



REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00201808575, 10 April 2018

Pencipta

Nama : (1) Machmud Effendy, S.T., M.Eng (2) Ir. Nur Alif Mardiyah, M.T

Alamat : Jl. Terusan Cakalang 19 A RT.006 RW.002, Kelurahan Polowijen, Kecamatan Blimbing, Malang, Jawa Timur, 65126

Kewarganegaraan : Indonesia

Pemegang Hak Cipta

Nama : UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG

Alamat : Jalan Raya Tlogomas No. 246, Malang, Jawa Timur, 65144

Kewarganegaraan : Indonesia

Jenis Ciptaan : Buku Panduan/Petunjuk

Judul Ciptaan : SOP (Standard Operasional Prosedur) MPPT (Maximum Power Point Tracking) Solar Sel Dan Angin

Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : 1 Oktober 2017, di Malang

Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama 50 (lima puluh) tahun sejak Ciptaan tersebut pertama kali dilakukan Pengumuman.

Nomor pencatatan : 000105048

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.
Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.



a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL

Dr. Freddy Harris, S.H., LL.M., ACCS.
NIP. 196611181994031001

11 APR 2018

Malang,
Keterangan :

For copy ini, sesuai dengan...

SOP

STANDARD OPERASIONAL PROSEDUR

MPPT

(MAXIMUM POWER POINT TRACKING) SOLAR SEL DAN ANGIN

Machmud Effendy
Nuralif

SOP (Standard Operasional Prosedur)

MPPT Solar Sel dan Angin

Machmud Effendy
Nuralif

SOP (STANDARD OPERASIONAL PROSEDUR)

MPPT (MAXIMUM POWER POINT TRACKING)

SOLAR SEL DAN ANGIN

Penulis:

Machmud Effendy
Nuralif

Desain Cover dan Setting : Lukman

Hak Cipta dilindungi Undang-undang
Dilarang mengutip, memperbanyak dan menerjemahkan
sebagian atau seluruh isi buku ini
Tanpa seizin tertulis dari Penulis
Malang – Indonesia

DAFTAR ISI

I. Pendahuluan	1
1.1 Tujuan	1
1.2 Deskripsi Umum	1
1.3 Instruksi Proteksi	2
II. Spesifikasi Alat	5
III. Tampilan Alat	6
IV. Dimensi Alat	8
V. Petunjuk Instalasi	9
VI. Prosedur Pengoperasian	11
VII. Prosedur Pengaman	12
VIII. Tahapan Pengisian Baterai	14

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami haturkan kepada Allah SWT, berkat rahmat dan petunjuknya, kami dapat menyelesaikan penyusunan buku SOP (standard operasional prosedur) MPPT solar sel dan angin untuk mengisi (*charging*) baterai.

Universitas Muhammadiyah Malang memiliki renstra penelitian, yang salah satu topiknya adalah tentang energi terbarukan. Merujuk pada renstra penelitian tersebut, maka dibuatlah penelitian tentang sistem kontrol PLTS (pembangkit listrik tenaga surya) dan PLTB (Pembangkit Listrik Tenaga Bayu/angin) yang dilengkapi dengan teknologi MPPT (Maximum Power Point Tracking). Sebagai lanjutan dari penelitian sebelumnya yang masih membuat pemodelan teknologi MPPT, maka fokus penelitian ini adalah membuat perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) teknologi MPPT pada sistem kontrol hibrid PLTS dan PLTB.

Buku ini dirancang sebagai panduan pengoperasian dalam penggunaan modul MPPT solar sel dan angin sehingga bisa dimanfaatkan masyarakat luas dalam mengoperasikan MPPT.

Buku SOP ini diharapkan bisa menginspirasi pembaca untuk mengembangkan alat pengisian baterai

menggunakan energi matahari dan energi angin, sehingga mampu meningkatkan efisiensi daya listrik solar sel dan generator angin.

Buku SOP ini sebagai salah satu contoh pemanfaatan energi solar dan energi angin untuk mengisi baterai. Masih banyak variasi yang bisa dikembangkan sesuai dengan kreasi kita masing-masing. Oleh karena itu harapan bagi pembaca buku SOP ini bisa mengembangkan lagi lebih komprehensif.

Tentunya buku SOP ini masih jauh dari sempurna, dan sangat besar peluangnya untuk dikembangkan. Oleh karena itu kritik, saran berupa modifikasi bentuk dan strategi pengembangannya yang konstruktif bisa disampaikan kepada kami baik secara lisan maupun melalui email machmud@umm.ac.id. Harapan ke depan bisa terwujud SOP yang selalu *update* dan siap diimplementasikan .

Malang,

Penulis

I. PENDAHULUAN

1.1 Tujuan

Buku ini menjelaskan tentang petunjuk instalasi dan pengoperasian alat. Mohon baca buku SOP ini dengan seksama sebelum melakukan instalasi dan pengoperasian alat.

1.2 Deskripsi Umum

Terima kasih telah memilih alat MPPT solar sel dan angin. Alat ini merupakan alat kontrol untuk mengisi baterai menggunakan sumber energy matahari (solar) dan angin (wind) berbasis teknologi MPPT.

Pengisian baterai menggunakan teknologi MPPT yang dilengkapi dengan algoritma Fuzzy Controller, mampu memperpanjang umur baterai dan meningkatkan unjuk kerja system.

MPPT (Maximum Power Point Tracker) Solar dan Angin didesain untuk memaksimalkan daya listrik dari panel surya dan turbin angin ke baterai. Dengan teknologi MPPT, mampu meningkatkan efisiensi keluaran daya listrik solar sel dan turbin angin hingga 90% menggunakan algoritma cerdas yaitu Fuzzy Control. Algoritma ini telah banyak diimplementasikan pada perangkat elektronika yang lain seperti mesin cuci dan AC (Air Conditioning).

MPPT solar sel dan angin merupakan gabungan antara MPPT solar dan MPPT angin. Dimana MPPT Solar Sel mampu mengisi baterai dengan tegangan listrik dibawah tegangan solar sel dan MPPT angin juga mampu mengisi baterai dengan tegangan listrik yang stabil, karena MPPT angina dilengkapi dengan converter tipe Buck-Boost yang mampu menstabilkan tegangan dari generator listrik.

Alat ini dilengkapi dengan LCD (Liquid Crystal Display) untuk menampilkan informasi status sistem dan informasi penyimpanan data. Alat ini juga dilengkapi dengan sistem keamanan baterai, dimana saat baterai sudah terisi penuh, maka tidak akan ada arus listrik yang mengalir ke baterai, dan saat baterai sudah mulai kosong, maka sistem akan mulai mengisi arus listrik kembali.

Sistem MPPT akan membaca tegangan baterai saat pertama kali dioperasikan dengan besar tegangan 12V. Kemudian sistem akan membaca tegangan dan arus solar panel dan mencari titik daya maksimum.

1.3 Instruksi Proteksi

- a. Sebelum mengoperasikan alat, baca terlebih dahulu semua instruksi pengoperasian MPPT, baterai, dan beban listrik

- b. Jangan melakukan perbaikan alat sendiri. Bawalah ke *service Center* ketika membutuhkan perbaikan. Perbaikan alat yang salah mengakibatkan resiko kebakaran atau hubung singkat.
- c. Untuk menghindari resiko hubung singkat, putus semua pengkabelan sebelum melakukan perawatan atau pembersihan. Mematikan alat saja, tidak akan mengurangi resiko hubung singkat.
- d. Hanya petugas yang berkompoten yang diperbolehkan untuk menghubungkan alat dengan baterai dan beban
- e. Hindari melakukan pengisian (*charging*) baterai dalam keadaan beku.
- f. Untuk mendapatkan hasil yang optimal, gunakan kabel yang sesuai dengan spesifikasinya
- g. Berhati-hatilah ketika melakukan pekerjaan menggunakan alat bantu berbahan metal di sekitar baterai. Hal ini akan mengakibatkan ledakan kecil, ketika terdapat percikan api yang diakibatkan adanya gesekan alat bantu berbahan metal.
- h. Baca petunjuk instalasi alat secara detil, terutama saat memutuskan hubungan listrik solar sel atau terminal baterai.
- i. Instruksi Pentanahan (*grounding*), Alat MPPT ini seharusnya di hubungkan dengan system pentanahan

yang permanen. Pastikan untuk mematuhi aturan pentanahan yang ditetapkan oleh standard nasional Indonesia (SNI)

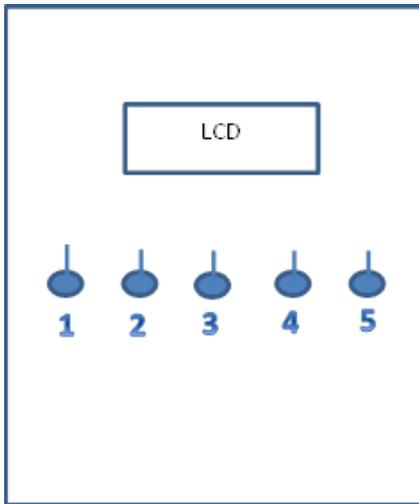
- j. Jangan sekali-kali menghubungkan singkat terminal baterai.
- k. Peringatan!! Hanya petugas yang mempunyai kompetensi khusus yang bisa melakukan perbaikan alat ini. Jika masih terjadi kesalahan (*error*) setelah mengikuti petunjuk SOP ini, silahkan kembalikan alat ini kepada petugas yang berwenang.

II. SPESIFIKASI ALAT

- a. Teknologi Maximum Power Point Tracking menggunakan algoritma kecerdasan buatan yang mampu meningkatkan efisiensi 20%-25%
- b. Maksimal *charging* arus sampai 20 Ampere
- c. Maksimum efisiensi hingga 90%
- d. LCD Display 4 x 20
- e. Untuk baterai 12V
- f. Memiliki sistem proteksi input dari solar sel dan generator listrik.
- g. Memiliki system proteksi output ke beban listrik
- h. Memiliki system proteksi untuk baterai
- i. Mempunyai 2 input yang dihubungkan ke panel surya dan generator angin.
- j. Mempunyai media penyimpanan hingga 512 Kilo Bytes

III. TAMPILAN ALAT

a. Tampilan tampak depan

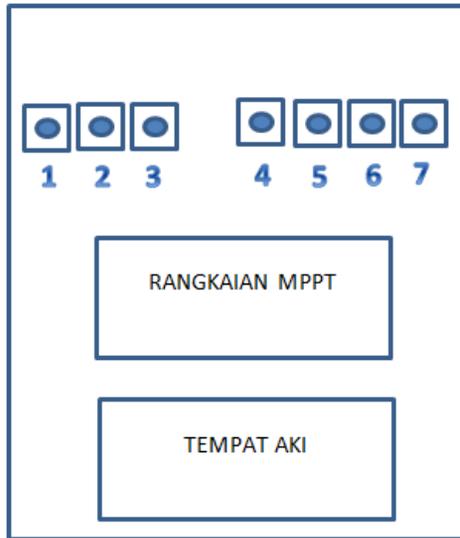


Keterangan :

LCD untuk menampilkan parameter kelistrikan seperti tegangan dan arus dari PLTB (pembangkit listrik tenaga bayu/angina), solar panel dan baterai.

1. Saklar untuk mengaktifkan beban lampu
2. Saklar untuk mengaktifkan Baterai
3. Saklar untuk mengaktifkan Beban listrik tambahan
4. Saklar untuk mengaktifkan Solar Sel
5. Saklar untuk mengaktifkan PLTB

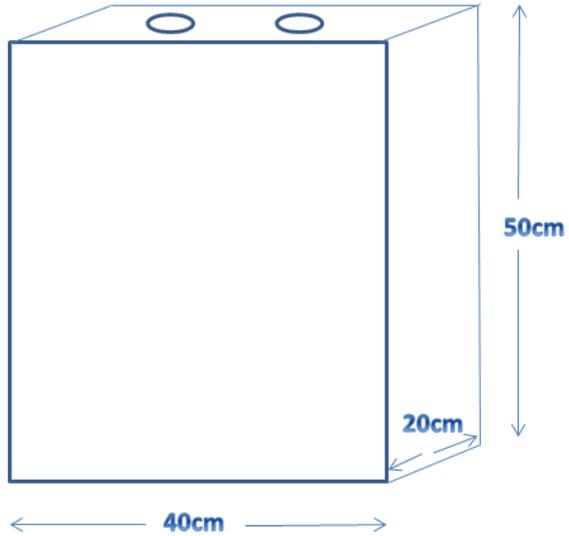
b. Tampilan tampak dalam



Keterangan :

1. Terminal untuk menyambungkan ke PLTB
2. Terminal untuk menyambungkan ke Solar
3. Terminal untuk menyambungkan ke Ground
4. Terminal untuk menyambungkan ke beban DC (+)
5. Terminal untuk menyambungkan ke beban DC (-)
6. Terminal untuk menyambungkan ke Baterai (+)
7. Terminal untuk menyambungkan ke Baterai (-)

IV. DIMENSI ALAT



V. PETUNJUK INSTALASI

- a. Baca petunjuk instalasi sebelum mengoperasikan MPPT
- b. Sebelum melakukan instalasi alat, pastikan bahwa tidak ada kerusakan fisik pada alat. Anda seharusnya menerima beberapa item berikut ini:
 - MPPT Solar and Wind Charger
 - Buku SOP
 - Kabel power
- c. MPPT didesain hanya untuk diletakkan di dalam ruang (indoor)
- d. Sebelum melakukan pengkabel (*wiring*), mohon *box cover* diambil untuk memudahkan proses pengkabelan
- e. Tempatkan MPPT didalam ruangan yang mempunyai ventilasi
- f. Tempatkan MPPT pada posisi yang mudah dalam pembacaan LCD
- g. MPPT harus dipasang pada posisi vertikal terhadap tembok
- h. Jangan meletakkan MPPT didekat air
- i. Jangan meletakkan MPPT ditempat yang langsung terkena sinar matahari atau benda-benda panas lainnya
- j. Jangan memasang MPPT di permukaan kayu. Pasang MPPT di permukaan dinding yang datar.
- k. Dilarang meletakkan sesuatu diatas MPPT

- l. Tempatkan MPPT pada suhu kamar antara 25⁰-40⁰ C
- m. Pastikan bahwa kabel yang digunakan sesuai dengan kebutuhan arus listrik. Seperti yang ditunjukkan pada table dibawah ini.

Arus (A)	Jenis Kabel	Suhu 20 ⁰ C	>Suhu 20 ⁰ C
20	Copper	2.5mm ²	4mm ²
	Alumunium	2.5mm ²	4mm ²

- n. Arus lebih (*over current*) proteksi: *circuit breaker* atau *fuses* harus dipasang pada terminal baterai, rangkaian solar, dan rangkaian generator angin. *Circuit breaker* pada terminal baterai sebesar 125% dari arus maksimum. Rekomendasi parameter kelistrikan fuse ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Ukuran minimum fuse
1.25 x 20 amps = 25 amps

VI. PROSEDUR PENGOPERASIAN

- a. Pastikan bahwa polaritas tegangan baterai, solar sel, dan generator angin sesuai dengan polaritas tegangan sistem MPPT.
- b. Baterai harus terhubung ke sistem MPPT sebelum mengoperasikan MPPT. Perangkat kontrol MPPT tidak akan bekerja hanya dengan input solar sel dan generator angin saja.
- c. Pastikan bahwa semua saklar dalam kondisi OFF (posisi ke bawah)
- d. Hubungkan terminal 1 ke PLTB, terminal 2 ke solar, terminal 3 ke ground, terminal 4 ke beban DC (+), terminal 5 ke beban DC (-), terminal 6 ke baterai (+), dan terminal 7 ke baterai (-)
- e. Aktifkan saklar 2 sehingga ON (posisi keatas)
- f. Tunggu sampai LCD pada MPPT menyala
- g. Aktifkan saklar 4 sehingga ON (posisi ke atas)
- h. MPPT akan melakukan proses pencarian daya maksimum solar panel
- i. MPPT solar sel akan mulai mengisi baterai
- j. Aktifkan saklar 1 dan saklar 5 sehingga ON
- k. MPPT akan melakukan proses pencarian daya maksimum turbin + generator angin
- l. MPPT angin akan mulai mengisi baterai

VII. PROSEDUR PENGAMANAN

- a. Pastikan koneksi baterai sesuai dengan polaritas tegangan. Nyalakan fuse pada baterai dan ukur tegangan listrik baterai sebelum menghubungkan ke sistem MPPT. Dan matikan fuse baterai sebelum melakukan pengkabelan
 - Hubungkan terminal positif baterai ke terminal positif MPPT.
 - Hubungkan terminal negatif baterai ke terminal negatif MPPT.
- b. Pastikan koneksi solar sel sesuai dengan polaritas tegangan. Nyalakan fuse pada solar sel dan ukur tegangan listrik solar sel sebelum menghubungkan ke sistem MPPT. Dan matikan fuse solar sel sebelum melakukan pengkabelan
 - Hubungkan terminal positif solar sel ke terminal positif MPPT.
 - Hubungkan terminal negatif solar sel ke terminal negatif MPPT.
 - Pastikan bahwa sekrup pada terminal power benar-benar kencang menggunakan alat standard.
- c. Gunakan kabel tembaga untuk menghubungkan terminal pentanahan (*grounding*) didalam kotak panel ke pentanahan di bumi. Terminal pentanahan ditandai

dengan simbol khusus seperti ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Besarnya kabel pentanahan minimal menggunakan ukuran 10 mm².

VIII. TAHAPAN PENGISIAN BATERAI

Pengisian baterai mengikuti 3 tahapan yaitu:

- a. Bulk charge stage, adalah tahapan pengisian baterai yang pertama kali, dimana tegangan yang diisikan ke baterai mulai meningkat dan menuju tegangan maksimum, sedangkan arusnya diisikan dengan nilai maksimal.
- b. Absorption stage, adalah tahapan pengisian yang kedua, dimana tegangan yang diisikan ke baterai konstan pada titik maksimum, sedangkan besarnya arus yang diisikan mulai melemah dan menuju nilai minimum.
- c. Float stage, adalah tahapan pengisian baterai terakhir, dimana tegangan yang diisikan ke baterai mulai melemah sampai pada titik minimum, sedangkan besarnya arus yang diisikan ke baterai tetap pada titik minimum hingga baterai dalam kondisi penuh (*full charge*).