

# DESAIN DAN SISTEM PENGENDALIAN ROBOT BERODA PEMADAM API

Samuel Kristiyana

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri  
Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta  
Jl. Kalisahak No. 28 Balapan Yogyakarta 55222

## ABSTRACT

*Mobile robots need navigation system in doing motions in certain direction. With the result that coordinates between input devices such relative position sensors toward mapped navigation points and output device such motor driver. Coordinate between input and output, interpreted by controlling system. The aim of controlling system as brain, which able to compare and give any output decision from input as robot moving trajectory based on knowledge and experience that embedded through the controlling system, even mistaken that have done.*

*Robot system is classified into three system sections, mechanical device, electrical device and soft computation. Each potentially turns up new characters known or unknown.*

**Key words:** Robot, sensor, controller.

## INTISARI

Robot bergerak membutuhkan navigasi dalam melakukan gerakan pada arah tertentu. Sehingga koordinasi antara piranti masukan-masukan berupa sensor posisi relatif terhadap titik acuan navigasi yang sudah dipetakan dengan piranti penggerak berupa motor. Koordinasi antara masukan dengan keluaran dijematani oleh piranti pengendali. Piranti pengendali berfungsi sebagai otak sistem yang mampu membandingkan dan memberikan keputusan terhadap masukan menjadi sebuah keluaran berupa pergerakan robot berdasarkan pengetahuan yang ditanamkan maupun hasil pembelajaran dari kesalahan yang pernah terjadi.

Dalam sistem robot tersusun tiga bagian sistem, yaitu perangkat mekanis, perangkat elektrik dan perangkat lunak. Pada masing-masing bagian tersebut berpotensi untuk menimbulkan karakter-karakter baru baik disadari kemungkinan munculnya maupun yang tidak disadari kemungkinan munculnya.

**Kata kunci:** Robot, sensor, pengendali.

## PENDAHULUAN

Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligence*) dalam robotik adalah suatu algoritma (yang dipandang) cerdas yang diprogramkan ke dalam pengendali robot. Pengertian cerdas di sini sangat relatif, karena tergantung dari sisi mana seseorang memandang.

Kontrol adalah bagian yang tak terpisahkan dalam sistem robotika. Dalam hal ini, sistem kontrol bertugas mengkolaborasikan sistem elektronik dan mekanik dengan baik agar mencapai fungsi seperti yang dikehendaki. Misalnya poros motor dan sendi pada mekanik berhubungan dengan rangkaian kontroler dan rangkaian *interface/driver* ke motor dan bagian program kontroler yang melakukan penulisan data ke alamat motor. Atau, sendi mekanik yang akan di deteksi berhubungan dengan sensor dan *interface*, dan program membaca data sensor didalam kontroler.

Mikrokontroler adalah suatu rangkaian terintegrasi yang tersusun atas beberapa komponen, antara lain: CPU (*Central Processing Unit*), ROM

(*Read Only Memory*), RAM (*Random Access Memory*), timer, dan *input-output (I/O)* yang dikemas

dalam satu keping tunggal (*chip*). Jadi sebenarnya mikrokontroler merupakan sebuah piranti pengembangan mikroprosesor dengan teknik fabrikasi dan konsep pemrograman yang sama memungkinkan pembuatan mikroprosesor multiguna juga menghasilkan mikrokontroler.

AT89S52 adalah mikrokontroler 8 bit keluaran Atmel dengan 8K byte *Flash PEROM (Programmable and Erasable Read Only Memory)* yang merupakan memori dengan teknologi *high density nonvolatile memory* dan kompatibel dengan mikrokontroler standar industri MCS-51, isi memori tersebut dapat diisi ulang ataupun dihapus berkali-kali sampai batas 1000 kali, mikrokontroler ini merupakan *high performance* teknologi CMOS (*Complementary Metal Oxide Semiconductor*) dan dikemas dalam paket 40 pin dengan catu daya tunggal.

P1.0	1	40	VCC
P1.1	2	39	P0.0 (AD0)
P1.2	3	38	P0.1 (AD1)
P1.3	4	37	P0.2 (AD2)
P1.4	5	36	P0.3 (AD3)
(MOSI) P1.5	6	35	P0.4 (AD4)
(MISO) P1.6	7	34	P0.5 (AD5)
(SCK) P1.7	8	33	P0.6 (AD6)
RST	9	32	P0.7 (AD7)
(RXD) P3.0	10	31	E <sub>A</sub> /VPP
(TXD) P3.1	11	30	ALE/PROG
(INT0) P3.2	12	29	FSEN
(INT1) P3.3	13	28	P2.7 (A15)
(T0) P3.4	14	27	P2.6 (A14)
(T1) P3.5	15	26	P2.5 (A13)
(WR) P3.6	16	25	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	17	24	P2.3 (A11)
XTAL2	18	23	P2.2 (A10)
XTAL1	19	22	P2.1 (A9)
GND	20	21	P2.0 (A8)

Gambar 1. Konfigurasi pin mikrokontroler AT89Sxx

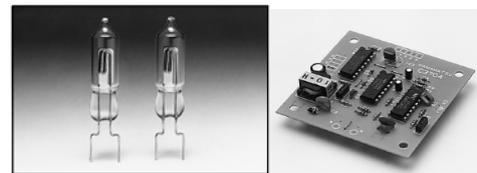
Fungsi dari mekanisme penginderaan luar menjadikan robot mampu berinteraksi dengan lingkungan pada segala kondisi. Keberadaan sistem penginderaan luar sudah sangat dominan diterapkan pada dunia industri saat ini yang akan meningkatkan derajat kecerdasan (*degree of intelligence*) yang berkenaan dengan lingkungan dan menjadi bahasan penelitian yang sungguh-sungguh menarik para ilmuwan untuk mengkaji lebih dalam.

Transduser adalah alat yang mengubah energi dari suatu bentuk ke bentuk yang lain. Sensor adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi dan sering berfungsi untuk mengukur besarnya sesuatu. Sensor adalah jenis transduser yang digunakan untuk mengubah variasi mekanis, magnetis, panas, sinar, dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik. Sensor mempunyai peranan penting dalam suatu pengendalian otomatis karena dapat disamakan sebagai panca indera atau sumber pencari informasi.

Fungsi dari sensor robot bisa dibagi menjadi dua kategori yang mendasar, yaitu *internal state* dan *external state*. *Internal state sensor* berhubungan dengan pendeteksian terhadap variabel-variabel seperti posisi *joint* lengan yang digunakan untuk pengendalian robot. *External state sensor*, pada sisi yang lain berhubungan dengan pendeteksian terhadap variabel-variabel seperti jarak (*range*), kedekatan (*proximity*) dan sentuhan (*touch*). Penginderaan eksternal digunakan sebagai pemantauan robot seperti identifikasi dan *handling* obyek.

*UVTron Flame Sensor Hamamatsu* menggunakan tabung *UVTron* produksi Hamamatsu yang mempunyai cara kerja sederhana. Saat katoda tabung dihadapkan pada berkas ultraviolet (dari lilin), maka *photoelectron* dikeluarkan dari katoda tabung oleh efek fotolistrik kemudian dipercepat oleh anoda tabung dengan medan listrik. Semakin tinggi tegangan yang diberikan maka semakin besar pula medan listriknya. Energi kinetik dari elektron menjadi cukup kuat untuk mengionkan molekul-molekul gas tertutup pada tabung dengan benturan. Elektron

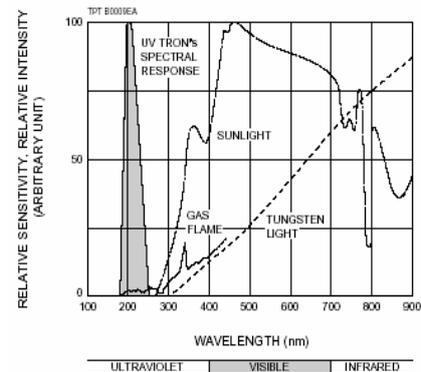
dibangkitkan oleh pengionan yang dipercepat, memungkinkan elektron-elektron tersebut untuk mengionkan molekul-molekul lain sebelum mencapai anoda. Dengan kata lain, ion positif dipercepat menuju katoda dan membenturkannya, yang menghasilkan elektron-elektron kedua. Proses peluruhan ini menyebabkan arus yang besar antara elektroda dan diikuti oleh pengosongan muatan elektron (*discharge*). Sekali pengosongan terjadi, tabung akan diisi oleh elektron-elektron dan ion-ion. Tegangan jatuh antara katoda dan anoda diusahakan dikurangi secara optimal. Kondisi ini akan menyisakan tegangan anoda tanpa mengalami penurunan dibawah titik (*point*) saturasi.



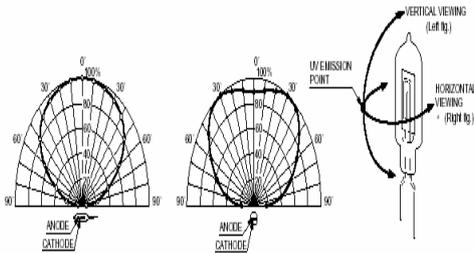
Gambar 2. Sensor *UVTron* R2868 dan *driving circuit* seri C3704

Sensor *UVTron* R2868 menggunakan efek *fotolistrik* dari logam dan efek pencampuran gas. Sensor ini mempunyai sensitivitas spektrum celah sebesar 185 nm hingga 260 nm. Tidak seperti pendeteksi oleh semikonduktor, sensor ini tidak membutuhkan *filter* pemotong spektrum sinar tampak, hal ini yang menjadi penggunaannya mudah.

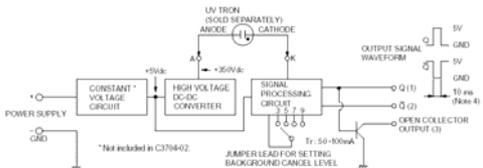
Dengan ukuran yang sangat kecil sensor ini mempunyai kepekaan *angular* (pengarahan) dan cukup baik serta cepat dalam mendeteksi radiasi ultraviolet yang dikeluarkan oleh api (contohnya sensor ini dapat mendeteksi api dari korek api pada jarak tidak lebih dari 5m).



Gambar 3. Tanggapan spektrum sensor *UVTron* R2868 terhadap variasi sumber-sumber cahaya



Gambar 4. Kepekaan pengarah sensor *UVTron R2868*



Gambar 5. Skematik diagram *UVTron R2868 driving circuit*

*Driving circuit* seri C3704 mengkonsumsi arus sangat kecil, yang berfungsi sebagai pengolah sinyal untuk sensor *UVTron R2868*. piranti ini dihubungkan dengan tabung sensor dengan memberikan tegangan DC kecil, dengan penyedia *supply* tegangan tinggi dan pengolah sinyal dalam satu papan. Dengan fenomena *error* oleh tabung sensor disebabkan cahaya eksitasi alamiah (seperti sinar kosmis, radiasi matahari, dan sebagainya) dapat direduksi/dihilangkan dengan piranti ini, sehingga sinyal *output* dari piranti ini dapat digunakan tanpa *error*.

Penggunaan cahaya inframerah salah satunya untuk menyinari jalur robot dan memberikan tanda jika adanya objek tertentu di jalur gerak robot. Inframerah: infra berarti bawah/rendah, jadi inframerah adalah cahaya atau radiasi elektromagnetik dengan frekuensi yang rendah.

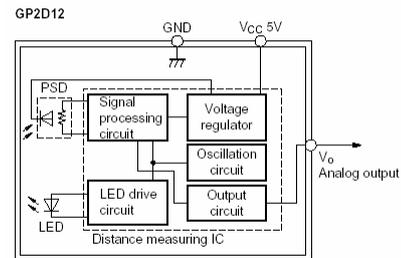
Sensor jenis Sharp GP2D12 ini adalah bentuk pengembangan dari sensor Tx-Rx inframerah (atau jenis optik lain) yang didesain dengan tingkat kepresisian tinggi. Sensor ini bekerja dengan mengirimkan gelombang inframerah (di bawah ambang batas penglihatan manusia) dan menyediakan pulsa output yang berkaitan dengan waktu yang dibutuhkan saat gelombang pantulan diterima kembali oleh sensor. Dengan mengukur jeda waktu pulsa kirim terhadap pulsa yang diterima maka dapat dikalkulasikan jarak yang diukur.

Sensor inframerah sharp GP2D12 memiliki kepresisian pengukuran, tanpa kontak dengan titik ukur dari 10 cm hingga 80 cm. GP2D12 mendeteksi bacaan terus menerus ketika diberi daya. Keluarannya berupa tegangan analog yang sesuai dengan jarak yang diukur. Nilai tersebut diperbarui setiap 32 milidetik.



Gambar 6. Sensor inframerah GP2D12 buatan Sharp

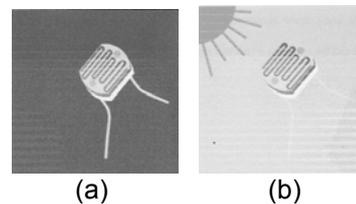
Blok diagram dari Sharp GP2D12 berisi LED pemancar dan penerima yang memiliki rangkaian pemroses, pengemudi, dan rangkaian osilasi, serta rangkaian *output* analog.



Gambar 7. Blok diagram GP2D12

Sensor garis mempunyai berfungsi untuk mendeteksi garis lingkaran putih di sekitar tempat lilin dan garis putih pada lantai (pintu masuk/keluar). Sensor garis akan mendeteksi area putih pada lantai yang di sekitar tempat lilin dan garis putih itu yang telah dicat pada lantai sebagai tanda (pada tiap pintu masuk/ keluar).

Sebuah *Light Dependent Resistor* (LDR) terdiri dari sebuah piringan bahan semikonduktor dengan dua buah elektroda pada permukaannya. Dalam gelap atau dibawah cahaya yang redup, bahan piringan hanya mengandung elektron bebas dalam jumlah yang relatif sangat kecil. Hanya tersedia sedikit elektron bebas untuk mengalirkan muatan listrik. Hal ini berarti bahwa, bahan bersifat sebagai konduktor yang buruk untuk arus listrik. Dengan kata lain nilai tahanan sangat tinggi.



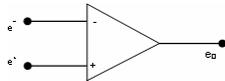
Gambar 8. LDR (a) *Low resistance*  
(b) *High resistance*

*Photocell* pada rangkaian robot ini berfungsi sebagai sensor yang mendeteksi garis pada lintasan. Antara garis dan lintasan memiliki warna yang berlainan, sebagai contoh jika warna lintasan hitam maka warna garis adalah putih.

*Op-amp* banyak digunakan sebagai rangkaian simulasi dengan komputer analog karena

karakteristiknya yang memungkinkan untuk merencanakan rangkaian dengan persamaan matematis.

Simbol *op-amp* :



Gambar 9. Simbol penguat operatif

Keterangan:

$e^-$  = masukan inverting

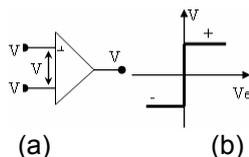
$e^+$  = masukan non inverting

$e_0$  = keluaran

Komparator adalah rangkaian yang berfungsi membandingkan tegangan masukan dengan tegangan referensi dengan besarnya *output* tergantung dari selisih dari masukan. Kesalahan sedikit (perbedaan kedua masukan) yang terjadi akan menimbulkan ayunan *output* yang maksimal akibat penguatan dari *op-amp*.

Untuk mempelajari penguat operatif sebagai komparator digunakan suatu loop terbuka sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 10(a). Misalkan jika  $V_{in}$  lebih besar dari  $V_{ref}$ , tegangan kesalahan adalah positif dan tegangan *output* menuju harga positif maksimum. Jika sebaliknya,  $V_{in}$  lebih kecil dari  $V_{ref}$  tegangan *output* berayun menuju ke harga negatif maksimum.

Gambar 10(b) menunjukkan grafik hubungan tegangan *output* dan tegangan *error* ( $V_{in}-V_{ref}$ ). Tegangan kesalahan positif mendorong *output* ke tegangan positif saturasi ( $+V_{sat}$ ). Tegangan kesalahan negatif mendorong *output* ke tegangan negatif saturasi ( $-V_{sat}$ ).

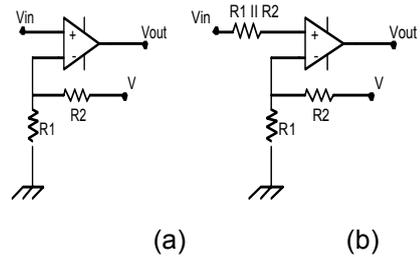


Gambar 10. *Op-amp* sebagai komparator

Untuk mengeset (*set up*) tegangan referensi dan mendeteksi keadaan *output*, pada *input inverting* dipasang resistor pembagi tegangan seperti yang ditunjukkan pada 11(a). Besarnya tegangan referensi idealnya diberikan dengan persamaan :

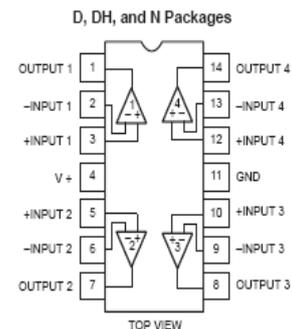
$$V_{ref} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \text{ Volt} \quad (1)$$

Persamaan ini ideal karena arus bias *input* dari inverting diabaikan. Jika arus ini mengalir melalui resistansi Thevenin ekuivalen dari  $R_1$  dalam hubungan paralel dengan  $R_2$ , arus tersebut akan menimbulkan tegangan kecil yang memasukkan sedikit kesalahan ke dalam persamaan diatas.



Gambar 11. Efek pengurangan arus bias *input* (a) Menset tegangan referensi (b) Kompensasi resistif

Dalam pemakaian yang kritis, keadaan ketidakseimbangan yang diakibatkan oleh arus bias input tidak bisa dibiarkan karena dapat mengakibatkan kesalahan pada *output*. Salah satu pemecahannya adalah dengan *kompensasi resistif*. Gambar 11(b) menunjukkan bagaimana hal tersebut dilakukan, yaitu rangkaian ditambah dengan resistansi dengan harga  $R_1 \parallel R_2$  ( $R_1$  paralel  $R_2$ ) pada masukan *non inverting*. Sekarang arus bias *input* mengalir melalui resistansi yang sama, akibatnya tegangan kecil yang ditimbulkan oleh arus bias *input* cenderung untuk dihapus.

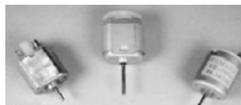


Gambar 12. Bentuk pin dari IC LM324

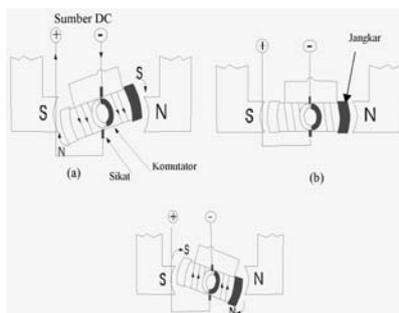
IC LM324 terdiri atas empat penguat operasi yang masing-masing berdiri sendiri. IC ini dirancang untuk dioperasikan dari pencatu daya tunggal dan jelajahan tegangan yang lebar. Pemakaian arus yang kecil tidak bergantung pada besar tegangan pencatu daya. Penerapannya meliputi pengut pengalih (*transducer*), blok-blok penguatan DC dan semua rangkaian *op-amp* konvensional yang kini sudah dapat dengan mudah dilengkapkan pada sistem-sistem yang menerapkan pada pencatu daya tunggal, IC ini dapat langsung dioperasikan dari pencatu daya standar +5 Vdc yang digunakan dalam sistem digit dan dapat dengan mudah menyelenggarakan kopling (*interface*) tanpa memerlukan tambahan pencatu daya  $\pm 15$  Vdc.

Sebagai penggerak digunakan motor. Motor dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu: motor arus searah (DC) dan motor arus bolak-balik (AC). Dalam penelitian ini menggunakan motor arus searah (DC). Motor DC dipakai secara luas dalam industri dan

aplikasi sehari-hari. Kelebihan motor DC adalah murah, kecepatan konstan dan mudah diatur kecepatannya. Kekurangannya adalah motor DC tidak dapat dipakai untuk mendapatkan pergerakan yang presisi dimana motor berputar dan *stop* secara tepat pada titik tertentu.



Gambar 13. Motor DC

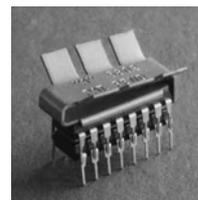


Gambar 14. Operasi motor DC magnet permanen

Motor DC magnet permanen adalah motor yang fluks magnet utamanya dihasilkan oleh magnet permanent elektromagnetik digunakan untuk medan sekunder atau fluks jangkar. Cara beroperasinya motor dapat dilihat pada Gambar 14, arus mengalir melalui kumparan jangkar dari sumber tegangan DC, menyebabkan jangkar beraksi sebagai magnet. Kutub jangkar ditarik kutub medan dari polaritas yang berbeda sehingga jangkar berputar. Jangkar akan berputar searah putaran jarum jam (Gambar 14(a)). Jika kutub jangkar segaris dengan kutub medan, sikat-sikat ada pada celah komutator dan tidak ada arus mengalir pada jangkar. Gaya tarik atau tolak magnet berhenti, seperti Gambar 14(b) dan kemudian kelembaman membawa jangkar melewati titik netral. Komutator membalik arus jangkar ketika kutub yang tidak sama dari jangkar dan medan berhadapan satu sama lain. Hal ini akan menyebabkan membaliknya polaritas medan jangkar. Kutub-kutub yang sama dari jangkar dan medan kemudian saling menolak. Jangkar kemudian akan berputar terus menerus seperti diperlihatkan pada Gambar 14(c).

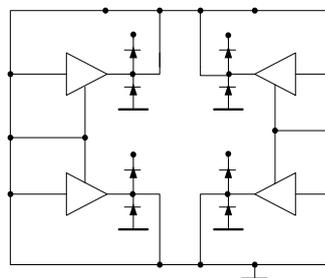
Arah putaran motor DC magnet permanen ditentukan oleh arah arus yang mengalir pada jangkar. Pembalikan ujung-ujung jangkar tidak membalik arah putaran.

*Motor driver* menghubungkan antara pengendali dengan motor. Oleh karena itu, dibutuhkan apa yang disebut sebagai *h-bridge*, yang dapat dipenuhi menggunakan transistor daya.



Gambar 15. 2 IC L293D di paralel dengan *heatsink*

IC L293D merupakan jenis monolitik tegangan tinggi, didesain untuk keperluan beban induktif seperti motor DC, relai, motor *stepper*. IC L293D berfungsi sebagai pengarah dari kedua motor sebagai penggerak roda belakang. IC dapat berfungsi sebagai sistem "modulasi lebar pulsa" yang dapat diatur melalui perangkat lunak didalam mikrokontroler.



Gambar 16. Blok diagram IC L293D

*Motor driver* L293D memiliki empat buffer yang telah dilengkapi dioda. L293D dapat mengendalikan empat motor satu arah atau dua motor dua arah. *Buffer* 1 dan 2 dikendalikan oleh satu *pin enable*, begitu juga dengan *Buffer* 3 dan 4. *Pin enable* ini yang menentukan motor berputar atau tidak.

Tabel 1. Tabel kebenaran IC L293D untuk 1 saluran

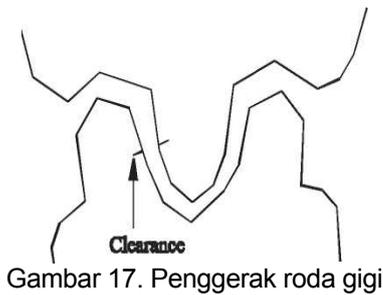
Input	Enable	Output
High	High	High
Low	High	Low
High	Low	Z
Low	Low	Z

Keterangan:

Z = *High output Impedansi*

Apabila *pin enable* diberi masukan 1, maka *buffer* aktif untuk memutar motor. Bila diberi masukan 0 maka *buffer* tidak aktif, dan motor tidak berputar. IC L293D mampu beroperasi pada tegangan 4,5 V sampai 36 V. Besarnya arus yang dapat ditarik adalah 600mA pada kondisi normal serta 1,2 A pada arus puncak (sesaat).

Salah satu komponen penggerak dinamis adalah roda gigi. Pada roda gigi terdapat beberapa bagian yang harus diperhatikan pada penggunaannya, diantaranya adalah rasio roda gigi, *back-slash*, dan bentuk gigi yang bertautan.



Gambar 17. Penggerak roda gigi

Rasio dari sepasang roda gigi adalah perbandingan antara jumlah satu putaran roda gigi masukan dan jumlah 1 putaran penuh roda gigi keluaran. Roda gigi dengan jumlah gigi lebih banyak akan membuat putaran lebih kecil dibandingkan dengan roda gigi yang sedikit. Apabila terdapat roda gigi yang lebih dari dua maka perhitungan rasio tergantung dari susunan roda gigi tersebut.

Pada transmisi roda gigi apabila pereduksian kecepatan maka torsi yang dihasilkan bertambah sehingga bisa diandaikan tidak ada tenaga yang hilang, maka:

$$\begin{aligned} \text{Torsi Keluaran} \times \text{rpm} \\ = \text{Torsi masukan} \times \text{rpm} \end{aligned} \quad (2)$$

Pada sistem roda gigi berlaku rumus:

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{T_1}{T_2} \cdot \frac{R_1}{R_2} \quad (3)$$

dengan :

$N_1$  = jumlah gigi roda 1

$N_2$  = jumlah gigi roda 2

$T_1$  = torsi pada poros roda gigi 1

$T_2$  = torsi pada poros roda gigi 2

$R_1$  = jari-jari roda gigi 1

$R_2$  = jari-jari roda gigi 2

*Backlash* dalam sistem roda gigi adalah besar sudut dimana roda gigi keluaran dapat bergerak tanpa menyebabkan gangguan pada pergerakan roda gigi masukan. Setiap kali sebuah roda gigi bertautan dengan roda gigi lain maka terdapat beberapa *backlash* sehingga *backlash* keseluruhan adalah jumlah *backlash* dari setiap pasang roda tersebut.

Adanya *backlash* tidak diharapkan dalam system penggerak, sehingga terdapat bermacam cara untuk memperkecil terjadinya *backlash*. Diantaranya dengan menggunakan roda gigi yang memiliki ketepatan tinggi.

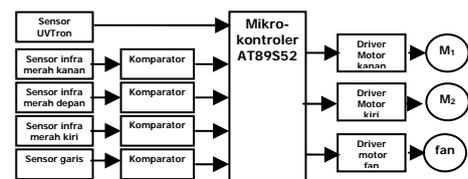


Gambar 18. Gearbox

Untuk memperkuat torsi sebuah motor yang biasanya dinyatakan dalam kg-cm digunakan *gear* reduksi. Torsi diukur berdasarkan kemampuan sebuah tuas sepanjang 1 cm untuk menggerakkan benda sebesar x kg. Semakin lambat putaran motor akibat penambahan gear maka semakin kuat torsi yang dihasilkan. Perubahan putaran ini berbanding terbalik dengan perbedaan diameter *gear*. Kecepatan motor akan turun dua kali lipat untuk *gear* yang dua kali lebih besar. Perlu diperhatikan bahwa *gear* yang digunakan harus memiliki ukuran gigi yang sama persis. 1 set mekanik robot yang terdiri dari dua buah motor dilengkapi gearbox rasio 1:32 dan roda yang dilengkapi gigi sebesar 5mm untuk melewati permukaan kasar.

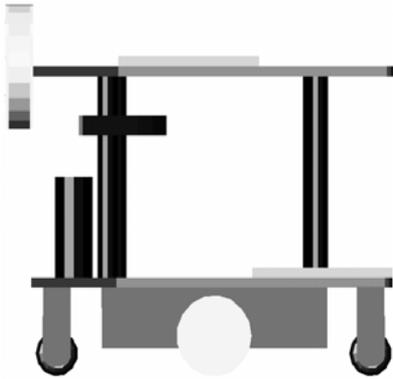
Selanjutnya robot ini nantinya akan diberi tugas untuk mencari sumber api (berkas sinar *ultraviolet*) dengan menggunakan bantuan *UVTron Flame sensor*, dan setelah sumber api dideteksi maka robot akan melangkah (bergerak) mendekati sumber api tersebut kemudian memadamkannya (*extinguishing*) dengan kipas (*blower*) yang berada dibagian depan robot. Dalam pergerakannya supaya robot dapat berjalan tanpa menabrak dinding atau halangan (*obstacle*), robot ini dilengkapi dengan sensor inframerah sharp GP2D12 yang berfungsi membantu robot mendeteksi adanya penghalang atau dinding disekitar robot untuk kemudian menghindarinya supaya robot tidak menabrak dinding atau halangan yang ada disekitarnya.

Sebagai gambaran umum yang mendasar dari desain robot beroda, pada Gambar 19 merupakan diagram blok penyusun sistem robot yang akan diimplementasikan dalam membangun robot beroda.

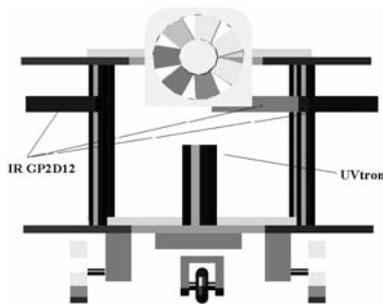


Gambar 19. Diagram blok sistem robot beroda

Dalam melakukan instalasi roda harus diperhatikan antara posisi roda penggerak utama dan roda penyeimbang (*castor wheels*) berdasarkan fungsinya.



Gambar 20. Tata letak roda robot terlihat dari samping



Gambar 21. Tata letak sensor navigasi inframerah sharp GP2D12 dan sensor UVTron flame

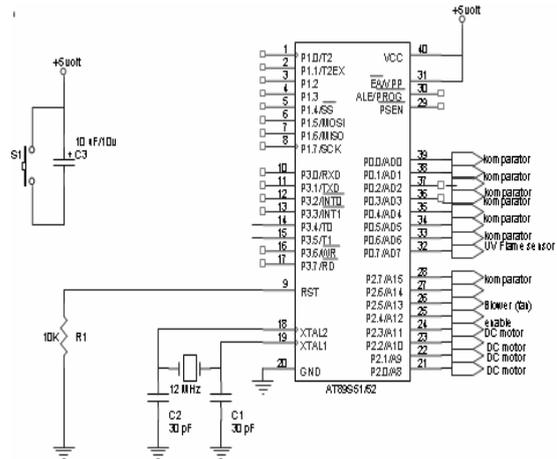
Dari Gambar 21 dapat diamati bahwa sudut antar sensor inframerah GP2D12 sebesar  $60^\circ$  untuk menjamin tidak ada tumpang tindih sinyal pantulan serta cakupan penjejakan yang efektif. Pada tata letak sensor api, dengan mempertimbangkan posisi sensor pada cakupan penjejakan yang efektif dan tidak terhalang oleh sesuatu terhadap spektrum api yang akan diterima.

Pembuatan sistem elektronik robot ini meliputi tiga hal pokok yang harus ada dalam sebuah sistem robot, yaitu piranti masukan (*device input*), piranti keluaran (*device output*), dan pengendali utama (*main controller*). Dalam robot yang akan dibangun ini yang termasuk dalam *device input* adalah meliputi sensor sharp GP2D12, dan *UV Flame detector*. Kemudian yang termasuk dalam *device output* adalah meliputi kipas (*blower*) dengan motor DC, dan dua motor DC sebagai penggerak roda robot. Sedangkan yang berfungsi sebagai pengendali utama adalah komponen mikrokontroler AT89S51/52.

Sistem pengendali utama (*main controller*) merupakan bagian yang paling berperan dalam proses pengendalian gerak dan kecerdasan (*intelligent*) robot. Komponen elektronik utama yang difungsikan sebagai otak robot adalah komponen semikonduktor IC (*integrated circuit*) mikrokontroler AT89S52 yang secara lengkap telah dijelaskan pada landasan teori.

Gambar 22 menunjukkan komponen mikrokontroler AT89S52 lengkap dengan konfigurasi I/O (*input/output*) yang akan diterapkan dalam pembuatan sistem pengendalian robot. Pada gambar tersebut tampak bahwa piranti *input* yang digunakan adalah berupa sensor, yaitu sensor inframerah sharp GP2D12, dan *UVTron Flame detector*. Kemudian piranti *output*nya adalah berupa motor-motor penggerak, yaitu satu buah motor kipas (*blower*), dan dua motor DC sebagai penggerak roda robot.

Hal yang tidak boleh dilupakan dalam penggunaan IC mikrokontroler adalah pengaktifan *oscilator* internal dengan cara menghubungkan pin (kaki) XTAL1 (pin 19) dan XTAL2 (pin 18) dengan sebuah resonator *crystal* 12 MHz dan dua buah kapasitor 30 pF yang kemudian dihubungkan dengan *ground* (lihat gambar). *Oscilator onchip* ini haruslah diaktifkan, karena *oscilator* ini merupakan sumber detak (*clock*) bagi *Central Processing Unit* (CPU) dalam mikrokontroler.



Gambar 22. Rangkaian pengendali utama (*Main controller*)

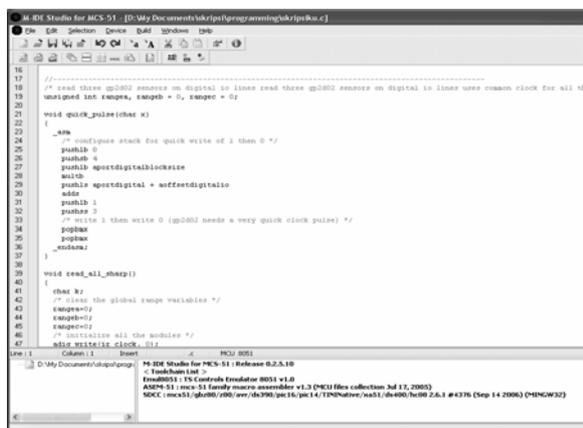
Dalam proses pemadaman api, robot memerlukan kipas yang dapat menghasilkan tekanan (tiupan) udara yang kuat, sehingga dapat dengan cepat memadamkan api (*candle*). Piranti yang digunakan oleh robot untuk memadamkan api adalah kipas kecil (*small blower*) yang dibangun dari sebuah motor DC dengan *driver motor*. Driver motor yang digunakan adalah menggunakan IC L293D.

Untuk melakukan pemrograman terhadap sistem yang akan didisain terdapat beragam bahasa pemrograman, baik level rendah, menengah maupun tinggi. Bahasa C adalah bahasa pemrograman yang sering digunakan oleh programmer untuk menyusun program aplikasi, mulai dari aplikasi sederhana hingga aplikasi kompleks yang mengurus pemikiran. Bahasa C pertama kali dikembangkan oleh Dennis Ritchie sekitar tahun 1970-an di *Bell Telephone Laboratories Inc*. Bahasa ini pertama kali digunakan pada komputer *Digital Equipment Corporation PDS-*

// yang menggunakan sistem operasi UNIX. Banyak aplikasi yang menggunakan bahasa C sebagai dasar pemrograman, baik aplikasi *under DOS* maupun *under Windows*. Pada tahun 1983 bahasa pemrograman C dinyatakan masuk dalam standar oleh ANSI (*American National Standard Institute*).

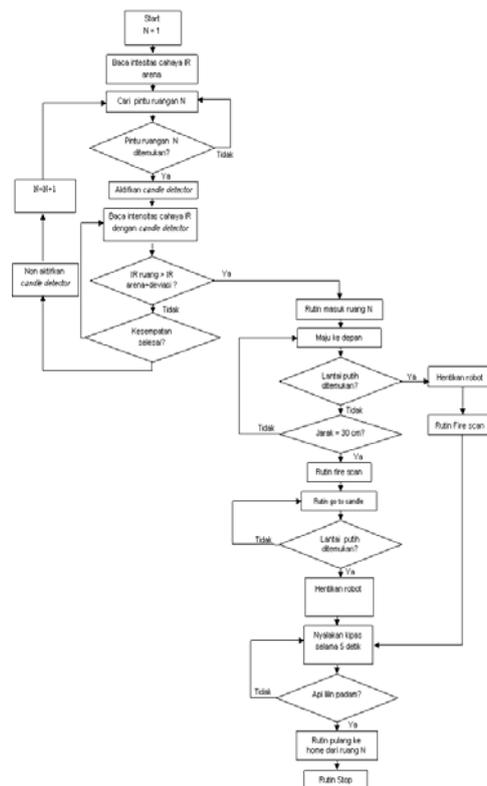
Alasan penggunaan pemrograman dengan bahasa C adalah keleluasaan dalam pengolahan data untuk 16-bit dan 32-bit serta pengenalan terhadap tipe data yang beragam (*char, int, short, long* dan *void*). Hal ini sangat membantu untuk operasi matematis yang melibatkan hitungan-hitungan rumit. Namun penggunaan bahasa C mempunyai kelemahan yaitu membutuhkan memori yang lebih besar dibandingkan menggunakan bahasa assembly. Hal ini disebabkan karena penggunaan *register-register* pada mikrokontroler diatur oleh kompailer tanpa sepengetahuan pemrogram dalam pendayagunaan memori dan juga karena operasi pemakaian register lebih dari 8-bit sangat mudah dilakukan.

Untuk menyusun kode pemrograman bahasa C dibutuhkan *editor* teks yang mendukung dan mengenal pemrograman C. *MIDE-51* merupakan *editor* yang mampu mengenali kode-kode pemrograman C dan memberikan koreksi jika terjadi kesalahan pengetikan sesuai ketentuan yang ada. Akan tetapi tidak bisa mengoreksi kesalahan yang berkaitan dengan pendayagunaan organisasi piranti mikrokontroler. Sehingga koreksi hanya bersifat tata bahasanya saja.



Gambar 23. Tampilan Editor Teks Kode Pemrograman C

Untuk memudahkan dalam membuat program pengendalian robot, maka sebelum membuat program, sebaiknya logika berpikir pengendalian robot digambarkan/dipetakan terlebih dahulu melalui pembuatan *flow chart program*.



Gambar 24. Flowchart program pengendali robot

Setelah diagram alir dibuat, maka dengan berpegang pada logika berpikir pada diagram alir tersebut kini akan disusun suatu program dengan menggunakan bahasa pemrograman *assembler* (bahasa mesin). Dimana program tersebut akan dimasukkan (*download*) ke dalam IC mikrokontroler.

Mikrokontroler yang telah diprogram akan ditanamkan (*embedded*) pada tubuh robot, atau dengan kata lain mikrokontroler inilah yang difungsikan sebagai otak robot.

## PEMBAHASAN

Proses pengujian robot hanyalah sederhana, yaitu: dengan cara mengaktifkan robot yang semua sistem pendukungnya telah selesai dirancang membentuk suatu sistem robotik. Kemudian selanjutnya mengamati pergerakan dan kerja robot tersebut, apabila tampak adanya kesalahan (*error*) pada kinerja robot maka segera dilakukan tindakan perbaikan pada bagian sistem yang mengalami kesalahan kerja. Sedangkan apabila tidak tampak adanya kesalahan dari sistem robot tersebut, maka robot dianggap telah selesai dibangun. Berikut ini adalah pengujian-pengujian dari masing-masing elemen sistem pembangun robot.

Analisa pengaktifan *UV Tron Flame detector* adalah sangat sederhana. Hanya dengan mengkondisikan *high* (1) pin *signal* (pada *driving circuit*), maka sudah akan membuat tabung *UV Tron*

Flame detector aktif untuk mendeteksi berkas ultraviolet dari suatu sumber api.

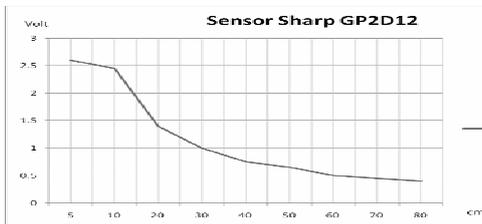
Tabel 2. Hasil pembacaan sensor UVTron terhadap nyala api dalam ruang

Lintasan	Logika
Ada Api	0
Tidak ada api	1

Analisis untuk sensor jarak Sharp GP2D12 menggunakan infrared, dan jarak jangkauannya hanya sekitar 10cm-80cm saja dan tidak linear. Ketidak linearan sensor tersebut karena karakteristik dari sensor infrared.

Tabel 3. Hasil pembacaan sensor jarak sharp GP2D12

Jarak (cm)	Output (Volt)
5	2.6
10	2.45
20	1.4
30	1
40	0.75
50	0.65
60	0.5
70	0.45
80	0.4



Gambar 25. Grafik hasil pengukuran jarak

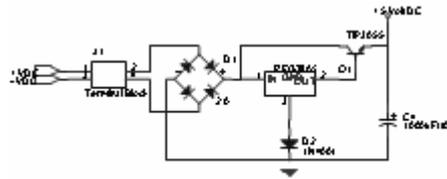
Analisis sensor LDR agar dapat membedakan warna hitam dan putih dengan baik. Secara keseluruhan robot berjalan sesuai keinginan, yaitu dapat membaca garis, berikut hasil pengukuran keluaran dari sensor tersebut dalam bentuk logika.

Tabel 4. Hasil pembacaan sensor LDR terhadap warna

Lintasan	Logika
Putih	1
Hitam	0

Rangkaian power supply seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini adalah rangkaian power supply yang digunakan untuk meningkatkan kapasitas arus dari keluaran IC regulator 7805. Komponen yang berfungsi sebagai pengganda arus

keluaran dengan  $\beta$  kali ( $\beta = h_{fe}$ ) adalah komponen transistor TIP3055 yang dirangkai dengan konfigurasi pengikut-emitor. Namun rangkaian power supply penaik kapasitas arus ini memiliki kekurangan pada tegangan output yang dihasilkan ( $V_o$ ), hal ini dikarenakan pertemuan (junction) antara basis-emitor tidak berada dalam untai umpan balik sehingga tegangan keluaran ( $V_o$ ) dikecilkan oleh penurunan tegangan diantara basis-emitor ( $V_{BE}$ ).



Gambar 26. Rangkaian high current power supply

Dengan persamaan 4 dibawah ini, maka dapat diketahui bahwa tegangan output yang dihasilkan adalah:

$$V_o = V_{stabil} - V_{BE} \quad (4)$$

$$V_o = 5 \text{ volt} - 0,6 \text{ volt} = 4,4 \text{ volt}$$

Fungsi dioda 1N4001 (D2) adalah sebagai penghalang (proteksi) supaya tidak akan ada arus listrik dari kapasitor 1000 uF/10 volt (C4) menuju kaki adjust IC regulator 7805.

## KESIMPULAN

Pembangunan desain robot beroda adalah meliputi pembuatan dan penyatuan sistem-sistem yang pertama sistem mekanik, kedua sistem elektronik, dan ketiga sistem pemrograman yang meliputi pembuatan algoritma dan program pada sistem pengendalian yang diaplikasikan pada robot.

Pembuatan sistem mekanik yang sesuai dan rapi merupakan penunjang adanya pergerakan robot yang dinamis.

Pembuatan sistem elektronik pada robot harus tepat dengan piranti mekanik yang akan digerakan.

Penerapan sensor yang tepat sangat mempengaruhi penginderaan robot ketika robot melakukan pergerakan dalam melaksanakan tugas yang diberikannya.

Penerapan sistem pengendalian dengan menggunakan IC mikrokontroler sebagai komponen utama pengendalian tertanam robot adalah sangat efektif, karena bentuk fisik yang kecil, fitur yang lengkap dan kemampuannya dapat diandalkan.

Kecerdasan (Intelligent) robot ditentukan oleh adanya algoritma pemrograman yang baik, sehingga pembuatan kecerdasan robot ini dapat dilakukan dengan penerapan kecerdasan buatan atau AI (Artificial Intelligent) bagi robot, yaitu melalui

pembangunan algoritma pemrograman yang cerdas dan bervariasi.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Budiharto, Widodo, *Interfacing Komputer Dan Mikrokontroler*, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Eko Putra, Agfianto, (2003), *Belajar Mikrokontroler AT89C51/52/55*, Gava Media, Yogyakarta.
- Ibnu, Malik, *Pengantar Membuat Robot*, Gava Media, Yogyakarta.
- Wasito S, (2004), *Vademekum Elektronika*, Edisi kedua, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Widodo, Thomas Sri, (2002), *Elektronika Dasar*, Salemba Teknika, Jakarta.