

Perhitungan Umur Layan (*Residual Life Assesment*) Instalasi PT. KPI RU IV Cilacap dengan Metode *Reliability Block Diagram*

Darini Fitriyani^{1,2*}, Yanto³

¹Program Studi Program Profesi Insinyur, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Jalan Jend. Sudirman. Nomor, 51 Kota Jakarta Selatan, Jakarta 12930, Indonesia

²PT Intesco Global Internusa. Jalan Pejaten Raya No.09 A, Pejaten Bar., Pasar Minggu, Jakarta 12510

³Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya Jalan Raya Cisauk Lapan No. 10, Sampora, Cisauk, Tangerang, Banten 15345, Indonesia

Article Info

Abstract

Article history:

Received
8 December 2024

Accepted
21 December 2024

Keywords:

Residual Life Assessment, RBD, RU IV Cilacap Refinery, Operational Safety.

Residual Life Assessment (RLA) is a crucial step to ensure the reliability, safety, and operational efficiency of equipment that has exceeded its design life or shows signs of aging. This study was conducted at the Pertamina International Refinery Unit IV (RU IV) in Cilacap, aiming to evaluate the current condition of the equipment, estimate the remaining operational life, and provide recommendations for necessary maintenance or replacement actions. The Risk-Based Inspection (RBI) method and the Reliability Block Diagram (RBD) approach were employed to map risks, assess system reliability, and deliver accurate remaining life estimations. Data were collected through visual inspections, non-destructive testing, dimensional measurements, and material analysis. The analysis results indicate that some equipment requires special attention concerning structural and operational integrity.

Info Artikel

Abstrak

Histori Artikel:

Diterima:
8 December 2024

Disetujui:
21 December 2024

Kata Kunci:

Umur layan, RBD, Instalasi Kilang RU IV Cilacap, Keselamatan Operasional.

Residual Life Assessment (RLA) atau umur layan merupakan langkah krusial untuk memastikan keandalan, keselamatan, dan efisiensi operasional peralatan yang telah melampaui batas umur desain atau menunjukkan tanda-tanda penuaan. Penelitian ini dilakukan pada Instalasi Kilang Pertamina Internasional RU IV, Cilacap, dengan tujuan mengevaluasi kondisi terkini peralatan, memperkirakan umur sisa operasional, serta memberikan rekomendasi terkait tindakan perawatan atau penggantian yang diperlukan. Metode Risk-Based Inspection (RBI) dan pendekatan Reliability Block Diagram (RBD) digunakan dalam analisis untuk memetakan risiko, mengevaluasi keandalan sistem, serta memberikan estimasi umur sisa yang akurat. Data diperoleh melalui inspeksi visual, pengujian non-destruktif, pengukuran dimensi, serta analisis material. Hasil menunjukkan sebagian peralatan memerlukan perhatian khusus terkait integritas struktural dan operasional.

1. PENDAHULUAN

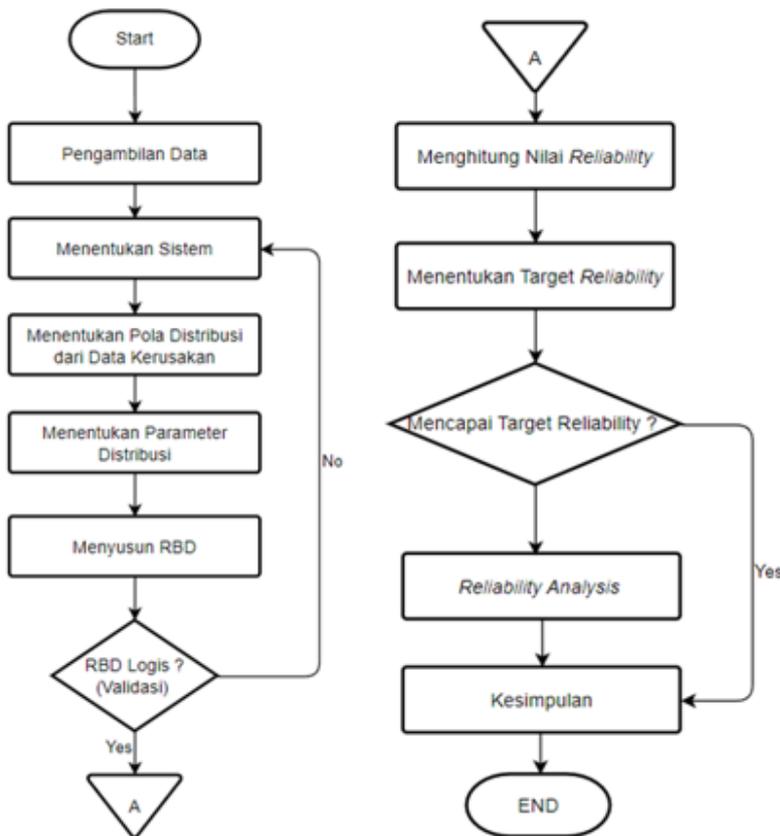
Dengan mengacu pada Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2021 tentang Inspeksi Teknis dan Pemeriksaan Keselamatan Instalasi dan Peralatan pada Kegiatan Usaha Minyak dan Gas Bumi, semua peralatan yang

*Corresponding author. Darini Fitriyani
Email address: Darini@intescoglobal.com

telah melewati batas umur desain operasi (apabila diketahui) atau diindikasikan mengalami gejala penuaan yang berpotensi mengganggu integritas peralatan tersebut, maka wajib dilakukan *Residual Life Assessment*. Jika peralatan yang akan dilakukan *Residual Life Assessment* tersebut tidak memiliki data konstruksi dan *maintenance*, maka wajib dilakukan *Reverse Engineering* pada peralatan tersebut. Analisis ulang dilakukan sesuai dengan kondisi actual peralatan di lapangan yang meliputi data-data dan asumsi yang digunakan dari hasil inspeksi pada saat ini. Makalah ini membahas mengenai perhitungan umur layan atau *Residual Life Assessment* keseluruhan fasilitas yang terdapat di Instalasi Kilang Pertamina Internasional RU IV, Cilacap. Melalui penerapan metode RBD, hasil *Residual Life Assessment* diharapkan dapat memberikan gambaran yang akurat mengenai kondisi terkini peralatan, estimasi umur sisa yang dapat diandalkan, serta rekomendasi untuk perawatan atau penggantian komponen. Hal ini menjadi landasan penting bagi manajemen dalam mengambil keputusan strategis terkait keberlanjutan operasional dan keselamatan instalasi di Kilang RU IV Cilacap.

2. METODE PELAKSANAAN

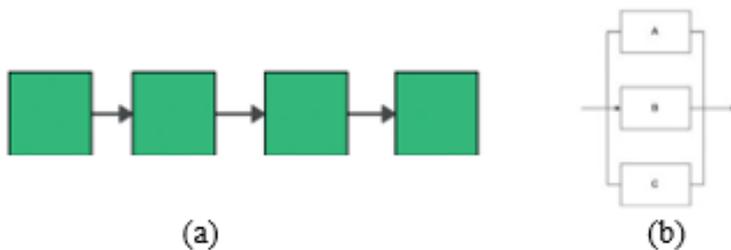
Dalam pelaksanaan RLA di Kilang Pertamina Internasional RU IV Cilacap, metode Reliability Block Diagram (RBD) digunakan sebagai pendekatan analitis untuk memodelkan sistem instalasi secara komprehensif. Metode ini memungkinkan visualisasi hubungan antara komponen kritis dalam instalasi dan bagaimana setiap komponen berkontribusi terhadap keseluruhan keandalan sistem. Dengan RBD, analisis dapat dilakukan untuk mengevaluasi titik lemah dalam sistem, memprediksi umur layan peralatan, dan merumuskan langkah-langkah mitigasi yang efektif. Metodologi Reliability Block Diagram yang digunakan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1.
Metodologi *Reliability Block Diagram*

Reliability Block Diagram (RBD) merupakan teknik analisis grafis yang menunjukkan keandalan komponen berkontribusi terhadap keberhasilan atau kegagalan suatu sistem. Analisis keandalan dan availability dari suatu sistem menggunakan RBB dapat digunakan untuk sistem besar dan kompleks yang digambarkan dalam diagram blok untuk menjelaskan hubungan antar sistem (ITEM Software, 2007). Reliability Block Diagram (RBD) merupakan salah satu metode Reliability Analysis yang menggambarkan hubungan antar sistem, sub-sistem, dan komponen. RBD digambarkan pada suatu rangkaian blok yang dihubungkan baik secara seri atau paralel dengan masing-masing blok mewakili sistem atau komponen dengan tingkat kegagalannya masing-masing. Rangkaian seri menyatakan logika 'dan' sehingga apabila satu komponen atau sistem gagal maka seluruh sistem akan gagal. Sebaliknya pada rangkaian paralel baru akan mengalami kegagalan apabila seluruh sistem atau komponen gagal.

Suatu sistem dapat dimodelkan dengan susunan seri jika komponen-komponen yang ada di dalam sistem itu harus bekerja dan berfungsi semuanya agar sistem tersebut dapat menjalankan fungsinya (Gambar 2a). Jika ada satu komponen mengalami kegagalan maka keseluruhan sistem akan mengalami kegagalan. Suatu sistem dapat dimodelkan dengan susunan paralel jika seluruh komponen yang berada dalam sistem mengalami kerusakan (Gambar 2b). Jika terdapat dua komponen yang disusun secara paralel akan mengalami kegagalan jika kedua komponen tersebut mengalami kegagalan.



Gambar 2

Susunan Seri (a) dan Paralel (b)

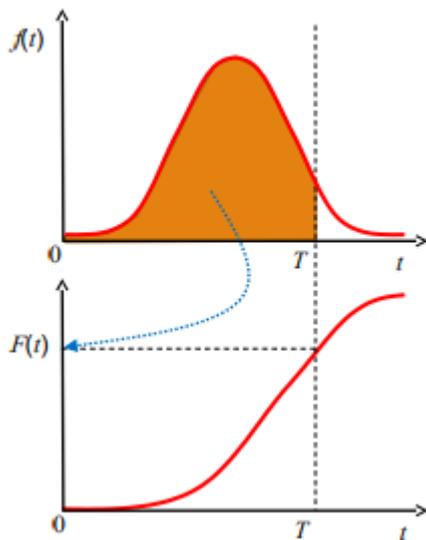
$$R_s = R_1 R_2 R_3 \dots R_n \dots \dots \dots (1)$$

R_s adalah reliability seri R_n adalah reliability pada urutan ke n (Ebeling, 1997)

$$R_p = 1 - \prod_{i=1}^n [1 - R_i(t)] \dots \dots \dots (2)$$

R_p adalah reliability parallel (Ebeling, 1997)

Nilai *reliability* berpengaruh pada nilai *availability* yang tinggi. Jika nilai *availability* meningkat maka nilai *reliability* pun mengalami peningkatan. Disamping itu, kinerja (*performance*) dari suatu sistem dipengaruhi oleh *availability* dan *reliability* nya, maka jika nilai dari *availability* mengalami peningkatan kinerja dari suatu sistem mengalami perbaikan. Pada Reliability Block Diagram terdapat model susunan seri, susunan paralel, dan seri – paralel. Probabilitas kegagalan terjadi hingga waktu T (Gambar 3) dapat dirumuskan sebagaimana Persamaan 3.



Gambar 3.

Probabilitas kegagalan pada waktu T, *Cumulative Distribution Function* (CDF), F(t)

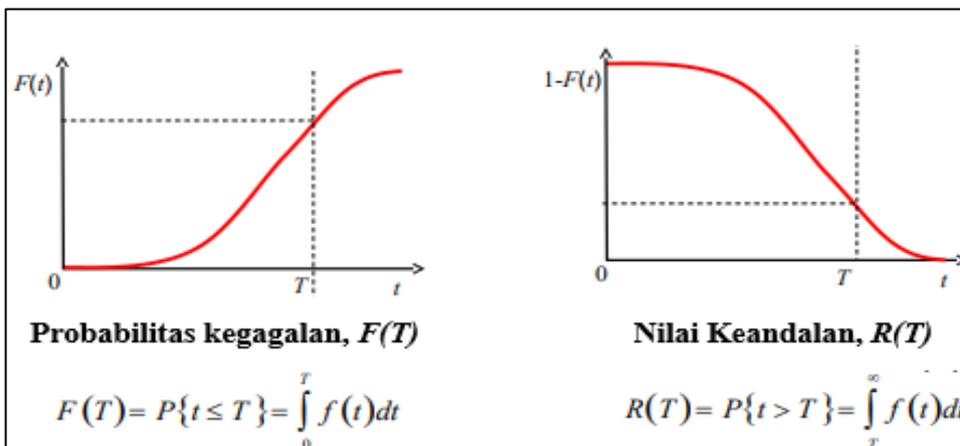
$$F(T) = P\{t \leq T\} = \int_0^T f(t) dt \dots\dots\dots (3)$$

Keandalan, R(t), disebut juga fungsi survival, sering diartikan sebagai fraksi populasi bertahan dalam waktu t. Keandalan adalah probabilitas keberhasilan, yang merupakan komplemen dari F(t) – Persamaan 4.

$$R(t) = 1 - F(t) = \int_t^{\infty} f(t) dt \dots\dots\dots (4)$$

Nilai dari fungsi keandalan sistem dapat diestimasi berdasarkan data historis, di mana banyaknya kejadian sistem tetap bisa bekerja baik hingga waktu ke-T, N_s(T), dibagi dengan semua kejadian, N_T(T). Semua kejadian meliputi kejadian sistem tetap bekerja baik hingga waktu ke-T, N_s(T), dan kejadian sistem mengalami kegagalan sebelum waktu ke-T, N_f(T) – Persamaan 5.

$$R(T) = \frac{N_s(T)}{N_s(T) + N_f(t)} = \frac{N_T(T) - N_f(T)}{N_T(T)} \dots\dots\dots (5)$$



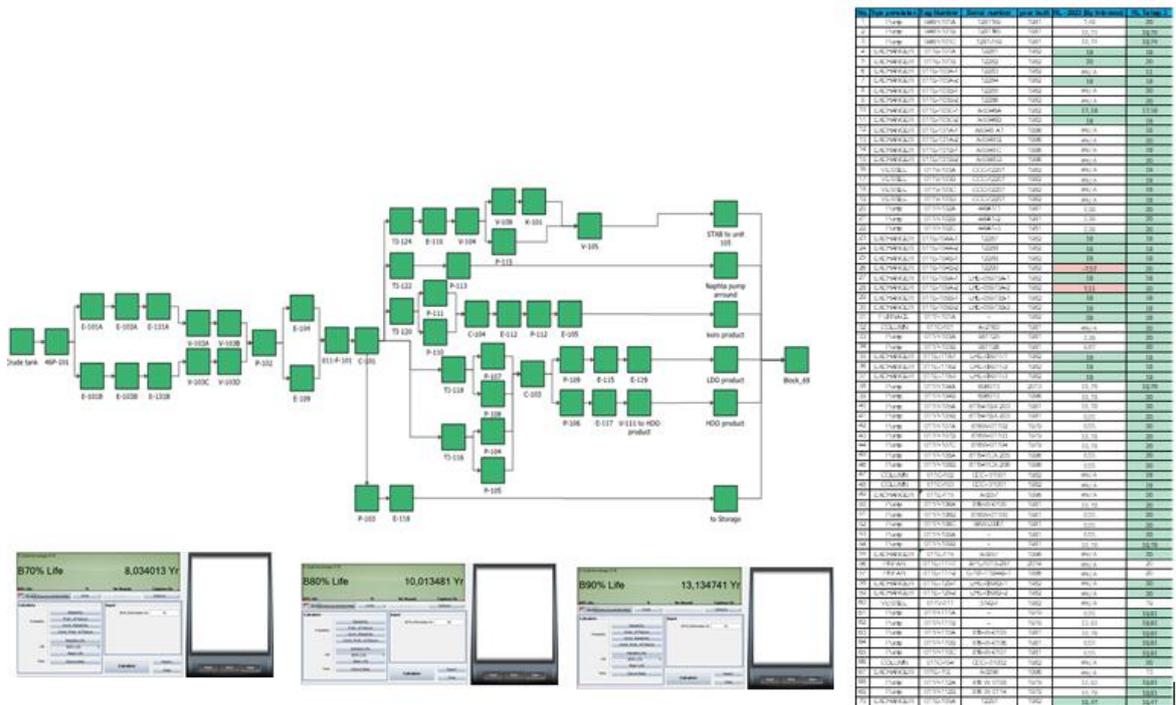
Gambar 4.

Probabilitas kegagalan dan nilai keandalan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses perhitungan umur layan instalasi Kilang II Cilacap menggunakan metode Reliability Block Diagram (RBD) diawali dengan penyusunan block diagram berdasarkan *Process Flow Diagram* (PFD) untuk setiap unit. Setelah block diagram selesai disusun dalam perangkat lunak ReliaSoft, data umur dari masing-masing peralatan yang terdapat dalam *Process Flow Diagram* dimasukkan ke dalam perangkat lunak tersebut. Proses *running* dilakukan secara bertahap, baik per unit maupun per sistem. Hasil dari masing-masing unit kemudian digabungkan menjadi satu subsystem, yang pada akhirnya menghasilkan estimasi umur layan keseluruhan instalasi untuk Kilang II Cilacap. Hasil analisis tersebut kemudian disusun dalam laporan yang mencakup diagram RBD lengkap, data umur peralatan, hasil simulasi tiap unit dan subsystem, serta rekomendasi terkait perawatan dan penggantian peralatan yang diperlukan. Pendekatan ini memastikan perhitungan umur layan yang lebih akurat dan mendukung pengambilan keputusan yang tepat untuk menjaga keberlanjutan operasional kilang dalam jangka panjang.

Diambil contoh pada Unit 011 – FOC II A dari hasil running RBD dengan memasukan umur peralatan pada setiap peralatan yang terdapat di unit 11 didapatkan umur layan untuk unit 011-FOC II A pada B80% Life adalah 10 tahun (Gambar 5). Dari hasil masing-masing unit pada area FOC II Kilang II Cilacap akan dirunning kembali menjadi Subsystem untuk mendapatkan umur layan instalasi pada area FOC II Kilang II Cilacap



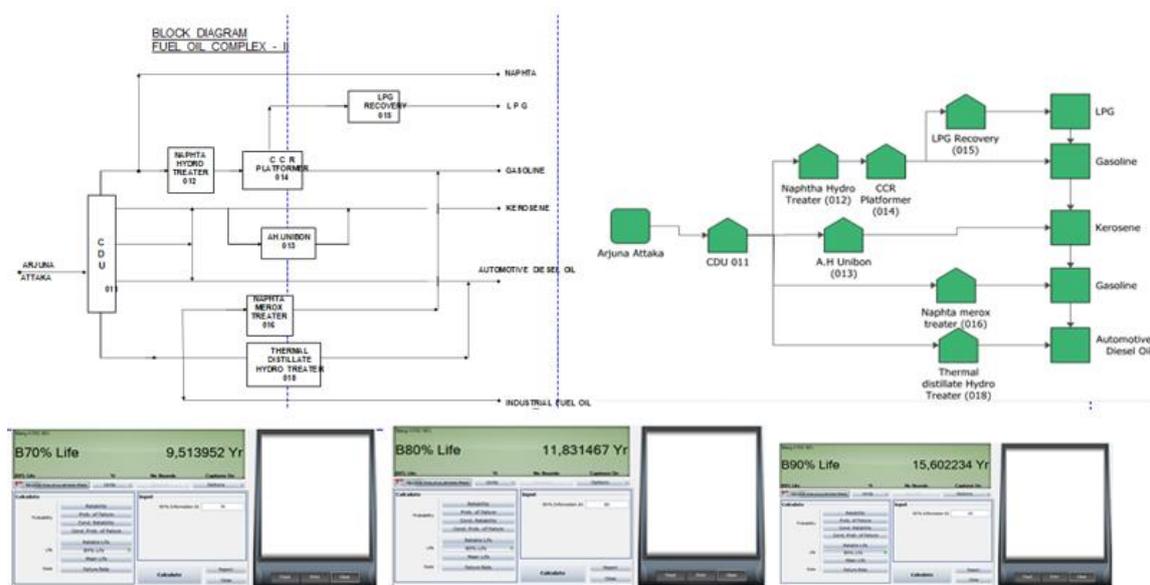
Gambar 5. Hasil Running RBD unit 011-FOC II A

Hasil RLA dari masing masing unit yang ada di area FOC II dapat dilihat pada Tabel 1. Dari hasil Tabel 1, dijadikan subsystem untuk mendapatkan umur layan (*Residual Life Assesment*) area FOC II kilang II Cilacap. Dari hasil yang telah diperoleh pada running software RBD untuk area FOC II kilang II Cilacap dapat dilihat pada Gambar 6. Berdasarkan hasil running RBD area FOC II kilang II Cilacap, didapatkan sisa umur instalasi pada fasilitas kilang II untuk area Fuel Oil Complex (FOC) adalah **11.83** tahun.

Tabel 1.

Hasil RLA masing masing unit yang ada di area FOC II

Nomor	Sisa umur (tahun)
11	10,00
12	18,00
13	18,06
14	12,7
15	15,00
16	11,00
18	15,00
19	Takeout

**Gambar 6.**

Hasil Running RBD area FOC II kilang II Cilacap

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan perhitungan, didapatkan sisa umur instalasi pada fasilitas kilang II untuk area Fuel Oil Complex (FOC) adalah 11.83 tahun, dan untuk Area Lube Oil Complex (LOC) adalah 10.7 tahun. Hal ini berdasarkan hasil perhitungan reliability block diagram (RBD) umur peralatan di dalam kilang II. Untuk hasil analisis peralatan dalam kondisi baik dan layak beroperasi dan untuk perencanaan inspeksi yang dianjurkan adalah dengan interval inspeksi setiap 4 (empat) tahun sekali dengan mengikuti metode inspeksi yang telah dijelaskan dalam perencanaan inspeksi.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada PT Intesco Global Internusa yang telah memberikan kesempatan pada penulis untuk dapat menjalani kuliah Program Profesi Insinyur di Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya di tengah tanggung jawab penulis sebagai staf engineer di perusahaan tersebut. Terima kasih yang tidak terduga juga penulis sampaikan kepada orang tua dan keluarga penulis, teman sejawat, dan juga semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang membantu penulis dalam menjalankan kegiatan praktik keinsinyuran.

6. DAFTAR PUSTAKA

1. Ebeling, C.E. (1997). *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. McGraw-Hill: USA.
2. ITEM Software. (2007). *Reliability Block Diagram*. USA Office: ITEM Software Inc.
3. Sunderam, G., & Mohan, R. (2011). Integrated System-Reliability analysis for Wind Turbine. *International Journal of Production Technology and Management Research*. 2: 9–16.
4. Kementerian ESDM. (2021). Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) No. 32 tentang Inspeksi Teknis dan Pemeriksaan Keselamatan Instalasi dan Peralatan pada Kegiatan Usaha Minyak dan Gas Bumi. Jakarta: Kementerian ESDM RI.
5. Yanto. (2021). *Pengantar Statistika dan Teori Probabilitas untuk Teknik Industri*. Jakarta: Penerbit Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya.