

BAB III

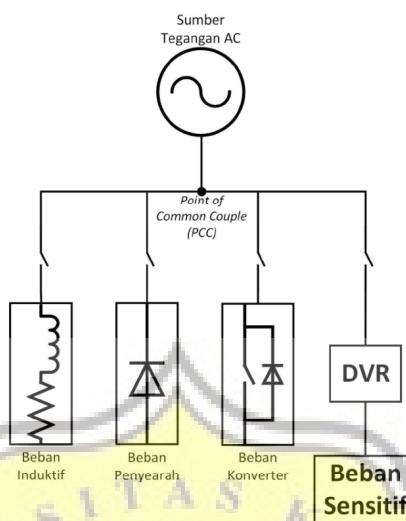
DESAIN DAN IMPLEMENTASI

3.1 Pendahuluan

Kajian telah dibahas pada bab sebelumnya mengenai gangguan tegangan, beban sensitif, *inverter* satu fasa *full bridge*, dan *sensor* tegangan. Maka dilakukan implementasi prototip untuk mendukung kajian yang telah dibahas. Pada bab ini berisi rancangan sistem DVR yang diusulkan, blok rangkaian *sensor* tegangan, blok rangkaian *zero cross detector*, blok rangkaian kontrol dan blok rangkaian *driver*, serta akan dibahas mengenai algoritma pemrograman dsPIC30F4012 yang digunakan.

3.2 *Dynamic Voltage Restorer*

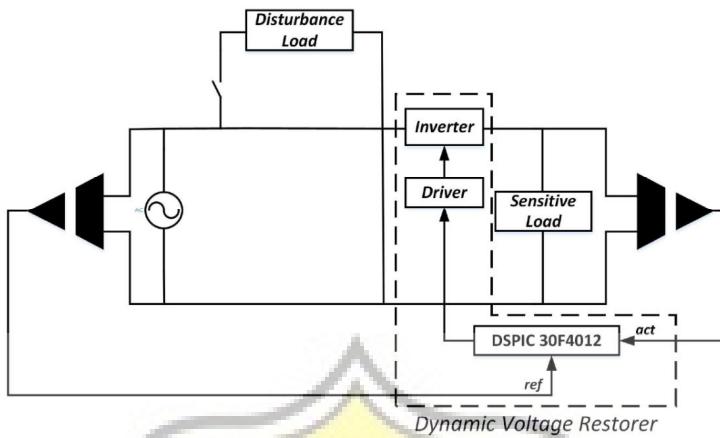
Gangguan tegangan sumber berupa *voltage sags* bisa terjadi dalam sistem disebabkan mengalirnya arus yang besar menuju beban dalam sebuah jaringan. DVR bekerja dengan menjaga tegangan pada nilai nominalnya dengan mengkompensasi gangguan *voltage sags*. DVR dirangkai secara seri pada beban sensitif yang diproteksi dari gangguan tegangan. Skema berikut ini menunjukkan pemasangan DVR pada beban sensitif.



Gambar 3.1. Implementasi DVR pada Beban Sensitif

Gambar 3.1. menunjukkan di antara beban-beban yang lain, DVR dipasang pada beban sensitif yang memerlukan tegangan stabil untuk pengoperasiannya. Pada beban lainnya yang lebih toleran terhadap gangguan tegangan tidak diperlukan pemasangan DVR.

Prototip DVR yang dibuat menggunakan *inverter* satu fasa *fullbridge* sebagai sumber tegangan terkendali. Sistem yang digunakan merupakan sistem *close loop* dengan mengkomparasikan tegangan referensi dan tegangan aktual untuk menghasilkan tegangan kompensasi. Sistem rangkaian DVR ditunjukkan pada gambar berikut ini.



Gambar 3.2. Rancangan Sistem yang Diusulkan

Pada rancangan yang diusulkan pemasangan DVR secara seri pada beban sensitif dengan *microcontroller* dsPIC30F4012 yang dibuat *close loop* menggunakan *zero cross detector* sebagai *input* tegangan referensi dan *sensor* sebagai *input* tegangan aktual sehingga menghasilkan *error* yang diterjemahkan sebagai intruksi untuk mengendalikan *inverter*.

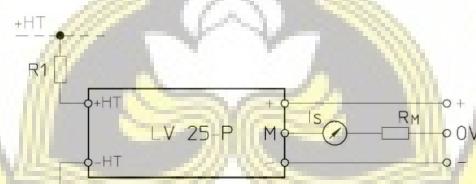
3.3 Blok Rangkaian Sensor Tegangan

Sensor tegangan merupakan komponen penting yang membaca tegangan yang diterjemahkan menjadi sinyal analog *input* yang dapat dibaca *microcontroller*. Komponen seperti *microcontroller* tidak dapat membaca tegangan secara langsung karena memiliki *rating* tegangan maksimal yang tidak terlalu besar sedangkan tegangan yang dibaca diatas *rating* tegangan yang dimiliki. Pada prototip ini menggunakan komponen *voltage transducer* LV25-P sebagai sensor tegangan. *Voltage transducer* LV25-P yang digunakan dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 3.3. Voltage Transducer LV25-P
[<http://www.newark.com/lem/lv-25-p/voltage-transducer-15v-10ma-0/dp/01P0390>]

Pada blok rangkaian *sensor tegangan* memiliki dua buah *variable resistor* untuk mengatur perbandingan tegangan masuk dan tegangan keluar. Besar hambatan kedua buah *variable resistor* tersebut masing-masing $10\text{k }\Omega$ di mana salah satu resistor bertugas mengatur besar amplituda tegangan, dan yang lainnya mengatur *offset* tegangan. Di bawah ini rangkaian dalam *sensor tegangan* LV25-P.



Gambar 3.4. Konfigurasi LV25-P [6]

Pada gambar di atas ditunjukkan terminal primer (+HT dan -HT) merupakan masukan dari beban sensitif yang dideteksi sebagai tegangan aktual. Pada terminal sekunder terdapat tiga pin yang dijelaskan oleh tabel berikut ini.

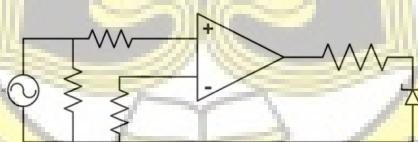
Tabel 3.1. Terminal Sekunder LV25-P [6]

Secondary terminals

Terminal +	supply voltage + 12 .. 15 V
Terminal M	measure
Terminal -	supply voltage - 12 .. 15 V

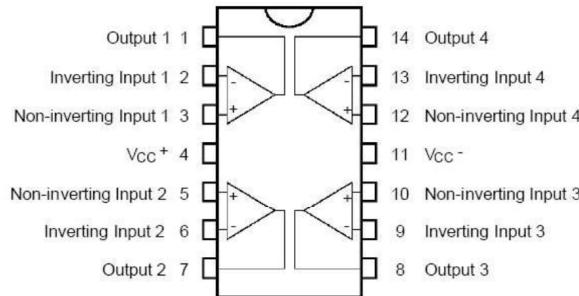
3.4 Blok Rangkaian Zero Cross Detector

Zero cross detector (ZCD) merupakan blok yang fungsinya hampir sama dengan *sensor* tegangan, yaitu mendeteksi tegangan untuk menghasilkan sinyal yang berperan sebagai tegangan referensi *microcontroller*. Seperti namanya, ZCD mendeteksi titik nol tegangan pada sebuah periode tegangan untuk menentukan fasa tegangan. Blok ZCD yang digunakan terdiri dari *microchip* TL084 dengan dua buah variabel resistor senilai $10k\ \Omega$ sebagai pengatur perbandingan. Gambar rangkaian ZCD yang dibuat seperti berikut ini.



Gambar 3.5. Rangkaian Zero Cross Detector

Rangkaian ZCD berisi Op-Amp, resistor pembanding, dan dioda zener untuk menghasilkan sinyal yang dapat terbaca *microcontroller*. *Microchip* TL084 yang digunakan dalam rangkaian ZCD memiliki empat buah Op-Amp seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 3.6. Konfigurasi Pin TL 084
[\[https://www.soundtronics.co.uk/quad-op-amp-bifet-tl084.html\]](https://www.soundtronics.co.uk/quad-op-amp-bifet-tl084.html)

3.5 Blok Rangkaian Kontrol

Dalam sebuah sistem *close loop* diperlukan data dari kondisi ideal dan kondisi riil. Pada prototip yang dibuat, data referensi dan aktual diproses oleh *microcontroller* dsPIC30F4012 sebagai *input* sinyal analog pada pin RB2 (AN2) dan RB3(AN3) dengan melakukan *sampling* data. Dari kedua *input* analog tersebut, *microcontroller* mengeluarkan sinyal melalui pin RE2 dan RE3 yang mengatur pensaklaran *inverter* berupa sinyal *sinusoidal pulse width modulation* (SPWM). Konfigurasi pin *microcontroller* yang digunakan dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

dsPIC30F4012	
MCLR	28 AVDD
EMUD3/AN0/VREF+/CN2/RB0	27 AVSS
EMUC3/AN1/VREF-/CN3/RB1	26 PWM1L/RE0
AN2/SS1/CN4/RB2	25 PWM1H/RE1
AN3/INDX/CN5/RB3	24 PWM2L/RE2
AN4/QEA/IC7/CN6/RB4	23 PWM2H/RE3
AN5/QEB/IC8/CN7/RB5	22 PWM3L/RE4
Vss	21 PWM3H/RE5
OSC1/CLKI	20 VDD
OSC2/CLKO/RC15	19 Vss
EMUD1/SOSCI/T2CK/U1ATX/CN1/RC13	18 PGC/EMUC/U1RX/SDI1/SDA/C1RX/RF2
EMUC1/SOSCO/T1CK/U1ARX/CN0/RC14	17 PGD/EMUD/U1TX/SDO1/SCL/C1TX/RF3
VDD	16 FLTA/INT0/SCK1/OCFA/RE8
EMUD2/OC2/IC2/INT2/RD1	15 EMUC2/OC1/IC1/INT1/RD0

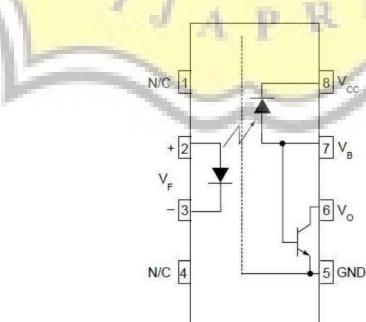
Gambar 3.7. Konfigurasi Pin dsPIC30F4012 [7]

Microcontroller dsPIC30F4012 memiliki 28 pin di antaranya merupakan pin analog, PWM, dan *oscillator*. *Microcontroller* tersebut bekerja dalam *rating* tegangan 2,5 V sampai dengan 5,5 V.

3.6 Blok Rangkaian *Driver*

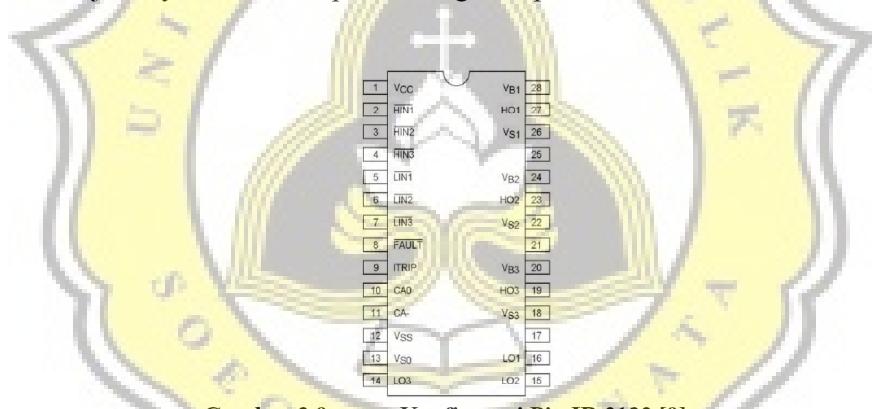
Inverter sebagai sumber tegangan terkendali memerlukan kendali yang tepat untuk mengatur pensaklarannya. Pada *inverter* satu fasa *full bridge* memerlukan pengendalian *inverter* secara bergantian atau komplementer agar dapat membentuk arus bolak-balik yang diinginkan. Apabila dalam kendalinya tidak tepat bisa jadi gelombang yang diinginkan tidak keluar atau bahkan *inverter* mengalami *short circuit*. Maka digunakanlah IR2132 sebagai kendali *inverter* yang memiliki 28 pin untuk *input* sinyal kontrol dan *output* sinyal tiga fasa lengan atas dan bawah (*upper-lower*).

Dalam blok *driver* terdapat dua buah *microchip highspeed transistor optocoupler* HCPL2531 yang menterjemahkan instruksi dua buah instruksi blok kontrol menjadi empat buah sinyal untuk setiap lengan *inverter*. Konfigurasi pin HCPL 2531 bisa dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 3.8. Konfigurasi Pin HCPL 2531 [8]

Setiap *microchip* mengendalikan dua buah IGBT yang bersebrangan, jika salah satu mengendalikan H_1 dan L_2 , maka lainnya mengendalikan L_1 dan H_2 . Selain mengatur nyala IGBT, blok *driver* juga menjaga agar IGBT pada lengan yang sama tidak sampai nyala bersamaan pada saat peralihan nyala, maka IR2132 memberi *deadtime* yaitu selisih waktu pada saat kedua IGBT sama-sama tidak nyala agar IGBT yang sudah nyala benar-benar tidak terkoneksi pada saat IGBT lainnya akan nyala. Pin IR 2132 memiliki dua sisi untuk *input* sinyal dan *output* sinyal. Untuk menerima sinyal dari HCPL 2531 menggunakan pin H_1 , H_2 , L_1 , dan L_2 dan *output* yang langsung menuju *inverter* menggunakan pin 15, 16, 23, dan 27. Lebih jelasnya bisa dilihat pada konfigurasi pin berikut ini.



Gambar 3.9. Konfigurasi Pin IR 2132 [9]

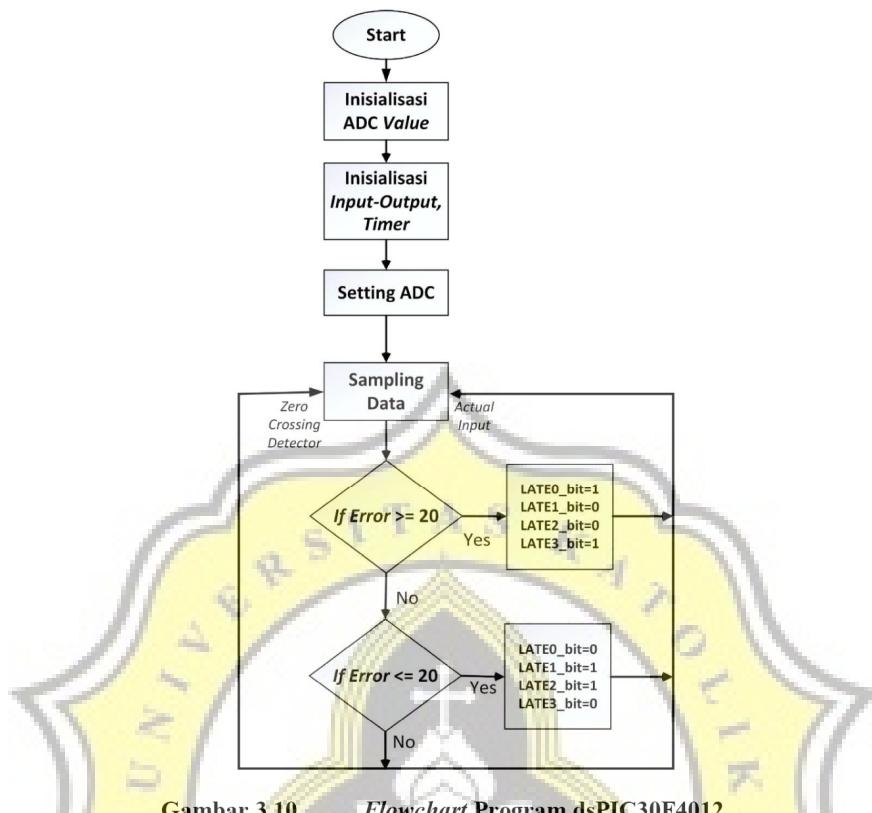
Dari gambar di atas terlihat bahwa IR 2132 memiliki 28 pin yang memiliki fungsi seperti pada tabel berikut ini.

Tabel 3.2. Keterangan Port IR 2132 [9]

Lead Symbol	Description
HIN1,2,3	Logic inputs for high side gate driver outputs (HO1,2,3), out of phase
LINT1,2,3	Logic inputs for low side gate driver output (LO1,2,3), out of phase
FAULT	Indicates over-current or undervoltage lockout (low side) has occurred, negative logic
Vcc	Low side and logic fixed supply
ITRIP	Input for over-current shutdown
CAO	Output of current amplifier
CA-	Negative input of current amplifier
Vss	Logic ground
Vb1,2,3	High side floating supplies
HO1,2,3	High side gate drive outputs
Vs1,2,3	High side floating supply returns
LO1,2,3	Low side gate drive outputs
Vs0	Low side return and positive input of current amplifier

3.7 Algoritma Pemrograman

Dalam memproses *input* data analog dari *sensor* tegangan dan *zero cross detector*, *microcontroller* mengolah dengan program *hysteresis* dengan *sampling* dalam satuan waktu sehingga menghasilkan sinyal kendali SPWM. Diagram berikut ini menunjukkan algoritma pemrograman yang digunakan DVR sebagai kompensator tegangan.



Gambar 3.10. Flowchart Program dsPIC30F4012

Saat DVR dinyalakan, yang pertama dilakukan adalah inisialisasi nilai ADC, pin *input* dan *output*, serta *timer*. Setelah semua terinisialisasi maka dilakukan *setting* ADC dan memulai *sampling* data. Pada saat *sampling* dilakukan apabila ditemukan *error* maka dilakukan respon dan mengeluarkan sinyal pada pin E0 sampai E3.