

# Perancangan Penggunaan Panel Surya Kapasitas 200 WP On Grid System pada Rumah Tangga di Pedesaan

Selamat Meliala, Raihan Putri, Saifuddin, M. Sadli

Teknik Elektro Universitas Malikussaleh

[selamat.meliala@unimal.ac.id](mailto:selamat.meliala@unimal.ac.id); [Raihan@unimal.ac.id](mailto:Raihan@unimal.ac.id);

[saifuddin@unimal.ac.id](mailto:saifuddin@unimal.ac.id); [msadli@unimal.ac.id](mailto:msadli@unimal.ac.id)

## Abstrak

Pengembangan sumber daya Renewable energi yang berasal dari alam semakin pesat digalakkan oleh pemerintah dengan program pemanfaatan komsumsi energi terbarukan hanya sebesar 15 %. Ada delapan sumber Energi Terbarukan yang terus dikembangkan teknologi pemanfaatannya oleh pemerintah yaitu teknologi menggunakan bahan bakar, biomassa, panas bumi, Air, Angin, Matahari, gelombang laut dan pasang surut. Prediksi dari Dewan Energi Nasional (DEN) Indonesia akan mengalami krisis energi secara besar – besaran pada tahun 2050 sehingga diperlukan energi alternatif untuk melayani kebutuhan energi listrik untuk pemakaian mandiri secara khusus pada tiap - tiap rumah tangga. Oleh karena itu panel surya sudah banyak dijual lebih murah dan terjangkau sehingga dengan berapa modul panel surya dengan cara diparalelkan ataupun diseriikan dapat menaikkan daya keluaran DC panel surya Watt Peak (WP) yang lebih tinggi. Banyak teknologi digunakan untuk meningkatkan penyerapan energi cahaya matahari serta efisiensinya yaitu mendisain ulang untuk mendapatkan daya optimal dari panel surya dengan pengaturan tegangan keluaran DC. Oleh karena itu modul panel surya perlu dikontrol untuk mendapatkan tegangan keluaran DC yang stabil sebelum tegangan masuk ke rangkaian inverter dengan menggunakan blok rangkaian kontrol. Dalam hal ini untuk mengatur tegangan dapat digunakan salah satu kontroler PI. Dengan menggunakan Boost konverter dan Blok PI (Proportional Integral) kontrol dari simulink secara otomatis dapat dituning atau secara manual bisa dituning besaran untuk mendapatkan sinyal output DC yang stabil dengan mengatur konstanta dari proportional dan integral daripada Blok PI tersebut. Serta untuk memperkenalkan kepada masyarakat tentang penggunaan dari teknologi Renewable Energi menggunakan panel surya 200 WP untuk kebutuhan energi listrik mandiri dalam membangkit daya listrik AC pada rumah tangga di pedesaan. Dalam hasil pengujian On Grid System SHS menggunakan Simulink dari kondisi perubahan beban 20% sampai 100% jatuh tegangan yang tidak berarti, dan kondisi beban 100% di mana THDV = 0,13% dan THDI = 0,13% sehingga kerusakan gelombang sinusoidal masih jauh di bawah standar IEEE 519-1992.

**Kata Kunci :** On Grid System, SHS, Inverter, THDV, THDI

## I. PENDAHULUAN

Pengembangan sumber daya Renewable energi yang berasal dari alam semakin pesat digalakkan oleh pemerintah dengan program pemanfaatan komsumsi energi terbarukan hanya sebesar 15 %. Ada delapan sumber Energi Terbarukan yang terus dikembangkan teknologi pemanfaatannya oleh pemerintah yaitu teknologi menggunakan bahan bakar, biomassa, panas bumi, Air, Angin, Matahari, gelombang laut dan pasang surut. Seperti telah dicanangkan oleh Pemerintah dengan program upaya penghematan energi listrik sebesar 20% (intruksi presiden no . 13 tahun 2011) yaitu meningkatkan kebutuhan energi listrik untuk ketahanan energi nasional sampai tahun 2020 serta melakukan kebijakan manajemen energi nasional target sampai tahun 2050. Dewan Energi Nasional (DEN) memprediksi kebutuhan energi listrik sesuai dengan pertumbuhan pemakai energi listrik yang semakin besar seperti industri, kebutuhan kelasung hidup manusia sehari – hari dan lain – lainnya. Oleh karena itu diciptakan salah satunya program pemanfaatan energi pada tiap-tiap pemakai energy listrik (komsumen) yaitu salah

satu menciptakan alat untuk pemanfaatan yang lebih optimal yang bersumber dari energi matahari [7],[8]. Dalam hal ini konsep Renewable Energi dapat digunakan dalam menangani krisis energi listrik nasional di masa depan. Para ahli listrik listrik seluruh negara khususnya di Indonesia terus mengembangkan konsep renewable energi salah satunya menggunakan teknologi panel sel surya. Namun teknologi konversi cahaya matahari menjadi listrik yaitu panel surya, energi cahaya matahari yang dirubah ke energi listrik berkurang dikarenakan cahaya yang sampai ke permukaan bumi hanya tersisa sekitar 120 W/m<sup>2</sup>. Oleh karena itu panel surya sudah banyak dijual lebih murah dan terjangkau sehingga dengan berapa modul panel surya dengan cara diparalelkan ataupun diseriikan dapat menaikkan daya keluaran DC panel surya dalam Watt Peak (WP) yang lebih tinggi. Banyak teknologi digunakan untuk meningkatkan penyerapan energi cahaya matahari serta efisiensinya yaitu mendisain ulang untuk mendapatkan daya optimal dari panel surya dengan pengaturan tegangan keluaran DC. Karena proses irradiance cahaya dari matahari selalu berubah dari pagi sampai sore menyebabkan tidak stabil

tegangan keluaran DC dari modul Panel Surya. Oleh karena itu modul panel surya perlu dikontrol untuk mendapatkan tegangan keluaran DC yang stabil sebelum tegangan masuk ke rangkaian inverter dengan menggunakan blok rangkaian kontrol. Dalam hal ini untuk mengatur tegangan dapat digunakan salah satu I, P, PI atau PID.

Dalam penelitian ini merancang model panel surya 200 WP menggunakan inverter dengan kontrol tegangan DC menggunakan boost konverter inverter menggunakan blok kontrol I, P atau PID. Sehingga tegangan keluaran DC setelah di kuatkan, akan stabil tegangan keluaran inverter tidak ada fluktuasi dan digunakan untuk on *grid system* yang dikoneksikan ke instalasi rumah tangga ataupun disebut *Solar Home System* (SHS) masyarakat yang kurang mampu ataupun terisolir dari jaringan listrik dapat stabil tegangan AC. Diharapkan model SHS bekerja sesuai dengan fungsinya dan teknologi tidak menghasilkan tegangan harmonisa yang tinggi seperti *grid inverter* yang sudah pernah didesain pada penelitian terdahulu.

Oleh karena itu maka diperlukan suatu model panel surya yang mampu untuk pemakaian beban rumah tangga yang bisa disimulasikan pada sebuah komputer *Stand Alone*.

Suatu modul panel surya 200 WP menggunakan inverter yang mengkonversikan tegangan DC menjadi tegangan AC yang dapat memstabilkan tegangan AC tersebut pada tegangan grid beban rumah tangga.

Perkembangan teknologi *grid inverter* ataupun *grid-tie system*, yang dihubungkan ke instalasi rumah tangga sudah banyak dilakukan dengan sumber Renewable Energy yaitu istilah hybrid Generator. Teknologi hybrid yaitu menggabungkan 2 sumber pembangkit tegangan yang berasal dari Energi Angin yaitu Wind Turbin dan Energi bersumber dari Cahaya matahari yaitu Panel sel surya. Kedua pembangkit tersebut mempunyai bentuk gelombang tegangan berbeda yang berupa tegangan AC maupun tegangan DC. Dengan kemajuan teknologi elektronika daya maka kedua sumber tersebut dapat dikoneksikan menghasilkan tegangan AC. Namun permasalahan kualitas daya yang disalurkan ke instalasi rumah tangga teknologinya masih terus berkembang. Oleh karena itu teknologi yang menggunakan *inverter* untuk tiap - tiap sumber *renewable energy* sudah mencakup keseluruhan sistem kelistrikan yang terhubung pada *Grid-Tie System*. Sehingga dalam hal ini *Grid-Tie System* juga bisa disebut *Grid Inverter*. Dengan adanya *grid inverter* pada instalasi rumah tangga yang terhubung dengan sumber listrik PLN, sehingga arus yang mengalir ke beban sudah berkurang.

Oleh karena itu pentingnya program kerja sama antara pemerintah yaitu dalam hal ini PLN sebagai produsen listrik dan lembaga pendidikan tinggi serta masyarakat dalam melakukan penelitian dibidang energi listrik dalam hal menangani krisis

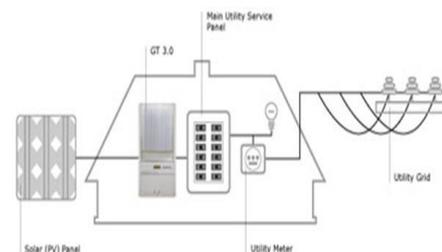
energi dan manajemen energi dalam upaya meningkatkan ketahanan energi nasional. Sehingga diperlukan program penelitian berkelanjutan terhadap antisipasi krisis energi listrik nasional salah satunya program hemat energi listrik / daya listrik mandiri pada rumah tangga.

Permasalahan hemat daya listrik merupakan hal yang perlu diangkat kembali dalam penelitian ini karena energi listrik harus berkelanjutan (Sustainable) terhadap kelangsungan kehidupan manusia dimuka bumi. Pemakaian *renewable energy* bersumber dari cahaya matahari tidak hanya diperuntukkan untuk kehidupan rumah tangga mewah saja tetapi mengingat krisis sudah mendekati ambang batas krisis energy dunia pada tahun 2050 maka tiap-tiap negara berusaha mengembangkan panel sel surya dengan harga dan pirantinya yang sudah terjangkau untuk mengimbangi pemakaian energi listrik mandiri dirumah khususnya rumah tangga yang kurang mampu ataupun terisolir dari jaringan listrik yang dikenal *on grid system*. Berdasarkan hal tersebut diatas maka penelitian dirancang suatu model on *grid hybrid* sistem untuk pemakaian 2 sumber energi listrik bersumber dari PLN dan bersumber dari cahaya matahari yang dikonversi energi matahari menjadi energi listrik bertegangan AC yang di paralelkan atau disebut *Grid-Tie System*. Jika model sistem ini dapat direalisasi maka upaya pemerintah dalam mengantisipasi krisis energi akan tercapai.

## II. METODOLOGI

### 2.1 Solar Home System (SHS)

Konsep pemakaian *Solar Home System* (SHS) energi listrik rumah tangga yang bersumber dari cahaya matahari sudah lama dikembangkan oleh para *engineer* listrik. Namun karena modul panel sel surya yang begitu mahal maka teknologi ini kurang populer untuk pemakaian listrik dirumah tangga. Dan output daya listrik masih digolongkan sangat kecil dikarenakan bahan panel sel surya dari silicon masih belum optimal untuk mengkonversikan energi cahaya matahari sehingga diperlukan bahan semikonduktor yang dapat menyerap cahaya dan energi matahari yang dapat menghilangkan losses dari konversi energi cahaya tersebut. Dibawah ini konsep dari *SHS* atau disebut juga *Grid-Tie System* seperti diperlihatkan pada Gambar 1 di bawah ini.

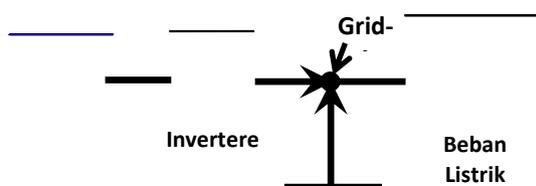


Gambar 1. Dasar *Grid Tie System*

Dasar *Grid-Tie System* diatas merupakan teknologi konversi tegangan *DC* menjadi *AC* dengan menggunakan inverter. Koneksi antara sumber tegangan yang disuplai dengan sumber tegangan suplai lainnya (paralel kedua sumber tegangan) ini dinamakan tegangan grid atau disebut *Grid-Tie*. Syarat dari mengkoneksikan kedua sumber tegangan suplai yang berbeda dalam hal ini tegangan *AC* maka sebagai berikut:

- Bentuk gelombang tegangan harus sama
- Besaran Frekwensi tegangan harus sama
- Besaran Phasa Urutan Positif harus sama

Dibawah ini Diagram blok *Grid-Tie System* dengan sumber suplai tegangan yang berbeda menjadi satu sumber tegangan *AC* yang dapat digunakan pada aplikasi beban *AC* (Humaid dkk, 2016).



Gambar 2. Diagram Blok *Grid-Tie System*

Pada Gambar 2 Diagram *Grid-Tie System* memperlihatkan sumber tegangan suplai listrik yang bersumber dari PLN terhubung paralel dengan Modul Solar Panel. Energi Panel sel surya bersumber dari cahaya matahari, menghasilkan keluaran tegangan *DC* kemudian tegangan *DC* tersebut dikonversikan menggunakan inverter sehingga menghasilkan tegangan keluaran *AC*. Dan beban listrik terkompensasi tegangan yang bersumber dari kedua sumber tegangan tersebut (Vember Restu, 2018)

**Grid Tie System**

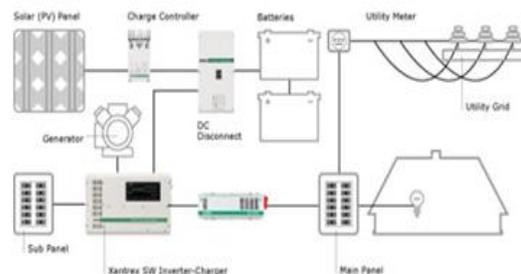
Seperti dijelaskan diatas sesuai dengan perkembangan teknologi inverter maka *Grid-Tie System* dalam pemanfaatan cahaya matahari yang dirubah menjadi tegangan *DC/AC* salah satunya On Grid-Tie System

- *On Grid-Tie System*

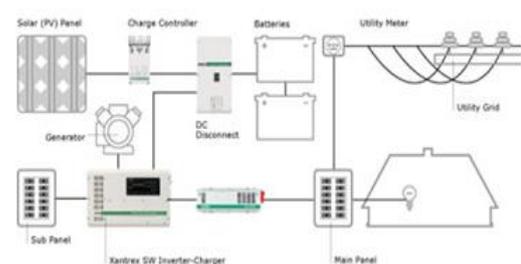
**On Grid-Tie System**

Pada *On Grid-Tie System*, cahaya matahari dirubah menjadi tegangan *DC* melalui *Solar Modul*, tegangan *DC* murni yang keluar dari solar modul. Kemudian tegangan *DC* yang murni dirubah pada blok inverter menghasilkan tegangan *AC* yang kemudian dihubungkan dengan sumber listrik PLN sehingga dapat memsuplai atau memberi daya listrik. Dan sumber tegangan interkoneksi *AC* dirubah kembali menjadi tegangan *DC* menggunakan konverter sehingga

menghasilkan tegangan *DC* yang murni yang digunakan pada aplikasi beban *DC*. Penjelasan seperti terlihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. Diagram Blok *OnGrid-Tie System*



Gambar 4. Diagram Blok *OnGrid-Tie System beserta Battery Backup*

Pada Gambar 4, seperti penjelasan pada *On Grid-Tie* terlihat bahwa modul solar selain berfungsi menyuplai tegangan *DC*, juga memberi *charge* ke baterai untuk mengisi arus sampai penuh dan disaat kondisi malam ataupun sumber PLN padam, baterai akan berfungsi sebagai penyuplai tegangan *DC*. Dibawah ini Gambar 2.5, Aplikasi *SHS* dan *Solar Panel Grid-Tie System* pada instalasi perumahan pada pedesaan (Saiful dkk, 2019) ataupun yang terisolir dari sumber listrik PLN dan aplikasi *SHS* instalasi rumah mewah.



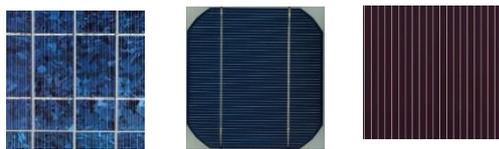
(a) Aplikasi *SHS Off Grid* rumah tangga  
 (b) Aplikasi *SHS On Grid* rumah tangga mewah

Gambar 5. Aplikasi *SHS* pada rumah tangga

Pada Gambar 5, seperti penjelasan pada *Off Grid-Tie* terlihat bahwa modul solar selain berfungsi menyuplai tegangan *DC*, juga memberi *charge* kepada baterai untuk diisi penuh dan disaat kondisi malam panel sel surya tidak menyuplai tegangan *DC*, melainkan tegangan *DC* tersebut berasal dari baterai dan terlihat generator dihubungkan ke Grid untuk kondisi *emergency* jika sumber *DC* tidak berfungsi.

**Prinsip Kerja Panel Surya**

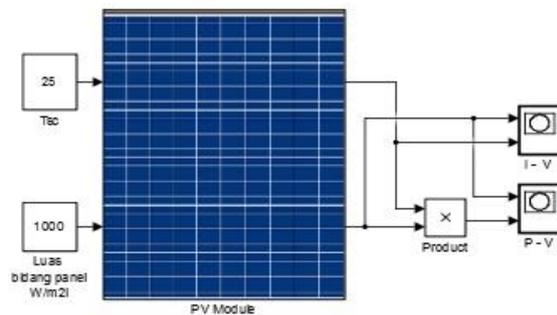
Panel surya adalah suatu alat yang dapat mengkonversikan energi cahaya matahari menjadi tenaga listrik. Listrik yang dihasilkan oleh panel surya adalah listrik arus searah murni (DC), pada umumnya dengan voltase 12 volt untuk panel surya ukuran kecil  $\leq 130$  Wp (Wattpeak) dan untuk tegangan 24 volt untuk ukuran yang standar  $>130$  Wp. Wattpeak atau disingkat Wp maksud daya yang dihasilkan oleh panel sel surya dalam keadaan optimum karena kondisi cahaya dan panas. Dibawah ini Gambar 2.6 jenis bahan semikonduktor dari Panel sel surya.



(a) Poly crystalline silicon (b) Mono crystalline silicon (c) Amorphous silicon

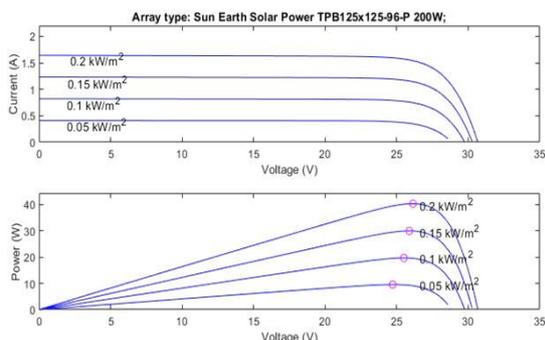
**Gambar 6. Tiga jenis bahan silikon Panel Surya**

Di bawah ini simulasi *Simulink* model modul panel sel surya yang mempunyai daya optimum 200 Watt, tegangan 26.4 V, arus maksimum 7,58 A seperti diperlihatkan Gambar 7 di bawah ini.



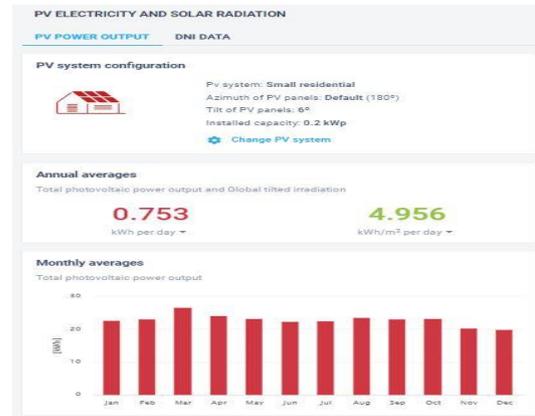
**Gambar 7. Simulasi Modul Solar 200 Watt Peak**

Di bawah ini grafik output solar panel 200 WP, 150 WP, 100 WP dan 50 WP beserta tegangan dan arus (V – I) serta daya dan tegangan (P – V) yang dibangkitkan dari hasil simulasi panel surya Sun Earth dapat diperlihatkan seperti Gambar 8.



**Gambar 8. Garfik hasil V-I dan P-V simulasi Solar Modul 200,150, 100 50 WP**

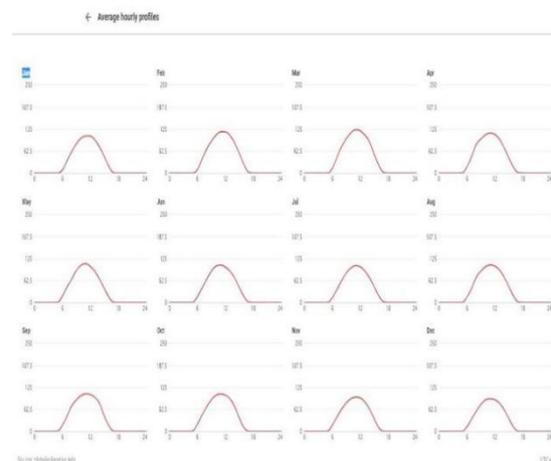
Kelistrikan Photo Voltaic dan Radiasi Matahari Untuk kelistrikan pada Daerah Krueng Geukueh desa paloh lada dan sekitarnya terutama pada desa Gleh Madat kelistrikan dengan pemasangan instalasi panel surya kapasitas 200 WP sebesar 0,753 kWh per hari atau 4,956 KWH/m<sup>2</sup> perhari dengan sudut kemiringan 6<sup>0</sup> berdasarkan *SOLARGIS* dapat dilihat pada Gambar 8.



**Gambar 9. Total daya output listrik Photo Voltaic dan Iradiasi Matahari selama 12 bulan sumber dari SolarGIS**

**Besar Daya Output Photo Voltaic per jam selama setahun**

Besar daya keluaran Photo Voltaic 200 WP per jam selama setahun pada desa paloh lada tepatnya di daerah Gleh Madat terlihat dengan besaran yang berbeda sebagai acuan untuk mendesain model beam cahaya yang dibangkitkan berdasarkan *SolarGIS* untuk diaplikasikan dalam *Simulink Matlab*. Jadi data diambil iradiasi lebih tinggi per bulan untuk mendapatkan jumlah daya yang dapat dikeluarkan pada Panel Surya dalam ukurannya yaitu sebesar 200 WP. Jadi iradiasi perbulan diambil pada bulan Maret sebagai daya optimal 125 WP yang diperlihat Gambar 10.

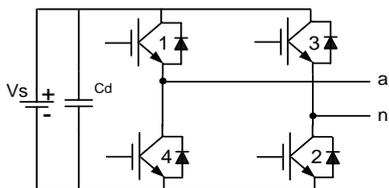


**Gambar 10. Besar beam iradiasi cahaya pada Photo Voltaic per jam selama 12 bulan**

**Inverter**

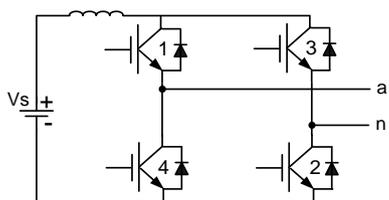
Definisi secara umum dari *inverter* adalah peralatan elektronika daya yang berfungsi mengubah tegangan searah (DC) menjadi tegangan bolak-balik (AC). Tipe *inverter* ada dua jenis yaitu *inverter* sumber tegangan (VSI) dan *inverter* sumber arus (CSI). Inverter

VSI seperti diperlihatkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Inverter VSI (Voltage Source Inverter)

*Inverter* CSI pada *dc* bus dilengkapi dengan Induktansi seperti diperlihatkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Inverter CSI (Current Source Inverter)

Tegangan keluaran inverter dapat berupa tegangan yang dapat diatur dan tegangan yang tetap. Sumber tegangan input inverter dapat menggunakan baterai, tenaga surya atau sumber tegangan DC yang lain. Inverter gelombang penuh kerjanya seperti 4 saklar membuka dan menutup seperti diperlihatkan pada Gambar 13.

**Single Pulse Width Modulation**

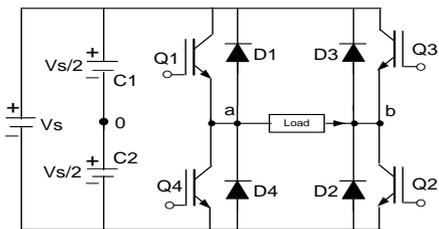
Metode *Single pulse width modulation* hanya ada satu pulsa setiap setengah siklus dan lebar pulsa variasi untuk mengatur tegangan keluaran *inverter*. Sinyal *gating* dibangkitkan dengan membandingkan sinyal referensi segiempat (rectangular) beramplitudo *Ar* terhadap sinyal segitiga pembawa (triangular carrier) beramplitudo *Ac*. Frekwensi fundamnetal tegangan keluaran *Vo*. Rasio *Ar* terhadap *Ac* adalah merupakan variabel pengaturan juga disebut indeks modulasi (*M*) yang diberikan seperti pada Persamaan sebagai berikut:

$$M = \frac{Ar}{Ac}$$

Dengan merubah nilai *Ar* dari nol hingga *Ac*, lebar pulsa  $\delta$  dapat berubah dari 0° sampai 180° dan tegangan rms keluaran *Vo* bervariasi dari nol sampai *Vs* seperti pada Persamaan yaitu:

$$Vo = \left[ \frac{2}{2\pi} \int_{(\pi-\delta)/2}^{(\pi+\delta)/2} Vs^2 d(\omega t) \right]^{0,5} = Vs \sqrt{\frac{\delta}{\pi}}$$

*Inverter* satu fasa jembatan gelombang penuh yang terdiri dari dari 4 buah transistor dengan sumber tegangan *Vs* seperti diperlihatkan pada Gambar 15. Gambar 2.16 adalah sinyal *gating* dan tegangan keluaran *Vo*. Urutan penyaklaran transistor tersebut 12, 23, 34 dan 41. Komponen harmonisa yang lebih dominan muncul urutan ketiga pada tegangan keluaran *Vo* dibandingkan komponen urutan harmonisa lainnya.



Gambar 15. Inverter 1 fasa jembatan gelombang penuh

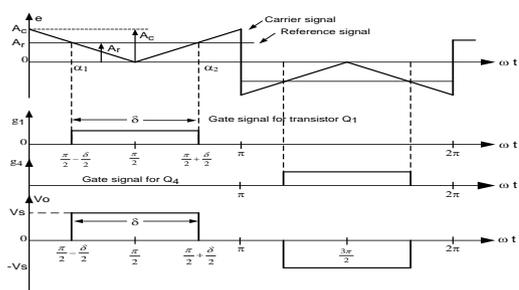
**Multiple Pulse Width Modulation**

Teknik *multiple pulse width modulation* dapat mengurangi kandungan harmonisa dengan membangkit beberapa pulsa yang menggunakan setengah siklus tegangan keluaran seperti diperlihatkan pada Gambar 17. Sinyal *gating* dibangkitkan dengan membandingkan sinyal referensi segiempat (square) beramplitudo *Ar* terhadap sinyal segitiga (triangular) pembawa beramplitudo *Ac*. Frekwensi dari sinyal referensi menentukan frekwensi *outputnya fo*, dan sinyal frekwensi pembawa (carrier) *fc* menentukan jumlah pulsa *p* selama setengah siklus. Rasio *Ar* terhadap *Ac* merupakan variabel pengaturan disebut indeks modulasi *M*, yang menentukan tegangan keluaran *Vo*. Jumlah pulsa *p* untuk setengah siklus seperti pada Persamaan :

$$p = \frac{fc}{2fo} = \frac{mf}{2}$$

Di mana  $mf = \frac{fc}{fo}$  didefinisikan sebagai rasio

frekwensi modulasi.



Gambar 16. Sinyal *gating* dan tegangan keluaran Inverter *Single Pulse Width*

Bila  $\delta$  dianggap lebar dari setiap pulsa maka tegangan rms keluaran *Vo* adalah:

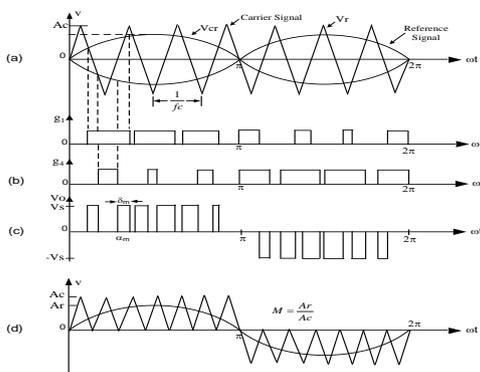
$$V_o = \left[ \frac{2p}{2\pi} \int_{(\pi/p-\delta)/2}^{(\pi/p+\delta)/2} V_s^2 d(\omega t) \right]^{0.5} = V_s \sqrt{\frac{p\delta}{\pi}}$$

**Sinusoidal PWM**

Pada Sinusoidal PWM atau SPWM lebar pulsa sinyal gating dibangkitkan dengan membandingkan sinyal referensi sinusoidal terhadap sinyal segitiga pembawa frekwensi  $f_c$  yang diperlihatkan pada Gambar 17. Teknik SPWM sangat banyak dipergunakan pada aplikasi industri. Frekwensi sinyal referensi  $f_r$  menentukan frekwensi keluaran inverter  $f_o$ , amplitudo sinyal referensi  $A_r$  menentukan indeks modulasi (M) yang mempengaruhi tegangan rms keluaran  $V_o$ . Jumlah pulsa untuk setiap setengah siklus tergantung pada frekwensi pembawa  $f_c$ .

Harmonisa dan komponennya yang muncul pada tegangan keluaran PWM berada di sekitar penyaklaran inverter. Tegangan rms keluaran  $V_o$  dapat divariasikan dengan merubah indeks modulasi (M). Bila  $\delta_m$  adalah lebar dari pulsa ke m, maka Persamaan dapat dikembangkan untuk mendapatkan tegangan rms keluaran  $V_o$  yang diberikanseperti Persamaan yaitu:

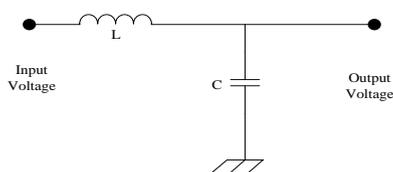
$$V_o = V_s \left( \sum_{m=1}^{2p} \sqrt{\frac{\delta_m}{\pi}} \right)^{0.5}$$



**Gambar 17. Sinyal gating dan tegangan keluar Inverter Sinusoidal PWM 1 Fasa**

**Filter Output Inverter**

Rangkaian filter output ini digunakan untuk menghilangkan noise frekwensi tinggi dan harmonisa yang dihasilkan oleh pengaruh swicthing pada saklar semikonduktor inverter. Rangkaian filter ini juga disebut filter output inverter yang diperlihatkan seperti Gambar 18 sebagai berikut



**Gambar 18. Rangkaian Filter Output Inverter**

Untuk menentukan parameter LC dari filter output inverter dapat digunakan persamaan sebagai berikut

$$f_c \leq \frac{1}{10} f_{sw}$$

Di mana  $f_c$  = frekwensi carrier  
 $f_{sw}$  = frekwensi switching

Untuk mendapatkan besaran L sebagai berikut

$$L < \frac{0,03 U_{inv}}{2\pi f I_{Lmax}}$$

Di mana  $L$  = Induktor Filter Output  
 $I_{Lmax}$  = Besaran arus maksimum dari induktor filter output  
 $U_{inv}$  = Besaran tegangan output inverter

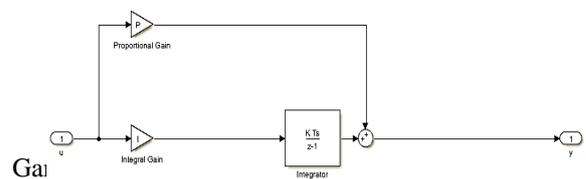
Setelah didapatkan nilai besaran L maka dimasukan ke persamaan untuk mendapatkan nilai kapasitor dari filter output sebagai berikut

$$C < \frac{1}{(2\pi f_c)^2 L}$$

Di mana  $C$  = Kapasitor Filter Output  
 $L$  = Induktor Filter output  
 $f_c$  = Frekwensi Carrier

**PI Kontroler**

Kontrol PI konvensional banyak digunakan pada industri – industri, kendali ini masih digunakan dalam sistem rangkaian kontrol terbuka maupu tertutup. Rangkaian kendali Proporsional dan Integral untuk mengecilkan output dari yang di kontrol misalnya sinyal tegangan keluaran sehingga secara otomatis sinyal tegangan bisa diturunkan maupun dinaikan. Permasalahan rangkaian kontrol PI konvensional susah untuk mencari parameter sistem terlebih dahulu (Wahyudi dkk, 2016). Dengan menggunakan Blok PI dari simulink secara otomatis dapat dituning atau secara manual bisa dituning besaran untuk mendapatkan sinyal output yang akan diatur dengan mengatur konstanta dari proportional dan integral daripada Blok PI. Model Blok PI yang diperlihatkan seperti Gambar 19. Blok PI ini digunakan pada kontrol perubahan dari sinyal DC yang naik turun dari tegangan output Panel surya 200 WP sehingga akan menjadi stabil output DC sinyalnya.



**Gambar 19.**

**Lokasi Penelitian**

Dalam penelitian ini mengambil lokasi penelitian di PT PLN Ranting Krueng Geukueh Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam dan data di ambil dari masing-masing pelanggan masyarakat maupun calon pelanggan yang dekat dengan PLN Ranting Krueng Geukueh dan masyarakat kurang mampu di desa Gleh Madat. Di bawah ini lokasi rumah penduduk yang kurang mampu yang diperlihatkan seperti Gambar 20.



Gambar 20. Gampong Gleh Madat tinjau Satelit SolarGIS

Untuk nilai besaran arus beban dan tegangan, sebelum on *grid system* dihubungkan jaringan tegangan rendah PLN,sesuai dalam penyajian data untuk melihat kondisi arus grid pada perubahan beban instalasi rumah tangga 20% - 100% serta harmonisa yang dihasilkan pada perubahan tegangan DC Panel Surya.

$$THD_{V_{GRID}} = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^h V_h^2}}{V_1} \times 100\% \quad \text{dan}$$

$$THD_{I_{GRID}} = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^h I_h^2}}{I_1} \times 100\%$$

Dalam penelitian ini data yang digunakan diperoleh dari teknisi yang bertanggung jawab memberikan data di PT PLN Krueng Geukueh berupa data pelanggan masing-masing dari yang belum tersambung listrik ataupun yang akan dipasang berada di daerah Gleh Madat ataupun sekitar Krueng Geukueh yang belum terpasang listrik. Selanjutnya melakukan pemisahan data sesuai kebutuhan peneliti yang diperoleh di PT PLN Ranting Krueng Geukueh.

Pada tahap ini juga peneliti membuat pengujian berupa model simulasi yang didapat dari data primer untuk perancangan aplikasi mencari kedua parameter on *grid system* dan instalasi rumah tangga sederhana belum terpasang listrik. Dan tahapan akhir adalah melakukan *run simulasi* menggunakan *Matlab Simulink*. Pengujian dilakukan untuk melihat aplikasi penggunaan tegangan *grid* dan arus beban sudah berhasil di *run* dengan melihat Arus *Grid* maksimum sudah berubah sesuai yang diinginkan.

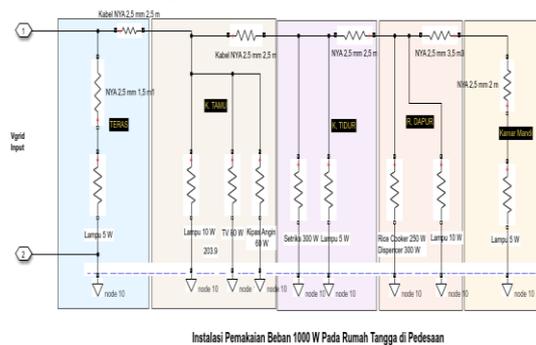
Tabel 1. Total beban rumah tangga yang digunakan

No	Jenis Beban	@ Daya Beban (Watt)	Jumlah Beban	Total Beban (Watt)	Lama Pemakaian (Jam)	Efisiensi (%)	Total Pemakaian (Whour)
1	TV	80	1	80	3	80%	240
2	Lampu LED	5	3	15	6	100%	90
3	Lampu LED	10	5	50	5	100%	250
4	Rice Cooker	250	1	250	1	100%	250
5	Setrika Listrik	300	1	300	1	80%	240
6	Kipas Angin	60	1	60	5	100%	300
7	Dispenser	300	1	300	0.5	100%	150
<b>Total Pemakaian Beban (WH)</b>							<b>1520</b>
<b>Kebutuhan Kapasitas Panel Surya (WP)</b>							<b>304</b>
<b>Kebutuhan Kapasitas Baterai (AH)</b>							<b>304</b>

Jadi total pemakaian beban berdasarkan Tabel 1 dengan asumsi optimalnya puncak iradiasi selama 5 jam maka didapat kapasitas panel surya sebesar 304 WP dan baterai sebesar 300 AH. Oleh karena itu pemakaian beban listrik tidak semuanya digunakan bersamaan atau berkenaan efisiensi sehingga pemakai energi berasal dari panel surya bisa mengatur beban dengan beban maksimum 900 Watt dengan asumsi iradiasi selama 5 jam maka ukuran panel surya sebesar 180 WP dan untuk penelitian ini maka kapasitas digunakan Panel Surya sebesar 200 WP sehingga model On Grid System SHS di rumah tangga sederhana dapat dibuat model simulasi menggunakan simulink untuk besaran beban maksimum tersebut dengan kapasitas baterai sebesar 200 AH dengan tegangan open sirkuit sebesar 27 V<sub>DC</sub> diserikan menjadi 81 V<sub>DC</sub>.

**Instalasi Rumah Tangga Sederhana**

Berdasarkan analisis perhitungan beban instalasi rumah sederhana di desa Gleh Madat maka Gambar 3.2 di bawah ini merupakan instalasi rumah tangga yang di buat model Simulink sebagai penguji On Grid System SHS sebelum dipasang menggunakan tegangan bersumber dari PLN.



Gambar 21. Model Instalasi Rumah Tangga Sederhana

**Parameter Rancangan Model Blok SHS On Grid System**

Untuk menjalankan simulasi rancangan model Panel Surya dan On Grid System SHS maka parameter yang dibuat berdasarkan data yang sudah didapat dan diuji yang tertera dalam Tabel 2.

**Tabel 2. Model Blok SHS On Grid System**

No.	Diskripsi Komponen	Parameter	Jumlah
1	Panel Surya	200 WP, 27 V <sub>DC</sub>	1 Modul
2	Baterai	200 A 24 V <sub>DC</sub>	3
<b>Boost Konverter</b>			
3	Mosfet - Resistansi FET (Ron) - Internal Diode (Rd) - Resistansi Snubber	0,1 Ohm 0,01 Ohm 1,5 Ohm	1
4	Induktor	100 μH	1
5	Kapasitor	15000 μF	1
6	Dioda - Resistansi (Ron) - Tegangan Forward (VF) - Resistansi Snubber (Rs) - Kapasitansi Snubber (Cs)	0,001 Ohm 0,8 V <sub>DC</sub> 500 Ohm 250 nF	1
7	Frekwensi switching	10 kHz	-
<b>Inverter</b>			
8	IGBT - Resistansi Internal (Ron) - Resistansi Snubber	1 mOhm 1 x 10 <sup>5</sup> Ohm	4
9	Kapasitor	500 μF	1
10	Resistor	0,0042 Ohm	1
11	Frekwensi switching	50 kHz	-
<b>Filter Output Inverter</b>			
12	Kapasitor	6,23 μF	1
13	Induktor	4,06 mH	1
14	Resistor	0,001 Ohm, 0,0042 Ohm	2
15	Transformator	1000 VA 80/220 V <sub>AC</sub>	1

**I. Hasil dan Pembahasan**

Berdasarkan data operator, teknisi, bagian pemabayaran rekening listrik dan bagian catat meter PT. PLN Krueng Geukueh maka dapat ditabulasi sejumlah pelanggan yang menunggak pembayaran rekening listrik pada bulan 8 tahun 2020 seperti Tabel 3 sebagai berikut:

**Tabel 3. Pelanggan yang menunggak pembayaran rekening listrik**

IDPEL	ALAMAT	TARIF	DAYA	MESEKON	OPFAG	BILLER	METER
1122112014776	JL COT MAIBONG BLANG DALAM TUNONG, NISANI, KAB. ACEH UTARA, ACEH	RIT	900	SMART	144.710	DAIUL	ANALQD
1122112014777	JL ANGEANA RAYA TAMBON BAROH, DEVIANTARA, KAB. ACEH UTARA, ACEH	RIT	900	ITRON	84.886	DAIUL	ANALQD
1122112014778	JL NISANI LR. MELUR TAMBON TUNONG, DEVIANTARA, KAB. ACEH UTARA	RIT	900	SMART	110.236	DAIUL	ANALQD
1122112014780	JL MON -BIA LR. BAHADA UTEUN GEULINGANG, DEVIANTARA, KAB. ACEH UTARA	RIT	900	MELCONDA	37.238	DAIUL	ANALQD
112209820479	JL DIN. MADAT PALOH LADA, DEVIANTARA, KAB. ACEH UTARA	RIT	900	ITRON	85.000	DAIUL	ANALQD
11220988979	JL MADAT PALOH GADENG, DEVIANTARA, KAB. ACEH UTARA	RIT	900	SMART	75.000	DAIUL	ANALQD
1122112014780	JL KUALA BANGKA LR. V. BANGKA JAYA, DEVIANTARA, KAB. ACEH UTARA	RIT	900	MELCONDA	55.860	DAIUL	ANALQD
1122112014780	JL MON-BIA PALOH LADA, DEVIANTARA, KAB. ACEH UTARA	RIT	900	SMART	100.860	DAIUL	ANALQD
1122112014780	JL MON -BIA LR. TENGOH MEUNASAH DRANG, MUARA BATU, KAB. ACEH UTARA	RIT	900	SMART	66.860	DAIUL	ANALQD
1122112014780	JL NISANI DESU. COT DUA BLANG KARENG, NISANI, KAB. ACEH UTARA, ACEH	RIT	900	SMART	77.860	DAIUL	ANALQD
1122112014780	JL SMPANG KUBURAN TAMBON TUNONG, DEVIANTARA, KAB. ACEH UTARA	RIT	900	SMART	123.860	DAIUL	ANALQD
1122112014780	DIY PATA GURU LR. SD ALUE KEURINVAI, BANDA BARU, KAB. ACEH UTARA	RIT	900	SMART	75.860	DAIUL	ANALQD
1122112014780	JL SP. KUBURAN LR. PRIBADI TAMBON TUNONG, DEVIANTARA, KAB. ACEH UTARA	RIT	900	SMART	130.860	DAIUL	ANALQD
1122112014780	JL KKA DS. CALDI GRI PALOH GEUH, DEVIANTARA, KAB. ACEH UTARA	RIT	900	MELCONDA	125.860	DAIUL	ANALQD
1122112014780	JL NISANI LR. DR. FAISAL TAMBON BAROH, DEVIANTARA, KAB. ACEH UTARA	RIT	900	SMART	167.860	DAIUL	ANALQD
1122112014780	JL NISANI PALOH GADENG, DEVIANTARA, KAB. ACEH UTARA	RIT	900	SMART	66.860	DAIUL	ANALQD
1122112014780	JL PAERANI ABEAN UTEUN GEULINGANG, DEVIANTARA, KAB. ACEH UTARA	RIT	900	SMART	180.860	DAIUL	ANALQD
1122112014780	JL PERUMAHAN NELAYAN LR. TEU GEULAMPANG SUAU TIMU, DEVIANTARA, KAB. ACEH UTARA	RIT	900	SMART	150.860	DAIUL	ANALQD
1122112014780	JL MON -BIA LR. TENGOH PALOH LADA, DEVIANTARA, KAB. ACEH UTARA	RIT	900	SMART	180.860	DAIUL	ANALQD
1122112014780	JL MBA LR. AYAH GEULINGANG PALOH LADA, DEVIANTARA, KAB. ACEH UTARA	RIT	1300	SMART	96.860	DAIUL	ANALQD
1122112014780	JL SMPANG KUBURAN TAMBON TUNONG, DEVIANTARA, KAB. ACEH UTARA	RIT	900	ITRON	95.860	DAIUL	ANALQD
1122112014780	JL SMP. PARI TAMBON TUNONG, DEVIANTARA, KAB. ACEH UTARA, ACEH	RIT	900	SMART	60.860	DAIUL	ANALQD
1122112014780	JL PERUDA LR. BALAI TER. COT TAMBON BAROH, DEVIANTARA, KAB. ACEH UTARA	SET	900	ITRON	55.860	DAIUL	ANALQD
11220987780	JL MBA LR. KUBURAN PALOH LADA, DEVIANTARA, KAB. ACEH UTARA, ACEH	RIT	900	SMART	75.000	DAIUL	ANALQD

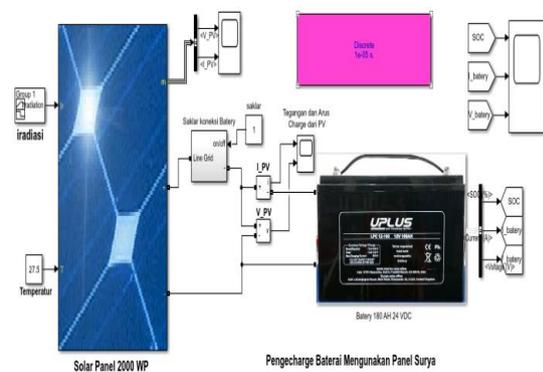
Untuk pemasangan baru biasanya memerlukan waktu seminggu dikarenakan banyak calon pelanggan yang sudah antrian dan diperlukan proses adminitrasi dan lokasi yang jauh dari jaringan listrik dari PT. PLN sehingga daftar tunggu serta yang dekat dari jaringan listrik yang lebih dulu diprioritas pemasangan instalasi listriknya yang diperlihatkan Tabel 4. Data pemasangan baru

**Tabel 4. Calon Pemasangan Baru**

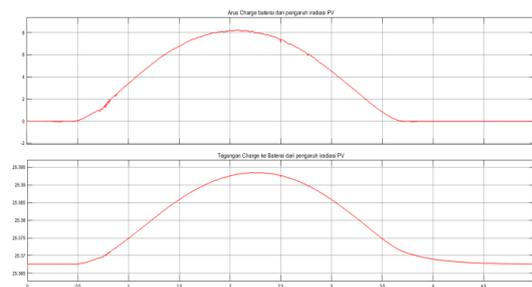
NO REGISTRASI	TGLMCHN	IDPEL	NAMA	ALAMAT	TARIF	DAYA	NAMA LP
1122112014680	18/08/2020	11220982118	SHANDAR HAMDAN	DE BLANG CROK BLANG CROK, NISANI, KAB. ACEH UTARA, ACEH	RIT	900	ULP KRJENGGEBUEH
1122112014679	18/08/2020	11220982094	RUKYAH ABDULLAH	JL ANGEANA LR. KELUARGA TAMBON TUNONG, DEVIANTARA, KAB. ACEH UTARA, ACEH	RIT	900	ULP KRJENGGEBUEH
1122112014678	18/08/2020	11220982086	GANJARUDIN MAJID	JL MON -BIA ULEE RUD, DEVIANTARA, KAB. ACEH UTARA, ACEH	RIT	900	ULP KRJENGGEBUEH
1122112014677	18/08/2020	11220982142	MOSRETI	JL MERANTI PALOH LADA, DEVIANTARA, KAB. ACEH UTARA, ACEH	RIT	900	ULP KRJENGGEBUEH
1122112014675	18/08/2020	11220982013	ERINDEAR	JL RE. VA LR. DANAH 1 BATUPHAT BARAT, MUARA BATU, KOTA LHOGEUNAWHE, ACEH	RIT	900	ULP KRJENGGEBUEH
1122112014673	18/08/2020	11220982128	ELVIRA	JL MON-BIA LR. MEUNASAH LANCANG BARAT, DEVIANTARA, KAB. ACEH UTARA, ACEH	RIT	900	ULP KRJENGGEBUEH
1122112014672	18/08/2020	11220982047	MURBOTTI	JL DIN. MADAT PALOH LADA, DEVIANTARA, KAB. ACEH UTARA, ACEH	RIT	900	ULP KRJENGGEBUEH
1122112014670	18/08/2020	11220982021	MANIAHYAH	JL MEUNASAH RAYDEK MEUNASAH RAYEK, NISANI, KAB. ACEH UTARA, ACEH	RIT	900	ULP KRJENGGEBUEH
1122112014669	18/08/2020	11220982126	BRAHMI ZAKARIA	DIY BANDA KHALIFAH ALUE DUA, NISANI ANTARA, KAB. ACEH UTARA, ACEH	RIT	900	ULP KRJENGGEBUEH
1122112014668	18/08/2020	11220982167	LUKMAN	JL RE. VA LR. BUNGA BATUPHAT BARAT, MUARA BATU, KOTA LHOGEUNAWHE, ACEH	RIT	900	ULP KRJENGGEBUEH
1122112014667	18/08/2020	11220982183	HARZAL HANBAU	JL KUBURAN BATEE TIMOH TAMBON BAROH, DEVIANTARA, KAB. ACEH UTARA, ACEH	RIT	900	ULP KRJENGGEBUEH
1122112014666	18/08/2020	11220982170	SUNUR BDR	JL BANGKARA PRITO MAKANUR, MUARA BATU, KAB. ACEH UTARA, ACEH	SET	900	ULP KRJENGGEBUEH
1122112014665	18/08/2020	11220982181	MUHYEN	JL KKA PALOH GEUH, DEVIANTARA, KAB. ACEH UTARA, ACEH	RIT	900	ULP KRJENGGEBUEH
1122112014664	18/08/2020	11220982084	JAKA ARDIANSYAH	JL TOWER DON. RELENG MANYAN ULEE RELEUNG, DEVIANTARA, KAB. ACEH UTARA, ACEH	RIT	1300	ULP KRJENGGEBUEH
1122112014661	18/08/2020	11220981976	MI YAZER YUSUF	JL COT MAIBONG COT MAIBONG, NISANI, KAB. ACEH UTARA, ACEH	RIT	900	ULP KRJENGGEBUEH
1122112014661	18/08/2020	11220981981	MUHAMMAD NIBA	JL MON -BIA LR. MAN DIN KE LANCANG BARAT, DEVIANTARA, KAB. ACEH UTARA, ACEH	RIT	900	ULP KRJENGGEBUEH
1122112014659	18/08/2020	11220981983	MUSVANIATI	JL CAKAY HE PELIT KEUDE BUNGAH, MUARA BATU, KAB. ACEH UTARA, ACEH	RIT	900	ULP KRJENGGEBUEH
1122112014658	18/08/2020	11220981983	MURVANIATI	JL PRIGAI REJUEIT TIMU, MUARA BATU, KAB. ACEH UTARA, ACEH	RIT	900	ULP KRJENGGEBUEH

**Model Charge Baterai**

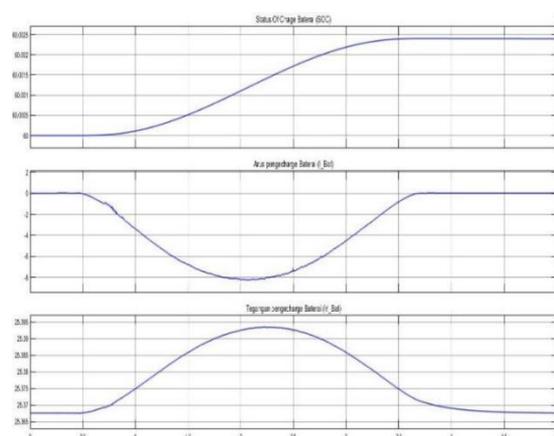
Dibawah ini merupakan Skema rangkaian charge baterai dimana Panel Surya 200 WP dengan iradiasi dan temperatur yang diambil dari data SolarGIS memperlihatkan gelombang tegangan arus keluran dari Panel Surya yang dibangkitkan mengikuti lebar iradiasi dikarenakan Simulink hanya terbatas pada durasi waktu yang singkat jadi waktu optimal realitas dari cahaya matahari memerlukan waktu 6 jam dapat ditirukan selama waktu tersebut tapi disini hanya mesimulasi proses pengecharge baterai mengikuti iradiasi pada lebar untuk waktu yang terbatas. Dibawah ini pengecharge Baterai, Output Arus dan Status of Charge (SOC) sebelum dihubung ke penguat tegangan DC Boost Converter yang diperlihatkan pada Gambar 22, Gambar 23 dan Gambar 24..



**Gambar 22. Photo Voltaic Pengecharge Baterai**



**Gambar 23. Ouput Arus dan Tegangan Pengecharge dari pengaruh iradiasi PV**



**Gambar 24. Arus dan Tegangan Charge ke Baterai**

**Model SHS, Solar Panel , Baterai Inverter**

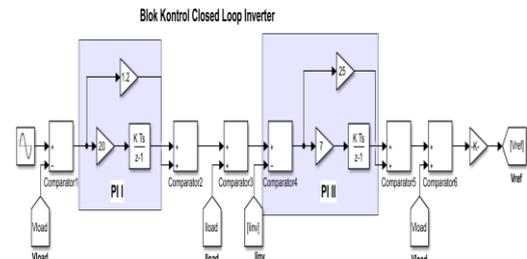
Dalam model SHS dan Solar panel, baterai pada on Grid System instalasi rumah tangga pedesaan tidak di hubungkan ke PLN tapi Energi listrik mandiri stand alone ini untuk melayani kondisi beban rumah tangga yang jauh dari jaringan listrik PLN sehingga dalam rancangan simulasi model ini dapat dikembangkan lagi dengan mengkoneksikan ke jala – jala listrik PLN seperti yang diperlihatkan pada Gambar 25 di bawah ini.



**Gambar 25. Solar Home System On Grid**

**Prinsip Kerja Model Kontrol Closed Loop Inverter**

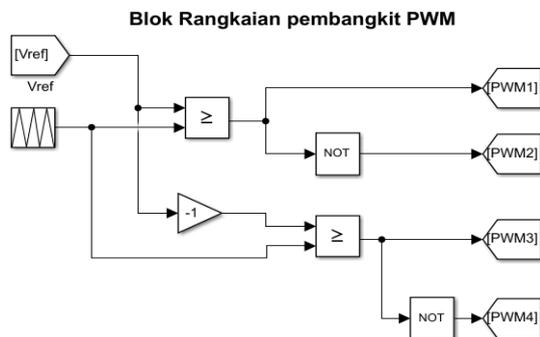
Model kontrol Closed Loop inverter yaitu menggunakan tegangan referensi sinusoidal yang masuk kedalam blok 1 komparator dan tegangan sisi beban kemudian keluaran dari komparator 1 masuk kedalam penguat PI dan sinyal penguat PI masuk discrete Integrator kemudian komparator 2 membandingkan atau menambahkan sinyal penguat dengan sinyal keluaran discrete Integrator dan keluaran komparator 2 sinyal masuk ke komparator 3 untuk membandingkan arus beban dan blok komparator 2 dan sinyal komparator 3 menghasilkan sinyal keluaran yang sudah ditambahkan tersebut masuk ke komparator 4 dan arus Inverter (Iinv) ditambahkan untuk penguatan arus yang digunakan, dan sudah difilter, kontrol PI dan discrete Intergrator untuk penguatan sinyal sehingga sinyal keluaran tersebut dan sinyal discrete keluaran masuk ke komparator 5 untuk mengecil sinyal transient yang ditimbulkan oleh tegangan pada beban kemudian sinyal keluaran komparator 6 dan tegangan beban masuk komparator kemudian dikuatkan lagi sehingga keluaran dari Model Kontrol Closed Loop Inverter berupa tegangan referensi (Vref) sebagai penggerak atau pengatur (driver) yang dimasuk ke pembangkit sinyal.



Gambar 26. Kontrol Closed Loop untuk pada pulsa trigger Inverter

**Prinsip Kerja Pembangkit Pulsa PWM dari Inverter**

Sinyal tegangan keluaran ( $V_{ref}$ ) dari Blok kontrol Closed Loop dan sinyal sawtooth digunakan untuk membangkitkan frekwensi modulasi kemudian digunakan gerbang logika untuk sebagai saklar untuk kondisi ON – OFF. Dan sinyal  $V_{ref}$  masuk ke penguatan kemudian sinyal sawtooth digabungkan untuk menghasilkan sinyal keluaran modulasi lebar pulsa dan dari kondisi ON – OFF sebagai saklar penghubung untuk membangkitkan sinyal lebar modulasi lebar pulsa yang digunakan untuk menggerakkan gate ke empat IGBT yang diperlihatkan Gambar 27.

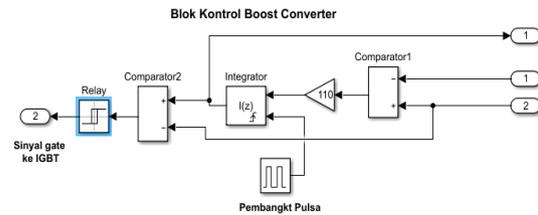


Gambar 27. Pembangkit pulsa PWM untuk IGBT

**Prinsip Kerja Model Kontrol Open Loop dan PWM Boost Converter**

Prinsip kerja kontrol open loop pada Boost Converter yaitu tegangan keluaran dari output Boost Converter dimasukan ke blok comparator untuk membandingkan tegangan output dc boost converter yang dinaikan untuk menguatkan tegangan DC input dari Boost Converter untuk yang mengalami kekurangan sehingga dengan tegangan referensi yang diharapkan  $110 V_{DC}$ . Dan output tegangan boost converter yang berkurang tadi dinaikan menjadi stabil  $110 V_{DC}$  sehingga keluaran digunakan kontrol Integrator dan pembangkit pulsa dengan frkwesi 10 kHz sehingga sinyal lebih stabil serta riak yang kecil dan dimasukan kembali kedalam komparator kedua untuk membandingkan lagi keluaran tegangan boost converter yang diharapkan sesuai dengan keinginan dan keluaran dari komparator kedua dan

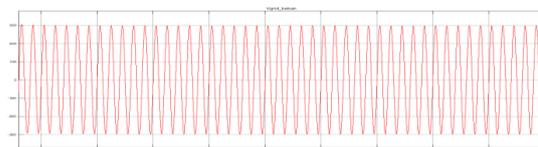
dibatasi sinyal keluarannya dalam 1 pu dalam blok limiter. Sehingga sinyal keluaran tersebut dimasukan ke gate berupa sinyal modulasi lebar pulsa ON – OFF dalam maksimum  $1 V_{DC}$  yang diperlihatkan pada Gambar 28.



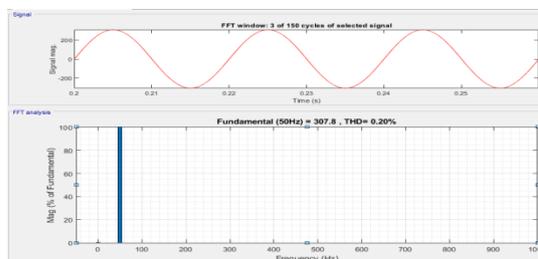
Gambar 28. Kontrol Open Loop untuk membangkitkan pulsa trigger pada Mosfet Boost Converter

**Hasil Simulasi On Grid System**

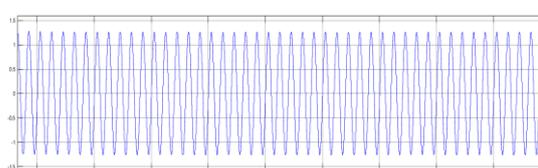
Setelah dirunning simulasi Solar Home System On Grid dengan kapasitas beban listrik berbeda yang diperlihatkan pada Tabel 4.3, bahwa dengan beban maksimum dalam hal ini 100% maka tegangan grid terjadi penurunan sekitar 17,2 Volt dari tegangan nominal 220 V sedangkan untuk kapasitas beban 20% terjadi penurunan tegangan 3,3 V. Dan dalam hal ini dengan THDV dan THDI masih memenuhi standar IEEE 519-1992 maka perancangan solar home system dapat digunakan bagi calon pelanggan listrik ataupun calon pelanggan yang tidak ada jaringan listrik PLN. Oleh karena itu simulasi On Grid System  $V_{grid}$  dan  $I_{grid}$  kondisi beban maksimum 1000 Watt yang diperlihatkan Gambar 29 dan 30 serta THDV dan THDI.



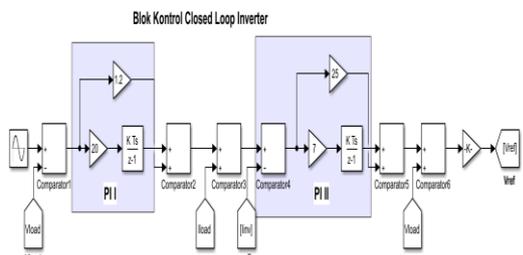
Gambar 29. Tegangan  $V_{grid}$  pada Rumah Tangga beban 20%



Gambar 30. Tegangan  $V_{grid}$  pada Rumah Tangga beban 20%



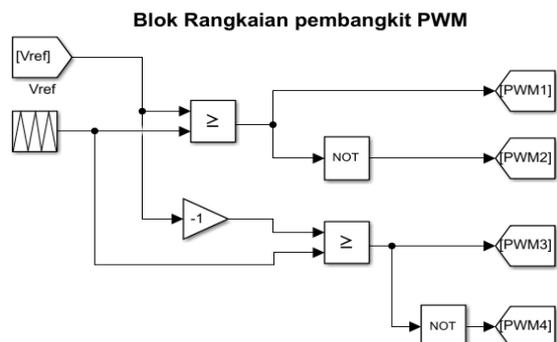
Gambar 31. Arus  $I_{grid}$  pada Rumah Tangga beban 20%



Gambar 32. Kontrol Closed Loop untuk pada pulsa triger Inverter

**Prinsip Kerja Pembangkit Pulsa PWM dari Inverter**

Sinyal tegangan keluaran (Vref) dari Blok kontrol Closed Loop dan sinyal sawtooth digunakan untuk membangkitkan frekwensi modulasi kemudian digunakan gerbang logika untuk sebagai saklar untuk kondisi ON – OFF. Dan sinyal Vref masuk ke penguatan kemudian sinyal sawtooth digabungkan untuk menghasilkan sinyal keluaran modulasi lebar pulsa dan dari kondisi ON – OFF sebagai saklar penghubung untuk membangkitkan sinyal lebar modulasi lebar pulsa yang digunakan untuk menggerakkan gate ke empat IGBT yang diperlihatkan Gambar 33.

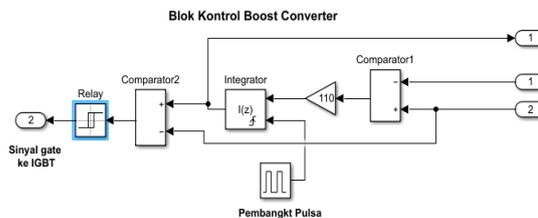


Gambar 33. Pembangkit pulsa PWM untuk IGBT

**Prinsip Kerja Model Kontrol Open Loop dan PWM Boost Converter**

Prinsip kerja kontrol open loop pada Boost Converter yaitu tegangan keluaran dari output Boost Converter dimasukan ke blok comparator untuk membandingkan tegangan output dc boost converter yang dinaikan untuk menguatkan tegangan DC input dari Boost Converter untuk yang mengalami kekurangan sehingga dengan tegangan referensi yang diharapkan 110 V<sub>DC</sub>. Dan output tegangan boost converter yang berkurang tadi dinaikan menjadi stabil 110 V<sub>DC</sub> sehingga keluaran digunakan kontrol Integrator dan pembangkit pulsa dengan frkwesi 10 kHz sehingga sinyal lebih stabil serta riak yang kecil dan dimasukan kembali kedalam komparator kedua untuk membandingkan lagi keluaran tegangan boost converter yang diharapkan sesuai dengan keinginan dan keluaran dari komparator kedua dan dibatasi sinyal keluarannya dalam 1 pu dalam blok

limiter. Sehingga sinyal keluaran tersebut dimasukan ke gate berupa sinyal modulasi lebar pulsa ON – OFF dalam maksimum 1 V<sub>DC</sub> yang diperlihatkan pada Gambar 34.



Gambar 35. Kontrol Open Loop untuk membangkitkan pulsa triger pada Mosfet Boost Converter

**II. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pengujian model Panel Surya 200 WP pada Solar Home System On Grid berdasarkan Simulink pada beban rumah tangga sederhana dapat disimpulkan bahwa:

1. Panel Surya 200 WP dapat digunakan untuk penggunaan SHS on Grid untuk mengecharge baterai 200 AH.
2. Baterai digunakan untuk pengecharge dapat digunakan sumber tegangan DC inverter dengan pemakaian beban maksimum rumah tangga dengan 1000 Watt dan besaran THD<sub>Vgrid</sub> dan THD<sub>Igrid</sub> yang memenuhi standar IEEE 519-1992.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Bayu, Y., Agus, S dan Yuana, S. 2016, *Aplikasi Kontrol PI (Proportional Integral) pada katup Ekspansi Mesin Pendingin*, Rona Teknik Pertanian, 89 – 105.
- [2] Sandro, P., Ch., Rangkuti, 2016, *Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Secara Mandiri Untuk Rumah Tinggal*, 1 – 7.
- [3] Humaid, T., H., Susatyo, H. & Darjat., 2016, *Simulasi Panel Surya Terintegrasi Grid Menggunakan Kerangka Referensi Sinkron*, Transient, 5(4), 527 - 535, Desember.
- [4] Wahyudi., Iwan, S dan Eduward, T., 2010. *Tuning Parameter Kontrol Proportional-Integral Menggunakan Sugeno Fuzzy Inference System*, Transmisi, 197 – 102.
- [5] Fitria, S., Annisa, F., 2018, *Kendali P, PI, dan PID Analog Pada Pengaturan Kecepatan Motor DC Dengan Penalaan Ziegler-Nichols*, JREC, 6(1), 65 – 80.
- [6] Meliala, S., Saifuddin, Rosdina, 2019. *Drying Design Model for Dried-Anchovy Using Solar Collector And Solar Cell Panel Position Control*, IJRTE 9, 1430 – 1435.

- [7] Saifudin, S. Meliala, Rosdiana, A. Wahyuddin, Ikramuddin, 2019, *Solar Cell Position Control Bulding Using Micro controller Optimizing Power Sunway in the Coffe Drying Application*, IJRTE 9, 1490 – 1496.
- [8] Meliala, S. 2020, *Implemetasi On Grid Inverter Pada Instalasi Rumah Tangga Untuk Masyarakat Pedesaan Dalam Rangka Antispasi Krisis Energi Listrik*, Litek, 17(2)
- [8] Saiful, K., Dwi, C., 2019, *Analisa Penggunaan Solar Cell Pada Rumah Tinggal Untuk Keperluan Penerangan dan Beban Kecil*, EEICT, 2(1), 22 – 32.
- [9] IEEE Recommended Practices and Requirement for Harmonics Control in Electrical Power System, *IEEE Standard 519-1992*, 1992