

## BAB III

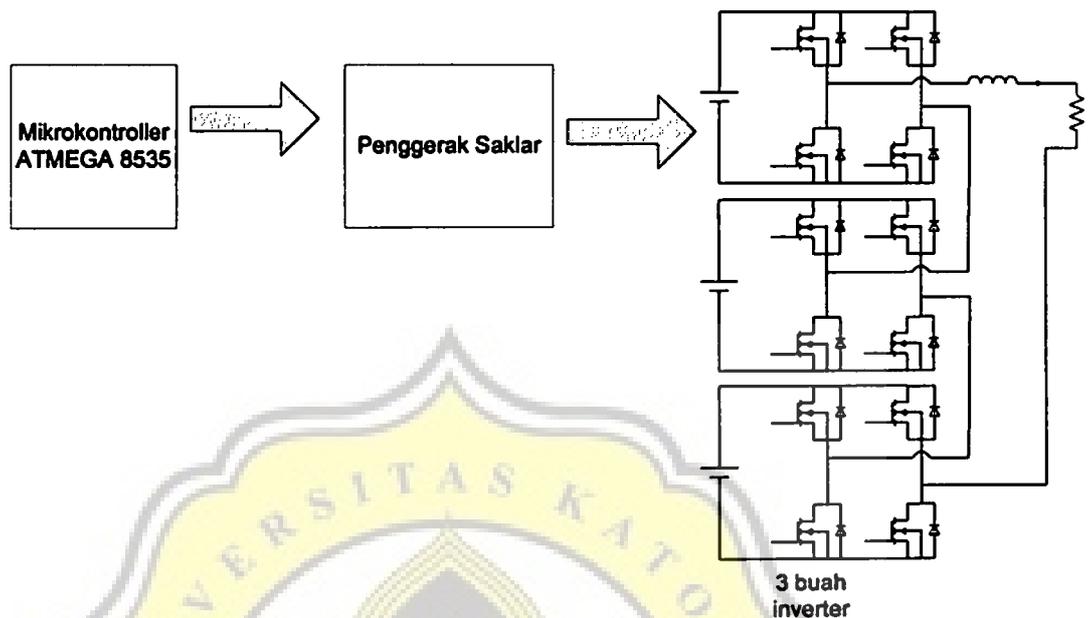
# PERANCANGAN MULTILEVEL INVERTER KELUARAN SERI TIPE SINUSOIDAL PULSE WIDTH MODULATION

### 3.1 Pendahuluan

Teknik pengendalian inverter secara digital telah marak digunakan. FPGA adalah teknik yang mudah diprogram akan tetapi mahal penggunaannya sehingga hanya dipakai dalam skala rancangan. Setelah mikrokontroler diperkenalkan, pengendalian inverter bergeser dengan menggunakan mikrokontroler. Metode yang digunakan adalah menggunakan metode *Lookup table*. Metode *look up table* adalah suatu metode pengisian data-data kedalam mikrokontroler dengan mengambil data-data sampling yang membentuk suatu gelombang analog. Penggunaan metode *lookup table* dengan pengambilan sampling 1 (satu) periode [ Pratomo.L.H 2009, CITEE, UGM ], dirasa memberikan hasil keluaran yang masih kurang.

Banyaknya data yang digunakan dan keluaran yang dihasilkan alat kurang memuaskan maka digunakanlah konsep pemrograman dengan pengambilan data sampling  $\frac{1}{4} \lambda$  ( $\frac{1}{4}$  panjang gelombang).

### 3.2 Perancangan Alat

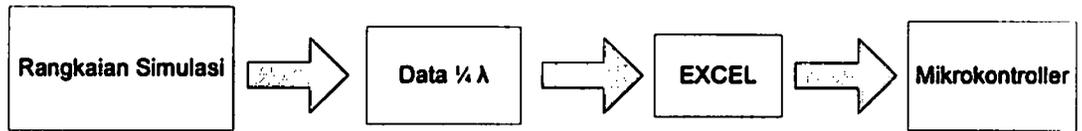


**Gambar 3.1. Diagram blok Perancangan multi level Inverter satu fasa jembatan penuh terprogram  $\frac{1}{4} \lambda$**

Sistem yang digunakan untuk mengendalikan 3 buah inverter satu fasa terprogram  $\frac{1}{4} \lambda$  adalah dengan menggunakan sistem *Open Loop* (rangkaiannya terbuka / tanpa umpan balik).

Sinyal kontrol untuk memicu saklar daya dihasilkan langsung dari mikrokontrol yang telah terprogram dengan rancangan program multilevel inverter  $\frac{1}{4} \lambda$ .

### 3.3 Metode Pengambilan data $\frac{1}{4} \lambda$



Gambar 3.2. diagram blok pengambilan data

Inverter dapat dikendalikan dengan 2 cara yaitu secara bipolar maupun unipolar. Alat multilevel inverter dikendalikan dengan metode unipolar dimana setiap saklar daya mendapat sinyal pensaklaran yang berbeda-beda. Teknik Multilevel inverter berbeda dengan teknik pengendalian PWM pada umumnya. Jika PWM menggunakan sinyal *carrier* yang sudut fasanya tetap, maka dalam multilevel inverter digunakan sinyal *carrier* yang sudut fasanya saling bergeser untuk membentuk sebuah sinyal yang menghasilkan keluaran berupa tegangan yang berundak ( *cascaded* ). Untuk sinyal referensi digunakan 1 gelombang sinusoidal. Sinyal pensaklaran didapatkan dengan membuat rangkaian simulasi alat menggunakan program *power simulator*. Pada dasarnya, *software* ini akan memuat suatu hasil simulasi dalam bentuk 3 macam file, yaitu:

- .sch

File .sch merupakan rangkaian yang terdapat pada layar saat *software* dijalankan.

- .cct

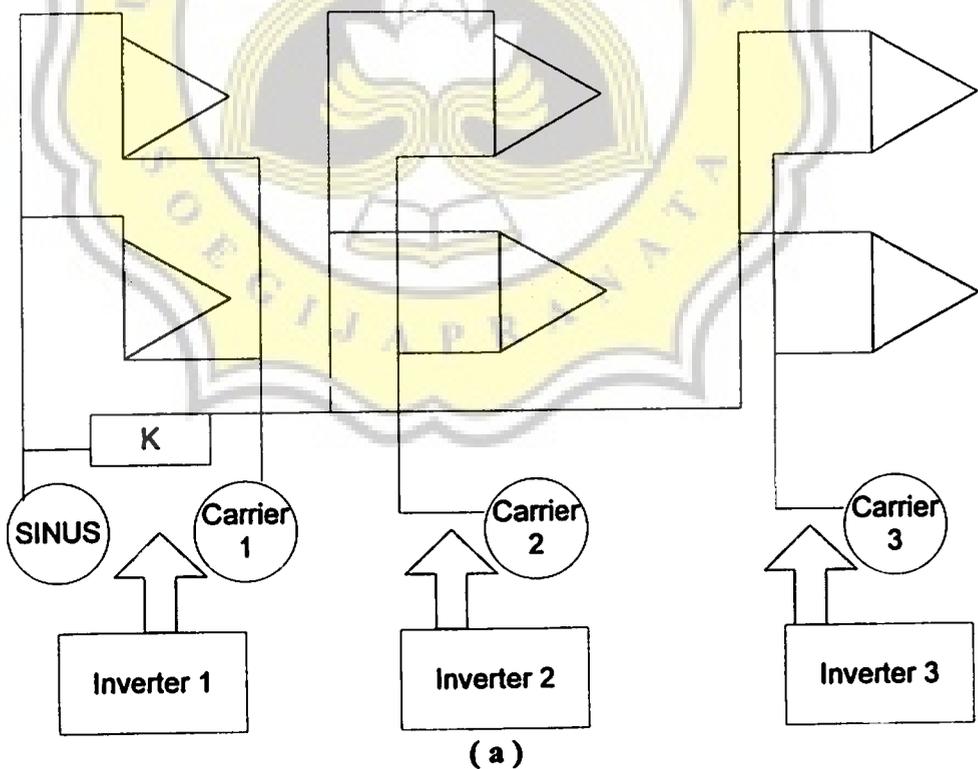
File .cct merupakan parameter yang digunakan dalam simulasi.

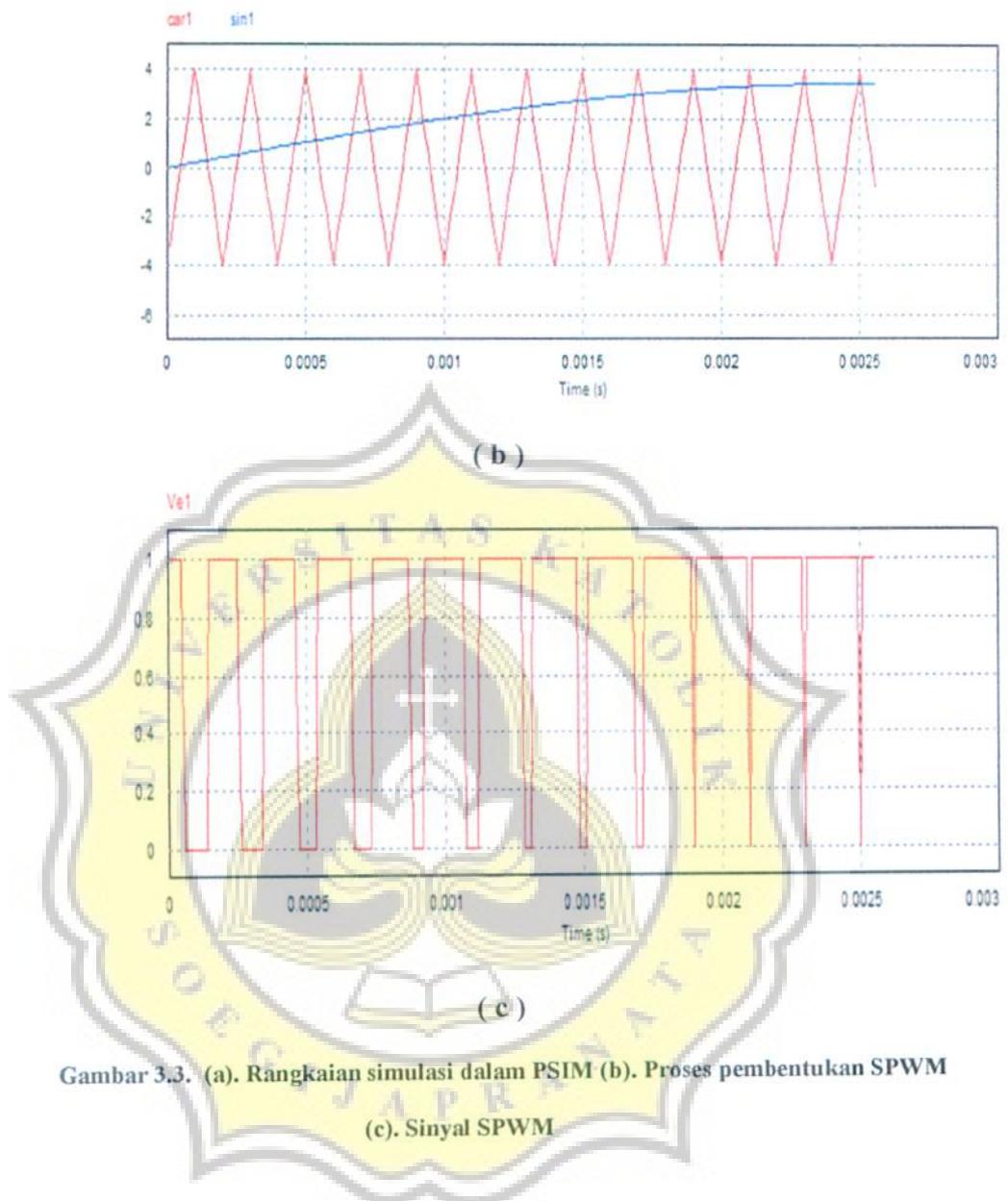
- .txt

File .txt merupakan data hasil simulasi yang tertuang dalam decimal.

Setelah kita mendapatkan data sebanyak 256 yang telah kita simpan dalam format file .txt, kemudian data tersebut disimpan kedalam program excel untuk kembali diolah. Mikrokontroller hanya mengenali data tersebut hanya dalam bentuk format biner ( 0, dan 1). Untuk itu perlu adanya konversi dari hexa decimal ke dalam bentuk biner. Konversi data tersebut dilakukan dalam *microsoft excel*. Setelah data berada dalam *microsoft excel*, data sudah berbentuk biner dan siap dimasukkan dalam program mikrokontroller.

Berikut adalah simulasi yang digunakan untuk mendapatkan data SPWM  $\frac{1}{4} \lambda$





Gambar 3.3. (a). Rangkaian simulasi dalam PSIM (b). Proses pembentukan SPWM  
(c). Sinyal SPWM

### 3.4 Konsep Pemrograman Mikrokontroler ATMEGA8535

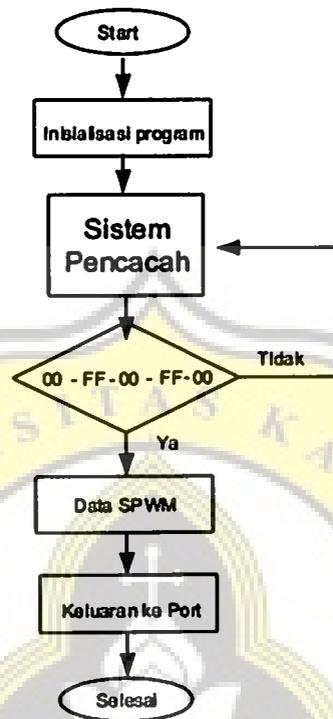
Panjang gelombang yang dibutuhkan untuk pemrograman adalah  $\frac{1}{4} \lambda$ , oleh karena itu data yang dibutuhkan sebanyak 256 data. Data kemudian diolah kedalam microsoft excel untuk diubah menjadi bilangan biner yang dapat dibaca

oleh mikrokontroller. Software yang digunakan untuk pemrograman mikrokontroller adalah *Code Vision AVR (CVAR)* yang sangat mudah dalam penggunaannya. Metode yang digunakan adalah memasukkan data sampling sebanyak 256 data dari hasil simulasi yang telah dilakukan kedalam *look up table*. Untuk menghindari kesalahan dalam penghitungan delay atau perbedaan penghitungan waktu dengan mikrokontroller, setiap data dari *lookup table* akan dikontrol dan diberi waktu delay.

Pemrograman untuk inverter bipolar berbeda dengan unipolar. Jika bipolar kita hanya membutuhkan 1 sinyal sampling untuk kendali maka dalam unipolar dibutuhkan 2 sinyal sampling. Sinyal multilevel yang didapat dibangkitkan dengan cara memanggil data *look up table* pada memori mikrokontroller. Pulsa sampling yang dimasukkan kedalam program adalah sebanyak 256 pulsa dalam rentang  $\frac{1}{4}$  periode. Penggunaan pemrograman  $\frac{1}{4} \lambda$  ditujukan supaya memori pada mikrokontroller lebih hemat dalam penggunaan dan sampling untuk menghasilkan sinyal tegangan keluaran lebih bagus dan presisi.

Jika  $\frac{1}{4}$  periode = 256 pulsa, maka untuk membentuk satu gelombang penuh mikrokontroller harus menghasilkan pulsa sebanyak  $256 \times 4 = 1024$  pulsa. Sehingga dalam pemrograman data lookuptable digunakan sebanyak 4x. Data multilevel dibaca sebanyak 256 oleh pencacah dari 00 – FF, kemudian dikeluarkan ke port, dilanjutkan data dibaca mundur dengan pencacah dari FF – 00, langsung dikeluarkan ke port. Untuk port selanjutnya data dibaca terbalik dan maju oleh pencacah 00 – FF kemudian dikeluarkan ke port, proses yang terakhir

pencacah FF – 00 dibaca mundur dan dibalik kemudian dikeluarkan ke port, dengan diagram alir sebagai berikut :



Gambar 3.4. Diagram Pemrograman Unipolar Mikrokontroler

### 3.5 Perancangan Inverter Bertingkat

Fungsi utama dari inverter adalah mengubah tegangan searah ( DC ) menjadi tegangan bolak-balik ( AC ) dengan besar dan frekuensi yang dapat diatur. Inverter bertingkat ( Cascaded Multilevel Inverter ) adalah teknik menggabungkan beberapa inverter 1 fasa gelombang penuh secara seri. Fungsi umum dari inverter ini adalah menggabungkan beberapa tegangan masukan DC untuk menghasilkan tegangan bolak-balik yang memiliki tegangan keluaran secara bertahap atau berundak. Untuk membentuk tegangan keluaran yang bertahap dibutuhkan beberapa inverter dan saklar daya yang digunakan. Jika n

adalah jumlah level dari output *Multilevel Inverter* sedangkan H adalah jumlah *inverter full bridge* yang dicascaded maka :  $n = 2H + 1$  (4) Keterangan: n = Jumlah level *Cascaded Multilevel Inverter*. H = Jumlah inverter Full bridge. Rangkaian daya inverter bertingkat dengan 3 buah inverter fullbridge ditunjukkan pada gambar (2.2)

Dengan bertambahnya multilevel inverter tersebut maka hasil keluaran inverter tersebut semakin halus. Untuk mendapatkan keluaran tegangan yang halus maka jumlah inverter dan saklar yang digunakan semakin banyak. Sebab hubungan jumlah saklar dan jumlah level pencacahan dinyatakan sebagai berikut :

$$S = 2(n - 1) \quad (1.1)$$

S = Jumlah Saklar (switching)

n = Jumlah Level

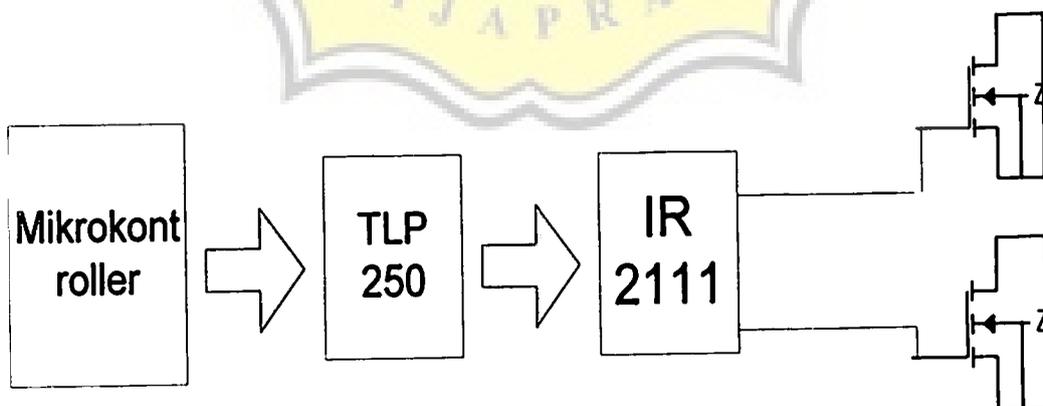
Sesuai persamaan diatas maka 3 buah inverter tersebut menghasilkan 7 level tegangan.

### 3.6 Rangkaian driver

Multilevel inverter dikendalikan menggunakan saklar statis MOSFET. MOSFET memiliki tiga buah terminal, yaitu G (*gate*), D (*drain*) dan S (*source*) sehingga tidak dapat berjalan secara langsung tanpa adanya sinyal picu dari mikrokontroller. Agar MOSFET dapat bekerja maka terminal G ( *gate* ) dialiri sinyal pensaklaran dari mikrokontroller. Sinyal yang dihasilkan oleh mikrokontroller hanya berada pada tegangan 5 volt sedangkan untuk memicu gerbang gate dibutuhkan sinyal minimal 12 – 20 volt agar MOSFET mau bekerja.

Sehingga dibutuhkan sebuah alat antar muka agar proses perpindahan sinyal tersebut dapat berjalan dengan baik.

Rangkaian driver berfungsi untuk memindahkan sinyal picu dari sistem kontrol ke sistem daya dengan memisahkan bagian ground daya dari ground kontrol, karena keduanya bekerja pada catu tegangan yang berbeda. Untuk itu pada setiap rangkaian driver harus dicatu dengan catu daya tersendiri yang sesuai dengan tegangan yang dibutuhkan oleh terminal G (*gate*) MOSFET yang digunakan. Selain penggunaan TLP 250, IR2111 juga digunakan sebagai pengganti gerbang NOT dalam rangkaian. Penggunaan IR2111 bertujuan untuk meringkas penggunaan TLP250 dan gerbang NOT. Akan tetapi IR2111 pada strukturnya tidak mempunyai grounding isolasi tersendiri oleh karena itu dibutuhkan TLP 250 sebagai grounding isolasi. Setelah sinyal picu melewati TLP250 kemudian dilanjutkan melewati IR2111 dan kemudian keluar pada 2 pin dimana pin pertama merupakan sinyal asli sedangkan pin kedua adalah sinyal yang telah dibalikkan oleh gerbang NOT yang sudah ada didalam IR2111.



Gambar 3.5 Rangkaian driver

Untuk mengatasi kesalahan dengan adanya arus dan tegangan yang kembali ke driver maka digunakan dioda zener untuk memblock tegangan tersebut.

