

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut (Arunkumar *et al.*, 2019) bejana tekan merupakan suatu wadah tertutup yang dirancang untuk menahan tekanan internal atau eksternal. Perangkat ini umum digunakan dalam berbagai industri, termasuk minyak dan gas, kimia, dan pembangkit listrik. Bejana tekan berperan penting dalam berbagai industri, termasuk penyimpanan dan transportasi cairan berbahaya atau fluida bertekanan. Namun, desain yang tidak tepat dan pembuatan bejana tekan ini dapat menyebabkan kejadian berbahaya seperti ledakan dan kebocoran, menjadi resiko besar bagi kehidupan manusia dan lingkungan. Kasus-kasus ledakan, seperti ledakan tangki penyimpanan bahan kimia milik PT *Multi Colour* Indonesia pada tahun 2022 dan insiden pada tangki milik di PT Sari Dumai Oleo (SDO) pada tahun 2021, menunjukkan potensi bahaya yang dapat timbul akibat bejana tekan yang tidak berfungsi dengan baik. Bejana tekan horizontal merupakan salah satu jenis bejana tekan yang lebih disukai dalam banyak aplikasi karena stabilitas dan kapasitas penyimpanan yang lebih besar dibandingkan jenis vertikal.

Bejana tekan horizontal adalah suatu wadah atau tangki yang dirancang untuk menahan tekanan internal atau eksternal, dengan pemasangan yang horizontal (mendatar). Bejana tekan horizontal biasanya berbentuk silinder dan dipasang sejajar dengan permukaan tanah, menggunakan dudukan atau penyangga (*saddle support*). Posisi horizontal ini membuat bejana lebih stabil dan ideal untuk menyimpan fluida atau gas dalam volume besar, terutama di industri penyimpanan minyak, bahan bakar, atau gas alam. Bejana ini memiliki kestabilan yang baik dan memudahkan dalam hal instalasi pada area yang luas. Terdapat beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam mendesain sebuah bejana tekan yaitu Jenis *head*, ketebalan *shell*, dan material yang akan digunakan (Arunkumar *et al.*, 2019).

Jenis *head*, ketebalan *shell*, dan material merupakan tiga variabel penting yang sangat berpengaruh dalam desain dan performa bejana tekan. *Head* atau tutup bejana tekan menentukan distribusi tegangan di dalam bejana. Terdapat berbagai jenis *head* seperti *ellipsoidal*, *hemispherical*, *conical* dan *torispherical* yang masing-masing memiliki karakteristik berbeda dalam menahan tekanan internal. Ketebalan *shell* juga merupakan variabel kritis, karena berhubungan langsung dengan kemampuan bejana untuk menahan tekanan internal. Ketebalan yang terlalu tipis dapat menyebabkan kegagalan struktural, sedangkan ketebalan yang terlalu besar dapat mengakibatkan pemborosan material dan biaya

yang tinggi. Selain itu, pemilihan material adalah faktor krusial yang mempengaruhi kekuatan mekanik dan ketahanan korosi dari bejana tekan. Pemilihan material yang salah dapat menyebabkan kegagalan struktural, terutama pada kondisi operasi yang ekstrem. Oleh karena itu, material harus dipilih dengan mempertimbangkan sifat mekanik, ketahanan terhadap suhu tinggi, serta korosi (Aswin & Anggara, 2022).

Penelitian ini akan fokus pada desain dan analisis bejana tekan dengan mengacu pada standar *ASME BPVC 2021 section VII div. I* dan menggunakan simulasi *ansys* untuk mengevaluasi pengaruh variabel jenis *head*, ketebalan *shell*, dan material terhadap karakteristik struktural bejana dan melakukan analisis simulasi untuk mengetahui nilai *equivalent stress* digunakan untuk menentukan apakah material mengalami kegagalan berdasarkan kondisi tegangan *multiaxial*, total *deformation* untuk memastikan bahwa deformasi yang terjadi masih berada dalam batas toleransi dan tidak menyebabkan kerusakan atau pada bejana tekan, *safety factor* memberikan ukuran seberapa aman desain terhadap kondisi beban maksimum, *longitudinal stress* adalah tegangan yang bekerja sejajar dengan sumbu panjang bejana tekan dan *circumferential stress* adalah tegangan yang bekerja di sekitar keliling bejana tekan akibat tekanan internal. Selain itu, penelitian ini juga akan mengeksplorasi dasar-dasar desain bejana tekan untuk memastikan bahwa desain yang dihasilkan tidak hanya memenuhi persyaratan teknis, tetapi juga dapat memberikan kontribusi dalam peningkatan dan keselamatan dalam perancangan bejana tekan di industri, serta menyediakan panduan yang lebih komprehensif bagi perancangan bejana tekan yang lebih baik.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah berfungsi sebagai pedoman utama dalam penyusunan tujuan penelitian, metode penelitian, dan analisis data. Melalui rumusan masalah ini, penulis berharap dapat mengarahkan penelitian pada isu-isu yang relevan dan signifikan. Berdasarkan penjelasan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan masalah skripsi sebagai berikut:

1. Bagaimana analisis perhitungan dan simulasi numerik berbasis *Finite Element Analysis (FEA)* berdasarkan standar *ASME BPVC 2021* pada bejana tekan horizontal?.
2. Bagaimana pengaruh variasi material, ketebalan *shell*, dan jenis *head* terhadap total *deformation*, *equivalent stress*, *safety factor*, *longitudinal stress*, dan *circumferential stress* pada bejana tekan horizontal berdasarkan hasil simulasi *FEA*.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah komponen penting yang membantu mengarahkan, mengorganisir, dan menilai seluruh proses penelitian. Dalam hal ini tujuan penelitian juga mencegah penelitian menjadi terlalu luas atau menyimpang dari topik utama. Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka akan dilakukan penelitian dengan tujuan sebagai berikut:

- 1) Menganalisis perhitungan dan simulasi numerik berbasis *Finite Element Analysis (FEA)* berdasarkan standar *ASME BPVC 2021* pada bejana tekan horizontal
- 2) Menganalisis pengaruh variasi material, ketebalan *shell*, dan jenis *head* terhadap total *deformation*, *equivalent stress*, *safety factor*, *longitudinal stress*, dan *circumferential stress* pada bejana tekan horizontal berdasarkan hasil simulasi *FEA*.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah adalah pernyataan yang menjelaskan ruang lingkup penelitian dengan menegaskan area spesifik yang akan diteliti dan mengidentifikasi aspek-aspek yang tidak termasuk dalam penelitian. Batasan masalah membantu menghindari penyimpangan dari topik utama dan memastikan penelitian tetap dalam lingkup yang dapat dikelola dan dianalisis secara mendalam. berikut ini batasan masalah yang ada di penelitian ini:

- 1) Perancangan dan analisis hanya difokuskan pada bejana tekan horizontal dengan fluida gas di dalamnya
- 2) Penelitian ini mengikuti standar yang berlaku seperti *ASME Boiler and Pressure Vessel Code (BPVC) 2021 section VII div. I*, Standar dan regulasi dari negara lain atau organisasi internasional selain *ASME* tidak akan dibahas secara mendalam.
- 3) Penelitian akan mengkaji desain dan dimensi standar horizontal sesuai dengan spesifikasi industri, Desain *custom* atau non-standar tidak akan dibahas secara rinci.

1.5 Asumsi

Penelitian mengenai bejana tekan horizontal ini, beberapa asumsi telah ditetapkan untuk memperjelas dan membatasi ruang lingkup penelitian. Asumsi-asumsi ini digunakan untuk menyederhanakan analisis dan memastikan fokus penelitian tetap terarah. Adapun asumsi-asumsi tersebut adalah sebagai berikut:

- 1) Diasumsikan bahwa bejana tekan horizontal beroperasi dalam kondisi operasional yang stabil tanpa adanya fluktuasi besar dalam tekanan, suhu, atau laju aliran fluida. Perubahan mendadak dalam kondisi operasional tidak akan dipertimbangkan dalam analisis ini.
- 2) Diasumsikan bahwa desain bejana tekan horizontal sesuai dengan standar *ASME Boiler and Pressure Vessel Code (BPVC) 2021 section VII div. I*. Desain yang tidak mengikuti standar ini tidak akan dipertimbangkan dalam penelitian.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan adalah susunan atau struktur yang digunakan untuk mengatur dan menyusun. Sistematika ini bertujuan untuk memberikan alur yang jelas dan logis sehingga pembaca dapat memahami isi dan tujuan dari tulisan tersebut dengan mudah. Berikut adalah sistematika penulisan laporan penelitian:

BAB I: PENDAHULUAN

Pendahuluan membahas latar belakang penelitian yang berkaitan dengan pentingnya analisis kekuatan bejana tekan horizontal berdasarkan standar *ASME BPVC 2021*. Pada bab ini dijelaskan permasalahan penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan. Pendahuluan ini bertujuan untuk memberikan gambaran awal mengenai ruang lingkup penelitian serta arah analisis perhitungan dan simulasi numerik berbasis *Finite Element Analysis (FEA)* yang dilakukan.

BAB II: TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan Pustaka berisi kajian teori dan referensi yang mendukung penelitian. Pembahasan meliputi teori dasar bejana tekan, jenis-jenis *head* pada bejana tekan, konsep tegangan *longitudinal* dan *circumferential*, teori deformasi, konsep *safety factor*, serta prinsip dasar *Finite Element Analysis (FEA)*. Selain itu, pada bab ini juga dibahas standar *ASME BPVC 2021* yang digunakan sebagai acuan perhitungan dan evaluasi desain, serta tinjauan terhadap penelitian terdahulu yang relevan sebagai dasar pembandingan dan penguat analisis.

BAB III : METODE PENELITIAN

Metode Penelitian menjelaskan tahapan dan prosedur penelitian yang dilakukan untuk mencapai tujuan penelitian. Metode yang digunakan meliputi penentuan *geometri* bejana tekan horizontal, pemilihan material, variasi ketebalan *shell* dan jenis head, penentuan kondisi batas (*boundary conditions*), pembebanan tekanan internal dan temperatur operasi, serta proses pemodelan dan simulasi menggunakan perangkat lunak ANSYS berbasis *Finite Element Analysis (FEA)*. Bab ini juga menjelaskan parameter yang dianalisis, yaitu total *deformation*, *equivalent stress*, *safety factor*, *longitudinal stress*, dan *circumferential stress*.

BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan Pembahasan menyajikan hasil perhitungan dan simulasi *FEA* pada bejana tekan horizontal. Pembahasan difokuskan pada analisis pengaruh variasi material, ketebalan *shell*, dan jenis head terhadap nilai total *deformation*, *equivalent stress*, *safety factor*, *longitudinal stress*, dan *circumferential stress*. Hasil simulasi ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik, kemudian dianalisis serta dibandingkan dengan teori dan ketentuan standar *ASME BPVC 2021* untuk menilai kelayakan dan keamanan desain bejana tekan.

BAB V: PENUTUP

Penutup berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisis dan pembahasan penelitian sebagai jawaban atas rumusan masalah dan pencapaian tujuan penelitian. Selain itu, pada bab ini juga disampaikan saran-saran yang dapat digunakan sebagai acuan untuk pengembangan penelitian selanjutnya, khususnya terkait analisis lanjutan, variasi parameter desain, maupun penerapan metode simulasi yang lebih kompleks pada bejana tekan