



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi merupakan salah satu hal yang tidak bisa dipisahkan dari aktivitas manusia, setiap aktivitas di muka bumi pasti sangat membutuhkan energi sebagai penunjangnya. Perkembangan zaman yang semakin canggih membuat manusia membutuhkan energi yang lebih banyak dari tahun ke tahun. Hal itu dapat terlihat dalam bidang konsumsi, transportasi, bidang kelistrikan dan dalam pekerjaan lainnya. Bidang kelistrikan merupakan salah satu bidang yang membutuhkan banyak energi, hal ini dikarenakan listrik memiliki peran utama dalam segala peralatan elektronik yang sangat membantu pekerjaan manusia. Tercatat pada *Indonesia Energy Outlook* tahun 2016, konsumsi listrik mengalami kenaikan rata-rata sebesar 6,8% pertahun (tahun 2000-2014) dengan konsumsi listrik rumah tangga mendominasi sebesar 42%. Konsumsi listrik yang naik disebabkan oleh meningkatnya pendapatan masyarakat dan rasio elektrifikasi sehingga penggunaan peralatan listrik seperti AC, mesin cuci, kulkas, setrika, lampu, dan lainnya bertambah[1].

Permintaan energi yang terus meningkat juga terjadi di Kota Pekanbaru, Riau. Kota Pekanbaru merupakan ibukota provinsi Riau dimana kota ini merupakan kota perdagangan, jasa dan juga kota dengan tingkat pertumbuhan, migrasi dan urbanisasi yang tinggi [2]. Kota Pekanbaru akan terus meningkat sebesar 9,6% setiap tahunnya mulai tahun 2015 sampai dengan tahun 2024. Dengan pertumbuhan konsumsi energi rumah tangga mendominasi pertumbuhan rata-rata pertahun sebesar 10,84% dari tahun 2015 sebesar 931,81 GWh tumbuh menjadi 2.352,07 GWh pada tahun 2024 [3].

Meningkatnya permintaan energi membuat sumber sumber energi yang telah ada semakin menipis, sehingga dunia akan mengalami krisis energi. Bahan bakar fosil yang mampu menghasilkan listrik seperti batu bara, minyak bumi dan gas bumi tidak dapat lagi diharapkan penuh untuk menghasilkan energi listrik. Selain cadangannya berkurang, energi fosil juga memiliki dampak buruk terhadap lingkungan karena hasil produksinya yang mengandung zat berbahaya. Untuk mengatasi masalah ini, ditemukan alternatif mengganti energi fosil menuju energi terbarukan sebagai solusinya agar tidak bergantung lagi terhadap listrik yang berasal dari PT. PLN.

Energi terbarukan merupakan langkah baik dalam bidang energi untuk mengatasi permasalahan listrik. Saat ini sangat banyak peneliti yang mulai menggali potensi energi terbarukan guna menggantikan bahan bakar fosil sebagai sumber energi. Energi



terbarukan memiliki pengaruh yang baik pula terhadap lingkungan dikarenakan emisi yang dihasilkannya sangat kecil hampir mendekati nol, ketersediaannya yang melimpah dan nyaris tak pernah habis merupakan keunggulan utamanya. Pembangkit listrik dari energi terbarukan sangat membantu persoalan krisis energi, sumber sumber seperti panas matahari, gelombang laut, panas bumi, perairan, angin dan lainnya mampu memberikan energi listrik tanpa khawatir bahwa sumbernya akan habis suatu saat nanti.

Energi surya merupakan salah satu energi terbarukan yang baik sebagai sumber pembangkit listrik. Letak Indonesia yang dilewati oleh garis khatulistiwa membuktikan bahwa panas matahari di negara ini sangat memadai. Menurut data NASA pada tahun 2016, nilai radiasi matahari Indonesia mencapai $4.81 \text{ kWh/m}^2/\text{hari}$, nilai ini tidak jauh berbeda dengan negara-negara yang telah memanfaatkan energi surya antaranya China dengan $4.43 \text{ kWh/m}^2/\text{hari}$, lalu Australia dengan $5.03 \text{ kWh/m}^2/\text{hari}$, Amerika Serikat dengan $5.12 \text{ kWh/m}^2/\text{hari}$ dan bahkan lebih tinggi dari Jerman yang hanya $2.71 \text{ kWh/m}^2/\text{hari}$ [4]. Sehingga energi surya sangat memungkitkan untuk menjadi sumber energi alternatif. Untuk memanfaatkan sinar matahari, diperlukan *Photovoltaic*.

Photovoltaic merupakan alat yang mampu mengubah sinar matahari menjadi energi listrik. *Photovoltaic* bekerja apabila cahaya mengenai sel tersebut kemudian akan mendorong elektron yang terdapat pada lapisan P menuju lapisan N. Kemudian hal ini akan menyebabkan perbedaan tegangan yang kemudian akan menghasilkan daya listrik.

Photovoltaic hanya mendapatkan sinar matahari pada siang hari disaat matahari mengeluarkan sinar dan akan menghasilkan daya maksimal ketika tidak ada awan atau kondisi iklim yang menghalangi matahari, oleh karena itu diperlukan adanya penyimpanan daya yang dihasilkan ketika *photovoltaic* mendapatkan intensitas cahaya matahari maksimal. Penyimpanan ini nantinya akan berfungsi menjadi cadangan ketika *photovoltaic* tidak menghasilkan daya karena tidak mendapatkan radiasi matahari. Pada umumnya *photovoltaic* akan dihubungkan dengan baterai guna menyimpan kelebihan daya. Namun baterai memiliki kekurangan diantaranya akibat siklus penyimpanan yang sudah berlangsung lama akan menimbulkan penumpukan asam pada bagian bawah baterai yang mampu mengurangi kapasitas efektif baterai. Kemudian baterai tidak handal dalam mengatasi permintaan beban yang berubah secara tiba-tiba. Baterai mempunyai *lifetime* yang terbatas, dan baterai memiliki kapasitas yang akan menyusutkan dikala *photovoltaic* tidak disinari matahari dalam waktu yang lama[5].



Berdasarkan hal diatas, maka dilakukan pengkombinasian sistem dengan media penyimpanan lain yang juga mampu menjadi penyimpanan daya lebih hasil *photovoltaic* yakni pengkombinasian sistem dengan sistem *Fuel Cell*. *Fuel cell* merupakan suatu pembangkit listrik yang mengubah energi kimia langsung menjadi listrik dengan menggunakan hidrogen sebagai bahan bakarnya dan oksigen sebagai oksidannya [6].

Pada penelitian ini sistem *hybrid photovoltaic fuel cell* akan diberi masukan berupa intensitas cahaya matahari yang dialirkan menuju *photovoltaic*, kemudian akan menghasilkan daya listrik untuk memenuhi kebutuhan beban, kemudian apabila daya yang dihasilkan *photovoltaic* melebihi nilai permintaan beban, maka daya akan dialirkan menuju *electrolyzer*. *Electrolyzer* kemudian akan memecahnya menjadi mol hidrogen dan mol oksigen. Kemudian mol hidrogen akan disimpan didalam tabung penyimpanan energi, pada tabung ini akan dikumpulkan seluruh total produksi mol hidrogen yang dihasilkan oleh daya lebih *photovoltaic*. Penyimpanan ini akan berfungsi disaat *photovoltaic* mengalami kekurangan beban yang terjadi akibat daya yang dihasilkan oleh *photovoltaic* memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan daya permintaan beban. Hidrogen akan dialirkan menuju *fuel cell* dengan mengatur jumlah aliran *flow fuel rate* pada katup tabung penyimpanan hidrogen. Pada katup dipasangkan sebuah pengendali agar pengaliran hidrogen sesuai dengan kebutuhan dan hidrogen yang tersimpan dapat dimanfaatkan dengan baik. Pemodelan ini menggunakan *PID Controller* untuk mengatur nilai aliran *fuel flow ratenya* yang kemudian dialirkan menuju *fuel cell*, kemudian *fuel cell* akan mengubah bentuk hidrogen menjadi bentuk daya listrik sehingga dapat dialirkan menuju beban guna memenuhi permintaan beban.

Beban yang terdapat pada sistem ini merupakan beban DC dari sebuah rumah tangga kelas menengah yang terdiri dari beberapa perlatan-peralatan listrik yakni lampu sebagai penerangan, televisi, kipas angin dan pompa air. Perhitungan simulasi akan menanggung total daya permintaan beban selama 24 jam yang kemudian akan dipenuhi secara keseluruhan oleh sistem. Sistem akan terpasang secara *off-grid* atau dengan kata lain tidak terhubung ke jaringan PLN.

Berdasarkan uraian diatas, maka dilakukan penelitian mengenai **"Pemodelan Sistem Hybrid Photovoltaic Fuel Cell Sebagai Pembangkit Listrik"**.



1.2 Rumusan Masalah

Didasarkan pada latar belakang yang tersebut diatas maka rumusan masalah pada penelitian ini yakni bagaimana memodelkan sistem *hybrid photovoltaic fuel cell* sebagai pembangkit listrik dengan intensitas cahaya matahari Kota Pekanbaru sebagai masukannya pada simulink MATLAB.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian yang dilakukan ini bertujuan untuk :

1. Menghasilkan pemodelan sistem *hybrid photovoltaic fuel cell* sebagai pembangkit listrik .
2. Menunjukkan hasil daya keluaran *photovoltaic* berdasarkan intensitas cahaya matahari Kota Pekanbaru.
3. Menunjukkan nilai intensitas cahaya matahari Kota Pekanbaru mampu memenuhi permintaan beban rumah tangga pada penelitian ini.

1.4 Batasan Masalah

Batasan Masalah pada penelitian ini adalah :

1. Intensitas cahaya matahari yang menjadi nilai masukan berupa intensitas cahaya matahari Kota Pekanbaru
2. Profil beban yang diterapkan penulis diasumsikan berdasarkan peralatan listrik skala rumah tangga.
3. Beban yang digunakan merupakan beban DC.
4. Penelitian ini menggunakan software MATLAB 2011R.
5. Pengaturan katup pada tabung penyimpanan hidrogen dengan *PID Controller*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah :

1. Memanfaatkan intensitas cahaya matahari Kota Pekanbaru yang mampu menghasilkan daya listrik untuk memenuhi permintaan beban.
2. Dapat dilanjutkan ke penelitian selanjutnya sehingga dapat diterapkan pada kondisi nyata dan mampu menjadi salah satu alternatif sistem penghasil energi listrik.