

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pressure Vessel adalah tempat penampungan zat cair atau gas dengan tekanan lebih tinggi dari tekanan atmosfer. *Pressure Vessel* dapat juga digunakan sebagai boiler, heat exchanger, reaktor atau lainnya.

Saat dunia terus beralih ke dekarbonisasi dalam produksi bahan kimia, dan permintaan pasar yang kuat mendorong transisi ke energi bebas karbon, peran amonia dalam ekonomi energi hijau terus berkembang. Terkenal karena peran tradisionalnya dalam produksi pupuk, amonia mendapat perhatian dalam aplikasi lain sebagai salah satu bagian untuk menghasilkan energi pembangkit listrik.

Pressure Vessel yang dibuat akan digunakan untuk pengelolaan gas amonia. Nama dari *Pressure Vessel* sendiri adalah *Ammonia Receiver*. *Ammonia Receiver* yang menampung gas *ammonia* ini sangat berbahaya yang dapat menimbulkan resiko tinggi dan dapat menyebabkan kecelakaan, seperti terjadinya ledakan. Kerugian yang terjadi bukan hanya diarea ledakannya tersebut, akan tetapi gas amonia akan terpapar ke daerah - daerah terdekat dari pembangkit listrik tersebut sehingga resiko ini sangat berbahaya bagi masyarakat setempat. Karena paparan gas amonia ini akan menimbulkan resiko kesehatan yang terpajan melalui pernapasan dan dapat mengakibatkan iritasi yang kuat terhadap sistem pernapasan.

Oleh sebab itu, penulis bertujuan untuk membuat perancangan *ammonia receiver* sesuai dengan kebutuhan *client* berdasarkan *code* ASME section VIII div.1 dengan menggunakan metode manual kalkulasi dan software PV Elite sebagai pembanding.

ASME membuat standar - standar dimensi dalam mendesain *Pressure Vessel* meliputi *head*, *shell*, *saddle* serta ketebalannya. Untuk pemodelan dari perancangan *Pressure Vessel*. Untuk kekuatan *Structural* menggunakan menggunakan standar ASCE.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun perumusan masalah pada tugas akhir ini yaitu :

Bagaimana melakukan analisis rancangan *ammonia receiver pressure vessel horizontal* pada tekanan 25,1 barg dan temperatur 60°C menggunakan metode perhitungan manual dan *software PV Elite* dengan menentukan besar tegangan, dan faktor keamanan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dari tugas akhir ini diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Melakukan proses kalkulasi perancangan pada *Ammonia Receiver*.
2. Menentukan ketebalan pada komponen *Ammonia Receiver*
3. Melakukan proses perancangan *shell, head, dan nozzle* pada *Ammonia Receiver* dengan metode perbandingan antara perhitungan manual dan *software PV Elite*.
4. Menganalisis besar tegangan pada *Ammonia Receiver*
5. Mengetahui faktor keamanan pada *Ammonia Receiver*.

1.4 Batasan Masalah

Agar lebih terarah pada penelitian tugas akhir ini maka penulis membatasi masalah, yaitu sebagai berikut :

1. *Pressure Vessel* yang dibahas adalah *Horizontal Ammonia Receiver* dengan tipe *cylindrical shell* dan *ellipsoidal head*.
2. *Ammonia Receiver* dioperasikan pada rancangan tekanan 25,1 barg dengan temperatur 60°C.
3. Pada *Nozzle*, MAWP (*Maximum Allowable Working Pressure*) yang digunakan sama dengan tekanan dalam *vessel* / tekanan desain.

1.5 State Of The Art

Amonia sebagai media penyimpanan energi adalah seperangkat teknologi yang menjanjikan untuk pencukuran puncak karena sifatnya yang bebas karbon dan teknologi produksi dan distribusi massal yang matang. Sistem penyimpanan energi amonia (AES) ditinjau dan dibandingkan dengan beberapa teknik penyimpanan energi lainnya. Terlihat bahwa setelah dioptimalkan untuk penggunaan komersial, sistem AES memiliki potensi penghematan biaya dan efisiensi. Kisaran aplikasi untuk sistem AES mencakup penyimpanan skala utilitas umum dan mencakup aplikasi kendaraan listrik. Dalam ulasan ini, kelayakan amonia sebagai pembawa

hidrogen dibahas secara rinci, terutama sebagai media penyimpanan energi termokimia, dan sebagai bahan bakar untuk sel bahan bakar dan mesin pembakaran internal. Dampak kesehatan dan keselamatan dari amonia juga disoroti dan didiskusikan (Muhammad Tawalbeh, dkk. 2022).

Meningkatnya minat terhadap peran potensial hidrogen dalam mengurangi emisi CO₂ sebagai pembawa energi memiliki implikasi yang signifikan dalam industri gas alam. Hidrogen pada akhirnya akan menggantikan gas alam sebagai pembawa energi bersih yang paling banyak digunakan. Namun, karena tantangan pengangkutan hidrogen murni dan ketidakmatangan teknologinya, pengangkutan amonia akan menjadi alternatif yang praktis. Ada kebutuhan untuk mengubah amonia menjadi hidrogen di pelabuhan tujuan atau di atas kapal. Sampai saat ini, literatur yang ada terutama berfokus pada produksi hidrogen secara umum. Ada kekurangan penelitian intensif tentang produksi hidrogen dari dekomposisi amonia, terutama mengingat pemulihan gas yang mendidih di atas kapal. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk meninjau secara komprehensif berbagai teknik dekomposisi amonia untuk menghasilkan hidrogen bersih dengan memulihkan amonia yang mendidih sambil mengintegrasikan infrastruktur energi matahari di atas kapal pengangkut energi untuk kebutuhan listrik dan panas (Dindha Andriani dan Yusuf Bicer, 2023).

Beberapa industri seperti penyimpanan dingin dan pabrik es sangat bergantung pada amonia (NH₃) karena biayanya yang rendah, sifat termofisika yang sangat baik, dan efek nol pada lapisan ozon. Meskipun digunakan secara luas sebagai zat pendingin, sifat berbahaya dari amonia tetap menjadi masalah kesehatan yang signifikan. Sejak revolusi industri, kebocoran amonia telah menyebabkan banyak kecelakaan besar, termasuk kebakaran dan ledakan awan uap. Oleh karena itu, sangat penting untuk mempertahankan dan meningkatkan tingkat keamanan berbagai industri dengan menggunakan sistem refrigerasi berbasis amonia. Berbagai karakteristik sistem refrigerasi berbasis amoniak dan masalah keamanannya yang terkait dengan industri, perkembangan saat ini, dan tren masa depan ditegaskan secara komprehensif. Tinjauan ini dapat bertindak sebagai panduan untuk mengembangkan pemahaman yang lebih baik dalam menangani secara efektif bahaya sistem pendingin berbasis amonia dan penilaian risiko,

sehingga meningkatkan keselamatan manusia dan lingkungan secara keseluruhan. (Dheyaa Ashour Khudhur, dkk. 2022).

Penelitian ini merancang dan menganalisis sistem penggerak surya terintegrasi baru untuk sintesis amonia, produksi air tawar, dan pembangkit listrik. Sistem trigenerasi berisi subsistem panas matahari, sistem penyimpanan energi panas di mana garam cair digunakan sebagai cairan transfer panas dan media penyimpanan, siklus Rankine yang digerakkan oleh energi matahari, distilasi kilat bertingkat, susunan elektroliser membran penukar proton, dan unit sintesis amonia. Sistem terintegrasi yang diusulkan menggunakan energi matahari untuk mengisap garam cair, yang mengalir melalui penukar panas dan menghasilkan uap untuk siklus topping. Aliran gas buang turbin uap menyediakan panas untuk proses distilasi multistage flash (MFD). Unit MFD 20 tahap diusulkan di mana air laut digunakan sebagai air umpan dalam penelitian ini. Sebagian air tawar yang dihasilkan dikirim ke PEM electrolyzer array untuk produksi hidrogen, yang digunakan untuk produksi amonia melalui proses Haber-Bosch. Studi ini menggabungkan bahan perubahan fasa ke dalam sistem untuk tujuan penyimpanan energi termal. Penilaian kinerja berdasarkan efisiensi energi dan eksergi dilakukan untuk keseluruhan sistem dan komponennya. Selain itu, kapasitas produksi listrik, air tawar dan amonia dipelajari untuk cakupan permintaan yang lebih baik. Efisiensi eksergi keseluruhan dari sistem ditentukan sebesar 12,1 %, di mana sintesis amonia, pembangkit listrik, dan kapasitas produksi air tawar masing-masing adalah 0,85 kg/s, 17,6 MW, dan 143,97 kg/jam. Selain itu, penelitian ini menyelidiki efisiensi energi dan eksergi dengan dan tanpa adanya unit pemisahan udara. Hasil studi menunjukkan bahwa unit pemisahan udara memiliki pengaruh kurang dari 0,3% terhadap keseluruhan efisiensi energi dan eksergi (Murat Emre Demir dan Ibrahim Dincer, 2021).

Sistem yang diusulkan menargetkan produksi hidrogen bebas karbon dioksida dari gas alam cair melalui proses perengkahan termal katalitik yang digerakkan oleh matahari yang diintegrasikan ke dalam unit sintesis amonia. Bahan katalitik sedang diregenerasi dalam bejana yang berdekatan dengan membakar kokas yang disimpan. Akibatnya, aliran karbon dioksida murni diperoleh dan dapat digunakan secara langsung dalam sintesis urea, sekuestrasi atau aplikasi terkait

lainnya. Diharapkan sistem ini akan mengurangi jumlah konsumsi bahan bakar fosil dalam sintesis amoniak dan mengurangi dampak lingkungan yang terkait. Analisis energetik dan eksergetik dilakukan untuk menilai kinerja sistem yang dikembangkan dan untuk mengidentifikasi kondisi operasi yang optimal. Pada suhu operasi perengkahan termokatalitik 900 °C, tekanan optimal untuk produksi hidrogen yang optimal ditentukan sebesar 23,8 bar. Efisiensi energi dan eksergi keseluruhan yang sesuai dihitung masing-masing sebesar 35,8% dan 37,4%. Pada kondisi yang sama, efisiensi energi dan eksergi unit perengkahan termal masing-masing mencapai 61,8% dan 59,3%. (Amro M.O. Mohamed dan Yusuf Bicer, 2021).

Ammonia Receiver adalah salah satu bagian dari sistem gas alam cair (LNG) untuk menghasilkan *ammonia* hijau bebas karbon. *Ammonia Receiver* yang akan dioperasikan dengan tekanan 25.1 barg dan temperatur 60°C, sistem ini akan menghasilkan kapasitas produksi 60,000 ton di tahun 2025. Proyek Tendrara Plant di Maroko ini akan menjadi landasan strategi hidrogen Maroko dan akan menjadikan Maroko sebagai pengeksport utama *ammonia* ke pasar Internasional.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan pada laporan ini sebagai berikut :

a. Pendahuluan

Pada bab ini memaparkan latar belakang, perumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, metodologi penulisan, dan sistematika penulisan.

b. Tinjauan Pustaka

Pada bab ini dipaparkan tinjauan pustaka mengenai objek penelitian yang didapatkan dari studi *literature*.

c. Metodologi Perancangan

Pada bab ini menjelaskan tentang skema analisis rancangan *Ammonia Receiver*.