

# Jurnal Ilmiah

## ENERGI & KELISTRIKAN



SEKOLAH TINGGI TEKNIK - PLN

PRAKIRAAN KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK WILAYAH JAWA - BALI TAHUN 2017 - 2036 DENGAN GABUNGAN METODE ANALITIS, EKONOMETRI, DAN KECENDERUNGAN

*Soetjipto Soewono; John Pantouw; Septianissa Azzahra*

IMPLEMENTASI LOGIKA FUZZY UNTUK SISTEM OTOMATISASI PENGATURAN PENGISIAN BATERE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA

*Tri Joko Pramono; Dhami Johar Damiri; Supriadi Legino*

STUDI PENYIMPANAN ENERGI PADA BATERAI PLTS

*Retno Aita Diantari; Erlina; Christine Widyastuti*

POTENSI PEMANFAATAN BIOMASSA SEKAM PADI UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK MELALUI TEKNOLOGI GASIFIKASI

*Isworo Pujotomo*

KONTROL PENERANGAN TENAGA SURYA SEBAGAI IMPLEMENTASI DARI LISTRIK KERAKYATAN

*Muchamad Nur Qosim; Isworo Pujotomo; Heri Suyanto*

ANALISIS PENGGUNAAN LISTRIK ARUS SEARAH UNTUK MENINGKATKAN LAJU PRODUKSI MINYAK BUMI JENIS MINYAK BERAT

*M. Hafidz; Martin Choirul Fatah; Sandy Suryakusuma*

STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP 2X50 MW DENGAN MENGGUNAKAN *BOILER CIRCULATING FLUIDIZED BED COMBUSTION* DI KENDARI, SULSELBAR

*Harun Al Rasyid; Haqimul Batih; Raden Edi Sewandono*

STUDI METODE PENGANTIAN RELAI MEKANIS MENJADI ELEKTRIS PANEL TEGANGAN MENENGAH PLTU UNIT 4 MUARA KARANG

*Zainal Arifin; Santoso Januwarsono; Ryan Farieztya*

KAJIAN PEMASANGAN *LIGHTNING ARRESTER* PADA SISI HV TRANSFORMATOR DAYA UNIT SATU GARDU INDUK TELUK BETUNG

*Ibnu Hajar; Eko Rahman*

ISSN 1979-0783



9 771979 078352

SEKOLAH TINGGI TEKNIK - PLN (STT-PLN)

ENERGI & KELISTRIKAN

VOL. 9

NO. 2

HAL. 101 - 179

JUNI - DESEMBER 2017

ISSN 1979-0783

# IMPLEMENTASI LOGIKA FUZZY UNTUK SISTEM OTOMATISASI PENGATURAN PENGISIAN BATERE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA

Tri Joko Pramono<sup>1)</sup>, Dhami Johar Damiri<sup>2)</sup>, Supriadi Legino<sup>3)</sup>

Teknik Elektro, STT-PLN

<sup>1</sup>trijoko\_pramono@yahoo.co.id,

<sup>2</sup>didhamiri@gmail.com

<sup>3</sup>supriadilegino@gmail.com

**Abstract** : Solar power plants (PLTS) as power plants that use solar rays to generate electrical energy have a big role in reducing the burden of reducing CO<sub>2</sub> emissions. Electrical energy generated by solar panels in the form of direct current (DC / direct current) low voltage. This electrical energy will be collected and stored in a battery (accumulator / battery) through a battery charging controller or so-called solar charge controller that serves as a controller charging process so that the voltage and current are filled to the battery does not exceed the ability batteries or overcharge. This research will make the model of charging the batteries in the Solar Charger Controller by using Mamdani's fuzzy inference logic which is used to adjust the direct current that is charged to the battery and transmitted to the load on the PLTS system. This simulation is expected to be applied to a device that acts as a set of excess filling that is streamed from the solar panel to a fuzzy-based battery. Solar Charger based Fuzzy logic controller can be applied to automatically stop the activity if the voltage in the battery by adjusting the charging function and exemption of current from battery to load.

**Keywords** : Fuzzy logic, Mamdani inference, Battery setup automation, Solar Power Plant

**Abstrak** : Pembangkit Listrik Tenaga surya (PLTS) sebagai pembangkit listrik yang menggunakan pancaran sinar matahari untuk membangkitkan energi listrik memiliki peran yang besar dalam mengurangi beban mengurangi emisi CO<sub>2</sub>. Energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya berupa listrik arus searah (DC/direct current) tegangan rendah. Energi listrik ini nantinya akan dikumpulkan dan disimpan dalam sebuah baterai (akumulator/accu) lewat sebuah alat kontrol pengisian aki atau biasa disebut solar charge controller yang berfungsi sebagai pengendali proses pengisian baterai (charging) agar tegangan dan arus yang diisikan ke baterai tidak melewati batas kemampuan baterai atau overcharge. Penelitian ini akan membuat model pengaturan pengisian baterai pada Solar Charger Controller dengan menggunakan logika fuzzy inferensi Mamdani yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan disalurkan ke beban pada sistem PLTS. Simulasi ini diharapkan dapat diterapkan pada alat yang berfungsi sebagai mengatur kelebihan pengisian yang di alirkan dari solar panel ke baterai berbasis fuzzy . Solar Charger controller berbasis logika Fuzzy ini dapat diterapkan secara otomatis menghentikan kegiatan jika tegangan di baterai dengan mengatur fungsi pengisian dan pembebasan arus dari baterai ke beban.

**Kata kunci** : Logika fuzzy, inferensi Mamdani, otomatisasi pengaturan baterai, Pembangkit Listrik tenaga Surya

## 1. PENDAHULUAN

Energi matahari (surya) merupakan salah satu energi yang dapat

dikonversikan menjadi energi listrik dan dapat dimanfaatkan oleh manusia dalam memenuhi kebutuhan energi pada saat ini. Indonesia terletak pada daerah

khatulistiwa yang kaya akan pancaran matahari, karena itu rata-rata musim kemarau (panas) sangat panjang, sehingga sinar matahari salah satunya dapat dimanfaatkan untuk membangkitkan energi listrik. Penggunaan energi matahari secara umum dapat dibedakan antara pemanfaatan secara tidak langsung, yaitu dengan mengolah pergerakan angin sebagai efek tidak langsung energi surya, maupun pemanfaatan secara langsung. Dalam sistem ini dibedakan antara sistem *thermosyphoning*, yang memanfaatkan panas radiasi matahari melalui benda padat, cair, udara, dan sistem foto-voltaik (*PV system*) yang mengkonversikan panas matahari langsung menjadi arus listrik dengan bantuan sel surya (*PV cell*). Pembangkit Listrik Tenaga surya (PLTS) tidak hanya berguna bagi rakyat Indonesia yang tinggal di daerah kepulauan untuk meningkatkan kemandirian di bidang energi tetapi juga berguna untuk mengurangi beban mengurangi emisi CO<sub>2</sub>.

Pada prinsipnya pemanfaatan energi surya sebagai tenaga pembangkit energi listrik bertumpu pada sebuah elemen fotolistrik yang berfungsi sebagai pengubah energi cahaya (bukan panas) ke energi listrik yang biasa disebut sel surya atau *solar cell*. Karena sebuah sel surya hanya menghasilkan tegangan dan arus listrik yang sangat kecil maka beberapa sel surya dirangkai sedemikian rupa sehingga menjadi sebuah panel surya atau *solar panel*. Energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya berupa listrik arus searah (*DC/direct current*) tegangan rendah. Energi listrik ini nantinya akan dikumpulkan dan disimpan dalam sebuah baterai (akumulator/accu) lewat sebuah alat kontrol pengisian aki atau biasa disebut *solar charge controller* yang berfungsi sebagai pengendali proses pengisian baterai (*charging*) agar tegangan dan arus yang diisikan ke baterai tidak melewati batas kemampuan baterai atau *overcharge*. Pencegahan kondisi *overcharge* perlu dilakukan agar baterai bisa memiliki umur yang relatif panjang diperlukan sebuah *control charger* yang diharapkan dapat mengontrol proses pengisian baterai agar tidak terjadi *overcharge* ataupun arus yang masuk ke baterai dapat

mempengaruhi usia baterai menjadi lebih lama.

Logika fuzzy Saat ini telah berhasil menerobos kendala-kendala yang dulu pernah ditemui dan segera menjadi basis teknologi tinggi. Penerapan teori logika ini dianggap mampu menciptakan sebuah revolusi dalam teknologi. Pada tahun 90-an para manufaktur industri yang bergerak di bidang *Distributed Control System (DCSS)*, *Programmable Controllers (PLCs)*, dan *Microcontrollers (MCUs)* telah menyatukan sistem logika fuzzy pada barang produksi mereka dan memiliki prospek ekonomi yang baik. Ada dua alasan utama yang mendasari pengembangan teknologi berbasis sistem fuzzy: adalah menjadi *state-of-the-art* dalam sistem kendali berteknologi tinggi. Pengendali fuzzy terkenal karena kehandalannya, mudah diperbaiki, dan yang lebih penting lagi pengendali fuzzy memberikan pengendalian yang sangat baik dibandingkan teknik lain, yang biasanya membutuhkan usaha dan dana yang lebih besar.

Sistem pengendali berbasis logika fuzzy sangat bermanfaat pada aplikasi-aplikasi sistem identifikasi dan pengendalian *ill-structured*, di mana linieritas dan invariansi waktu tidak bisa ditentukan dengan pasti, karakteristik proses mempunyai faktor *lag*, dan dipengaruhi oleh derau acak. Bentuk sistem seperti ini jika dipandang sistem konvensional sangat sulit untuk dimodelkan.

Penelitian ini akan membuat simulasi Solar Charger Controller sebagai pengganti alat elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai yang disuply oleh energy matahari dan disalurkan ke beban berbasis logika fuzzy. Simulasi ini diharapkan dapat diterapkan pada alat yang berfungsi sebagai mengatur kelebihan pengisian yang di alirkan dari solar panel ke baterai berbasis fuzzy . Solar Charger controller berbasis logika Fuzzy ini dapat diterapkan secara otomatis menghentikan kegiatan jika Voltase di baterai dengan mengatur fungsi pengisian dan pembebasan arus dari baterai ke beban (alat yang di gunakan).

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Sistem Pembangkitan Energi Listrik Tenaga Surya

Pembangkit listrik tenaga surya adalah pembangkit listrik yang mengubah energi surya (cahaya) menjadi energi listrik. Pembangkitan listrik bisa dilakukan dengan dua cara, yaitu secara langsung menggunakan fotovoltaik dan secara tidak langsung dengan pemusatan energi surya. Fotovoltaik mengubah secara langsung energi cahaya menjadi listrik menggunakan efek fotolistrik. Pemusatan energi surya menggunakan sistem lensa atau cermin dikombinasikan dengan sistem pelacak untuk memfokuskan energi matahari ke satu titik untuk menggerakkan mesin kalor (panas) seperti mesin stirling atau lainnya (Abdullah, Kamarudin; dkk, 2002).

Indonesia memiliki karunia sinar matahari yang hampir sepanjang tahun ada karena Indonesia terletak di wilayah katulistiwa. Hampir di setiap pelosok Indonesia, matahari menyinari sepanjang pagi sampai sore. Energi matahari yang dipancarkan dapat diubah menjadi energi listrik dengan menggunakan panel surya / solar cell. Pembangkit listrik tenaga surya termasuk pembangkit listrik ramah lingkungan, dan sangat menjanjikan. Sebagai salah satu alternatif untuk menggantikan pembangkit listrik menggunakan uap (dengan minyak dan batubara).

Perkembangan teknologi dalam membuat panel surya / solar cell semakin hari semakin lebih baik terutama dalam meningkatkan tingkat efisiensi, pembuatan aki yang tahan lama, pembuatan alat elektronik yang dapat menggunakan Direct Current. Pada saat ini penggunaan tenaga matahari (solar cell) masih mahal karena tidak adanya subsidi dari pemerintah.

### 2.2. Cara kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Cara kerja dari pembangkit listrik tenaga surya cukup sederhana. Komponen utama dari sumber energi ini adalah sel fotovoltaik. Sel tersebut memiliki peranan untuk menangkap panas matahari yang kemudian akan diubah

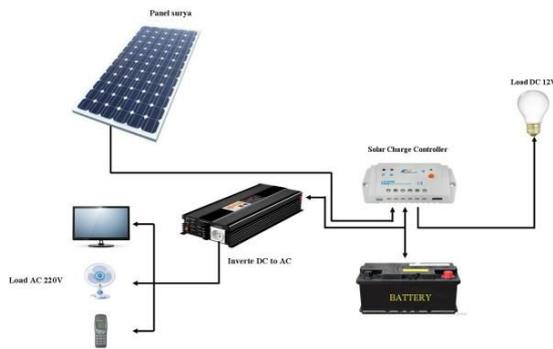
menjadi energi listrik. Jika dibandingkan dengan pembangkit listrik yang lain, jenis pembangkit listrik ini diklaim lebih ramah lingkungan, murah dan hampir tidak memiliki polusi ataupun limbah, hal tersebut merupakan beberapa keuntungan dari pembangkit listrik ini. Setelah panas matahari ditangkap oleh sel fotovoltaik lalu panas tersebut akan digunakan untuk memanaskan cairan yang selanjutnya menjadi uap yang dihasilkan akan dipanaskan oleh sebuah generator yang akhirnya akan menghasilkan listrik. Umumnya prinsip kerja dari pembangkit listrik jenis ini hampir sama seperti cara kerja pembakaran bahan bakar fosil dalam pengolahannya. Yang membedakan dari pembangkit listrik bahan bakar fosil dan pembangkit listrik tenaga matahari ini adalah uap yang dihasilkan bukan dari pembakaran minyak fosil, akan tetapi dari tenaga surya atau cahaya matahari.



**Gambar 1.** Proses konversi energi matahari menjadi energi listrik  
Sumber ( (Sewu, 2014)

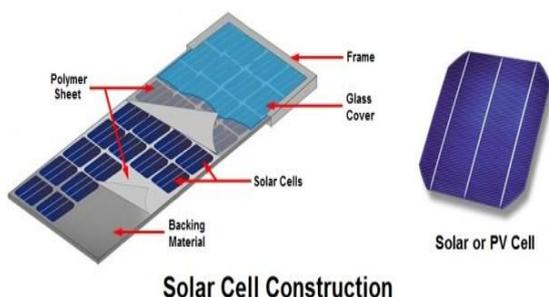
Panel surya / solar cell sebagai komponen penting pembangkit listrik tenaga surya, mendapatkan tenaga listrik pada pagi sampai sore hari sepanjang ada sinar matahari. Umumnya kita menghitung maksimum sinar matahari yang diubah menjadi tenaga listrik sepanjang hari adalah 5 jam. Tenaga listrik pada pagi – sore disimpan dalam baterai, sehingga listrik dapat digunakan pada malam hari, dimana tanpa sinar matahari. Karena pembangkit listrik tenaga surya sangat tergantung kepada sinar matahari, maka perencanaan yang baik sangat diperlukan. Perencanaan terdiri dari: Jumlah daya yang dibutuhkan dalam pemakaian sehari-

hari (Watt). Berapa besar arus yang dihasilkan panel surya / solar cell (dalam Ampere hour), dalam hal ini memperhitungkan berapa jumlah panel surya / solar cell yang harus dipasang. Berapa unit baterai yang diperlukan untuk kapasitas yang diinginkan dan pertimbangan penggunaan tanpa sinar matahari. (Ampere hour).



**Gambar 2.** Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Surya  
Sumber (Sewu, 2014)

Dalam nilai ke-ekonomian, pembangkit listrik tenaga surya memiliki nilai yang lebih tinggi, dimana listrik dari PT. PLN tidak dimungkinkan, ataupun instalasi generator listrik bensin ataupun solar. Misalnya daerah terpencil: pertambangan, perkebunan, perikanan, desa terpencil, dll. Dari segi jangka panjang, nilai ke-ekonomian juga tinggi, karena dengan perencanaan yang baik, pembangkit listrik tenaga surya dengan panel surya / solar cell memiliki daya tahan 20 – 25 tahun. Baterai dan beberapa komponen lainnya dengan daya tahan 3 – 5 tahun. Beberapa komponen dari pembangkit listrik tenaga surya (Abdullah, Kamarudin; dkk, 2002)



**Gambar 3.** konstroksi Sel Surya

Pembangkit listrik tenaga surya tipe fotovoltaik adalah pembangkit listrik yang menggunakan perbedaan tegangan akibat efek fotoelektrik untuk menghasilkan listrik. Solar panel terdiri dari 3 lapisan, lapisan panel P di bagian atas, lapisan pembatas di tengah, dan lapisan panel N di bagian bawah. Efek fotoelektrik adalah di mana sinar matahari menyebabkan elektron di lapisan panel P terlepas, sehingga hal ini menyebabkan proton mengalir ke lapisan panel N di bagian bawah dan perpindahan arus proton ini adalah arus listrik.

Solar Charge Controller biasanya terdiri dari: 1 input yang terhubung dengan output solar cell, 1 output yang terhubung dengan baterai atau aki dan output yang terhubung dengan beban (load) dc. arus listrik dc baterai tidak mungkin masuk ke solar cell karena biasanya sudah terpasang "diode protection" yang berfungsi melewatkan arus solar cell ke baterai bukan sebaliknya.



**Gambar 4.** Solar Charge Controller

#### c. Baterai

Baterai merupakan peralatan penting pada suatu Pembangkit Listrik Tenaga Surya.

Baterai menyimpan energi listrik yang diterimanya pada siang hari dan akan dikeluarkan pada malam hari untuk melayani beban (terutama untuk penerangan). Disamping itu baterai juga berfungsi menyediakan daya kepada beban waktu tidak ada cahaya matahari dan harus pula meratakan perubahan – perubahan yang terjadi pada beban.

#### d. Inverter DC to AC

Inverter adalah perangkat elektronika yang dipergunakan untuk mengubah tegangan DC (Direct Current) menjadi

tegangan AC (*Alternating Current*). Output suatu inverter dapat berupa tegangan AC dengan bentuk gelombang sinus, gelombang kotak, dan sinus modifikasi. Sumber tegangan input inverter dapat menggunakan battery, tenaga surya, atau sumber tegangan DC yang lain. Inverter dalam proses konversi tegangan DC menjadi tegangan AC membutuhkan suatu penaik tegangan berupa step up transformer.

### 2.3. Logika Fuzzy

*Fuzzy system* adalah sistem yang dibangun berdasarkan aturan-aturan (pengetahuan) yang berupa koleksi aturan IF – THEN ( JIKA – MAKA ). Alasan menggunakan logika *fuzzy* yaitu: konsep logika *fuzzy* mudah dimengerti, sangat fleksibel, memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat, mampu memodelkan data-data nonlinier yang sangat kompleks, dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan, dapat bekerjasama dengan teknik kendali secara konvensional pada bahasa alami. (Kusumadewi, 2002)

Logika *fuzzy* menggunakan satu set aturan untuk menggambarkan perilakunya. Aturan-aturan tersebut menggambarkan kondisi yang diharapkan dan hasil yang diinginkan dengan menggunakan *statemen IF... THEN*.

Suatu himpunan *fuzzy*  $A$  dalam semesta pembicaraan dinyatakan dengan fungsi keanggotaan (*membership function*)  $\mu_A$ , yang harganya berada dalam interval  $[0,1]$ . Secara matematika hal ini dinyatakan dengan persamaan  $\mu_A: U \rightarrow [0,1]$  ..... (2.1)

Himpunan *fuzzy*  $A$  dalam semesta pembicaraan  $U$  biasa dinyatakan sebagai sekumpulan pasangan elemen  $u$  ( $u$  anggota  $U$ ) dan besarnya derajat keanggotaan (*grade of membership*) elemen tersebut sebagai berikut :

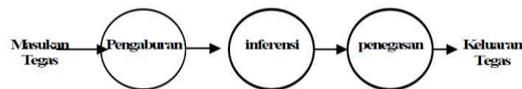
$$A = \{(u, \mu_A(u)) / u \in U\} \dots \dots \dots (2.2)$$

Jika  $U$  adalah diskrit, maka  $A$  bisa dinyatakan dengan :

$$A = \sum_{i=1}^n \mu_A(u_i/u_i) \dots \dots \dots (2.3)$$

#### 2.3.1. Pendekatan Logika Fuzzy

Logika fuzzy menurut (Kusumadewi, 2002) dapat diimplementasikan dalam tiga tahapan seperti terlihat pada Gambar 2.5



Gambar 5. Tahapan Implementasi logika fuzzy

1. Tahap pengaburan (*fuzzyfication*), yakni pemetakan dari masukan tegas ke himpunan kabur.

Proses fuzzyfikasi merupakan proses untuk mengubah variabel *non fuzzy* (variable numerik) menjadi variabel *fuzzy* (variabel linguistik). Nilai masukan-masukan yang masih dalam bentuk variabel numerik yang telah dikuantisasi sebelum diolah oleh pengendali *fuzzy* harus diubah terlebih dahulu ke dalam variabel *fuzzy*. Melalui fungsi keanggotaan yang telah disusun maka nilai-nilai masukan tersebut menjadi informasi *fuzzy* yang berguna nantinya untuk proses pengolahan secara *fuzzy* pula. Proses ini disebut fuzzyfikasi.

2. Tahap inferensi, yaitu pembangkitan aturan *fuzzy*.

Pada umumnya, aturan-aturan *fuzzy* dinyatakan dalam bentuk "*IF...THEN*" yang merupakan inti dari relasi *fuzzy*. Relasi *fuzzy*, dinyatakan dengan  $R$ , juga disebut implikasi *fuzzy*. Untuk mendapatkan aturan "*IF...THEN*" ada dua cara utama :

- a. Menanyakan ke operator manusia yang dengan cara manual telah mampu mengendalikan sistem tersebut, dikenal dengan "*human expert*".
- b. Dengan menggunakan algoritma pelatihan berdasarkan data-data masukan dan keluaran.

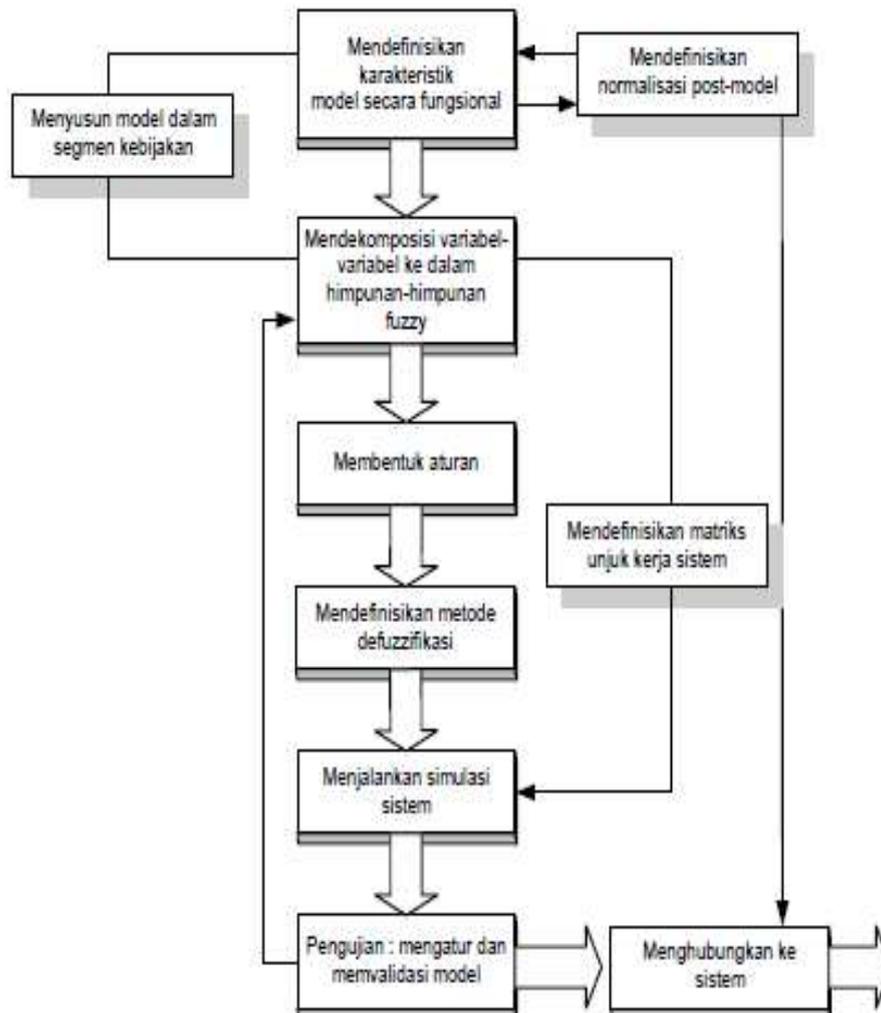
3. Tahap penegasan (*Defuzzyfication*), yaitu transformasi keluaran dari nilai kabur ke nilai tegas

Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan fuzzy dalam range tertentu,

maka harus dapat diambil suatu nilai crisp tertentu sebagai output.

### 3. METODE PENELITIAN

Secara garis besar untuk perancangan suatu sistem fuzzy perlu dilakukan beberapa tahapan yaitu :



Penelitian dilakukan di Research and training Center for Renewable energy Power System, Sekolah Tinggi Teknik PLN terhadap baterai yang terpasang pada sistem PLTS yaitu Baterai jenis VRLA. Baterai VRLA dengan kode produk DB 12-100 adalah baterai buatan BSB Power Co. Ltd. yang desain untuk aplikasi pembangkit surya dengan karakteristik suhu tropis. Baterai ini menurut (Trinh, 2012) dirancang menggunakan komponen yang sesuai dengan kebutuhan desain baterai *deep cycle* menggunakan separator/pemisah khusus untuk baterai gel dan plat dengan spesifikasi *deep cycle*. Hal ini terlihat dari massa baterai mencapai 3 sampai 4 kali massa baterai otomotif dengan kapasitas setara [4 dan 11]. Baterai ini dirancang untuk siklus

pengisian dan pengosongan yang sering pada lingkungan yang ekstrim. Dengan menggabungkan pengembangan elektrolit Nano Gel terbaru dengan pasta kepadatan tinggi, baterai ini menawarkan efisiensi penggunaan yang tinggi pada siklus pengisian yang sangat rendah. Baterai ini cocok untuk penyimpanan energi yang berbasis energi terbarukan seperti PV, sistem PLT turbin angin dan CATV.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Pengujian

Hasil dari proses fuzzifikasi setiap diberikan input akan memberikan keluaran level sesuai dengan rule base yang telah dibuat. Keakuratan dari sistem yang telah

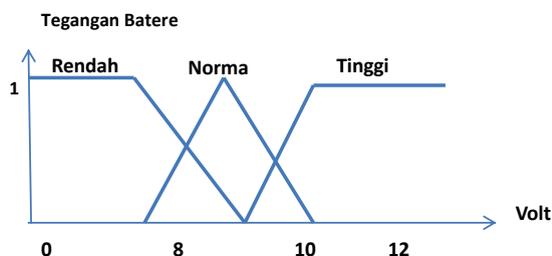
dibuat sangat tergantung dengan rule basenya. Pengujian dilakukan dengan Metode Mamdani sering juga dikenal dengan nama Metode Max-Min yang diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan output, diperlukan 4 tahapan:

- a. Pembentukan himpunan fuzzy
- b. Aplikasi fungsi implikasi (aturan)
- c. Komposisi aturan
- d. Penegasan (defuzzy)

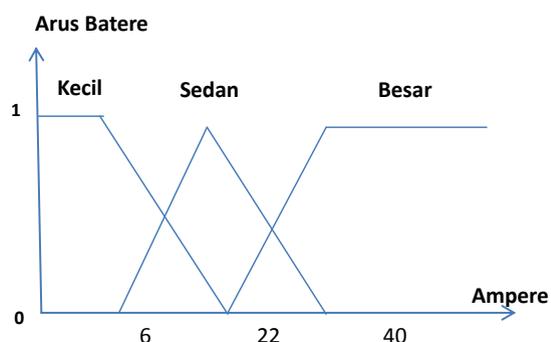
### 1. Pembentukan himpunan fuzzy

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sejauhmana logika fuzzy inferensi mamdani dapat menyelesaikan permasalahan. Permasalahan yang dihadapi adalah mencari waktu pengisian ideal jika diketahui tegangan dan arus batere pada saat itu. Pembentukan himpunan fuzzy diawali dengan membentuk kurva fuzzy input dan output.

- a. Kurva Fuzzy Input

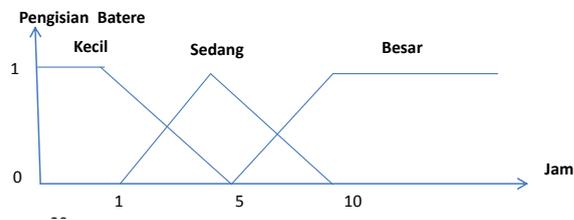


**Gambar 6.** Kurva Fuzzy Tegangan Batere



**Gambar 7.** Kurva Fuzzy Arus Batere

- b. Kurva Fuzzy Output



**Gambar 8.** Kurva Fuzzy Tegangan Batere

Misalnya pada saat ini di ketahui arus dan tegangan pada batere adalah 9 volt dan 25 ampere, maka untuk mengetahui berapa lama pengisian batere secara ideal, langkah pertama adalah fuzzyfikasi yaitu mencari mencari nilai fuzzy dari arus 25 Ampere dan tegangan 9 Volt. Hasilnya disajikan pada Tabel 4.1 dan 4.2

**Tabel 1.** Fuzzyfikasi Tegangan 9 Volt

Himpunan Fuzzy	Nilai Fuzzy ( $\mu$ )
Rendah	0,5
Normal	0,5
Tinggi	0

**Tabel 2.** Fuzzyfikasi Arus 25 Ampere

Himpunan Fuzzy	Nilai Fuzzy ( $\mu$ )
Kecil	0
Sedang	0,83
Besar	0,17

### 2. Aplikasi fungsi implikasi

Pada Metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah mencari nilai yang paling kecil (minimum) dari tiap aturan dengan menggunakan operator AND.

$$\mu[R1] = \min (0.5 , 0) \text{ hasilnya } 0$$

$$\mu[R2] = \min (0.5 , 0.83) \text{ hasilnya } 0.5$$

$$\mu[R3] = \min (0.5 , 0.17) \text{ hasilnya } 0.17$$

$$\mu[R4] = \min (0.5 , 0) \text{ hasilnya } 0$$

$$\mu[R5] = \min (0.5 , 0.83) \text{ hasilnya } 0.5$$

$$\mu[R6] = \min (0.5 , 0.17) \text{ hasilnya } 0.17$$

$$\mu[R7] = \min (0 , 0) \text{ hasilnya } 0$$

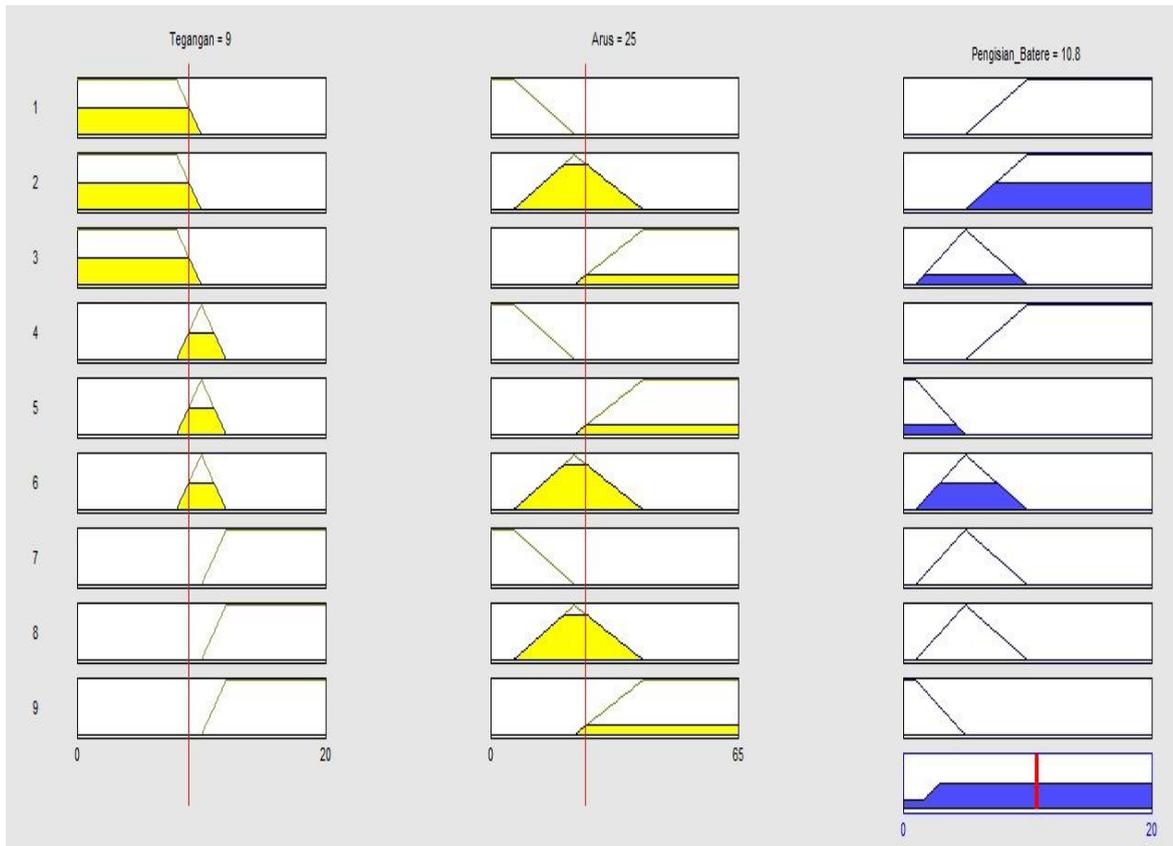
$$\mu[R8] = \min (0 , 0.83) \text{ hasilnya } 0$$

$$\mu[R9] = \min (0 , 0.17) \text{ hasilnya } 0$$

### 3. Komposisi Aturan

Komposisi aturan yang digunakan pada inferensi fuzzy Mamdani adalah Maksimum (MAX). Pada metode ini, solusi himpunan fuzzy yang berbentuk kurva fuzzy diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah fuzzy, dan mengaplikasikannya ke

output dengan menggunakan operator OR (union). Jika semua proposisi telah dievaluasi, maka output akan berisi suatu himpunan fuzzy yang merefleksikan kontribusi dari tiap-tiap proposisi dan output fuzzy berbentuk kurva fuzzy dimana proses komposisi aturan disajikan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4. Komposisi aturan

### 4. Penegasan (defuzzifikasi)

Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan fuzzy dalam range tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai tegas (*crsip*) tertentu sebagai output dengan menggunakan persamaan 2.4 dan menghasilkan nilai tegas untuk lamanya pengisian batere jika tegangan 9 volt dan arusnya adalah 25 ampere, maka pengisian batere nya adalah 2,8 Jam

### 5. KESIMPULAN

Menerapkan metode fuzzy mamdani pada Solar Charger controller berbasis logika fuzzy yang digunakan untuk melindungi batere pada sebuah sistem pembangkit listrik tenaga surya untuk mengatur arus yang masuk dari solar cell ke baterai, menghindari kelebihan arus dan mengatur pengisian batere secara *soft switch*

Setelah dilakukan penelitian tentang penerapan fuzzy logic dengan inferensi Mamdani ini, dapat ditentukan rancangan logic berbasis fuzzy untuk pengaturan kelebihan arus dan tegangan pada batere

dengan menggunakan spesifikasi baterai yang terpasang pada sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dan pengalaman para pakar yang dibentuk dalam kurva fuzzy dan aturan yang diharapkan dapat menghindari kelebihan arus dalam mengatur pengisian baterai serta melindungi baterai pada sebuah sistem pembangkit listrik tenaga surya untuk mengatur arus yang masuk dari solar cell ke baterai dengan pendekatan teknologi *soft switch*

## REFERENSI

- Abdullah, Kamarudin; dkk. (2002). *Energi dan Listrik Pertanian*. Bogor: JICA - DGHE IPB Project.
- Anonim. (2017, 04 18). <http://kelas-fisika.com/2017/04/18/pembangkit-listrik-tenaga-surya-pengertian-cara-kerja-dan-kelebihan-dan-kekurangannya/>. Retrieved 09 12, 2017, from kelas-fisika.com: [www.kelas-fisika.com](http://www.kelas-fisika.com)
- Hagiwara, M. (2003). *Neuro-Fuzzy-GA*. Sangyotosho: Sangyotosho Publisher.
- Kusumadewi, S. (2002). *Analisa dan Desain Sistem Fuzzy menggunakan Toolbox Matlab*. Jakarta: Graha Ilmu.
- Sewu, P. T. (2014, 04). <http://katalognatopringsewu.blogspot.co.id/2014/04/>. Retrieved 09 21, 2017, from [www.katalognatopringsewu.blogspot.co.id](http://www.katalognatopringsewu.blogspot.co.id): [www.katalognatopringsewu.blogspot.co.id](http://www.katalognatopringsewu.blogspot.co.id)
- Trinh, F. (2012). *A Method For Evaluating Battery State Of Charge Estimation Accuracy*. Guthenburg: Chalmers University.
- UTOMO, Y. S. (2015). UJI KINERJA BATERAI DEEP CYCLE PADA SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA PHOTOVOLTAIK. *Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya* (pp. FE-8 - FE17). Jatinangor: Universitas Padjadjaran.