**EKSTRAKSI DAYA MAKSIMUM PADA *PHOTOVOLTAIC* MENGGUNAKAN SISTEM KONTROL *ARTIFICAL NEURAL NETWORK***

**Abstrak**

**Kata Pengantar**

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya, serta shalawat serta salam kepada Nabi Muhammad SAW, hingga terselesaikannya Makalah yang berjudul **EKSTRAKSI DAYA MAKSIMUM PADA *PHOTOVOLTAIC* MENGGUNAKAN SISTEM KONTROL *ARTIFICIAL NUERAL NETWORK*** sebagai tugas besar dari mata kuliah Kontrol Otomatik Lanjut.

Penulis telah banyak memperoleh bantuan dari berbagai pihak dalam penyelesaian makalah ini sebagai tugas besar dari mata kuliah kontrol otomatik lanjut. Penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Aulia Siti Aisjah MT, selaku dosen mata kuliah Kontrol Otomatik Lanjut yang telah dengan sabar membimbing, memberi petunjuk, ilmu serta kesabaran dalam membimbing penulis sehingga tercipta makalah ini.
2. Seluruh teman penulis dalam mengerjakan makalah ini Mas Bagus, Mas Made, Alfi, Rio, Wahyu, Mufit, Mas Berel, Eka Wahyu, Najib, Indra, Mbak Astrid dan Asmaul Seluruh asisten Fisika Rekayasa, Seluruh angkatan Pasca Sarjana TF 2019. Terima kasih untuk semuanya

Penulis sadar bahwa penulisan makalah ini tidaklah sempurna, namun semoga makalh ini dapat memberikan kontribusi yang berarti dan menambah wawasan yang bermanfaat bagi pembaca, keluarga besar Teknik Fisika khususnya, dan civitas akademik ITS pada umumnya. Selain itu juga semoga dapat bermanfaat sebagai referensi belajar terutama untuk pembelajaran sistem kontrol modern bagi mahasiswa yang lain.

Surabaya, 16 Maret 2020

Penulis

**Daftar Isi**

**Daftar Gambar**

**Daftar Tabel**

**BAB I. PENDAHULUAN**

**Latar Belakang**

Indonesia menjadi salah satu negara dengan potensi sumber energi terbarukan yang melimpah. Berdasarkan *Outlook Energi Indonesia* *2016* yang dikeluarkan oleh Dewan Energi Nasional (DEN) untuk sumber daya energi terbarukan surya sangat melimbah potensi yang belum dimaksimalkan, sumber daya sebesar 4,80 kWh/m2/day atau jika diakumulasikan sebesar 207,9 GW dibandingkan kapasitas terpasang hanya sebesar 78,5 MW. Maka diperlukan suatu mekanisme pemanfaatan energy surya yang berlimpah di Indonesia untuk dikonversi menjadi energi listrik, yaitu sel surya (*Photovoltaic*).

*Photovoltaic* adalah suatu sumber energi listrik yang berasal dari pemanfaatannya cahaya matahari sebagai sumber energi menjadi energi listrik (Dzulkarnain , et al., 2014). Menurut Sedra dan Smith dalam Villalva dkk sel surya pada dasarnya merupakan sambungan dioda semikonduktor p-n junction yang terpaparkan sinar matahari secara langsung. sel surya terdiri dari *cell* yang terbuat dari beberapa jenis dari semikonduktor yang berbeda dalam proses pembuatannya. Semikonduktor yang pada umumnya dijadikan sebagai *cell* pada sel surya adalah silikon. Silikon (Si) pada sel surya terdiri layer tipis film Si yang terhubung dengan terminal elektrik. Salah satu sisi dari layar Si diolah untuk membentuk p-n junction. Lapisan logam tipis di tempatkan pada permukaan diatas sel surya yang berhadapan langsung dengan matahari (Villalva, dkk., 2009). Sehingga pengaruh terbesar pada *Photovoltaic* dalam menghasilkan energy listrik adalah irradiasi matahari dan temperature.

Namun, irradiasi matahari dan temperature pada kenyataannya berubah sangat dinamis setiap waktunya. Pada era modern ini telah banyak dikembangkan teknologi untuk memaksimalkan keluaran daya dari *photovoltaic* walaupun dengan keadaan irradiasi matahari dan temperature mengalami perubahan yang dinamis setiap waktunya yang dikenal dengan istilah *Maximum Power Point Tracking* (MPPT). Salah satu sistem kontrol modern yang digunakan untuk memaksimalkan keluaran daya *photovoltaic* adalah menggunakan *Artificial Neural Network* (ANN). Wang dan Shen pada tahun 2018 dalam penelitiannya melakukan penelitian tentang MPPTpada *Photovoltaic* menggunakan kombinasi Evol*utionary Algorithm* dan *Neural Networks,* dimana kombinasi ini dilakukan untuk melakukan estimasi tegangan optimum keluaran dari *Photovoltaic* agar menghasilkan daya maksimum disetiap perubahan irradiasi matahari dan temperature. Selain itu, Veligorskyi dkk pada tahun 2015 juga melakukan penilitian tentang aplikasi ANN pada MPPT *Photovoltaic*, dimana dalam penelitiannya menggabungkan ANN dengan algoritma MPPT *Perturb and Observation* untuk melakukan kontrol, ANN mengunakan *Back Propragation Algorithm* dimana fungsi ANN disini sebagai estimator keluaran tegangan yg optimal agar menghasilkan daya keluaran maksimal.

Pada kedua penelitian diatas menggnakan ANN yang beralgoritma *back propagation* dimana kegunaan ANN pada kedua penelitian sebagai estimator atau sebagai alat prediksi untuk menghasilkan tegangan referensi, yang kemudian diteruskan kepada sistem kontrol untuk memerintahkan actuator dalam hal ini adalah DC-DC Converter. Hal ini menyebabkan mekanisme MPPT pada *photovoltaic* membutuhkan banyak algoritma, dimana hal tersebut akan menyulitkan jika teknologi akan diimplementasikan. Oleh karena itu, pada makalah ini akan dilakukan suatu penelitian MPPT pada *photovoltaic* menggunakan *Back Propagation Neural Network (BPNN)* untuk melakukan kontrol, dimana masukan arus dan tegangan hasil dari *Photovoltaic* dan kondisi lingkungan akan menghasilkan sinyal kontrol untuk diteruskan kepada actuator yaitu *DC-DC Converter* untuk menghasilkan daya keluaran maksimum pada *photovoltaic*

**Rumusan Masalah**

Pada rumusan masalah kali ini yaitu tentang *Back Propagation Neural Network* sebagai salah satu sistem kontrol modern yang mampu menjadi sistem kontrol untuk memaksimalkan keluaran daya *photovoltaic*

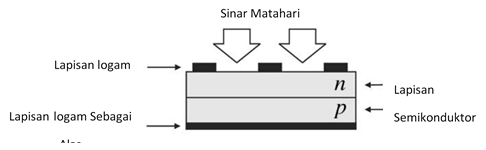
**Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian yang tertuang pada makalah kali ini adalah mendapatkan sistem kontrol *Back Propagation Neural Network* sebagai sistem kontrol modern yang mampu untuk memaksimalkan keluaran daya pada *Photovoltaic*

**BAB II. TINJUAN PUSTAKA**

**2.1 Sel Surya atau *Photovoltaic***

*photovoltaic* pada dasarnya merupakan sambungan dioda semikonduktor *p-n junction* yang terpaparkan sinar matahari secara langsung. sel surya terdiri dari cell yang terbuat dari beberapa jenis dari semikonduktor yang berbeda dalam proses pembuatannya. Semikonduktor yang pada umumnya dijadikan sebagai *cell* pada sel surya adalah silikon. Silikon (Si) pada sel surya terdiri layer tipis film Si yang terhubung dengan terminal elektrik. Salah satu sisi dari layar Si diolah untuk membentuk *p-n junction*. Lapisan logam tipis di tempatkan pada permukaan diatas sel surya yang berhadapan langsung dengan matahari (Villalva, dkk., 2009), maka bentuk lapisan-lapisan panyusun sel surya dapat dilihat pada gambar 1. berikut Kutub Magnet

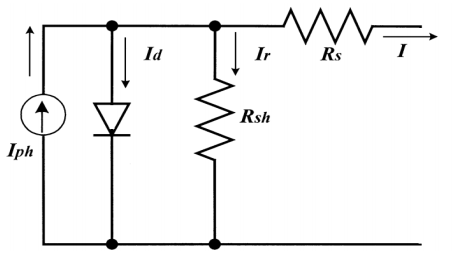
****

**Gambar 2. 1** Struktur pembentuk sel surya cells (Villalva, dkk., 2009)

Cahaya matahari yang mengenai *cell* pada sel surya akan menghasilkan muatan yang berasal dari arus elektrik hal ini dapat terjadi jika *cell* mengalami arus pendek (Moller, 1993). Muatan dihasilkan ketika energi foton dari sinar matahari mampu untuk mengeluarkan elektron kovalen dari semikonduktor, hal ini bergantung dengan bahan semikonduktor dan juga panjang gelombang dari sinar matahari yang mengenai permukaan semikonduktor. Pada dasarnya, fenomena sel surya dapat dideskripsikan sebagai penyerapan radiasi panas matahari, menghasilkan arus, dan perpindahan pembawa muatan pada *p-n junction* serta mengoleksi muatan elektrik pada terminal dari sel surya (Fahrenbruch & Bube , 1983). Sel surya dalam menghasilkan pembawa muatan elektrik bergantung pada *flux* dari cahaya matahari yang mengenai sel surya dan kapasitas penyerapan dari semikonduktor penyusunnya. kapasitas penyusun terutama bergantung dari besarnya nilai *bandgap* semikonduktor, yang terdapat pada permukaan cell, konsentrasi intrinsik dari permbawa muatan semikonduktor, dari mobilitas elektron, nilai rekomendasi, dari termperatur dan beberapa faktor lainnya (Villalva, dkk., 2009).

Radiasi sinar matahari tersusun dari energi-energi foton yang memiliki jumlah energi yang berbeda-beda. Energi foton yang memiliki besar energi kurang dari *bandgap* semikonduktor penyusun sel surya tidak dapat digunakan untuk mengkonversi energi dari radiasi sinar matahari menjadi tegangan maupun arus listrik. Energi foton yang besarnya melebihi energi *bandgap* semikonduktor mampu menghasilkan listrik baik tegangan maupun arus, namun hanya yang besarnya sesuai dengan besar *bandgag* tersebut, sisanya akan menjadi panas pada badan sel surya. Semikonduktor yang mempunyai besar bandgap rendah mempunyai keuntungan rentang spektrum dari radiasi sinar matahari yang mampu dikonversikan menjadi energi listrik lebih besar, namun tegangan yang dihasilkan lebih kecil. Si bukanlah satu-satunya semikonduktor yang digunakan untuk menyusul sel surya, bahkan bukanlah yang terbaik, namun Si mempunyai keuntungan proses fabrikasinya yang ekonomis dalam skala yang besar. Material lain mungkin memang lebih besar dalam efisiensi, namun memiliki biaya produksi yang besar dan biaya komersialisasi yang mahal.

Pada sel surya rangkaian elektrik juga memperngaruhi hasil dari keluaran daya sel surya. Macam-macam rangkaian komponen pada sel surya tergantung pada jumlah hambatannya serta letaknya. Hambatan yang letaknya seri terhadap sumber arus dan berjumlah satu, sedangkan jenis yang lain memiliki dua hambatan yang letaknya seri serta pararel terhadap sumber arus.



**Gambar 2. 2** Rangkaian elektrik pada sel surya secara umum (Broujeni & Fathi, 2013)

Berdasarkan pada gambar 2.2 maka persamaan karakteristik arus dan tegangan () dari sel surya adalah sebagai berikut (Moller, 1993).

(2.1)

(2.2)

(2.3)

Pada persamaan diatas diketahui bahwa adalah arus keluaran dari sel surya, adalah tegangan keluaran dari sel surya. adalah besar arus yang disebabkan oleh besarnya intensitas cahaya, adalah besar irradiasi matahari, adalah muatan elektron. adalah termperatur referensi, adalah temperatur dari *cell.* adalah besarnya *band gap* energi dari silikon, adalah ketetapan Boltzman. adalah besarnya hambatan pada rangkaian seri, adalah besarnya hambatan pada rangkaian parallel. dan adalah konstanta yang besarnya sama. adalah besarnya arus pada *open circuit,* adalah besarnya arus *inverse* pada dioda, dan adalah temperatur koefisien. dapat diganti dengan simbol untuk lebih meringkas persamaan diatas. Diantara parameter-parameter pada persamaan diatas nilai : , dan memiliki peranan yang besar dalam menentukan karakteristik dari elektrik keluaran sel surya, sedangkan lainnya yang memiliki nilai konstan hanya mempunyai sedikit pengaruh dalam menentukan karakteristik keluaran elektrik sel surya. berdasarkan wang dalam penelitiannya menyebutkan bahwa besaran-besaran konstan pada sel surya memiliki nilai pada tabel 2.1.

**Tabel 2. 1** Nilai parameter konstan pada sel surya (Broujeni & Fathi, 2013)

|  |  |
| --- | --- |
| Parameter | Nilai |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

Makalah ini menggunakan spesifikasi dari *photovoltaic* bertipe MSX120 dengan spesifikasi seperti yang dipaparkan seperti Tabel 2.2 dan Tabel 2.3 dibawah ini

**Tabel 2. 2** Nilai datasheet photovoltaic MSX120 (Kitson, dkk., 2017)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Datasheet Parameter | Nilai | Datasheet Parameter | Nilai |
| Isc (A) | 3.87 | Ns | 72 |
| Voc (V) | 42.1 | Ki (%/oC) | 0.065 |
| Impp (A) | 1.2 | Kv(mv/ oC) | -160 |
| Vmpp (V) | 18.6 |  |  |

**Tabel 2. 3** Nilai parameter sirkuit photovoltaic tipe MSX120 (Kitson, dkk., 2017)

|  |  |
| --- | --- |
| Parameter | Nilai |
| Rsh (Ω) | 940.9 |
| Rs (Ω) | 0.4539 |
| A (*diode quality)* | 1.4707 |
| VtSTC (V) | 0.0378 |

Parameter-parameter diatas merupakan parameter yang terjadi ketika *photovoltaic* berada pada kondisi pengujian yang standar atau *Standar Tes Condition* (STC) yakni kondisi dimana irradiasi matahari sebesar 1000 W/m2, serta temperatur pada *photovoltaic* sebesar 25oC. Selain itu, parameter hasil perhitungan pada STC untuk *photovoltaic* tipe MSX120 ditunjukkan pada tabel 2.3

**Metode dan Hasil Penelitian**

**Penutup**

**Daftar Pustaka**

**Lampiran**