



**ANALISIS PENGARUH BENTUK *SUPPORTING PROFILE* TERHADAP
DEFLEKSI DAN TEGANGAN MAKSIMUM PADA *LEG SUPPORT* BEJANA
TEKAN VERTIKAL**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar

Sarjana Teknik Strata Satu (S1)

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Malang



Disusun Oleh :

GHEA SANDIKA PUTRA JUNIANTO

NPM. 21501052037

**UNIVERSITAS ISLAM MALANG
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
MALANG**

2022

ABSTRAKSI

Bejana tekan (pressure vessel) merupakan wadah tertutup untuk menampung sebuah fluida bertekanan tinggi baik berbentuk cair maupun gas. Salah satu komponen pada bejana tekan yang menerima pembebanan terbesar supporting profile. Dimana bejana tekan horisontal menggunakan supporting profile tipe saddle support sedangkan bejana tekan vertikal menggunakan supporting profile tipe leg support atau skirt. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan dan besarnya tegangan yang terjadi pada supporting profile tipe leg support pada bejana tekan vertikal dengan harapan didapatkan tipe profil yang efektif digunakan sebagai penyangga pada bejana tekan vertikal. Material yang digunakan adalah ASME SA-36. Pada penelitian ini menggunakan metode elemen hingga dengan memanfaatkan software ANSYS 18.2. Analisis ini dimulai dengan merancang sebuah bejana tekan dengan massa sebesar 24.172,92 Kg dengan berisi fluida air yang ditopang oleh supporting profile tipe leg support dengan variasi yakni Profil Hollow, Profil Siku, dan Profil H-beam. Dimensi dari semua tipe profil adalah ukuran 100 x 100 x 8mm, 125 x 125 x 8mm dan 150 x 150 x 8mm. Hasil dari simulasi dibandingkan dengan hasil perhitungan matematis sebagai verifikasi. Dan hasil dari penelitian ini didapatkan bahwa defleksi dan tegangan terkecil terjadi pada leg support tipe profil hollow berdimensi 150 x 150 x 8mm. Dimana defleksi yang terjadi hanya sebesar 0,0093 mm dan tegangan maksimum hanya 24,444 MPa

Kata Kunci: Bejana Tekan; Supporting Profil; Kaki Penyangga; Defleksi; Menekankan

ABSTRACT

Pressure vessel is a closed container which accommodate high pressure fluid in a liquid or gas form . One of components in a pressure vessel that receives the greatest load is the supporting profile. The horizontal pressure vessels use a saddle-type supporting profile, and the vertical pressure vessels use leg supports or skirt-type supporting profiles. This research aims to determine the strength and magnitude of the stress that occurs in the leg support type profile on a vertical pressure vessel in the hope of obtaining the type of profile that is effectively used as a vertical pressure vessel supporting profile. The material used is ASME SA-36. In this research using the finite element method by utilizing the software ANSYS 18.2. This analysis begins with designing a pressure vessel with a mass of 24,172.92 Kg containing water fluid which is supported by a leg support type profile with variations, that is Hollow-Profile, Equal Channel-Profile, and H-beam Profile. The dimensions of all profile types are 100 x 100 x 8mm, 125 x 125 x 8mm and 150 x 150 x 8mm. The simulation results are compared with the results of mathematical calculations as verification. And from the results of this research it was found that the smallest deflection and stress occurred in the hollow profile of the leg supports with dimensions of 150 x 150 x 8mm. The deflection that occur on that profile was 0.0923 mm and the maximum stress was 24,444 MPa.

Keywords: *Pressure Vessel; Supporting Profile; Leg Support; Deflection; Stress*

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bejana tekan atau *pressure vessel* adalah suatu wadah tertutup yang digunakan untuk menampung suatu fluida bertekanan (cair ataupun gas). *Pressure vessel* merupakan komponen utama pada dunia industri khususnya pada bidang kimia, perminyakan, dan juga pembangkit listrik tenaga nuklir. Definisi bejana tekan adalah tabung tertutup yang berbentuk silinder berfungsi sebagai wadah penampung yang dapat menahan tekanan dalam (*internal pressure*) maupun tekanan luar (*external pressure*). Bentuk bejana tekan dibuat berdasarkan fungsi dan kegunaannya. Setiap bejana tekan memiliki standar perancangan yang berbeda.

Perancangan bejana tekan telah diatur dalam beberapa buku panduan. Salah satu buku panduan yang banyak digunakan adalah *America Society Mechanical Engineering* (ASME Section VIII Div. 1), yang menjelaskan tentang *boiler* dan *pressure vessel*. Bejana tekan umumnya dioperasikan pada posisi vertikal ataupun horisontal keduanya sama-sama menggunakan penyangga berupa *base* atau *supporting profile* sebagai tumpuan untuk menahan berat dan beban yang dikenakan padanya. *Supporting profile* menerima pembebanan yang sangat besar, yang berasal dari penjumlahan berat kering bejana tekan dengan berat fluida di dalamnya maka dari itu *supporting profile* harus didesain untuk mampu menahan pembebanan dari berat unit dengan defleksi yang kecil untuk menghindari kegagalan konstruksi atau kecelakaan kerja.

Beberapa penelitian mengenai bejana tekan telah dilakukan seperti penelitian oleh (A. Patil & Kolhe, 2014) yang meneliti tentang pengaruh kombinasi *leg support* dengan kombinasi distribusi asimetris terhadap stabilitas struktur system dengan hasil penelitian didapatkan bahwa nilai tegangan dan deformasi aman diterapkan untuk semua nilai pertambahan sudut dan nilai tegangan optimum terjadi pada setiap penambahan sudut 18°. Penelitian yang lain dilakukan oleh (Wicaksono et al., 2019) meneliti tentang analisa pengaruh bentuk head terhadap tegangan maksimum yang diterima pada bejana tekan jenis *knock*

out drum dengan hasil *head* yang paling efektif digunakan adalah tipe *hemishperical head* dan tidak ada pengaruh yang signifikan dari tekanan maksimum yang diijinkan. Dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan umumnya yang diteliti hanyalah *head* dan *shell* saja sedangkan untuk *supporting profile* masih terlalu sedikit jika ada pun mungkin untuk bejana tekan horisontal.

Dikarenakan hal-hal di atas maka disini penulis memutuskan untuk melakukan penelitian tentang *supporting profile* pada bejana tekan vertikal. Penelitian yang akan dilakukan adalah analisis kekuatan dan distribusi tegangan yang terjadi pada *supporting profile* tipe *leg support* dengan metode analisis elemen hingga menggunakan aplikasi *software ANSYS 18.2*. Diharapkan dari penelitian ini nantinya akan mendapatkan bentuk profil yang efisien dan mampu menahan pembebanan serta meminimalisir defleksi yang akan terjadi pada *pressure vessel*.

1.2. Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang tersebut maka permasalahan yang menjadi pokok bahasan adalah sebagai berikut.

1. Berapa tegangan maksimum yang terjadi pada masing-masing tipe profil?
2. Berapa defleksi yang terjadi pada masing-masing tipe profil?
3. Apa tipe profil yang paling efektif digunakan sebagai penyangga bejana tekan vertikal?

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bejana tekan yang digunakan adalah bejana tekan vertikal yang memiliki diameter 1500 mm.
2. Profil yang digunakan adalah *H-beam profile*, *Equal Channel-profile*, dan *Hollow-profile*.
3. Material yang digunakan ASME SA-36 dan dianggap homogen.
4. Kekuatan sambungan las dianggap solid dan homogen.
5. Analisis perhitungan defleksi dan tegangan hanya pada komponen kaki penyangga (*leg support*).
6. Pembebanan pada profil diasumsikan dari atas secara aksial.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui tipe *leg support* yang paling efektif terhadap tegangan maksimum yang dihasilkan saat mengalami pembebanan maksimal.
2. Mengetahui berapa tegangan maksimum yang terjadi pada masing-masing *leg support* (*H-beam profile*, *Equal channel-profile*, dan *Hollow-profile*).
3. Mengetahui besarnya defleksi yang terjadi pada masing-masing *leg support*.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Sebagai bahan pertimbangan dalam mengembangkan atau merancang *supporting profile* untuk bejana tekan vertikal.
2. Memberikan informasi tentang *supporting profile* yang efektif untuk digunakan menumpu bejana tekan vertikal.
3. Memperluas wawasan dan menambah khasanah ilmu pengetahuan yang bermanfaat bagi perkembangan teknologi dan industri khususnya di Indonesia.

1.6. Sistematika Penulisan

Laporan penelitian skripsi ini disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat, dan sistematika penulisan sebagai bahasan utama.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang teori-teori yang menjadikan landasan dalam melakukan pembahasan di dalam penelitian dan penelitian-penelitian terdahulu yang nantinya digunakan sebagai landasan berfikir dan pedoman dalam melakukan penelitian.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisikan tentang tahapan yang digunakan dalam pemodelan seperti kondisi batas yang digunakan. Beban yang diberikan pada model. Selain itu juga dijelaskan bagaimana cara penelitian dan pengambilan data dilakukan.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas tentang inti dari batasan masalah dan jawaban pada rumusan masalah. Tahapan analisa yang dilakukan dan bagaimana proses mengetahui tegangan maksimum dan defleksi maksimum yang terjadi pada masing-masing *leg support* dibahas pula pada bab ini.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan tentang hasil analisis yang telah dilakukan. Pada bab ini juga terdapat saran yang berisi masukan mengenai penelitian berikutnya.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan didapatkan hasil berupa profil yang mengalami defleksi maksimum dan tegangan maksimum terbesar adalah profil siku (*equal channel profile*) berukuran $100 \times 100 \times 8$ mm dengan nilai defleksi sebesar 0,2731 mm dan mengalami tegangan maksimum sebesar $63,516 \text{ N/mm}^2$. Sedangkan profil yang mengalami defleksi dan tegangan maksimum terendah adalah profil holo (*hollow profile*) berukuran $150 \times 150 \times 8$ mm dengan defleksi sebesar 0,0923 mm dan tegangan maksimum yang terjadi hanya $24,444 \text{ N/mm}^2$. Dan berdasarkan perhitungan analisis kekuatan tekuk (*eigenvalue buckling*) disimpulkan bahwa dari ketiga jenis profil ini hanya profil holo yang mampu dikatakan aman untuk menopang bejana tekan tipe vertikal. Penelitian ini mendapatkan kesimpulan bahwa profil paling efektif untuk menopang bejana tekan tipe vertikal (*pressure vessel*) dengan masa sebesar 24.497 kg (24 Ton) adalah profil holo (*hollow profile*) dengan ukuran $150 \times 150 \times 8$ mm.

5.2 Saran

Untuk mengembangkan penelitian ini penulis berharap agar dilakukan penelitian lebih lanjut dengan berfokus pada masa pakai (*lifetime*) setiap profil yang digunakan sehingga dapat diperhitungkan masa pakai dari profil tersebut dengan menahan beban dari *pressure vessel* yang sama dan juga dapat mempertimbangkan biaya (*cost*) yang dikeluarkan agar lebih efisien.

Penulis juga berharap kepada pembaca untuk dapat melanjutkan penelitian ini dengan melakukan perhitungan secara dinamis dengan memperhatikan faktor internal maupun eksternal dan juga tipe pembebanan dengan titik tumpu pada plat di samping bejana tekan (*pressure vessel*)..

DAFTAR PUSTAKA

- Cahyono, E. (2004). *Perancangan bejana tekan vertikal berisi udara untuk peralatan pneumatik kapasitas 8, 25 m³ dengan tekanan kerja 5, 7 kg/cm².*
- F. Megyesy, E. (2004). *Pressure Vessel Handbook.*
- Granico, T. P. (2015). *ANALISA TEBAL MATERIAL, TEGANGAN, DAN DEFLEKSI TERHADAP INTEGRITAS INTEGRITAS IN-SERVICE PRESSURE VESSEL MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA (STUDI KASUS PADA PERUSAHAAN OIL COMPANY).* POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA.
- Jensen, A., Chenoweth, H. H., & Sebayang, D. (1989). *Kekuatan Bahan Terapan.* Erlangga, Jakarta.
- Joko, A. (2010). Aplikasi Motode Elemen Hingga (MEH) pada Stuktur Rib Bodi Angkutan Publik. *Jurnal Inkuiri, 1*, 10–15.
- Khurmi, R. ., & Gupta, J. . (2005). Machine design (SI Units). *Handbook of Machinery Dynamics, 1*, 11–28. <https://doi.org/10.1038/042171a0>
- Kumar, V., Kumar, N., Angra, S., & Sharma, P. (2014). *Design of Saddle Support for Horizontal Pressure Vessel.* 8(12), 1927–1931.
- Nakasone, Y., Yoshimoto, S., & Stolarski, T. A. (2006a). Application of ANSYS to stress analysis. *Engineering Analysis with ANSYS Software*, 51–142.
- Nakasone, Y., Yoshimoto, S., & Stolarski, T. A. (2006b). Overview of ANSYS Structure and Visual Capabilities. *Engineering Analysis with ANSYS Software*, 37–50.
- Patil, A., & Kolhe, A. (2014). Finite element analysis: Pressure vessel with angular leg supports. *International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research, 3*(3), 533.
- Patil, V. G. (2013). *Determination of Safety of Inclined Leg Support for Pressure Vessel Subjected to Arbitrary Wind Load Using FEA.* 2(1), 345–351.
- Popov, E. P., & Astamar, Z. (1983). *Mekanika teknik.*
- Sasongko, N. D. (2016). *PERENCANAAN DAN ANALISA STRUKTUR PARKIR ROTARI KAPASITAS DELAPAN MOBIL.* UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945.

- Satrijo, D., & Habsya Afif Syarief. (2012). Perancangan Dan Analisa Tegangan Pada Bejana Tekan Horizontal Dengan Metode Elemen Hingga. *ROTASI Jurnal Teknik Mesin*, 14, 32–40. <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/rotasi>
- Singer, F. L., Pytel, A., & Darwin, S. (1995). *Ilmu Kekuatan Bahan (teori kokoh-strength of Materials)*.
- Suarsana, P. A., Firdaus, A. H., Choirotin, I., & Agus, M. (2014). Analisa Bentuk Profil dan Dimensi Supporting Profile terhadap Defleksi dan Tegangan pada Base Kondensor Unit. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 6(2), 95–104.
- Sugiyono. (2011). prof. dr. sugiyono, metode penelitian kuantitatif kualitatif dan r&d. intro (PDFDrive).pdf. In *Bandung Alf* (p. 143).
- Syamsudin, A. R., & Damayanti, V. (2011). Metode penulisan pendidikan bahasa. *Bandung: PT Remaja Rosdakarya*.
- Timoshenko, S. P. (1983). *History of Strength theory of structures*.
- Wibowo, A., Lubis, A., & Akmal, J. (2019). *Analisis kekuatan lifting lug pada bejana tekan silinder horizontal*.
- Wicaksono, D., Program, M., Jurusan, S., Mesin, T., Malang, U. I., Program, D., Jurusan, S., Mesin, T., Malang, U. I., Studi, P., Mesin, T., Teknik, F., & Islam, U. (2019). *Analisa pengaruh bentuk head terhadap tegangan maksimum yang diterima pada bejana tekan jenis knock out drum 1*). 1–5.