

BAB 5

PEMBAHASAN

5.1 Rangkaian

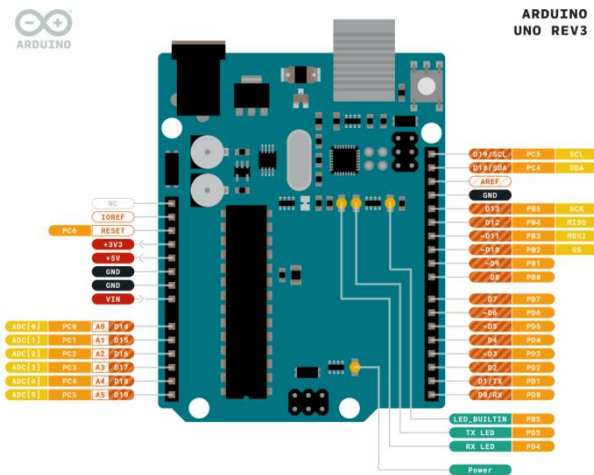
Dari rangkaian modul *electrosurgery unit bipolar (cutting)* yang telah dibuat terdapat beberapa blok modul, yaitu : Modul Arduino Uno R3 DIP Atmega328P, Rangkaian Pembangkit Frekuensi, Rangkaian Pengatur Daya, Rangkaian Pengatur Pulsa, Driver, Inverter.

5.1.1 Modul Arduino Uno R3 DIP Atmega328P

Spesifikasi modul arduino uno r3 dip atmega 328p yang diperlukan pada modul *electrosurgery unit bipolar (cutting)*:

1. Membutuhkan tegangan kerja +9VDC dan GND.
2. Menggunakan PB5 (D13) sebagai *inputan* dari rangkaian driver buzzer.
3. Menggunakan PB0 (D8) sebagai *inputan* dari rangkaian driver relay *cutting*.
4. Menggunakan PB1 (D9) sebagai control *inputan* tombol *up cutting*.
5. Menggunakan PB3 (D11) sebagai control *inputan* tombol *down cutting*.

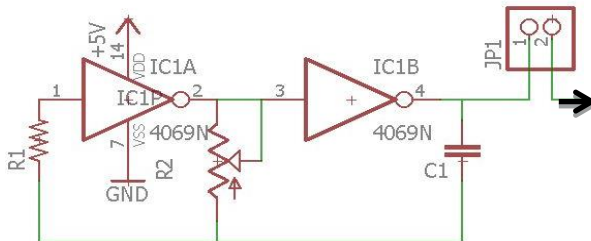
6. Menggunakan PD6 (D6) sebagai *inputan* dari rangkaian pengatur pulsa *cutting*.
7. Menggunakan PB2 (D10) sebagai *inputan* dari rangkaian pengatur daya.
8. Menggunakan PD4 (D4) sebagai control *inputan footswitch cutting*.
9. Menghubungkan modul I2C sebagai serial komunikasi rangkaian Liquid Crystal Display pada pin PC4 dan PC5 (A4 dan A5).



Gambar 5.1 Modul Arduino Uno R3 DIP Atmega 328P
 Sumber :(store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3)

5.1.2 Rangkaian Pembangkit Frekuensi

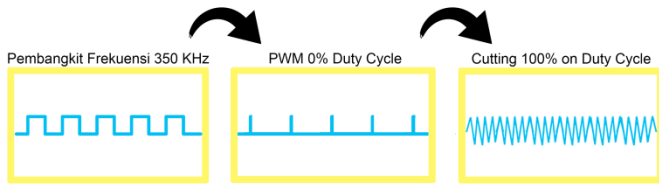
Rangkaian pembangkit frekuensi atau disebut dengan rangkaian osilator merupakan rangkaian yang bekerja secara kontinu. Pada modul ini peneliti menggunakan gerbang NOT dengan IC CMOS CD 4069N sebagai pembangkit frekuensi tinggi yang akan digunakan dalam modul *electrosurgery unit bipolar* ini. Frekuensi tinggi yang digunakan oleh peneliti sebesar 350 KHz. Pulsa dalam frekuensi ini berbentuk kotak/*square*. Rangkaian pembangkit frekuensi dengan gerbang NOT disebut juga *Schmitt Trigger*. Keluarannya berupa pulsa segi empat dengan kondisi keluaran beralih dari tinggi ke rendah dan kembali lagi ke tinggi, begitu seterusnya. Dengan memanfaatkan gerbang *not* dengan logika 0 dan 1 untuk membentuk menjadi sinyal frekuensi tinggi.



Gambar 5.2 Rangkaian Pembangkit Frekuensi

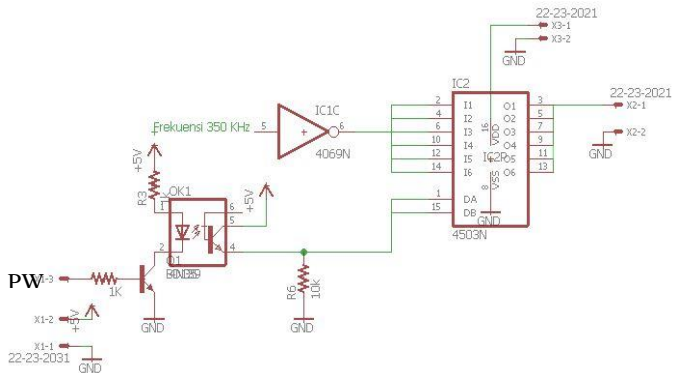
Saat awal kondisi kaki 2 dan 3 IC 4069N adalah logika “0” maka kaki 4 IC 4069N adalah logika “1”, sehingga pada kapasitor (C1) terjadi pengisian muatan. Pada *output* akan timbul kenaikan tegangan akibat pengisian kapasitor (C1) tersebut. Setelah terisi penuh, kapasitor (C1) lalu membuang muatannya sehingga tegangan di *output* akan turun menjadi logika “0” dan menjadi inputan gerbang 1. Pada kaki 2 dan 3 IC 4069N kemudian menjadi “1” dan kaki 4 IC 4069N menjadi “0”. Pada kapasitor terjadi pengisian muatan dari kaki 2 dan 3 IC 4069N, R1 ke C1. Pada *ouput* terjadi kenaikan tegangan. Kenaikan tegangan ini terjadi sampai muatan kapasitor (C1) menjadi penuh. Setelah penuh, tegangan kapasitor (C1) akan stabil sesaat. Pada kaki 1 IC 4069N timbul logika “1”, sehingga kaki 2 dan 3 IC 4069N menjadi “0” dan kaki 4 IC 4069N menjadi “1” Kapasitor (C1) lalu membuang muatan dari C1, R1 lalu kaki 2 dan 3 IC 4069N. Di *output* terjadi penurunan tegangan menjadi logika “0”. Di kaki 1 IC 4069N menjadi “0” sertakaki 2 dan 3 IC 4069N menjadi “1”. Kapasitor (C1) mengisi muatan lagi. Kejadian ini akan terus terjadi berulang-ulang hingga menghasilkan pulsa *high* dan *low* membentuk pulsa kotak.

5.1.3 Rangkaian Pengatur Pulsa



Gambar 5.3 Proses Terbentuknya Pulsa 100% On

Rangkaian pengatur pulsa adalah rangkaian yang berfungsi untuk mengatur bentuk pulsa utama yang semula bentuknya kontinyu menjadi tidak kontinyu karena dipotong oleh pulsa dengan *duty cycle* 100% on.



Gambar 5.4 Rangkaian Pengatur Pulsa

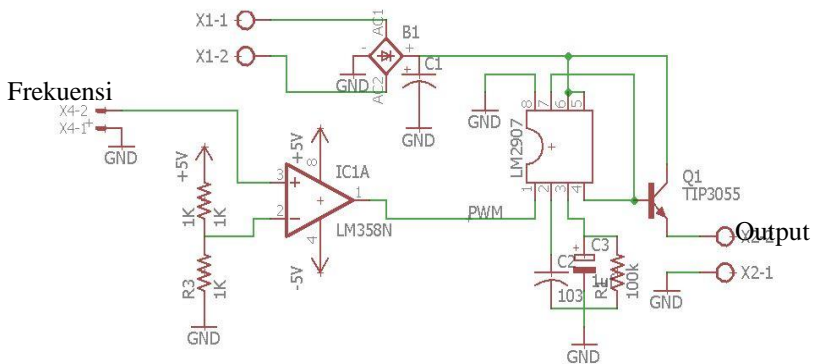
Pulsa PWM dari modul arduino yang berupa pulsa kotak digunakan sebagai triger pada basis transistor

bd139. Transistor dirangkai sebagai saklar yang akan mengaktifkan optocoupler. Saat basis mendapat logika “1” dari rangkaian mikrokontroler maka transistor bd139 akan saturasi. Dengan terjadinya saturasi pada transistor bd139 maka arus mengalir dari Vcc ke optocoupler, kolektor bd139, emitter lalu ke ground. Hal ini kemudian mengakibatkan Moc 4N35 saturasi. Saat Moc 4N35 saturasi maka LED pada optocoupler akan menyala dan memberi bias pada basis transistor internal optocoupler. Transistor optocoupler kemudian berubah keadaannya dari cutoff menjadi saturasi.

Saat transistor internal optocoupler pada posisi cut off, besarnya tegangan kolektor – emitter adalah sebesar Vcc dan 10k adalah 0 Volt. Ketika basis transistor internal Moc 4N35 mendapat bias cahaya dari LED maka transistor tersebut menjadi saturasi. Arus kemudian mengalir dari Vcc ke kolektor lalu ke emitter, Resistor 10k lalu ke ground. Besar tegangan kolektor-emitor adalah 0 Volt. Tegangan Moc4N35 mengalir dan mengakibatkan tegangan jatuh pada R10k sebesar 12volt untuk diteruskan ke keluaran untuk mengendalikan kerja buffer dengan jalan dihubungkan ke terminal Disable dari buffer. Sehingga saat keluaran berlogika rendah maka

buffer akan aktif dan meneruskan inputannya yang berupa frekuensi sebesar 350 KHz ke rangkaian driver. Sedangkan saat output Moc4N35 berlogika tinggi maka output buffer akan berimpedansi tinggi seperti saklar yang terbuka.

5.1.4 Rangkaian Pengatur Daya

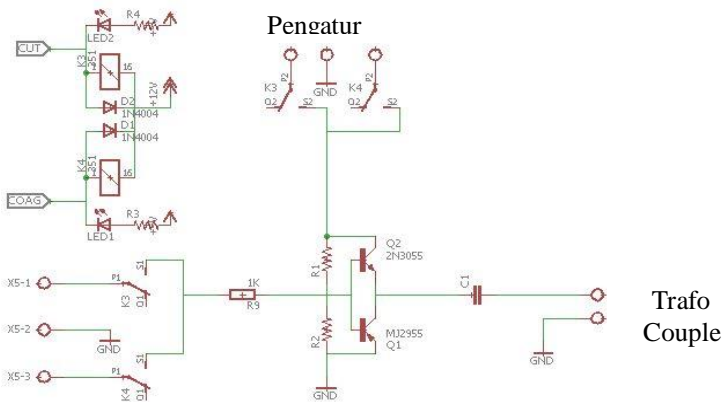


Gambar 5.5 Rangkaian Pengatur Daya

Rangkaian pengatur daya adalah rangkaian yang berfungsi untuk mengatur amplitudo frekuensi output dari trafocouple. Agar terdapat perbedaan tegangan output yang di hasilkan. Dengan IC LM2907 sebagai pengubah frekuensi menjadi tegangan. Frekuensi tersebut di kontrol melalui modul arduino.

Frekuensi dari mikrokontroler yang berupa pulsa kotak digunakan sebagai input komparator ICLM358N untuk diubah tegangannya. Semula tegangannya dari output mikrokontroler ketika *high* 5 volt dan *low* 0 volt di ubah menjadi ketika *high* 5volt dan *low* -5 volt . Karena inputan dari LM2907 tidak bisa menerima inputan frekuensi *single supply*. Ketika input LM2907 mendapat frekuensi dari *output* IC LM358N maka akan dirubah menjadi tegangan dan keluar pada kaki 5. Lalu diteruskan ke basis TIP3055 untuk dikuatkan arusnya dan keluar melalui emitor dengan jumlah arus yang mendekati dioda bridge.

5.1.5 Rangkaian Driver



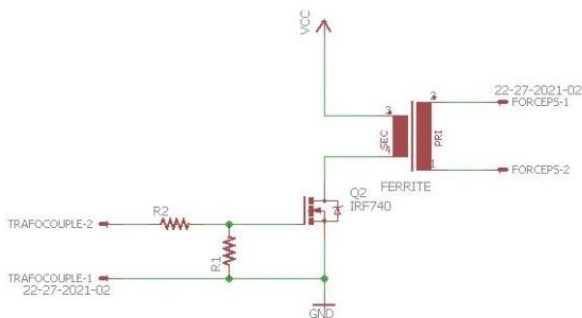
Gambar 5.6 Rangkaian Driver

Rangkaian driver merupakan rangkaian yang berfungsi untuk mengabungkan antara frekuensi sinyal *cutting* dengan tegangan pada output rangkaian pengatur daya kemudian diteruskan pada trafo *couple* yang nantinya digunakan untuk memberikan trigger pada gate MOSFET di rangkaian inverter. Driver terdiri dari transistor PNP, NPN, dan trafo *couple*.

Pada saat keluaran pengatur pulsa berlogika rendah maka buffer akan aktif dan meneruskan inputannya ke basis transistor TIP3055 dan TIP2955 melalui resistor 1K sebagai pengaman basis. R1 dan R2 adalah pembagi tegangan yang berfungsi untuk membias basis transistor TIP3055 dan TIP29055. Pada basis dibias sebesar setengah Vcc. Pada saat sinyal dari buffer berlogika tinggi maka TIP3055 menjadi saturasi, sedangkan TIP2955 cutoff. Arus mengalir dari Vcc pengatur daya ke kolektor TIP3055 lalu diteruskan ke primer trafocouple. Begitu pula sebaliknya saat sinyal dari buffer berlogika rendah maka TIP3055 menjadi cutoff, sedangkan TIP2955 saturasi dan tegangan ripple dari kumparan primer trafo *couple* akan diground kan. Karena adanya kenaikan dan penurunan tegangan yang

diteruskan pada kumparan primer trafo maka akan timbul gaya elektromagnetik. Gaya elektromagnetik ini berupa fluks-fluks elektromagnetik yang mengalir pada inti trafo. Pada kumparan sekunder kemudian timbul gaya elektromagnetik. Saat kumparan sekunder terhubung dengan beban maka timbul gaya gerak listrik dengan fasa yang berlawanan sebesar 180° .

5.1.6 Rangkaian Inverter



Gambar 5.7 Rangkaian Inverter

Rangkaian Inverter adalah rangkaian yang digunakan untuk mengubah tegangan DC 94 volt menjadi AC tegangan tinggi. Di dalam rangkaian tersebut terdapat mosfet IRF740 yang digunakan untuk driver tegangan tinggi.

Pada saat *footswitch* belum ditekan maka mosfet IRF 740 masih dalam keadaan *cut off* atau *gate* belum mendapat tegangan untuk mentrigger kaki *gate* mosfet IRF740. Ketika *footswitch cutting* ditekan maka akan ada tegangan yang akan mentrigger kaki *gate* pada mosfet. Tegangan tersebut berasal dari sekunder trafo *couple* yang telah dibatasi oleh R1 dan R2 agar tegangan yang diterima oleh *gate* mosfet IRF740 sesuai dengan ketentuan mosfet. Di triggernya *gate* menyebabkan tegangan pada kaki drain akan meneruskan tegangan dari pengatur daya ke kaki *source* dan terakhir ke trafo ferrite. Trafo ferrite juga akan meneruskan pulsa *cutting* frekuensi sebesar 350KHz dari rangkaian pembangkit frekuensi yang menyebabkan *gate* mendapat clock.

5.2 Sistem Kerja Keseluruhan

Ketika saklar on maka tegangan masuk dari jala - jala PLN ke saklar untuk memberi tegangan pada *supply* DC, sehingga seluruh rangkaian akan mendapatkan tegangan dari *supply* DC. *Input* untuk mengontrol *ouput* modul berasal dari *footswitch* yang berfungsi sebagai saklar untuk melakukan proses pembedahan dengan mode *cutting* dengan indikator *buzzer* berbunyi. Tombol

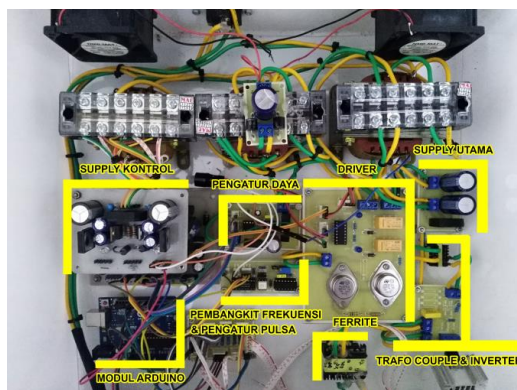
up dan *down* pada modul berfungsi untuk mengatur daya pada mode *cutting*. Melalui modul arduino, pengaturan daya diatur sesuai dengan tingkatan yang di inginkan kemudian akan ditampilkan pada *display* LCD karakter pada mode *cutting*. Selanjutnya untuk pengaturan pulsa atau *duty cycle* pada mode *cutting* maka terdapat pada blok pengatur pulsa yang di atur melalui modul arduino. Untuk mode *cutting duty cycle*-nya yaitu 100% *on*.

Karena pada saat proses pembedahan menggunakan frekuensi tinggi dan telah ditetapkan maka terdapat blok rangkaian pembangkit frekuensi tinggi yang disebut osilator. Blok pembangkit frekuensi membangkitkan frekuensi sebesar 350 KHz. Pada rangkaian pengatur daya menggunakan rangkaian frekuensi *to voltage* yang mendapatkan *input* frekuensi dari modul arduino kemudian diolah menjadi tegangan yang mengatur low, medium, dan high pada rangkaian pengatur pulsa. Dari blok rangkaian pembangkit frekuensi kemudian masuk ke rangkaian driver yang berfungsi untuk mengabungkan antara tegangan yang dihasilkan oleh pengatur daya dengan sinyal yang dihasilkan oleh pembangkit frekuensi yang telah di olah menjadi sinyal *cutting* pada pengatur pulsa yang

diteruskan ke *primer* trafo *couple*. Pada *sekunder* trafo *couple* kemudian tegangannya dinaikan menggunakan rangkaian inverter. Pada rangkaian inverter terdapat MOSFET yang berfungsi sebagai switching tegangan tinggi dan trafo ferrite untuk menaikkan tegangan. Kemudian dari output rangkaian inverter akan masuk pada forceps bipolar kemudian dapat digunakan untuk proses pembedahan.



Gambar 5.8 Hasil Modul



Gambar 5.9 Desain Rangkaian

5.3 Listing Program Arduino

5.3.1 Program Inisialisasi Arduino

```
#include<Wire.h>  
#include<LiquidCrystal_I2C.h>  
int footswitchcut = 4;  
int buzzer = 13;  
int relaycut = 8;  
int dutycycle = 6;  
int ftv = 10;  
int frekwensicut;  
int upcut = 9;  
int downcut = 11;  
int menucut;  
LiquidCrystal_I2C lcdcut(0x26, 20, 4);
```

Dalam program arduino di atas merupakan inisialisasi data dengan tipe data numerik yang digunakan apabila tidak terdapat bilangan pecahan atau desimal. Pin 4 di inisialisasikan sebagai footswitch cut, pin 13 sebagai buzzer cut, pin 8 sebagai relay, pin 6 sebagai dutycycle, pin 10 sebagai ftv, pin 9 sebagai up cut, pin 11 sebagai down cut, kemudian terdapat inisialisasi untuk

frekuensi cut serta menu cut. “*include*” sebagai *library* dari I2C untuk LCD karakter.

5.3.2 Program Setting Awal Arduino

```
void setup() {  
  pinMode(footswitchcut, INPUT);  
  pinMode(upcut, INPUT);  
  pinMode(downcut, INPUT);  
  pinMode(relaycut, OUTPUT);  
  pinMode(ftv, OUTPUT);  
  pinMode(dutycycle, OUTPUT);  
  pinMode(buzzer, OUTPUT);  
  lcdcut.begin();  
  lcdcut.backlight();  
  lcdcut.setCursor(0,0);  
  lcdcut.print("CUTTING");  
  lcdcut.setCursor(1,1);  
  lcdcut.print("HIGH POWER");  
  lcdcut.setCursor(1,2);  
  lcdcut.print("MEDIUM POWER");  
  lcdcut.setCursor(1,3);  
  lcdcut.print("LOW POWER");  
}
```

Program setting awal di atas berfungsi untuk mengatur sistem kerja alat, pin 4 yang di inialisasikan sebagai footswitch cut berfungsi sebagai input sistem untuk menjalankan proses *cutting*, pin 9 dan 11 yang di inialisasikan sebagai up cut dan down cut berfungsi sebagai input sistem untuk pemilihan daya, pin 8 yang di inialisasikan sebagai relay cut berfungsi sebagai output sistem untuk mentrigger *coil relay cutting*, pin 10 yang di inialisasikan sebagai ftv berfungsi sebagai output sistem untuk mengeluarkan frekuensi sebagai input pengatur daya, pin 6 yang di inialisasikan sebagai duty cycle berfungsi sebagai output untuk mengeluarkan sinyal yang berupa PWM untuk mengatur sinyal *cutting* pada rangkaian pengatur pulsa, pin 13 yang di inialisasikan sebagai buzzer cut berfungsi sebagai output untuk membunyikan buzzer ketika proses *cutting* berlangsung.

5.3.3 Program Pemilihan Daya dan LCD Karakter

```
void loop()
{
  upcut = digitalRead(9);
```



```
downcut = digitalRead(11);
if(upcut == HIGH)
{ delay(200);
  menucut++; }
if(downcut == HIGH)
{ delay(200);
  menucut--; }
if(menucut < 1)
  { menucut = 3; }
if(menucut > 3)
  { menucut = 1; }
if(menucut == 1)
{
  frekwensicut = 800;
  lcdcut.backlight();
  lcdcut.setCursor(0,1);
  lcdcut.print("~");
  lcdcut.setCursor(0,2);
  lcdcut.print(" ");
  lcdcut.setCursor(0,3);
  lcdcut.print(" ");
}
```

```
if(menucut == 2)  
  {  
  frekwensicut = 250;  
  lcdcut.backlight();  
  lcdcut.setCursor(0,1);  
  lcdcut.print(" ");  
  lcdcut.setCursor(0,2);  
  lcdcut.print("~");  
  lcdcut.setCursor(0,3);  
  lcdcut.print(" ");  
  }  
if(menucut == 3)  
  {  
  frekwensicut = 150;  
  lcdcut.backlight();  
  lcdcut.setCursor(0,1);  
  lcdcut.print(" ");  
  lcdcut.setCursor(0,2);  
  lcdcut.print(" ");  
  lcdcut.setCursor(0,3);  
  lcdcut.print("~");  
  }
```

Program diatas berfungsi untuk mengatur menu pengaturan daya pada LCD Karakter dengan input dari pin 9 dan pin 11 serta dan berfungsi untuk mengeluarkan frekuensi sesuai dengan yang di pilih pada pengaturan daya melalui pin 10.

5.3.4 Program Kontrol Footswitch

```
{  
  footswitchcoag = digitalRead(12);  
  footswitchcut = digitalRead(4);  
  if(footswitchcut == HIGH)  
  {  
    digitalWrite(footswitchcoag, LOW);  
    digitalWrite(relaycoag, HIGH);  
    analogWrite(dutycycle, 0);  
    digitalWrite(buzzer, HIGH);  
    tone(ftv,frekwensicut);  
  }  
  else if(footswitchcoag == HIGH)  
  {  
    digitalWrite(footswitchcut, LOW);  
    digitalWrite(relaycut, HIGH);  
    analogWrite(dutycycle, 240);  
  }  
}
```

```
digitalWrite(buzzer, HIGH);  
tone(ftv, frekwensicoag);  
  }  
else  
  {  
digitalWrite(buzzer, LOW);  
analogWrite(dutycycle, 255);  
digitalWrite(relaycoag, LOW);  
digitalWrite(relaycut, LOW);  
noTone(ftv);  
  } }
```

Program diatas berfungsi untuk mengatur input *footswitch cutting* dan *coagulation*. Pada program di atas digunakan untuk mengaktifkan *dutycycle*, *relay*, *buzzer* serta dan mengeluarkan frekuensi yang dibutuhkan sesuai pemilihan daya ketika salah satu kondisi terpenuhi baik *cutting* maupun *coagulation*.