Buletin Profesi Insinyur 4(2) (2021) 062–069
http://dx.doi.org/10.20527/bpi.v4i2.100

ISSN 2654-5926

# Redesain Panel kendali Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) 400 Wp di Masjid Al-Ikhlas Perumahan Bumi Perkasa Regency Kabupaten Malang Jawa Timur

**Lauhil Mahfudz Hayusman[1], Taufik Hidayat[2]**

[1] Program Studi Teknik Listrik D-3, Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Banjarmasin

[2] Program Studi Teknik Listrik D-3, Fakultas Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional Malang

✉ hayusman@poliban.ac.id

**Masjid Al-ikhlas merupakan salah satu masjid yang memiliki suplai listrik dari pembangkit listrik tenaga surya (PLTS), dibangun pada akhir tahun 2018. Karena kapasitas yang dihasilkan masih terbatas, maka listrik PLN tetap digunakan sebagai *backup* apabila suplai listrik PLTS tidak optimal dengan proses perpindahan secara otomatis. Seiring berjalannya waktu operasi PLTS mengalami beberapa permasalahan seperti terjadinya dua kali kerusakan *inverter*, timbulnya *shading* pada modul surya. Redesain panel kendali dan *upgrade* komponen-komponen PLTS bertujuan untuk mengoptimalkan kinerja PLTS yang sudah terpasang. Metode yang dilakukan dengan cara mengidentifikasi penyebab tidak optimalnya kinerja PLTS eksisting, selanjutnya dilakukan *upgrade* dan perencanaan panel kendali, saran relokasi modul surya serta estimasi biaya yang diperlukan untuk merealisasaikan hasil perencanaan tersebut. Hasilnya penentuan jenis dan perhitungan ulang komponen-komponen PLTS diajukan untuk dapat mengoptimalkan kinerja PLTS. Desain penel kendali PLTS dalam bentuk diagram satu garis, diagram pengawatan, *layout* panel kendali, *layout* sistem secara keseluruhan dan estimasi biaya yang diperlukan untuk proses redesain dan *upgrade* ditampilkan. Penggunaan *software* untuk memastikan hasil desain panel kendali dapat berkerja dengn baik untuk memindahkan suplai listrik dari PLTS ke PLN atau sebaliknya digunakan.**

**Kata kunci**: panel kendali, redesain, PLTS

*Diajukan: 25 Mei 2021*
*Direvisi: 30 Juli 2021*
*Diterima: 1 Oktober 2021*
*Dipublikasikan online: 7 Oktober 2021*

## Pendahuluan

Masjid Al-Ikhlas merupakan tempat ibadah yang berada di lingkungan Perumahan Bumi Perkasa Regency (BPR) Desa Ngenep Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang Jawa Timur. Masjid tersebut selain digunakan untuk tempat ibadah wajib sholat lima waktu, juga digunakan untuk kegiatan pengajian rutin, tempat berkumpul dan merayakan hari besar umat islam. Tidak jarang, mesjid ini juga digunakan sebagai tempat singgah dan menginap para Jama'ah Tabligh dari luar daerah. Tentunya segala aktifitas yang berlangsung di lingkungan masjid bisa berjalan dengan baik berkat adanya sarana dan prasarana khususnya ketersediaan energi listrik yang memadai. Sumber energi listrik untuk mendukung segala aktiftas tersebut bersumber dari listrik PLN dengan kapasitas daya terpasang sebesar 1.300 VA yang dibayarkan rutin tiap bulan oleh Takmir dari dana kas masjid.

Atas inisiasi Takmir Masjid dan adanya dukungan pendanaan dari donatur, maka pada akhir tahun 2018 dilakukan kegiatan pemasangan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) berkapasitas 400 *Watt peak* (Wp). Pemasangan PLTS tersebut bertujuan untuk menjaga kontinuitas suplai energi listrik yang dibutuhkan masjid, karena pada saat itu listrik PLN masih sering mengalami gangguan yang berakibat seringnya terjadi pemadaman dilingkungan perumahan Bumi Perkasa Regency. Dengan adanya PLTS tersebut diharapkan juga dapat membantu menekan biaya tagihan listrik perbulannya. Gambar 1 diperlihatkan Masjid Al-ikhlas sebelum dilakukan renovasi.

**Gambar 1** Masjid Al-Ikhlas Perumahan Bumi Perkasa Regency

Cara mensitasi artikel ini:
Hayusman, L.M., Hidayat, T (2021) Redesain Panel kendali Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) 400 Wp di Masjid Al-Ikhlas Perumahan Bumi Perkasa Regency Kabupaten Malang Jawa Timur. *Buletin Profesi Insinyur* 4(2) 062-069

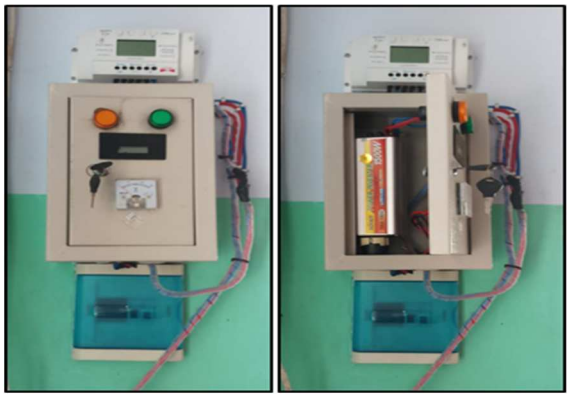
Buletin Profesi Insinyur 4(2) (2021) 062–069
http://dx.doi.org/10.20527/bpi.v4i2.100
ISSN 2654-5926

PLTS merupakan pembangkit listrik energi baru terbarukan yang memanfaatkan sinar matahari untuk dikonversikan menjadi energi listrik arus serah (*DC*) melalui modul surya (Hayusman dkk, 2018). Agar energi listrik yang dihasilkan modul surya dapat dimanfaatkan untuk melayani peralatan-peralatan listrik masjid, maka listrik *DC* tersebut terlebih dahulu dikonversikan menjadi listrik arus bolak-balik (*AC*) menggunakan *inverter*. Dengan adanya penggunaan baterai, energi listrik yang dihasilkan oleh PLTS pada siang hari sebagian dapat disimpan ke dalam baterai yang nantinya akan digunakan kembali pada malam hari ketika sinar matahari tidak ada (Saputera dkk, 2020).

Seiring berjalannya waktu, PLTS yang sudah terpasang mengalami beberapa masalah sehingga tidak dapat beroperasi dengan optimal. Permasalahannya yaitu *inverter* dua kali mengalami kerusakan (terbakar). Pembangunan dan perluasan teras masjid di bulan April tahun 2021 juga menyebabkan tidak optimalnya penyerapan sinar matahari oleh modul surya akibat adanya bayangan/*shading*. Gambar 2 diperlihatkan lokasi modul surya yang tidak optimal karena terhalang oleh teras masjid yang baru dibangun.

**Gambar 2** Penangkapan sinar matahari oleh modul surya tidak optimal

Panel kendali *(automatic transfer switch/ATS)* yang didesain untuk memindahkan suplai listrik yang semula dari PLTS menuju ke PLN atau sebaliknya tidak bekerja optimal karena pada saat kondisi PLTS *standbay, inverter* tetap beroperasi mengambil energi listrik dari baterai yang tentunya akan berdampak pada *lifetime* baterai. Disamping itu tidak adanya peralatan proteksi arus lebih berupa *miniature circuit breaker* (*MCB*) yang terpasang dan peralatan proteksi lainnya seperti *residual current circuit breaker* (*RCCB*) dan *surge protection device* (*SPD*) yang digunakan untuk pengaman arus bocor dan pengaman tegangan surya seperti yang terlihat pada Gambar 3.



**Gambar 3** Kondisi panel kendali PLTS

Pembahasan ini mengenai redesain penel kendali dan saran relokasi modul surya yang terpasang di Masjid Al-Ikhlas serta estimasi biaya yang dibutuhkan untuk merealisasikan hasil redesain panel kendali tersebut. Diharapkan dengan adanya kajian ini, dapat menjadi saran dan masukan bagi Takmir Masjid agar PLTS dapat kembali beroperasi secara optimal.

## Metode

Redesain panel kendali yang dilakukan ini berdasarkan peralatan PLTS yang sudah terpasang (*eksisting*) di Masjid Al-Ikhlas dan beberapa *upgrade* peralatan. Dengan dilakukannya redesain penel kendali sehingga diharapkan kinerja PLTS dapat kembali optimal dan *lifetime* peralatan-peralatan yang terpasang sesuai dengan spesifikasi standar pabrikan. Tabel 1 memperlihatkan komponen dan spesifikasi *eksisting* PLTS 4 x 100 Wp.

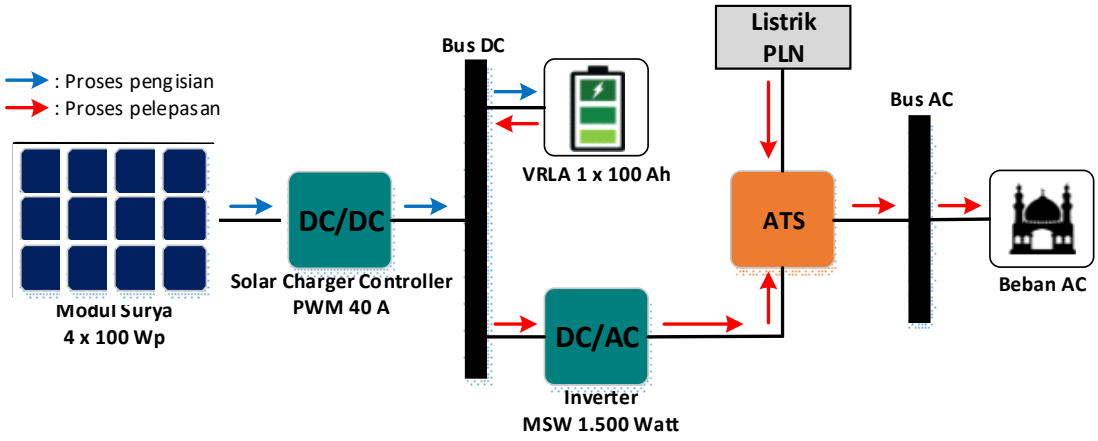
**Tabel 1** Komponen dan spesifikasi *eksisting* PLTS

| No | Nama | Spesifikasi | Qty |
|---|---|---|---|
| 1. | Modul surya merek Solarimba | *Monocrystalline*, $P_{max}$: 100 Wp, $I_{sc}$: 6,1 A, $V_{oc}$: 21,6 *VDC* | 4 |
| 2. | *SCC* merek MPPT | *PWM*, 40 A | 1 |
| 3. | *Inverter* merek Suoer | *MSW* , 1.500 Watt | 1 |
| 4. | Baterai, merek SMT | *VRLA* 100 Ah 12 *VDC* | 1 |
| 5. | Kabel merek Eterna | NYA. 1.5 $mm^2$ | 50 m |
| 6. | *Relay* & Soket 8 pin | MK2P, 220 V, 6 A | 1 |
| 7. | Panel kendali (*ATS*) | | 1 |

Sinar matahari yang ditangkap oleh modul surya dikonversikan menjadi listrik arus searah (*DC*). Melalui *solar charger controller* (*SCC*) tegangan keluaran modul surya dirubah atau disesuaikan dengan tegangan baterai dan sekaligus mengatur proses pengisian energi listrik dari modul surya ke baterai serta mengatur penggunaan energi listrik dari baterai ke beban. Agar energi listrik yang dihasilkan dapat digunakan untuk melayani beban, maka tegangan baterai yang semula merupakan tegangan searah 12 *VDC* dirubah menjadi tegangan bolak balik 220 *VAC* melalui *Inverter*. Karena terbatasnya kapasitas baterai, maka suplai listrik untuk masjid selain menggunakan PLTS juga tetap menggunakan PLN yang proses perpindahannya (*switching* PLTS ke PLN dan PLN ke PLTS) dilakukan secara otomatis melalui *ATS*. Konfigurasi PLTS *eksisting* yang terpasang di Masjid AL-Ikhlas diperlihatkan pada Gambar 4.

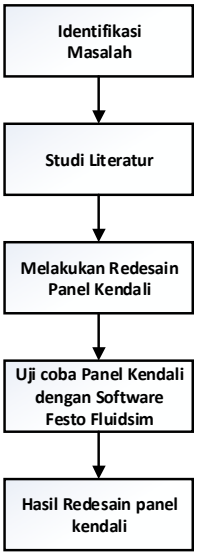
Metode kerja yang dilakukan dalam rangka redesain panel kendali PLTS yang terpasang di Masjid Al-Ikhlas dimulai dengan melakukan identifikasi masalah-masalah penyebab tidak optimalnya atau tidak bekerjanya PLTS seperti penyebab terjadinya dua kali kerusakan (terbakarnya) *inverter*, penyebab timbulnya *shading* pada modul surya, tidak ada atau minimnya peralatan proteksi yang dipasang, dan rencana perubahan koneksi 4 modul surya (*eksisting* 4 modul surya dihubungkan secara paralel). Berdasarkan hasil identifikasi tersebut, selanjutnya dilakukan studi literatur terkait dengan artikel-artikel yang mendukung.

 ISSN 2654-5926




**Gambar 4** Konfigurasi PLTS sistem *off-grid* terpasang

Melakukan redesain panel kendali PLTS dalam bentuk rancangan (*single line diagram* dan *layout*), meliputi penambahan peralatan proteksi (*MCB-DC, MCB-AC, RCCB, SPD-DC*), penambahan *low voltage device* (*LVD*), pengantian dan penambahan *relay AC* 220 V tipe LY4 dan *relay DC* 24 V tipe MY2N, pengantian *solar charger controller* berjenis *MPPT*, perubahan koneksi 4 modul surya, dan penyesuaian jenis dan diameter konduktur yang digunakan. Melakukan uji coba panel kendali (*ATS*) menggunakan *software Festo Fluidsim* dan terakhir hasil redesain panel kendali dalam bentuk *single line diagram* dan *layout* serta estimasi biaya untuk melakukan redesain panel kendali dan beberapa *upgrade* peralatan PLTS. Gambar 5 memperlihatkan metode kerja redesain panel kendali PLTS.




**Gambar 5** Metode kerja redesain panel kendali PLTS

## Hasil Kerja

### Hasil identifikasi kondisi *eksisting* PLTS

Adanya renovasi teras masjid menyebabkan lokasi penempatan modul surya tidak lagi ideal karena sinar matahari yang seharusnya ditangkap sempurna terhalang oleh pembangunan teras masjid sehingga menimbulkan bayangan/*shading*. Jika hal tersebut dibiarkan, daya keluaran modul surya tidak lagi optimal dan dalam jangka waktu lama akan timbul *hotspot* yang berdampak pada timbulnya *microcrack* dan *snail track* pada modul surya (Mansyur, 2019). Adanya *shading* sebagian ataupun keseluruhan tidak hanya mengurangi produksi energi, namun juga beresiko mempengaruhi kondisi modul surya. Ketika terkena bayangan sebagian, pelepasan panas pada sel surya yang terkena bayangan cendrung meningkat (dikenal dengan titik panas atau *hot spot*) dan dapat mengurangi *lifetime* dari modul surya (Ramadhan, 2018). Rencana relokasi modul surya dilakukan di bagian timur masjid seperti yang terlihat pada Gambar 6.

**Gambar 6** Kondisi Masjid setelah dilakukan renovasi & rencana lokasi penempatan modul surya

Penggunaan kabel jenis NYA 2 x 1,5 mm$^2$ yang digabung menjadi dua yang digunakan untuk menghubungkan modul surya dan *SCC* tidak tepat, karena jenis kabel tersebut diperuntukan untuk instalasi dalam ruangan. Sehingga perlu dilakukan pergantian kabel dengan jenis PV1-F 2 x 6 mm$^2$ yang mampu menghantarkan arus *DC* sampai dengan 70 A (*Datasheet* PV1-F *Solar* Thailand).

Tidak adanya peralatan proteksi arus lebih yang dipasang antara modul surya dan *SCC*, *SCC* dan baterai serta *SCC* dengan *inverter* dapat menimbulkan terjadinya kerusakan pada peralatan-peralatan tersebut. Lonjakan arus seketika yang terjadi pada saat peralihan suplai listrik dari PLN-PLTS atau pada saat *switch inverter* dinyalakan mengakibatkan dua kali terjadinya kerusakan *inverter*. Disamping itu desain perpindah *ATS* masih belum optimal karena pada saat PLN mensuplai kebutuhan beban, *inverter* masih dalam kondisi *standby-on*, sehingga tetap mengambil arus listrik dari baterai. Tidak adanya proteksi baterai mengakibatan proses pengurasan (*discharge*) tejadi sampai

 ISSN 2654-5926

dengan 100% tentunya hal tersebut lambat laun akan berdampak pada kinerja baterai (Farizy dkk, 2017).

Penggunaan *solar charger controller* (*SCC*) jenis *PWM* tidak optimal dalam mengkonversikan nilai tegangan keluaran modul surya, karena nilai tegangan modul surya yang besar akan diturunkan menyesuaikan tegangan *input* baterai (Perdana, 2020), (Bakthiar dan Tadjuddin, 2020).

*Box* panel perlu untuk dilakukan pergantian, agar *SCC Inverter*, *ATS* dan peralatan proteksi dapat ditempatkan di satu tempat yang tertutup agar terhindar dari jangkauan para jamaah khususnya anak-anak. Disamping itu penambahan peralatan monitoring kondisi baterai dan sistem kelistrikan PLTS (Arus, Tegangan, Daya, Energi Listrik dsb) dalam bentuk digital perlu untuk dilakukan agar Takmir Masjid bisa dengan mudah memonitor kondisi PLTS setiap saat.

**Redesain panel kendali**

Berdasarkan hasil identifikasi terhadap kondisi PLTS dan panel kendali *eksisting*, maka redesain panel kendali yang dilakukan meliputi:

1. Perubahan hubungan atau sambungan 4 modul surya yang semula masing-masing dihubungan secara paralel dirubah menjadi hubungan seri. Ini bertujuan agar arus (*Idc*) yang mengalir tidak besar sehingga penggunaan kabel untuk menghubungkan modul surya dengan *SCC* tidak membutuhkan kabel dengan diameter besar.
   Modul surya 100 Wp sebanyak 4 buah dihubungkan secara seri, maka:
   Total tegangan : 21,6 *VDC* x 4 = 86,4 *VDC*
   Total arus : 6,1 A
   Tabel 2 memperlihatkan data teknis modul surya 100 Wp merek Solarimba.

**Tabel 2** *Datasheet* modul surya Solarimba 100 Wp

| *Type* | SFM-100 |
|---|---|
| *Maximum Power* | 100 Wp |
| *Voltage at Pmax* | 18 V |
| *Current at Pmax* | 5,56 A |
| *Open Circuit Voltage* | 21,6 |
| *Short Circuit Current* | 6,1 |
| *Size* | 1196 mm x 541 mm x 30 mm |
| *Weight* | 7 Kg |
| *Cell* | 36 pcs, 125 x 125, *monocrystalline* |

Sumber : Disalin langsung dari modul surya Solarimba

2. *Upgrade SCC* yang semula berjenis *PWM* menjadi *MPPT*. *SCC* berjenis *MPPT* memiliki efisiensi lebih dari 98,1% jika dibandingkan jenis *PWM*. Pemilihan *SCC* harus memiliki kriteria yaitu mampu menerima daya listrik dari modul surya sebesar 400 Wp, tegangan *input* sebesar 86,4 *VDC* dan arus *charging* sebesar 6,1 A. Maka *SCC MPPT* yang dipilh yaitu berkapasitas 60 A dengan tegangan sistem 24 *VDC* seperti yang diperlihatkan pada Tabel 3.
3. *Upgrade* kapasitas dan jenis *inverter* yang semula berkapasitas 1.500 W *modified sine wave* (*MSW*) menjadi 2.000 W *pure sine wave* (*PSW*) dengan tegangan input 24 *VDC* dan tegangan ouput 220 *VAC*. Ini bertujuan agar kedepannya *inverter* masih mampu melayani penambahan beban dimasa yang akan datang. Penggunaan jenis *inverter PSW* juga dapat menghilangkan *noise* akibat beroperasinya beban listrik seperti *amplifier* dan kipas angin jika masih menggunakan *inverter MSW*. *Datasheet inverter* diperlihatkan pada Tabel 4.

**Tabel 3** *Datasheet SCC MPPT* merek PowMr

| *Models* | | MPPT -30A | MPPT-40A | MPPT-50A | MMPT -60A |
|---|---|---|---|---|---|
| *Charging mode* | | 3 *stage*: *constant current* (*MPPT*), *constant voltage*, *floating* | | | |
| *MAX PV Input Power* | 12V *system* | 360W | 480W | 600W | 720W |
| | 24V *system* | 720W | 960W | 1200W | 1440W |
| | 36V *system* | 1080 W | 1400W | 1800W | 2100W |
| | 48V *system* | 1440 W | 1700W | 2200W | 2800W |
| *Input specification DC* | 12V *system DC* | 20V-80V | 20V-80V | 20V-80V | 20V-80V |
| | 24V *system DC* | 37V-105V | 37V-105V | 37V-105V | 37V-105V |
| | 36V *system DC* | 50V-160V | 50V-160V | 50V-160V | 50V-160V |
| | 48V *system DC* | 72V-160V | 72V-160V | 72V-160V | 72V-160V |
| *Overcharging protection voltage* | | 15V | 30V | 45V | 60V |
| *Limited current protection* | | 31A | 42A | 51A | 61A |
| *Max effciency* | | ≥ 98,1 % | | | |
| *PV utilization* | | ≥ 99 % | | | |

Sumber: *User manual PowMr*

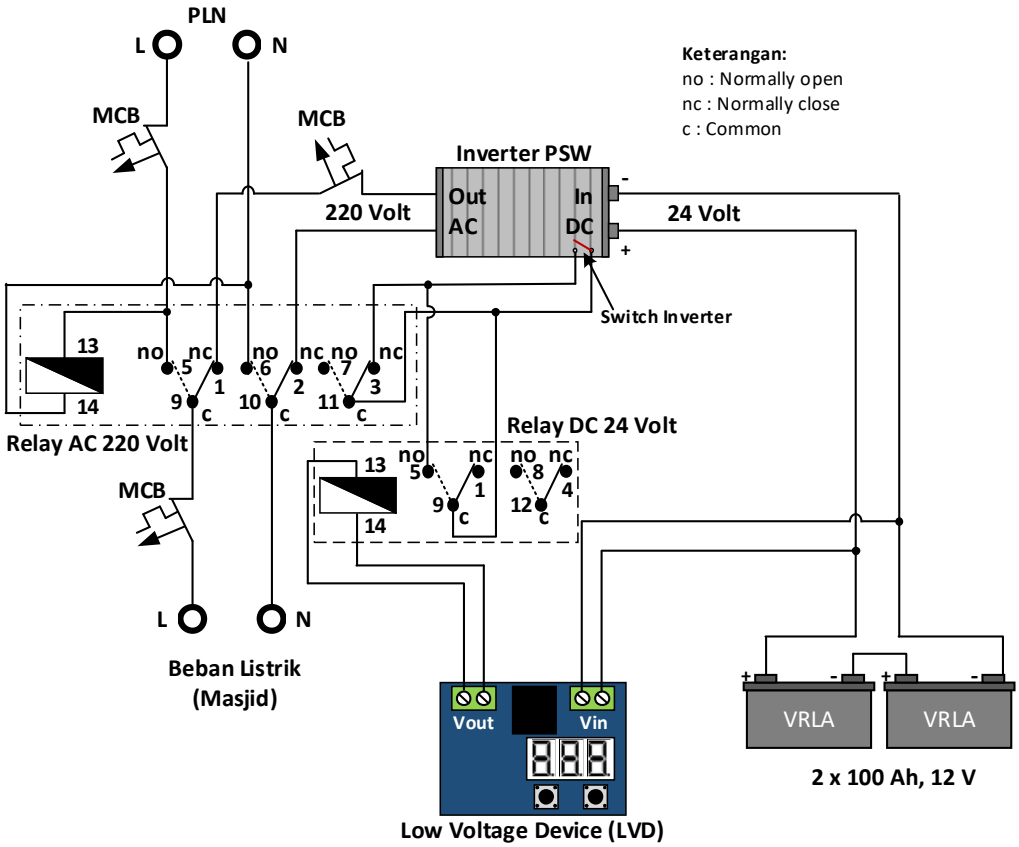
**Tabel 4** *Datasheet inverter pure sine wave*

| *Model* | PSW 2000-24 |
|---|---|
| *Continuos Power* | 2000 W |
| *Peak Power* | 4000 W |
| *Input Voltage* | *DC* 24 V |
| *Output Voltage* | *AC* 220 V |
| *Output Frequency* | 50 Hz |
| *Waveform* | *Pure Sine Wave* |
| *Conversion Efficiency* | ≤ 90 % |
| *No-Load Current* | ≤ 0,8 A |

Sumber: www. kenika.com

4. *Upgrade* peralatan proteksi dan penyempurnaan peralatan *switching* otomatis (*ATS*) yang semula suplai listrik utama bersumber dari PLTS *backup* PLN menjadi suplai listrik utama PLN *backup* PLTS dengan penambahan *relay AC* 220 V tipe LY4 dan *relay DC* 24 V tipe MY2N dan *Low voltage device* (*LVD*) yang berfungsi sebagai proteksi agar baterai tidak terkuras habis (*depth of discharge*/*DOD* 100 %) (Wiranto, 2014), (Majid, 2017). Prinsip kerja panel kendali *ATS*, apabila suplai listrik PLN menyala koil *relay* 220 V aktif (13-14) mentriger kontak 9-1, 10-2 dan 11-3 yang semula *normally close* (*NC*) berubah menjadi *normally open* (*NO*). Posisi kontak 9-5, 10-6 dan 11-7 yang semula *NO* menjadi *NC*, sehingga listrik PLN mengalir dan mensuplai kebutuhan beban. Pada saat listrik disuplai oleh PLN, kondisi *Inverter standbay-off*, namun pada saat PLTS kembali bekerja *switch inverter* tidak perlu dioperasikan manual karena adanya kontak *relay* pada posisi 11-7. Apabila listrik PLN padam koil r*elay* tidak aktif kontak akan kembali ke posisi 9-1, 10-2 dan 11-3 maka suplai listrik untuk Masjid akan diambil alih oleh baterai. Melalui *inverter* tegangan

 ISSN 2654-5926




**Gambar 7** *Wiring* diagram *ATS*

searah 24 *VDC* baterai dirubah menjadi tegangan bolak-balik 220 *VAC*. Adanya *LVD* yang dipasang pada panel kendali ini bertujuan untuk mengatur proses pengurasan beterai dan untuk memproteksi beterai. Agar *LVD* ini dapat bekerja mengerakan posisi kontak pada *relay DC* yang semula 9-1 menjadi 9-5 atau sebaliknya maka *input LVD* dihubungkan dengan beterai sedangkan *output LVD* dihubungkan dengan koil *relay* 24 *VDC* seperti yang terlihat pada Gambar 7.

*Upgrade* baterai yang semula 1 x 100 Ah 12 *VDC* menjadi 2 x 100 Ah 12 *VDC*. Kriteria yang perlu diperhatikan dalam melakukan penambahan baterai adalah kapasitas baterai harus sama dan usahakan dari merek yang sama (Djaufani dkk, 2015). Berdasarkan hasil pengukuran menunjukan baterai masih dalam kondisi baik "*Good Battery*" dengan nilai *state of health* (*SOH*) 100 %, nilai resistansi 4,9 mΩ. Gambar 8 memperlihatkan hasil pengecekan kondisi baterai.

Total energi listrik yang dihasilkan:

2 x 12 *VDC* x 100 Ah = 2.400 Vah atau
= 2.400 Wh

Agar *lifetime* baterai tetap terjaga maka kapasitas energi listrik yang dipakai dibatasi atau diatur pada nilai 70 % dengan menggunakan *LVD*. Sehingga total energi listrik yang dapat dipakai sebesar:

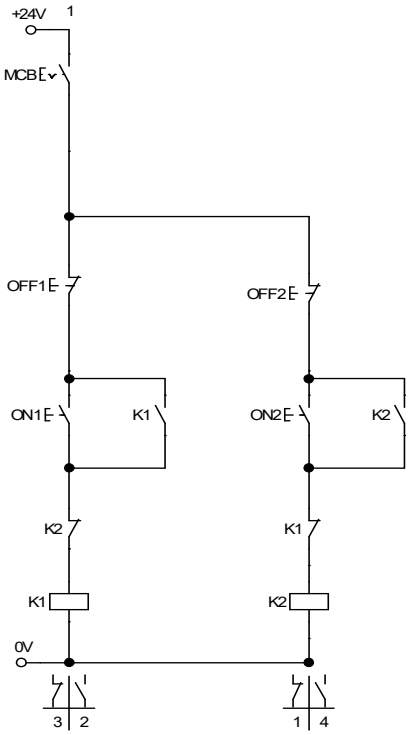
TEL = Kapasitas baterai x DOD : 100
= 200 Ah x 70 % : 100
= 140 Ah

**Desain rangkaian kendali**

Desain dan pengujian rangkaian kendali untuk PLTS dibuat dan diuji coba menggunakan *software* Festo Fluidsim 3.6. Hasilnya rangkaian kendali yang dirancang dapat bekerja dengan baik. Pada saat tuas *MCB* dinaikkan (*on*), sumber listrik PLN (*ON1*) dan sumber listrik PLTS (*ON*2) siap untuk mensuplai beban namun tidak bisa dilakukan secara bersama-sama karena saling mengunci (*interlock*). Pada saat PLN *on*, koil K1 mendapatkan suplai arus menggerakan kontak *relay* K1 yang semula kondisi *normally open* (*NO*) menjadi *normally close* (*NC*) sehingga beban mendapatkan suplai listrik. Selama PLN *on*, sumber listrik PLTS otomatis tidak bisa ikut mensuplai beban karena arus listrik yang menuju koil (K2) terputus akibat kontak *relay* K1 dalam kondisi *NO* seperti yang diperlihatkan pada Gambar 9.

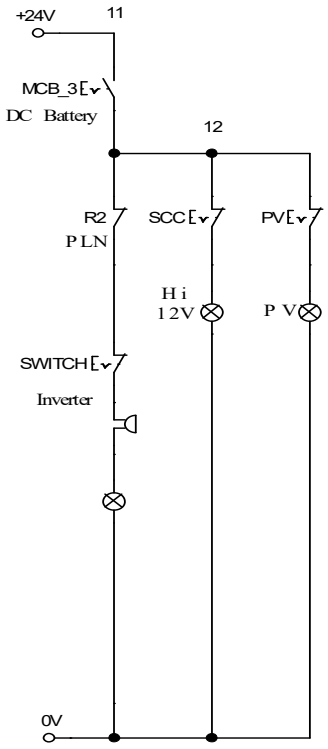
**Gambar 8** Hasil pengecekan kondisi baterai

Buletin Profesi Insinyur 4(2) (2021) 062–069
http://dx.doi.org/10.20527/bpi.v4i2.100 ISSN 2654-5926




**Gambar 9** Pengujian rangkaian kendali PLTS

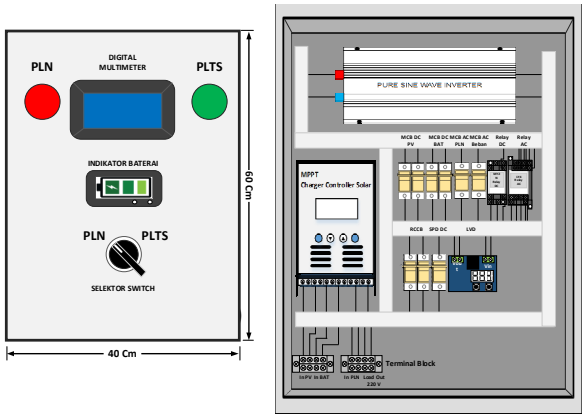
Sistem modifikasi pada rangkaian kendali *inverter* ini adalah sistem pengaturan *on/off* pada *inverter* yaitu dengan menghubungkan *common* ke anak kontak *NC relay AC*, maka apabila PLN menyala *inverter* akan *standbay-off* begitupun sebaliknya apabila PLN padam *inverter* akan langsung mensuplai beban listrik (masjid) seperti yang diperlihatkan pada Gambar 10.




**Gambar 10** Pengujian rangkaian kendali *switch inverter*

**Desain *box* panel kendali *ATS***

Hasil rancangan *layout* tampak depan dari *box* panel kendali (*ATS*) PLTS yang berukuran 40 cm x 60 cm x 30 cm, terdiri dari satu lampu indikator PLN dan satu lampu indikator PLTS. Digital multimeter dipasang sebagai informasi untuk mengetahui parameter-parameter kelistrikan seperti nilai arus (A), tegangan (V), energi listrik (Wh), Daya (W & Wp) dan *Charging* (Ah). Indikator baterai dan *selector switch* yang difungsikan untuk memindahkan suplai listrik dari PLN ke PLTS atau sebaliknya secara manual seperti yang diperlihatkan pada Gambar 11a. Sedangkan Gambar 11b memperlihatkan hasil rancangan *layout* tampak dari dalam panel kendali. Pada Proses redesain panel kendali PLTS ini, semua peralatan-peralatan PLTS (kecuali modul surya dan Baterai) diletakan di dalam *box* panel seperti *Inverter*, *SCC MPPT,* 2 *MCB-DC* dua pole, 2 *MCB-AC satu pole, Relay DC*, *Relay* AC, *SPD, RCCB, LVD* dan 2 terminal blok 4 kutub.




**Gambar 11** *Layout* panel kendali (a) tampak dari depan, (b) tampak dari dalam

Tabel 5 memperlihatkan estimasi biaya yang dibutuhkan untuk melakukan redesain panel kendali dan *upgrade* beberapa peralatan PLTS dengan total biaya sebesar Rp. 6.177.000,00.

Gambar 12 memperlihatkan rancangan *layout* keselurahan dari PLTS *off-grid* dengan panel kendali *ATS* beserta diameter kabel yang dibutuhkan.

## Kesimpulan

Redesain panel kendali PLTS kapasitas 400 Wp telah dipaparkan. Hasilnya desain panel kendali *eligible* untuk diimplementasikan dengan total perkiraan biaya sebesar Rp. 6.177.000,- dan rekolasi penempatan 4 modul surya disarankan untuk dilakukan di bagian timur Masjid Al-Ikhlas Perumahan Bumi Perkasa Regency.

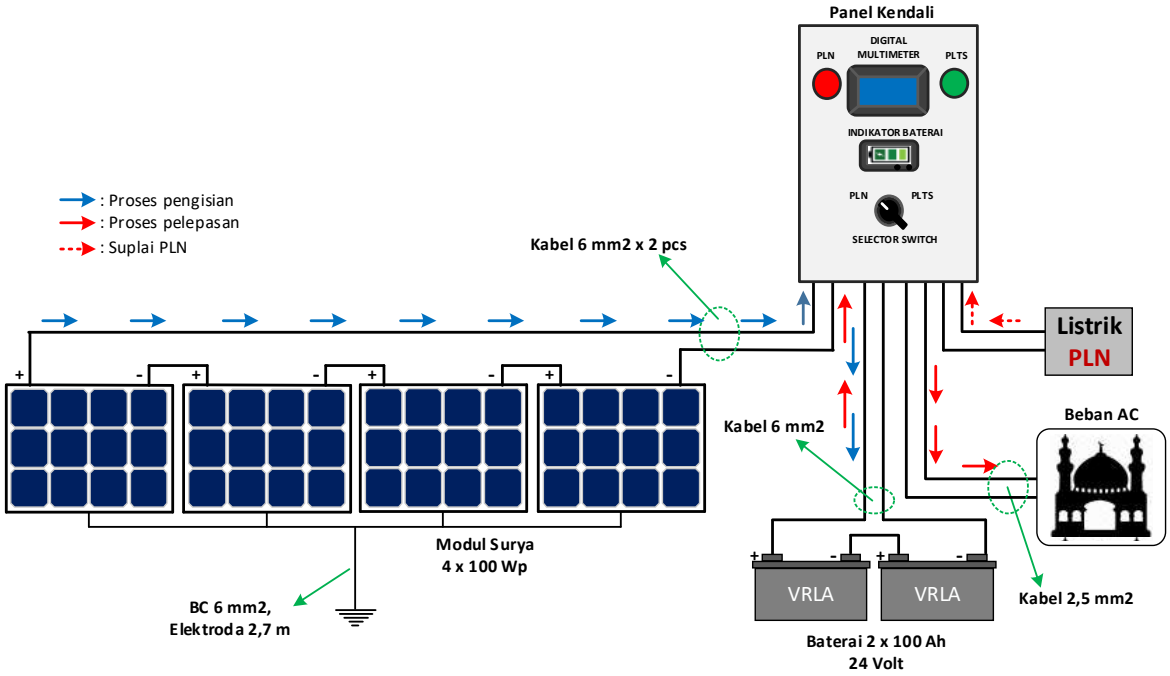
## Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Takmir Masjid Al-Ikhlas Perumahan Bumi Perkasa Regency, Ngenep Kabupaten Malang. Bapak Direktur Politeknik Negeri Banjarmasin dan Ir. Muhammad Alkaff, S.Kom., M.Kom., IPM dosen Program Profesi Insinyur Universitas Lambung Mangkurat.

 ISSN 2654-5926

**Tabel 5** Perkiraan biaya redesain panel kendali PLTS

| Nama Komponen | Spesifikasi | Qty | Satuan | Harga Sat (Rp) | Harga Tot (Rp) |
|---|---|---|---|---|---|
| Solar charger controller | MPPT, PowMr 60 A | 1 | Unit | 1,125,000 | 1,125,000 |
| Inverter | PSW 24 VDC - 220 VAC 2.000 Watt | 1 | Unit | 2,000,000 | 2,000,000 |
| Baterai | VRLA, SMT 12 V 100 Ah | 1 | Unit | 1,100,000 | 1,100,000 |
| LVD | XH-M609 | 1 | unit | 61,000 | 61,000 |
| MCB DC | 2P, 100 A, 400 V | 2 | Unit | 210,000 | 420,000 |
| MCB AC | 1P, 6 A | 2 | Unit | 35,000 | 70,000 |
| RCCB | 2P 25 A, 30 mA | 1 | Unit | 150,000 | 150,000 |
| SPD | 2P DC, 20-40 kA | 1 | Unit | 135,000 | 135,000 |
| Kabel SCC - Baterai | NYAF, 1 x 6 mm2 | 4 | Mtr | 20,000 | 80,000 |
| Kabel PV-SCC | PV1-F, 2 x 6 mm2, 10 Meter | 5 | Mtr | 63,000 | 315,000 |
| Selector Switch | Larkin, 3 posisi | 1 | Unit | 30,000 | 30,000 |
| Digital Multimeter | P06S-20, 6 in 1 Voltage Meter | 1 | Unit | 140,000 | 140,000 |
| Indikator Kapasitas Baterai | Bar & Prosesntase | 1 | Unit | 70,000 | 70,000 |
| Pilot Lamp | Hijau dan Merah | 2 | unit | 8,000 | 16,000 |
| Box Panel | 60 x 40 x 20 cm | 1 | unit | 415,000 | 415,000 |
| Terminal blokk | 4 P, 100 A, 400 V | 2 | unit | 25,000 | 50,000 |
| Jasa Instalasi | - | Paket | - | - | - |
| Harga Total | | | | | 6,177,000 |




**Gambar 12** Rancangan *layout* PLTS *off-grid* dengan kendali *ATS*

## Referensi

Bakthiar & Tadjuddin. (2020). Pemilihan Solar Charger Controller (SCC) Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Makalah disajikan dalam *Prosiding 4th Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 168-173.

Datasheet Inverter Kenika, diunduh dari https://www.kenika.com/v2/index.php?route=product/product&product_id=1133 pada tanggal 14 Mei 2021.

 ISSN 2654-5926

Djaufani, M. B., Hariyanto, N & Saodah, S. (2015). Perancangan dan Realisasi Kebutuhan Kapasitas Baterai untuk Beban Pompa Air 125 Watt Menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Jurnal Reka Elkomika, 3(2), 75-86.

Farizi, A. F., Asfani, A. A & Soedibjo. (2016). Desain Sistem Monitoring State of Charge Baterai pada Charging Station Mobil Listrik Berbasis Fuzzy Logic dengan Mempertimbangan Temperature. Jurnal Teknik, 5(2), B278-B282.

Hayusman, L. M., Anam, A dan Hidayat, T. (2018). Pemanfaatan Teknologi Panel Surya Kelompok Petani Bunga Krisan di Desa Blarang dan Desa Gendro Kecamatan Tutur Kabupaten Pasuruan. Jurnal SOLIDITAS, 1(2), 53-58.

Majid, A. (2017). Perancangan Sistem Automatic Transfer Switch (ATS) sebagai Komponen Pelengkap Sistem Hybrid PLN-Sel Surya. Jurnal Teknik Elektro, 7(1), 1-9.

Mansur, A. (2019). Analisa Dampak Bayangan Modul Terhadap Output PLTS. Energi dan Kelistrikan Jurnal Ilmiah, 11(2), 160-170.

Perdana, A. Y. (2020). Analisis Efisiensi Solar Charger Controller Tipe PWM dan MPPT dengan Metode Simulasi: Skripsi Program Studi Fisika. Universitas Negeri Semarang.

PowMr MPPT SERIES MPPT SOLAR CHARGE CONTROLLER FOR MODEL MPPT series: MPPT-30A, MPPT-40A, MPPT-50A, MPPT-60A, diunduh dari https://pdfcoffee.com/powmr-mppt-60a-user-manual-makegreenworldpdf-pdf-free.html pada tanggal 14 Mei 2021.

Ramadhani, B. (2018). Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dos & Don'ts. Jakarta Pusat: Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ).

Saputera, N, Sampe, E. R & Hayusman, L. M. (2020). Teknologi Mesin Penetas Telur Ayam Otomatis dengan Sumber Energi Mandiri untuk Kelompok Peternak Ayam Kelurahan Sungai Ulin Kota Banjarbaru. Jurnal Aplikasi Sains Teknologi Nasional (JASTEN), 1(1), 24-29.

Solar Thailand. Technical Data Sheet Solar Cable PV1-F. diunduh dari https://www.solar-thailand.com/pdf/Datasheet-PV1-F-6-mm2.pdf pada 16 Mei 2021.

Wiranto. (2014). Integrasi Solar Home System dengan Jaringan Listrik PLN Menggunakan Kendali Relay dan Kontaktor Magnet. Jurnal Teknik Elektro*, 2(1)*.