

## PEMANFAATAN PULSE WIDTH MODULATION UNTUK MENGONTROL MOTOR (STUDI KASUS ROBOT OTOMATIS DUA DEVIANA)

**Samsul Arifin, Akhmad Fathoni**  
STMIK Asia Malang

### ABSTRAK

Perkembangan teknologi robotika yang sangat pesat dan erat sekali dengan kemajuan teknologi komputer sebagai teknologi penunjang utama. Dalam Tugas Akhir ini, mikrokontroler digunakan sebagai pengendali dan pengontrol simulasi operasional motor penggerak maju mundur pada robot otomatis sehingga nantinya dapat berjalan sesuai dengan instruksi yang telah dibuat untuk kontes KRI (Kontes Robot Indonesia) 2011 dengan tema "bersama merangkai bunga persahabatan". Mikrokontroler yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah ATtiny2313 dan ATmega 128 dari keluarga mikrokontroler produksi ATMEL Technology. Pemrograman mikrokontroler dalam Tugas Akhir ini menggunakan bahasa C berbasis software Avr Code Vision memanfaatkan fasilitas PWM (pulse width modulation) pada mikrokontroler dengan resolusi timer 8 bit sehingga diperoleh angka 0 – 255 dari angka konversinya. PWM masih dianggap ampuh untuk mengontrol pergerakan robot karena mudah pengimplementasiannya yaitu dengan cara mengatur timer pada mikrokontroler, seberapa lama timer di onkan dan sisanya adalah off, semakin tinggi nilai pwm yang diberikan semakin besar pula tegangan output yang dihasilkan. Dengan frekuensi clock pwm 10.800KHz akan diperoleh  $T_{total} = 93\mu s$  sehingga ketika pwm penuh 255 lama waktu Ton sama dengan  $T_{total}$  sedangkan pengimplementasian pada robot deviana, duty cycle yang digunakan ketika robot berada ditrack datar adalah 78 % sedangkan ketika naik keatas sala adalah 41%.

Kata-kata kunci : Robot Otomatis Deviana, KRI 2011, Perancangan dan Pembuatan, PWM, ATmega128, ATtiny 2313

### ABSTRACT

Green Technology Robotics development very rapidly and Closely Once WITH Progress Computer technology as a support for the Main Technology. In this Final Project Label, the microcontroller is used as the controller and motor controller Movers advanced operational simulation backwards ON Automatic robot so that the future will be implemented as instructions have been made to contest KRI (Indonesian Robot Contest) 2011 BY theme "Together flower arranging friendship". The microcontroller used Final hearts husband is ATtiny2313 And ATmega 128 microcontroller ATMEL Of Family Production Technology. Final hearts microcontroller programming language C USING husband avr Code-Based Vision software has been used utilize PWM (pulse width modulation) microcontroller ON WITH 8-bit resolution so TIN Figures 0-255 From Figures conversions.

Still considered a powerful PWM control the movement of the robot DUE TO EASILY implementation Namely WITH THE microcontroller How to manage time, how much time in onkan And the rest is off, The High-Value PWM The given The output voltage is also generated big thing. Search Google Articles frequency PWM clock will 10.800KHz TIN  $T_{total} = 93\mu s$  so that when the PWM Full Time Ton same old 255 WITH THE  $T_{total}$  while implementing Deviana robot, the cycle is used when the robot is ditrack Flat is 78% whereas when climbing upstairs sala is 41%.

Keywords: Deviana otomatic robotic, KRI 2011, planning, PVM, ATmega128, ATtiny 2313

### PENDAHULUAN

*Teknologi robot sudah berkembang dengan pesat pada saat ini mulai dari robot sederhana untuk aplikasi yang mudah sampai dengan robot canggih dan kompleks yang digunakan dalam pabrik industri, maupun dalam bidang-bidang*

*yang lainnya. Mikrokontroler sebagai sebuah teknologi pengontrol dan pengendali peralatan secara otomatis memberikan solusi praktis dalam teknologi kontrol otomatis secara independent. Dengan mengadopsi sistem kerja komputer, mikrokontroler perlahan-lahan mampu menggantikan fungsi komputer dalam teknik*

kontrol dan kendali peralatan terutama pada sebuah robot.

Pada Kontes Robot Indonesia yang bertemakan Loy Krathong (bersama merangkai bunga persahabatan) teknik dan metode pemetaan jelajah sebagai aspek kemampuan dasar dari sebuah produk robot yang bersifat mobile (mobile robot) kebanyakan masih menggunakan PWM (pulse width modulation) sebagai kontrol gerakannya karena cukup ampuh dan mudah dalam pengaplikasiannya.

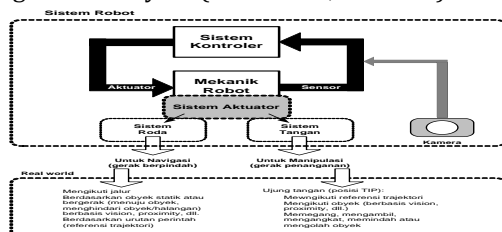
Bersamaan dengan itu melalui penelitian ini penulis selaku anggota Tim Deviana akan membahas mengenai Pemanfaatan Pulse Width Modulation Untuk Mengontrol Motor (Pada Studi Kasus Robot Otomatis Dua Deviana)

Dari identifikasi masalah yang telah diuraikan diperoleh suatu rumusan masalah dalam penyusunan tugas akhir ini yaitu Bagaimana memanfaatkan dan mengaplikasikan Pulse Width Modulation pada motor sehingga robot mampu bergerak mengikuti garis putih pada track.

## DASAR TEORI

### Robot Berorientasi Fungsi

Robot berorientasi fungsi mempunyai komponen utama, antara lain: Mekanik robot, sensor, aktuator dan sistem kontroler. Gambar 2.1 mengilustrasikan tentang sebuah diagram sistem robotik yang berhubungan dengan dunia nyata (Pitowarno, 2006:43).



Gambar 2.1 Sistem Robot dan Orientasi Fungsi Sistem kontroler adalah rangkaian elektronik yang setidaknya-tidaknya terdiri dari rangkaian prosesor (CPU, Memori, komponen interface Input/Output), signal conditioning untuk sensor (analog dan digital), dan driver untuk aktuator. (Pitowarno, 2006:43). Sensor adalah perangkat atau komponen yang bertugas mendeteksi (hasil) gerakan atau fenomena lingkungan yang diperlukan oleh sistem kontrol. Bisa dibuat dari sistem yang paling sederhana seperti sensor ON/OFF menggunakan limit switch, sistem analog, sistem bus paralel, sistem bus serial, hingga sistem mata kamera (Pitowarno, 2006:44).

Aktuator adalah perangkat elektromekanik yang menghasilkan daya gerakan. Dapat dibuat dari sistem motor listrik (Motor DC (permanent magnet, brushless, shunt dan series), Motor DC Servo, Motor DC Stepper, ultrasonic motor, linear motor, torque motor, solenoid, dsb.), sistem pneumatic (perangkat kompresi berbasis udara atau gas nitrogen), dan perangkat hidrolis (berbasis bahan cair seperti oli). Untuk meningkatkan tenaga mekanik aktuator atau torsi gerakan dapat dipasang sistem gearbox, baik sistem direct-gear (sistem lurus, sistem ohmic/worm-gear, planetary gear, dsb.), sprocket-chain (gir-rantai, gir-belt, ataupun sistem wire-roller, dsb.) (Pitowarno, 2006:44). Pada robot ini menggunakan aktuator berbasis motor listrik, yaitu motor DC magnet permanent masing-masing untuk menggerakkan roda robot, lengan robot, dan juga lengan pengambil bunga. Motor DC sendiri adalah suatu mesin yang berfungsi mengubah tenaga listrik arus searah menjadi tenaga mekanik yang berupa putaran rotor. Putaran rotor ini ditimbulkan karena adanya arus listrik yang mengalir pada lilitan. Bila arus listrik mengalir dalam lilitan arahnya menjauhi (maju), maka medan magnet yang terbentuk disekitar lilitan arahnya searah putaran jarum jam. Sebaliknya bila arus listrik yang mengalir dalam lilitan arahnya mundur maka medan magnet yang terbentuk disekitar lilitan arahnya berlawanan dengan arah putaran jarum jam (Petruzella, 1996:331).

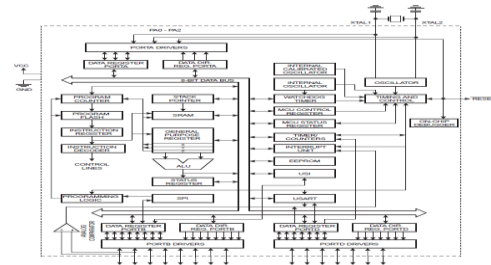
### Mikrokontroler AVR ATtiny 2313

AVR merupakan chip mikrokontroler keluaran ATMEL yang memiliki kemampuan handal dan cepat (hingga 16 Mega Instruction per Second –MIPS-). Chip ini dapat digunakan untuk aneka macam aplikasi mulai dari perancangan elektronik device hingga aplikasi robotika karena cara penggunaannya yang relatif mudah dan ekonomis.

AVR sendiri dirancang berdasarkan Harvard architecture sehingga isi data dan isi program memori disimpan melalui bus yang berbeda. Hal ini berarti pengalamatan data dan program memori terpisah sehingga keduanya dapat diakses secara bersamaan. Sistem keduanya dihubungkan dengan komunikasi serial. Berdasarkan Datasheet (2003) karakteristik mikrokontroler AVR seri ATtiny2313 sebagai berikut:

1. Utilizes the AVR RISC Architecture
2. AVR-High-performance and Low-power RISC Architecture
  - a. 120 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution

- b. 32 x 8 General Purpose Working Registers
- c. Fully Static Operation
- 3. Data and Non-Volatile Program and Data Memories
  - a. 2K Bytes of In-System Self Programmable Flash Endurance: 10.000 Write/Erase Cycle
  - b. 128 Bytes In-System Prigammable EEPROM Endurance: 100.000 Write/Erase Cycle
  - c. 128 Bytes Internal SRAM
  - d. Progammung Lock For Flash Program and EEPROM Data Security



Gambar 2.3 Diagram Blok Arsitektur ATtiny2313

4. Peripheral Features

- a. One 8-bit Timer/Counter with Separate Prescaler and Compare Mode
- b. One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare and Capture Modes
- c. Four PWM Channels
- d. On-chip Analog Comparator
- e. Programmable Watchdog Timer with On-chip Oscillator
- f. USI – Universal Serial Interface
- g. Full Duplex USART
- 5. Special Microcontroller Features
  - a. debug WIRE On-chip Debugging
  - b. In-System Programmable via SPI Port
  - c. External and Internal Interrupt Sources
  - d. Low-power Idle, Power-down, and Standby Modes
  - e. Enhanced Power-on Reset Circuit
  - f. Internal Calibrated Oscillator
- 6. I/O and Packages
  - a. 16 Programmable I/O Lines
  - b. 20-pin PDIP, 20-pin SOIC, and 32-pin MLF

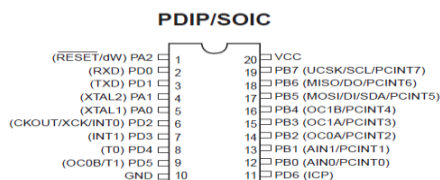
- 7. Operating Voltages - 1.8 – 5.5 V (ATtiny2313)
- 8. Speed Grades
  - a. ATtiny2313 V: 0 – 2MHz @ 1.8 – 5.5 V, 0 – 8MHz @ 2.4 – 5.5V
  - b. ATtiny2313: 0 – 8MHz @ 2.7 – 5.5 V, 0 – 16MHz @ 4.5 – 5.5V

9. Power Consumption Estimates

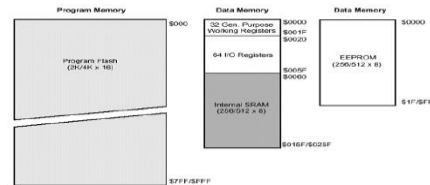
- a. Active Mode 1 MHz, 1.8 V: 300Aμ
- b. 32 kHz, 1.8 V: 20Aμ (including oscillator)

Power-down Mode < 0.2Aμ at 1.8 V

Adapun untuk konfigurasi pin ATtiny2313 dapat dilihat pada Gambar 2.2 sedangkan arsitektur ATtiny2313 secara diagram dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2.2 Pin-pin ATtiny kemasan 20-pin



Gambar 2.4 Memory Map ATtiny2313

**Mikrokontroler AVR ATmega128**

AVR merupakan seri mikrokontroler CMOS 8-bit buatan Atmel, berbasis arsitektur RISC (Reduced Instruction Set Computer). Hampir semua instruksi dieksekusi dalam satu siklus clock. AVR mempunyai 32 register general-purpose, timer/counter fleksibel dengan mode compare, interrupt internal dan eksternal, serial UART, programmable Watchdog Timer, dan mode power saving. Mempunyai ADC dan PWM internal. AVR juga mempunyai In-System Programmable Flash on-chip yang memungkinkan memori program untuk diprogram ulang dalam sistem menggunakan hubungan serial SPI. Atmega128 adalah mikrokontroler CMOS 8-bit daya-rendah berbasis arsitektur RISC yang ditingkatkan.

Kebanyakan instruksi dikerjakan pada satu siklus clock, Atmega128 mempunyai throughput mendekati 1 MIPS per MHz membuat disainer sistem untuk mengoptimasi komsumsi daya versus kecepatan proses.

Beberapa keistimewaan dari AVR ATmega128 antara lain:

1. Advanced RISC Architecture
  - a. 133 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution
  - b. 32 x 8 General Purpose Fully Static Operation
  - c. Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz
  - d. On-chip 2-cycle Multiplier
2. Nonvolatile Program and Data Memories
  - a. 128K Bytes of In-System Self-Programmable Flash
  - b. Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
  - c. 4K Bytes EEPROM
  - d. 4K Bytes Internal SRAM
  - e. Up to 64K Bytes Optional External Memory Space
  - f. Programming Lock for Software Security

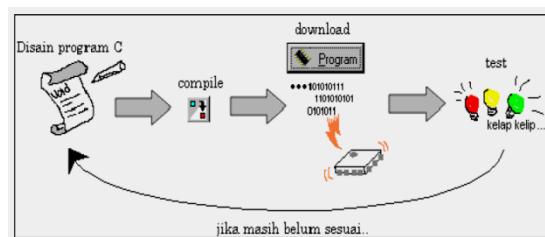
3. Peripheral Features
    - a. Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescalers and Compare Mode
    - b. Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescalers and Compare Modes
    - c. Two 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
    - d. Real Time Counter with Separate Oscillator
    - e. Two 8-bit PWM Channels
    - f. 6 PWM Channels with Programmable Resolution from 2 to 16 Bits 8-channel, 10-bit ADC 8 Single-ended Channels 7 Differential Channels 2 Differential Channels with Programmable Gain at 1x, 10x, or 200x
    - g. Byte-oriented Two-wire Serial Interface
    - h. Programmable Serial USART
    - i. On-chip Analog Comparator
  4. Special Microcontroller Features
    - a. Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
    - b. Internal Calibrated RC Oscillator
    - c. External and Internal Interrupt Sources
    - d. Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby and Extended Standby
    - e. ATmega103 Compatibility Mode Selected by a Fuse
    - f. Global Pull-up Disable
  5. I/O and Package
    - a. 53 Programmable I/O Lines
    - b. 64-pin PDIP, 64-lead TQFP and 64-pin QFN/MLF
  6. Operating Voltages
    - a. 2.7 - 5.5V for Atmega128L
    - b. 4.5 - 5.5V for Atmega128
- Pin-pin pada ATmega128 dengan kemasan 64-pin DIP (four in-line package) ditunjukkan oleh gambar 2.5.



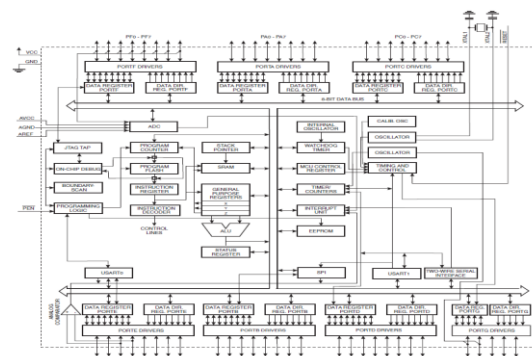
Gambar 2.5 Pin-pin ATmega128 kemasan 64-pin  
 Pemrograman yang digunakan untuk mengisi program pada mikrokontroler AVR ini digunakan CodeVision AVR dan bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa C. Pada CodeVision AVR ini bisa ditentukan port-port dari mikrokontroler AVR yang berfungsi sebagai input maupun output, serta bisa juga

ditentukan tentang penggunaan fungsi-fungsi internal dari AVR. Sebelum menentukan port-port dan fungsi-fungsi internal yang akan digunakan, harus ditentukan terlebih dahulu mikrokontroler yang akan dipakai. Masing-masing mikrokontroler mempunyai perbedaan dalam fungsi-fungsi internal.

Setelah jenis chip mikrokontroler dan port dari AVR ditentukan sebagai input atau output maka program ditulis dalam bahasa C, kemudian program dapat didownload ke dalam mikrokontroler AVR, namun sebelum didownload kedalam mikrokontroler program harus dicompile terlebih dahulu untuk mengetahui apakah ada error atau tidak, jika tidak ada error maka program siap didownload dengan alur seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2.6.



Gambar 2.6 Alur Pemrograman dan Proses Download



Gambar 2.7 Arsitektur ATmega 128

### Bit 7 - FOCO : perbandingan kemampuan output

FOCO hanya akan aktif ketika spesifik-spesifik bit WGM00 tanpa PWM mode. Adapun untuk meyakinkan terhadap kesesuaian dengan device-device yang akan digunakan, bit ini harus diset nol ketika TCCR0 ditulisi saat mengoperasikan mode PWM. Ketika menulisi logika satu ke bit FOCO, dengan segera di paksakan untuk disesuaikan pada unit pembangkit bentuk gelombang. Output OCO diubah

disesuaikan pada COM01: bit 0 menentukan pengaruh daya pembanding.

**Bit 6,3 – WGM01:0: Waveform Generation Mode**

Bit ini mengontrol penghitungan yang teratur pada counter, sumber untuk harga counter maksimal ( TOP ), dan tipe apa dari pembangkit bentuk gelombang yang digunakan. Mode-mode operasi didukung oleh unit timer/counter sebagai berikut : mode normal, pembersih timer pada mode penyesuaian dengan pembanding ( CTC ), dan dua tipe mode Pulse Width Modulation (PWM). Tabel 2.2 menjelaskan mengenai deskripsi bit mode pembangkit bentuk gelombang.

Tabel 2.2 Deskripsi Bit Mode Pembangkit Bentuk Gelombang

Mode	WGM01 (CTC0)	WGM00 (PWM0)	Timer/Counter Mode of Operation	TOP	Update of OCR0	TOV0 Flag Set-on
0	0	0	Normal	0xFF	Immediate	MAX
1	0	1	PWM, Phase Correct	0xFF	TOP	BOTTOM
2	1	0	CTC	OCR0	Immediate	MAX
3	1	1	Fast PWM	0xFF	TOP	MAX

catatan : definisi nama-nama bit CTC0 dan PWM0 sekarang tidak digunakan lagi. Gunakan WGM 01: 0 definisi. Bagaimanapun lokasi dan fungsional dan lokasi dari masing-masing bit sesuai dengan versi timer sebelumnya.

**Bit 5:4 – COM01:0 Penyesuaian Pembanding Mode Output**

Bit ini mengontrol pin output compare (OCO), jika satu atau kedua bit COM01:0 diset,output OCO melebihi fungsional port normal I/O dan keduanya terhubung juga. Bagaimanapun, catatan bahwa bit Direksi Data Register (DDR) mencocokkan ke pin OCO yang mana harus diset dengan tujuan mengaktifkan.Ketika OCO dihubungkan ke pin, fungsi dari bit COM01:0 tergantung dari pengesetan bit WGM01:0. Tabel 2.3 menunjukan COM functionality ketika bit-bit WGM01:0 diset ke normal atau mode CTC (non PWM ).

Tabel 2.3 Mode Output Pembanding, tanpa PWM

COM01	COM00	Description
0	0	Normal port operation, OCO disconnected.
0	1	Toggle OCO on compare match
1	0	Clear OCO on compare match
1	1	Set OCO on compare match

Tabel 2.4 menunjukan bit COM01:0 functionality ketika bit WGM01:0 diset ke mode fast PWM.

**Tabel 2.4** Mode Output Pembanding, Mode fast PWM

COM01	COM00	Description
0	0	Normal port operation, OCO disconnected.
0	1	Reserved
1	0	Clear OCO on compare match, set OCO at TOP
1	1	Set OCO on compare match, clear OCO at TOP

Tabel 2.5 menunjukan bit COM01:0 functionality ketika bit

WGM01:0 diset ke mode phase correct PWM.

Tabel 2.5 Mode Output Pembanding, Mode phase correct PWM

COM01	COM00	Description
0	0	Normal port operation, OCO disconnected.
0	1	Reserved
1	0	Clear OCO on compare match when up-counting. Set OCO on compare match when downcounting.
1	1	Set OCO on compare match when up-counting. Clear OCO on compare match when downcounting.

**Bit 2:0 – CS02:0 : Clock Select**

Tiga bit clock select sumber clock digunakan dengan timer/counter. Jika mode pin eksternal digunakan untuk timer counter0, perpindahan dari pin T0 akan memberi clock counter, dimana dijelaskan pada table 2.6 berikut.

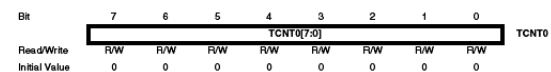
**Tabel 2.6** Deskripsi bit clock select

CS02	CS01	CS00	Description
0	0	0	No clock source (Timer/Counter stopped).
0	0	1	clk <sub>I/O</sub> (No prescaling)
0	1	0	clk <sub>I/O</sub> /8 (From prescaler)
0	1	1	clk <sub>I/O</sub> /32 (From prescaler)
1	0	0	clk <sub>I/O</sub> /256 (From prescaler)
1	0	1	clk <sub>I/O</sub> /1024 (From prescaler)
1	1	0	External clock source on T0 pin. Clock on falling edge.
1	1	1	External clock source on T0 pin. Clock on rising edge.

Sesuai dengan tabel 2.6 maka sumber clock dapat dibagi sehingga data dapat timer/counter dapat disesuaikan dengan banyak data yang di hitung.

**Register Timer/Counter TCNT0**

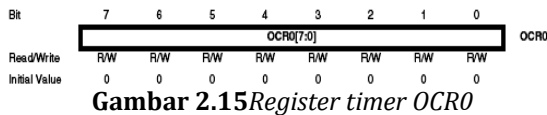
Register timer/counter memberikan akses secara langsung, keduanya digunakan untuk membaca dan menulis operasi, untuk penghitungan unit 8-bit timer/counter. Menulis ke blok-blok register TCNT0 (removes) disesuaikan dengan clock timer berikutnya. Memodifikasi counter (TCNT0) ketika perhitungan berjalan, memperkenalkan resiko kehilangan perbandingan antara TCNC0 dengan register OCR0. Gambar 2.14 menjelaskan bentuk register timer TCNT0.



Gambar 2.14 Register timer TCNT0

**Register Timer/Counter OCR0**

Register output pembanding berisi sebuah harga 8 bit yang mana secara terus-menerus dibandingkan dengan harga counter ( TCNT0 ). Sebuah penyesuaian dapat digunakan untuk membangkitkan output interrupt pembanding, atau untuk membangkitkan sebuah output bentuk gelombang pada pin OCO. Gambar 2.15 menjelaskan bentuk register timer OCR0.



Gambar 2.15 Register timer OCR0

Register Timer/Counter Interrupt Mask

**Bit 1-OCIE0: output timer/counter menyesuaikan dengan kesesuaian interrupt yang aktif.**

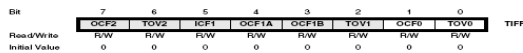
Ketika bit OCIE0 ditulis satu, dan I-bit pada register status dalam kondisi set (satu), membandingkan timer/counter pada interrupt yang sesuai diaktifkan. Mencocokkan interrupt yang dijalankan kesesuaian pembedaan pada timer/counter0 terjadi, ketika bit OCF0 diset pada register penanda timer/counter-TIFR.

**Bit 0 - TOIE0: Timer/Counter 0 Overflow Interrupt Enable**

Ketika bit TOIE0 ditulis satu, dan I-bit pada register status dalam kondisi set ( satu ), timer/counter melebihi interrupt diaktifkan. Mencocokkan interrupt dijalankan jika kelebihan pada timer/counter0 terjadi, ketika bit TOV0 diset pada register penanda timer/counter-TIFR.

**Register Timer/Counter - TIFR**

Register timer TIFR yang terdapat pada mikrokontroler AVR Atmega128 dapat dijelaskan pada gambar 2.16 berikut.



Gambar 2.16 Register timer TIFR

**Bit 1 - OCF0: Output Compare Flag0**

OCF0 dalam kondisi set ( satu ) kesesuaian pembedaan terjadi antara timer/counter dan data pada OCR0 - Register 0 keluaran pembedaan. OCF0 dclear oleh hardware ketika eksekusi pencocokan penanganan vector interrupt. Dengan alternatif mengclearkan OCF0 dengan menuliskan logika satu pada flag. Ketika I-bit pada SREG, OCIE0 (Timer/Counter0 penyesuaian pembedaan interrupt enable), dan OCF0 diset (satu ), timer/counter pembedaan kesesuaian interrupt dijalankan.

**Bit 0 - TOV0: Timer/Counter Overflow Flag**

Bit TOV0 di ser ( satu ) ketika kelebihan terjadi pada timer/counter0. TOV0 dclearkan dengan hardware ketika penjalanan pencocokan penanganan vector interrupt. Dengan alternatif, TOV0 dclearkan dengan jalan memberikan logika satu pada flag. Ketika I-bit pada SREG, TOIE0 ( Timer/Counter0 overflow interrupt enable), dan TOV0 diset ( satu ), timer/counter overflow interrupt dijalankan. Pada tahap mode PWM yang tepat, bit ini di set ketika timer/counter merubah bagian perhitungan pada \$00.

**Sensor Limit Switch**

Switch digunakan dengan hal-hal yang berhubungan dengan jarak, kepekaan, deteksi ada tidaknya barang, maupun kontak pembatas. Sensor limit switch disini dipakai untuk pengaturan posisi yang diharapkan dari mekanik yang telah dirancang. Bentuk fisik dari limit switch dapat dilihat pada gambar 2.17 berikut.



Gambar 2.17 Bentuk Fisik Limit Switch

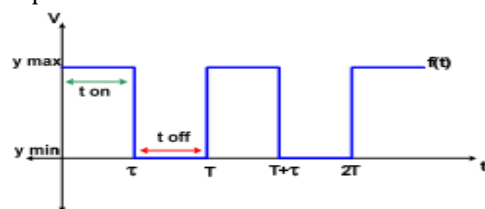
**PWM (Pulse width Modulation)**

Pengaturan lebar pulsa modulasi atau PWM merupakan salah satu teknik yang “ampuh” yang digunakan dalam sistem kendali (control system) saat ini. Pengaturan lebar modulasi dipergunakan di berbagai bidang yang sangat luas, salah satu diantaranya adalah: speed control (kendali kecepatan), power control (kendali sistem tenaga), measurement and communication (pengukuran atau instrumentasi dan telekomunikasi) .

Modulasi lebar pulsa (PWM) dicapai/diperoleh dengan bantuan sebuah gelombang kotak yang mana siklus kerja (duty cycle).

Prabowo, Brilliant Adhi, *Pemodelan Sistem Kontrol Motor DC dengan Temperatur Udara sebagai Pemicu*, Pusat Penelitian Informatika, LIPI, 2009. hal 2

Gelombang dapat diubah-ubah untuk mendapatkan sebuah tegangan keluaran yang bervariasi yang merupakan nilai rata-rata dari gelombang tersebut. PWM pada dasarnya adalah menyalakan (ON) dan mematikan (OFF) motor DC dengan cepat. Kuncinya adalah mengatur berapa lama waktu ON dan OFF.



Gambar 2.24 Gelombang kotak (pulsa)

Ton adalah waktu dimana tegangan keluaran berada pada posisi tinggi (baca: high atau 1) dan, Toff adalah waktu dimana tegangan keluaran berada pada posisi rendah (baca: low atau 0). Anggap Ttotal adalah waktu satu siklus atau penjumlahan antara Ton dengan Toff ,

biasadikenal dengan istilah “periode satu gelombang”.

$$T_{total} = T_{on} + T_{off}$$

Tegangan keluaran dapat bervariasi dengan duty-cycle dan dapat dirumuskan sebagai berikut,

$$V_{out} = D \times V_{in} \text{ sehingga: } V_{out} = \frac{T_{on}}{T_{total}} \times V_{in}$$

Dari rumus diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa tegangan keluaran dapat diubah-ubah secara langsung dengan mengubah nilai  $T_{on}$ .

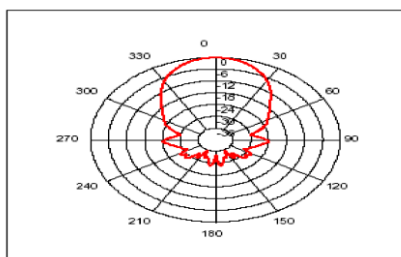
Apabila  $T_{on}$  adalah 0,  $V_{out}$  juga akan 0. Apabila  $T_{on}$  adalah  $T_{total}$  maka  $V_{out}$  sama dengan  $V_{in}$ .

### Sensor Ultrasonik

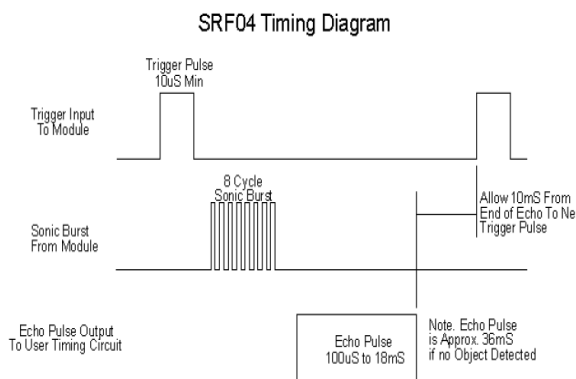
Sensor ultrasonik yang digunakan adalah Devantech SRF04. Modul ultrasonic Devantech SRF04 mempunyai kemampuan mendeteksi jarak antara 3 cm sampai 3 m dengan frekuensi kerja 40 KHz, mengkonsumsi daya sebesar 30 mA dengan tegangan kerja +5 Volt, *input trigger* berupa pulsa dengan lebar minimal 10  $\mu$ s, output pulsa *echo* berupa sinyal TTL positif yang lebarnya proporsional terhadap jarak.



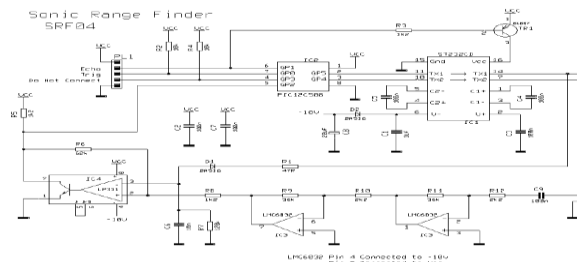
Gambar 2.25 Koneksi pin srf 04



Gambar 2.26 Daerah Kerja srf 04



Gambar 2.27 Timing Diagram srf 04



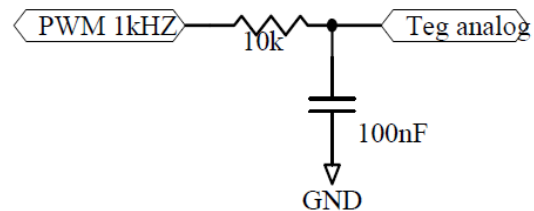
Gambar 2.28 Schematic srf 04

### Perancangan Perangkat keluaran Robot

Bagian keluaran robot terdiri dari beberapa rangkaian driver motor DC. Masing-masing driver motor menggerakkan motor DC pada mekanik robot, yang meliputi motor DC pada penggerak roda dan motor DC pada mekanik maju mundur lengan dan naik turun lengan.

#### Driver Motor DC Brushless

Driver Motor DC Brushless merupakan driver motor jadi, sehingga untuk mengaktifkannya hanya perlu dihubungkan dengan sumber tegangan. Untuk input driver menggunakan aktif low sehingga rangkaian pin output akan aktif jika pin tersebut terhubung dengan ground. Untuk output driver akan aktif maka akan bernilai 0 jadi jika output aktif maka di pin  $\mu$ C juga akan bernilai 0 (low). Untuk pengaturan kecepatan menggunakan rangkaian low pass filter untuk mengubah PWM ke tegangan analog (0-5 volt).



Gambar 3.12 PWM to analog

#### 3.4.3.2 Driver Motor DC

Pada robot tersebut terdapat 2 motor DC, jadi outputnya berupa driver motor DC dengan sistem driver maju mundur dan berhenti. Pada perencanaan pembuatan penggerak motor DC ini dipilih beberapa komponen yang mempunyai tegangan yang besar agar motor dapat bergerak secara maksimal sesuai dengan spesifikasi motor yaitu 24V, mempunyai arus yang besar, mempunyai kecepatan switching yang tinggi. Maka dari itu dibuatlah penggerak motor dengan komponen yang dapat tahan dengan tegangan pada  $V_{cc}$  yaitu 24V dan arus 4.5A. Gambar 3.13 adalah gambar rangkaian driver motor DC.

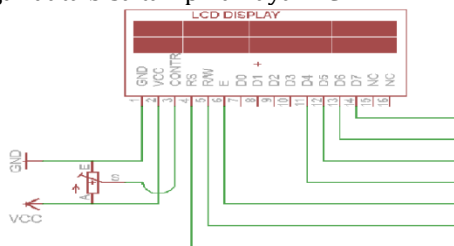
ATMega128 dan ATTinny2313, komparator serta inverters, sedangkan untuk rangkaian sensor dan limit terpisah sehingga diberikan white house sebagai connectornya. Adapun rangkaiannya adalah sebagai berikut :

Gambar 3.13 Rangkaian Driver Motor DC

Pemilihan driver jenis ini karena sudah dilengkapi PWM sebagai pengendali kecepatannya serta cukup dengan memutus bagian negative atau ground pada driver yang langsung menyuply motor dan menggantikannya dengan sejenis transistor yang berfungsi sebagai switching (menghubungkan dan memutuskan ground), tentunya dengan spesifikasi tertentu yaitu mampu menahan arus beban balik motor dan memiliki kecepatan switching yang sangat cepat untuk mengimbangi frekuensi gelombang PWM yang akan dikirimkan.

Jika FET yang digunakan belum kuat menahan arus balik dari motor, maka bisa diganti dengan MOSFET. Disini dipergunakan tip 41 sebagai driver relay dan IRF 540 sebagai swiching pada rangkaian driver. Untuk driver roda kanan dan kiri sudah include ketika pembelian motor DC brushless (vexta) adapun model rangkaiannya sendiri menggunakan IC sebagai pegontrolnya

**LCD**  
 Pada robot ini yang digunakan adalah LCD 16x4. Untuk mengaktifkannya pin 1 pada LCD dihubungkan ke Ground dan pin nomor 2 dihubungkan ke sumber tegangan 5volt. Pin nomor 3 LCD dihubungkan dengan potensio untuk mengatur tegangan referensi pada LCD agar data bisa tampil di layar LCD.



Gambar 3.14 Konfigurasi Pin LCD

**Rangkaian Keseluruhan Robot Deviana**

Rangkaian yang dimaksud di sini adalah satu kesatuan dari bagian-bagian hardware robot yang dijadikan dalam satu hardware sehingga tidak terlalu banyak memakan space pada bagian robot, adapun bagian hardware yang dijadikan menjadi satu adalah rangkain minimum sistem

**Gambar 3.15 Rangkaian keseluruhan  
 Prosedur Pembuatan Program  
 Mikrokontroller**

Setelah desain mekanik dan hardware selesai, langkah selanjutnya adalah memprogram Mikrokontroller agar dapat mengontrol robot sesuai dengan kebutuhan user, pada dasarnya robot otomatis akan bekerja sesuai dengan instruksi yang kita berikan tinggal bagaimana dari semua hardware dan mekanik merespon semua instruksi-instruksi tersebut sehingga ada beberapa langkah yang harus dilakukan dalam pembuatan software.

**Flowchart**

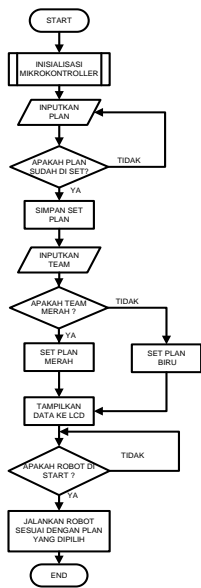
Untuk membuat program pada Mikrokontroller ada langkah-langkah yang harus kita lakukan. Langkah-langkah tersebut adalah dengan membuat flowchat atau alur pemrograman yang akan di terapkan pada robot.

Konsepnya adalah bagaimana membuat laju robot bervariasi menggunakan PWM sesuai dengan inputan berdasarkan sensor garis. Sebelum tombol start dijalankan maka robot akan melakukan set plan yang mana ini berfungsi sebagai pemilihan strategi berdasarkan mode pengambilan obyek.

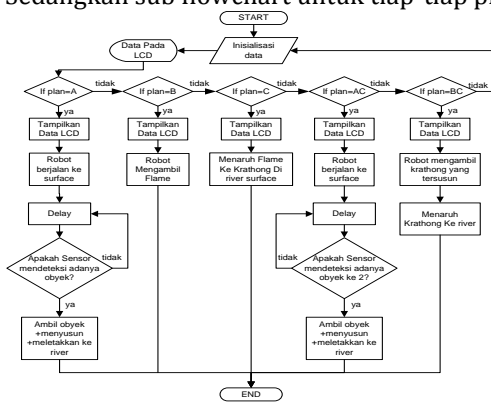
Set plan sendiri akan ditampilkan pada lcd di robot. Pertama menekan tombol plan untuk melakukan set plan sesuai dengan mode pengambilan obyek sedangkan Set plan sendiri terdiri dari 5 plan yang bervariasi untuk mode pengambilan obyek berdasarkan rute pengambilan obyek setelah itu tekan tombol team dan start untuk menjalankan.

Gambar 3.15 berikut ini adalah gambar flowchart sistem Robot Otomatis Dua Deviana.





Gambar 3.16 Flowchart Program Utama Sedangkan sub flowchart untuk tiap-tiap plan :



Gambar 3.17 Flowchart sub program

Dari flowchart diatas menjelaskan bahwa tiap plan mempunyai instruksi sendiri-sendiri sesuai dengan strategi yang dikehendaki.

**List Program PWM Pada Robot Otomatis Dua**

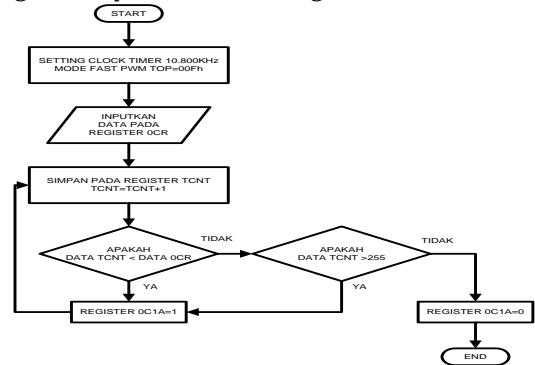
Pengendalian motor DC bertujuan untuk menentukan seberapa cepat robot akan berjalan, bagaimana teknik pengaturan agar robot tidak keluar dari jalur garis yang telah ditentukan dan sebagainya.

Konsep robot otomatis sendiri semuanya berjalan otomatis. Disini robot diprogram untuk menentukan kecepatan motor utama yang bervariasi dengan menggunakan PWM yang mana inputannya berdasarkan pada sensor cahaya, rotary encoder, limit switch dan ultrasonic.

Kondisi ideal pada robot adalah bergerak maju lurus mengikuti garis, dengan kata lain berapa nilai PWM yang tepat agar robot tidak bergerak zig - zag ketika berjalan mengikuti garis, untuk konfigurasi sendiri pada timer 0 akan

diaktifkan untuk putaran motor sebelah kiri sedangkan pada timer 1 diaktifkan untuk putaran motor kanan.

. Adapun cara membangkitkan sinyal PWM adalah dengan mengeset timer pada mikrokontroller. Adapun flowchart dalam pengaktifan pwm adalah sebagai berikut :



Gambar 3.18 Flowchart pemrograman PWM

Pada dasarnya Timer 0 dan Timer 1 mempunyai 4 buah mode untuk membangkitkan sinyal PWM seperti penjelasan pada bab sebelumnya. Disini penulis menggunakan software avr Code Vision dalam pemrograman robot otomatis dua.karena user friendly dan pola pengenalan ke hardware lebih mudah.

Gambar 3.19 Konfigurasi program pada avr code vision

```

int putaranka,putaranki;
// External Interrupt 0 service routine
interrupt [EXT_INT0] void ext_int0_isr(void)
{
// Place your code here
    putaranki++;
}
// External Interrupt 1 service routine
interrupt [EXT_INT1] void ext_int1_isr(void)
{
// Place your code here
    putaranka++;
}
void clearrot(char init)
{
if (init==1) putaranka=0;
if (init==2) putaranki=0;
if (init==3) {putaranka=0;putaranki=0;}
}

unsigned char
naikturun,muter,ambil,jepit,xcount,geser,pwmka,
pwmki,servox;
interrupt [TIM0_OVF] void timer0_ovf_isr(void)
{

```

```

xcount++;
if (xcount>=naikturun) m_naikturun=1;
else m_naikturun=0;
if (xcount>=muter) m_muter=1;
else m_muter=0;
if (xcount>=ambil) m_tangan=1;
else m_tangan=0;
if (xcount>=geser) m_geser=1;
else m_geser=0;
if (xcount>=geser) m_geser=1;
else m_geser=0;
if (xcount>=pwmka) pwmkan=0;
else pwmkan=1;
if (xcount>=pwmki) pwmkir=0;
else pwmkir=1;
if (xcount>=servox) servo=0;
else servo=1;
}

```

Pada external interrupt 0 dan 1 digunakan untuk mengontrol dan mengakses rotary pada motor vexta sehingga ketika robot berjalan maka rotary akan mencounter dan menyimpannya dalam variable putaranka dan putaranki, sedangkan sub routine clearrot digunakan untuk mengosongkan nilai yang telah tercounter pada variable putaranki dan putaranka.

Untuk internal interrupt timer 0 digunakan untuk mengcounter nilai pwm yang kita inputkan.

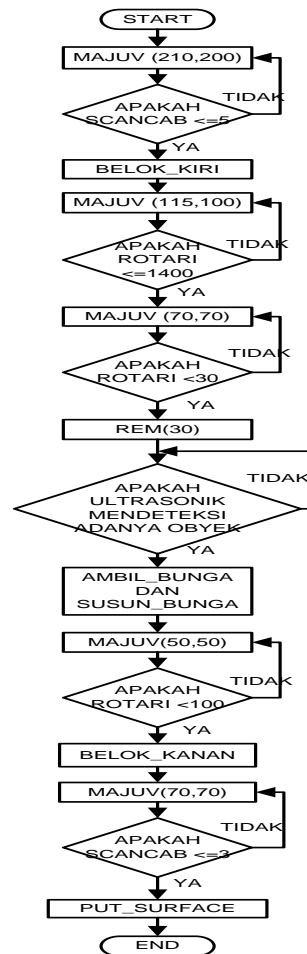
### Rute Perjalanan Robot Berdasarkan Strategi

Adapun rute yang ditempuh oleh robot otomatis dua deviana berdasarkan strategi yang dipilih dalam menyelesaikan misinya yaitu mengambil Flowers dan Krathong Petals serta menyusunnya menjadi Complete Krathong dan meletakkannya ke River Surface. Adapun 5 strategi yang digunakan oleh robot berdasarkan gambar flowchart 3.17 adalah sebagai berikut :

#### Strategi 1

Pada strategi pertama, robot berjalan mengikuti garis hingga percabangan 5, kemudian robot bergerak kearah Surface untuk mendeteksi adanya Flowers dan Krathong Petals yang nantinya akan disusun dan diletakkan pada River Surface, adapun gambar dan flowchartnya adalah sebagai berikut :

Gambar 3.20 Strategi 1



Gambar 3.21 Flowchart Strategi 1

Keterangan :

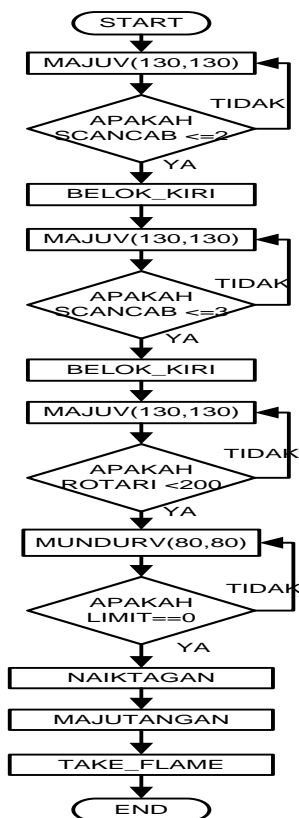
1. Ketika robot di start, robot akan bergerak maju dengan diberikan pwm sebesar 210 untuk sebelah kanan dan motor kiri 200.
2. Pada decision robot akan berjalan dan akan mencounter percabangan sampai 5 percabangan.
3. Robot akan belok kekiri ketika percabangan sudah terpenuhi sebanyak 5.
4. Robot akan bergerak menuju sala dengan diberikan pwm sebesar 115,100 sampai putaran rotari pada motor sebesar 1400.
5. Robot akan bergerak maju dengan pwm 70,70 sampai putaran rotari < 30, kemudian berhenti.
6. Sensor ultrasonik pada robot akan mendeteksi adanya obyek atau tidak.
7. Dilanjutkan dengan proses mengambil dan menyusun bunga jika sensor mendeteksi adanya bunga, tetapi jika tidak terdeteksi adanya obyek maka robot akan tetap berhenti sampai mendeteksi adanya obyek.
8. Proses selanjutnya robot akan bergerak maju dengan pwm 50,50 sampai putaran rotari motor sebesar <100 untuk mengambil obyek.
9. Kemudian robot akan berbelok kearah kanan dengan membawa complete krathong.

10. Robot akan maju sampai percabangan sebanyak 3 dengan pwm 70,70.
11. Kemudian robot akan meletakkan complete krathong ke river surface.

### Strategi 2

Pada strategi ke dua, robot berjalan mengikuti garis hingga percabangan 1, kemudian robot bergerak ke arah Candle Light Flame dan mengambilnya, setelah itu robot di Retry. Seperti pada gambar 3.22 berikut ini :

Gambar 3.22 Strategi 2



Gambar 3.23 Flowchart Strategi 2

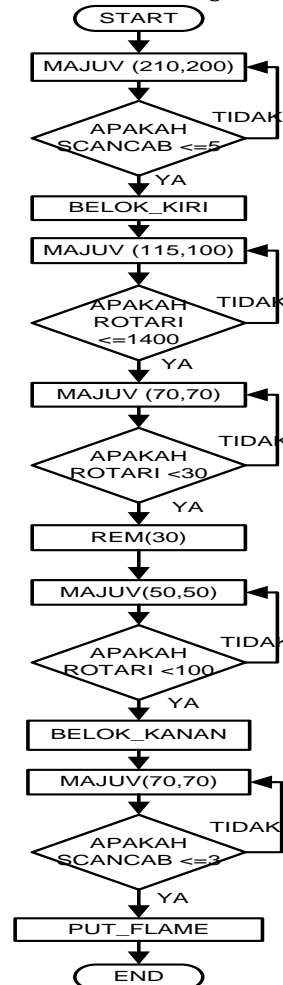
Keterangan :

1. Ketika robot di start maka robot akan bergerak maju dengan pwm sebesar 130 untuk motor kanan dan 130 motor kiri sampai percabangan sebanyak 2, setelah itu robot akan belok kiri.
2. Kemudian robot akan bergerak maju lagi dengan pwm sebesar 130 untuk motor kanan dan 130 motor kiri sampai percabangan sebanyak 3.
3. Proses berikutnya robot akan belok ke kiri, dilanjutkan dengan robot bergerak maju sampai putaran rotari motor sebesar < 200 dengan memberikan pwm sebesar 130,130.

4. Kemudian robot akan bergerak maju sampai kondisi sensor limit switch berlogika 0 (mendeteksi adanya obyek).
5. Proses berikutnya tangan akan bergerak naik dan maju untuk mengambil flame.

### Strategi 3

Strategi ke tiga ini adalah kelanjutan dari strategi kedua yang mana ketika robot di Retry pada posisi telah mengambil Candle Light Flame dilanjutkan dengan menaruh Flame tersebut ke Complete Krathong yang telah diletakkan pada River Surface dengan cara menjatuhkannya.



Gambar 3.24 Flowchart Strategi 3

Keterangan :

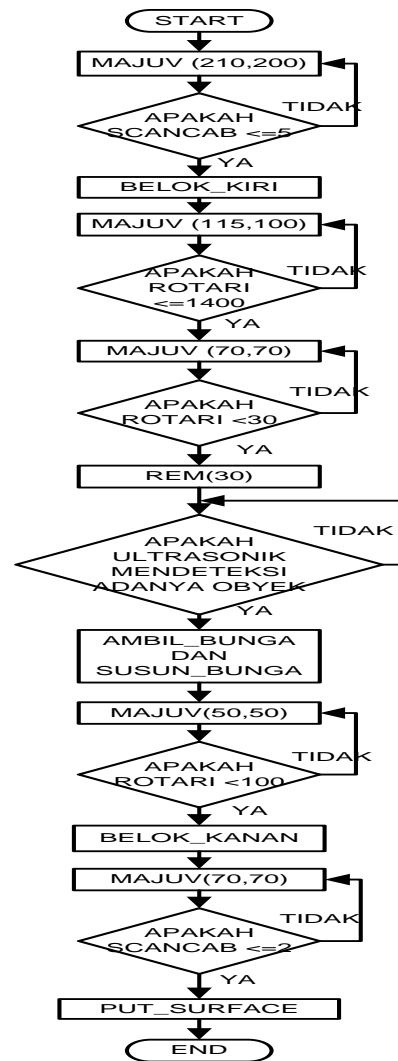
1. Ketika robot di start, robot akan bergerak maju dengan diberikan pwm sebesar 210 untuk sebelah kanan dan motor kiri 200.
2. Pada decision robot akan berjalan dan akan mencounter percabangan sampai 5 percabangan.
3. Robot akan belok kekiri ketika percabangan sudah terpenuhi sebanyak 5.

4. Robot akan bergerak menuju sala dengan diberikan pwm sebesar 115,100 sampai putaran rotari pada motor sebesar 1400.
5. Robot akan bergerak maju dengan pwm 70,70 sampai putaran rotari < 30, kemudian berhenti.
6. Proses selanjutnya robot akan bergerak maju dengan pwm 50,50 sampai putaran rotari motor sebesar <100 untuk mengambil obyek.
7. Kemudian robot akan berbelok kearah kanan dengan membawa flame.
8. Robot akan maju sampai percabangan sebanyak 3 dengan pwm 70,70.
9. Kemudian robot akan meletakkan flame pada complete krathong yang berada di river surface.

**Strategi 4**

Pada strategi ke empat, rute yang diambil robot adalah sama dengan rute robot pada strategi kedua, hanya saja pada posisi peletakan Complete Krathong yang lebih dekat. Adapun rute yang diambil seperti pada gambar 3.25 berikut ini :

Gambar 3.25 Strategi 4



Gambar 3.26 Flowchart Strategi 4  
Keterangan :

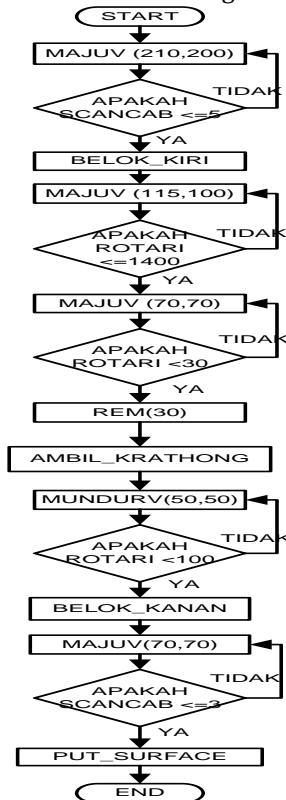
1. Ketika robot di start, robot akan bergerak maju dengan diberikan pwm sebesar 210 untuk sebelah kanan dan motor kiri 200.
2. Pada decision robot akan berjalan dan akan mencounter percabangan sampai 5 percabangan.
3. Robot akan belok kekiri ketika percabangan sudah terpenuhi sebanyak 5.
4. Robot akan bergerak menuju sala dengan diberikan pwm sebesar 115,100 sampai putaran rotari pada motor sebesar 1400.
5. Robot akan bergerak maju dengan pwm 70,70 sampai putaran rotari < 30, kemudian berhenti.
6. Sensor ultrasonik pada robot akan mendeteksi adanya obyek atau tidak.
7. Dilanjutkan dengan proses mengambil dan menyusun bunga jika sensor mendeteksi adanya bunga, tetapi jika tidak terdeteksi adanya obyek maka robot akan tetap berhenti sampai mendeteksi adanya obyek.

8. Proses selanjutnya robot akan bergerak maju dengan pwm 50,50 sampai putaran rotari motor sebesar <100 untuk mengambil obyek.
9. Kemudian robot akan berbelok kearah kanan dengan membawa complete krathong.
10. Robot akan maju sampai percabangan sebanyak 2 dengan pwm 70,70.
11. Kemudian robot akan meletakkan complete krathong ke river surface.

**Strategi 5**

Pada strategi ini difungsikan ketika robot gagal menaruh Complete Krathong ke River Surface, sehingga ketika strategi ini digunakan robot tidak perlu menyusun Flowers dan Krathong Petals lagi tetapi langsung mengambilnya dan menaruhnya ke River Surface. Adapaun gambar rutenya yang diambil adalah sebagai berikut :

Gambar 3.27 Strategi 5



Gambar 3.28 Flowchart Strategi 5

Keterangan :

1. Ketika robot di start, robot akan bergerak maju dengan diberikan pwm sebesar 210 untuk sebelah kanan dan motor kiri 200.
2. Pada decision robot akan berjalan dan akan mencounter percabangan sampai 5 percabangan.
3. Robot akan belok kekiri ketika percabangan sudah terpenuhi sebanyak 5.

4. Robot akan bergerak menuju sala dengan diberikan pwm sebesar 115,100 sampai putaran rotari pada motor sebesar 1400.
5. Robot akan bergerak maju dengan pwm 70,70 sampai putaran rotari < 30, setelah itu robot akan mengambil complete krathong.
6. Proses selanjutnya robot akan bergerak mundur dengan pwm 50,50 sampai putaran rotari motor sebesar <100 untuk mengambil obyek.
7. Kemudian robot akan berbelok kearah kanan dengan membawa complete krathong.
8. Robot akan maju sampai percabangan sebanyak 3 dengan pwm 70,70.
9. Kemudian robot akan meletakkan complete krathong ke river surface.

**Pengujian Driver Motor DC**

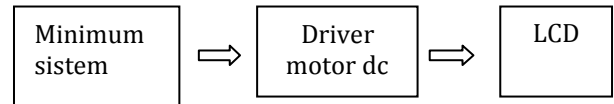
Tujuan :

1. Untuk mengetahui apakah driver motor berfungsi dengan baik baik sebagai penggerak dan pembalik arah putaran
2. Untuk mengetahui kecepatan respon dari driver motor DC terhadap kecepatan perubahan arah putaran

Peralatan :

1. Rangkaian driver motor
2. Multimeter
3. DC Power Supply +24 Volt

Persiapan :



Gambar 4.2 Blok Diagram pengujian Driver Motor Dc

1. Buat rangkaian driver motor sesuai dengan rancangan
2. Beri tegangan 24 Volt pada konektor rangkaian penggerak yang terhubung dengan relay
3. Pasangkan motor pada rangkaian driver dan beri tegangan 5Volt pada kaki anoda optokopler baik pada kaki yang akan dikoneksikan ke mikrokontroler sebagai pembalik arah putaran maupun sebagai PWM
4. Hubungkan ground sebagai logika '0' ke kaki katoda optocoupler dan +5Volt sebagai logika '1'

Tabel 4.2 Pengujian Driver Motor

Motor	Triger		Respon
	Mosfet	TIP 41	
Motor Kanan	0	0	Mundur

	0	1	Maju
	1	0	Berhenti
	1	1	Berhenti
Motor kiri	0	0	Mundur
	0	1	Maju
	1	0	Berhenti
	1	1	Berhenti

### Hasil dan Analisa:

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa untuk membalik polaritas gerakan motor adalah dengan memberikan logika '0' untuk arah cw dan '1' untuk arah sebaliknya pada input A. Rangkaian yang mempunyai input A dimana diswitch oleh transistor TIP41, adalah kunci pergerakan motor. Bila rangkaian tersebut diberi logika '0' maka motor akan bergerak dan bila diberi logika '1' akan berhenti.

Selain memperhatikan hal pada tabel diatas , hal lain yang perlu diperhatikan adalah posisi motor pada roda apakah seimbang antara kanan dan kiri, gearbox motor apakah stabil saat maju dan mundur dan apakah seimbang antara kanan dan kiri. Meskipun driver motor sudah berjalan dengan baik tapi bila kondisi motor dan gearbox yang tidak mendukung maka roda dan lengan robot tidak akan berjalan dengan baik.

### Pengujian PWM Motor

Tujuan :

1. Untuk mengetahui putaran masing-masing motor.
2. Untuk mengetahui berapa nilai pwm yang tepat agar robot mampu bergerak lurus dengan bentuk mekanik robot.

Peralatan :

1. Minimum sistem mikrokontroller ATmega128L
2. Rangkaian driver motor dc brussless
3. Motor yang sudah terpasang pada robot
4. Seperangkat downloader ATmega128L dan program code vision avr dengan konfigurasi sistem yang terdapat pada bab 3.
5. Flashkan Program berikut ke Atmega 128L

```
void majuv_r(unsigned int kapwm)
```

```
{
  r_rem = on;
  r_start = on;
  r_arah_putar = r_maju;
  pwmka=kapwm;
  pwmka=pwmka+256;
}
```

```
void majuv_l(unsigned int kipwm)
```

```
{
  l_rem = on;
  l_start = on;
  l_arah_putar = l_maju;
  pwmki=kipwm;
  pwmka=pwmki+256;
}
```

```
void majuv(unsigned int kapwm, unsigned int kipwm)
```

```
{
  r_rem = on;
  l_rem = on;
  r_start = on;
  l_start = on;
  r_arah_putar = r_maju;
  l_arah_putar = l_maju;
  pwmka=kapwm;
  pwmki=kipwm;
}
```

```
void mundurv_r(unsigned char kapwm)
```

```
{
  r_start = on;
  r_arah_putar = r_mundur;
  r_rem = on;
  pwmka=kapwm;
}
```

```
void mundurv_l(unsigned char kipwm)
```

```
{
  l_start = on;
  l_arah_putar = l_mundur;
  l_rem = on;
  pwmki=kipwm;
}
```

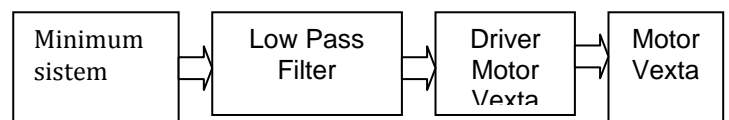
```
void mundurv(unsigned char kapwm, unsigned char kipwm)
```

```
{
  r_start = on;
  l_start = on;
  r_arah_putar = r_mundur;
  l_arah_putar = l_mundur;
  r_rem = on;
  l_rem = on;
  pwmka=kapwm;
  pwmki=kipwm;
}
```

```
while (putaranka<1350)
```

```
{
  majuv(200,200);
};
remv(50);
```

Persiapan :



Gambar 4.3 Blok Diagram Pengujian PWM Motor

1. Merangkai sistem sesuai dengan blok diagram
2. Mensetting dan mengetik program
3. Mendownload program
4. Mengubah nilai PWM untuk masing-masing motor sesuai table.
5. Jalankan robot dan amati arah gerak robot

Tabel 4.3 Pengujian PWM Driver Motor

PWM Motor Kiri	PWM Motor Kanan	r/min	Arah Gerak Robot
200 (72.9 $\mu$ s)	200(72.9 $\mu$ s)	145.7785	Serong Kiri
	195(71.1 $\mu$ s)	142.1785	Serong Kiri
	190(69.3 $\mu$ s)	138.5785	Lurus
	185(67.5 $\mu$ s)	134.9785	Serong Kanan
	180(65.6 $\mu$ s)	131.1785	Serong Kanan
	175(63.8 $\mu$ s)	127.5785	Serong Kanan
	170(62 $\mu$ s)	123.9785	Serong Kanan
	165(60.1 $\mu$ s)	120.1785	Belok Kanan
	160(58.3 $\mu$ s)	116.5785	Belok Kanan
	155(56.5 $\mu$ s)	112.9785	Belok Kanan
	150(54.7 $\mu$ s)	109.3785	Belok Kanan

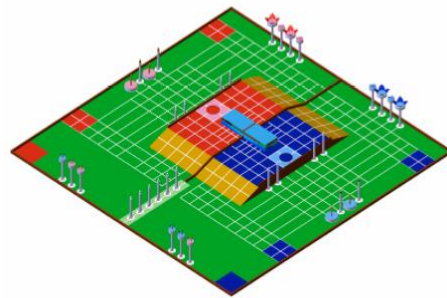
Hasil dan Analisa:

Dari tabel di atas dapat diketahui berapakah perbandingan PWM antara motor kanan dan motor kiri untuk mendapatkan arah gerak robot yang lurus, yaitu 190 untuk PWM motor kanan dan 200 untuk PWM motor kiri sehingga perbandingan PWM antara motor kanan dan kiri adalah 20:19. Dengan mengubah nilai angka desimal pada source code bagian majuv (kanan, kiri), yang mana setting clock pwm 10.800 khz sehingga dapat diketahui berapa lama Ton pulsa yang diberikan kepada motor dengan cara mengkonversi nilai pwm ke Ton yaitu  $Ton = (pwm/255) * Ttotal$ , yang mana  $Ttotal$  sendiri diperoleh dari rumus  $Ttot = 1/f$ , sedangkan untuk rpm (radian per-menit) diperoleh dengan rumus pada motor vexta yang terdapat pada bab dua yang mana  $Motor\ speed = (speed\ output/30) * 60$ . Maka hasil pengujian didapatkan kesimpulan bahwa motor kanan lebih cepat putarannya banding motor kiri sehingga untuk mendapatkan arah gerak motor yang lurus maka nilai PWM motor kanan dikurangi.

Perlu diperhatikan bahwa perbedaan berat dari sisi kanan dan sisi kiri robot sangat mempengaruhi putaran masing-masing motor.

**Pengujian Sistem Keseluruhan**

Pengujian sistem merupakan pengujian dengan menggabungkan seluruh sistem, baik hardware, mekanik maupun program di PC dan dilakukan beberapa kali dengan cahaya yang normal tidak terlalu terang dan tidak terlalu gelap. Diambil cahaya normal karena, ketika dilakukan pengujian posisi dan jarak pada cahaya biasa memiliki tingkat keberhasilan yang lebih tinggi. Robot dijalankan dari posisi start apakah robot dapat melakukan tugas-tugasnya. Dalam hal ini robot dapat tepat mengambil bunga dan meletakan bunga pada tiang bunga secara otomatis dengan mengikuti garis warna putih pada lapangan dan pembacaan percabangan. Adapun rute yang diambil oleh robot adalah sebagai berikut :



Gambar 4.4 Arena Pengujian tingkat keberhasilan Proses Robot

Arah gerak robot sendiri dalam pengambilan bunga dan peletakannya adalah sesuai dengan strategi yang digunakan seperti pembahasan pada flowchart bab 3.

Pada pengujian sistem secara keseluruhan ini, diketahui kemampuan robot dalam menjalankan tugas yaitu mengambil bunga dan memindahkan bunga ke tiang bunga. Dimana pengambilan data dilakukan dengan tracking garis putih dan percabangan pada lapangan yang mana jarak antara tiang dan letak bunga tidak lebih dari 50 centi meter, semua itu dilakukan untuk berhenti pada setiap percabangan yang tepat pada tiang objek. Hasil dari pengambilan data dari garis dan percabangan pada tiap-tiap track akan diterima robot kemudian robot akan bergerak sesuai dengan perintah dari data sensor, Dalam hal ini terdapat dua inputan yaitu inputan dari sensor photodiode dan rotary encoder dari motor. sensor memberikan inputan pada mikrokontroler dan mikrokontroler memberikan inputan pada driver untuk mengerakan robot. Robot akan terus bergerak ke arah yang diintruksikan sampai

robot mendapat data input yang baru jika tidak mendapat data input baru maka robot akan terus bergerak sesuai dengan perintah pada saat itu.

Tabel 4.4 Data Pengujian Tingkat Keberhasilan Robot

target penguji an	Strat egi 1	Strat egi 2	Strat egi 3	Strate gi4	Strat egi 5
1	√	√	√	√	√
2	X	√	X	√	√
3	√	X	√	X	√
4	X	X	√	√	√
5	√	√	X	X	√
6	√	√	√	√	√
7	√	√	√	√	X
8	√	√	√	X	√
9	√	√	√	√	√
10	√	X	X	√	√
Error	20%	30%	30%	30%	10%
Rata- rata Error	Rata-rata Error Robot = 24 %				
Rata- rata Keberha silan	Rata-rata Keberhasilan Robot = 76 %				

Keterangan : √ (tepat sasaran)  
X (tidak tepat sasaran)

Hasil dan Analisa:

Pada pengujian kali ini didapatkan data-data seperti pada Tabel 4.4, dimana dalam pengujian sebanyak 10 kali robot memiliki rata-rata error sebesar 24% atau tingkat rata-rata keberhasilan sebesar 76% Dari tabel masih terdapat beberapa kegagalan robot dalam menjalankan tugas. Hal tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain:

1. Kecepatan respon sensor dalam mengambil data pada garis, dimana semakin dekat sensor dengan garis maka proses pengambilan data pun cepat, akan tetapi Hal itu membuat setiap proses pengolahan data menjadi lambat dan robot sering sedikit terlambat dalam merespon dan perubahan posisi robot terhadap target sehingga gerak robot menjadi tidak real time, serta berpengaruh pada tingkat keakuratan robot saat tracking lapangan serta mendeteksi adanya obyek. Akibatnya terkadang limit tidak merespond serta sensor ultrasonic tidak tepat mendeteksi adanya obyek sehingga proses pengambilan bunga menjadi gagal.
2. Bentuk mekanik robot yang kurang sempurna sehingga mengakibatkan beban motor kanan dan kiri tidak sama sehingga berakibat pada pergerakan robot menggunakan pwm kurang proposional.
3. Delay yang dibutuhkan oleh sensor ultrasonic robot untuk mendeteksi adanya obyek juga sangat berpengaruh, jadi ketika robot otomatis satu bergerak cepat menaruh obyek ketiang flower maka robot otomatis dua pun akan cepat merespon untuk mengambil obyek tersebut sehingga waktu delay akan sedikit.
4. Bentuk mekanik dari penampang pengambil bunga yang kurang presisi. Sehingga apabila bunga tidak berada tepat pada penampang, dari titik tengah penopang tiang dan limit maka robot sering mengalami kegagalan dalam menyusun bunga bunga, karena lebar penampang adalah 28 cm dan 40 cm.

## PENUTUP

### Kesimpulan

1. Konfigurasi PWM didapat dengan mengatur timer pada mikrokontroler dengan melakukan konversi 8 bit Mode Fast PWM kedesimal sehingga diperoleh angka 0 – 255.
2. Dengan frekuensi pwm 10.800KHz diperoleh  $T_{total} = 93\mu s$  sehingga ketika pwm penuh 255 lama waktu  $T_{on} = T_{total}$ .
3. Berat mekanik sebelah kanan dan kiri tidak sama sehingga mengakibatkan robot tidak dapat bergerak lurus ketika diset untuk kecepatan tinggi.



4. Pembacaan sensor photodiode terhadap garis pada track dengan menggunakan fasilitas analog digital converter pada mikro sangat bagus apabila diimbangi dengan bentuk track yang tidak bergelombang sehingga data antar sensor sama.

5. Pemilihan mikrokontroler disesuaikan dengan port yang dibutuhkan agar pemrosesan eksekusi intruksi bisa terpusat dan lebih cepat.

6. Model kontrol motor menggunakan pwm sangat bagus untuk mobile robot karena kecepatannya bisa di kontrol dengan baik sehingga robot dapat bergerak sesuai dengan instruksi kita.

### **Saran**

Saran untuk pengembangan lebih lanjut pada sistem robot ini adalah :

1. Untuk pergerakan, tidak lagi menggunakan roda tapi menggunakan kaki dan untuk lengan menggunakan arm robot sehingga robot bisa bergerak lebih leluasa dalam menjalankan tugasnya.

2. Setiap motor yang ada pada robot hendaknya menggunakan motor yang sama dan baru sehingga kesamaan putaran motor lebih terjamin serta akurasi sensor yang digunakan lebih terjamin.

3. Keseimbangan mekanik harus diperhitungkan secara sistematis, sehingga robot mampu bergerak lurus ketika robot diset dengan kecepatan tinggi.

4. Sebaiknya mikrokontroler yang digunakan versi terbaru seperti atmega 1280, yang mana sesuai dengan banyaknya port yang dibutuhkan.

5. Kerjasama antar robot baik robot otomatis maupun robot manual kurang bagus sehingga delay yang dibutuhkan untuk mendeteksi adanya obyek dan penaruhan joss stick oleh robot manual cukup lama.

Slave Pada Robot Pemadam Api Krci 2007, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya – ITS, Surabaya, 2007

5. Prabowo, Brilliant Adhi, Pemodelan Sistem Kontrol Motor DC dengan Temperatur Udara sebagai Pemicu, Pusat Penelitian Informatika, LIPI, 2009.

6. Aprilianto, Tria, Rancang Bangun Robot Garuda 5 Untuk Kontes Robot Cerdas Indonesia (Krci) Expert Battle 2010, Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer, Malang, 2010

7. Atmel Corporation, 8 bit AVR Mikrokontroler With 2K bytes in system Programable AT tiny2313, ATMEL, 2010.

8. Atmel Corporation, 8 bit AVR Mikrokontroler With 128K bytes in system Programable flash ATmega 128L, ATMEL, 2011

9. Parallax, Davantec SRF04, 2003

### **DAFTAR PUSTAKA**

1. Petruzella, Frank D. Elektronik Industri, PT Andi Offset, Yogyakarta, 1996.

2. Pitowarno. Endra, Robotika Desain Kontrol dan Kecerdasan Buatan, Andi Offset, Yogyakarta, 2006.

3. Saputro, Rejeki Agung, Robot Sumo, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya – ITS, Surabaya, 2006

4. Nurcholis, Muhammad Nur, Strategi Pemilihan Jalur Perjalanan Terdekat Robot