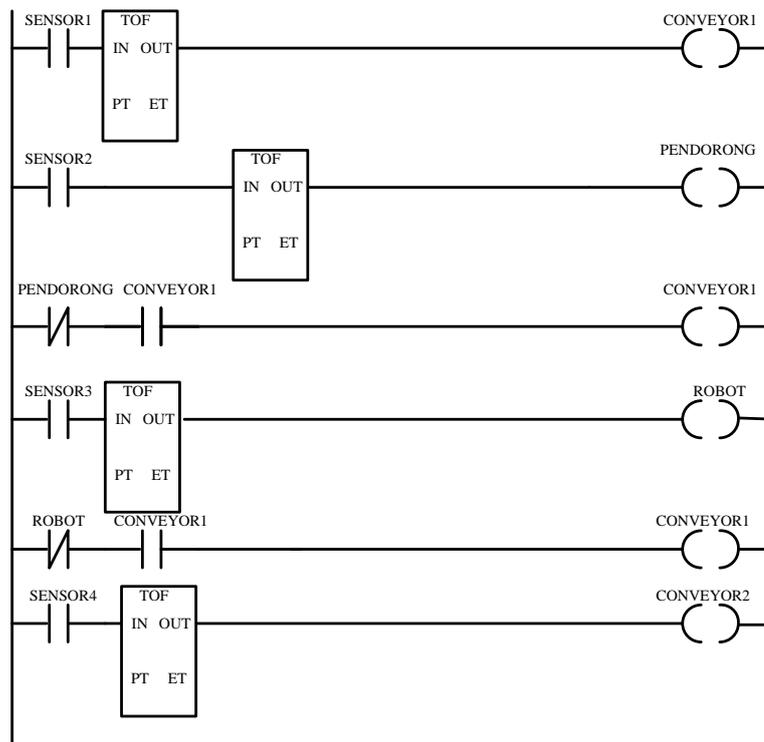
```

#include <mega8535.h>
#include <delay.h>
#define siji PORTD.0
#define loro PORTD.1
#define telu PORTD.2
#define papat PORTD.3
#define limo PORTD.4
// Declare your global variables here
void servosatu(int x1,int x2,int x3,int x4,int x5)
{ int i,a; for (a=0;a<=50;a++){
//servo 1
    for(i=0;i<=x1;i++){ siji=1; delay_us(10);} siji=0;
//servo2
    for(i=0;i<=x2;i++){ loro=1; delay_us(10);} loro=0;
//servo3
    for(i=0;i<=x3;i++){ telu=1; delay_us(10);} telu=0;
//servo4
    for(i=0;i<=x4;i++){ papat=1;delay_us(10);} papat=0;
//servo5
    for(i=0;i<=x5;i++){ limo=1;delay_us(10);}limo=0;
delay_ms(20); } }
void gerak1() { servosatu(113,105,115,60,113); PORTC.2=1;PORTC.1=1; }
void gerak2(){ servosatu(113,96,115,60,113);servosatu(113,96,115,60,40);servosatu(113,105,115,60,40);}
void gerak3(){
servosatu(45,105,115,60,40);servosatu(45,100,115,60,40);servosatu(45,100,115,60,113); servosatu(113,105,115,60,113); }
void main(void)
{
// Declare your local variables here
PORTD=0x00;DDRD=0x1F;PORTC=0x07;DDRC=0x07;
while (1)
{
// Place your code here
gerak1(); if ((PIND.5==1)&&(PORTC.2==1)){ gerak2();gerak3() }
};}

```

Ladder Diagram Robot Lengan dengan Conveyor

Merancang *software conveyor* dilakukan dengan cara membuat program *PLC* dengan *ladder diagram* dan *software* yang digunakan untuk membuat *ladder diagram* ini adalah *GMWIN 4.0*. Berikut ini adalah *ladder diagram* penggerak *conveyor* dan robot lengan.



Kesimpulan

Berdasarkan tujuan penelitian yang penulis buat, dapat ditarik beberapa kesimpulan diantaranya:

1. Perancangan robot lengan yang dikolaborasikan dengan *conveyor*, terdiri dari perancangan *software* dan *hardware*. Perancangan *software* terdiri dari menginstal *software* yang dibutuhkan untuk memprogram. *Software* yang dibutuhkan terdiri dari *software* *GMWIN 4.0* dan *CodeVision AVR*. *Software* *GMWIN 4.0* digunakan untuk membuat program *PLC* dengan bahasa pemrograman *diagram ladder*. Sedangkan *software* *CodeVision AVR* digunakan untuk memprogram robot lengan dengan bahasa pemrograman *C*. Perancangan *hardware* terdiri dari membuat rangkaian *mikroKontroler*, rangkaian *regulator*, rangkaian sensor *proximity*, dan merakit robot lengan.
2. Cara kerja dari robot lengan yang dikolaborasikan dengan *conveyor* seperti sistem kerja pada proses produksi industri manufaktur. *Conveyor* satu akan berjalan terus sedangkan *conveyor* dua berjalan selama tiga detik, pada saat *conveyor* satu berjalan maka *conveyor* satu akan membawa objek dan ketika objek berjalan menuju sensor warna satu, sensor warna satu akan membaca warna objek tersebut. Apabila warna objek tersebut merah, *conveyor* satu akan berhenti selama lima detik dan objek tersebut akan dipisahkan dengan menggunakan pendorong objek. Selain itu, apabila sensor warna membaca objek warna hijau maka pendorong tidak aktif dan *conveyor* satu tidak berhenti. Pada saat *conveyor* satu tidak berhenti, otomatis objek warna hijau akan terus berjalan hingga menuju sensor warna dua dan sensor *proximity* dua, dan ketika sensor warna dua mendeteksi adanya objek warna hijau yang melewatinya maka sensor warna dua akan aktif dan *conveyor* satu akan berhenti serta sensor *proximity* dua akan mengaktifkan robot lengan selama tiga detik untuk mengambil objek dan meletakkannya ke *conveyor* dua. Pada saat robot lengan meletakkan objek ke *conveyor* dua maka sensor *proximity* tiga akan aktif dan menggerakkan *conveyor* dua selama tiga detik.

Saran

Berdasarkan hasil dari kolaborasi robot lengan dengan *conveyor* telah ditentukan beberapa saran yang harus diperhatikan untuk para praktikan, *trainer PLC*, dan jurusan teknik industri antara lain:

1. Dalam penggunaan robot lengan dan *conveyor* sebaiknya diperhatikan berapa tegangan yang dibutuhkan dalam mengaktifkan keduanya. Pada robot lengan hanya dibutuhkan tegangan 5VDC untuk menggerakkan *motor servo*, sedangkan pada *actuator conveyor* dibutuhkan tegangan 24VDC dan tegangan 12VDC untuk sensor *proximity* dan warna.
2. *Conveyor* dan robot lengan sebaiknya digunakan seperlunya saja jangan terlalu lama dalam menggunakannya karena *driver sensor* pada *conveyor* sangat rawan rusak.
3. Dalam mengeluarkan tegangan 24VDC sebaiknya menggunakan tegangan yang dihasilkan oleh *hardware PLC Glofa* dan jangan menggunakan tegangan 24VDC dari *power supply*. *Power Supply* hanya digunakan untuk mengeluarkan tegangan 5VDC dan 12VDC.

Ucapan Terima Kasih

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Bapak Ahmad Kholid Al ghofari, ST, MT selaku Pembimbing I dan Bapak Ratnanto Fitriadi, ST, MT selaku Pembimbing II yang telah banyak memberikan masukan, koreksi, dan arahan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Asmara, Andik. 2011. *Lengan Robot Pindah Barang Berbasis Mikrokontroler ATmega16 sebagai Media Belajar-Mengajar di SMK*. Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, UNY.
- Budiharto, Widodo. 2011. *Aneka Proyek Mikrokontroler*. Yogyakarta: GRAHA ILMU.
- Dianto, Ledi. *Alat Pendeteksi Warna Menggunakan Sensor TCS3200 Berbasis Mikrokontroler ATmega8535*. Universitas Gunadarma.
- Groover, Mikell P. 2001. *Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing Second Edition*. New Jersey: Prentice-Hall Upper Saddle River. Diterjemahkan oleh Arthaya, Bagus dan Gunarta, I Ketut. 2005. *Otomasi, Sistem Produksi, dan Computer-Integrated Manufacturing Edisi kedua*. Surabaya: Guna Widya Kertajaya.
- Heryanto, M Ary dan Adi P, Wisnu. 2008. *Pemrograman Bahasa C untuk Mikrokontroler ATmega8535*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Nugraha, Deny Wiria. 2011. *Pengendalian Robot yang Memiliki Lima Derajat Kebebasan*. Palu: Jurusan Teknik Elektro, UNTAD.
- Purwanto. 2009. *Pengendali Motor Servo DC Standard dengan Berbasis Mikrokontroler AVR ATmega8535*. Depok: Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Gunadarma.
- Tirtawinata, Kevin. 2012. *Pengembangan Aplikasi Pengidentifikasi Memory Leaks pada Kode Program Bahasa C*. Bandung: Program Studi Teknik Informatika, Sekolah Teknik Elektro dan Informatika, ITB.