

RANCANG BANGUN PENGENDALI SISTEM KEMUDI PADA KENDARAAN TEMPUR TANPA AWAK BERBASIS MIKROKONTROLER ATMega8

M Sigit Purwanto, Suyitno, Agus Hariyanto

ABSTRAK

Kendaraan tempur sebagai salah satu alat utama sistem senjata (ALUTSISTA) yang dimiliki TNI pada umumnya diawaki oleh prajurit. Pengawak kendaraan tempur sangat memungkinkan menjadi sasaran utama musuh dan beresiko menimbulkan korban jiwa dalam operasi tempur. Sistem kemudi kendaraan yang terdiri dari kemudi, *gas* dan rem merupakan sistem yang dikendalikan oleh pengawak agar kendaraan dapat berjalan.

Pengembangan teknologi pertahanan dilakukan agar dapat meminimalisir terjadinya korban jiwa dalam operasi tempur. Aplikasi teknologi *mobile robot* untuk mengendalikan sistem kemudi pada kendaraan tempur diharapkan dapat menjadi suatu solusi permasalahan di medan pertempuran. Pada tugas akhir ini akan mengaplikasikan pengendalian sistem kemudi yaitu kemudi, *gas* dan rem dengan menggunakan mikrokontroler ATMega8 sebagai kontroler motor DC pada tiap bagian sistem kemudi dengan memodifikasi ATV (*all terrain vehicle*) sehingga diharapkan dapat dikendalikan dari jarak jauh.

Mikrokontroler ATMega8 yang memiliki sistem dan pemrograman yang sederhana serta fasilitas yang memungkinkan untuk pengendalian digunakan sebagai kontroler pada tiap motor DC yang di kopel dengan lengan kemudi, tuas *gas* dan tuas rem. Dengan *driver* motor *H-bridge* dan pengaturan kecepatan motor model *Pulse Width Modulation* (PWM) maka putaran motor DC dapat dikendalikan sesuai dengan kebutuhan pada tiap bagian sistem kemudi. Mikrokontroler juga mengendalikan *relay* untuk menghidupkan mesin dan lampu kendaraan.

Kata kunci : ATMega8, Motor DC, *H-Bridge*, *PWM*.

1. PENDAHULUAN

Peran TNI dalam menjaga keutuhan dan pertahanan Negara Kesatuan Republik Indonesia harus didukung dengan Alat Utama Sistem Senjata (Alutsista) yang disesuaikan dengan kebutuhan, perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Salah satu Alutsista TNI adalah kendaraan tempur yang digunakan untuk alat penyerang maupun alat angkut personel.

Kendaraan tempur yang dimiliki TNI saat ini pada umumnya

diawaki prajurit. Pengawak kendaraan tempur sangat memungkinkan menjadi salah satu sasaran utama musuh, sehingga menimbulkan resiko korban jiwa prajurit dalam suatu operasi tempur. Pengembangan kendaraan tempur yang dapat dikendalikan dari jarak jauh dapat meminimalisir resiko korban jiwa. Pengembangan tersebut dapat dilakukan melalui perancangan dan pembuatan kendaraan tempur tanpa awak, yaitu mengendalikan

sistem kemudi meliputi kendali pada kemudi, gas dan rem. Kendaraan tempur ini diharapkan dapat dijadikan sebagai pelopor dalam suatu serangan, patroli rute dan kebutuhan lain.

Teknologi Mobile robot adalah tipe robot yang telah berkembang dan sangat populer dalam dunia penelitian robotik. Aplikasi teknologi Mobile robot pada kendaraan tempur dapat memberikan manfaat bagi TNI dalam pengembangan menuju kemandirian alutsista dan dapat mengurangi resiko korban jiwa yang mungkin timbul dalam operasi tempur.

Berdasarkan latar belakang diatas maka dapat dirumuskan permasalahan yaitu :

- a. Kendaraan tempur yang dimiliki TNI pada umumnya masih diawaki prajurit.
- b. Tingginya resiko korban jiwa prajurit pengawak kendaraan tempur karena memungkinkan menjadi sasaran utama musuh.
- c. Dibutuhkan perancangan dan pembuatan pengendali sistem kemudi agar kendaraan tempur dapat dikendalikan dari jarak jauh.
- d. Dibutuhkan sistem kontrol untuk mengendalikan kemudi, *gas* dan rem.

Untuk mempertajam pembahasan, maka dibuat pembatasan masalah yaitu :

- a. Sistem kemudi yang dikontrol adalah sistem kemudi pada kendaraan jenis

ATV (*All Terrain Vehicle*) yang meliputi: Kemudi kendaraan, *gas* dan rem.

- b. Tidak membahas komunikasi data.

2. LANDASAN TEORI

Sistem Gear.

Hal yang perlu diperhatikan dalam desain mekanik adalah perhitungan kebutuhan torsi untuk menggerakkan sendi atau roda. Motor sebagai penggerak utama (*prime-mover*) yang paling sering dipakai umumnya bekerja optimal (torsi dan kecepatan putar paling ideal) pada putaran yang relatif tinggi yang hal ini tidak sesuai bila porosnya dihubungkan langsung ke sendi gerak atau roda. Sebab kebanyakan gerakan yang diperlukan pada sisi anggota badan robot adalah relatif pelan namun bertenaga. Untuk itu diperlukan cara transmisi daya motor (atau aktuator secara umum) secara tepat. Salah satu cara yang paling umum digunakan adalah menggunakan sistem *gear*.

Untuk mendapatkan rasio *gear* yang besar dengan hanya menggunakan dua susunan *gear* dapat dicapai dengan menggunakan tipe *ohmic* atau *worm-gear*.

Motor DC

Motor DC adalah alat untuk mengubah energi listrik menjadi gerak (mekanik) yang mempunyai kecepatan tertentu melalui proses elektromagnet, dengan menggunakan sumber tegangan DC (*Direct Current*). Motor DC mempunyai

prinsip kerja bilamana kumparan jangkar dialiri arus dalam suatu medan magnet maka pada jangkar/*rotor* akan terbangkit gaya (F) dan karena jangkar/*rotor* mempunyai lengan maka gaya tersebut menimbulkan torka ($T = F.r$), yang memutar *rotor* bila torka yang terbangkit harganya telah melampaui torka lawan dari beban maka *rotor* berputar. Perputaran atau gaya mekanik tersebut mempunyai arah sesuai kaidah tangan kiri *Flemming*[2]. Sedangkan besarnya gaya (F) yang timbul sesuai persamaan dibawah ini:

$$F = B \cdot i \cdot l$$

Dengan :

- F = Gaya (Newton)
- B = Fluk magnetik (Weber)
- i = Arus listrik (Ampere)
- l = Panjang kawat (Meter)

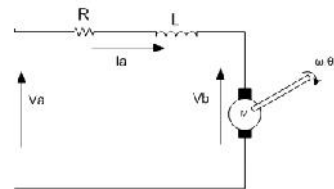
Konstruksi Motor DC

Motor DC terdiri atas dua, bagian yang diam disebut *stator* dan bagian yang bergerak disebut *rotor*. Bagian *stator* terdiri dari badan motor yang memiliki lempengan magnet yang melekat padanya. Untuk motor kecil, lempengan-lempengan tersebut terbuat dari magnet permanen. Sedangkan pada motor besar berupa elektromagnetik. Pada umumnya lempengan-lempengan magnet terbuat dari lempengan-lempengan magnet derajat tinggi. Kumparan lilitan pada lempeng-lempeng magnet ini disebut kumparan medan. *Rotor* terdiri dari jangkar yang intinya terbuat dari lempeng-lempeng membentuk celah-celah. Konduktor kumparan jangkar dimasukkan tiap celah tersebut. Ujung dari setiap kumparan dihubungkan pada satu segmen komutator. Tiap segmen

merupakan pertemuan dua ujung kumparan yang terhubung ke segmen itu.

Motor DC Magnet Tetap.

Motor DC magnet tetap adalah motor DC dengan fluk yang dihasilkan oleh magnet tetap atau *Permanent Magnet*. Diagram rangkaian ekuivalen untuk motor DC magnet tetap ditunjukkan pada Gambar 2.1. jangkar dimodelkan sebagai suatu rangkaian dengan hambatan R yang dihubungkan dengan induktansi L secara seri dan suatu sumber tegangan V_b merepresentasikan emf balik pada jangkar ketika motor berputar.



Gambar 2.1. Rangkaian Ekuivalen Motor DC Magnet Permanen

Keterangan gambar:

- V_a = tegangan jangkar (Volt)
- I_a = arus jangkar (amper)
- R = tahanan jangkar (ohm)
- L = induktansi kumparan jangkar (Henry)
- V_b = emf balik (volt)
- = kecepatan sudut motor (radian / sec)
- T_m = torsi motor (newton meter)
- = sudut putaran poros motor
- K_b = konstanta emf balik
- Besarnya emf balik yang dibangkitkan motor adalah:
- $V_b = K_b \cdot \omega$
- Dan tegangan jangkar adalah:
- $V_a = V_b + i_a.R_a$
- Torsi yang dibangkitkan adalah:
- $T_m = K_b \cdot I_a$

Pengaturan Kecepatan Motor DC

Dalam penggunaan motor DC putaran *rotor* dapat diatur arah putar maupun kecepatannya sehingga dapat disesuaikan dengan kebutuhan penggunaan. Pada prinsipnya pengaturan kecepatan motor DC adalah pengendalian putaran saat *rotor* bergerak dan terjadi GGL lawan sebesar U_i , besarnya tegangan jangkar berbanding lurus dengan putaran motor dan berbanding terbalik dengan *Fluk* magnet sehingga apabila tegangan jangkar berubah maka kecepatan motor akan berubah pula. Dari kejadian tersebut dapat dikatakan bahwa untuk mengatur kecepatan motor DC dapat juga dilakukan dengan mengatur tegangan sumber DC. Sedangkan untuk merubah arah putar motor DC dapat dilakukan dengan membalik aliran arus yang melalui rangkaian jangkar.

Metode Pulse Width Modulation

Salah satu metode pengaturan motor DC magnet permanen dengan mengatur tegangannya adalah PWM (*Pulse Width Modulation*), dengan frekuensi tegangan yang tetap.

PWM ini bekerja dengan cara membuat gelombang persegi yang memiliki perbandingan pulsa *High* terhadap pulsa *Low* yang telah tertentu, biasanya diskalakan dari 0 hingga 100%.

Gelombang persegi ini memiliki frekuensi tetap (biasanya max 10 KHz) namun lebar pulsa *High* dan *Low* dalam 1 periode yang akan diatur. Perbandingan pulsa *High* terhadap *Low* ini menentukan jumlah daya yang diberikan ke motor DC.

Untuk menjalankan motor DC dengan PWM tidak dapat digunakan relay, melainkan harus

digunakan rangkaian *driver* motor DC lainnya. Rangkaian yang paling sederhana berupa transistor yang disusun secara *Darlington*. Transistor yang dipakai dapat berupa transistor jenis NPN tipe BC547.

Apabila diinginkan motor DC dapat bergerak 2 arah, maka diperlukan menyusun rangkaian *H-Bridge*. Selain transistor, dapat juga digunakan IC *driver* motor DC khusus. Dapat juga menggunakan modul *driver* motor DC yang siap pakai untuk mikrokontroler.

Mikrokontroler ATmega8

Mikrokontroler adalah *Single Chip Computer* yang memiliki kemampuan untuk diprogram dan digunakan untuk tugas yang berorientasi kontrol. Mikrokontroler dibutuhkan pada tiap produk elektronik sebagai perangkat pintar pengontrol dan pemroses data. Sedangkan dalam perkembangan teknologi baru merupakan perkembangan teknologi semikonduktor yang memungkinkan pembuatan *chip* dengan kemampuan komputasi yang sangat cepat, bentuk yang semakin mungil, dan harga yang semakin murah.

Dalam suatu *keeping* Mikrokontroler terdapat mikroprosesor dan memori program (*ROM*) serta memori serbaguna (*RAM*), bahkan ada beberapa mikrokontroler yang memiliki fasilitas *ADC*, *PLL*, *EEPROM*, *PWM* dalam satu kemasan. Ada beberapa *vendor* yang membuat mikrokontroler diantaranya *Intel*, *Microchip*, *Winbond*, *Atmel*, *Philips*, *Chemics* dan lainnya. Dari beberapa *Vendor* tersebut, yang paling populer

digunakan adalah mikrolontroler buatan *Atmel*.

Mikrokontroler AVR (*Alf and Vegard's Risc prosessor*) memiliki arsitektur *RISC* 8 bit, dimana semua instruksi dikemas dalam kode 16 bit (*16 bits Word*) dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 siklus *Clock*, berbeda dengan instruksi MCS 51 yang membutuhkan 12 siklus *Clock*. Tentu saja itu terjadi karena kedua jenis mikrokontroler tersebut memiliki arsitektur yang berbeda. AVR berteknologi *RISC* (*Reduce Instruction Set Computing*), sedangkan MCS51 berteknologi *CISC* (*Complex Instruction Set Computing*). Secara umum, AVR dapat dikelompokkan menjadi 4 kelas, yaitu keluarga *ATTiny*, keluarga *AT90Sxx*, keluarga *ATMega* dan *AT86RFxx*. Pada dasarnya yang membedakan tiap kelas adalah *Memory*, *Peripheral* dan fungsinya.

Dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan, mikrokontroler bisa dikatakan hampir sama. Oleh karena itu, dipergunakan salah satu AVR produk *Atmel*, yaitu *ATmega8*. Selain mudah didapatkan *ATmega8* lebih murah dan memiliki fasilitas yang lengkap. Untuk tipe AVR ada 3 jenis yaitu *ATTiny*, AVR klasik dan *ATmega*. Perbedaannya hanya pada fasilitas *I/O* yang tersedia serta fasilitas lain seperti *ADC*, *EEPROM* dan lain sebagainya. Salah satu contohnya adalah *ATmega8*. Memiliki teknologi *RISC* dengan kecepatan maksimal 16 MHz membuat *ATmega8* lebih cepat dibandingkan dengan *Varian MCS51*. Dengan fasilitas yang lengkap tersebut menjadikan *ATmega8* sebagai mikrokontroler yang *Powerfull*.

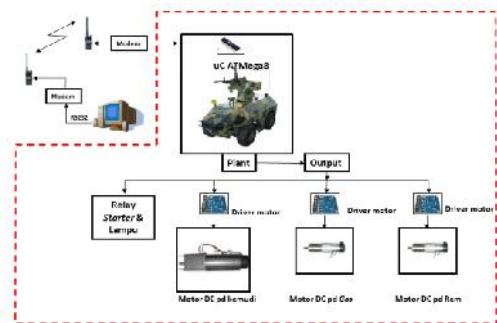
3. METODOLOGI PENELITIAN

Perancangan *Hardware* dimulai dengan perancangan *minimum* sistem *ATMega8*, perancangan *driver* motor, rangkaian *relay* dan rangkaian *DC regulator* pada *power supply*. Sedangkan perancangan *software* adalah perancangan *software* yang diprogram dalam eksternal *ROM*. Pada bab ini juga dijelaskan mengenai perancangan mekanik.

Perancangan Hardware

Dalam tugas akhir ini perancangan *Hardware* meliputi, perancangan rangkaian *minimum* sistem mikrokontroler *ATMega8*, *driver* motor, rangkaian *relay* dan *regulator power supply*.

Blok diagram seluruh sistem pengendali sistem kemudi dapat dilihat pada gambar 3.1 (pada kotak merah) di bawah ini :



Gambar 3.1 Diagram Blok Pengendali Sistem Kemudi

Rangkaian mikrokontroler AVR *ATmega8*

Rangkaian kontroler untuk mengatur *driver* motor dan *relay* menggunakan AVR *ATmega8* sebagai pengolah data yang dikirim dari PC diteruskan ke *driver* motor.

Gambar 3.2 dibawah ini merupakan gambar skematik dan board rangkaian mikrokontroler AVR ATmega8 :



Gambar 3.2 Skematik minimum sistem ATmega8

Rangkaian driver motor DC

Rangkaian driver motor berfungsi sebagai pembangkit tegangan yang keluar dari mikrokontroler untuk menjalankan motor DC. Rangkaian ini sebagai penggerak motor DC magnet tetap, motor DC ini dapat diatur kecepatan tanpa mengurangi pasokan daya dan mempunyai dimensi yang lebih variatif sehingga dapat disesuaikan penempatan pada kendaraan yang akan dikendalikan. Motor DC yang digunakan pada pengendali sistem kemudi adalah sebagai berikut :

1. Motor DC gearbox pada kendali kemudi kendaraan menggunakan Motor DC dengan 2 channel magnetic encoder yang memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- Tegangan 12V – 240V DC, maks 6 A
- Rasio gear 1:16.8
- Torsi 27 (3.05) lb-in (Nm)
- Kecepatan 255 RPM
- Panjang total 15.5 cm

- Diameter 7,3 cm

2. Motor DC gearbox pada kendali rem dan gas menggunakan Motor DC dengan 2 channel magnetic encoder yang memiliki spesifikasi sebagai berikut :

- Tegangan 24V, maks 2 A
- Torsi 10 Kg.cm
- Rasio gear 1:200
- Kecepatan 20 RPM
- Panjang total 9 cm
- Diameter 4,2 cm

Dengan spesifikasi diatas rangkaian driver motor yang digunakan adalah rangkaian EMS 5A H-Bridge yaitu driver H Bridge yang didesain untuk menghasilkan drive 2 arah dengan arus kontinyu sampai dengan 5 A pada tegangan antara 5V sampai 40 V. Rangkaian ini dilengkapi sensor arus beban yang dapat digunakan sebagai umpan balik pada pengendali. Rangkaian driver EMS 5A H-Bridge ini disusun dengan MC33887 dengan mosfet didalamnya.

Rangkaian Relay

Rangkaian relay digunakan untuk memberikan tegangan pada starter kendaraan/mesin. Untuk relay pada tugas akhir ini menggunakan relay jenis DPDT 12 – 28 Vdc dengan arus maksimal 5 A dirangkai dengan transistor NPN BC 547 yang memiliki Vsat 90mV dan Hfe antara 200 sampai 450 dalam perancangan digunakan Hfe 350.

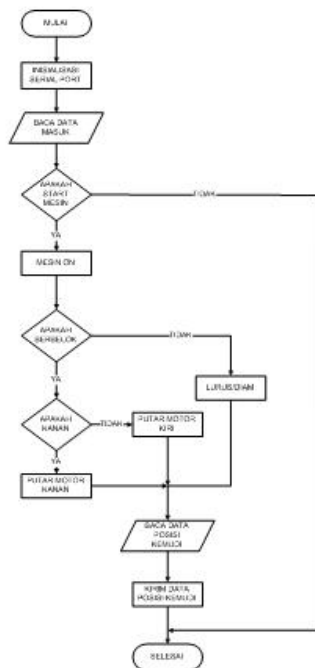
Perancangan Software

Software yang dibuat untuk mengendalikan sistem kemudi pada kendaraan tempur tanpa awak ini terbagi menjadi 3 bagian yaitu:

1. Software pada kendali kemudi.
2. Software pada kendali gas dan relay untuk starter.
3. Software pada kendali rem.

Software pada kendali kemudi dan relay starter

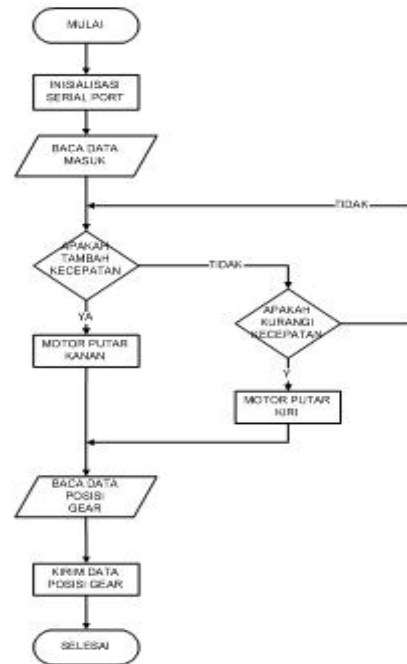
Software ini merupakan pengendali kemudi yaitu pergerakan lengan kemudi yang berhubungan dengan roda depan berbelok ke kanan atau ke kiri sesuai dengan arah tujuan ataupun tetap lurus kedepan.



Gambar 3.10 Diagram alir pada program kemudi.

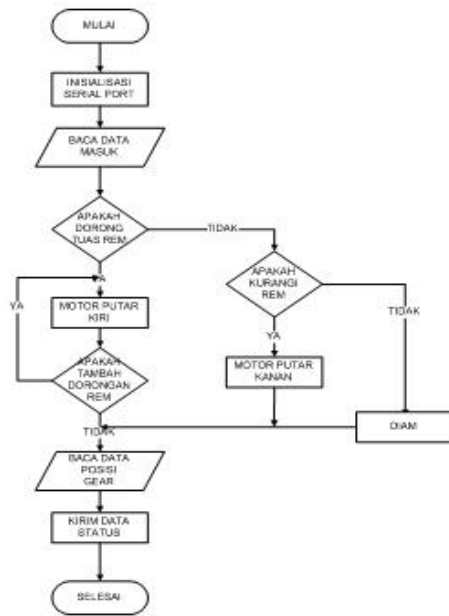
Software pada kendali gas

Pada software kendali gas dan relay untuk starter mesin kendaraan seperti pada diagram alir pada gambar 3.11. Software ini berfungsi menginstruksikan mikrokontroler untuk gerakan motor menarik tuas pada gas.



Software pada kendali rem

Software kendali rem kendaraan dapat dilihat pada diagram alir pada gambar 3.12. Software ini berfungsi menginstruksikan mikrokontroler untuk gerakan motor mendorong tuas hidrolis pada rem.



Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik sistem berorientasi pada kendaraan yang akan di kendalikan yaitu jenis ATV dengan spesifikasi teknis sebagai berikut:

- a. Tipe mesin : 1 silinder, 4 tak.
- b. Volume ruang bakar : 110 cc
- c. Model *Starter* : Elektrik *starter*
- d. Pengapian : CDI
- e. Suspensi :
Double/Monoshock Swing Arm
- f. Rem : *Disc brake*
- g. Transmisi : Tanpa transmisi (*matic*)
- h. Roda : *Tubeless* (16 x 8.00-7)
- i. Kecepatan Max : 40 Km/jam

Kendaraan ini dipilih karena memiliki konstruksi yang kokoh, menggunakan bahan bakar bensin yang memungkinkan untuk perjalanan yang lebih jauh dibandingkan kendaraan listrik dengan *battery* dan dapat digunakan pada medan yang beragam baik jalan maupun medan alam.

Bagian Mekanik *plant* (kendaraan ATV) terdiri dari tiga bagian yaitu bagian kemudi dan bagian *gas* dan bagian rem. Pada tiap bagian dirancang sesuai dengan fungsi kerja masing-masing agar dapat berjalan dengan dikendalikan dari jarak jauh.

4. PENGUJIAN SISTEM

Tujuan pengujian.

Dalam tahap ini dilakukan pengujian untuk mendapatkan data dan meyakinkan terhadap sistem yang dibuat agar dapat dikendalikan oleh kontroler yang telah dirancang sehingga dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan.

Pengujian Sistem.

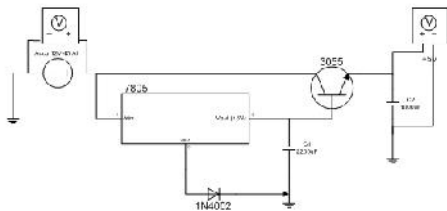
Dalam pengujian sistem yang akan diuji adalah pengujian perangkat keras yang meliputi *power supply*, mikrokontroler, *driver* motor dan *relay* pada *starter*.

Pengujian *power supply*

Pengujian *power supply* bertujuan untuk mengetahui dan memastikan bahwa tegangan keluaran telah sesuai dengan kebutuhan pada setiap rangkaian.

- a. Alat yang dibutuhkan adalah:
 1. Multimeter

2. Rangkaian regulator *power supply*.
 3. *Accu* 12 V (45Ah)
- b. Langkah pengujian adalah :
1. Menyambungkan bagian *input* rangkaian *regulator power supply* dengan *Accu* 12V 45Ah.
 2. Mengukur dengan multimeter dengan fungsi pengukuran tegangan pada titik *output regulator power supply* seperti ditunjukkan pada gambar 4.1 dan memcatat hasil penunjukan multimeter.



Gambar 4.1 Rangkaian pengujian *power supply* dengan multimeter.

1. Pengujian dilakukan secara berulang.
- Hasil pengujian tegangan ditunjukkan pada gambar 4.2 dan table 4.1 dibawah ini.

Table 4.1 Pengujian Power Supply

No	KELUARAN	
	+5V	+12V
1	15.12V	12.20V
2	+5.12V	+12.15V
3	15.09V	12.15V
4	15.08V	12.14V
5	15.08V	12.08V
6	15.08V	12.05V
7	+5.07V	+12.03V
8	15.06V	12.03V
9	+5.08V	+12.03V
10	+5.08V	+12.03V

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, *power supply* berfungsi dengan baik dan cukup stabil untuk memberikan catu daya tiap rangkaian.

Pengujian Rangkaian Mikrokontroler ATmega8.

Tujuan dari pengujian sistem mikrokontroler ini adalah untuk mengetahui kondisi awal dari mikrokontroler apakah sudah sesuai dengan yang direncanakan.

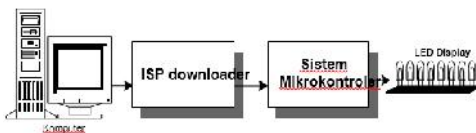
- a. Peralatan yang dibutuhkan
 1. Komputer PC
 2. Modul Mikrokontroler AVR ATmega8
 3. Led Display
- b. Langkah Pengujian adalah:
 1. Membuat program yang digunakan dalam pengujian mikrokontroler. Program yang digunakan dalam pengujian mikrokontroler ini merupakan program sederhana CVAVR dengan memasukkan data melalui port B pada pin 5 sebagai IN/OUT data kemudian ditambahkan program menyalakan LED secara bergantian. Program yang dibuat adalah sebagai berikut :

```
while (1)
{
// Place your code
here
//data = PINC;
//mula-mula file inout1.c
//PORTB = data //
```

//diganti instruksi berikut :

```
//data = PINC.5;
//ambil data bit 5 PORTC
//PORTB.5 = data;
//outputkan data ke PORTB bit ke 5
}
```

2. Rangkaian dibuat seperti Gambar 4.3
3. Memasang catu rangkaian sebesar 5 volt
4. Download program diatas .
5. Mengamati keluaran pada LED Display .



Gambar 4.3. Diagram blok Pengujian Mikrokontroler

Jabel 4.2 Hasil Pengujian Sistem Mikrokontroler

Kondisi	Keluaran pada LED Display							
	Bit 0	Bit 1	Bit 2	Bit 3	Bit 4	Bit 5	Bit 6	Bit 7
Satu	1	1	1	1	0	0	0	0
Dua	0	0	0	0	1	1	1	1

Dari hasil pengujian dalam tabel 4.2 dapat dilihat bahwa port 5 memberikan logika 0FH dan FOH secara bergantian sesuai dengan isi program.

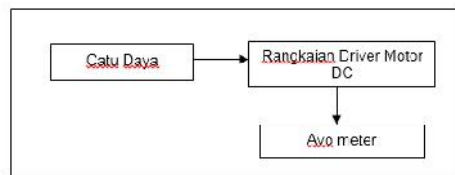
Pengujian Driver Motor.

Untuk rangkaian driver motor DC disini menggunakan rangkaian transistor jenis Mosfet pada MC33887 dan berfungsi sebagai penggerak motor. Tujuan dari pengujian adalah untuk mengetahui kondisi *output* atau keluaran dari rangkaian *driver* motor saat memberi

perintah ke motor DC untuk bergerak.

- a. Peralatan dan Bahan
 1. Avo meter
 2. Catu Daya
 3. Rangkaian *driver* Motor DC EMS 5A H-bridge
- b. Langkah Pengujian adalah:

Untuk langkah pengujian, rangkaian dihubungkan seperti gambar 4.4.



Gambar 4.4. Pengujian rangkaian driver motor DC

- c. Hasil Pengujian

Untuk rangkaian driver motor ini ada dua kondisi yang diperlukan yaitu pada saat *Mosfet* pada *gate* menerima masukan *high* yaitu *mosfet* aktif dan motor akan bergerak karena terhubung pada ground, sedangkan pada kondisi masukan *gate low mosfet low* sehingga motor *off* karena tidak terhubung dengan ground.

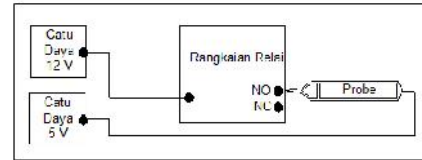
Setelah melakukan pengukuran rangkaian *driver* Motor didapatkan hasil seperti Tabel 4.3 di bawah ini.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Motor driver DC

Masukkan		Kondisi Motor
P0.6	P0.7	
0	0	Mati
1	0	Gerak ke belakang (-12 V)
0	1	Mati
1	1	Gerak ke depan (+12 V)

open rangkaian sebelum dan sesudah pemicuan.

Rangkaian pengujian relay ditunjukkan dalam Gambar 4.5.]



Gambar 4.5 Rangkaian pengujian relay.

Pengujian rangkaian Relay.

Adapun tujuan dari pengujian dari rangkaian relay adalah mengetahui rangkaian relay dapat bekerja pada saat dioperasikan yang difungsikan untuk menghubungkan/memutuskan starter dengan mesin kendaraan. Relay yang digunakan adalah relay DPDT (*dual pole dual totem*) sehingga terdapat dua keluaran yaitu NC (*normally close*) dan NO (*normally open*) yang perlu diuji.

- a. Peralatan yang digunakan
 1. Logic probe model LP-3500
 2. Catu daya 12V DC
 3. Catu daya 5V DC
- b. Prosedur pengujian
 1. Menghubungkan catu daya pada rangkaian relay.
 2. Menghubungkan common relay dengan kutub positif catu daya.
 3. Mengaktifkan catu daya dan memicu rangkaian relai.
 4. Mengamati perubahan indikator logic probe saat logic probe dihubungkan pada keluaran normally close dan normally

Hasil pengujian dan analisis rangkaian relay ditunjukkan dalam Tabel 4.4

Tabel 4.4 Hasil pengujian Rangkaian Relay.

Keluaran	Indikator Logic Probe	
	Sabulum Pemicuan	Sesudah Pemicuan
Normally Open (NO)	Hijau (rendah)	Merah (tinggi)
Normally Close (NC)	Merah (tinggi)	Hijau (rendah)

Berdasarkan hasil pengujian relay, maka dapat diambil kesimpulan bahwa pada saat terjadinya pemicuan, arus kolektor (I_c) pada transistor BC547 akan mengalir menuju ground. Pada keadaan normally open sebelum terjadinya pemicuan common tidak terhubung dengan keluaran, sedangkan pada keadaan normally close common terhubung dengan keluaran sebelum terjadinya pemicuan.

5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian rancang bangun pengendali sistem kemudi kendaraan tempur tanpa awak berbasis mikrokontroler ATmega8, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Rancang bangun pengendali sistem kemudi

pada kendaraan tempur tanpa awak berbasis mikrokontroler ATmega8 pada tugas akhir ini merupakan kontrol dengan tiga buah *slave* (sistem mikrokontroler) pada kemudi, *gas* dan rem dengan *master* pada PC yang berada di operator.

2. Kendaraan dapat berbelok ke kiri dan ke kanan dengan sudut 45 derajat pada saat berhenti maupun berjalan, membuktikan bahwa kontrol pada kemudi telah berjalan.

3. Kecepatan kendaraan dapat ditambah maupun dikurangi dan dapat melakukan pengereman, menggunakan kontrol pengendali *gas* dan rem.