

Analisis Sistem *Production Separator* dengan Metode RAM (Reliability, Availability and Maintainability)

Udding-1^{a*}, Rifki Ardian Firdaus-2^b,

^aProdi Mesin Otomotif, Akademi Teknologi Industri Dewantara Palopo,

^bTeknik Mesin, Institut Teknologi Nasional Bandung
Jalan K.H. Ahmad Razak 2 No. 7, Kota Palopo, Indonesia

**Email : email : uddin@atidewantara.ac.id*

Abstrak

Penelitian ini berisi tentang analisis RAM (Reliability, Availability and Maintainability) sistem production separator, yang umumnya terdapat di instalasi produksi minyak dan gas. Data yang digunakan untuk analisis diperoleh dari buku OREDA (Offshore Reliability Data) dan literatur tentang reliability, selama 1 tahun operasi. Analisis RAM dilakukan terhadap komponen-komponen (sub-sistem) yang terdapat pada sistem production separator, seperti: Separator (10-50) m³, ball valve, globe valve, PSV, check valve dan pneumatick valve. Analisis RAM dimulai dengan menerapkan RBD (Reliability Block Diagram) dari sistem production separator. Berdasarkan RBD, nilai RAM dari sistem akan diperkirakan. Untuk kasus production separator yang di pakai dalam kasus ini, hasil analisis menunjukan nilai RAM sistem sebagai berikut : reliability, 99.93%; availability, 99.99%; dan maintainability, 100%.

Kata kunci: OREDA, RBD (Reliability Block Diagram), sistem, sub-sistem, operasi.

Latar Belakang

Pengembangan dari teknik evaluasi reliability (kehandalan) pada awalnya hanya di terapkan di dunia militer sebagai dampak dari banyaknya peralatan yang tidak berfungsi sebagaimana mestinya selama kurun waktu Perang Dunia II berlangsung. Namun saat ini pengevaluasian reliability (kehandalan) digunakan pada hampir semua peralatan baik di industri maupun pada suatu system power plant dalam rangka menjaga fungsi dari peralatan yang digunakan.[1]

Kerusakan dari peralatan pendukung dari suatu sistem produksi dapat mengakibatkan berhentinya kegiatan produksi dan berujung pada terciptanya kerugian yang tidak sedikit ditinjau dari finansial perusahaan maupun para pekerjanya.[2] Dalam mengatasi masalah tersebut harus ada sebuah metode atau cara yang mampu mengelola dan menganalisis semua peralatan produksi dengan cepat, tepat dan hemat sehingga kerugian akibat

kegagalan dalam sebuah unit atau komponen dapat dihindari dan diminimalisasi sekecil mungkin.

Production separator merupakan salah satu komponen penting dalam suatu industri terutama industri power plant, industri minyak bumi dan gas, karena peran yang sangat penting tersebut diperlukan suatu metode analisis pada production separator dengan metode RAM (Reliability, Availability and Maintainability).[3]

Production separator adalah alat berbentuk tabung dan memiliki tekanan untuk memisahkan dua atau tiga jenis zat (air, minyak dan gas) yang memiliki masa jenis yang berbeda. Fluida yang keluar dan masuk ke production separator di dukung oleh beberapa komponen yang memiliki nilai kehandalan (reliability) yang berbeda atau tidak sama.[4] Untuk itu sangatlah penting untuk mengetahui nilai kehandalan (Reliability), kemampuan pemeliharaan (maintainability), serta ketersediaan

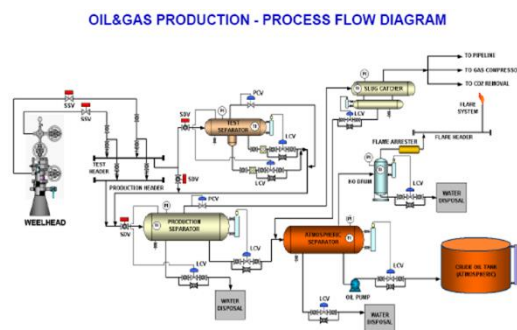
(availability) dari tiap-tiap komponen yang mendukung operasi production separator sebagai bahan pertimbangan dalam pengelolaan dan pemeliharaan suatu sistem production separator.[5]

Metodologi

Kajian akan difokuskan pada analisis sistem production separator dengan menggunakan metode RAM (*Reliability, Availability, and maintainability*).

2.1 Prosef Flow Diagram Production Oil and Gas

Pada proses flow diagram production oil and gas ini akan di tunjukan alur proses oil and gas. Dimana fluida cair dan gas dari kepala sumur (weelhead) akan melalui beberapa sistem separator yang pada akhirnya fluida cair dan gas tersebut akan masuk ke tempat-tempat sesuai dengan jenis fluida tersebut diperlihatkan pada gambar 1. [6]



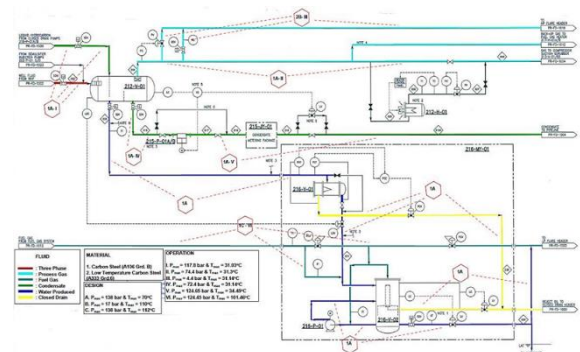
Gambar 1. Proses flow diagram oil and gas production

Sumber : Taufik Ahmad 2015

2.2 P&ID (Piping and instrument diagram) Separator Production oil and gas.

P&ID (Piping and instrument diagram) separator production oil and gas adalah gambar yang menunjukkan secara detail informasi mengenai peralatan proses, instrumen yang terpasang dan jenis- jenis fluida yang terdapat didalam sistem separator production oil and gas yang akan

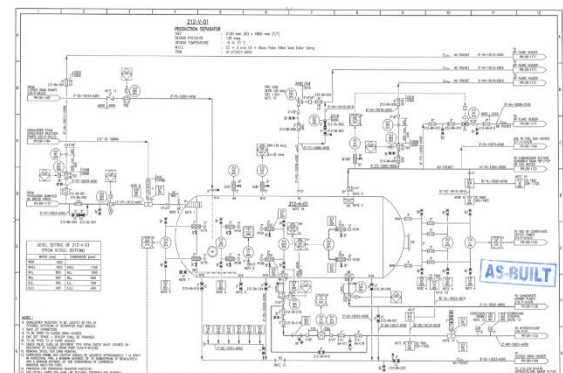
di analisis dengan metode RAM diperlihatkan pada gambar 2.[7]



Gambar 2. P&ID sistem separator oil and gas production pearl oil

Sumber : Taufik Ahmad, 2015

Gambar P&ID dari sistem production separator yang akan di analisis dengan metode RAM di tunjukan pada gambar 3.

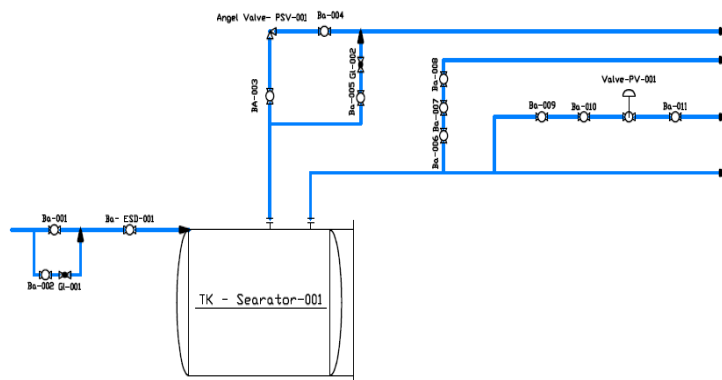


Gambar 3. P&ID sistem production separator pearl oil

Sumber : Ekoharsono [8]

2.3 Pemodelan Sistem Production Separator Menggunakan AutoCAD P&ID

P&ID (Piping and instrument diagram) production separator di gambar menggunakan software AutoCAD P&ID 2010 untuk menggambarkan komponen-komponen yang terdapat pada sistem production separator, hanya dari fluida yang masuk ke production separator sampai dengan fluida (gas) yang keluar dari production separator.[9]



Gambar 4. AutoCAD P&ID Sistem *Production Separator*

Sumber : Hidayat, Fery, 2007

Yang setiap komponennya akan di hitung nilai RAM (Reliability availability and Maintainability), selanjutnya dapat di hitung kehandalan (reliability) dengan metoda RBD (Reliability block diagram), ketersediaan (availability) dan keterawatan (maintainability) dari sistem production separator. AutoCAD P&ID sistem production separator yang akan di analisis diperlihatkan pada gambar 4. [10]

2.4 Data OREDA untuk Komponen-komponen Sistem *Production Separator*

Komponen-komponen yang terdapat pada sistem production separator dan kategori berdasarkan OREDA handbook ditunjukkan pada table 1.[11]

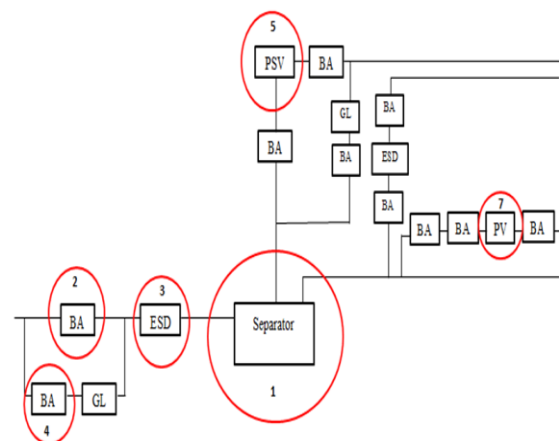
Tabel 1. Komponen pada sistem production separator berdasarkan OREDA

No	Nama komponen	Kategori komponen
1	Separator (10-50) m ³	static equipment vessels.
2	Ball valve (gas systems)	Other top side valves.
3	Ball valve emergency shutdown (ESD)	
4	Globe valve (gas system)	
5	Psv valve konvensional w/bellows (gas system)	
6	check valve (gas system)	
7	pneumatic valve (gas system)	

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Perhitungan Nilai RAM (Reliability, Availability and Maintainability) Komponen-komponen Sistem *Production Separator Pearl Oil*

Perhitungan dilakukan dengan cara menghitung nilai kehandalan (reliability) dan ketersediaan (availability) dari komponen-komponen yang terdapat pada sistem production separator, berdasarkan data komponen yang di dapatkan dari OREDA dan buku tentang reliability yang menunjukkan nilai MTTR (Mean time to repair) dan MTTF (Mean time to failure). Komponen-komponen pada sistem production ditunjukkan pada gambar 5, sementara nilai MTTF dan repair time diperlihatkan pada tabel 2. [12]



Gambar 5. komponen-komponen pada sistem *production separator*

Sumber : Yusuf, M, 2014

Table 2. Komponen-komponen pada sistem *production separator*

No	Komponen	MTTF (10 ⁶ hr)	Repair (manhours)
1	Separator (10-50) m ³	59.81	55.7
2	Ball valve (gas systems)	27.16	270.4
3	Ball valve emergency shutdown (ESD)	39.61	162.7
4	Globe valve (gas system)	14.53	96.5
5	Psv valve konvensional w/bellows (gas system)	13.39	16.0
6	check valve (gas system)	0.0366971 (λ years)	13 (hrs)
7	pneumatic valve (gas system)	5.96x10 ⁻¹ (λ years)	12 (hrs)

3.2 Perhitungan Reliability Sistem Production Separator Pearl Oil dengan Metode RBD (Reliability Block Diagram)

Perhitungan reliability sistem production separator menggunakan data-data yang di dapatkan dari hasil perhitungan setiap komponen, untuk komponen yang sejenis menggunakan data sesuai dengan data perhitungan yang sudah ada.

3.3 Perhitungan Reliability Sistem Production Separator Pearl Oil

Perhitungan reliability sistem berdasarkan pada gambar 6, dimana perhitungan adalah sebagai berikut :

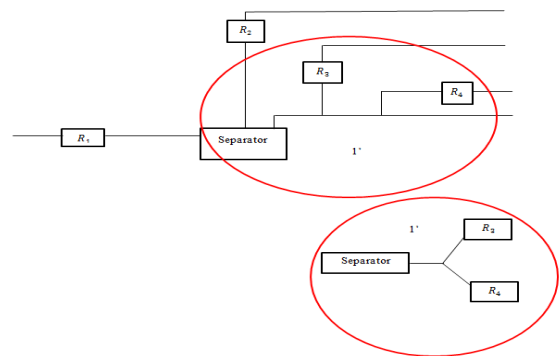
- $R_1 R_{BAGL} = R_{BA} \times R_{GL}$
 $= 0.999677 \times 0.999397$
 $= 0.999074$
- $R_{BABAGL} = 1 - (1 - R_{BA})(1 - R_{GL})$
 $= 1 - (1 - 0.99677)(1 - 0.999074)$
 $= 0.999997009$
- $R_1 = R_{BAGL} \times R_{ESD}$
 $= 0.999997009 \times 0.999778$
 $= 0.999775$
- $R_{BAPSVBA} = R_{BA} \times R_{PSV} \times R_{BA}$
 $= 0.999677 \times 0.999345 \times 0.999677$
 $= 0.998699$
- $R_{BAGL} = R_{BA} \times R_{GL}$
 $= 0.999677 \times 0.999397$

$$= 0.999074$$

$$\begin{aligned} R_2 &= 1 - (1 - R_{BAPSVBA})(1 - R_{BAGL}) \\ &= 1 - (1 - 0.998699)(1 - 0.999074) \\ &= 0.99999879 \end{aligned}$$

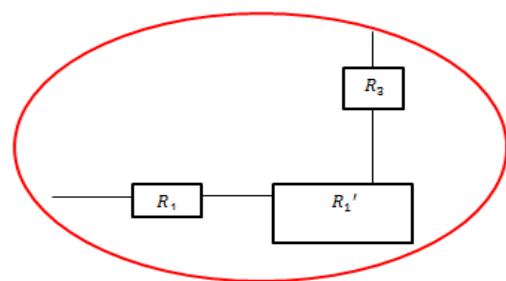
$$\begin{aligned} R_3 &= R_{BA} \times R_{ESD} \times R_{BA} \\ &= 0.999677 \times 0.999778 \times 0.999677 \\ &= 0.99132 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_4 &= R_{BA} \times R_{BA} \times R_{PV} \times R_{BA} \\ &= 0.999677 \times 0.999677 \times 0.96396 \times 0.999677 \\ &= 0.96302 \end{aligned}$$

**Gambar 6.** Perhitungan RBD 2 *production separator pearl oil*

Perhitungan reliability sistem berdasarkan pada gambar 6, dimana perhitungan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} R_{1'} &= (1 - (1 - R_3)(1 - R_4)) R_{Separator} \\ &= (1 - (1 - 0.99132)(1 - 0.96302)) 0.9998536 \\ &= 0.99953266 \end{aligned}$$

**Gambar 7.** Perhitungan reliability sistem *production separator pearl oil*

Perhitungan reliability sistem berdasarkan pada gambar 7, dimana perhitungan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} R_{Sistem} &= R_1 \times R_{1'} \times R_2 \\ &= 0.999775 \times 0.99953266 \times 0.99999879 \\ &= 0.99930655 \end{aligned}$$

Di dapatkan nilai *Reliability* dari sistem *production separator pearl oil* yang dikaji sebesar $0.99930655 = 99.93\%$.

3.4 Perhitungan Availability Sistem Production Separator Pearl Oil

1. A_1
 - $A_{BAGL} = A_{BA} \times A_{GL}$
 $= 0.99999 \times 0.9999958$
 $= 0.9999858$
 - $A_{BABAGL} = 1 - (1 - A_{BA})(1 - A_{GL})$
 $= 1 - (1 - 0.99999)(1 - 0.99999858)$
 $= 0.999999999$
 - $A_1 = A_{BAGL} \times A_{ESD}$
 $= 0.999999999 \times 0.9999958$
 $= 0.99999379$
2. A_2
 - $A_{BAPSVBA} = A_{BA} \times A_{PSV} \times A_{BA}$
 $=$
 $0.99999 \times 0.9999988 \times 0.99999$
 $= 0.999978$
 - $A_{BAGL} = A_{BA} \times A_{GL}$
 $= 0.99999 \times 0.9999958$
 $= 0.9999858$
 - $A_2 = 1 - (1 - A_{BAPSVBA})(1 - A_{BAGL})$
 $= 1 - (1 - 0.9900788)(1 - 0.99999585)$
 $= 0.999999997$
3. A_3
 $A_3 = A_{BA} \times A_{ESD} \times A_{BA}$
 $= 0.99999 \times 0.9999933 \times 0.99999$
 $= 0.9999733$
4. A_4
 $A_4 = A_{BA} \times A_{BA} \times A_{PV} \times A_{BA}$
 $= 0.99999 \times 0.99999 \times 0.9999497 \times 0.99999$
 $= 0.9999197$
5. $A_{1'}$
 $A_{1'} = (1 - (1 - A_3)(1 - A_4)) A_{separator}$
 $= (1 - (1 - 0.9999733)(1 - 0.9999197)) 0.999999068$
 $= 0.9999990659$
6. $A_{sistem} = A_1 \times A_{1'} \times A_2$
 $= 0.9999858 \times 0.9999990659 \times 0.999999997$
 $= 0.99998486$

Di dapatkan nilai *Availability* dari sistem *production separator pearl oil* yang dikaji sebesar $0.99998486 = 99.99\%$.

3.5 Perhitungan Maintainability Sistem Production Separator Pearl Oil

1. Maintainability sistem
 $M_{sistem} = 1 - e^{-\mu t}$
 Dimana :
 $\mu = \frac{1}{MTTR}$
 $t = 1 \text{ tahun atau } 8760 \text{ jam}$
2. Menghitung μ_{sistem}

$$\mu_{sistem} = \frac{1}{MTTR_{separator}} + \left(\left(\frac{1}{MTTR_{BA}} \right) \times 10 \right) + \left(\left(\frac{1}{MTTR_{ESD}} \right) \times 2 \right) + \left(\left(\frac{1}{MTTR_{GL}} \right) \times 2 \right) + \frac{1}{MTTR_{psv}} + \frac{1}{MTTR_{PV}}$$

$$\mu_{sistem} = \frac{1}{55,7} + \left(\left(\frac{1}{270,4} \right) \times 10 \right) + \left(\left(\frac{1}{162,7} \right) \times 2 \right) + \left(\left(\frac{1}{96,5} \right) \times 2 \right) + \frac{1}{16} + \frac{1}{12}$$

$$\mu_{sistem} = 0.233786$$

$$M_{sistem} = 1 - e^{-\mu t}$$

$$M_{sistem} = 1 - e^{-0.233786 \times 8760}$$

$$M_{sistem} = 1$$

Di dapatkan nilai *maintainability* dari sistem *production separator* yang dikaji sebesar $1 = 100\%$.

Table 3 Nilai RAM Sistem Production Separator

Sistem	Reliabilit y	Availabil ity	Maintainabi lity
producti on separato r	0.999306 55	0.999984 86	1

4. Kesimpulan

Analisis dengan metoda RAM (*Reliability*, *Availability* and *Maintainability*) pada sistem *production separator pearl oil*, hanya dilakukan pada komponen (sub-sistem) yang terdapat pada

sistem *production separator*, dalam hal ini berdasarkan kepada fluida yg masuk dan fluida (gas) yang keluar dari *production separator*.

Daftar Pustaka

- [1] Andrews, John D and T R, Moss., (2002) Reliability and Risk Assessment. New York: Wiley-Blackwell; Second Edition.
- [2] Smith, David J., (2011) Reliability Maintainability and Risk. USA: Elsevier Ltd Eighth Edition.
- [3] SINTEF industrial Management., (2002) OREDA Offshore Reliability Data Handbook. Det Norske Veritas (DVN): OREDA participants 4th Edition
- [4] SINTEF industrial Management., (2009) OREDA Offshore Reliability Data Handbook. Det Norske Veritas (DVN): OREDA participants 5th Edition
- [5] Taufik, Ahmad., (2015) Persentasi Introduction to Reliability Engineering and Human Resource Development In Reliability Profession. Bandung: Institut Teknologi Nasional.
- [6] Taufik, Ahmad., (2015) Persentasi Process flow diagram (PFD) and Process & Instrument Diagram (P&ID). Bandung: Institut Teknologi Nasional.
- [7] Taufik, Ahmad., (2015) Persentasi symbol (P&ID). Bandung: Institut Teknologi Nasional.
- [8] Gambar dan symbol P&ID (Piping and Instrument Diagram). Tersedia di: <https://www.ekoharsono.files.wordpress.com>, diakses pada 9 Oktober 2021.
- [9] Hidayat, Fery., (2007) Pengembangan Perangkat Lunak D.RAM-e Untuk Perhitungan Reliability, Availability, Maintainability dan Effectiveness Pompa Sentrifugal Pada Crude Distillation Unit. Bandung: Institut Teknologi Nasional.
- [10] Cara membuat koneksi AutoCAD PNID. Tersedia di: <http://cstc.ciptasatria.com>, diakses pada 20 Oktober 2021.
- [11] Fault tree analysis (FTA). Tersedia di: <http://www.slideshare.net/>, diakses pada 10 Oktober 2021.
- [12] M, Yusuf., (2014) Mengenal CAD dan Aplikasinya (CAD: Introduction and Application In Chemical Engineering). Lampung: Universitas Lampung.