

TEKNOLOGI WIRELESS SEBAGAI KONTROL GERAK MOTOR

Sarifudin ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Banjarmasin

Ringkasan

Penerapan teknologi robotik pada saat ini sudah banyak diaplikasikan pemanfaatannya, diantaranya penggunaan lengan robot untuk perakitan dan pengelasan kerangka mobil pada industri manufaktur, sebagai pencari dan pemadam sumber api, robot boneka, robot perang (War Robot), robot intel yang dapat terbang digunakan untuk memotret suatu daerah, dan fungsi-fungsi lainnya baik dibidang kedokteran, sosial dan lain-lain.

Dengan perangkat pengendali Robot dapat bergerak dengan baik. Untuk Sistem Otomatis, sensor pada kotak dapat mendeteksi adanya objek / benda yang di letakkan, sehingga kemudian Robot akan bergerak ke kotak tersebut dan memindahkannya ke kotak lain yang belum terisi objek / benda. Sedangkan untuk Sistem Wireless, robot bergerak sesuai pengendalian melalui penekanan tombol-tombol pada remote control dengan jarak maksimal berdasarkan hasil pengujian adalah sekitar 5 meter.

Kata Kunci : *Teknologi Wireless, Kontrol gerak Motor*

1. PENDAHULUAN

Industri pada zaman sekarang ini banyak menemukan masalah dalam kegiatan produksinya, diantaranya masalah dalam hal ketelitian, posisi yang tidak terjangkau, posisi yang mungkin membahayakan bagi pekerja, lama waktu pengerjaan serta kurangnya jumlah hasil kerja yang diharapkan. Masalah-masalah tersebut dapat mengurangi mutu, kurangnya efektivitas maupun efisiensi kerja.

Untuk mengatasi masalah-masalah dalam industri kerja tersebut, banyak para pengusaha industri yang berusaha menerapkan berbagai macam teknologi untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi kerja industrinya agar hasil produksi dapat mencapai target yang memuaskan seperti apa yang diharapkan. Salah satu teknologi yang dapat dikembangkan penerapannya yaitu teknologi robotik.

Penerapan teknologi robotik pada saat ini sudah banyak diaplikasikan pemanfaatannya, diantaranya penggunaan lengan robot untuk perakitan dan pengelasan kerangka mobil pada industri manufaktur, sebagai pencari dan pemadam sumber api, robot boneka, robot perang (War Robot), robot intel yang dapat terbang digunakan untuk memfoto suatu daerah, dan fungsi-fungsi lainnya baik dibidang kedokteran, sosial dan lain-lain.

2. DEFINISI ROBOT DAN ROBOTIK

Definisi sebuah robot menurut "Robot Institute Of America" adalah sesuatu yang dapat diprogram berulang-ulang, dengan memiliki ma-

nipulator mekanik / penggerak yang didesain untuk memindahkan barang-barang, komponen-komponen atau alat - alat khusus dengan berbagai program yang fleksibel / mudah disesuaikan untuk melaksanakan berbagai macam tugas. Dari definisi yang telah diterangkan tersebut dapat dikatakan robot sebagai automasi yang dapat diprogram (*Programmable Automation*).

Sedangkan istilah Robotik adalah teknologi yang berhubungan dengan mendesain, membuat, dan mengoperasikan robot. Robotik ini ruang lingkupnya adalah mencakup *artificial* intelegen, ilmu komputer, *engineering* mekanik, psikologi, anatomi, dan bidang-bidang ilmu lainnya.

3. KOMPONEN DASAR SEBUAH ROBOT

Komponen dasar sebuah robot adalah terdiri dari :

1. Manipulator robot adalah sistem mekanik yang menunjukkan pergerakan dari robot. Yang termasuk manipulator yaitu:
 - ⇒ Mekanik
 - ⇒ Penyangga gerakan (*appendage*)
 - ⇒ Base (pondasi / landasan robot)
2. *Controler* adalah jantung dari robot untuk mengontrol (MP, RAM, ROM, Sensor, dan lain-lain).
3. *Power Supply*, yaitu sumber tenaga yang dibutuhkan oleh robot, dapat berupa energi listrik, energi tekanan cairan (hidrolik), atau energi tekanan udara (Pneumatik).
4. *End Effector*, untuk memenuhi kebutuhan dari tugas robot atau si pemakai.

4. TINGKAT TEKNOLOGI ROBOT

Robot Teknologi Rendah

Robot teknologi rendah digunakan dalam lingkungan industri untuk pekerjaan seperti mesin pemasang dan pelepas, penanganan material, operasi pengepressan dan operasi perakitan sederhana.

Karakteristik Robot Teknologi Rendah adalah sebagai berikut :

- ⇒ Siku, memiliki 2 sampai dengan 4 pergerakan siku dan biasanya robot teknologi rendah merupakan robot non servo.
- ⇒ Beban kerja, beban kerja untuk jenis robot teknologi rendah berkisar 3 sampai dengan 13,6 kg.
- ⇒ Waktu siklus, adalah waktu yang diperlukan sebuah robot untuk bergerak dari satu posisi ke posisi berikutnya. Dimana waktu siklus ini tergantung atas 2 faktor yaitu : beban kerja dan panjang lengan manipulator. Robot teknologi rendah biasanya memiliki waktu siklus yang cukup tinggi yaitu : 5 sampai dengan 10 detik.
- ⇒ Ketelitian, adalah seberapa dekat sebuah robot dapat menggerakkan manipulatornya sesuai dengan titik yang telah diprogramkannya. Erat hubungannya dengan ketelitian yaitu keseragaman. Keseragaman menggambarkan seberapa sering sebuah robot melakukan program yang sama, mengulangi gerakannya pada titik yang telah diberikan. Baik ketelitian dan keseragaman sangat penting dalam sistem operasi berbagai robot. Untuk robot teknologi rendah ketelitiannya berkisar 0,050 sampai dengan 0,025 mm.
- ⇒ Aktuasi, adalah metode pergerakan siku suatu robot. Aktuasi dapat dicapai dengan menggunakan pneumatik, hidrolik, maupun elektrik. Untuk robot yang berteknologi rendah biasanya menggunakan motor listrik karena harganya murah dan operasinya mudah dikendalikan.

Robot Teknologi Menengah

Robot Teknologi Menengah umumnya digunakan untuk pekerjaan mengambil dan meletakkan dan mesin pemasang dan pelepas. Robot Teknologi Menengah memiliki kerumitan yang lebih tinggi.

Karakteristik Robot Teknologi Menengah :

- ⇒ Siku, Robot Teknologi Menengah memiliki jumlah siku yang lebih banyak dibandingkan dengan robot teknologi rendah dan memiliki batere kerja yang lebih besar. Lengan robot ini juga memiliki kekuatan *manuver* yang lebih untuk memanipulasi. Siku Robot teknologi menengah berjumlah 5 sampai dengan 6 pergerakan siku.

- ⇒ Beban kerja, beban kerja untuk jenis robot teknologi menengah berkisar 68 sampai dengan 150 kg. Dengan bertambahnya kemampuan beban kerja maka robot ini mampu menggantikan pekerja dalam situasi dimana mengangkat bagian yang berat secara konstan ketika diperlukan.
- ⇒ Waktu siklus, Robot Teknologi Menengah memiliki waktu siklus yaitu : dalam pergerakan siku sepanjang 25 sampai dengan 65 dapat ditempuh dalam waktu 1,0 detik. Semakin tinggi kompleksitas pekerjaan dan makin berat beban kerja yang diberikan maka makin besar pula nilai waktu siklus yang diperoleh.
- ⇒ Ketelitian, dengan bertambahnya jumlah siku akan juga berpengaruh dengan meningkatnya ketelitian. Untuk robot teknologi menengah ketelitiannya berkisar 0,2 sampai dengan 1,3 mm.
- ⇒ Aktuasi, untuk robot yang berteknologi menengah digerakkan oleh 2 tipe motor yaitu: listrik atau hidrolik. Alasan menggunakan 2 tipe motor karena beban kerja yang berat.

Robot Teknologi Tinggi

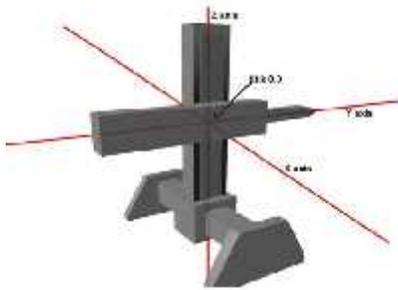
Robot teknologi tinggi digunakan dalam lingkungan industri untuk pekerjaan yang kompleksitasnya tinggi.

Karakteristik Robot Teknologi Tinggi :

- ⇒ Siku, memiliki 8 sampai dengan 10 pergerakan siku dan biasanya robot teknologi tinggi memiliki jenis pekerjaan yang kompleks dan manuver gerakan yang beragam.
- ⇒ Beban kerja, beban kerja untuk jenis robot teknologi tinggi berkisar 150 sampai dengan 250 kg.
- ⇒ Waktu siklus, karena bertambahnya gerakan dan kompleksitas kerja yang tinggi maka Waktu siklus untuk robot teknologi tinggi berkisar : 10 sampai dengan 25 detik.
- ⇒ Ketelitian, dengan bertambahnya jumlah siku akan juga berpengaruh dengan meningkatnya ketelitian. Untuk robot teknologi tinggi ketelitiannya berkisar 1,5 sampai dengan 3,0 mm.
- ⇒ Aktuasi, untuk robot yang berteknologi tinggi biasanya digerakkan oleh 3 tipe aktuator motor yaitu: listrik, hidrolik dan pneumatik.

a. Robot Kartesian

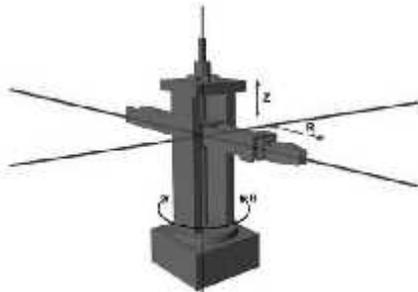
Struktur robot ini terdiri dari tiga sumbu linier (*prismatic*). Masing-masing sumbu dapat bergerak ke area sumbu x-y-z. Keuntungan robot ini adalah pengontrolan posisi yang mudah dan mempunyai struktur yang lebih kokoh.



Gambar 1. Robot Kartesian

b. Robot Silindris

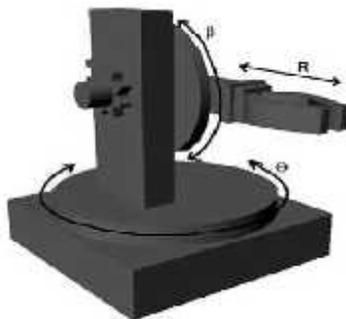
Struktur dasar dari robot silindris adalah terdiri dari *Horizontal Arm* dan *Vertikal Arm* yang dapat berputar pada *base/ landasannya*. Jika dibandingkan dengan robot kartesian, robot silindris mempunyai kecepatan gerak lebih tinggi dari *end effectornya*, tapi kecepatan tersebut tergantung momen inersia dari beban yang dibawanya.



Gambar 2. Robot Silindris

c. Robot Polar

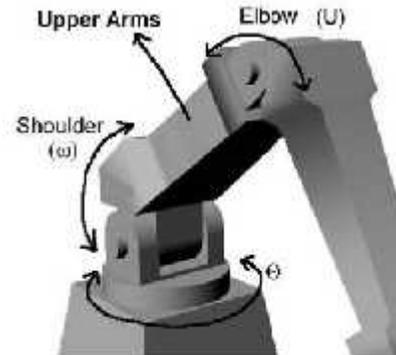
Konfigurasi robot polar/simetrikal juga memiliki 3 sumbu yaitu (*theta*), (*beta*), dan *R*. Dikatakan sistem simetrikal karena ruang gerak dari robot merupakan *sphere* (bola). Konfigurasi struktur robot ini mirip dengan sebuah tank dimana terdiri atas *Rotary Base*, *Elevated Pivot*, dan *Telescopic Arm*. Keuntungan dari robot jenis ini adalah fleksibilitas mekanik yang lebih baik.



Gambar 3. Robot Polar

d. Robot Artikulasi

Robot ini terdiri dari tiga lengan yang dihubungkan dengan dua *Revolute Joint*. *Elbow Joint* menghubungkan *Fore Arm* dengan *Upper Arm*. *Shoulder Joint* menghubungkan *Upper Arm* dengan *Base*. Robot dengan sistem koordinat artikulasi ini didefinisikan dengan 3 sumbu, yakni (*theta*), *upper arm* (*w*) dan *elbow* (*U*). Sumbu ini memberikan ke-fleksibelan lebih besar. Struktur robot artikulasi ini dapat dilihat pada gambar.



Gambar 4. Robot Artikulasi

e. Robot SCARA (Selective Compliance Assembly Robot Arm)

Robot *Assembly* bisa didesain menurut koordinat kartesian, silindris maupun polar. Pada beberapa aplikasi hanya membutuhkan sumbu gerak vertikal, misalnya robot *assembly* yang memasang komponen pada *PCB*. Robot seperti ini mempunyai lengan dengan dua artikulasi, sedangkan *wrist* mempunyai gerakan linier dan *rolling*. Struktur robot *assembly* dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 5. Robot SCARA

5. KARAKTERISTIK ROBOT

Ada tiga jenis karakteristik pada keakuratan gerakan dari ujung robot pada suatu penerapan yaitu :

- ⇒ *Spatial Resolution* (Resolusi)
Dapat diartikan sebagai gerakan terkecil yang masih dapat dikontrol oleh si pemro-

gram, sehingga *spatial resolution* adalah jumlah dari resolusi *control* dengan ketidakakuratan mekanik.

- ⇒ **Accuracy (Akurasi)**
Adalah kemampuan dari ujung robot untuk mencapai titik yang dituju. Dengan kata lain akurasi adalah setengah resolusi *spatial*.
- ⇒ **Repeatability (Pengulangan)**
Adalah kemampuan dari ujung robot untuk mencapai titik yang sebelumnya dikontrol. *Repeatability* umumnya lebih kecil dari akurasi.

6. SISTEM PENGGERAK ROBOT

Penggerak diperlukan oleh robot agar robot mampu bergerak atau berpindah posisinya serta mampu mengangkat beban pada *end effectomya*. Ada 3 (tiga) macam jenis penggerak robot, yaitu:

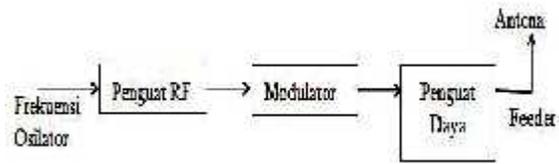
- ⇒ **Penggerak Hidrolik**
Menggunakan fluida / oli, kurang dalam segi kebersihan, beresiko tahan kebakaran. Keuntungan yang didapatkan jika menggunakan penggerak hidrolik adalah:
 - Mampu menghasilkan daya yang besar tanpa memerlukan roda-roda gigi, cukup dengan pengendalian aliran fluida.
 - Piston dapat bergerak secara mulus dan cepat.
 - Tidak perlu khawatir akan percikan api seperti pada motor listrik.
 - Cocok dipakai pada lingkungan kerja yang mudah terbakar.
- ⇒ **Penggerak Pneumatik**
Menggunakan tekanan udara merupakan jenis yang termurah, terpraktis dan *fixed points*. Kelebihan sistem penggerak pneumatik adalah:
 - Menggunakan udara sebagai penggerak piston sehingga lebih murah dari pada sistem penggerak hidrolik.
 - Diperkenankan adanya sedikit kebocoran.
 - Mempunyai respon lebih cepat daripada sistem penggerak hidrolik.
- ⇒ **Penggerak Elektrik**
Yang dimaksud penggerak elektrik disini adalah motor listrik. Ciri khasnya adalah kecepatan. Terdiri atas : Motor servo, motor DC, dan motor stepper.

7. SISTEM WIRELESS

Sistem Pemancaran (Transmitter)

Agar sinyal dapat di pancarkan ke penerima tentunya harus ada yang membawa sinyal. De-

ngan menggunakan *system* pemancaran (*Transmitter*) sinyal *control* akan di satukan (*Modulation*) dengan *signal* pembawa.



Gambar 6. Sistem Pemancaran (*Transmitter*)

Pemancar berfungsi sebagai alat pembangkit getaran (sinyal *input*) elektrik berupa frekuensi tinggi yang disebut frekuensi radio (*Radio Frequency – RF*). Melalui frekuensi RF ini, energi tersalur ke antena untuk dipancarkan ke segala arah sebagai gelombang-gelombang radio, atau gelombang-gelombang elektromagnetik.

Setelah sampai ditempat penerima, sebagian gelombang akan diterima/ditangkap oleh antena penerima untuk diubah menjadi sinyal *output*. Pada proses penyampaian sinyal informasi (sinyal *input*) dari antena pemancar ke antena penerima terjadi proses modulasi.

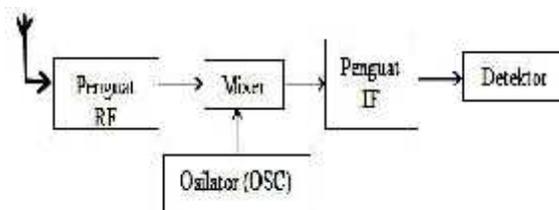
Modulasi terjadi pada bagian kirim, yaitu merupakan proses penumpangan sinyal-sinyal informasi pada sinyal gelombang pembawa (*carrier*). Dan gelombang pembawa inilah yang mengantarkan sinyal informasi dari tempat pengirim ke tempat penerima. Frekuensi gelombang pembawa lebih tinggi dari frekuensi gelombang sinyal informasi.

Dari diagram diatas terlihat bahwa sistem pemancar terdiri dari 6 komponen, yaitu Osilator, Penguat RF, Modulator, Penguat daya, Feeder, dan Antena.

Sistem Penerimaan (Receiver)

Sistem ini berfungsi untuk penerimaan sinyal kontrol. Dengan menggunakan sistem penerimaan, rangkaian kontrol akan dapat menerima sinyal kontrol yang dipancarkan oleh Pemancar (*Transmitter*).

Sinyal kontrol ini masih berbentuk sinyal data yang masih termodulasi dengan sinyal pembawa. Agar sinyal kontrol dapat digunakan harus di pisahkan terlebih dahulu sinyal kontrol dengan sinyal pembawa, proses ini dinamakan dengan demodulasi.



Gambar 7. Blok diagram penerima

Dari diagram diatas, dapat diketahui bahwa sebuah penerima terdiri dari unit-unit:

- Penguat RF berfungsi untuk menguatkan daya RF (frekuensi tinggi) yang berisi informasi sebagai hasil modulasi pemancar asal. Setelah diperkuat, getaran RF ini dicatukan ke *mixer* (pencampur);
- Pencampur (*Mixer*) berfungsi untuk mencampur getaran RF dengan frekuensi Osilator Lokal, sehingga diperoleh frekuensi antara (*intermediate*);
- Disaat penerima menerima frekuensi, secara serentak dibangkitkan getaran RF di Osilator Lokal. Hasil pencampuran getaran RF dengan getaran Osilator Lokal diteruskan ke Penguat IF;
- Penguat IF berfungsi untuk menguatkan frekuensi IF guna diteruskan ke Detektor;
- Detektor berperan untuk mengubah kembali frekuensi informasi dari Frekuensi IF. Dengan cara ini bagian Detektor memisahkan getaran pembawa RF dengan getaran informasi (*Audio Frequency*).

8. PENGUJIAN

Hasil dan Analisa Pengujian Sensor Pada Kotak

Pengujian dilakukan dengan meletakkan objek benda, pada salah satu kotak. Pada saat objek benda diletakkan di salah satu kotak, maka pancaran sensor Infra red akan tertutup atau terhalang objek benda sehingga sensor Photodiode tidak menerima sinyal dari Infra red, hal ini mengakibatkan nilai hambatan dari Photodiode membesar atau tidak terhubung dengan *supply* positif (+), sehingga keadaan *output* sekarang adalah berlogik 0. Keadaan ini diumpangkan ke *Single Chip* AT89C51 sehingga program akan memerintahkan *Driver* motor untuk bergerak mengambil objek benda dan memindahkannya.

Tabel 1. Hasil pengujian sensor pada kotak

Infra red	Photo dioda	Single Chip	ROBOT
Mencancar	1	1	Tidak melakukan apa-apa
Tidak mencancar	0	0	Mengambil dan memindahkan benda

Hasil dan Analisa Pengujian Sensor Posisi

Pengujian dilakukan dengan memberi *input* (modul *switch* digital) ke salah satu *single chip* AT89C51. Saat tombol ditekan, yang mana menghubungkan *supply* positif (+) atau *negative* (-) ke *Single Chip* AT89C51, maka program pada *Single Chip* akan memerintahkan robot untuk

berputar ke kiri atau ke kanan sesuai posisi yang diinginkan. Jika posisi yang diinginkan pada kotak 3 dan posisi sekarang pada kotak 1, maka ketika diberi *input*, *single chip* akan memerintahkan *driver* motor untuk berputar ke kotak 3. Saat posisi robot pada kotak 3 dan posisi sensornya terkena, dimana Infra red memancarkan dan photo dioda menerima sinyal dari Infra red dengan sistem (Aktif High), maka nilai hambatan pada Photo dioda berkurang atau dengan kata lain menghubungkan *supply* positif(+) langsung ke *output* sensor, jadi keadaannya sekarang adalah *logic* 1. Keadaan ini diumpangkan ke *single chip* untuk memerintahkan *driver* motor agar robot berhenti pada kotak tersebut.

Tabel 2. Hasil pengujian sensor posisi

Switch(input)	Sensor posisi	Single chip	Motor
1	0	0	Berputar
1 atau 0	1	1	Stop

Hasil dan Analisa Pengujian Driver Motor Penggerak Robot

Pengujian dilakukan dengan memberi *input* pada salah satu pin rangkaian *Driver* Motor. Saat pin A diberi *supply* (+) maka IC *Driver* L293 akan memutar motor searah jarum jam. Jika pin B diberi *supply* (+) maka akan memutar motor berlawanan arah jarum jam.

Tabel 3. Hasil pengujian Driver Motor Penggerak Robot

Pin A	Pin B	Output L293
1	0	Putar kanan
0	1	Putar Kiri

Hasil dan Analisa Pengujian Rangkaian Remote Kontrol

Pengujian dilakukan dengan menekan tombol pada rangkaian pemancar, yang mana akan diterima oleh rangkaian penerima sesuai nilai frekuensi dari rangkaian penerima. Saat tombol A ditekan, pada rangkaian akan menghasilkan frekuensi tertentu dan dicampur oleh frekuensi pembawa, lalu sinyal tadi dikuatkan, barulah setelah itu dipancarkan melalui antena.

Pada rangkaian penerima akan menerima sinyal dari pemancar tersebut, yang mana sinyal yang diterima oleh penerima sama dengan nilai sinyal yang dipancarkan. Barulah sinyal yang diterima tadi dipisah dengan frekuensi

pembawa, kemudian sinyal tadi diproses dan dikeluarkan menjadi *logic 1/0*. Keadaan ini adalah sebagai *output* dari rangkaian penerima tadi, sehingga dapat menyalakan lampu indikator.

Analisa pada Sistem Wireless:

Lengan Robot bekerja berdasarkan perintah berdasarkan tombol *remote control*, yang mana jika tombol mengambil objek benda ditekan rangkaian penerima pada *remote control* akan memberikan sinyal input ke *microcontroller*, kemudian memerintahkan ke lengan robot bekerja mulai dari keadaan diam, lengan turun ke bawah, menjepit objek, lengan naik ke atas. Begitu pula dengan tombol pergerakan posisi, dimana pada saat tombol pergerakan posisi ditekan pada *remote control*, penerima akan memberi sinyal ke *microcontroller*, agar memerintahkan lengan robot untuk bergerak/berputar sesuai posisi yang telah ditekan oleh tombol pada *remote control* dimana pergerakan lengan robot berhenti pada posisi yang ditentukan pada saat pendeteksian sensor posisi yaitu sensor *Infra red* dan *Photo dioda*. Begitu pula dengan peletakkan objek benda, saat tombol peletakkan objek benda ditekan maka lengan robot akan meletakkan objek benda mulai dari menurunkan lengannya, meletakkan benda dan lengan kembali ke posisi awal.

9. PENUTUP

Kesimpulan

1. Robot dapat mendeteksi adanya objek benda setelah objek benda diletakkan pada kotak yang mana dibuktikan dengan gerakan robot, ke posisi dimana benda berada, kemudian memindahkan ke posisi lain yang belum terisi oleh objek benda.
2. Dengan pendeteksian sensor, robot dapat bergerak dan berhenti sesuai posisi yang diinginkan secara tepat, hal ini membuktikan dengan deteksi sensor tersebut dapat diperoleh ketepatan (kepresisian).
3. Robot dapat dikendalikan dengan *remote control*, karena rangkaian penerima dari *remote control* mengeluarkan *output* yang diumpangkan ke *microcontroller* sehingga dapat bergerak.
4. Frekuensi yang digunakan pada *remote control* adalah 27 Mhz, dan dapat mengendalikan gerak Lengan Robot maksimal sejauh 5 meter.
5. Motor penggerak memerlukan *Driver Motor* sebagai pengaturan gerak motor. Pada rangkaian *driver* motor ini kami menggunakan IC L293.

10. DAFTAR PUSTAKA

1. Adi, Rachmad. 1999. Instalasi Listrik Komersial. Bandung : Angkasa.
2. Budiharto, Widodo. 2006. *Belajar Sendiri Membuat Robot Cerdas*. PT. Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia. Jakarta.
3. Cooper, Willan D. 1993. Instrumentasi Elektronika dan Teknik Pengukuran. Jakarta : Erlangga.
4. Fadilah, Kismet. 1999. Instalasi Motor – motor Listrik. Bandung : Angkasa.
5. Nalwan, Paulus Andi. 2003. *Panduan Praktis Teknik Antarmuka dan Pemrograman Mikrocontroller AT89C51*. Jakarta : PT. Elek Media Komputindo.
6. Sukarno, Winarso Adi. 1999. Pengukuran Listrik. Bandung : Angkasa.
7. Saydam, Gouzali, Bc.TT., 1993. Sistem Telekomunikasi. Jakarta : Djambatan.