

# ANALISIS *RELIABILITY* PADA SISTEM POMPA *REACTOR FEED PUMP 12-P-101* DI PT PERTAMINA RU VI BALONGAN

Wahani Karunia Saputri<sup>1)</sup> Ir. Ya'umar, MT<sup>2)</sup>

1) Department of Engineering Physics, Faculty of Industrial Technology ITS Surabaya Indonesia 60111, email: wahani.saputri12@mhs.ep.its.ac.id

2) Department of Engineering Physics, Faculty of Industrial Technology ITS Surabaya Indonesia 60111

**Abstrak**— *Reactor Feed Pump 12-P-101* merupakan komponen yang penting dalam unit ARHDM dimana fluida yang berasal dari unit CDU diproses pertama kali di pompa *12-P-101* untuk didistribusikan menuju proses berikutnya. *Reactor Feed Pump 12-P-101* telah beroperasi sejak tahun 1994 dan selama pengoperasiannya terdapat kegagalan fungsi pada sistem pompa yang menyebabkan proses produksi di unit tersebut terganggu. Sehingga, perlu dilakukan analisis *reliability* sistem pompa pada *reactor feed pump 12-P-101*. Pada penelitian ini, analisis *reliability* menggunakan metode kuantitatif dan kualitatif. Analisa kuantitatif digunakan dengan menghitung nilai *reliability* masing-masing komponen berdasarkan probabilitas kegagalannya dan metode RBD digunakan untuk menghitung nilai *reliability* sistem. Analisa kualitatif digunakan metode FTA dan FMEA untuk mengetahui penyebab dasar kegagalan masing-masing komponen pada *reactor feed pump 12-P-101*. Hasil analisa kuantitatif menunjukkan semua komponen BPCS dan SIS pada *reactor feed pump 12-P-101* memiliki *availability* tinggi, yaitu 99,9%. Sistem *reactor feed pump* mencapai nilai *reliability* 0,8 pada waktu 800 jam dan memiliki *availability* sebesar 99,84%. Rekomendasi *maintenance* berupa *preventive maintenance* diberikan pada komponen yang memiliki *failure rate* IFR/DFR, yaitu FT 030, FIC 030, FV 030, dan HV 029.

**Kata kunci:** *Reactor Feed Pump 12-P-101, Reliability, Availability, Maintainability, BPCS, SIS, Preventive Maintenance.*

## I. PENDAHULUAN

PT. Pertamina (Persero) Refinery Unit VI Balongan merupakan perusahaan kilang minyak yang mengolah minyak mentah (*crude oil*) menjadi bentuk-bentuk bahan bakar minyak (BBM), *non-crude oil* BBM dan petrokimia. Bahan baku yang diolah pada RU VI ini adalah minyak mentah yang berasal dari Duri dan Minas Riau. [1]

*Reactor Feed Pump 12-P-101* telah beroperasi sejak tahun 1995 dan telah memiliki waktu operasi yang panjang. *Reactor Feed Pump* merupakan salah satu komponen penting dalam unit *Atmospheric Residue Hydrodematization (ARHDM)* dimana pompa ini mengalirkan fluida yang berasal dari unit CDU untuk diproses menuju *reactor* dan separator yang terdapat di unit ARHDM. Selama waktu operasinya, telah terjadi kegagalan alat serta fungsi *instrument* yang menyebabkan kinerja sistem pompa menurun. Kegagalan tersebut mengakibatkan proses produksi terganggu jika terjadi *trip/shutdown*.

Masalah-masalah yang terjadi pada pompa adalah vibrasi yang terlalu tinggi. Vibrasi disebabkan proses *alignment*

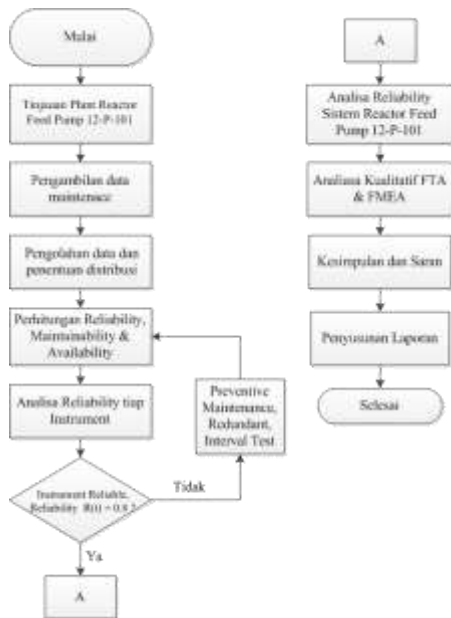
pompa dengan motor listrik tidak tepat, sehingga mengakibatkan *balancing drum* aus dan *bearing* pecah. Masalah lain yang terdapat pada pompa adalah gangguan fluida. Gangguan fluida terjadi karena adanya perubahan viskositas fluida atau perubahan suhu fluida. Gangguan fluida menyebabkan penyimpangan *properties* pompa dan dapat terjadi kavitasi, sehingga komponen-komponen pompa memiliki *life time* rendah. Sehingga, diperlukan sistem pengendalian dan *monitoring* aliran fluida yang tepat untuk mengatasi permasalahan tersebut. [2]

*Basic Process Control System (BPCS)* berfungsi sebagai pengendalian suatu sistem proses yang terintegrasi dengan *Safety Instrumented System (SIS)*. Ketika BPCS gagal menjalankan fungsinya, maka peran SIS akan mengamankan sistem yang menyebabkan *plant shutdown*. [3] Peran BPCS dan SIS yang penting ini menjadi landasan dasar dalam melakukan evaluasi *reliability* pada *Reactor Feed Pump 12-P-101*.

Pada penelitian kali ini, dilakukan analisa *reliability* pada sistem pompa yang terdiri atas BPCS dan SIS pada *Reactor Feed Pump 12-P-101* PT. Pertamina RU VI Balongan. Analisa dilakukan dengan menggunakan analisa kualitatif *Failure Mode Effect and Analysis (FMEA)* dan *Fault Tree Analysis (FTA)* untuk mengetahui urutan kegagalan dan penyebab kegagalan dari BPCS dan SIS. Selain itu, analisa kuantitatif digunakan dengan menghitung nilai *reliability* berdasarkan probabilitas fungsi kegagalannya, sehingga didapatkan *life cycle/* periode waktu komponen-komponen BPCS dan SIS tersebut handal pada nilai *reliability* yang ditetapkan. Dengan melakukan evaluasi *reliability* dari BPCS dan SIS yang terdapat pada *reactor feed pump 12-P-101*, maka dapat dilakukan rekomendasi strategi *maintenance* yang tepat agar peralatan *instrument* dapat terawat dengan baik. Strategi *maintenance* dapat berupa *preventive maintenance*, inspeksi, *service*, kalibrasi, *testing*, dan *adjustment*.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Langkah-langkah pengerjaan Tugas Akhir ini digambarkan pada diagram alir yang ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Tugas Akhir

#### A. Tinjauan *Plant Reactor Feed Pump* 12-P-101

Peninjauan *plant pump* dilakukan berdasarkan *review* dari P&ID *reactor feed pump* 12-P-101 PT Pertamina RU VI Balongan. Hasil tinjauan *plant* ditunjukkan pada tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Tabel Tinjauan BPCS Pada *Reactor Feed Pump* 12-P-101

Fungsi	Sensor	Transmitter	Logic Solver	Aktuator
Kontrol Flow		FT 030	FIC 030	FV 030

Tabel 2. Tabel Tinjauan SIS Pada *Reactor Feed Pump* 12-P-101

Sensor	Logic Solver	Aktuator
FT 030	Interlock USD	HV 029

#### B. Pengambilan Data *Maintenance*

Pengambilan data *maintenance* diperoleh dari data *daily report* dan *MySap Maintenance Area 2* PT Pertamina RU VI Balongan dari Januari 2011 – Desember 2015.

#### C. Pengolahan Data dan Penentuan Distribusi

Data *daily report Maintenance Area 2* PT. Pertamina RU VI Balongan dari Januari 2011 – Desember 2015 direkap berdasarkan komponen-komponen *Feed Pump* 12-P-101. Hasil rekap data diperoleh data *TTR (Time to Repair)*, *TBF (Time Between Failure)*, dan *TTF (Time to Failure)*. Data-data tersebut digunakan untuk pengujian distribusi data menggunakan perangkat lunak *Reliasoft Weibull 6++*

#### D. Perhitungan *Reliability* Tiap *Instrument*

Pengujian distribusi data-data waktu kegagalan oleh perangkat lunak *Reliasoft Weibull 6++* akan menghasilkan nilai-nilai parameter dari distribusi yang

sesuai. Selanjutnya, dilakukan perhitungan *reliability*, *availability*, dan *maintainability* tiap *instrument* berdasarkan probabilitas fungsi kegagalannya menggunakan persamaan rumus.

#### E. Analisa *Reliability* Tiap *Instrument*

*Instrument* dikatakan *reliable*, jika nilai *reliability* nya diperoleh  $R(t) = 0,8$ . Nilai 0,8 merupakan standard dari PT Pertamina RU VI Balongan yang menetapkan komponen *instrument* memiliki peluang keberhasilan dalam menjalankan fungsinya 80%. Agar *reliability* tiap *instrument* tetap 0,8, maka perlu dilakukan strategi *maintenance*. Strategi *maintenance* dapat berupa *scheduled maintenance*, *preventive maintenance*, dan adanya interval test/jadwal tertentu untuk inspeksi peralatan.

#### F. Analisa *Reliability* Sistem *Reactor Feed Pump* 12-P-101

Analisa *reliability* sistem dilakukan dengan menggunakan metode RBD (*Reliability Block Diagram*).

#### G. Analisa Kualitatif dengan Metode FTA (*Fault Tree Analysis*) dan FMEA (*Failure Mode Effect and Analysis*)

Analisa kualitatif dilakukan untuk meninjau lebih lanjut penyebab kegagalan-kegagalan yang terjadi pada BPCS dan SIS di *feed pump* 12-P-101. Analisa kualitatif yang digunakan adalah FTA (*Fault Tree Analysis*) dan FMEA (*Failure Mode Effect and Analysis*).

Pada analisis FMEA, terdapat langkah-langkah yang harus dilakukan adalah:

- Memahami peran dan fungsi dari tiap peralatan yang terpasang pada *feed pump* 12-P-101.
- Melakukan *brainstorming* untuk mengidentifikasi potensi-potensi kegagalan yang mungkin terjadi.
- Menentukan efek atau akibat yang mungkin terjadi karena adanya kegagalan fungsi dari peralatan.
- Menentukan mekanisme kejadian yang menyebabkan kegagalan terjadi.
- Memberikan saran dan rekomendasi mengenai tindakan yang harus dilakukan untuk mengurangi potensi kegagalan.

Pada analisis FTA, terdapat langkah-langkah yang harus dilakukan sebagai berikut:

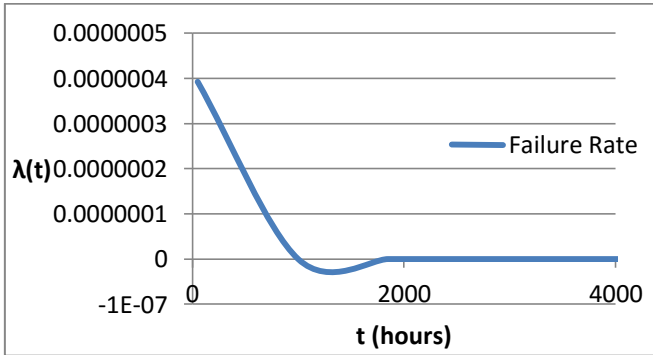
- Menentukan *Top Event*/kejadian puncak yang akan ditinjau lebih lanjut terhadap penyebab kegagalan. Pada penelitian ini kejadian puncaknya adalah sistem *reactor feed pump* 12-P-101.
- Melakukan *breakdown Top Event* untuk mengetahui *event* yang merupakan kemungkinan kegagalan yang terjadi.
- Menentukan hubungan setiap *event* kegagalan dengan *Boolean Algebra* logika OR atau AND.
- Melakukan *breakdown event* hingga pada *basic event*, yaitu kejadian dasar yang menyebabkan kegagalan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisa Kuantitatif FT 030

Hasil uji distribusi data menunjukkan bahwa distribusi yang paling baik untuk data TTF FT 030 adalah distribusi lognormal. Nilai parameter yang diperoleh antara lain  $\mu=8.2026$  dan  $\sigma=0.7781$ . Distribusi lognormal menunjukkan bahwa FT 030 berada pada fase *burn-in* dimana kegagalan terjadi pada saat komponen beroperasi diawal.

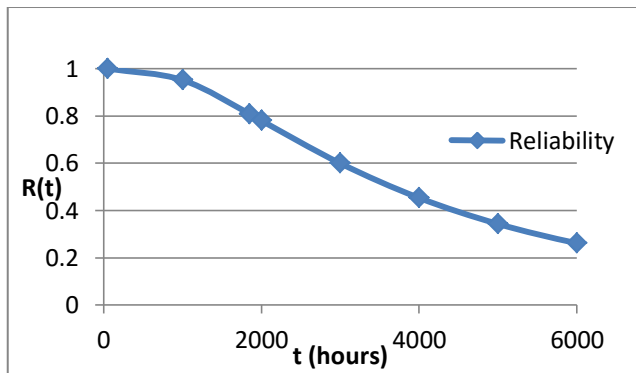
Laju kegagalan mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya waktu beroperasi. Grafik laju kegagalan FT 030 terdapat pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik Laju Kegagalan FT 030

➤ Fungsi Keandalan (*Reliability*)

Perhitungan *reliability* FT 030 terhadap waktu terdapat menggunakan persamaan *Reliability* dengan distribusi lognormal. Grafik hasil perhitungan ditunjukkan dengan pada gambar 3.

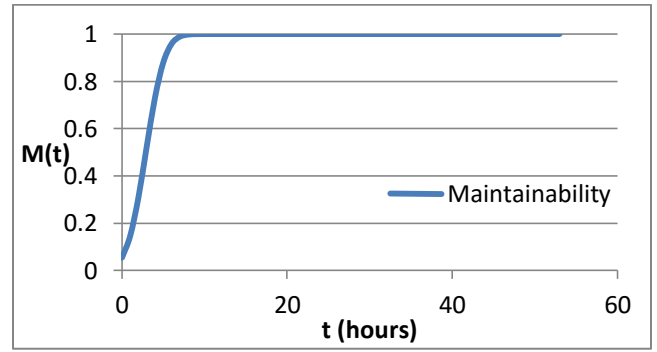


Gambar 3. Grafik Reliability FT 030

Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai komponen FT 030 dapat mencapai nilai *reliability* sebesar 0,8 pada waktu 1850 jam.

➤ Maintainability

Pada perhitungan *maintainability*, distribusi data TTR digunakan. Hasil uji distribusi data TTR diperoleh distribusi yang paling sesuai adalah distribusi normal. Distribusi normal pada data TTR memiliki parameter *mean* ( $\mu$ ) = 2,8889 dan *std* ( $\sigma$ ) = 1,799. Maka, nilai MTTR diperoleh) sebesar 2,9 jam.



Gambar 4. Grafik Maintainability FT 030

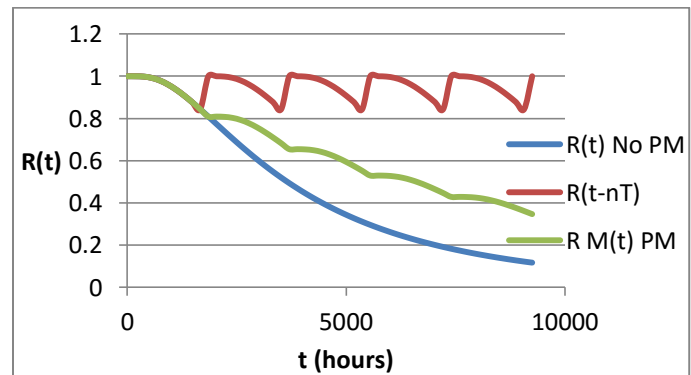
Gambar 4 dapat diketahui waktu yang dibutuhkan untuk perawatan dan perbaikan agar nilai *maintainability* FT 030 mencapai 100% adalah 12 jam.

➤ Availability

Perhitungan *availability* didapatkan nilai *availability* sebesar 0,999416. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan FT 030 menjalankan fungsinya dalam waktu interval waktu tertentu adalah 99,94%.

➤ Preventive Maintenance

FT 030 memiliki distribusi lognormal, sehingga diperlukan beberapa langkah untuk meningkatkan nilai *reliability*, diantaranya *burn-in testing*, *accepting testing*, atau *preventive maintenance*. Rentang waktu yang diperlukan untuk *preventive maintenance* adalah 1850 jam karena nilai *reliability* sebelum *preventive maintenance* sebesar 0,80881.



Gambar 5. Grafik Reliability untuk Preventive Maintenance FT 030

Gambar 5 menunjukkan pada waktu 9250 jam, nilai *reliability* FT 030 dengan *preventive maintenance* sebesar 0,34, sedangkan nilai *reliability* tanpa *preventive maintenance* hanya sebesar 0,11. Hal ini menunjukkan bahwa *preventive maintenance* dapat meningkatkan nilai *reliability* FT 030.

B. Hasil Analisa Kuantitatif Instrument Reactor Feed Pump 12-P-101

Berdasarkan hasil analisa kuantitatif yang telah diperoleh, maka dapat dibuat rekomendasi *maintenance* yang tepat untuk komponen-komponen instrumentasi *reactor feed*

pump 12-P-101. Rekomendasi *maintenance* dibuat berdasarkan karakteristik *failure rate* yang dimiliki tiap komponen

Tabel 5. Hasil Analisa Kuantitatif Komponen *Reactor Feed Pump* 12-P-101

Komponen	Distribusi Data	$R(t)$ pada 8760 jam	Life Cycle (jam)	Rekomendasi <i>maintenance</i>
FT 030	Lognormal DFR ( $\mu = 8,2026$ )	0,130298	1850	Preventive <i>maintenance</i>
FY 030	Eksponensial CFR ( $\lambda = 0,0001$ )	0,4164453 66	2200	Corrective <i>maintenance</i>
FIC 030	Weibull 2 Parameter IFR ( $\beta = 1,2688$ )	0,4067697 86	2800	Preventive <i>maintenance</i>
FV 030	Weibull 2 Parameter 2 IFR ( $\beta = 1,2095$ )	0,3151085 93	2200	Preventive <i>maintenance</i>
Interlock USD (PLC)	Eksponensial IFR ( $\lambda = 0,0001$ )	0,4164453 66	2200	Corrective <i>maintenance</i>
HV 029	Weibull 2 parameter IFR ( $\beta = 1,778$ )	0,4279504 27	4100	Preventive <i>maintenance</i>

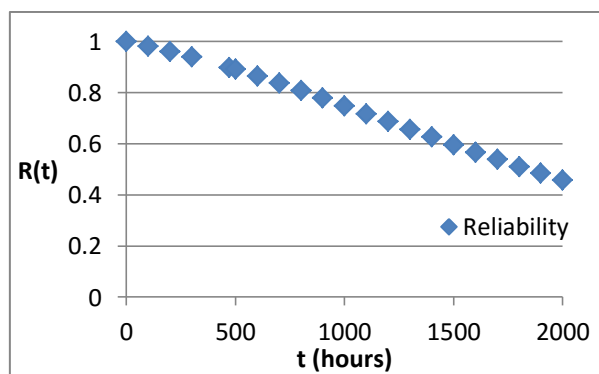
#### C. Analisa Kuantitatif Sistem *Reactor Feed Pump* 12-P-101

Analisa kuantitatif sistem *reactor feed pump* 12-P-101 menggunakan metode RBD (*Reliability Block Diagram*).



Gambar 6. Konfigurasi *Reactor Feed Pump* 12-P-101 dengan RBD

Perhitungan *reliability* sistem *reactor feed pump* 12-P-101 berdasarkan konfigurasi pada gambar 6, maka hasil perhitungan ditunjukkan dalam grafik pada gambar 7.



Gambar 7. Grafik *Reliability* Sistem *Reactor Feed Pump* 12-P-101

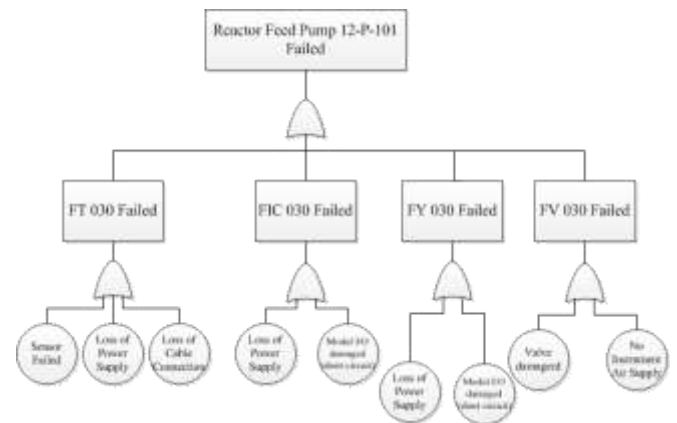
Gambar 7. menunjukkan bahwa *reactor feed pump* 12-P-101 mencapai nilai *reliability* 0,8 pada waktu operasi 800 jam. Pada waktu 2000 jam, *reliability* sistem mencapai 0,458586. Nilai

*reliability* ini lebih kecil bila dibandingkan dengan *reliability* komponen pada *reactor feed pump* 12-P-101 rata-rata berada pada nilai 0,78. Hal ini disebabkan karena *reliability* sistem pompa 12-P-101 bergantung pada *reliability* komponen pada *reactor feed pump* 12-P-101.

Nilai *Availability* sistem *reactor feed pump* 12-P-101 sebesar 0,998479504. Sehingga, sistem pompa 12-P-101 memiliki ketersediaan yang tinggi selama waktu pengoperasiannya yaitu sebesar 99,84%.

#### D. Analisa Kualitatif Sistem *Reactor Feed Pump* 12-P-101

Analisa Kualitatif dengan metode FTA (*Fault Tree Analysis*) terdapat pada gambar 8.



Gambar 8. *Fault Tree Analysis* Sistem *Reactor Feed Pump* 12-P-101.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa yang telah didapatkan, maka diperoleh beberapa kesimpulan :

- Nilai *reliability* komponen instrumen *reactor feed pump* 12-P-101 dalam jangka waktu 1 tahun (8760 jam)
  - FT 030 = 0,13
  - FIC 030 = 0,40
  - FY 030 = 0,42
  - FV = 0,31
  - Interlock USD = 0,41
  - HV 029 = 0,43.

Semua komponen memiliki ketersediaan yang tinggi, yaitu sebesar 99,9%.

- Nilai *reliability* sistem *reactor feed pump* 12-P-101 mencapai 0,8 pada waktu operasi 800 jam. *Reactor feed pump* 12-P-101 memiliki ketersediaan tinggi yaitu sebesar 99,85%. Nilai *reliability* dalam jangka waktu 1 tahun (8760 jam) adalah 0,007.
- Analisa kualitatif dengan FTA diperoleh kejadian dasar penyebab kegagalan dari BPCS dan SIS *reactor feed pump* 12-P-101. Hasil analisa kuantitatif FTA diperoleh nilai probabilitas kegagalan dari BPCS pompa 12-P-101 pada waktu 1 tahun sebesar 0,20.
- Hasil analisa FMEA diperoleh informasi fungsi serta kegagalan fungsi dari BPCS dan SIS *reactor feed pump* 12-P-101. Kegagalan fungsi dijabarkan hingga diperoleh efek, penyebab kegagalan hingga

rekomendasi perawatan yang tepat untuk BPCS dan SIS dari *reactor feed pump* 12-P-101.

e. Berdasarkan hasil analisa kuantitatif, rekomendasi *preventive maintenance* diberikan untuk komponen:

- FT 030 (*life cycle* 1850 jam)
- FV 030 (*life cycle* 2200 jam)
- FIC 030 (*life cycle* 2800 jam)
- FV 030 (*life cycle* 2200 jam),
- HV 029 (*life cycle* 4100 jam).

Sedangkan rekomendasi *corrective maintenance* diberikan untuk komponen FY 030 (*life cycle* 2200 jam) dan Interlock USD (*life cycle* 4100 jam).

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arsip PT Pertamina Refinery RU VI, Balongan West Java.
- [2] Sulzer, Centrifugal Pump Handbook, 2010.
- [3] K. B, "Availability Assessment of Reverse Osmosis Plant," *Comparison Between Reliability Block Diagram and Fault Tree Analysis Method*, 2012.
- [4] A. Winandi, "Reliability Centered Maintenance Pada Pompa," Universitas Indonesia, 2013.
- [5] C. Ebeling, *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*, Mc-Grow Hills Book.co, 1997.
- [6] C. Eduardo, *Gas and Oil Reliability Engineering*, 2012.
- [7] B. Dhillon, *Engineering Maintenance: A Modern Approach*, America: CRC Press LLC, 2002.
- [8] J. E. Stayley and P. Sutcliffe, "Reliability Block Diagram Analysis," vol. 13, pp. 33-47, 1974.
- [9] S. P. Panchangam and V. N. A. Naikan, "Failure Analysis Methods for Reliability Improvement of Electronic Sensors," vol. 1, no. 3, pp. 2277-3878, 2012.
- [10] Y. S. Dandan Hu, "Mud Pump System Fault Tree Analysis," 2014.