

Analisis Pressure Pada Vessel 23mbf-002 Proyek Marlin Natuna Menggunakan Software Dan Manual

Bachtiar Dwi Septian^{1*}, Ni'matut Tamimah², Dicki Nizar Zulfika³

Program studi D4 Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Kota Surabaya, Indonesia^{1*, 3}

Program studi D4 Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Kota Surabaya, Indonesia²

Email: bachtiardwi@student.ppns.ac.id^{1*}; nimatuttamimah@email.com²; nizar.zulfika@ppns.ac.id³

Abstract - The growth of industry in Indonesia has resulted in a rising demand for chemical raw materials to support industrial activities. therefore, the fpso marlin natuna forel project aims to increase gas and oil production from the Forel Field located in the Natuna Sea. which has a pressure vessel in it as a place for processing raw gas taken from the well. To prevent failure during operation, the pressure vessel's Maximum Allowable Working Pressure (MAWP) and Maximum Allowable External Pressure (MAEP) are calculated in accordance with ASME Section VIII Division 1. Additionally, modeling and simulation are performed using software. Based on the calculation results, the MAWP value was found to be 778.937 psi for the shell and 775.859 psi for the head. The MAEP value obtained is 194,607 for the shell and 218,900 for the head. with these results it is expected that the pressure vessel is able to operate properly.

Keyword: Pressure vessel, MAEP, MAWP, Natuna

Nomenclature

| | |
|-----------|--------------------------|
| t | ketebalan silinder (in) |
| P | tekanan (psi) |
| D | diameter silinder (in) |
| R | jari-jari silinder (in) |
| S | tegangan (psi) |
| E | joint efficiency |
| CA | corrosion allowance (in) |
| P | tekanan (psi) |

1. PENDAHULUAN

Dalam industri kimia, pembangkit listrik, dan sektor lainnya, penggunaan bejana tekan (*Pressure Vessel*) merupakan bagian integral dari berbagai proses produksi. *Pressure Vessel* dirancang dengan mempertimbangkan aspek keselamatan, daya tahan, dan performa yang optimal untuk menjamin kelangsungan operasi fasilitas atau pabrik. Sebagai contoh, pada proyek Forel FPSO Time Charter Marlin Natuna, terdapat sebuah *Pressure Vessel* vertikal yang dirancang untuk beroperasi di atas kapal, berfungsi penting dalam proses pemisahan serta penahanan tekanan fluida dalam sistem. Analisis terhadap *Pressure Vessel* menjadi hal yang sangat vital guna memastikan sistem dapat beroperasi dengan aman dan berkelanjutan. Oleh karena itu, pemahaman yang komprehensif mengenai perhitungan teknis, kekuatan struktur, dan pengaruh lingkungan terhadap *Pressure Vessel* sangat diperlukan.

Dalam menganalisis bejana tekan (*pressure vessel*), diperlukan landasan teori yang kuat sebagai acuan dasar untuk menyelesaikan

permasalahan dalam penelitian ini. Beberapa karya ilmiah yang relevan telah dilakukan sebelumnya, di antaranya tugas akhir oleh Muhammad Sholahul tentang perancangan *pressure vessel* [1], serta penelitian oleh Theresia Andriani tentang perancangan *crude palm oil separator* [2]. Selain itu, referensi teori dari buku "*Pressure Vessel Handbook*" karya Eugene F. Megyesy [3] dan "*Pressure Vessel Design Manual*" oleh Dennis Moss [4], serta standar perancangan dari *ASME Section VIII Division 1* [5].

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa *Vertical Pressure Vessel* 23MBF-002 pada proyek Forel FPSO Marlin Natuna. Salah satu elemen penting yang dianalisa adalah memastikan bahwa tekanan internal dan eksternal yang dikenakan pada *Pressure Vessel* ini tetap dalam batas yang aman dan sesuai dengan standar yang berlaku yang kemudian diperiksa menggunakan software.

2. METODOLOGI.

2.1 Prosedur Penelitian

Bejana tekan (*Pressure vessel*) 23MBF-002 dengan material SA-516 Grade 70 yang berfungsi memisahkan minyak, gas, dan air memiliki ID sebesar 42", dan memiliki tekanan desain sebesar 580 psig. Analisa terhadap *maximum allowable working pressure* dan *maximum allowable external pressure* dilakukan untuk menjamin keselamatan dan keandalan bejana tekan (*pressure vessel*) terhadap dua jenis kondisi

tekanan yang berbeda.

2.2 Bejana Tekan

Bejana tekan (*pressure vessel*) adalah sebuah wadah yang dirancang untuk menahan perbedaan tekanan antara bagian dalam dan luar, di mana umumnya tekanan di dalam lebih besar dibandingkan tekanan di luar. Fluida yang tersimpan di dalamnya sering kali memiliki potensi untuk mengalami perubahan fasa, atau dalam kasus reaktor kimia, dapat bereaksi dan bercampur dengan zat lain. Selain itu, bejana tekan biasanya juga beroperasi dalam kondisi tekanan tinggi yang disertai dengan temperatur tinggi [6].

2.2 Perhitungan MAWP

Maximum allowable working pressure (MAWP) merupakan tekanan kerja maksimum yang diperbolehkan untuk sebuah bejana tekan. *MAWP* mengacu pada tekanan internal maupun eksternal tertinggi yang dapat diterima oleh bejana, dengan mempertimbangkan berbagai beban potensial serta penambahan ketebalan akibat korosi (*Corrosion Allowance/CA*) pada kondisi temperatur desain [7]. Besarnya *MAWP* ditentukan oleh komponen terlemah dari bejana tekan, yaitu pada bagian *shell* atau *head*. Nilai *MAWP* untuk *shell* dan *head* digunakan untuk mengetahui batas tekanan maksimum yang dapat ditahan oleh material dalam kondisi baru (*New Condition*). Perhitungan *MAWP* untuk bagian *shell* dijelaskan dalam Persamaan 1, sedangkan untuk bagian *head* tercantum dalam Persamaan 2 [3].

Rumus *MAWP shell*:

$$P_{shell} = \frac{S.E.t}{R+0,6t} \quad (1)$$

Rumus *MAWP head*:

$$P_{head} = \frac{2S.E.t}{D+0,2t} \quad (2)$$

2.3 Perhitungan MAEP

Dalam Perhitungan *Maximum Allowable External Pressure* dilakukan untuk memastikan bahwa tekanan di dalam bejana tekan melebihi tekanan dari luar, yaitu sebesar 15 psi. Perhitungan ini digunakan agar pada saat *pressure vessel* dalam keadaan *vacum* tidak mengalami pengerutan pada dindingnya (*Buckling*) [8]. Apabila tekanan kurang dari 15 psi maka bisa dilakukan *increasing thickness* atau penambahan *stiffener rings* pada bejana tekan [9].

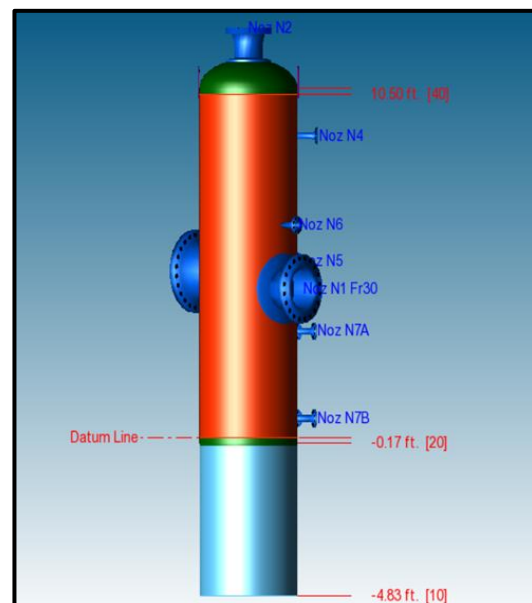
2.2 Software Modeling

Perangkat lunak digunakan untuk menganalisis bejana tekan (*pressure vessel*) dengan menyediakan data preset yang mencakup seluruh elemen dan detail yang diperlukan dalam perancangan. Pengguna memasukkan data terkait elemen dan spesifikasi bejana, yang kemudian diproses oleh perangkat lunak menjadi

representasi model bejana secara nyata. Salah satu perangkat lunak yang digunakan adalah *CodeCalc*, yang memungkinkan proses desain dan evaluasi komponen secara cepat dan akurat. Hasil analisis menghasilkan parameter penting seperti *Maximum Allowable Working Pressure (MAWP)*, serta tekanan internal dan eksternal. Kesimpulan akhir dari proses ini berupa ringkasan yang menunjukkan apakah bejana mampu menahan tekanan kerja dan menentukan batas maksimum tekanan yang diizinkan (*MAWP*) [10].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini adalah tabel yang memperlihatkan perbandingan antara hasil perhitungan bejana tekan secara manual dan hasil perhitungan menggunakan perangkat lunak:



Gambar 2.1 Pemodelan software

Gambar 2.1 merupakan hasil permodelan dengan menggunakan software permodelan.

Tabel 1. Hasil perhitungan manual dan software

| Parameter | | Hasil Perhitungan | |
|-------------------|-------------------------|-------------------|----------|
| | | Manual | PV Elite |
| Internal pressure | <i>MAWP shell [psi]</i> | 778,937 | 699,301 |
| | <i>MAWP head [psi]</i> | 775,859 | 710,798 |
| external pressure | <i>MAEP shell [psi]</i> | 194,607 | 190,855 |
| | <i>MAEP head [psi]</i> | 218,900 | 239,66 |

Berdasarkan tabel di atas, diperoleh bahwa nilai *maximum allowable working pressure (MAWP)* untuk bagian *shell* dari hasil perhitungan manual adalah sebesar 778,937 psi, sementara dari hasil perhitungan menggunakan perangkat lunak adalah 699,301 psi. Untuk bagian *head*, nilai *MAWP* dari perhitungan manual adalah 775,859 psi, sedangkan hasil dari perangkat lunak

adalah 710,798 psi. Sementara itu, nilai *maximum allowable external pressure* (MAEP) pada *shell* berdasarkan perhitungan manual adalah 194,607 psi, dan hasil dari perangkat lunak adalah 190,855 psi. Adapun untuk bagian *head*, nilai MAEP berdasarkan perhitungan manual adalah 218,9 psi, sedangkan dari hasil perhitungan software sebesar 239,66 psi.

Berdasarkan hasil nilai yang diperoleh untuk perhitungan *MAWP*, *pressure vessel* aman digunakan, karena nilai yang diperoleh sudah melebihi design pressure yaitu sebesar 580 psi.

Nilai *Maximum Allowable External Pressure* (MAEP) menunjukkan bahwa tekanan dari dalam bejana tekan lebih besar dibandingkan tekanan eksternal sebesar 15 psi. Dengan demikian, saat bejana tekan berada dalam kondisi vakum, tidak akan terjadi deformasi atau pengerutan pada dinding bejana. Namun, apabila hasil perhitungan MAEP menunjukkan nilai yang lebih kecil dari 15 psi, maka diperlukan penambahan ketebalan dinding (*thickness*) untuk meningkatkan ketahanan terhadap tekanan eksternal.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan manual dan analisis menggunakan perangkat lunak, nilai *Maximum Allowable Working Pressure* (MAWP) untuk bagian *shell* dan *head* dinyatakan aman karena melebihi nilai design pressure sebesar 580 psi. Sementara itu, hasil perhitungan *Maximum Allowable External Pressure* (MAEP) pada *shell* dan *head* juga dinyatakan aman karena nilainya lebih tinggi dari tekanan eksternal sebesar 15 psi.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mu'minin, M. Mustaghfirin. Wardani. (2024). "Perancangan Vertical *Pressure Vessel* LP CO2 Condensate Separator (1102-F) Pada Proyek Revamp Of Ammonia Plant-2 di Bontang, Kalimantan Timur"
- [2] Andriani, T. Munir. Ahmad. (2023). "Perancangan Crude Oil Separator Beserta Jalur Pipa Inlet dan Outlet pada Proyek Onshore Processing Facility di Balongan, Jawa Barat". Surabaya: Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- [3] Megyesy, E. F. (2008). *Pressure Vessel Handbook* (Fourteenth ed.). PV Publishing, Inc., Oklahoma.
- [4] Moss, D. (2004). "*Pressure Vessel Design Manual* (Third ed.)". Amsterdam: Gulf Professional Publishing.
- [5] ASME. (2021). *Rules for Construction of Pressure Vessel Section VIII Div I*. The American Society Engineers, New York.
- [6] Aziz, A. Hamid. Hidayat. (2014). "Perancangan Bejana Tekan (*Pressure*

Vessel) untuk Separasi 3 Fasa. 31–38". Jakarta: Universitas Mercu Buana.

- [7] Mahardika, G. Mustaghfirin. Wardani (2024). Perancangan Main Condensate Tank untuk Menampung Air Kondensat pada Unit Condensate Recovery System. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya.
- [8] Azmi, M. Anis. Ni'matut. (2022). Desain Bejana Tekan Vertikal VE-3003 (Filtered Product Tank) untuk Menampung Senyawa Amina. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya.
- [9] Bednar, H. H. (1986). *Pressure Vessel Design Handbook* (Second ed.). KRIEGER PUBLISHING COMPANY.
- [10] Diyantama, F. Munir, Bisono, (2019). "Analisa Perhitungan Optimum Thickness, *MAWP*, Tegangan, dan lifetime pada Gas Dryer dengan Material A516M Gr. 70 pada Proyek SPBG (Stasiun Pengisian Bahan Bakar Gas)"