

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dengan pesatnya modernisasi di berbagai sektor, perkembangan industri, teknologi, serta ilmu pengetahuan mengalami peningkatan yang signifikan. Dalam konteks teknik proses, pemahaman mengenai sistem konversi energi menjadi sangat penting, khususnya pada industri minyak dan gas. Industri ini sangat bergantung pada berbagai peralatan utama seperti *pressure vessel*, *heat exchanger*, dan *distillation column*, yang berperan dalam proses pemisahan fluida serta peningkatan efisiensi energi dalam sistem produksi (Chris et al., 2022)

Salah satu unit yang paling krusial dalam proses pengolahan minyak bumi di kilang adalah *Crude Distillation Unit* (CDU). Equipment CDU merupakan unit awal dalam rangkaian proses *refinery* yang berfungsi untuk memisahkan *crude oil* menjadi berbagai fraksi berdasarkan perbedaan titik didih. Sebagai unit *front-end*, CDU memiliki peran penting dalam menentukan efisiensi keseluruhan proses dan distribusi produk ke unit lanjutan. Selain itu, unit ini juga merupakan salah satu konsumen energi terbesar dalam kilang, sehingga keandalan dan optimasinya sangat berpengaruh terhadap performa industri (Farhat & Hajji, 2019; Said et al., 2015). Dalam operasinya, proses pemisahan tersebut sangat bergantung pada kinerja peralatan utama berupa *distillation column* sebagai media utama terjadinya proses distilasi.

Distillation column sebagai komponen utama dalam CDU merupakan peralatan yang digunakan untuk memisahkan campuran fluida berdasarkan perbedaan volatilitas atau titik didih. Proses distilasi menjadi metode utama dalam industri minyak dan gas karena kemampuannya dalam memisahkan hidrokarbon menjadi berbagai fraksi bernilai ekonomis seperti bensin, diesel, dan kerosin. Kinerja kolom distilasi sangat berkaitan dengan efisiensi energi, kualitas produk, serta optimalisasi proses secara keseluruhan (Khalaf et al., 2023). Selain itu, kinerja

peralatan ini juga sangat dipengaruhi oleh kondisi materialnya, dimana degradasi material seiring waktu dapat menurunkan performa operasi dan meningkatkan risiko kegagalan.

Seiring dengan lamanya waktu operasi, peralatan industri seperti kolom distilasi akan mengalami degradasi material akibat berbagai mekanisme kerusakan, salah satunya adalah korosi. Korosi merupakan penyebab utama penurunan ketebalan material (*thinning*) yang dapat menurunkan kekuatan struktur serta meningkatkan risiko kegagalan peralatan. Kondisi ini menjadi tantangan besar dalam menjaga keandalan dan keselamatan operasi, terutama pada industri *oil and gas* yang memiliki risiko tinggi terhadap kegagalan peralatan (Animah & Shafiee, 2018). Bahkan, sebagian kecil peralatan dalam plant dapat menyumbang sebagian besar risiko kegagalan sistem secara keseluruhan (Jarić et al., 2024). Selain itu, kegagalan akibat korosi seringkali tidak terjadi secara seragam, melainkan dipengaruhi oleh variasi laju degradasi material pada bagian-bagian tertentu dalam satu peralatan.

Berdasarkan kondisi lapangan dan data inspeksi pada peralatan proses, sering ditemukan adanya perbedaan laju degradasi ketebalan material pada bagian-bagian tertentu dalam satu peralatan yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa degradasi material tidak terjadi secara seragam, melainkan dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti distribusi temperatur, karakteristik fluida, serta kondisi lingkungan operasional. Fenomena ketidakseragaman laju korosi ini menjadi penting untuk dianalisis karena dapat menyebabkan terbentuknya area kritis (*localized thinning*) yang berpotensi menjadi titik awal kegagalan peralatan (Kermani & Morshed, 2003; Revie & Uhlig, 2008; Melchers, 2003). Kondisi ini menjadi semakin krusial ketika peralatan tetap dioperasikan mendekati atau bahkan melampaui umur desainnya (*design life*), sehingga diperlukan evaluasi lebih lanjut terhadap sisa umur operasi berdasarkan laju degradasi yang terjadi.

Dalam dunia industri, banyak alat dan peralatan yang tetap dioperasikan meskipun telah melewati umur desain (*design life*). Oleh karena itu, diperlukan suatu metode evaluasi untuk memastikan apakah peralatan tersebut masih layak digunakan secara aman dan ekonomis. Salah satu pendekatan yang umum

digunakan adalah *Remaining Life Assessment* (RLA) atau penilaian sisa umur operasi. Metode ini bertujuan untuk memperkirakan sisa umur suatu komponen berdasarkan kondisi aktual, data inspeksi, serta mekanisme degradasi yang terjadi (Purwidyasari et al., 2023)

Remaining Life Assessment menjadi sangat penting karena dapat membantu dalam pengambilan keputusan terkait perpanjangan umur operasi (*life extension*), perencanaan *maintenance*, serta pencegahan kegagalan yang dapat menimbulkan kerugian besar baik secara ekonomi maupun lingkungan (Li et al., 2022). Dalam studi kasus pada peralatan proses seperti kolom distilasi, analisis RLA biasanya melibatkan evaluasi sifat mekanik material, laju korosi, serta pengujian seperti *stress rupture test* dan *inspeksi non-destruktif* (NDT) (Basu et al., 2002). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa melalui pendekatan RLA, suatu kolom distilasi yang telah beroperasi dalam jangka panjang masih dapat memiliki sisa umur operasi tertentu, namun tetap memerlukan perhatian khusus terutama pada bagian kritis seperti sambungan las (*weld joint*) yang rentan mengalami degradasi (Basu et al., 2002). Selain itu, pendekatan *Risk-Based Inspection* (RBI) juga sering dikombinasikan untuk menentukan tingkat risiko dan prioritas inspeksi pada peralatan tersebut (Jaric et al., 2024)

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa degradasi material pada peralatan kolom distilasi, khususnya akibat korosi yang tidak seragam, merupakan permasalahan penting yang dapat mempengaruhi keandalan dan keselamatan operasi. Oleh karena itu, diperlukan analisis yang komprehensif untuk mengevaluasi kondisi aktual serta memperkirakan sisa umur operasi peralatan. Hal ini menjadi dasar dalam penelitian ini yang berfokus pada perhitungan dan analisis sisa umur operasi pada kolom distilasi dengan menggunakan pendekatan *Remaining Life Assessment*.

1.2 Rumusan Masalah

Sejalan dengan latar belakang di atas, penelitian ini diarahkan untuk menjawab pertanyaan kunci berikut :

1. Berapa estimasi umur sisa operasi (*remaining life*) dari komponen shell berdasarkan hasil perhitungan laju korosi?
2. Mengapa beberapa shell mengalami degradasi lebih cepat dibanding shell lainnya ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui sisa umur komponen shell menggunakan pendekatan *Remaining Life Assasment*
2. Mengevaluasi penyebab beberapa shell mengalami degradasi lebih cepat dibanding shell yang lain

1.4 Manfaat Penelitian

Berikut merupakan dari penelitian ini

1. Mengurangi risiko kegagalan peralatan melalui pendekatan prediktif.
2. mendukung peningkatan keselamatan dan keandalan operasi kilang melalui penerapan prinsip *risk-based inspection* dan *condition-based maintenance* yang berbasis data aktual peralatan.

1.5 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah

Untuk menjaga fokus pembahasan, studi kasus ini dibatasi pada lingkup dan batasan tertentu sebagai berikut:

1. Analisis difokuskan pada komponen shell dari peralatan *crude distillation unit* C-201-01 di area proses PT. XYZ
2. Data yang digunakan merupakan data hasil pengukuran *Ultrasonic Testing* (UT) pada ketebalan pipa dari kegiatan inspeksi tahun 2019 dan 2025
3. Perhitungan dilakukan dengan mengacu pada standart ASME FFS-1 dan ASME BPVC *Section VIII Division 1*

4. Nilai Tegangan Ijin yang digunakan mengacu pada standart ASME II-D
5. Analisis hanya mencakup perhitungan ketebalan minimum, laju korosi, estimasi umur sisa, dan penyebab variasi laju degradasi
6. Analisis hanya dilakukan pada komponen shell 1, 2, 3, dan 4

1.6 Sistematika Penulisan

Laporan penelitian ini disusun berdasarkan sistematika penulisan berikut:

1. Bab I Pendahuluan

Bab Pendahuluan membahas terkait latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

2. Bab II Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi terkait teori – teori dasar yang akan digunakan untuk penyelesaian masalah

3. Bab III Metodologi Penelitian

Bab Metodologi Penelitian berisi paparan mengenai prosedur pelaksanaan penelitian

4. Bab IV Analisis Data dan Pembahasan

Pada bab ini, data yang diperoleh diolah lebih lanjut menggunakan metode yang sudah ditentukan

5. Bab V Kesimpulan dan Saran

Bab ini merupakan bagian penutup yang memuat inti sari dan kesimpulan dari seluruh rangkaian laporan, serta memberikan saran terhadap hasil penelitian