

## ANALISIS PENYEBAB TRIP GAS TURBINE GENERATOR MENGGUNAKAN METODE FTA DI PT. PERTAMINA EP DOGGI MATINDOK

\*Siti Fauziah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universitas Muhammadiyah Luwuk

\*e-mail: [fauziah.unismuhluwuk@gmail.com](mailto:fauziah.unismuhluwuk@gmail.com)

### Abstrak

PT. Pertamina EP Donggi Matindok adalah merupakan perusahaan mengolah serta mengeksplorasi minyak dan gas bumi. PT. Pertamina CPP Matindok ini memproduksi gas dan kondensat dari 2 struktur aktif yaitu Donggi dan Matindok. Terdapat 4 *Gas Turbin Generator* di PT. Pertamina dengan masing-masing kapasitas yaitu 4,8 MW, tetapi 2 dari keempat mesin *Gas Turbin Generator* tersebut tidak dapat beroperasi yaitu dikarenakan 1 dalam keadaan overhaul dan 1 dalam keadaan trip. Maka dari itu diperlukan analisis untuk mengetahui akar penyebab dari tripnya mesin GTG tersebut. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya trip pada mesin GTG di PT. Pertamina EP Donggi Matindok. Penelitian ini menggunakan metode wawancara dan dokumentasi dalam pengambilan data serta menggunakan pendekatan metode *Fault tree analysis* untuk menganalisis penyebab trip dari GTG. Setelah melakukan wawancara terdapat 2 penyebab utama dari tripnya GTG yaitu kurang maksimalnya kinerja Inlet Guide Vane dan Unreadable pada filter gas. Kemudian setelah dibuatkan masing-masing FTA dari kedua penyebab utama di dapatkan minimal cut set, yaitu kurangnya perhatian terhadap jadwal preventive maintenance, terdapat hewan-hewan kecil yang menempel pada filter, terdapat benda-benda asing yang terikut saat udara terhisap, banyak partikel yang menyumbat serta masuknya benda asing kedalam turbin gas.

**Kata kunci:** *Fault tree analysis*, Generator Turbin Gas, Penyebab *trip*, *Preventive Maintenance*

Diterima : 22-11-2023  
Disetujui : 23-11-2023  
Dipublikasi : 30-11-2023

©2023 Siti

### PENDAHULUAN

Dunia industri merupakan suatu fenomena yang kehadirannya secara global sulit untuk dibendung seiring dengan meningkatnya tuntutan kebutuhan hidup manusia akan masalah materi. Hal ini akan berdampak terhadap ukuran dan kapasitas pabrik semakin besar, teknologi semakin canggih dan terpadu antara satu unit kerja dengan unit kerja yang lainnya, menurut A. E. Tanoga (2019). PT. Pertamina EP Cepu Regional 4 Zona 13 adalah merupakan perusahaan mengolah dan mengeksplorasi minyak dan gas bumi dalam menyambungkan devisa bagi Negara, menambah pendapatan Daerah Kabupaten Banggai serta dapat di gunakan untuk substitusi bahan bakar minyak. PT. Pertamina CPP Matindok ini memproduksi gas dan kondensat dari 2 struktur aktif yaitu Donggi dan Matindok.

Menurut Firmansyah (2019) Matindok Central Processing Plant (CPP Matindok) akan memproses gas dari Struktur Matindok (7 wells). Well di Struktur Matindok disebut MTD-1, MTD-2, MTD-3, MTD-5, MTD-6, MTD-7. Fasilitas pengolahan gas ini akan memproses gas mentah dengan menghilangkan atau mengurangi komponen

yang tidak diinginkan ke batas yang dapat diterima untuk memenuhi spesifikasi pipa. Sales Gas dari Matindok Block Station harus memenuhi maks. H<sub>2</sub>S 3.5 ppm volume, maks. CO<sub>2</sub> 50 ppm volume, maks. kadar air 7 lb/ MMSCF dan maks titik embun 65 ° F pada 700 psig. Gas dan kondensat yang dihasilkan akan diangkut ke sales point dengan tekanan, suhu, kuantitas, dan kualitas yang ditentukan. CPP Matindok terdiri atas manifold, pemisahan, pengolahan kondensat, booster compressor, AGRU, BSRU, DHU, DPCU, Pengolahan produk water beserta injeksi, dan sistem utilitas.

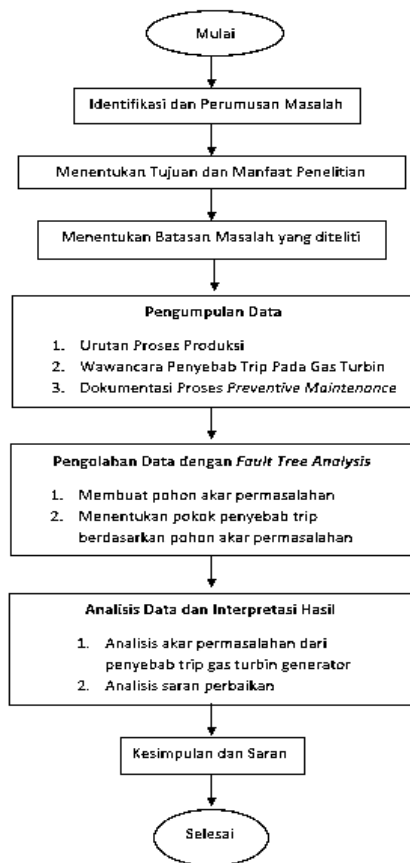
Pada PT. Pertamina EP Cepu Regional 4 Zona 13 terdapat sistem utiliti, di dalam sistem ini terdapat beberapa unit salah satunya yaitu Gas Turbine Generator. Gas Turbine Generator adalah suatu alat yang memanfaatkan gas sebagai bahan bakar untuk memutar turbin dengan pembakaran internal sehingga dapat memutar rotor generator dan menghasilkan listrik, di dalam turbin gas, energi kinetik dikonversikan menjadi energi mekanik melalui udara bertekanan yang memutar roda turbin sehingga menghasilkan daya. Unit Turbin Gas Generator ini merupakan unit penunjang dari proses utama. Walaupun hanya sebagai unit penunjang tetapi Gas Turbin Generator merupakan salah satu unit yang sangat berpengaruh terhadap perusahaan, maka dari itu perawatan yang rutin terhadap Gas Turbin Generator harus tetap terjaga, agar Gas Turbin Generator bekerja sebagai mana mestinya.

Pada Perusahaan ini terdapat 4 Gas Turbin Generator dengan masing-masing kapasitas yaitu 4,8 MW, tetapi 2 dari ke empat mesin Gas Turbin Generator tersebut tidak dapat beroperasi yaitu dikarenakan 1 Unit dalam keadaan overhaul dan 1 Unit dalam ke adaan trip. Hal ini merupakan alasan bagi penulis untuk menganalisis penyebab trip dari mesin Gas Turbin Generator dengan menggunakan metode Fault Tree Analisis (FTA), karena FTA merupakan teknik analitis, menganalisis lingkungan dan operasi untuk menemukan jalan/ solusi dari masalah-masalah yang muncul. Menurut Kartika (2017) menyatakan FTA juga merupakan model grafik dari variasi paralel serta kombinasi kesalahan yang muncul sebagai hasil dari pendefinisian masalah yang ada. *Fault tree analysis* ini termasuk dalam metode yang dapat digunakan sebagai analisis untuk menentukan akar penyebab potensi kegagalan yang terjadi dalam sistem ataupun mesin menurut Linda (2017)

## **METODE**

Metode penelitian berisi alur penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini yang dapat menjelaskan mengenai tahapan atau prosedur yang akan dilakukan dari awal hingga akhir yaitu mulai dari identifikasi masalah hingga tahap kesimpulan dan saran untuk lebih jelanya metode penelitian yang dilakukan akan di jelaskan menggunakan

flowchart yang dapat membantu serta mempermudah pembaca dalam memahami alur dari penelitian yang akan dilakukan. Untuk flowchart penelitian dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini:



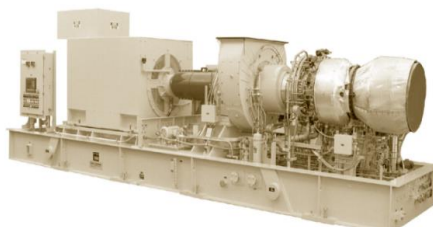
Gambar 1. Flowchart Penelitian

## 1. Gas Turbine Generator (GTG)

Turbin gas adalah turbin pembangkit listrik yang menggunakan gas bertekanan tinggi sebagai fluidanya. Turbin gas ini dapat mengubah energi kinetik gas bertekanan tinggi menjadi energi mekanik untuk menggerakkan sudut pada poros. Sebuah poros yang terhubung ke generator berputar, menghasilkan energi mekanik yang diubah menjadi energi listrik. Bagian turbin yang berputar diam, disebut stator atau rumah turbin. Rotor memutar poros daya yang menggerakkan beban. Sistem turbin gas yang paling sederhana terdiri tiga disebut rotor atau roda turbin yang komponen yaitu kompresor, ruang bakar dan turbin gas. Menurut Silaban (2020) Secara umum proses yang terjadi pada sistem turbin gas adalah sebagai berikut: a) Pemampatan (compression), udara disedot dan dimampatkan. b) Pembakaran (combustion), bahan bakar dicampur ke dalam ruang bakar dengan udara kemudian dibakar. c) Pemuaihan (expansion), gas hasil pembakaran memuai. d) Hasil pembakaran mengalir keluar

melalui nozzel lalu diarahkan ke sudu-sudu turbin. e) Pembuangan gas sisa (exhaust), gas hasil pembakaran dikeluarkan lewat saluran pembuangan

Dapat dilihat pada gambar 2 dibawah ini, merupakan salah satu jenis turbin gas generator type taurus 60.



**Gambar 2.** Gas Turbine Generator type taurus 60

## 2. Trip

Menurut Muchtar (2017) Trip merupakan suatu keadaan dimana mesin tidak bekerja atau mesin dalam keadaan tidak beroperasi, trip biasanya terjadi dalam keadaan yang tidak terdeteksi atau yang belum di ketahui penyebabnya karena keadaan trip ini biasanya terjadi secara tiba-tiba. Mesin dalam keadaan trip biasanya disebabkan oleh kurangnya maintenance terhadap suatu mesin, yang dapat menyebabkan mesin tidak bekerja secara maksimal dan dapat berdampak pada kegiatan produksi.

## 3. Preventive Maintenance

Preventive Maintenance adalah perawatan yang dilakukan secara terjadwal, umumnya secara periodik, dimana sejumlah tugas pemeliharaan seperti inspeksi, perbaikan, penggantian, pembersihan, pelumasan dan penyesuaian dilaksanakan. Keuntungan menggunakan sistem preventive maintenance adalah dapat mencegah adanya kerusakan pada mesin-mesin, meminimalkan biaya perbaikan, keselamatan kerja lebih terjamin, tidak banyak membutuhkan peralatan atau mesin pengganti, selain itu preventive maintenance dapat memperpanjang umur mesin serta mengurangi kerusakan yang dapat terjadi sewaktu-waktu selama proses produksi.

## 4. *Fault tree analysis* (FTA)







Menurut Situmorang (2019) *Fault tree analysis* atau biasa di singkat menjadi FTA adalah teknik yang banyak dipakai untuk studi yang berkaitan dengan resiko dari keandalan dari suatu sistem engineering. Fault Tree juga merupakan sebuah model grafis yang terdiri beberapa kombinasi kesalahan (faults) secara paralel dan secara berurutan yang mungkin menyebabkan awal dari failure event yang sudah ditetapkan. Setelah mengidentifikasi top event, event-event yang memberi kontribusi secara langsung terjadinya top event diidentifikasi dan dihubungkan ke top event dengan memakai hubungan logika (logical link). Menurut Bakhtiar (2018) Gerbang AND (AND

gate) dan sampai dicapai event dasar yang idependen dan seragam (mutually independent basic event).

Djamal (2015) berikut merupakan tahapan untuk melakukan analisis dengan fault tree analysis.

- a. Mengidentifikasi masalah dan kondisi batas dari suatu sistem batas yang ditinjau.
- b. Penggambaran model grafis fault tree.
- c. Mencari minimal cut set dari analysis fault tree.
- d. Melakukan analisis fault tree

Menurut Dhea dan Wulan (2022) Berikut merupakan simbol-simbol dalam FTA yang digunakan dalam menguraikan kejadian yang dirincikan

Simbol	Keterangan
	Top Event
	Logic Even OR
	Logic Event AND
	Transfred Event
	Undeveloped Event
	Basic Event

**Gambar 3.** Simbol-simbol Fault tree

Keterangan:

- a. Top Event Berfungsi untuk menyatakan kejadian yang muncul dari kombinasi kejadian-kejadian input gagal yang masuk gerbang.
- b. Logic Even OR Berfungsi untuk menyatakan kejadian yang akan muncul terjadi jika terdapat satu atau lebih kejadian gagal yang merupakan inputnya terjadi.
- c. Logic Event AND Berfungsi untuk mentakan kejadian output yang muncul hanya jika semua input terjadi.
- d. Transffred Event Merupakan titik dimana sub-fault tree dapat dimulai sebagai kelanjutan pada transfer out
- e. Undeveloped Event Berfungsi untuk menyatakan kejadian yang tidak dapat lagi berkembang
- f. Basic Ivent Berfungsi untuk menyatakan kegagalan mendasar yang tidak perlu dicari penyebabnya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

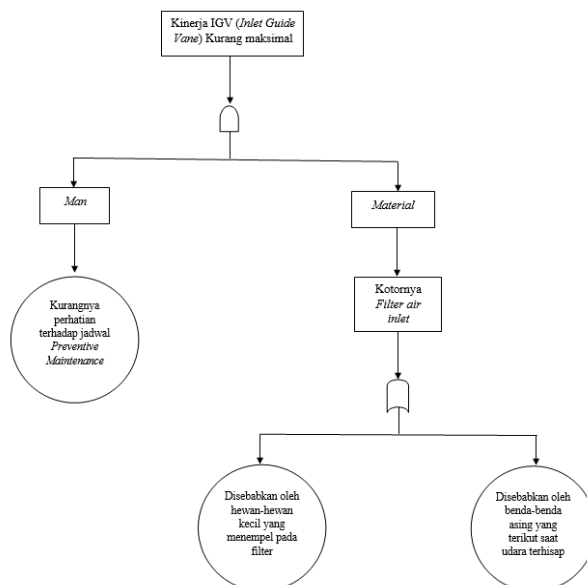
### HASIL

Berdasarkan hasil wawancara dan pengamatan langsung pada saat proses pengecekan gas turbin generator terdapat dua masalah utama yang di temukan pada mesin gas turbin generator yaitu Kinerja IGV Kurang maksimal dan Unreadable pada filter gas atau kegagalan memisahkan partikel kering dari gas. Kurang maksimalnya Kinerja Inlet Guide Vane yang disebabkan oleh tersumbatnya filter air inlet akan berpengaruh pada kinerja IGV yang merupakan peralatan utama GTG yang terletak pada inlet casing compressor, Inlet Guide Vane berfungsi sebagai pengatur laju aliran udara yang masuk ke dalam compressor guna keperluan udara pembakaran, dimana apabila IGV ini bermasalah maka akan menyebabkan terhentinya pasokan udara ke dalam ruang pembakaran, oleh karena itu system akan menghentikan proses pembakaran dengan menyetop aliran bahan bakar yang masuk ke dalam ruang bakar dan mengetriapkan Gas Turbin Generator (GTG). Unreadable pada filter gas atau kegagalan memisahkan partikel kering dari gas, yang disebabkan oleh tersumbatnya filter dan kebocoran instrumen sangat berpengaruh terhadap kualitas gas yang akan masuk kedalam turbin, karena apabila instrumen bocor benda asing akan ikut masuk kedalam turbin gas dan dapat mempengaruhi kualitas gas.

Berikut merupakan gambaran fault tree dari kedua penyebab utama trip gas turbin generator

#### a. Kinerja IGV kurang maksimal

Gambar 4 dibawah ini merupakan gambar FTA dari kurang maksimalnya kinerja IGV.

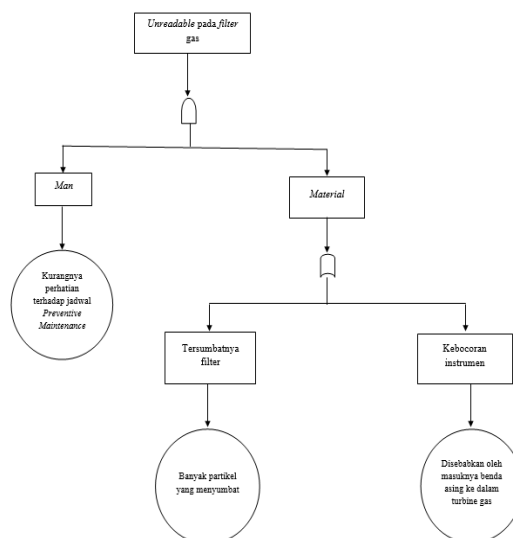


**Gambar 4.** Fault tree kurang maksimalnya kinerja Inlet Guide Vane (IGV)

Berdasarkan gambar 4 fault tree di atas dapat dilihat bahwa penyebab dari kurang maksimalnya kinerja Inlet Guide Vane (IGV) di tinjau dari segi man dan material. Man atau manusia yang merupakan teknisi yang berada di perusahaan, mereka kurang memperhatikan jadwal Preventive Maintenance sehingga maintenance tidak dilakukan sesuai jadwal yang telah di buat. Sedangkan berdasarkan segi material dapat dilihat bahwa penyebab dari kurang maksimalnya kinerja Inlet Guide Vane (IGV) yaitu kotornya filter air inlet yang disebabkan oleh hewan-hewan kecil berupa tungau, laron laba-laba dan juga kupu-kupu putih kecil, yang menempel pada filter dan benda-benda asing yang terikut saat udara terhisap yaitu berupa partikel-partikel debu

b. Unreadable pada filter gas

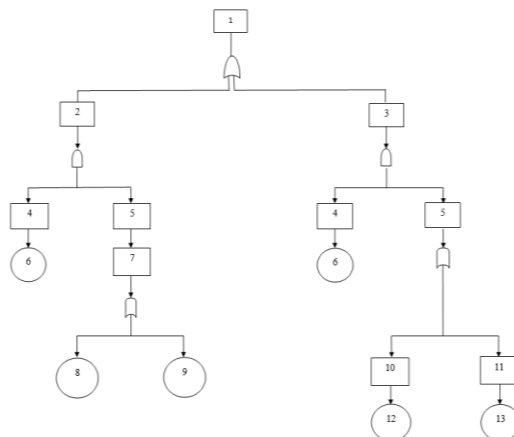
Gambar 5 dibawah merupakan gambar FTA dari Unreadable pada filter gas



**Gambar 5.** Fault tree Unreadable pada filter gas

Berdasarkan gambar 5 fault tree di atas dapat dilihat bahwa penyebab dari Unreadable pada filter gas di tinjau dari segi man dan material. Man atau manusia yang merupakan teknisi yang berada di perusahaan, mereka kurang memperhatikan jadwal Preventive Maintenance sehingga maintenance tidak dilakukan sesuai jadwal yang telah di buat. Sedangkan berdasarkan segi material dapat dilihat bahwa penyebab dari Unreadable pada filter gas yaitu tersumbatnya filter gas yang disebabkan oleh banyaknya partikel yang menyumbat. Serta kebocoran instrumen yang disebabkan oleh benda asing yang masuk dalam turbin gas.

Perhitungan minimal cut set diperoleh dari gambar 6 bagan fault tree di bawah ini.



**Gambar 6.** Bagan Cut set fault tree

Keterangan dari fault tree di atas akan dipaparkan pada tabel 1 berikut

**Tabel 1.** Keterangan Bagan Fault Tree

No	Keterangan
1	<i>Trip Gas Turbine Generator</i>
2	<i>Kinerja Inlet Guide Vane ( IGV) Kurang maksimal</i>
3	<i>Unreadable pada filter gas</i>
4	<i>Man</i>
5	<i>Material</i>
6	<i>Kurangnya perhatian terhadap jadwal preventive maintenance</i>
7	<i>Kotornya filter air inlet</i>
8	<i>Hewan-hewan kecil yang menempel pada filter</i>
9	<i>Benda-benda asing yang terikut saat udara terhisap</i>
10	<i>Tersumbatnya filter</i>
11	<i>Kebocoran Instrumen</i>
12	<i>Banyak partikel yang menyumbat</i>
13	<i>Masuknya benda asing kedalam turbin gas</i>

## PEMBAHASAN

### 1. Fault Tree Analysis

Dalam membuat fault tree, hal pertama yang harus dilakukan adalah mengidentifikasi potensi penyebab dari kesalahan – kesalahan yang terjadi pada tiap part yang akan dikaji sehingga diperoleh penyebab secara umum yang menyebabkan kerusakan part yang kemudian dijadikan acuan untuk membuat fault tree. Setelah diketahui penyebab umum yang menyebabkan kerusakan di tiap part, maka selanjutnya membentuk fault tree, sampai ditemukan kejadian paling dasar / akar masalah yaitu kejadian-kejadian yang menyebabkan top event atau masalah utama, kejadian ini biasa disebut dengan basic event.

### 2. Penentuan Minimal Cut Set

Pada bagan fault tree masing – masing kerusakan yang sudah di buat, maka dicari minimal cut set atau kumpulan penyebab kegagalan untuk mengetahui akar

permasalahan dari penyebab tripnya gas turbin generator Mencari minimal cut set merupakan analisa kualitatif yang mana dipakai Aljabar Boolean. Menurut Ferdiana (2016) Aljabar Boolean merupakan aljabar yang dapat digunakan untuk melakukan penyederhanaan atau menguraikan rangkaian logika yang rumit dan kompleks menjadi rangkaian logika yang lebih sederhana.

### 3. Analisis Saran Perbaikan

Saran perbaikan diberikan berdasarkan *Fault tree analysis* yang telah dibuat maka di dapatkan 5 basic event yang menyebabkan 2 top event atau puncak masalah yang menjadi penyebab utama dari trip nya mesin GTG. Berikut penjelasan yang menunjukkan deskripsi Top Event dan saran perbaikannya:

- a. Top Event atau puncak masalah kinerja Inlet Guide Vane Kurang maksimal dan Unreadable pada filter gas
- b. Deskripsi Masalah pada PT. Pertamina EP Donggi Matindok terjadi keterlambatan proses preventive maintenance yang menyebabkan kurang maksimalnya kinerja Inlet Guide Vane. Kurang maksimalnya kinerja IGV ini disebabkan oleh kotornya filter air inlet. Sama halnya dengan kurang maksimalnya kinerja Inlet Guide Vane (IGV). Unreadable pada filter gas disebabkan oleh keterlambatan proses preventive maintenance yang mengakibatkan tersumbatnya filter dan kebocoran instrumen
- c. Saran Perbaikan pada PT. Pertamina EP Donggi Matindok agar kiranya Selalu memperhatikan jadwal pembersihan berkala yaitu untuk gas turbin generator setiap 8000 jam atau preventive maintenance pada setiap running hour mesin sesuai manual book yang ada agar kebersihan filter-filter tetap terjaga dan tidak menyebabkan kerusakan dan masalah yang tidak di inginkan lainnya.

## KESIMPULAN

Berdasarkan metode *Fault tree analysis* diperoleh 5 basic event yang dapat menyebabkan trip pada Gas Turbin, yaitu: a) Kurangnya perhatian terhadap jadwal preventive maintenance, yang seharusnya dilakukan sesuai running hour pada mesin gas turbin yaitu preventive maintenance 8000 jam atau satu tahun satu kali. b) Terdapat hewan-hewan kecil yang menempel pada filter, berupa tungau, laron, laba-laba dan kupu-kupu putih kecil. c) Terdapat benda-benda asing yang terikut saat udara terhisap, yaitu berupa partikel-partikel debu yang dapat menyumbat filter. d) Banyak partikel yang menyumbat berupa karatan yang disebabkan oleh kandungan air yang terikut pada gas. e) Masuknya benda asing kedalam turbin gas, yang berasal dari partikel-partikel yang terikut masuk pada aliran fuel gas karena ada instrumen yang

mengalami kebocoran. Dari metode *Fault tree analysis* (FTA) yang digunakan, diperoleh faktor – faktor penyebab trip pada unit Gas Turbin Generator sehingga dapat dilakukan perbaikan secara lebih terfokus pada hal yang menyebabkan kerusakan paling mendasar pada Gas Turbin.

#### DAFTAR PUSTAKA

- E. Tanoga and P. A. Wicaksono, “Analisis Tingkat Kebisingan di Unit Utilities Pt Pertamina Ru Vi Balongan,” *Ind. Eng.*, P. 2, 2019.
- A. Linda, Satriyo and D. Puspitasari, “Analisis Pengendalian Kualitas Dengan Menggunakan Metode *Fault tree analysis* Untuk Meminimumkan Cacat Pada Crank Bed di Lini Painting Pt Sarandi Karya Nugraha,” *Ind. Eng. Online J.*, Vol. 6, No. 1, Pp. 4–12, 2017.
- F. Situmorang, “Analisa Penerapan K3 Dengan Pendekatan *Fault tree analysis* Dalam Meningkatkan Produktivitas Kerja di Pt. Xyz,” Vol. 1, Pp. 1–79, 2019.
- H. Bakhtiar, A., Sembiring, J. I., & Suliantoro, “Analisis Penyebab Kecacatan Dengan Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (Fmea) Dan Metode *Fault tree analysis* (Fta) Di Pt. Alam Daya Sakti Semarang,” *J. Ilm. Tek. Ind.*, Vol. 6, No. 2, Pp. 95–170, 2018.
- H. Muchtar and Z. Prasetyo, “Analisa Trip Gas Turbin Dari Proteksi Flame Off di Pltgu Muara Tawar,” *Tek. Elektro*, No. Mmi, Pp. 33–37, 2017.
- H. Silaban and A. Ghofur, “Analisa Performa Turbin Gas Tipe Cw251 B11 Pada System Pembangkitan Listrik Tenaga Gas Sektor Pembangkitan Bali,” Vol. 2, No. 2, Pp. 161–170, 2020.
- N. Djamal and R. Azizi, “Identifikasi Dan Rencana Perbaikan Penyebab Delay Produksi Melting Proses Dengan Konsep *Fault tree analysis* (Fta) Di Pt. Xyz,” *J. Intech Tek. Ind.*, Vol. 1, No. 1, Pp. 34–45, 2015.
- R. Firmansyah, “Deskripsi Proses Cpp Matindok Dan Sistem Kerja High Pressure Separator 320-D-1001 Di Pt.Pertamina Ep Asset 4 Donggi-Matindok Field,” 2019.
- S. Dhea and R. Wulan, “Analisis Defect Produk Dengan Menggunakan Metode Fmea Dan Fta Untuk Mengurangi Defect Produk (Studi Kasus: Garment 2 Dan Garment 3 Pt Sri Rejeki Isman Tbk),” Pp. 1–10, 2022.
- T. Ferdiana and I. Priadythama, “Analisis Defect Menggunakan Metode *Fault tree analysis* (Fta) Berdasarkan Data Ground Finding Sheet (Gfs) Pt. Gmf Aeroasia,” *Pros. Semin. Nas. Ind. Eng. Conf.* 2016, 2016.
- W. Y. Kartika, A. Harsono, And G. Permata, “Usulan Perbaikan Produk Cacat Menggunakan Metode Fault Mode and Effect Analysis Dan *Fault tree analysis* Pada Pt. Sygma Examedia Arkanleema,” *J. Online Inst. Teknol. Nas.*, Vol. 4, No. 1, Pp. 345–356, 2017.