

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Indonesia merupakan salah satu negara dengan jumlah penduduk terbesar ketiga di dunia dan pertumbuhan penduduknya kian semakin bertambah. Sehingga menyebabkan meningkatnya kebutuhan hidup masyarakat. Karena itu, Indonesia dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhannya sendiri. Dengan melakukan pembangunan di segala sektor, salah satunya adalah sektor industri. Dengan perkembangan industri diharapkan dapat meningkatkan kebutuhan masyarakat dan pertumbuhan ekonomi semakin membaik.

Seperti yang kita ketahui, Hidrogen merupakan salah satu bahan yang dibutuhkan berbagai industri. Hidrogen memiliki banyak manfaat seperti sebagai bahan baku ammonia, *startup cracking*, bahan bakar roket atau alternatif, sebagai perengkahan fraksi-fraksi minyak bumi (hydrocracking), bahan baku zat kimia dan proses hidrogenasi. Kebutuhan hidrogen selalu mengalami peningkatan setiap tahunnya, hal ini berdasarkan data impor hidrogen yang tertera pada Data Biro Pusat Stastistik (BPS). Permintaan pasar terhadap hidrogen dari tahun 2013 sampai tahun 2017 cukup besar.

Elektrolisis air merupakan salah satu metode dalam memproduksi hidrogen dengan bahan baku air. Elektrolisi air merupakan metode penguraian air ( $H_2O$ ) menjadi Hidrogen ( $H_2$ ) dan oksigen ( $O_2$ ) dengan bantuan arus listrik yang

mengalir melalui air. Elektrolisis air memerlukan energi listrik yang cukup besar. Hal ini bisa ditutupi dengan bantuan *renewable energy* seperti tenaga angin, tenaga surya ataupun tenaga arus air sebagai pengganti bahan bakar solar sebagai penghasil listrik utama. Berdasarkan *Outlook Energy 2016* , Indonesia memiliki PLTA dan PLTMH tersebar di Indonesia dengan total perkiraan sampai 75.000 MW. Sementara pemanfaatannya masih sekitar 11% dari total potensi. Begitu juga dengan energi angin memiliki total perkiraan 950 MW dan potensi energi matahari sekitar 4.8 kWh/m<sup>2</sup> atau setara dengan 112.000 GWp.

maka perlu dipikirkan pendirian suatu pabrik hidrogen dengan landasan pemikiran, (1) meningkatnya keuntungan finansial dan pertumbuhan ekonomi yang didapat. (2) Bahan baku pembuatan hidrogen yaitu air tersedia dalam jumlah banyak dan gratis. Dengan perlakuan treatment yang tepat dapat menghasilkan kualitas air yang sesuai dengan kebutuhan proses produksi hidrogen. (3) Penciptaan lapangan kerja baru bagi seluruh masyarakat (4) ketersediaan energi terbarukan yang besar serta (5) sebagai lahan investasi bagi para investor baik dari dalam negeri maupun luar negeri. Sehingga hal ini dapat menambah devisa negara.

## **1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik**

### **1.2.1 Kebutuhan produk di indonesia**

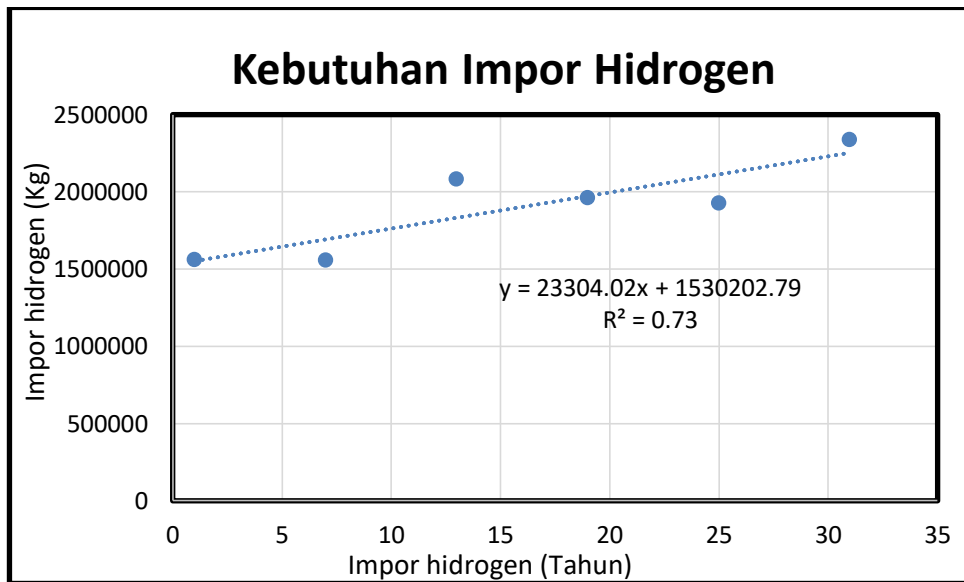
Kapasitas Pabrik hidrogen ini ditentukan berdasarkan kebutuhan impor (Lihat pada gambar 1.1) dan jumlah bahan baku air yang tersedia. Pabrik akan di bangun dengan kapasitas 10.000 ton/tahun untuk pembangunan pabrik pada tahun

2019. Tujuan dari pendirian pabrik untuk memenuhi 30% kebutuhan impor, karena pabrik tidak bertujuan untuk memonopoli pasar dan jika sewaktu pabrik tidak dapat beroperasi, keebutuhan pasokan hidrogen di Indonesia masih dapat dipenuhi oleh pabrik lain.

**Tabel.1.1** Data Perkembangan Impor Hidrogen di Indonesia

Tahun	Jumlah Impor (Ton)
2012	1.374.881
2013	1.295.943
2014	1.802.884
2015	1.642.922
2016	1.613.021
2017	2.016.412

Dari data Impor Hidrogen diatas dapat dibuat grafik Linear antara data tahun pada sumbu x dan data konsumsi dari sumbu y, Grafik dapat dilihat pada gambar 1.1.



**Gambar.1.1** Grafik Impor Hidrogen Selama 6 Tahun Terakhir

Perkiraan kebutuhan hidrogen di Indonesia pada 5 tahun mendatang dengan menggunakan persamaan  $y = 23.304,02x + 1.530.202,79$  dengan  $R^2 = 0,73$  adalah sebesar 487.722.400 Kg/tahun atau 48.772,24 Ton/tahun. Diambil kapasitas pabrik senilai 10.000 ton/tahun dengan alasan sebagai berikut :

- a. Target pasar yang akan dicapai adalah daerah pulau jawa.
- b. Karena merupakan pabrik baru, merupakan pilihan yang tepat untuk mendirikan pabrik dengan kapasitas rendah.
- c. Jumlah bahan baku yang dibutuhkan.

### 1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam memproduksi hidrogen dapat diperoleh dari sungai yang ada di kawasan Sentolo Kabupaten kulon progo, Yogyakarta. Faktro Pertimbangan pengambilan sumber air sebagai bahan baku berdasarkan

tersedianya sumber air permukaan pada daerah tersebut seperti sungai, danau, waduk/embung maupun laut dengan debit yang mencukupi. (Dahana Pamungkas 2018)

Energi listrik yang dibutuhkan berasal dari PLTA Wadaslintang di kabupaten Jawa Tengah dan ketersediaan pembaruan energi listrik pada kawasan sentolo juga cukup besar. Berdasarkan hasil pengukuran BPPT, intensitas radiasi matahari mencapai 4.5 kWh/m<sup>2</sup> pada jam 10.00 – 14.30 di hampir seluruh wilayah. Potensi energi angin dengan kecepatan angin 4 – 5 m/s dengan kapasitas listrik yang dihasilkan sebesar 10 – 100 MW. Potensi tenaga air yang dapat dimanfaatkan PLTMH mencapai 763,3 KW. (Carepi 2008)

### **1.3 Tinjauan Pustaka**

#### **1.3.1 Macam-macam proses produksi hidrogen**

Hidrogen dapat diproduksi dengan berbagai macam metode dan bahan baku, antara lain :

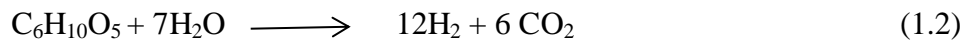
1. *Steam Reforming*

proses ini menggunakan gas alam dan *steam*. Sekarang, proses ini banyak digunakan tetapi memiliki kendala pada ketersediaan gas alam. Pada data 2011 dari kementerian Energi dan sumber Daya Mineral (ESDM) cadangan gas alam semakin menipis. Reaksi yang bersifat Endotermis memerlukan panas yang sebesar sekitar 206 KJ/mol (persamaan 1.1). H<sub>2</sub> yang dipisahkan dari Carbon Oksida dengan menggunakan proses *Shift Converter* dan *Pressure Swing Adsorption*.



## 2. *Biological Process*

Hidrogen yang diproduksi dengan metode fermentasi dari biomassa yang berasal dari limbah. Mikroorganismee yang membantu dalam proses ini antara lain seperti *Clostridium*, *pyrococcus* dan sebagainya. Metode fermentasi hydrogen memiliki kekurangan karena bahan baku bersaing dengan bahan pangan. Konversi yang dihasilkan begitu kecil dengan kisaran 10% - 20% dan harga mikroorganisme yang mahal.



## 3. *Gasifikasi Batu bara*

Produksi hidrogen dengan proses ini memerlukan teknik pemisahan gas sinestis. Cadangan batu bara yang besar meembuat proses ini lebih sering digunakan. Hasil samping dalam proses ini yaitu Karbon Dioksida juga dapat diproses ulang menjadi *dry ice*. Kualitas hasil dari proses gasifikasi batu bara sangat bervariasi (Higman 2008)

## 4. *Partial Oxidation*

Proses ini lebih ekonomis daripada *steam reforming*. Bahan bakunya berupa gas alam dan *fuel oil* tersedia sedikit dan setiap tahun semakin menipis dari 9.61 milyar barel menjadi 8 milyar barel pada tahun 2009 (ESDM)



### 5. *Eletrolisis Air*

Produksi hidrogen dengan proses ini menggunakan bahan baku air murni sebagai bahan baku utamanya dan dengan bantuan energi listrik untuk menjalankan reaksinya. Elektrolisis air merupakan proses penguraian air menjadi gas hidrogen dan gas oksigen. Metode ini menggunakan Elektroda katoda dan Anoda sebagai penghantar listrik dan Diafgram/Membrane sebagai pemisahannya. Proses ini menggunakan elektrolit sebagai katalis listrik pada air. KOH ataupun NaOH sebagai elektrolitnya.

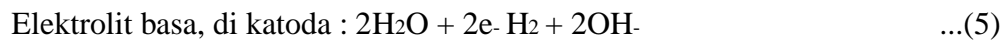
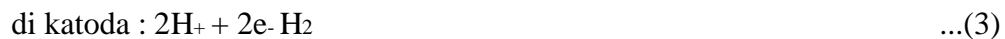
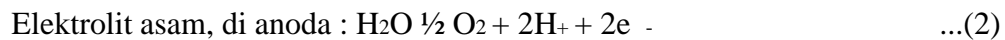
Proses ini membutuhkan energi listrik yang besar dengan kisaran 2 – 3.08 volt, maka memerlukan energi listrik skala besar.



(Austin, 1984)

Elektrolisis air menghasilkan satu mol gas dan setengah mol hidrogen dalam bentuk di atomik, jika di rasiokan volumenya yaitu 2 :1 . Proses ini dapat berjalan pada kondisi suhu sekitar 40 – 80 °C dengan tekanan *ambient* (Tekanan sekitar). Beda Potensial yang dihasilkan arus listrik antara anoda dan katoda akan mengionisasi molekul air menjadi ion positif dan ion negative.

Reaksi total elektrolisis air adalah penguraian air menjadi hidrogen dan oksigen. Bergantung pada jenis elektrolit yang digunakan, reaksi setengah sel untuk elektrolit asam atau basa dituliskan dalam dua cara yang berbeda.



Gas hidrogen dan oksigen yang dihasilkan dari reaksi ini membentuk gelembung pada elektroda dan dapat dikumpulkan. Prinsip ini kemudian dimanfaatkan untuk menghasilkan hidrogen yang dapat dimanfaatkan. Dengan menyediakan energi dari listrik, Air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) dapat dipisahkan ke dalam molekul diatomik hidrogen ( $\text{H}_2$ ) dan oksigen ( $\text{O}_2$ ).

Dari metode-metode pembuatan hidrogen, maka proses elektrolisis yang digunakan sebagai metode proses pembuatan hidrogen dalam pendirian pabrik. Alasan pemilihan proses tersebut antara lain :

1. Menghasilkan produk samping yang berupa Oksigen ( $\text{O}_2$ ) yang dapat dijual dipasaran.
2. Hidrogen yang di hasilkan memiliki kemurnian yang sangat tinggi.
3. Kondisi operasi pada suhu relatif tidak tinggi dan tekanan atmosferis, sehingga penanganannya mudah.
4. Bahan baku bersifat gratis.
5. Ketersedian energi listrik terbarukan memungkinkan berdirinya proses ini dalam skala industri.



### **1.3.2 Kegunaan Produk**

Hidrogen digunakan dalam industri sebagai bahan baku ammonia, *startup cracking*, bahan bakar roket atau alternatif, sebagai perengkahan fraksi-fraksi minyak bumi (hydrocracking), bahan baku zat kimia dan proses hidrogenasi.