ISBN : 978-623-92199-0-1

PROSIDING

SoBAT

Seminar Sosial Politik, Bisnis, Akuntansi dan Teknik

Ke-1

LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN MASYARAKAT

UNIVERSITAS SANGGA BUANA

2019

ISBN : 978-623-92199-0-1

PROSIDING
SEMINAR SOBAT ke-1
(Sosial Politik, Bisnis, Akuntansi dan Teknik)

"Kontribusi Civitas Academica dalam Pengembangan Technopreneurship untuk USB YPKP Berintegritas"

Pelindung	:	Dr. H. Asep Effendi, SE., M.Si., PIA, CFrA, CRBC
Tim Pengarah	:	1. Dr. Ir. R. Didin Kusdian, MT.
		2. Memi Sulaksmi, SE., M.Si.
		3. Dr. H. Deni Nurdyana Hadimin, Drs., M.Si., CFrA
Penanggung jawab	:	Dr. Didin Saepudin, SE., M.Si.

Panitia Pelaksana

Ketua	:	Dr. Erna Garnia, SE., MM.
Tim Pelaksana	:	1. Dr. Nenny Hendajany, S.Si., SE., MT.
		2. Adi Permana Sidik, S.I.Kom., M.I.Kom.
		3. Kusmadi, ST., MT.
Publikasi	:	1. Deden Rizal R., SE., ME.
		2. Asep Joni, ST.
Tim Pendukung	:	1. Ae Suaesih, SE., M.Si.
		2. Siti Sa'adah, S.Ab.
		3. Noviani Dewi

Reviewer

Dr. Didin Saepudin, SE., M.Si.
Dr, Nenny Hendajany, S.Si., SE., MT.
Deden Rizal R., SE., ME.
Adi Permana Sidik, S.I.Kom., M.I.Kom.
Kusmadi, ST., MT.

Editor

Deden Rizal R., SE., ME.

Penerbit
LPPM USB YPKP
Gedung A Lantai 2,
Universitas Sangga Buana YPKP
Jl. P.H.H. Mustofa No. 68, Bandung
Tlp. (022) 7275489, 7202841
Email : lppm@usbypkp.ac.id

ISBN : 978-623-92199-0-1

RANCANG BANGUN ROBOT PENGIKUT GARIS BERBASIS ARDUINO DAN MENGGUNAKAN SENSOR INFRAMERAH

Riki Bagja & Hardi Purnama Nurba

ABSTRAK

Mobile Robot merupakan suatu bentuk robot bergerak otonom yang mempunyai misi mengikuti suatu garis pandu yang telah ditentukan secara otonom. Robot memiliki berbagai jenis pengendalian,ada robot yang bergerak secara otomatis dan ada juga yang digerakan secara jarak jauh(*remote*). Robot yang bergerak secara otomatis digerakan oleh sistem terprogram yang ditanamkan pada kontroler untuk menghasilkan keluaran tertentu. Robot Line Follower ini merupakan salah satu robot kendaraan otomatis.

Robot line follower ini menggunakan sensor garis sebagai pembaca masukan untuk menggerakan robot. Sensor membaca garis berwarna hitam dan dasar jalur berwarna putih. Sensor mengeluarkan logika rendah atau tinggi sebagai masukan ke mikrokontroler untuk diproses.

Kontroler pada robot ini adalah mikrokontroler ATMega328yang dipadukan dengan komponen lainnya menjadi modul atau kit Arduino. Program menerjemahkan masukan untuk menggerakan roda kendaraan. Dimana dalam robot ini kita bisa mengatur besar kecepatan perputaran rodanya tanpa harus melakukan program pada mikrokontroler.

Kata kunci : *Robot, Sensor garis, Mikrokontroler, Arduino.*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan teknologi mikrokontroler yang sangat pesat yang pada akhirnya mengantarkan kita pada suatu era teknologi robotika yang membuat kualitas manusia semakin tinggi. Berbagai robot canggih, sistem keamanan rumah, telekomunikasi dan sistem komputer banyak menggunakan mikrokontroler sebagai unit pengontrol utama. Tentunya hal ini dimaksudkan untuk lebih mempermudah manusia untuk melakukan pekerjaan atau aktivitasnya sehari-hari.

Saat ini perkembangan teknologi robotika telah mampu meningkatkan Kualitas maupun Kuantitas produksi di berbagai pabrik. Teknologi robotika juga telah menjangkau sisi hiburan dan pendidikan bagi manusia. Salah satu robot yang paling banyak diminati adalah jenis Mobil Robot.

Salah satu mobil robot yang dibuat yaitu menggunakan mikrokontroler ATMega328 yang dikemas dalam modul arduino. Adapun jenis robot yang digunakan pada tugas akhir ini adalah robot pengikut garis atau dikenal juga dengan nama line follower robot (Robot pengikut garis).

TINJAUAN PUSTAKA

ISBN : 978-623-92199-0-1

Arduino

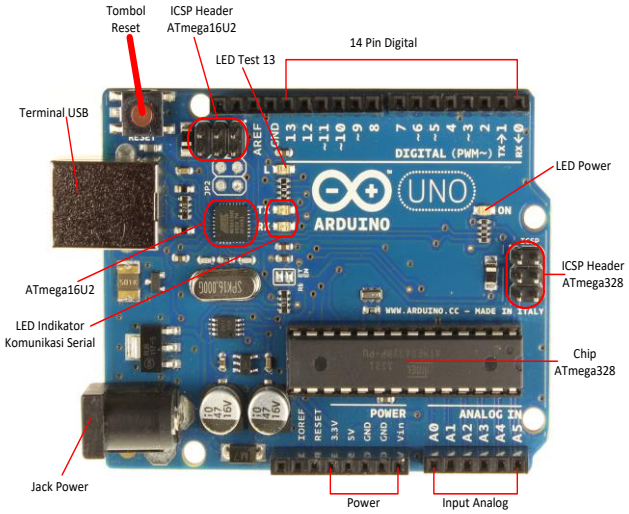
Arduino adalah prototipe elektronik untuk chip mikrokontroler Atmel AVR yang bersifat *open source*. Sampai saat ini *software* Arduino terus dikembangkan, begitu juga dengan *board Arduino*. Saat ini telah banyak beredar dengan bebas *board* yang kompatibel dengan Arduino, bahkan beberapa diantaranya telah dilengkapi dengan fasilitas yang lebih baik dan lebih lengkap dibanding dengan yang *board Arduino* yang aslinya.

Arduino UNO

UNO berasal dari bahasa Italy yang berarti SATU. Arduino UNO merupakan *board* yang menggunakan chip mikrokontroler ATmega328 sebagai pusat kendalinya. Arduino UNO mempunyai 14 pin digital input/output, juga dilengkapi dengan 6 input analog, osilator eksternal dengan menggunakan kristal 16MHz, konektor USB, jack untuk *power supply*, *header* untuk ICSP, dan tombol reset.

Arduino UNO dapat diberi sumber tegangan dengan menggunakan USB dari komputer maupun menggunakan baterai atau power supply tambahan dari luar melalui *jack power*. Pada Arduino UNO, telah dilengkapi dengan fasilitas pemilihan sumber listrik secara otomatis, sehingga tidak perlu dilakukan pengaturan *jumper* lagi untuk memilih sumber listrik. Pengaturan sumber listrik secara otomatis ini berguna untuk menghindari kesalahan atau kelupaan untuk mengatur jumper pemilihan sumber listrik untuk *board* Arduino UNO.

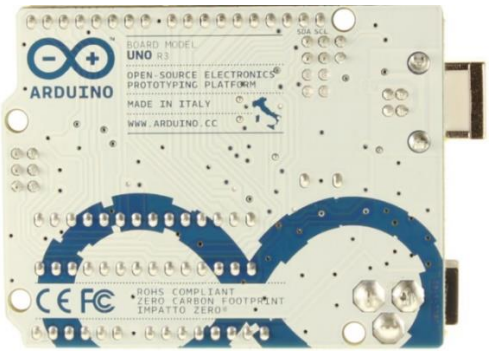
Sampai saat ini Arduino telah melakukan revisi Arduino UNO yang sebelumnya, sehingga kehandalan board lebih terjamin. untuk model board versi terbaru dari Arduino UNO adalah versi atau *release 3*. Posisi serta nama fitur yang terdapat pada *board* Arduino UNO dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1 Arduino UNO versi 3, tampak depan

Sebagai penanda, untuk versi atau revisi dari model *board* Arduino, dapat dilihat pada

bagian belakang dari PCB Arduino.



Gambar 2 Arduino UNO versi 3, tampak belakang

Seluruh chip mikrokontroler yang terdapat pada board Arduino UNO dapat juga diisi melalui ICSP Header dan tentunya dengan tambahan downloader AVR eksternal, dengan catatan bahwa semua *bootloader* yang berada dalam chip tersebut akan terhapus.

Tabel 1 Ringkasan Arduino UNO R3

Mikrokontroler	**ATmega328**
Tegangan kerja	5V
Tegangan input	7-12VDC (direkomendasikan)
Tegangan input	6 – 20VDC (maksimum)
Pin digital I/O	14 pin (6 pin diantaranya dapat digunakan sebagai PWM)
Pin input analog	6 pin
Arus DC setiap I/O	40mA
Arus DC untuk pin 3.3V	50mA
Memori flash	32KB (0,5KB digunakan untuk *bootloader*)
SRAM	2KB
EEPROM	1KB
Kecepatan Cclock	16MHz

Arduino UNO dapat diberi sumber listrik melalui koneksi USB atau dengan menggunakan catudaya eksternal. Untuk catudaya eksternal dapat menggunakan *power supply* atau menggunakan baterai yang dihubungkan melalui *jack power*. *Jack power* yang digunakan mempunyai terminal positif yang berada di tengah dengan model plug 2,1mm.

Software Arduino

Arduino merupakan *open source* elektronik

berbasis mikrokontroler Atmel AVR. Arduino menyediakan dua aplikasi utama yaitu perangkat lunak (*software*) dan perangkat keras (*hardware*). Saat ini Arduino telah digunakan oleh jutaan pemakai diseluruh dunia dengan berbagai versi *board*. Dengan menggunakan board Arduino maka seluruh pekerjaan yang berkaitan dengan mikrokontroler Atmel AVR akan mudah dilakukan.

Selain perangkat keras berupa *board* atau kit PCB yang telah terpasang komponen pendukungnya, Arduino juga menyediakan perangkat lunak (*software*) untuk membuat program aplikasi dengan menggunakan bahasa pemrograman yang sudah dikenal secara umum yaitu bahasa pemrograman C dan C++.

Konfigurasi dan penggunaan perangkat lunak Arduino sangat mudah bila dibandingkan dengan perangkat lunak yang lainnya. Pada Arduino juga telah dilengkapi sejumlah pustaka (*library*) pendukung sehingga pengguna Arduino tidak perlu membuat *library* yang baru.

Penggerak Robot

Untuk dapat menggerakkan dapat digunakan berbagai jenis motor. Pada tugas akhir ini digunakan Motor DC sebagai penggerak robotnya yang dikemudikan oleh chip motor driver dengan tipe L298. Arah dan kecepatan pergerakan robot dikendalikan dengan menggunakan mikrokontroler tipe ATmega328 yang telah terpasang pada kit Arduino.

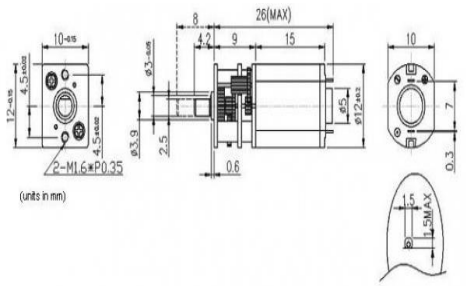
Motor DC

Agar motor dapat bergerak maka digunakan komponen Motor DC atau dikenal juga dengan nama motor arus searah.

Gambar 3 Motor DC dilengkapi dengan gear motor

Bila output motor digunakan secara langsung maka putaran motor akan sangat cepat tetapi torsinya kecil. Salah satu teknik untuk meningkatkan tenaga dari motor DC secara mekanik adalah dengan cara menambahkan *gearbox* pada bagian output dari motor DC tersebut.

ISBN : 978-623-92199-0-1



Gambar 4 Dimensi Motor DC dilengkapi dengan Gearbox

Kemudi Motor DC

Untuk mengemudikan atau menjalankan motor dc secara efektif dan dapat dengan cepat merespon instruksi dari mikrokontroler maka dibutuhkan perangkat kemudi motor DC.

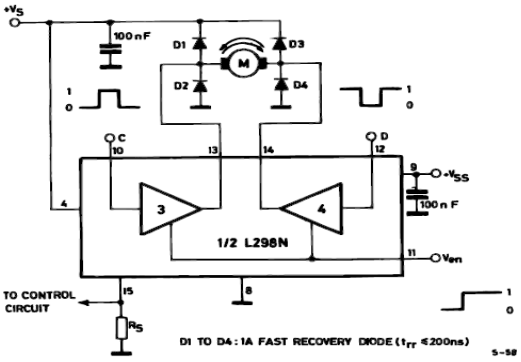
Banyak jenis kemudi motor DC, diantaranya menggunakan transistor. Saat ini kemudi motor dc telah banyak yang dikemas dalam chip, diantaranya adalah chip dengan tipe L298 yang mampu mengendalikan motor DC sampai dengan 48 VDC dan arus sebesar 4A. Pada chip L298 terdapat 2 paket kemudi motor DC yang dikonfigurasikan dengan konsep H-Bridge dan kecepatannya dapat diatur dengan menggunakan konsep modulasi lebar pulsa yang dikenal dengan istilah *Pulse Width Modulation* (PWM).

Berdasarkan datasheet diketahui bahwa L298 mempunyai cara kerja berdasarkan tabel berikut.

Tabel 2 Pengaturan gerakan motor

Input		**Fungsi**
Ven = H	C = H ; D = L	Maju (*Forward*)
	C = L ; D = H	Mundur (*Reverse*)
	C = D	Motor Berhenti (*brake*)
Ven = L	C = X ; D = X	Motor Berhenti (*free runiing stop*)
L = Low	H = High	X = Don’t care

Untuk skematik dasar dari tabel cara kerja L298 dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 5 Skema dasar L298 sebagai pengontol motor

Dari skematik dasar L298 inilah diperoleh tabel pengendali untuk motor DC atau motor arus searah. Skematik di atas hanya merupakan salah satu bagian dari dua motor driver. Untuk yang sebelahnya lagi mempunyai konsep yang sama hanya posisi pinnya saja yang berbeda.

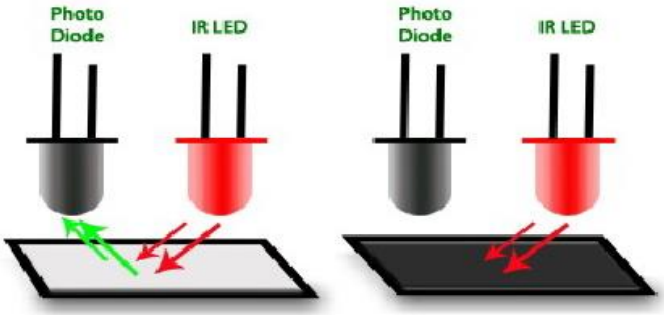
Sensor Inframerah

Pada dasarnya,sensor garis merupakan sensor warna yang dibuat sedemikian rupa sehingga memiliki kemampuan untuk membaca garis dengan prinsip pemantulan cahaya. Sensor garis dapat dibuat dengan beberapa cara. Cara yang dilakukan untuk membuat sensor garis pada rancang bangun robot pengikut garis ini adalah dengan menggunakan beberapa komponen elektronika, seperti *Light Emitting Diode* (LED), Photodiode, *Light Depend Resistor* (LDR), komparator, atau IC sensor warna.

Pada dasarnya, sensor warna merupakan aplikasi dari teori gelombang cahaya. Pada gelombang cahaya, kita mengenal adanya spektrum cahaya. Dalam spektrum cahaya tersebut, terdapat beberapa warna dengan panjang gelombang dan frekuensi tertentu. Dengan menggunakan warna tertentu, frekuensi cahaya ini kemudian diolah menjadi sebuah energi yang digunakan oleh semikonduktor untuk dapat mengalirkan listrik. Dengan frekuensi yang cukup, semikonduktor dapat memiliki cukup energi untuk mengalirkan electron (atau arus listrik) sehingga semikonduktor dapat menjalankan sistem.

Sensor dapat dianalogikan sebagai mata dari robot yang berfungsi untuk membaca garis hitam dari jalur yang akan digunakan. Dengan menggunakan sensor maka robot mampu mengetahui kapan akan akan maju atau mundur dan juga tahu kapan berbelok kekanan dan juga kapan akan berbelok ke kiri.

Sensor yang umum dipakai untuk robot pengikut garis adalah ***sensor inframerah*** yang dipasang pada bagian depan bawah dari robot. Sensor harus mampu mengetahui garis terang dari latar belakang gelap atau sebaliknya. Sensor penerima cahaya inframerah yang biasa digunakan adalah photo dioda dan photo transistor yang dipasang dua atau lebih pada bagian depan bawah dari robot pengikut garis.



Gambar 6 Prinsip kerja sensor inframerah

Prinsip kerja sensor sangat sederhana, ketika pemancar (*transmitter*) berupa LED infrared yang memancarkan cahaya pada bidang berwarna putih. Cahaya akan dipantulkan hampir semuanya oleh bidang berwarna putih. Ketika LED inframerah memancarkan cahaya ke bidang yang berwarna gelap atau hitam maka cahaya akan banyak diserap oleh bidang gelap tersebut sehingga cahaya yang masuk kebagian penerima (*receiver*) akan sedikit atau bahkan tidak ada.

Agar mampu dibaca oleh mikrokontroler maka tegangan sensor harus disesuaikan dengan level tegangan digital yaitu 0VDC – 1VDC untuk logika Low dan 3VDC sampai 5VDC untuk logika High.

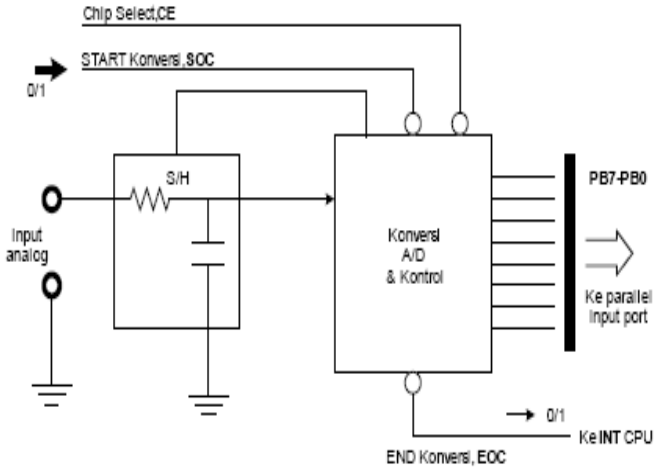
ADC Pada Arduino

Analog to Digital Converter (ADC) adalah sebuah piranti yang dirancang untuk mengubah sinyal-sinyal analog menjadi sinyal-sinyal digital. ADC ini dapat dipasang sebagai pengonversi tegangan analog dari suatu peralatan sensor ke konfigurasi digital yang akan diumpankan ke suatu sistem minimum. Jenis ADC yang biasa digunakan dalam perancangan adalah jenis *successive approximation convertion (SAC)* atau pendekatan bertingkat yang memiliki waktu konversi jauh lebih singkat .

Secara umum Rangkaian di dalam IC ADC memiliki 2 bagian utama, yaitu:

a. Bagian *Sampling* dan *Hold*, yang berfungsi menangkap atau menahan tagangan analog input sesaat untuk seterusnya diumpankan ke rangkaian pengonversi.
b. Rangkaian Konversi A/D (plus rangkaian kontrolnya).

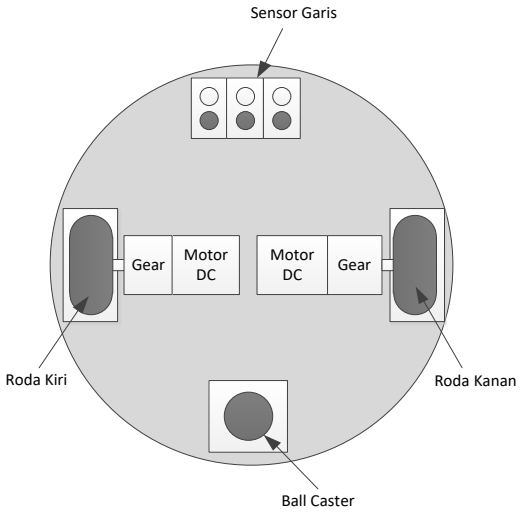
Gambar dibawah ini menggambarkan bagaimana aliran sinyal analog diubah ke sinyal digital.



Gambar 7 Diagram ADC Secara Umum.

bagaimana cara mendesain mekanik robot pengikut garis yang sederhana dan tepat guna. Untuk menyederhanakan sistem mekanik tetapi tidak mengurangi fungsinya maka digunakan sistem *chasis* yang sederhana yaitu berupa lempengan plat aluminium dengan harapan lebih mudah dibentuk dan lebih ringan.

Dibawah ini adalah gambar desain mekanik robot pengikut garis.



Gambar 8 Desain mekanik robot pengikut garis

Untuk membuat perangkat mekanik minimal dibutuhkan komponen:

1. Chasis = 1 unit
2. Gear Motor DC 2 unit
3. Ball Caster = 1 unit
4. Roda = 2 unit
5. Braket = 2 unit
6. Mur dan baut = secukupnya

Gambar 9 Komponen pendukung perangkat mekanik

Setelah seluruh komponen pendukung diperoleh maka dirakit menjadi satu kesatuan seperti yang terlihat pada gambar berikut.

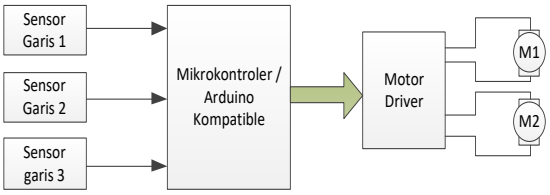
ISBN : 978-623-92199-0-1

Gambar 10 Perangkat mekanik telah di rakit

Gambar 11 Perangkat mekanik dan elektronik

Perancangan Perangkat Elektronik

Perancangan perangkat elektronik untuk robot pengikut garis dibagi menjadi beberapa bagian, diantaranya adalah modul pengendali untuk keseluruhan sistem menggunakan Arduino kompatible, motor driver, motor DC dan sensor garis yang ditampilkan pada gambar dibawah ini..



Gambar 12 Diagram blok robot pengikut garis

Dari diagram blok untuk rangkaian elektronik dari robot pengikut garis dapat diketahui bahwa dibutuhkan 3 sensor garis, modul Arduino atau yang kompatible seperti DFRobot Romeo All in One, motor driver untuk mengemudikan atau menggerakkan motor dan tentu saja menggunakan 2 unit motor DC sebagai perangkat untuk menggerakkan robot pengikut garis.

Modul DFRobot Romeo All in One

Didalam DFRobot Romeo All in One terdapat sebuah rangkaian ADC(Analog to digital converter) yang menjembatani antara sensor dan modul Arduino, ADC ini berfungsi sebagai pengubah sinyal Analog yang dideteksi oleh sensor dan dirubah menjadi sinyal digital.

Dibawah ini adalah Gambar modul Arduino yang digunakan sebagai modul utama dalam perancangan DFRobot All In One.

Gambar 13 Modul DFRobot Romeo All in One

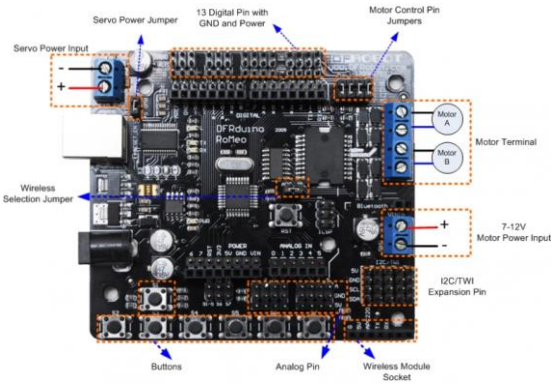
Modul DFRobot Romeo All in One ini dirancang untuk dapat digunakan pada perangkat robot karena telah dilengkapi dengan berbagai fasilitas tambahan seperti motor driver L298, terminal untuk input output dan terminal untuk komunikasi *wireless*. Sebenarnya DFRobot Romeo All in One merupakan pengembangan dari modul Arduino UNO, sehingga seluruh fitur yang terdapat pada Arduino UNO juga terdapat pada modul DFRobot Romeo All in One.

Adapun fitur-fitur atau spesifikasi yang terdapat pada Dfrobot Romeo All in One adalah sebagai berikut:

- Kompatibel dengan arduino UNO dan menggunakan mikrokontroler Atmega328 sebagai pusat pengontrolannya
- Mempunyai 14 kanal digital I/O
- Memiliki 6 kanal *pulse width modulation* (PWM) untuk untuk mengkonversi tegangan digital menjadi tegangan analog.
- Dilengkapi 8 kanal Analog I/O
- Antar muka dengan komputer menggunakan USB yang dapat digunakan untuk memprogram modul itu sendiri.
- Dilengkapi 7 tombol untuk digital input
- Dilengkapi dengan 2 kemudi (*driver*) untuk motor DC
- Tegangan kerja sekitar 7VDC sampai 12VDC
- Mempunyai tegangan keluaran 5VDC dan 3,3VDC
- Dimensi : 90 x 80mm

Untuk detail fungsi-fungsi setiap bagian dari Dfrobot Romeo All in One dapat dilihat pada gambar berikut.

ISBN : 978-623-92199-0-1

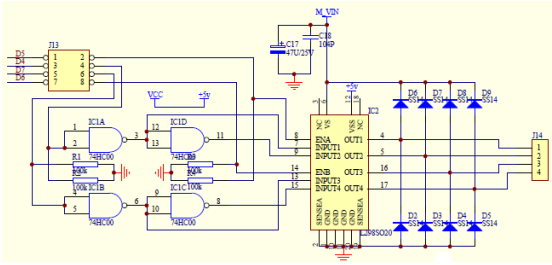


Gambar 14 Rincian fitur DFRobot Romeo All in One.

Kemudi Motor DC

Agar robot dapat bergerak maka dibutuhkan komponen elektro mekanik yaitu berupa motor DC. Karena motor yang digunakan pada robot berupa motor DC maka dibutuhkan komponen elektronik yang dapat mengemudikan atau menjalankan motor DC. Untuk menghindari gangguan yang berasal dari motor DC itu sendir maka perlu ditambahkan perangkat proteksi yang berupa dioda yang dipasang pada setiap output dari chip L298. Setiap output akan dipasang 2 dioda yang berfungsi untuk menjaga agar tegangan dari output L298 tidak melebih dari tegangan sumber yang akan digunakan.

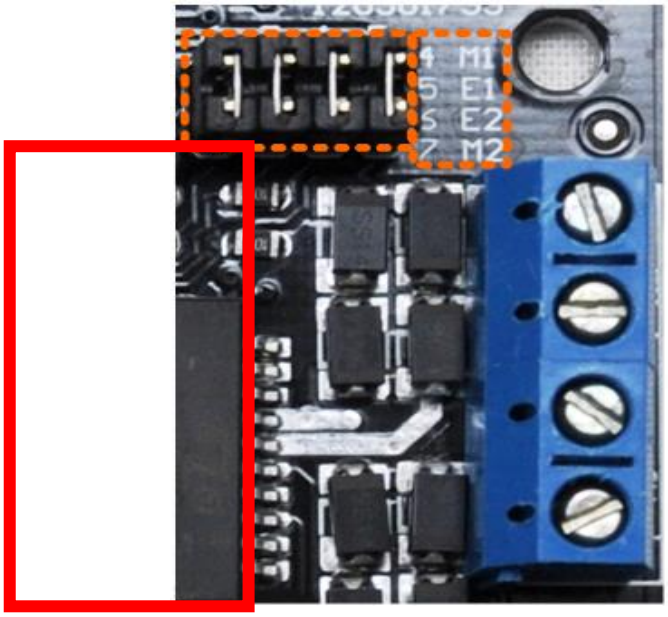
Pada gambar di bawah menunjukkan skematik dari motor driver L298 yang terhubung dengan mikrokontroler yang terdapat pada modul DFRobot Romeo All in One.



Gambar 15 Skematik motor driver L298

Pin D4, D5, D6 dan D7 yang terdapat pada konektor J13 akan terhubung pada mikrokontroler Atmega328 yang terdapat pada DFRobot Romeo All in One. Melalui pin inilah instruksi dari mikrokontroler akan diterima dan diolah lebih lanjut untuk menggerkkan motor. IC1 dengan tipe 74HC00 merupakan chip yang berisi 4 buah gerbang NAND. IC ini dikonfigurasi sehingga data dari arduino dapat diteruskan pada driver motor L298. IC ini juga berfungsi untuk meminimalisasi penggunaan pin dari modul Arduino. Komponen D2 sampai D9 berfungsi sebagai proteksi agar tidak ada tegangan yang melebih dari tegangan sumber. Dioda ini juga berguna untuk menghindari ganguan yang muncul dari motor DC seperti terlihat pada gambar dibawah ini.

ISBN : 978-623-92199-0-1

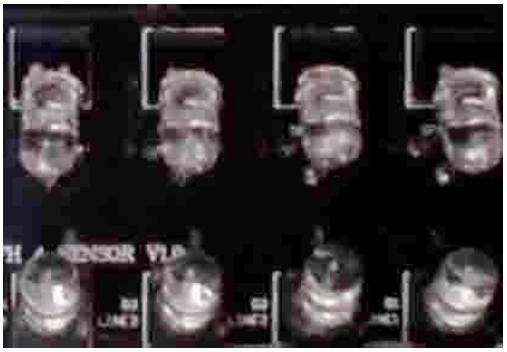


Gambar 16 Terminal untuk 2 unit motor DC

Kapasitor C1 dan C18 yang terhubung pada tegangan masukan untuk motor (*VIN*) berguna untuk menjaga agar sumber tegangan tetap stabil dan juga berfungsi sebagai filter untuk sumber tegangan motor. Terminal J14 berfungsi sebagai terminal untuk 2 unit motor DC. Pada terminal J14 terdapat 4 pin yaitu pin 1, 2, 3 dan 4. Pin 1 dan 2 dihubungkan pada motor DC yang pertama sedangkan pin 3 dan 4 dihubungkan pada motor DC yang ke dua.

Sensor Garis

Agar robot dapat bergerak mengikuti garis yang berungsi sebagai jalur lintasan pergerakan robot maka dibutuhkan sensor yang mampu mendeteksi garis. Agar robot dapat berjalan dengan baik sesuai dengan lintasan maka dibutuhkan lebih dari satu sensor. Pada tugas akhir ini digunakan 4 unit sensor untuk pendeteksi garis sperti terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 17 Sensor pendeteksi garis

Pada saat sensor mendeteksi garis berwarna maka maka akan dihasilkan tegangan sekitar 5VDC, yang berarti akan menghasilkan logika High. Bila sensor tidak mendeteksi garis maka

tegangan yang dihasilkan oleh output dari sensor berkisar 0VDC, yang berarti berlogika Low.

Perancangan Perangkat Lunak

Robot pengikut garis memiliki kemudi (*driver*) sebanyak 2 unit roda yang masing-masing digerakkan oleh motor DC.

Gerakan Dasar Robot Pengikut Garis

Untuk robot pengikut garis paling tidak memiliki beberapa gerakan dasar yang dapat dilakukan oleh robot seperti yang diperlihatkan pada tabel berikut ini.

Tabel 3 Gerakan dasar robot pengikut garis

Gerakan	Keterangan
Maju	Motor kiri dan motor kanan berputar maju dengan kecepatan yang sama.
Belok kiri	Motor kiri dan motor kanan berputar maju dengan kecepatan motor kanan lebih besar daripada motor kiri.
Belok kanan	Motor kiri dan motor kanan berputar maju dengan kecepatan motor kanan lebih kecil daripada motor kiri.
Mundur	Motor kiri dan motor kanan berputar mundur dengan kecepatan yang sama.
Stop	Motor kiri dan kanan berhenti.

Algoritma Robot Pengikut Garis

Karena sensor pendeteksi garis yang akan digunakan untuk robot pengikut garis berjumlah 3 unit sensor, maka semua gerakan robot dapat ditentukan oleh pembacaan seluruh sensor tersebut.

Bila sensor berada tepat di atas jalur maka hasil pembacaannya akan bernilai 1 atau berlogika high dan bila sensor tidak mendeteksi garis maka hasil pembacaannya akan bernilai 0 atau berlogika Low.

Contoh keputusan yang dapat diambil untuk dijadikan algoritma pemrograman untuk robot pengikut garis berdasarkan hasil pembacaan sensor dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4 Keputusan yang dapat diambil berdasarkan pembacaan sensor

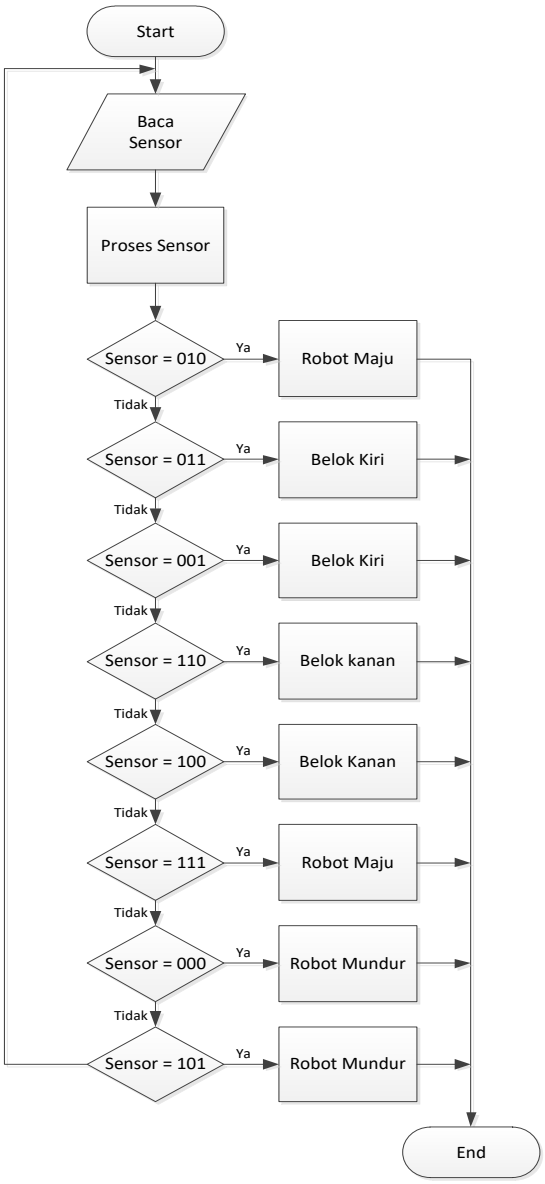
Hasil Sensor	Contoh keputusan yang dapat diambil
010	Jalur tepat di tengah, robot bergerak lurus atau maju.
011	Jalur agak menyimpang ke kiri, robot belok kanan.
001	Jalur menyimpang ke kiri, robot belok kanan.
110	Jalur agak menyimpang ke kanan, robot belok kiri.
100	Jalur menyimpang ke kanan, robot belok kiri.
101	Robot terap maju sesuai dengan perintah sebelumnya.
000	Robot keluar jalur. Robot berjalan mundur.
111	Kemungkinan ada perempatan. Robot bergerak lurus

Jika seluruh sensor tidak mendeteksi jalur sehingga hasil pembacaan sensor adalah “000”, maka robot harus bergerak atau berjalan mundur dengan tujuan untuk kembali ke jalur sebelumnya.

Terdapat berbagai algoritma yang dapat dilakukan untuk mencari jalur, salah satu algoritma sederhana yang dapat dilakukan adalah dengan menyimpan hasil keputusan terakhir robot. Misalnya jika sebelumnya robot sedang berusaha untuk belok ke arah kiri sebelum kehilangan jalur, maka saat jalur menghilang robot dapat diperintahkan untuk berputar ke arah kanan untuk kembali ke jalur demikian juga sebaliknya jika robot sebelumnya berusaha menikung ke kanan maka robot dapat diperintahkan untuk belok ke arah kiri.

Bila sebelumnya robot sedang bergerak maju dan kemudian jalur menghilang maka robot dapat diperintah untuk bergerak mundur.

Dari tabel di atas dapat dibuat diagram alir untuk kode program Arduino sebagai berikut.



Gambar 18 Diagram alir robot pengikut garis

Pembacaan sensor harus dilakukan secara terus menerus dengan interval waktu tertentu. Jika robot telah berjalan maka langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian dan analisa keseluruhan sistem dari robot pengikut garis.

PENGUJIAN DAN ANALISA

Pengujian Tegangan Sumber dan Tegangan Digital

Tabel di bawah berikut menunjukkan besar tegangan yang terdapat pada seluruh sistem robot pengikut garis. Pada bagian ini akan dilakukan pengujian seluruh sumber tegangan analog dan digital yang terdapat pada modul DFRobot Romeo all in One.

Tabel 5 Pengukuran tegangan analog dan digital

Titik yang diukur	Besar Tegangan (V)	Keterangan
Tegangan Baterai	7.8 V	Tegangan sumber untuk keseluruhan sistem.
Tegangan masukan (Vin)	7.4 V	Tegangan pada titik masukan (Vin)
Tegangan Digital	4.9 V	VCC atau +5V
Tegangan Masukan Motor (M_VIN)	7.4 V	Tegangan diukur pada titik masukan untuk driver motor L298 (M_VIN)
Tegangan Logika High	4.9 V	Tegangan diukur pada pin I/O yang terdapat pada modul Arduino pada saat sedang berlogika high
Tegangan Logika Low	0.1V	Diukur pada pin I/O yang terdapat pada modul Arduino pada saat berlogika Low

Pengujian Sensor Pendeteksi Garis

Setelah melakukan pengujian sensor maka pengukuran yang dilakukan selanjutnya adalah pada bagian sensor pendeteksi garis . Ada 3 sensor pengikut garis yang digunakan dan tegangan yang dihasilkan pada setiap sensor dirangkum pada tabel berikut ini.

Tabel 6 Pengukuran Sensor Garis

Sensor	Logika	Tegangan
Sensor 1	LOW	0.1 V
	HIGH	4.8 V
Sensor 2	LOW	0.15 V
	HIGH	4.8
Sensor 3	LOW	0.1 V
	HIGH	0.1 V

Logika high diperoleh pada saat sensor infra merah berada di atas garis lintasan berwarna gelap atau hitam, sedangkan logika Low diperoleh pada saat sensor infra merah berada pada bidang berwarna putih.

Pengujian Motor Driver

Untuk mengukur tegangan yang terdapat pada ouptut motor driver dapat dilakukan pada output 1, 2, 3 dan 4 yang terdapat pada pin dari chip L298.

Tabel 7 Pengukuran tegangan pada output motor driver L298

Output Driver	Gerakan	Tegangan
Motor 1	Maju	4,9 VDC
	Belok Kanan	2,5 VDC
	Belok Kiri	2,4 VDC
	Mundur	3 VDC
Motor 2	Maju	4,8 VDC
	Belok Kanan	2,6 VDC
	Belok Kiri	2,3 VDC
	Mundur	2.9 VDC

Analisa Sistem Keseluruhan

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dengan cara melakukan pengukuran pengukuran besaran listrik yang terdapat pada titik pengukuran maka dapat dibuat suatu analisa bahwa seluruh komponen yang digunakan untuk robot pengikut garis telah memenuhi syarat yang dibutuhkan.

Semakin besar tegangan yang di terima oleh motor DC maka semakin cepat pula putaran motor DC, begitu juga sebaliknya yaitu semakin kecil tegangan yang terima oleh motor DC maka semakin pelan juga putaran motor. Bila putaran motor semakin pelan maka gerakan robot juga akan semakin melambat,

Setelah melakukan pengujian dari seluruh gerakan yang dihasilkan oleh robot dapat diketahui dengan pasti bahwa DFRobot Romeo All in One dapat digunakan sebagai modul untuk robot pengikut garis.

Sensor Garis dapat bekerja dengan baik dan level tegangan yang dihasilkan oleh setiap sensor dapat langsung digunakan dan diolah sebagai sinyal masukan (*input*) untuk mikrokontroler Atmega328 yang terdapat pada board DFRobot Romeo All in One.

Garis berwarna gelap atau hitam atau jalur yang berfungsi sebagai lintasan robot dapat dideteksi dengan baik oleh sensor pendeteksi garis. Level tegangan yang dihasilkan oleh sensor pendeteksi garis untuk logika High berkisar ± 4,9V. Level tegangan yang dihasilkan oleh sensor pendeteksi garis untuk logika Low berkisar ± 0,1 V.

Pada rangkaian digital level tegangan untuk logika Low biasanya berkisar pada area 0,1V sampai 0,8V dan untuk level tegangan berlogika High biasanya berkisar pada area 3V sampai 5V.

Berdasarkan analisa dari hasil pengukuran seluruh sensor di atas dapat disimpulkan bahwa sensor pendeteksi garis dapat digunakan sebagai sensor untuk robot pengikut garis.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil pengamatan dan pengujian alat perangkat keras dan perangkat lunak serta pengujian secara keseluruhan terhadap robot pengikut garis (*Line Follower Robot*) dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Robot pengikut garis dapat bekerja dengan baik dan dapat berjalan pada lintasan atau jalur yang berwarna hitam.
2. Modul atau kit Arduino atau DFRobot Romeo All in One dapat digunakan sebagai kendali utama untuk robot pengikut garis.
3. Satu chip tipe L298 dapat digunakan untuk mengemudikan dua motor DC dengan baik.
4. Sensor infra merah dapat diterapkan untuk membaca garis yang akan digunakan sebagai jalur atau jalan dari robot pengikut garis.
5. Jarak antar sensor berpengaruh terhadap kemampuan robot pengikut garis dalam menghadapai sudut belokan. Jarak sensor yang pendek memungkinkan robot berbelok pada sudut belok yang lebih kecil.
6. Kecepatan gerak robot pengikut garis ini tidak dapat dipercepat maupundiperlambat sesuai dengan kebutuhan.
7. Perubahan warna jalur pemandu dari putih menjadi hitam masih dapat dimungkinkan, hanya diperlukan perubahan pada perangkat lunak saja.

Saran

Berdasarkan pengamatan terhadap hasil rancangan ini, maka dapat diberikan saran-saran sebagai berikut.

1. Jumlah sensor infra merah sebagai pendeteksi garis dapat ditambah, agar lebih presisi dalam menentukan garis pandu.
2. Robot pengikut garis dapat berjalan pada lintasan atau garis berwarna putih dan juga garis lintasan berwarna hitam.
3. Dilengkapi dengan sensor pembaca kecepatan putaran motor dan arah putaran motor seperti sensor rotary encoder.
4. Sistem kontrol dapat menggunakan sistem yang lebih komplek seperti kontrol *proporsional*, kontrol *Intergral*, kontrol *Derivatif (PID)* maupun menggunakanteknik *Fuzzy Logic*.
5. Apabila dibutuhkan agar laju robot pengikut garis dapat dipercepat maupun diperlambat, maka dapat menggunakan sistem penggerak Motor DC dengan teknik pengaturan PWM (*Pulse Width Modulation*) yang dinamis.

DAFTAR PUSTAKA

http://.cc/en/Hardware.

http://arduino.cc/en/Main/Hardware.

http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno

www.arduino.cc

David Cook, Robot Building for Beginners, Apress, TIA: Technology In Action, New York, 2009.

John-David Warren, Josh Adams, Harald Moole, Arduino Robotics, Apress, TIA:

Technology In Action, New York, 2011.

Massimo Banzi, Getting Started with Arduino, 2nd edition, O'Reilly, USA, 2011.

Muchlas, Rangkaian Digital, Gava Media, Yogyakarta, Indonesia, 2005.

Syahban Rangkuti, Microkontroler Atmel AVR: Simulasi dan Praktek Menggunakan ISIS Proteus dan CodeVisionAVR, Informatika, Bandung, Indonesia, 2011.

Taufiq Dwi Septian Suyadhi, Build Your Own Line Follower Robots, CV. Andi Offset, Yogyakarta, Indonesia, 2008.

Taufiq Dwi Septian Suyadhi, Buku Pintar Robotika: Bagaimana Merancang & Membuat Robot Sendiri, CV. Andi Offset, Yogyakarta, Indonesia, 2010.

Widodo Budiharto, Membuat Sendiri robot Cerdas, Elex Media Komputindo, Jakarta, Indonesia, 2009.

Winarno & Deni Arifianto, Bikin Robot itu Gampang, Kawan Pustaka, Jakarta, Indonesia, 2011.