

Aplikasi Penggerak Lengan Robot dalam memindahkan barang pada sistem roda berjalan.

Pada aplikasi industri, gerakan memindahkan obyek dari suatu sistem roda berjalan (conveyor) ke tempat lain secara repetitif seringkali dibutuhkan pada aplikasi sortir barang. Sebagai contoh pada aplikasi ini adalah proses sortir botol air mineral yang melalui sistem roda berjalan. Obyek berupa botol air mineral ukuran 600ml akan dipindahkan ke tempat lain sedangkan obyek lain akan tetap dilewatkan.



Gambar 1 Delta Robo Arm

Aplikasi ini dibuat dengan menggunakan

- **Modul DSR-08** sebagai Servo Controller (070-0141)
- **Modul ST-51** sebagai sistem mikrokontroler (070-0082)
- Mechanic **Delta Robo Arm** (001-0027)
- 3 Servo Motor GWS S04
- 3 Servo Motor HS-322 / HS-422 / HS-311

DELTA ELECTRONIC

<http://www.delta-electronic.com>

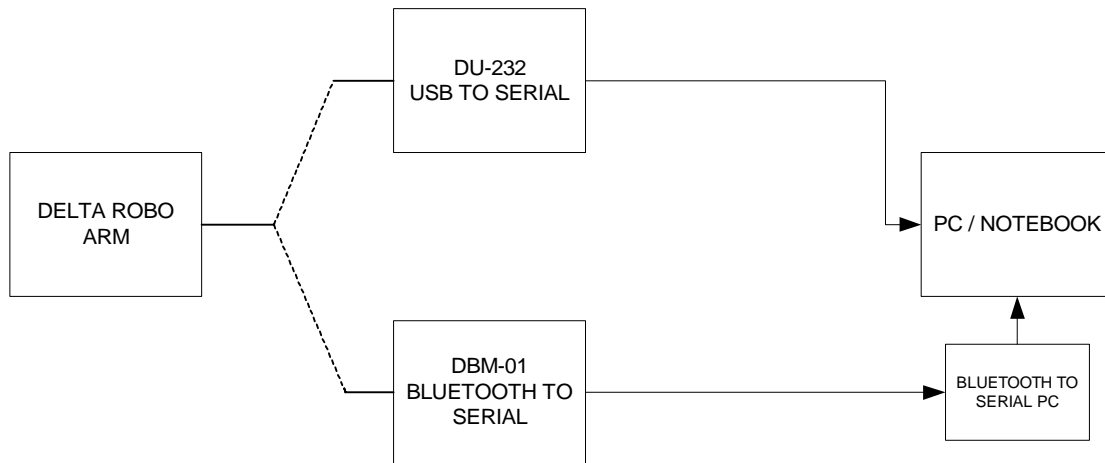
<http://www.deltakits-sby.com>

<http://www.robotindonesia.com>

- **Modul D-Sonar** sebagai sensor proximity (070-0006)
- **Robodyssey Grip Kit (005-0030)**

Sebagai opsional dapat digunakan:

- **Modul DU-232** sebagai USB to Serial Converter untuk PC / notebook yang tidak memiliki port serial
- **Modul DBM-01** sebagai Bluetooth to Serial apabila diinginkan lengan robot ini dapat dikendalikan dari jarak jauh



Gambar 2 Blok Diagram Sistem

Aplikasi ini sebetulnya pada operasionalnya bersifat stand alone dan tidak membutuhkan pc atau notebook. Fungsi pc atau notebook di sini adalah untuk mengisi atau mengedit firmware dari aplikasi ini saja.

Untuk memindahkan botol dari roda berjalan dibutuhkan gerakan lengan turun, menjepit, angkat, putar horisontal, turunkan dan lepas. Secara garis besar hal ini terdiri dari 3 sumbu gerakan. Angkat - turun, jepit - buka dan putar kiri - kanan. Mechanic Delta Robo Arm memiliki 5 sumbu gerakan dapat mengakomodasi kebutuhan pada aplikasi ini.

Terdapat 6 buah servo yang mengatur gerakan dengan 5 sumbu ini. Gerakan angkat - turun yang dilakukan oleh bagian actuator yang biasanya membutuhkan torsi besar dilakukan oleh dua buah servo gws 04. Namun pada aplikasi yang ringan cukup dibutuhkan 1 servo saja yang aktif, sedangkan servo yg lain berfungsi sebagai as saja. Tabel 1 menjelaskan jenis servo, sumbu dan nomor servo pada servo controller DSR-08.

Tabel 1 Fungsi-fungsi Servo pada Delta Robo Arm

Nomor Servo	Fungsi	Sumbu Gerakan	Type Servo
1	Base Servo	Putar kiri-kanan	GWS-S04BB
2	Actuator Servo 1	Atas-bawah	GWS-S04BB
3	Actuator Servo 2	Atas-bawah	GWS-S04BB

DELTA ELECTRONIC

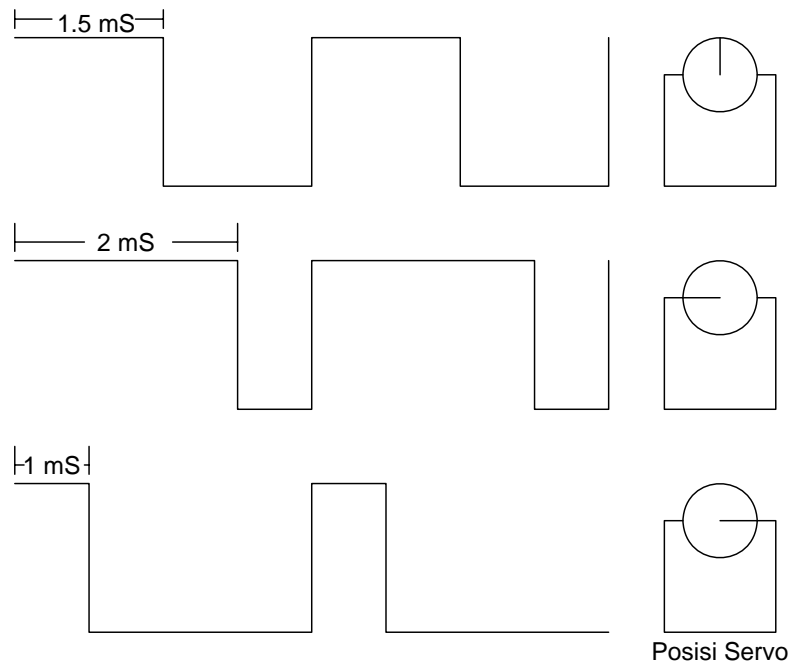
<http://www.delta-electronic.com>

<http://www.deltakits-sby.com>

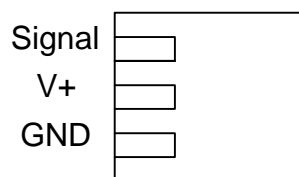
<http://www.robotindonesia.com>

4	Hand Servo	Atas-bawah	HS-311/322/422
5	Grip Rotation Servo	Putar kiri-kanan	HS-311/322/422
6	Gripper Servo	Menjepit - membuka	HS-311/322/422

Proses kendali motor servo dilakukan dengan memberikan pulsa pwm pada bagian data dari motor servo. Tampak pada gambar 3 bahwa pada konektor motor servo terdapat 3 jalur yaitu VCC sebagai sumber tegangan positif, GND sebagai sumber tegangan negatif dan DATA sebagai input PWM.



Gambar 3 Teknik PWM untuk pengaturan servo



Gambar 4 Pin Out Motor Servo

Untuk mengatur 5 atau 6 pulsa pwm sekaligus dalam satu mikrokontroler dan menjaga agar pulsa tersebut tidak terganggu walaupun mikrokontroler mengerjakan tugas-tugas lainnya bukanlah hal yang mudah. Oleh karena itu digunakan Modul DSR-08 Servo Controller yang membantu mikrokontroler dalam mengatur PWM-PWM tersebut. Sistem Mikrokontroler ST-

DELTA ELECTRONIC

<http://www.delta-electronic.com>

<http://www.deltakits-sby.com>

<http://www.robotindonesia.com>

51, hanya mengirimkan perintah-perintah saja melalui port UART yang akan dikenali oleh DSR-08 dan selanjutnya menjadi urusan DSR-08. Untuk mengetahui bagaimana cara mengendalikan motor servo melalui DSR-08 terlebih dahulu perlu dipelajari protokol DSR-08 pada tabel 1. Pada protokol tersebut kita dapat menentukan.

Tabel 2 Protokol DSR-08

Pengiriman data dari PC/Master ke Servo Controller			
Byte		Nilai	Keterangan
00	Header	1E	Awal paket data
01	Destination ID	11	ID Subsystem
02	Destination Number	01-FF	No urut Sub System
03	Source ID	00	ID Pengirim 00 = Master (PC/Microcontroller)
04	Source Number	01-FF	No urut Master
05	Length		Panjang paket data
06	Perintah	01	Perintah gerakkan servo
		02	Perintah minta posisi servo
		03	Perintah minta nilai encoder
		04	Perintah mengatur arah saat sensor mendeteksi kegagalan mekanis
		05	Perintah menggerakkan servo secara relatif
07+n	Checksum	00-FF	Total mulai 1E hingga checksum = 00

Tabel 3 Protokol DSR-08

Perintah gerakkan servo (01)

DELTA ELECTRONIC

<http://www.delta-electronic.com>

<http://www.deltakits-sby.com>

<http://www.robotindonesia.com>

Byte		Nilai	Keterangan
07	Nomor Motor	01-FF	Nomor urut motor
08	Step Sudut Servo	01-25	
09	Kecepatan Servo	80-FF	Kecepatan terendah delay FF atau 255 Kecepatan tertinggi delay 80h atau 128

Perintah Minta Posisi Servo (02)			
Byte		Nilai	Keterangan
07	Nomor motor	01-FF	Nomor urut motor
08	Step Sudut Servo	01-25	Informasi step sudut servo saat ini

Tabel 5 Protokol DSR-08

Perintah Minta Nilai Encoder (03)			
Byte		Nilai	Keterangan
07	Nomor Motor	01-FF	Nomor urut motor
08	Nilai Encoder	00-xx	Xx = jumlah lubang pada encoder

Tabel 6 Protokol DSR-08

Perintah Atur Arah Saat Sensor Mendeteksi Kegagalan Mekanis (04)			
Byte		Nilai	Keterangan

DELTA ELECTRONIC

<http://www.delta-electronic.com>

<http://www.deltakits-sby.com>

<http://www.robotindonesia.com>

07	Arah Motor-motor	00-FF	Setiap bit mewakili posisi setiap servo (Lihat gambar 6.41)
----	------------------	-------	--

Tabel 7 Protokol DSR-08

Perintah Mengatur Gerakan Relatif (05)			
Byte		Nilai	Keterangan
07	Nomor Motor	01-FF	Nomor urut motor
08	Arah gerakan servo	00/01	00 = CW / 01 = CCW
09	Step Relatif	01-25	Step relatif terhadap step sudut saat itu

Tabel 8 Protokol DSR-08

Perintah Stop Servo (06)			
Byte		Nilai	Keterangan
07	Nomor Motor	01-FF	Nomor urut motor

Tabel 9 Protokol DSR-08

Pengiriman data dari Servo Controller ke PC/Master			
Byte		Nilai	Keterangan
00	Header	1E	Awal paket data
01	Destination ID	00	ID Master (PC/Microcontroller) = 00
02	Destination Number	01-FF	No urut Sub System
03	Source ID	11	ID SubSystem
04	Source Number	01-FF	No urut Master
05	Length		Panjang paket data

DELTA ELECTRONIC

<http://www.delta-electronic.com>

<http://www.deltakits-sby.com>

<http://www.robotindonesia.com>

06	Perintah	01	Informasi posisi servo
		02	Informasi nilai encoder
07+n	Checksum	00-FF	Total mulai 1E hingga checksum = 00

- Nomor motor servo yang dikendalikan
- Sudut servo yang diinginkan
- Delay yang mengatur kekuatan servo

Juga terdapat protokol-protokol lain yang mengatur sudut relatif, menghentikan PWM dan bahkan feedback nilai encoder, info sudut, sensor limiter yang dalam aplikasi ini tidak digunakan. Pembahasan lebih detail mengenai hal itu dapat dilihat di user manual Modul DSR-08.

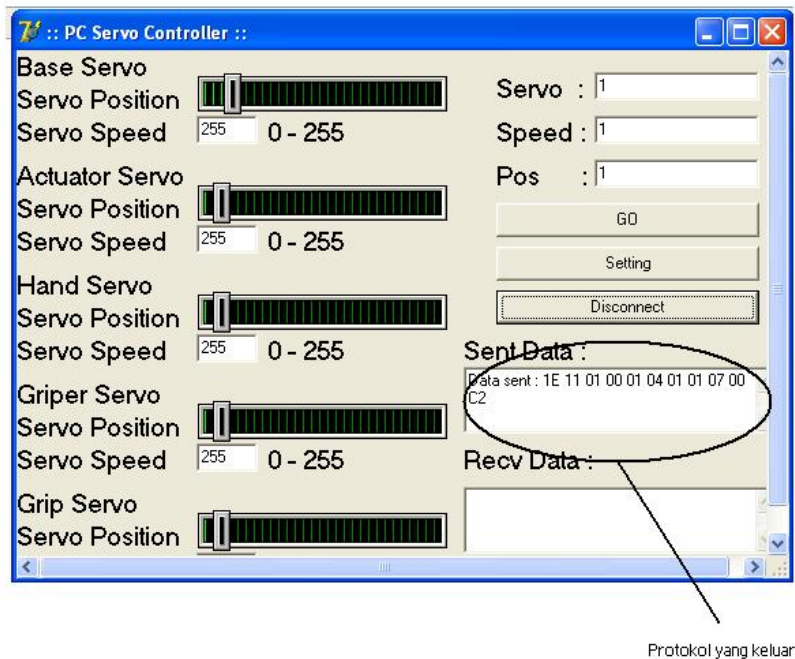
Untuk memperoleh perhitungan sudut-sudut tersebut bukanlah hal yang mudah mengingat pada prakteknya posisi jangkar motor servo yang peletakannya seringkali tidak menentu, selain itu pengaturan potensio dari rangkaian internal motor servo yang kadang-kadang perlu dikalibrasi ulang. Proses penentuan sudut lebih mudah dilakukan secara visual dengan menggunakan PC atau notebook. Dengan menggunakan Software Robo Arm.exe pengaturan gerakan tiap sumbu dapat dilakukan hanya dengan menggeser-geser posisi mouse. Sedangkan nilai delay yang mengatur kekuatan dapat dimasukkan secara manual. Protokol yang tampil di layar dump terminal adalah merupakan protokol yang harus dikirimkan ke DSR-08 untuk membuat gerakan tersebut.

DELTA ELECTRONIC

<http://www.delta-electronic.com>

<http://www.deltakits-sby.com>

<http://www.robotindonesia.com>



Gambar 5 Software Robo Arm

Setiap gerakan pada masing-masing tombol pengendali servo maka layar dump terminal pada bagian Sent Data akan selalu menampilkan protokol sesuai dengan yang terkirim ke servo controller saat itu. Seperti yang tampak pada gambar 5, terlihat protokol 1E 11 01 00 01 04 01 01 07 00 C2 maka dinyatakan bahwa servo nomor 1 bergerak ke sudut step 7 dengan delay 00. Protokol tersebut adalah protokol yang nantinya digunakan oleh Sistem Mikrokontroler ST-51 untuk menggerakkan servo. Oleh karena itu, catat protokol-protokol tersebut setiap melakukan gerakan agar dapat di copy ke tabel pada source program di sistem mikrokontroler.

Instalasi Delta Robo Arm

Berikut ini adalah langkah-langkah yang dilakukan untuk instalasi modul-modul sistem mikrokontroler, servo controller dan komponen-komponennya agar siap untuk digunakan.

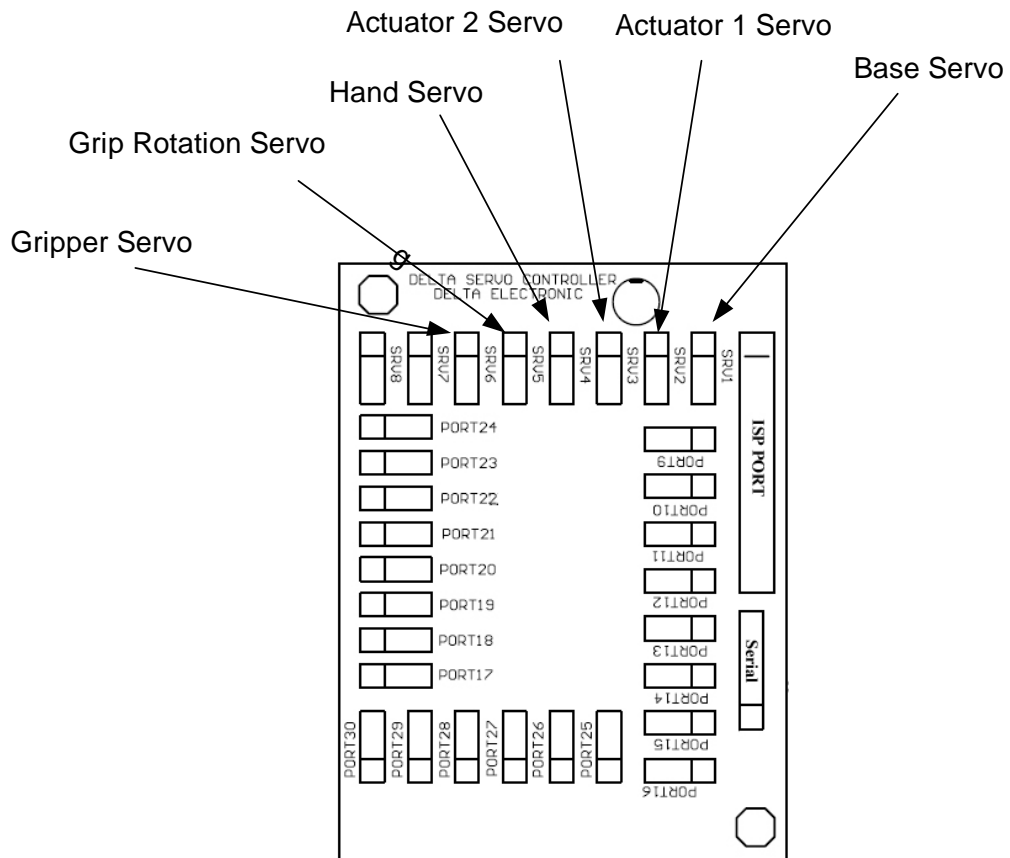
1. Hubungkan kabel-kabel servo ke DSR-08 seperti pada gambar berikut. Pastikan sisi GND dari kabel Motor Servo berada di bagian konektor yang bernetasi kotak kecil.

DELTA ELECTRONIC

<http://www.delta-electronic.com>

<http://www.deltakits-sby.com>

<http://www.robotindonesia.com>



Gambar 6 Instalasi Motor Servo pada DSR-08

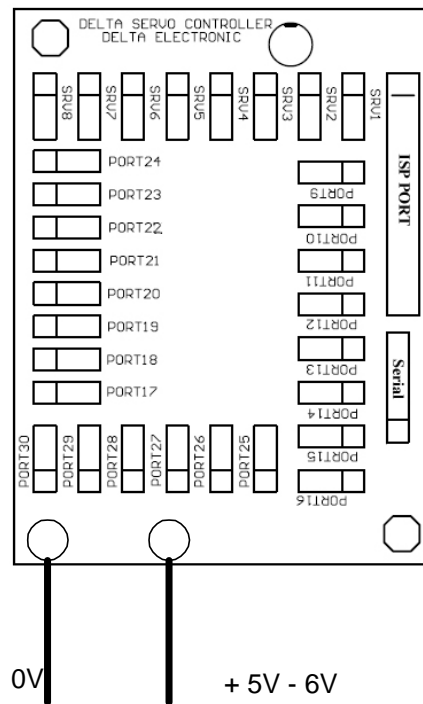
2. Pasang Kabel Power Supply di posisi seperti pada gambar 7

DELTA ELECTRONIC

<http://www.delta-electronic.com>

<http://www.deltakits-sby.com>

<http://www.robotindonesia.com>



Gambar 7 Instalasi Power pada DSR-08

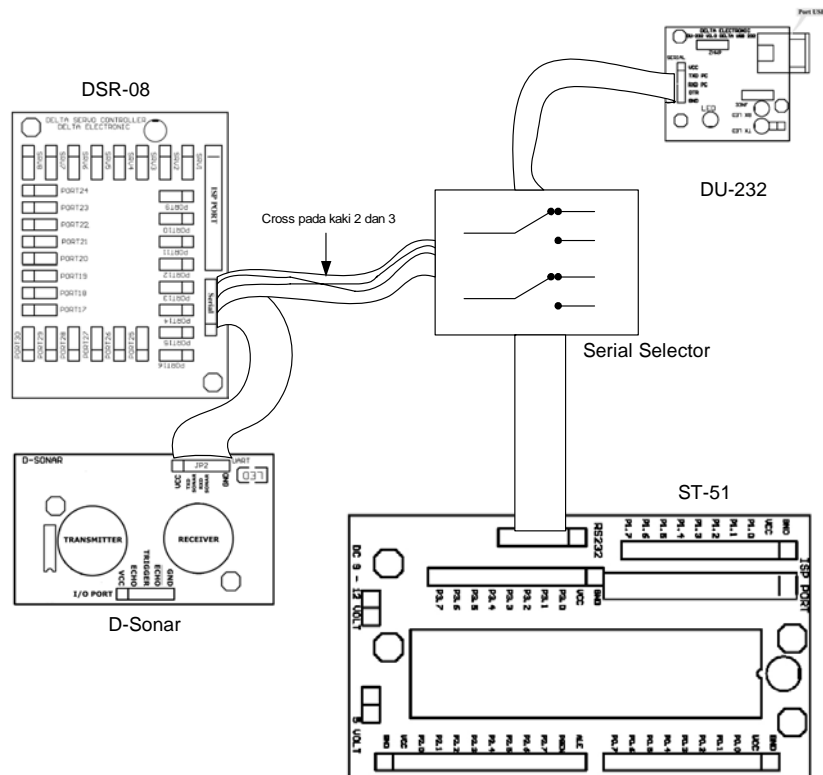
3. Hubungkan Kabel konektor 5 pin ke UART ST-51, UART DSR-08 dan UART D-Sonar seperti pada gambar 8

DELTA ELECTRONIC

<http://www.delta-electronic.com>

<http://www.deltakits-sby.com>

<http://www.robotindonesia.com>



Gambar 8 Instalasi antar Modul

4. D-Sonar dan DSR-08 pada sistem ini berstatus slave, oleh karena itu, keduanya cukup dihubungkan dengan kabel straight (lurus) sebanyak 5 pin saja. Namun ST-51 maupun PC (baik melalui DU-232 ataupun melalui serial langsung) adalah merupakan master sehingga hubungan dilakukan dengan menggunakan kabel cross pada kaki 2 dan 3nya.
5. Switch Selector berfungsi untuk mengatur apakah DSR-08 digerakkan secara manual melalui PC atau otomatis melalui program yang telah terdownload di ST-51.
6. Untuk gerakan manual melalui PC, pindahkan Switch Selector ke posisi tersebut
7. Aktifkan Power Supply
8. Buka Software Arm Robo.exe dan buka COM dengan baudrate 9600 bps
9. Gerak-gerakan tombol pengendali servo pada software dan motor servo akan bergerak mengikuti arah gerakan tombol tersebut.

Kendali dengan Bluetooth

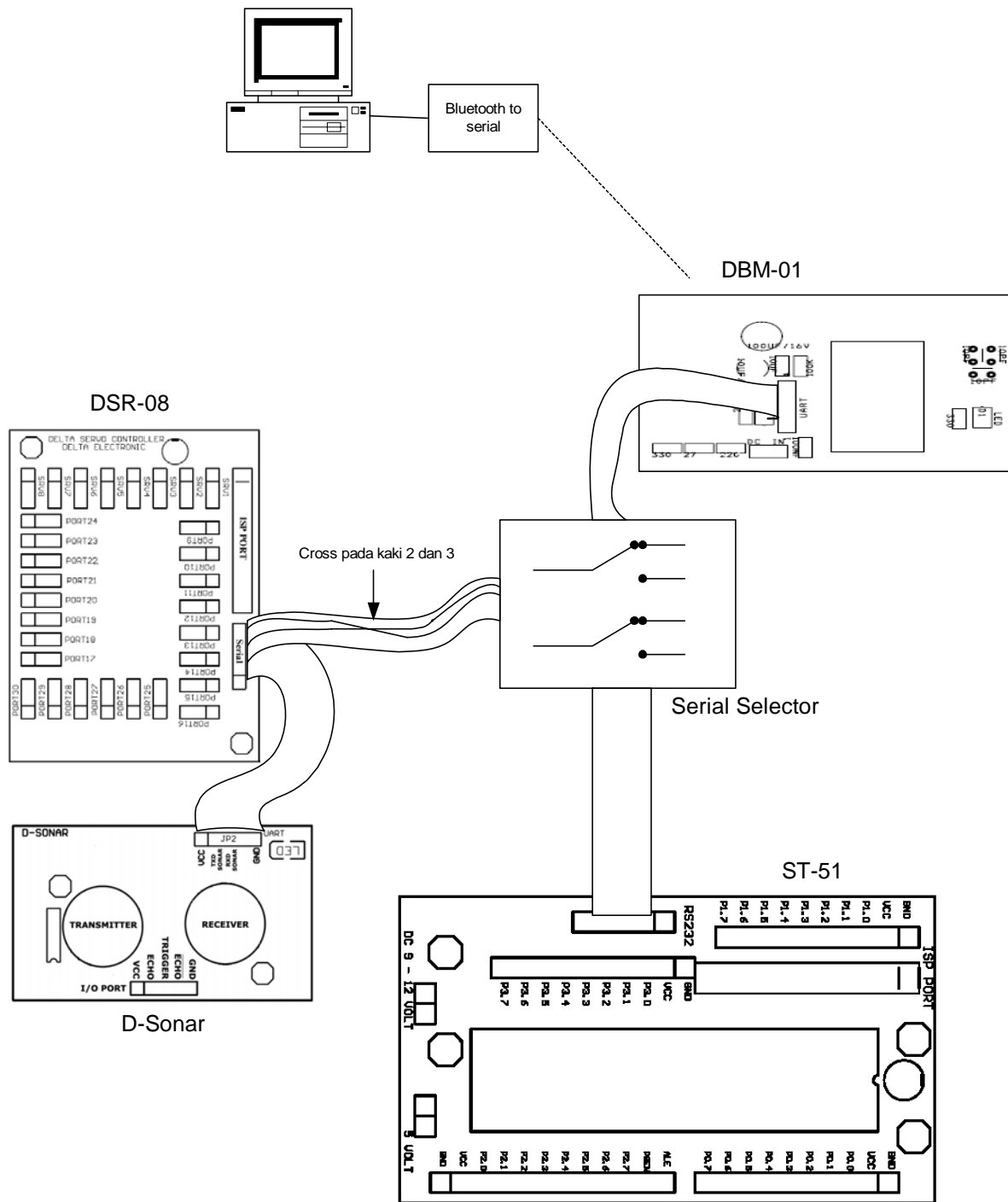
Agar proses kendali manual Delta Robo Arm dapat dilakukan dari jarak jauh, anda dapat menambahkan Modul Bluetooth DBM-01 (Delta Bluetooth Module) sebagai pengganti DU-232. Sedangkan di sisi PC dapat dipasang Modul Bluetooth to Serial yang akan mengkonversi sinyal-sinyal bluetooth kembali ke bentuk serial sehingga tetap dapat dikenali sebagai COM oleh Armrobo.exe. Lebih detail mengenai instalasi modul bluetooth ini dapat dilihat di user manual DBM-01

DELTA ELECTRONIC

<http://www.delta-electronic.com>

<http://www.deltakits-sby.com>

<http://www.robotindonesia.com>



Gambar 8b Kendali dengan bluetooth

Gerakan-gerakan Lengan Delta Robo Arm

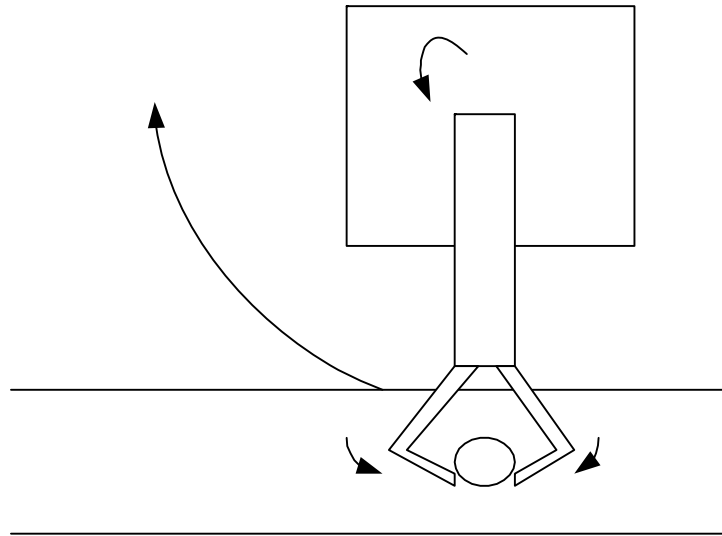
DELTA ELECTRONIC

<http://www.delta-electronic.com>

<http://www.deltakits-sby.com>

<http://www.robotindonesia.com>

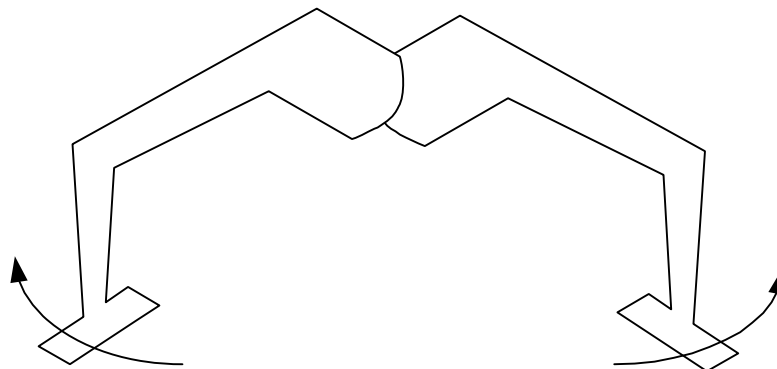
Untuk aplikasi memindahkan botol ke samping maka diperlukan gerakan-gerakan seperti pada gambar 6 di mana lengan turun, menjepit botol dan membawa ke samping serta meletakkan.



Gambar 9. Gerakan-gerakan Delta Robo Arm dalam memindahkan botol

Berikut ini adalah gerakan-gerakan lengan yang dilakukan yang diawali dengan fase standby yaitu fase di mana lengan berada pada posisi siap untuk bergerak apabila ada botol di depannya.

1. Gripper membuka, gripper atau bagian penjepit membuka selebar mungkin agar dapat menjepit botol dengan mudah.



Gambar 10 Gripper bergerak membuka (Robodysey Grip 005-0030)

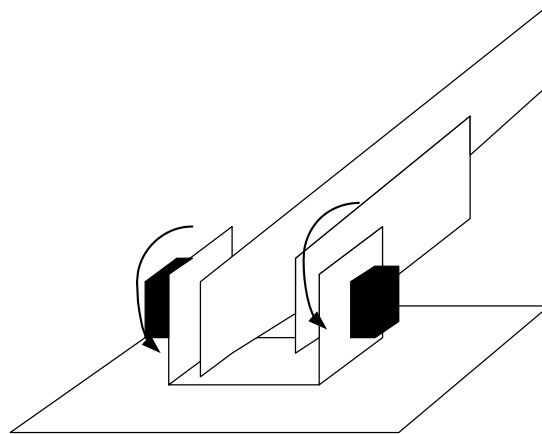
DELTA ELECTRONIC

<http://www.delta-electronic.com>

<http://www.deltakits-sby.com>

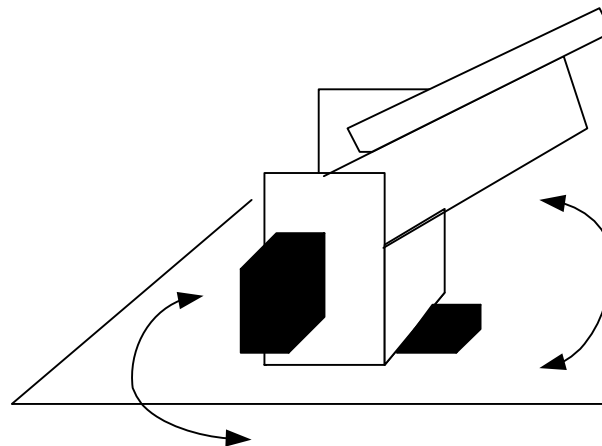
<http://www.robotindonesia.com>

2. Aktuator mengangkat agar lengan bebas dari halangan pada saat base servo bergerak ke posisi tengah.



Gambar 11 Gerakan aktuator mengangkat

3. Setelah aktuator di posisi atas, lengan bebas untuk bergerak ke posisi tengah tanpa khawatir menyentuh obyek atau botol. Hal ini dilakukan dengan memutar base servo ke posisi tengah.



Gambar 12 Gerakan Base Servo ke posisi tengah

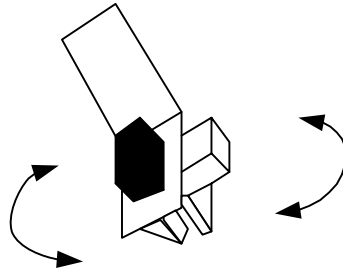
4. Gerakan terakhir pada posisi standby adalah, mempersiapkan grip rotation servo di posisi mendatar agar dapat menjepit botol dengan baik.

DELTA ELECTRONIC

<http://www.delta-electronic.com>

<http://www.deltakits-sby.com>

<http://www.robotindonesia.com>



Gambar 13 Gerakan Grip Rotation

Gerakan-gerakan berikutnya adalah fase repetitif yaitu fase yang diulang-ulang saat botol berada di depan lengan.

1. Hand Servo (Bagian Tangan) menunduk agar pada saat aktuator turun tidak menyentuh botol
2. Aktuator turun agar dapat meraih botol
3. Hand Servo naik agar botol berada pada posisi di tengah gripper
4. Gripper servo menjepit botol
5. Aktuator bergerak ke atas mengangkat botol
6. Base Servo berputar memindah posisi botol
7. Aktuator bergerak turun untuk meletakkan botol
8. Gripper membuka untuk melepaskan botol
9. Hand Servo menunduk agar pada saat aktuator mengangkat tidak menyentuh botol
10. Aktuator bergerak ke atas
11. Base Servo kembali ke posisi tengah

Setiap kali gerakan, catat protokol-protokol yang tampil pada layar terminal. Setelah langkah-langkah tersebut dilakukan, maka data-data sudut servo yang digunakan untuk aplikasi ini telah diperoleh.

Paulus Andi Nalwan, Delta Electronic

DELTA ELECTRONIC

<http://www.delta-electronic.com>

<http://www.deltakits-sby.com>

<http://www.robotindonesia.com>