

Analisa Sistem Instrumentasi dan Keandalan Boiler dengan Metode *Fault Tree ANALYSIS* (FTA) dan Metode *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA)

Ridoan Fadli¹, Jufrizel², Weni Puji hastuti³

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

³Jurusan Fekonsos, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

Jl.H.R Soebrantas Km.15 No.155 Pekanbaru 28293

Telp.(0761)562223,Faks.0761-858832

E-mail: ¹siregarridoanfadli@gmail.com

²jufrizel@uin-suska.ac.id

³wenipujihastuti@gmail.com

ABSTRAK

Pengolahan Tandan Buah Segar (TBS) menjadi Crude Palm Oil (CPO), merupakan suatu proses ekstraksi minyak kelapa sawit yang dilakukan PT. Perkebunan Nusantara V Pabrik kelapa Sawit (PKS) Sei Pagar. Kegiatan pengolahan TBS di PKS dengan kapasitas terpasang 30 ton TBS per jam berlangsung 24 jam per hari. Dengan beban kinerja yang begitu panjang aktivitas pengolahan sering mengalami hambatan yang disebabkan oleh gagalnya mesin produksi steam dalam menjalankan fungsinya hingga menyebabkan menurunnya hasil pengolahan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui analisa keandalan sistem instrumentasi boiler dan penerapan jadwal perawatan bagi komponen yang mengalami kegagalan terutama komponen yang kritis untuk memperkecil waktu down time. Hasil analisa dari kedua boiler yaitu pada boiler No. 1 nilai keandalan sebesar 99,78 % dan pada boiler No 2 sebesar 99,96 %. Dari analisa nilai MTBF dapat diketahui bahwa waktu operasi semua komponen yang dapat menyebabkan kerusakan yang paling sering terjadi pada boiler No. 1 terdapat pada komponen electric pump dengan nilai MTBF sebesar 454,73 dengan 7 kali mengalami kegagalan, maka jadwal perawatannya setiap 19 hari kerja kerja, sedangkan pada boiler No. 2 terdapat pada komponen electric pump dengan nilai MTBF sebesar 216 dengan 14 kali mengalami kegagalan, maka jadwal perawatannya setiap 9 hari kerja kerja.

Kata Kunci: Boiler, FMEA, FTA, Keandalan, dan Ketersediaan

1. PENDAHULUAN

Semakin tingginya tingkat persaingan di dunia industri mengharuskan suatu perusahaan untuk lebih meningkatkan efisiensi kegiatan operasinya. Salah satu hal yang mendukung kelancaran kegiatan operasi pada suatu perusahaan adalah kesiapan mesin-mesin produksi dalam melaksanakan fungsinya khususnya pada mesin boiler. Salah satu faktor yang mempengaruhi proses pengolahan TBS adalah tersedianya fasilitas mesin boiler yang memadai.

PT. Perkebunan Nusantara V PKS Sei Pagar merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang pengolahan Tandan Buah Segar (TBS) menjadi Crude Palm Oil (CPO). Perusahaan ini beroperasi selama 24 jam per hari, dengan kapasitas terpasang 30 ton per jam. Dalam pengoperasiannya PT. Perkebunan Nusantara V PKS Sei Pagar, memiliki beberapa unit stasiun yang sangat penting didalam proses pengolahan salah

satunya terdapat pada boiler. Boiler merupakan suatu peralatan yang dapat supply kebutuhan energi yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan listrik di area perusahaan.

Boiler merupakan salah satu diantara stasiun yang sering mengalami masalah sehingga diperlukan pemeliharaan yang lebih intensif untuk menjaga performansinya agar selalu bisa bekerja sesuai dengan yang diinginkan (Kusuma dkk, 2013).

Beberapa kasus kecelakaan di dunia industri berupa kegagalan boiler yang terjadi yaitu, seperti yang terjadi di kabupaten Deliserdang yaitu, meledaknya mesin boiler milik PT. Musim Mas. Mesin boiler tersebut meledak akibat pasokan air terlambat masuk ke steam drum, sehingga kondisi mesin boiler terlalu panas saat sedang dioperasikan (Medan Bisnis, 2015). Kemudian kegagalan boiler juga terjadi di Sidoarjo yaitu, boiler milik PT. Pandaria Makmur juga mengalami ledakan. Ledakan tersebut terjadi akibat pasokan air ke ketel uap telat

sehingga mesin memanaskan hingga meledak. Dari ledakan tersebut perusahaan mengalami kerugian hingga miliaran rupiah (Indonesia Pagi, 2015).

Berdasarkan dari informasi yang telah diperoleh, memberikan gambaran secara jelas bahwasanya tingkat keamanan dan keselamatan kerja khususnya pada industri yang menggunakan boiler masih sangat rawan terhadap kecelakaan. Dengan kegagalan tersebut, mesin boiler harus dijaga dan ditingkatkan lagi kinerjanya supaya terhindar dari kecelakaan kerja. Dimana kegagalan yang terjadi pada mesin boiler tersebut akibat dari kelalaian para operator boiler tersebut.

Salah satu parameter yang dapat digunakan untuk mengukur kinerja dari boiler adalah dengan melakukan perhitungan keandalan. Perhitungan keandalan perlu dilakukan untuk menganalisis seberapa besar peluang terjadinya kegagalan atau kerusakan terhadap boiler yang bekerja pada temperatur dan tekanan tinggi yang dapat mengakibatkan kegagalan proses produksi. Kerugian yang ditimbulkan dari kegagalan boiler tersebut tidak hanya menimbulkan korban pekerja saja tetapi juga berdampak terhadap lingkungan dan masyarakat di sekitar. Selain itu proses produksi juga menjadi terganggu dan merugikan pihak perusahaan, sehingga perlu dilakukan pengendalian guna mencegah terjadinya kegagalan yang tidak diinginkan serta melindungi aset perusahaan terutama keselamatan seluruh karyawan.

Penelitian terdahulu tentang analisis keandalan yang dilakukan oleh Weta Hary W.dkk (2013) yang berjudul "Analisis keandalan pada boiler PLTU". Metode yang digunakan dalam penelitiannya adalah metode failure mode and effect analysis dengan menganalisa parameter keandalan yaitu usia pakai komponen atau mean time to failure (MTTF) berdasarkan komponen yang ada pada boiler di PLTU. Hasil penelitian yang dilakukan pada 31 sub peralatan yang dianalisis dengan 66 bentuk kegagalan selama waktu beroperasi, 53 bentuk kegagalan mengalami maintenance pada saat overhaul setiap 8760 jam dan 13 bentuk kegagalan mengalami pergantian.

Penelitian yang dilakukan oleh Alfi Syahri (2012) yang berjudul "Analisa keandalan PLTG di PT.PLN Teluk Lembu". Metode yang digunakan dalam penelitiannya adalah metode Fault Tree Analysis. Pada Penelitian ini dilakukan analisa keandalan PLTG berdasarkan data sekunder yaitu data gangguan yang terjadi pada komponen-komponen PLTG. Data ini akan dikelompokkan berdasarkan letak gangguannya sehingga akan lebih mudah dalam membuat diagram pohon berikut perhitungan probabilitas kegagalannya. Diagram pohon inilah yang akan digunakan untuk analisa keandalan secara kualitatif dengan menentukan nilai minimal cut set dari sistem. Analisa kuantitatif dapat dilakukan dengan mengitung nilai probabilitas kegagalan berdasarkan data-data gangguan sehingga

didapatkan nilai keandalan sebesar 99.212 % untuk PLTG unit 1 dan 99.6639 untuk PLTG unit 2.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Alfi Syahri, 2012), yaitu Analisa keandalan PLTG di PT.PLN Teluk Lembu. Metode yang digunakan dalam penelitiannya adalah metode Fault Tree Analysis. Pada Penelitian ini dilakukan analisa keandalan PLTG berdasarkan data sekunder yaitu data gangguan yang terjadi pada komponen-komponen PLTG. Data ini akan dikelompokkan berdasarkan letak gangguannya sehingga akan lebih mudah dalam membuat diagram pohon berikut perhitungan probabilitas kegagalannya. Diagram pohon inilah yang akan digunakan untuk analisa keandalan secara kualitatif dengan menentukan nilai minimal cut set dari sistem. Analisa kuantitatif dapat dilakukan dengan mengitung nilai probabilitas kegagalan berdasarkan data-data gangguan sehingga didapatkan nilai keandalan sebesar 99.212 % untuk PLTG unit 1 dan 99.6639 untuk PLTG unit 2.

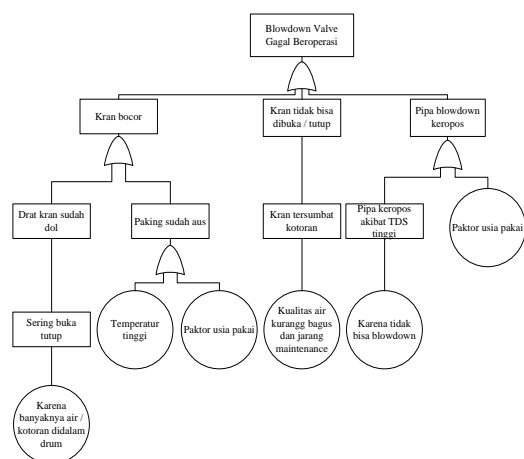
Pada penelitian yang dilakukan oleh (Luluk Kristianingsih dan Ali Musyafa, 2013), yaitu analisis safety system dan manajemen resiko pada steam boiler. Penelitian ini menggunakan metode HAZOP dalam menganalisa keandalan pada komponen boiler. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, diketahui bahwa resiko paling besar terjadi pada boiler adalah kebakaran. Sehingga menunjukkan bahwa analisis yang dilakukan dengan menggunakan metode HAZOP mampu mengurangi resiko kecelakaan kerja dari kegagalan steam boiler.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Weta Hary, dkk 2013), yaitu Analisis keandalan boiler dengan metode failure mode and effect analysis. Banyak kegagalan yang terjadi pada boiler membuat kegiatan perawatan harus disusun dengan baik agar peralatan tidak menimbulkan efek yang besar. Oleh karena itu digunakan suatu perangkat lunak yang berbasis PHP dan MySQL, dimana aplikasi tersebut digunakan untuk mengolah informasi mengenai tentang keandalan boiler dengan menggabungkan metode FMEA. Perangkat lunak yang digunakan pada penelitian ini belum bisa menunjukkan hubungan secara spesifik tentang keandalan dengan metode FMEA. Dari hasil simulasi menunjukkan bahwa analisis kuantitatif yang dilakukan menunjukkan bahwa keandalan pada boiler mengalami penurunan keandalan selama masa operasi. Penurunan nilai keandalan tersebut dipengaruhi oleh kerusakan peralatan. Sedangkan pada analisis menggunakan metode FMEA kegagalan yang terjadi pada komponen boiler memiliki tingkat severity, occurrence, dan detection yang berbeda-beda sesuai dengan penyebab dan dampak yang ditimbulkan.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Faula Arina, dkk 2013), yaitu digunakan teknik reliability

block diagram (RBD) sebagai penentuan keandalan pada mesin boiler. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan reliability dari setiap komponen mesin boiler, nilai reliability sistem mesin boiler berdasarkan RBD, dan reliability mesin boiler dengan konfigurasi redundant. Data yang diolah adalah data waktu antara kerusakan (TBF) dari setiap komponen boiler dari priode Januari sampai desember 2010 untuk menentukan nilai MTTF. Berdasarkan hasil penelitian yang didapat bahwasanya nilai dari reliability mesin boiler dengan konfigurasi redundant adalah 0.7509.

3. METODE



Gambar 1 Fault Tree Diagram Blowdown Valve

Potensi penyebab kegagalan dari proses produksi steam di sebabkan oleh proses blowdown yang dapat menyebabkan terhambatnya kinerja dari boiler, sehingga proses pembuangan kotoran yang ada didalam water drum gagal beroperasi. Ada tiga faktor yang menyebabkan blowdown valve gagal beroperasi yaitu, kran bocor, kran tidak bisa dibuka atau ditutup, dan pipa blowdown valve keropos. Kegagalan yang disebabkan oleh kran bocor disebabkan oleh drat kran yang sudah dol karena sering buka tutup akibat banyaknya kotoran maupun kelebihan air yang ada didalam water drum. Kemudian faktor lain yang mengakibatkan kran bocor akibat paking kran yang sudah aus akibat temperatur tinggi maupun disebabkan oleh faktor usia pemakaian paking. Kemudian faktor yang menyebabkan kran tidak bisa dibuka atau ditutup akibat banyaknya kotoran yang menempel didalam kran karena kualitas air yang kurang bagus dan jarang dilakukan perawatan. Faktor yang menyebabkan pipa blowdown keropos akibat nilai TDS yang tinggi, sehingga tidak dapat membuang kotoran dan dipengaruhi juga oleh paktor usia pakai dari pipa tersebut.

3.1 Failure Mode and Effect Analysis(FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis digunakan untuk melihat komponen boiler yang paling sering

mengalami kegagalan selama proses pengolahan berlangsung. Berdasarkan data dari metode fault tree analysis yang telah dibuat, tahap selanjutnya dengan tabel worksheet dari FMEA yang berfungsi untuk memberikan nilai severity, occurrence, dan detection berdasarkan potensi efek kegagalan, penyebab terjadinya kegagalan dan proses pengendalian yang dilakukan, sehingga menghasilkan nilai Risk Priority Number (RPN).

Berdasarkan hasil dari FMEA yang telah diberikan rating nilai, selanjutnya dilakukan pengurutan nilai berdasarkan nilai RPN yang tertinggi hingga nilai RPN terendah. Hasil pengurutan nilai RPN dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Pengurutan nilai Risk Priority Number Boiler No 1

No	Komponen Boiler	Nilai RPN
1	<i>Elektric Pump</i>	294
2	<i>Main Steam Valve</i>	294
3	<i>Water Level Gauge</i>	200
4	<i>Forced Draft Fan</i>	162
5	<i>Induced Draft Fan</i>	156
6	<i>Dearator Pump</i>	154
7	<i>Blowdown Valve</i>	142
8	<i>Savety Valve</i>	90
9	<i>Turbin Pump</i>	60

Untuk membuat grafik diagram pareto, dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai Persentase kumulatif. Untuk mendapatkan nilai persentase total keseluruhan dari komponen instrumentasi boiler dapat dilakukan perhitungannya menggunakan persamaan (2.10) yaitu:

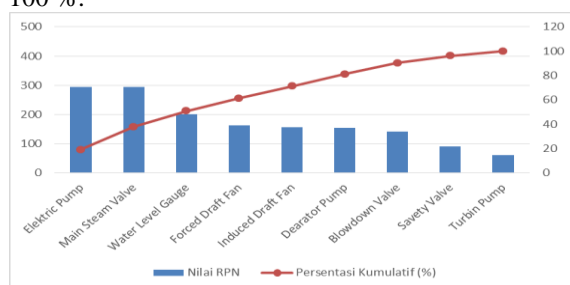
$$\begin{aligned}
 \text{Persentasi total keseluruhan} &= \frac{\text{Nilai RPN}}{\text{RPN total}} \times 100 \% \\
 &= \frac{294}{1552} \times 100 \% \\
 &= 0,189433 \times 100 \% \\
 &= 18,9433 \% \\
 &= 18,94 \%
 \end{aligned}$$

Tabel 2 Persentase kumulatif pada komponen instrumentasi boiler No 1

No	Komponen Boiler	Nilai RPN	Total Kumulatif	Persentasi Total Keseluruhan	Persentasi Kumulatif (%)
1	<i>Elektric Pump</i>	294	294	18,9433	18,94
2	<i>Main Steam Valve</i>	294	588	38,1866	37,88
3	<i>Water Level Gauge</i>	200	788	50,7866	50,12
4	<i>Forced Draft Fan</i>	162	950	61,8333	61,08
5	<i>Induced Draft Fan</i>	156	1106	71,6333	70,92
6	<i>Dearator Pump</i>	154	1260	81,1333	80,86
7	<i>Blowdown Valve</i>	142	1402	90,6333	90,50
8	<i>Savety Valve</i>	90	1492	96,6333	96,44
9	<i>Turbin Pump</i>	60	1552	100,0000	100,00

				(%)	
1	Elektric Pump	294	200	18,94	18,94
2	Main Steam Valve	294	588	18,94	37,88
3	Water Level Gauge	200	788	12,90	50,78
4	Forced Draft Fan	162	950	10,43	61,21
5	Induced Draft Fan	156	1106	10,05	71,26
6	Dearator Pump	154	1260	9,92	81,18
7	Blowdown Valve	142	1402	9,14	90,32
8	Savety Valve	90	1492	5,80	96,12
9	Turbin Pump	60	1552	3,86	100
Total		1552		100	

Dari tabel 2 diatas menunjukkan bahwa nilai persentasi kumulatif pada komponen instrumentasi boiler dipengaruhi oleh nilai RPN. Semakin tinggi nilai RPN maka nilai persentasi kumulatif akan semakin kecil, dimana pada komponen boiler No 1 persentasi kumulatif terkecil berada pada komponen *electric pump* sebesar 18,94 % dan terbesar pada komponen *turbin pump* sebesar 100 %.



Grafik 2 Diagram Pareto Boiler No1

Dari grafik diagram Pareto diatas menunjukkan bahwa nilai RPN terbesar adalah pada komponen *electric pump* dan *main steam valve* yang merupakan komponen yang sangat berpengaruh terhadap kelangsungan operasi boiler sebagai *pensupply* air ke dalam *steam drum* dan *main steam valve* sebagai *pensupply steam* ke ruang stasium *power plant* dengan nilai RPN sebesar 294, yang berarti komponen ini menjadi penyebab paling sering terjadinya gangguan pipa bocor, *paking* aus, *bearing* pecah, motor terbakar, dan drat *valve* yang

sudah dol. Sedangkan komponen *turbin pump* yang merupakan alat instrumentasi yang berfungsi sebagai penyupply air umpan boiler menjadi komponen yang kurang berpengaruh dan jarang terjadi gangguan dengan nilai RPN sebesar 60.

4. KESIMPULAN

Dari hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa analisis kuantitatif yang dilakukan menunjukkan bahwa keandalan pada boiler mengalami penurunan keandalan selama masa operasi. Penurunan nilai keandalan tersebut dipengaruhi oleh kerusakan peralatan. Sedangkan pada analisis menggunakan metode FMEA kegagalan yang terjadi pada komponen boiler memiliki tingkat *saverity*, occurrence, dan detection yang berbeda-beda sesuai dengan penyebab dan dampak yang ditimbulkan. Hasil perhitungan yang diperoleh bahwasanya nilai keandalan dari kedua boiler tersebut adalah boiler No 1 sebesar 99,78 % dan pada boiler No 2 sebesar 99,96 %.

Dari analisa risk priority number untuk nilai tertinggi dan memiliki frekuensi terbanyak dari masing-masing boiler adalah boiler No 1 terdapat pada komponen *electric pump* sebesar 294 dan boiler No 2 terdapat pada komponen *electric pump* sebesar 492.

Berdasarkan kerusakan yang ditimbulkan dari komponen boiler tersebut dapat mengakibatkan menurunnya kinerja pengolahan tandan buah segar (TBS), yang dapat merugikan perusahaan.

Dari analisa nilai MTBF dapat diketahui bahwa waktu operasi semua komponen yang dapat menyebabkan kerusakan yang paling sering terjadi pada boiler No 1 terdapat pada komponen *electric pump* dengan nilai MTBF sebesar 454,73 dengan 7 kali mengalami kegagalan, maka jadwal perawatannya setiap 19 hari kerja, sedangkan pada boiler No 2 terdapat pada komponen *electric pump* dengan nilai MTBF sebesar 216 dengan 14 kali mengalami kegagalan, maka jadwal perawatannya setiap 9 hari kerja.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Alfi, Syahri, 2012, *Analisa Keandalan PLTG di PT.PLN Teluk Lembu Dengan Metode Fault Tree Analysis*, Tugas Akhir, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Suska Riau. Pekanbaru.
- [2]. Betrianis, dkk, 2005, Pengukuran Nilai Overall Equipment Effectiveness Sebagai Dasar Usaha Perbaikan Proses Manufaktur pada Lini Produksi, Universitas Indonesia.
- [3]. Devani, Vera, dkk, 2015, Pengantar Teknik Industri. Fakultas Sains dan Teknologi UIN Suska Riau. Pekanbaru.
- [4]. Dieter, George E, 2000, *Engineering Design: A Material and Processing Approach*. McGraw-Hill Companies,inc. singapore

- [5]. Effendy, Dwi Ardiyanto, 2013, Rancang Bangun Boiler Untuk Proses Pemanasan Sistem Uap Pada Industri Tahu Dengan Menggunakan CATIA V5, Skripsi Teknik Mesin, Semarang: Fakultas Negeri Semarang.
- [6]. Eldika, Rino, 2011, Analisis Keandalan Sistem Instrumentasi PLTG di PT. PLN PLTD/G Teluk Lembu Pekanbaru, Tugas Akhir, Pekanbaru: Fakultas Sains dan Teknologi UIN Suska Riau.
- [7]. Faula, Arina. dkk, 2013, Penentuan Keandalan Dengan Menggunakan Reliability Block Diagram (RBD) Yang Berkonfigurasi Redundant Pada Mesin Boiler di PT. X, Jurnal Seminar Nasional IENACO, ISSN: 2337-4349, Untirta.
- [8]. Febriani, Noni, 2007, Analisis Reliability Pada Pumping Unit Dengan Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) di PT. Chevron Pasific Indonesia, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- [9]. Ferdinand, Franky, dkk, 2002, Kajian Kehandalan SDH Pada JARLOKAF, Elektronika Indonesia, no.44, Thn IX. 2002
- [10]. Gaspersz, Vincent, 1998, Production Planning and Inventory Control. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- [11]. Gaspersz, Vincent, 2002, Total Quality Management. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- [12]. Henley, E. J. dan Hiromitsu Kumamoto, 1992, Probabilistic Risk Assessment, Reability Engineering, desain, and Analysis, IEEE Press. New York
- [13]. Imron, Mustajib, dkk, 2013, Sistem Perawatan Terpadu. Graha Ilmu. Yogyakarta
- [14]. Kusuma, Intan M. dkk, 2013, Analisa Performansi Keandalan pada boiler dengan menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan di PT.PJB Unit Pembangkit Gresik, Jurnal Teknik POMITS, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- [15]. Luluk, Kristianingsih. dkk, 2013, Analisis Safety System dan Manajemen Resiko Pada Steam Boiler PLTU di Unit 5 Pembangkit Paito PT. YTL, Jurnal Teknik POMITS Vol. 2, No. 2, ISSN: 2337-3539, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- [16]. McDermot, E. Robin, 2009, The Basic of Failure Mode and Effect, Edisi 2. CRC Press. USA
- [17]. Muin, Syamsir. A, 1988, Pesawat-Pesawat konversi Energi I (ketel uap). Jakarta: Rajawali Pers.
- [18]. Pandey, M, 2005, Engineering and Sustainable Development Fault Tree Analysis, Waterloo: University Waterloo.
- [19]. Priyanta, Dwi, 2000, Keandalan Dan Perawatan, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- [20]. Putra, Dipo. S Aryan, 2014, Analisis Keandalan Jarlokaf Konfigurasi Ring di UIN Suska Riau Dengan Metode Markov dan Fault Tree Analysis, Tugas Akhir, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Suska Riau . Pekanbaru.
- [21]. Stamatis, D.H, 1995, Failure Mode and Effect Analysis: FMEA From Theory to Execution, Millwaukee: ASQC Quality Press.
- [22]. Sumantri, Ade Hery, 2013, Analisis RPN Terhadap Keandalan Instrumentasi Kompresor Udara Menggunakan Metode FMEA di PT. Pertamina (Persero) Refinery Unit II Dumai, Tugas Akhir, Pekanbaru: UIN Sultan Syarif Kasim Riau.
- [23]. UNEP, 2008, Boiler dan Pemanas Fluida Thermis, United Nation Enviroment Program.
- [24]. Vesely, William, dkk , 2002, Fault Tree Handbook With Aerospace Applications, Washington DC: NASA Office of Savety and Mission Assurance.

Halaman ini sengaja dikosongkan