

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Badan Meteorologi Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) menduga kualitas udara di Semarang banyak dipengaruhi polusi udara akibat emisi gas buang kendaraan bermotor. Pemicu polusi udara salah satunya adalah bertambahnya kendaraan pribadi, baik roda dua maupun empat. Pemakaian energi fosil secara masif di kota Semarang menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan makhluk hidup dan lingkungan di kota Semarang. Pemakaian energi fosil seperti gas alam, minyak bumi dan batubara saat pembakaran menghasilkan CO₂. Gas CO₂ merupakan gas tak berwarna yang berisi senyawa karbon dengan oksigen dan tidak terbakar dan larut dalam air. Gas CO₂ ini berakibat pada perubahan iklim terutama efek rumah kaca. Karbondioksida merupakan gas rumah kaca yang menimbulkan radiasi dan memberi sumbangan besar pada pemanasan global dan menimbulkan suhu permukaan bumi meningkat.

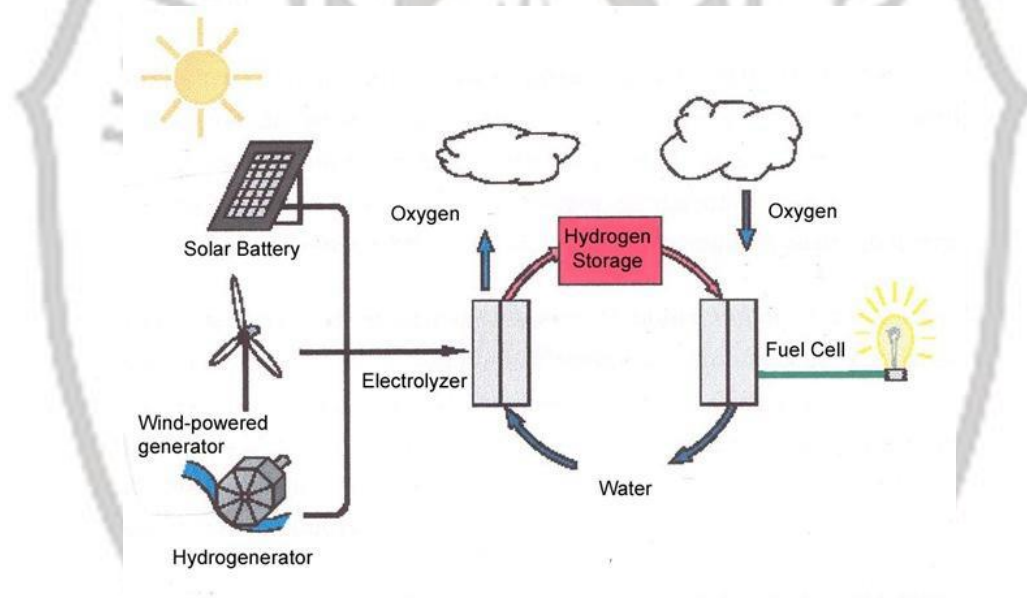
1.1.1. Produksi Hidrogen di Kota Semarang

Memperhatikan Perwal Semarang No.5/2009 yaitu petunjuk pelaksanaan Peraturan Daerah Kota Semarang Nomor 13 Tahun 2006 tentang Pengendalian Lingkungan Hidup Penanggulangan Pencemaran dan kerusakan Lingkungan Hidup Pasal 28, maka di kota Semarang sudah saatnya mulai menggali potensi tentang diversifikasi energi dan energi yang ramah lingkungan. Di kota Semarang berdiri sebuah Perusahaan Gas Industri yaitu PT. SAMATOR. Produksi hidrogen di PT. SAMATOR menurut Bp. Rifai sebagai Manager produksi adalah sebagai berikut :

1. Kapasitas produksi hidrogen di PT. SAMATOR adalah 150 M³/ H. Dimana nilai kalor Hidrogen adalah 120MJ/kg menurut Liun.
2. Daya yg terpasang utk plant *hidrogen* (H₂) adalah 480 Kva.
3. Dimanfaatkan utk sektor industri (kaca, pembangkit PLTU, produksi Argon)

1.1.2. Keunggulan Energi Hidrogen

Merujuk pada Peraturan Daerah Kota Semarang Nomor 13 Tahun 2006 tentang Pengendalian Lingkungan Hidup Penanggulangan Pencemaran dan kerusakan Lingkungan Hidup Pasal 28, pengembangan produksi hidrogen bisa menjadi salah satu pemecahan masalah energi alternatif yang ramah lingkungan. Kebijakan ini bisa diberlakukan di seluruh wilayah Indonesia juga. Ilustrasi dibawah (gbr. 1.1) adalah siklus penggunaan energi alternatif dengan pemanfaatan hidrogen. Peralatan terdiri dari generator yang sumber energinya bersumber dari energi baru dan terbarukan seperti matahari, angin dan air. Hidrogen dan Oksigen diproses sebagai penyuplai Fuel cell sehingga membangkitkan energi. Limbah dari Fuel cell adalah air, air diproses lagi untuk menjadi hidrogen dan begitu seterusnya.



Gambar 1.1 Siklus Energi Hidrogen (Oo Abdul Rosyid, M.A.M. Oktaufik, 2009)

Penggunaan mobil di kota Semarang merupakan kontributor utama Terhadap munculnya memburuknya kondisi udara di kota Semarang, di seluruh dunia sebanyak 20% emisi gas rumah kaca disebabkan oleh sektor transportasi (The World Bank, 2014. tanggal 24 Desember 2017). Memperhatikan persoalan tentang menipisnya cadangan bahan bakar fosil serta dampak lingkungan, maka diperlukan upaya-upaya untuk penyediaan bahan bakar alternatif. Penyediaan bahan bakar/energi harus memiliki dampak lingkungan yang relatif aman dan

Hidrogen merupakan sarana penyimpan energi yang bisa digunakan untuk aplikasi stasioner maupun bergerak (Rosyid, 2009).

Dalam studi energi di Indonesia terjadi perubahan pandangan untuk manajemen energi. Saat ini fokus kebijakan pada *demand side management* yang sebelumnya fokus pada *supply side management*. Di dalam pengambilan kebijakan di suatu wilayah khususnya kota Semarang, pemerintah kota Semarang perlu mengetahui pola konsumsi energi suatu wilayah agar kebijakan tersebut tepat sasaran dan efektif. Di sisi lain dampak dari pengelolaan energi berfokus pada *supply side management* menyebabkan pola pemakaian energi yang berlebihan serta pemborosan energi akan berdampak pada kerusakan lingkungan di kota Semarang.

Data dari DPAAD (Dinas Perpustakaan dan Arsip Daerah) Kota Semarang pada tahun 2014, angka kendaraan bermotor di Semarang adalah 1.305.636. Pada tahun 2015, hasil dari registrasi penduduk jumlah penduduk di Kota Semarang mencapai kurang lebih 1.595.267 jiwa. Pada Februari 2018 Jumlah SPBU di kota Semarang menurut PERTAMINA berjumlah 91 buah. Setiap SPBU telah mampu menyerap tenaga kerja rata rata sebanyak 18 orang berdasarkan survey di SPBU sekitar Semarang.

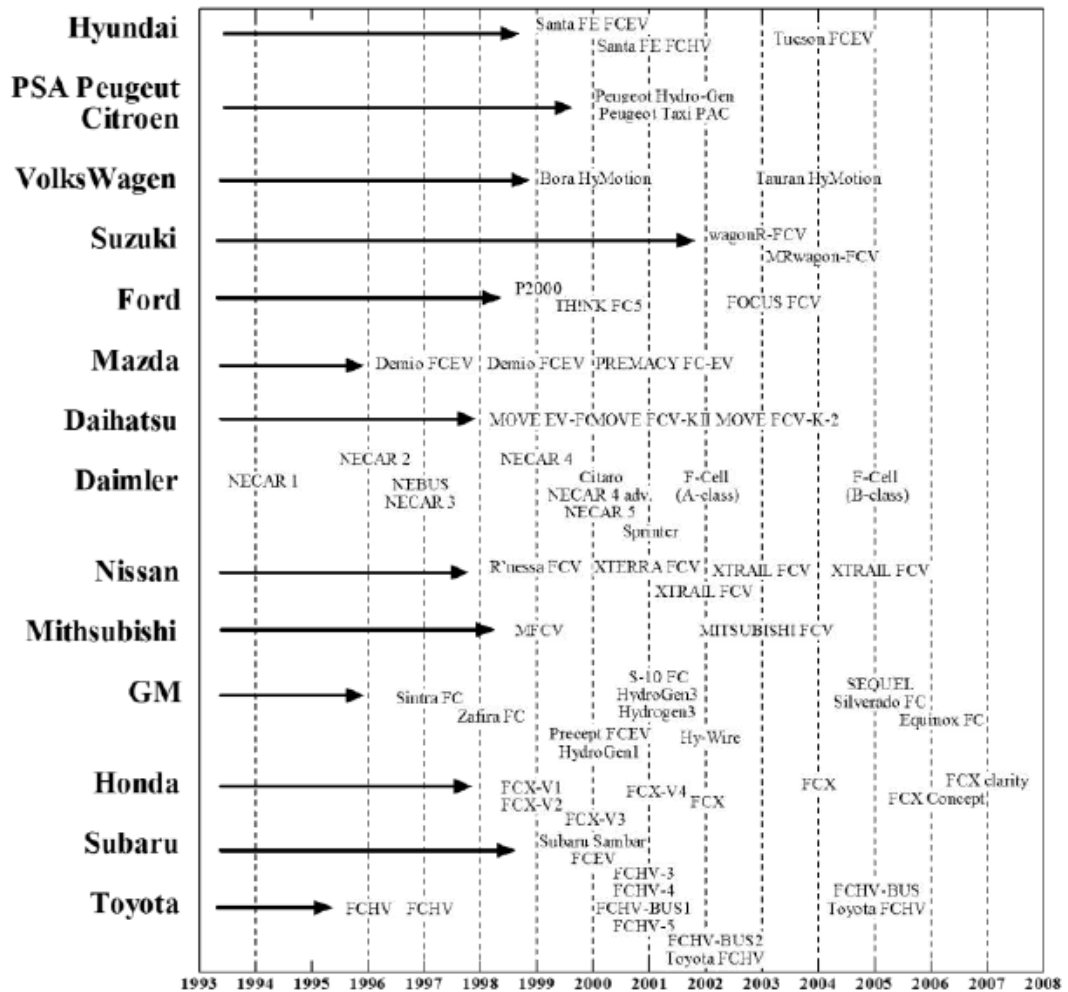
Penelitian ini berusaha untuk mengetahui profil konsumsi energi di kota Semarang mulai dari transportasi sampai dengan tahun tertentu. Dengan mengetahui profil konsumsi energi di kota Semarang ini, maka output dari penelitian ini adalah kajian ataupun perencanaan infrastruktur hidrogen serta untuk membuat langkah-langkah yang mungkin dilakukan. Pada akhir Tesis ini akan diketahui seberapa besar potensi perlunya pembangunan infrastruktur hidrogen sehingga nantinya bisa menjadi pedoman dalam menentukan kebijakan yang tepat dalam melakukan pembangunan infrastruktur hidrogen di kota Semarang.

1.1.3. Sejarah pertumbuhan Fuel cell hidrogen vehicle *FCHV* di dunia

Seluruh dunia telah berupaya mengembangkan *FCHV*. Berawal dari suksesnya peluncuran pesawat ruang angkasa GEMINI pada tahun 1965 (Neef, 2009) yang menggunakan *fuel cell* berbahan polymer elektrolit. Sekitar 30 tahun

setelah peristiwa itu Daimler-Benz AG pertama kali mengeluarkan sebuah *FCHV* pada tahun 1994. Berangkat dari penemuan tersebut dalam hitungan 12 tahun telah lahir berbagai *FCHV* di seluruh dunia dengan berbagai merek perusahaan. Gambar 1.2 menunjukkan sejarah pertumbuhan *FCHV* di dunia sampai tahun 2008. Toyota memimpin perkembangan *FCHV* di Jepang dan diakhiri oleh Honda dengan *FCX clarity*. Tanki-tanki *FCHV* membutuhkan pengisian hidrogen sampai tekanan 70 MPa dari sebelumnya bertekanan 35 MPa. Penambahan volume hidrogen pada tanki *FCHV* diharapkan dapat menambah jarak tempuh sebuah *FCHV* sampai dengan ± 50 km. Seiring dengan perkembangan *FCHV* maka harus dipersiapkan juga stasiun hidrogen pada titik-titik pusat kota tertentu yang mana hidrogen siap di dapatkan sampai dengan 70 MPa. Hidrogen stasiun ini nantinya akan berfungsi untuk mengisi ulang bahan bakar hidrogen pada tanki-tanki *FCHV*. Sebagai contoh di negara Jepang, telah di persiapkan sekitar sebelas hidrogen stasiun yang beroperasi di pusat kota metropolitan Tokyo, Chubu distrik, Kansai distrik (Polites, 1999) dan juga telah dibangun di Kyushu University, kampus Ito, Kyushu distrik.

Sejarah Pertumbuhan *FCHV*



Gambar 1.2 Sejarah Pertumbuhan *FCHV* (Polites, 1999)

1.1.4. Kebutuhan infrastruktur hidrogen

Untuk pendistribusian hidrogen ke tempat penggunaannya maka kebutuhan infrastruktur harus dibangun atau bisa juga dengan membangun SPBU hidrogen sekaligus dengan pembangkitnya di satu tempat (Isdiriyani, 2005). Di negara maju alasan penggunaan hidrogen untuk bahan bakar bertujuan untuk konservasi energi dan menjaga lingkungan (Isdiriyani, 2005). Mobil hidrogen rata-rata dapat menempuh jarak kurang lebih 500 kilometer dan mencharge selama 3 menit jika sudah habis di pengisian (Isdiriyani, 2005).

1.2. Perumusan Masalah

Penggunaan energi fosil ke hidrogen disebut "ekonomi hidrogen" (Rosyid, 2009). Definisi Ekonomi Hidrogen adalah Sebuah ekonomi hipotesis masa depan di mana bentuk utama energi yang tersimpan adalah untuk aplikasi *mobile* dan *load balancing* dengan pemanfaatan hidrogen (H₂). Ekonomi hidrogen cukup penting untuk kemajuan teknologi untuk penghematan energi fosil yang memiliki masalah antara lain :

1. Polusi
2. Persediaan terbatas
3. Pemanasan global

1.3. Tujuan Penelitian

1. Menghitung dan menganalisa kebutuhan permintaan hidrogen dan kapasitas produksi Hidrogen dikota Semarang.
2. Menghitung dan menganalisa prediksi harga BBM dibandingkan dengan harga Hidrogen.
3. Pemodelan jalur transportasi Hidrogen dan Design infrastruktur hidrogen serta Lokasi pengisian hidrogen di kota Semarang atau titik – titik distribusinya.

1.4. Manfaat Penelitian

Di Kota Semarang, transportasi darat merupakan sumber emisi yang tingkat pertumbuhannya sangat cepat. Untuk mengatasi permasalahan ini energi hidrogen adalah jawaban yang tepat dikarena kendaraan fuel cell tidak bising dan juga bebas emisi dan gas buangnya hanya uap air. *Fuel cell* dapat digunakan pada semua jenis kendaraan. Manfaat dari penelitian ini adalah sebuah kajian baru tentang kendaraan hidrogen sehingga perlunya pemodelan infrastruktur hidrogen selama 5 tahun kedepan serta dapat memberikan kontribusi atau kajian untuk pihak terkait dalam pengambilan keputusan.

1.5. Originalitas Penelitian

Tabel 1.1. Ringkasan Penelitian terdahulu

No.	Peneliti/tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1	Tzimas, EC. (2003)	Penyimpanan Hidrogen. Perspektif Seni dan Masa Depan	Energi volumetrik Kepadatan hidrogen dapat ditingkatkan dengan cara kompresi atau pencairan. Penyimpanan hidrogen memiliki teknologi yang memenuhi semua kriteria yang dibutuhkan oleh produsen dan pengguna akhir, sejumlah besar rintangan harus diatasi Teknologi penyimpanan hidrogen saat ini dan hubungannya dengan keterbatasan / kebutuhannya.
2	Schultz K R (2003)	“Large-Scale Production of Hydrogen By Nuclear Energy For The Hydrogen Economy”	Ke-ekonomian produksi dan distribusi hidrogen dari nuklir.
3	Rosyid, OA 2006	Evaluasi Keamanan Analitik Sistem dari Siklus Hidrogen untuk Pemanfaatan Energi	Keamanan hidrogen disimpan dalam tabung gas tipe hidrida.
4	Chan C. C(2007)	Kendaraan sel listrik, hibrida, dan bahan bakar canggih	Mengenai emisi dan penghematan bahan bakar, pemanasan global, dan hambatan pada sumber energi, kendaraan listrik, hibrida, dan sel bahan bakar. Upaya penelitian dan pengembangan difokuskan pada pengembangan konsep baru, sistem berbiaya rendah yang andal. Makalah ini mengulas keadaan seni kendaraan listrik, hibrida, dan sel bahan bakar. Topologi untuk setiap kategori dan teknologi yang memungkinkan dibahas
5	Kahn Ribeiro S (2007)	Transportasi dan infrastrukturnya	Perdebatan yang sedang berlangsung tentang apakah dunia ini ada mendekati puncak produksi minyak konvensional yang membutuhkan transisi yang signifikan dan cepat ke sumber energi alternatif

			seperti hidrogen. Di antara alternatif ini menghasilkan bahan bakar yang paling murah kompatibel dengan infrastruktur transportasi yang ada dan rendah emisi karbon
6	Neef HJ (2009)	Tinjauan internasional tentang penelitian sel hidrogen dan bahan bakar	Menurut pakar energi dari seluruh dunia, teknologi energi sel bahan bakar dan hidrogen akan memainkan peran penting dalam portofolio ekonomi energi masa depan. Hal ini terutama berlaku untuk sektor transportasi yang ditandai hari ini oleh ketergantungan yang ekstrim pada minyak. Hidrogen perlu diproduksi dengan biaya efektif dan dengan nol atau mendekati nol emisi CO ₂ . Sel bahan bakar, dengan efisiensi listriknya yang tinggi dan konversi energi bersih, berpotensi menghasilkan solusi yang sangat baik untuk masalah ekologis dan ekonomi asalkan perkembangan mereka dilakukan dengan cara yang pasti dan pasarnya dipersiapkan. Berdasarkan pengalaman dan hasil dari program litbang dan demonstrasi intensif dalam dekade terakhir, upaya regional, nasional, Eropa dan internasional sedang dilakukan untuk mengatasi kemacetan. Masalah yang masih harus dipecahkan bermacam-macam: pengurangan biaya untuk semua komponen dan sistem ekonomi hidrogen, peningkatan kinerja, teknologi manufaktur, pembangunan infrastruktur, kesepakatan internasional mengenai kode, standar dan peraturan.
7	Oo Abdul Rosyid (2009)	Hydrogen infrastructure for fuel cell applications in the era of hydrogen economy	Penggunaan hidrogen sebagai penggerak bergantinya penggunaan energi fosil ke energi hidrogen
8	Lemus Guerrero. (2010)	Biaya produksi hidrogen yang diperbarui dan	Ulasan pertama mengenai biaya produksi hidrogen dari sumber konvensional, nuklir dan terbarukan, yang dilaporkan

		bagian untuk teknologi konvensional dan terbarukan	
9	Kim JW. (2014)	Tantangan dalam pengembangan infrastruktur untuk produksi, pengiriman, penyimpanan, dan penggunaan hidrogen	Hidrogen akan menjadi sumber utama energi dalam beberapa dekade mendatang. Untuk hal ini terjadi, sebuah infrastruktur perlu dibangun dan dikembangkan. Jaringan lengkap untuk produksi hidrogen, menyimpan hidrogen, mengangkut hidrogen dan pengisian bahan bakar hidrogen sistem perlu dibangun. Ada banyak hambatan untuk diatasi, seperti biaya, kebijakan pemerintah dan masyarakat. Ini akan menyebabkan transisi dari minyak ke hidrogen, dan mengurangi ketergantungan dunia pada bahan bakar fosil.
10	Ofyar Z tamin (2016)	Towards the creation of an energy-efficient and environmentally friendly city transportation system	Transportasi menyumbang dampak emisi CO2 kedua terbesar setelah industri di wilayah perkotaan.
11	Till Gnann, Patrick Plötz , (2015)	Tinjauan model gabungan untuk difusi pasar kendaraan bahan bakar alternatif dan infrastruktur pengisian bahan bakarnya	Pembangunan infrastruktur (AFV) dapat membantu mengurangi emisi CO2