

# **RE-DESIGN LINE HEADER DISCHARGE PADA SISTEM PERPIPAAN NITROGEN GENERATOR DI PT. PERTAMINA EP CEPU REGIONAL 4 ZONA 13 DONGGI-MATINDOK FIELD DENGAN MENGGUNAKAN METODE FISHBONE DIAGRAM**

**Puput Dwiyanti<sup>1)</sup>, Trifandi Lasalewo<sup>2)</sup>, Hasanuddin<sup>3)</sup>**

<sup>1,2,3)</sup>Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo

Email: [trifandilasalewo@gmail.com](mailto:trifandilasalewo@gmail.com)

Asal Negara: Indonesia

## **ABSTRAK**

Pada PT. Pertamina EP Cepu Regional 4 Zona 13 Matindok *Field* telah mengidentifikasi masalah-masalah yang terjadi khususnya di Unit Generator Nitrogen. Berdasarkan pengamatan di lapangan masalah yang didapatkan yaitu khususnya pada Kompresor Nitrogen yang diakibatkan oleh akumulasi air endapan yang masuk ke bagian *Compressor Screw*. Tindakan atau strategi yang tepat adalah memodifikasi jalur pipa yang sering terakumulasi air, lalu ditambahkan beberapa komponen perpipaan agar air yang berada dalam pipa dapat disalurkan keluar dan tidak masuk ke bagian kompresor *screw*. Adapun tujuan dilakukannya penelitian yaitu untuk mengetahui sambungan-sambungan pada sistem perpipaan dan menemukan solusi air akibat kondensasi di kompresor N<sub>2</sub> yang masuk ke komponen/part kompresor sehingga merusak komponen. Metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut adalah metode *Fishbone Diagrams* (Diagram Tulang Ikan). Hasil yang didapatkan dengan metode tersebut adalah penyebab terjadinya kerusakan pada kompresor *dry nitrogen* disebabkan oleh alat yaitu *drainnase* pada perpipaan terlalu kecil dan kontruksi pipa yang memungkinkan air dapat masuk langsung ke *screw*, sedangkan penyebab dari manusia yaitu tidak menguras terlebih dahulu air sebelum kompresor *running* dan penyebab dari lingkungan yaitu tingkat *humidity* di lapangan 80%. Sehingga penyelesaian yang didapatkan yaitu membuat desain *pipeline* agar dapat mengurangi kelebihan air endapan dalam pipa, sehingga kemungkinan air masuk ke bagian kompresor dapat dikurangi.

**Kata Kunci:** *Fishbone Diagrams*; Unit Generator Nitrogen; Unit Nitrogen Compressor; Kompresor Screw; Sistem Perpipaan.

## **ABSTRACT**

PT. Pertamina EP Cepu Regional 4 Zone 13 Matindok *Field* has identified problems, especially in the Nitrogen Generator Unit. Based on field observation, the problems obtained are particularly in the Nitrogen Compressor caused by the puddle of sediment-water that enters the Compressor Screw part. The right action or strategy is to modify the pipeline that often accumulates water, then add several pipeline components so that the water in the pipe can be channeled out and not into the compressor screw part. The objective of doing practical work is to find out the connection in the pipeline system and find a solution for water due to condensation in the N<sub>2</sub> compressor that enters the compressor component/part so that it damages the component. The method used to solve this problem is the Fishbone Diagram method. The results obtained through this method are that the cause of damage to the dry nitrogen compressor is caused by the drainage tool in the pipeline, which is too small and the pipe construction that allows water to enter directly into the screw. Mainwhile, human has also caused problem by not draining the water before the compressor runs. In the meantime, from the environment, the problem is related to the high degree of humidity in the field, which is 80%. Thus, the solution obtained is to design a pipeline in order to reduce excess sediment water in the pipe so that the possibility of water entering the compressor section can be reduced.

**Keywords:** *Fishbone Diagram*; Nitrogen Generator Unit; Compressor Nitrogen Unit; Screw Compressor; Pipeline System

## **1. PENDAHULUAN**

Di era globalisasi banyak perusahaan memberikan perhatian khusus pada efisiensi, efektivitas dan produktivitas. Ketiganya memungkinkan perusahaan untuk memastikan bahwa sumber daya mereka digunakan secara optimal dan bahwa mereka mencapai tujuan yang diinginkan. Pencapaian ketiganya memerlukan kebijakan perusahaan mengenai pengaturan waktu penyelesaian pekerjaan. Beberapa hal yang dapat dilakukan permintaan pada jadwal tertentu adalah

faktor waktu, pekerja atau upaya yang terlibat di dalam proses tersebut.

Sebagai salah satu institusi (perguruan tinggi) di Indonesia, Universitas Negeri Gorontalo bertujuan menjadi Universitas riset yang mendukung pengembangan sumber daya manusia di bidang ilmu pengetahuan dan teknologi yang mendukung perkembangan industri dan pembangunan Indonesia Timur. Lulusan dari Universitas Negeri Gorontalo diharapkan siap untuk menekuni bidang yang sesuai dengan bidang

doi: <https://doi.org/10.56190/jvst.v3i1.40>, p-issn/e-issn: 2808-5531/2809-6232

RE-DESIGN LINE HEADER DISCHARGE PADA SISTEM PERPIPAAN NITROGEN GENERATOR DI PT. PERTAMINA EP CEPU REGIONAL 4 ZONA 13 DONGGI-MATINDOK FIELD DENGAN MENGGUNAKAN METODE FISHBONE DIAGRAM

permintaannya. Seiring dengan itu, perlu memperkuat kerjasama dengan industri melalui studi banding, pelatihan khusus, magang, penelitian bersama dan lain sebagainya.

PT. Pertamina EP Cepu Regional 4 Zona 13 Donggi-Matindok *Field* (Desa Nonong, Kecamatan Batui, Kabupaten Banggai, Provinsi Sulawesi Tengah) adalah salah satu perusahaan di bawah Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yaitu PT. Pertamina Persero dan bergerak di bidang produksi gas. Hal ini akan meningkatkan pendapatan asli daerah Kabupaten Banggai serta dapat digunakan untuk substitusi bahan bakar minyak.

PT. Pertamina Regional 4 CPP Donggi-Matindok *Field* memiliki dua CPP yang terletak di Donggi dan di Matindok yang berjarak kurang lebih sebesar 50 km. Kedua CPP dikelola oleh satu manajemen yaitu PT. Pertamina Regional 4 CPP Donggi-Matindok *Field*. PT. Pertamina EP Asset 4 CPP Matindok memiliki kapasitas produksi gas kurang lebih sebesar 65 MMSCFD (*Milion Standar Cubik Feet Perday*) dan produksi kondensat kurang lebih sebesar 400 BBLs. Proses operasi CPP Matindok dijalankan dengan menggunakan sistem utilitas penyediaan listrik dari dua *Main Power Generator* dengan daya 4800 kW untuk tiap generator dan satu *Emergency Power Generator* dengan daya 1500 kW.

CPP Matindok merupakan salah satu bagian dari PT. Pertamina Regional 4 Zona 13 Donggi-Matindok *Field* yang berlokasi di Jalan Trans Sulawesi, Dusun 2 Noge, Desa Nonong, Kecamatan Batui, Kabupaten Banggai, Sulawesi Tengah. Pemilihan lokasi di Matindok dilakukan karena adanya sumber daya serta adanya potensi pembeli atau *buyer* hasil produksi. Donggi-Matindok *Field* merupakan salah satu lapangan gas terbesar yang dikelola oleh PT. Pertamina EP Cepu Regional 4 Zona 13. Lapangan ini terletak di Kabupaten Banggai, Provinsi Sulawesi Tengah eksplorasi pertama kali dilakukan oleh *Union Texas* pada tahun 1981 dan dilanjutkan dengan pemboran pertama pada tahun 1988, dan akhirnya pada tahun 2016 resmi beroperasi.

Wawasan mahasiswa tentang dunia industrialisasi yang sebenarnya sangat dibutuhkan. Hal ini terkait dengan situasi di Indonesia, Negara berkembang dimana teknologi diadopsi dan diterapkan oleh industri sebelum dikembangkan lebih lanjut. Selain itu, kebutuhan energi industri-industri ini semakin meningkat, sehingga membutuhkan pengembangan lebih lanjut dari sumber energi dan efisiensi sistem kelistrikan.

Memahami isu-isu industri mendukung pengetahuan teoritis dari materi perkuliahan, dan mahasiswa diharapkan menjadi salah satu sumber daya manusia yang siap bersaing untuk menghadapi tantangan di era globalisasi. Oleh karena itu, manfaat dari penelitian yang dilakukan di PT. Pertamina EP Cepu Regional 4 Zona 13 Donggi-

Matindok *Field* mampu memahami tentang permasalahan dan memberikan solusi dalam permasalahan yang ada pada Unit Generator Nitrogen serta mengenal secara langsung Unit Generator Nitrogen yang ada di PT. Pertamina EP Cepu Regional 4 Zona 13 Donggi-Matindok *Field*. Unit Generator Nitrogen merupakan salah satu unit sistem penunjang yang digunakan untuk mendukung aktivitas produksi terutama di area *utility*.

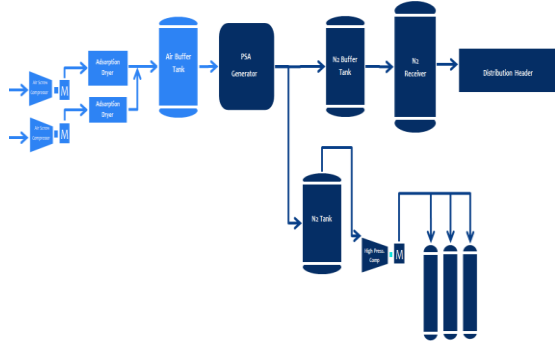
Sistem nitrogen generator adalah suatu sistem yang dirancang untuk memisahkan gas nitrogen dari udara untuk menghasilkan nitrogen. Dalam kondisi udara normal, itu adalah 78% nitrogen, 21% oksigen, dan 1% gas lainnya, tetapi pada prinsipnya sistem nitrogen berbeda dalam laju aliran gas dan massa atom. Nitrogen diketahui mengalir lebih lambat dari pada oksigen, sehingga perbedaan ini dimanfaatkan untuk memisahkan kedua gas menggunakan alat yang disebut modul membran.

Nitrogen sistem yang digunakan PEP Cepu Regional 4 Zona 13 Donggi-Matindok *Field* ada dua yaitu, *Nitrogen Generation Package* (282-V-1001) dan *Nitrogen Receiver* (282-D-1001). Nitrogen sistem dirancang untuk mendistribusikan gas ke unit seperti: (1) *Heating Medium Expansion Drum* (271-D-1001), (2) *Condensate Tank* (280-TK-1001 A/B/C) *continuous*, (3) *Produced Water Tank* (278-TK-1001 A/B)  $\rightarrow$  *continuous*, (4) *Amine Tank* (240-TK-1001), (5) *Amine Sump Drum* (240-D-1006), (6) *Wash Water Tank* (240-TK-1008), (7) *Glycol Drain Drum* (250-D-1003), (8) *Booster Compressor* (230-C-1001A/B)  $\rightarrow$  *continuous*, (9) *Heating Medium Storage Tank* (271-TK-1001).

Pada dasarnya, cara kerja generator nitrogen: generator memisah molekul nitrogen dari molekul oksigen dalam udara terkompresi untuk menghasilkan pasokan nitrogen yang dimurnikan. Memproduksi nitrogen dapat dilakukan dengan generator nitrogen membran atau generator nitrogen PSA (*Pressure Swing Adsorption*) yang dihubungkan ke kompresor. Ini tergantung pada kualitas nitrogen yang dibutuhkan. Misalnya, jika mengisi ban atau menggunakan nitrogen untuk mencegah/memadamkan kebakaran, nitrogen dengan kemurnian rendah di kisaran 90-99% dan generator nitrogen membran sudah memadai. Sebaliknya, generator nitrogen PSA diperlukan untuk memperoleh kemurnian sangat tinggi sekitar 99,999% atau 10 PPM (bagian per sejuta) dan lebih tinggi, misalnya untuk industri makanan atau untuk pencetakan plastik. Sistem PSA pada mesin generator nitrogen akan menjamin kemurnian nitrogen yang dihasilkan mencapai 95-99,5%, dan untuk menjamin tingkat kemurnian tersebut, tim teknisi *Green Nitrogen* secara periodik melakukan perawatan dan pengecekan dengan perangkat yang telah dikalibrasi dan tersertifikasi.

Adapun kekurangan pada sistem nitrogen di PEP Cepu Regional 4 Zona 13 Donggi-Matindok

*Field* ialah pada konstruksi pipanya. Dalam kondisi ini sering kali ditemukan air yang masuk ke part kompresor yang dapat mengakibatkan kerusakan dan mengganggu efisiensi kerja kompresor.



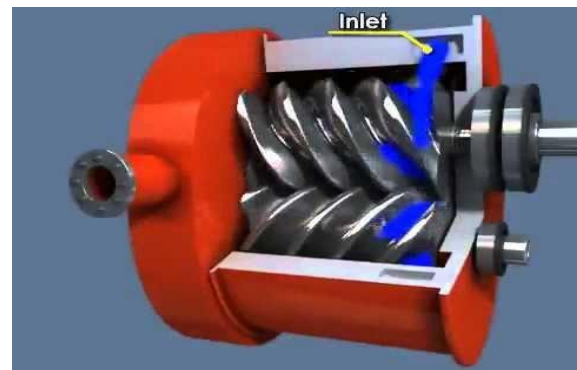
Gambar 1. DFD (Data Flow Diagram) Nitrogen (Sumber: PT. Pertamina EP Donggi-Matindok Field)

Pada PT. Pertamina EP Cepu Regional 4 Zona 13 Matindok *Field* telah mengidentifikasi masalah-masalah yang terjadi khususnya di Unit Generator Nitrogen. Berdasarkan pengamatan di lapangan masalah yang didapatkan yaitu khususnya pada Kompresor Nitrogen yang diakibatkan oleh terakumulasi air endapan yang masuk ke bagian *Compressor Screw*. Kompresor adalah mesin atau alat mekanik yang berfungsi untuk meningkatkan tekanan atau memampatkan fluida gas atau udara. Kompresor biasanya menggunakan motor listrik, mesin diesel, atau mesin bensin sebagai tenaga penggerak (Fredo Zakaria *et al.*, 2020). Prinsip kerja kompresor adalah dengan cara menekan/mengompresi gas yang masuk ke dalam tabung, sehingga memampatkan gas hingga tekanan pada gas meningkat (Andalucia, 2023). Kompresor biasanya bekerja dengan perbedaan tekanan antara tekanan atmosfer dan di dalam kompresor dimana tekanan di dalam kompresor lebih rendah dari tekanan atmosfer. Jika kompresor bekerja pada tekanan yang lebih tinggi dari tekanan atmosfer maka kompresor disebut sebagai penguat (*booster*), dan jika kompresor bekerja di bawah tekanan atmosfer maka disebut pompa vakum.

Gas mempunyai kemampuan besar untuk menyimpan energi persatuan volume dengan menaikkan tekanannya, namun ada hal-hal yang harus diperhatikan yaitu: kenaikan temperatur pada pemampatan, pendinginan pada pemuaian, dan kebocoran yang mudah terjadi.

Tindakan atau strategi yang tepat adalah memodifikasi jalur pipa yang sering tergenang air, lalu ditambahkan beberapa komponen perpipaan agar air yang berada dalam pipa dapat disalurkan keluar dan tidak masuk ke bagian kompresor *screw*. Menurut (Londong, 2012) Kompresor *screw* merupakan salah satu yang paling banyak digunakan dalam perindustrian. Sistem kerja kompresor *screw* menggunakan sistem ulir, udara yang masuk melalui inlet menuju kedalam sistem ulir yang berputar dan

mengompresi udaranya. Udara yang sudah di kompresi dialirkan menuju tangki penyimpanan udara *screw* kompresor berbeda dengan piston kompresor yang unitnya sudah memiliki tangki. Kompresor jenis ini memang lebih mahal dari pada kompresor jenis piston, lebih awet dan bandel pemakaiannya, kompresor jenis ini dapat berjalan (*running*) 24 jam nonstop berbeda dengan kompresor piston yang pemakaian maksimalnya di kisaran 8 jam. Kompresor *screw* memiliki debit air *delivery* yang jauh lebih besar biasanya dibandingkan dengan kompresor piston. (Penda, Hidayat, and Setyadie 2020). Pada Gambar 2 dapat dilihat kompresor *screw*, yang berfungsi untuk menaikkan tekanan udara dengan cara gas atau udara yang kerjanya didapat dari poros (Suhendra, 2023).



Gambar 2. Kompresor *Screw* (Sumber: PT. Pertamina EP Donggi-Matindok Field).

Metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut adalah menggunakan metode *Fishbone Diagrams*.

Diagram *Fishbone* (tulang ikan) berbentuk seperti tulang ikan, dengan moncong mengarah ke kanan (Sabaya *et al.*, 2023). *Fishbone* diagram sering disebut *Cause and Effect* diagram adalah sebuah diagram yang menyerupai tulang ikan yang dapat menunjukkan sebab akibat dari suatu permasalahan (Julianto & Nugroho, 2021). Diagram ini memiliki bentuk yang sama dengan tulang ikan dimana “Kepala Ikan” merupakan kendala yang akan diselesaikan. Sedangkan faktor masalah yang timbul digambarkan sebagai tulang ikan yang memiliki cabang dari bagian yang besar hingga bagian yang lebih kecil. Diagram *Fishbone* (Tulang Ikan)/*Cause and Effect* (Sebab dan Akibat)/Ishikawa telah menciptakan ide cemerlang yang dapat membantu dan memberikan setiap orang atau organisasi/perusahaan dalam menyelesaikan permasalahan sampai ke akarnya. Kebiasaan untuk merangkul beberapa orang yang memiliki pengalaman dan keahlian yang sesuai mengenai permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan Semua anggota tim menyampaikan pandangan dan pendapat dalam menganalisis semua pertimbangan mengapa masalah tersebut bisa terjadi [9]. Untuk

mempermudah, Ishikawa sebagai penemu diagram tulang ikan ini, mengelompokkan bagian penyebab dari suatu masalah kedalam lima kelompok diantaranya yaitu *man, method, tool, material, environment*.

Tahap penyusunan diagram tulang ikan yaitu, definisikan kendala yang akan dianalisis, bentuk tim untuk melakukan analisis, biasanya tim akan mencari penyebab potensial melalui *brainstorming*, kerangka akibat dan garis pusat digambarkan, spesifikasikan kategori penyebab yang dominan dan satukan sebagai sebuah kerangka yang tergabung pada garis pusat, identifikasikan masalah yang sering muncul dan klasifikasikan pada kategori di langkah “d”, klasifikasikan secara runtut masalah untuk mengidentifikasi hal-hal yang banyak mempengaruhi masalah atau memberi pengaruh pada masalah, merencanakan perbaikan (Widnyana *et al.* 2022).

Diagram ini akan menunjukkan sebuah dampak atau akibat dari sebuah permasalahan, dengan berbagai penyebabnya. Efek atau akibat dituliskan sebagai moncong kepala. Sedangkan tulang ikan diisi oleh sebab-sebab sesuai dengan pendekatan permasalahannya. Dikatakan diagram *Cause and Effect* (sebab dan akibat) karena diagram tersebut menunjukkan hubungan antara sebab dan akibat. Berkaitan dengan pengendalian proses statistikal, diagram sebab-akibat dipergunakan untuk menunjukkan faktor-faktor penyebab sebab) dan karakteristik kualitas (akibat) yang disebabkan oleh faktor-faktor penyebab itu (Monoarfa *et al.*, 2021).

Manfaat dari Diagram *Fishbone* yaitu sebagai fungsi dasar diagram *Fishbone* (Tulang Ikan)/*Cause and Effect* (Sebab dan Akibat)/Ishikawa adalah untuk mengidentifikasi dan mengorganisasi penyebab-penyebab yang mungkin timbul dari suatu efek spesifik dan kemudian memisahkan akar penyebabnya. Sering dijumpai orang mengatakan “penyebab yang mungkin” dan dalam kebanyakan kasus harus menguji apakah penyebab untuk hipotesa adalah nyata, dan apakah memperbesar atau mengurangnya akan memberikan hasil yang diinginkan.

Dengan adanya diagram *Fishbone* (Tulang Ikan)/*Cause and Effect* (Sebab dan Akibat)/Ishikawa ini sebenarnya memberi banyak sekali keuntungan bagi dunia bisnis. Selain memecahkan masalah kualitas yang menjadi perhatian penting perusahaan. Masalah-masalah klasik lainnya juga terselesaikan. Masalah-masalah klasik yang ada di industri manufaktur khususnya antara lain adalah: (a) keterlambatan proses produksi, (b) tingkat *defect* (cacat) produk yang tinggi, (c) mesin produksi yang sering mengalami *trouble*, (d) *output* lini produksi yang tidak stabil yang berakibat kacaunya *plant* produksi, (e) produktivitas yang tidak mencapai target, (f) *complain* pelanggan yang terus berulang.

Pada dasarnya diagram *Fishbone* (Tulang Ikan)/*Cause and Effect* (Sebab dan Akibat)/Ishikawa dapat dipergunakan untuk kebutuhan-kebutuhan berikut: (a) membantu mengidentifikasi akar penyebab dari suatu masalah, (b) membantu membangkitkan ide-ide untuk solusi suatu masalah, (c) membantu dalam penyelidikan atau pencarian fakta lebih lanjut, (d) mengidentifikasi tindakan (bagaimana) untuk menciptakan hasil yang diinginkan, (e) membahas *issue* secara lengkap dan rapi, (f) menghasilkan pemikiran baru.

Metode diagram *fishbone* tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan, dimana kelebihan dan kekurangan diagram *fishbone* yaitu: Kelebihan *Fishbone* diagram adalah dapat menjabarkan setiap masalah yang terjadi dan setiap orang yang terlibat di dalamnya dapat menyumbangkan saran yang mungkin menjadi penyebab masalah tersebut. Sedang kekurangan *Fishbone* diagram adalah *opinion based on tool* dan didesain membatasi kemampuan tim/pengguna secara visual dalam menjabarkan masalah yang menggunakan metode “*level why*” yang dalam, kecuali bila kertas yang digunakan benar-benar besar untuk menyesuaikan dengan kebutuhan tersebut. Serta biasanya *voting* digunakan untuk memilih penyebab yang paling mungkin yang terdaftar pada diagram tersebut.

Adapun rumusan masalah dari kerja praktek yang dilakukan adalah bagaimana cara memodifikasi jalur pipa bagian kompresor nitrogen yang sering terakumulasi air endapan yang masuk kebagian kompresor *screw* pada PT. Pertamina EP Cepu Regional 4 Zona 13 Donggi-Matindok Field.

Sistem perpipaan yaitu salah satu cara yang digunakan untuk mendistribusikan fluida dari suatu tempat ke tempat yang lain sesuai dengan instalasi masing – masing sistem perpipaan (Cahya, 2020). Sistem perpipaan digunakan untuk menyediakan dan pendistribusian air bersih, pengolahan limbah dari kawasan industri dan fasilitas umum lainnya. Selain itu, sistem perpipaan digunakan untuk mengangkut minyak mentah dari sumur minyak ke tangki untuk diproses lebih lanjut, dan untuk mengangkut dan mendistribusikan gas alam dari sumur gas ke tangki penyimpanan. Sistem perpipaan juga digunakan dalam distribusi minyak atau gas untuk memasok pasokan industri, pembangkit listrik, dan tujuan komersial. Sistem perpipaan juga digunakan untuk mengangkut cairan, bahan kimia, campuran kimia, dan uap di industri pengolahan makanan, pabrik kimia, dan industri lainnya. Sistem perpipaan juga digunakan dalam sistem pencegah kebakaran mesin, dan lain-lain. Di pabrik, sistem perpipaan merupakan komponen penting dari aliran proses. Peralatan sistem perpipaan berbeda dan memiliki sifat dan fungsi yang unik sehingga sulit untuk membedakannya satu sama lain. Tergantung pada bahannya pipa dapat diklasifikasikan sebagai berikut: (1) Pipa GIP (*Galvanized Iron Pipe*), pipa GIP atau pipa besi *galvanis* hanya digunakan untuk

pipa air dingin dan tidak direkomendasikan untuk pipa air panas. (2) Pipa PVC (*Polyvinyl Chloride*) adalah pipa plastik yang diproduksi dengan menggabungkan bahan vinyl. Untuk digunakan dengan instalasi air dingin saja. (3) Pipa HDPE (*High Density Polyethylene*) adalah pipa yang terbuat dari material *High Density Polyethylene* sehingga jenis pipa yang diproduksi dapat menahan gaya tekan yang lebih tinggi. Sifat pipa HDPE kuat, fleksibel dan tahan bahan kimia. (4) Pipa Baja (*Steel Pipe*), pipa baja digunakan sebagai jalur pipa untuk suplai energi, seperti air, gas, minyak dan cairan mudah terbakar lainnya. (5) Pipa Tembaga adalah pipa yang kuat dan tahan lama yang biasanya digunakan pada instalasi air panas. (6) Pipa Beton, berupa beton pracetak, biasa digunakan sebagai saluran *drainase*. Pipa beton dibagi menjadi 2 jenis yaitu tipe *light duty* dan *heavy duty*.

Komponen perpipaan harus dibuat dengan spesifikasi standar yang ditentukan oleh simbol dan kode yang telah dibuat atau dipilih sebelumnya. Komponen pipa yang disebutkan disini adalah: (1) *Valves* (katup-katup), *Valve* atau biasa disebut katup adalah alat yang mengatur, mengarahkan, atau mengontrol aliran fluida (gas, cairan, atau padatan terfluidisasi) dengan membuka, menutup, atau menutup sebagian jalur aliran. *Valve*/katup dalam kehidupan sehari-hari yang paling jelas adalah pipa air, dan lain-lain. Contoh terkenal lainnya termasuk katup kontrol gas di kompor dan katup kecil yang dipasang di kamar mandi. Jenis-jenis *Valve*/katup yang sering digunakan adalah:

#### **Gate Valve**



Gambar 3. *Gate Valve*

*Gate valve* (katup gerbang) adalah jenis katup yang membuka aliran dengan cara mengangkat katup gerbang bulat atau persegi panjang. *Gate Valve* adalah jenis *valve* yang paling umum digunakan dalam sistem perpipaan, yang fungsinya untuk membuka dan menutup aliran.

#### **Globe Valve**



Gambar 4. *Globe Valve*

*Globe Valve* digunakan untuk mengatur jumlah aliran cairan dalam pipa (*throttling*). Prinsip dasar pengoperasian *globe valve* adalah perpindahan vertikal piringan dari dudukan. Hal ini menyebabkan ruang annular antara piringan dan cincin dudukan mengembang sekencang katup ditutup.

#### **Ball Valve**

*Ball Valve* adalah sebuah *Valve* atau katup dengan pengatur aliran berupa piringan bulat (seperti bola/belahan). Karena bola itu memiliki lubang di tengah, aliran akan terjadi jika lubang sejajar atau sejajar dengan kedua ujung katup. Tetapi pada saat katup ditutupi, posisi lubang tegak lurus dengan tepi katup dan alirannya tersumbat atau tertutup.

#### **Check Valve**



Gambar 5. *Check Valve*

*Check valve* adalah alat yang memungkinkan fluida mengalir ke satu arah saja, atau mencegah arus balik. Memungkinkan cairan mengalir dalam satu arah saja dan mencegah aliran ke arah yang berlawanan. *Check valve* digunakan untuk keselamatan peralatan pada sistem perpipaan karena dapat mencegah aliran balik (*back flow*) dengan mengatur laju aliran menggunakan gravitasi dan tekanan aliran cairan itu sendiri tanpa menggunakan pegangan.

#### **Butterfly Valve**

*Butterfly Valve* memiliki bentuk yang unik jika dibandingkan dengan katup lainnya. *Butterfly* menggunakan pelat atau cakram melingkar yang dioperasikan dengan buku jari untuk membuka dan menutup sepenuhnya pada sudut 90°. *Disk* ini tetap berada di tengah aliran dan terhubung ke pergelangan kaki melalui poros. Ketika katup dititip, cakram tegak lurus dengan arah aliran, sehingga aliran terhalang; ketika katup terbuka, cakram sejajar dengan aliran, sehingga material yang melewati katup dapat mengalir.



Gambar 6. Butterfly Valve

*Butterfly valve* memiliki turbulensi dan kehilangan tekanan (*pressure drop*) yang minimal. Sangat baik untuk layanan *on/off* atau *throttling*, katup ini sangat baik untuk mengontrol aliran cairan atau gas yang besar. Namun, katup ini biasanya tidak terlalu kencang dan harus digunakan dalam situasi/sistem tekanan rendah.

### Safety Valve



Gambar 7. Safety Valve

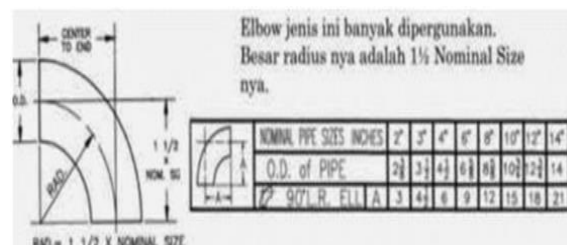
*Safety valve* (katup pengaman) adalah katup dengan mekanisme yang secara otomatis melepaskan material dari *boiler*, bejana tekan atau sistem ketika tekanan atau suhu melebihi batas yang telah diberikan.

(2) *Flanges (flens-flens)*, *Flange* adalah sambungan baut yang memungkinkan dua pipa, *equipment*, *fitting*, atau *valve* untuk bergabung bersama. Berbagai berbagai bentuk, tekanan, rating, dan ukuran tersedia untuk memenuhi kebutuhan desain Anda. *Flange* dibagi menjadi beberapa jenis. Salah satu perbedaan antara tipe *flange* ini adalah berdasarkan area, seperti yang dijelaskan dalam artikel tipe *flange* berbasis area. (3) *Fittings* (sambungan), *Fitting* dibagi dalam berbagai jenis, *fitting* tersebut akan sangat berperan dalam sebuah sistem pemipaan. Lalu apakah *fitting* itu? *Fitting* adalah salah satu komponen pemipaan yang memiliki fungsi untuk merubah aliran, menyebarkan aliran, membesar atau mengecilkan aliran. *Fitting* merupakan salah satu pemain utama dalam pemipaan, karenanya kita akan selalu menggunakan komponen ini. *Fitting* bukanlah nama untuk

individu, melainkan nama yang digunakan untuk pengelompokan. Karena di dalam *fitting* sendiri terdapat berbagai macam komponen lain pemipaan yang harus dipahami satu persatu fungsi dan kegunaannya. Adapun jenis dari *fitting* antara lain adalah:

### Fitting Elbow

*Elbow* adalah jenis *fitting* yang pertama, *elbow* merupakan komponen pemipaan yang berfungsi untuk membelokkan arah aliran.

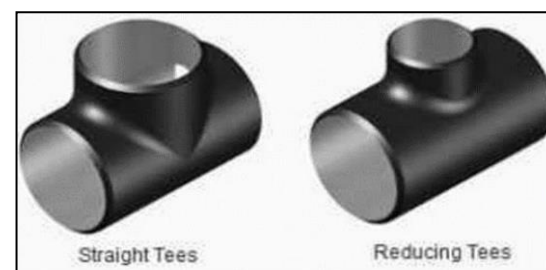


Gambar 8. Elbow

Contoh menghitung radius *elbow* seperti ini, kita menghitung pipa yang dengan diameter 2". Maka radiusnya adalah,  $1.5 \times 2" = 3"$  (76.2 mm) yang dikalikan adalah nominal diameter dari pipanya, NPS nya, bukan aktual diameter dari pipanya. *Elbow* pada umumnya memiliki diameter yang sama antara masukan dan keluaran, walaupun ada juga yang memiliki ukuran berbeda, yang disebut dengan *reducing elbow*. Selain itu, ada satu komponen *fitting* yang mirip *elbow*, sama sama berfungsi untuk membelokkan aliran, namun di buat dari potongan pipa, disebut dengan miter.

### Fitting Tee

*Tee* dalam *fitting* bertugas untuk membagi aliran, adalah koneksi *fitting* yang memiliki cabang. Biasanya cabangnya ini ukurannya sama dengan ukuran pipa utamanya, dan disebut dengan *straight tee*. Sedangkan kalau berbeda, disebut dengan *reducing tee*.



Gambar 9. Fitting Tee

### Fitting Reducer

*Reducer*, sesuai namanya *fitting* jenis ini bertugas untuk *me-reduce* (mengurangi) aliran fluida. Mengurangi disini bukan seperti *valve*, tapi ukuran pipanya saja yang berkurang. Jadi *reducer* ini akan bertugas untuk menggabungkan dari diameter yang lebih besar ke yang kecil, atau sebaliknya.



Gambar 10. Concentric Reducer

**Stub-in**

*Stub-in* adalah jenis *fitting* yang fungsinya mirip dengan *tee*, yaitu membagi aliran. Bedanya dengan *tee*, kalau *tee* adalah item yang terpisah, yang mengabungkan beberapa pipa. namun kalau *stub-in*, percabangan langsung dari pipa utamanya yang fungsinya menggantikan *reducing tee*.



Gambar 11. Stub-in

**Fitting Cap**

*Pipe caps fitting* berfungsi untuk menghentikan aliran pada ujung pipa, *fitting* ini di las langsung pada pipa utama. Ada juga penutup aliran fluida yang dapat di bongkar dan dilepas, namun biasanya menggunakan sambungan *flange*, lebih tepatnya *blind flange*.



Gambar 12. Fitting Cap

(4) *Regulator*, (5) *Steam Trap*.

Dapat mengetahui sambungan-sambungan pada sistem perpipaan, dapat menemukan solusi air akibat kondensasi di kompresor nitrogen yang masuk ke komponen atau part kompresor sehingga merusak komponen.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pada *compressor screw* yang diakibatkan oleh akumulasi air endapan yaitu dapat menggunakan *metode fishbone diagram* (diagram tulang ikan). Menurut (Graubitz, 2006)

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Identifikasi dan Analisa Masalah

#### 3.1.1 Stratifikasi dan Prioritas Masalah

Ishikawa diagram atau dikenal dengan nama *fishbone* diagram adalah salah satu metode dari *Seven Quality Tools* yang digunakan untuk mencari penyebab dari timbulnya suatu masalah di rantai produksi. Diagram tulang ikan atau *fishbone diagram* merupakan salah satu metode untuk menganalisa penyebab dari sebuah masalah dan kondisi.

Dalam membuat *fishbone diagram*, ada beberapa tahapan yang harus dilakukan yakni, (1) mengidentifikasi masalah, masalah utama yang terjadi kemudian digambarkan dengan bentuk kotak sebagai kepala dari *fishbone diagram*. Masalah yang diidentifikasi yang akan menjadi pusat perhatian dalam proses pembuatan *fishbone diagram*. (2) mengidentifikasi faktor-faktor utama masalah, dari masalah yang ada, maka ditentukan faktor-faktor utama yang menjadi bagian dari permasalahan yang ada. Faktor-faktor ini akan menjadi penyusun “tulang” utama dari *fishbone diagram*. Faktor ini dapat berupa sumber daya manusia, metode yang digunakan, cara produksi, dan lain sebagainya. (3) menemukan kemungkinan penyebab dari setiap faktor, dari setiap faktor utama yang menjadi pangkal masalah, maka perlu ditemukan kemungkinan penyebab. Kemungkinan-kemungkinan penyebab setiap faktor, akan digambarkan sebagai “tulang” kecil pada “tulang” utama. (4) melakukan analisa hasil diagram yang sudah di buat, setelah membuat *fishbone diagram*, maka dapat dilihat semua akar penyebab masalah. Dari akar penyebab yang sudah ditemukan, perlu dianalisa lebih jauh prioritas dan signifikansi dari penyebabnya. Kemudian dapat dicari tahu solusi untuk menyelesaikan masalah yang ada dengan menyelesaikan akar masalah.

### 2.1 Tahap Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan 3 cara yaitu: Observasi, Dokumentasi, Wawancara.

### 2.2 Tahap Pengolahan Data

Tahap pengolahan data ini dilakukan secara kualitatif, antara lain sebagai berikut:

#### 2.2.1 Data Kualitatif

Pengolahan data kualitatif yaitu data yang tidak dapat disajikan dalam bentuk angka atau diolah secara numerik: (a) Fungsi Komponen, (b) Data Kegagalan, (c) Data Penyebab Kerusakan, (d) Data Kerusakan.

Adapun tahapan metode *fishbone* antara lain: (1) Desain *Fishbone*, (2) Usulan *Re-Design Pipe Line*.

Tujuan dari stratifikasi adalah untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab pada suatu permasalahan.

Tabel 1. Stratifikasi dan Prioritas Masalah

ID	Masalah	Analisa/Potensi Masalah	Potensi Kerugian	Referensi
A	Potensi Degradasi dan Kegagalan Sistem Nitrogen Compressor	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ada ceceran oli di unit <i>screw</i> saat <i>running test</i>.</li> <li>2. Tekanan meningkat dari 0 psi ke 0,8 psi.</li> <li>3. Oli keluar dari <i>shaft seal bullgear</i>.</li> <li>4. Oli keluar melalui <i>venhole</i> karena <i>labyrinth HP screw</i>.</li> </ol>	Tidak dapat mendistribusikan nitrogen ke beberapa unit	<i>Service Sheet</i>

Sumber: Pengolahan Data, 2022

### 3.2 Analisa & Prioritas Akar Penyebab

#### 3.2.1 Root Cause Analysis

*Root Cause Analysis* merupakan suatu proses mengidentifikasi penyebab-penyebab utama suatu permasalahan dengan menggunakan pendekatan yang terstruktur dengan teknik yang telah didesain untuk berfokus pada identifikasi dan penyelesaian

masalah. Untuk menentukan faktor-faktor penyebab dominan pada kerusakan kompresor *screw* CPP Matindok menggunakan *fishbone* yang menganalisa faktor penyebab masalah dari aspek alat, manusia dan lingkungan sebagai berikut:



Gambar 13. Analisis faktor penyebab masalah menggunakan *fish-bone diagram* (sumber: Pengolahan Data, 2022)

#### 3.2.2 Analisa Sebab-Akibat

Lakukan Analisa Faktor Penyebab (Bahan, Orang, Cara, Alat, Lingkungan) terhadap permasalahan utama yang telah ditentukan

Tabel 2. Analisa Sebab-Akibat

No.	Faktor Penyebab	Analisa/Uraian
1	Manusia	Tidak menguras air dapat menyebabkan kelebihan air endapan pada sistem perpipaan.
2	Alat/Fasilitas	Konstruksi pipa yang dapat memungkinkan air endapan masuk ke <i>screw</i> kompresor.
3	Lingkungan	Kadar air pada udara sekitar dapat meningkatkan presentase air endapan pada pipa.
4	Bahan	-
5	Cara	-

Sumber: Pengolahan Data, 2022

### 3.2.3 Analisa Faktor Penyebab

Melakukan analisa akar permasalahan terhadap kondisi aktual/uji lapangan/data-data sesungguhnya.

Tabel 3. Analisa Faktor Penyebab.

No	Akar Penyebab Masalah	Kondisi Aktual/Hasil Uji Lapangan
	Terjadi akumulasi air pada pipa.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ada ceceran oli di unit <i>screw</i> saat <i>running test</i>.</li> <li>2. Tekanan meningkat dari 0 psi ke 0,8 psi.</li> <li>3. Oli keluar melalui <i>shaft seal bull gear</i>.</li> <li>4. Oli keluar melalui <i>venhole</i> karena <i>labyrinth HP screw</i>.</li> </ol>

Sumber: Pengolahan Data, 2022

Berdasarkan uraian di atas, akar penyebab masalah yang terkait langsung dengan *re-design* sistem perpipaan kompresor nitrogen karena disebabkan oleh akumulasi air endapan pada pipa

yang masuk ke bagian kompresor *screw* atau banyak uap air yang terbentuk karena kondensasi dan masuk ke bagian kompresor *screw* yang mengakibatkan kerusakan pada kompresor *screw*.

### 3.3 Desain Awal Nitrogen Kompresor

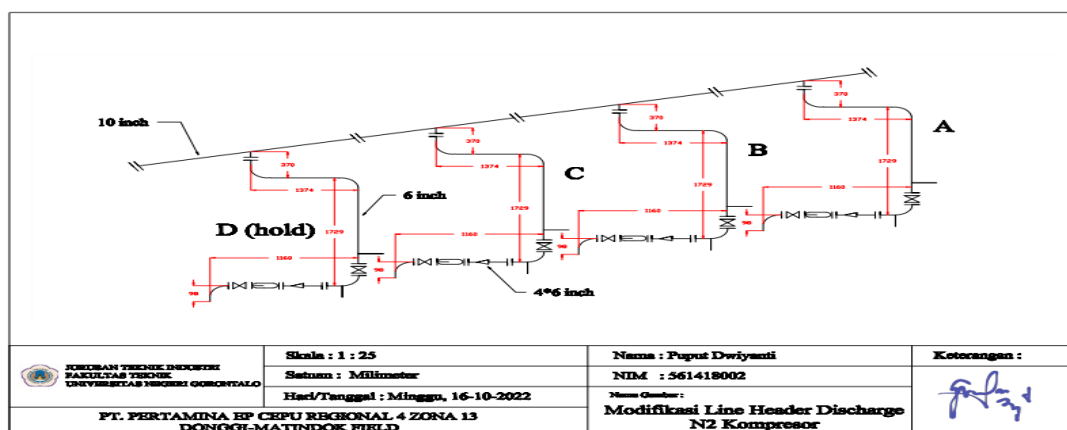


Gambar 14. Desain Awal Nitrogen Kompresor (Sumber: PT. Pertamina EP Donggi-Matindok *Field*)

Pada desain ini *line header discharge* nitrogen kompresor belum dilakukan modifikasi sehingga akumulasi air endapan dapat masuk ke

dalam sistem nitrogen kompresor sehingga menyebabkan kerusakan pada kompresor *screw*.

### 3.4 Desain Terbaru atau *Innovation*

doi: <https://doi.org/10.56190/jvst.v3i1.40>, p-issn/e-issn: 2808-5531/2809-6232

doi: <https://doi.org/10.30619/jvst.v5i11.40>, p-issn/e-issn: 2088-5551/2087-0252  
**RE-DESIGN LINE HEADER DISCHARGE PADA SISTEM PERPIPAAN NITROGEN GENERATOR DI PT. PERTAMINA EP CEPU REGIONAL 4 ZONA 13 DONGGI-MATINDOK FIELD DENGAN MENGGUNAKAN METODE FISHBONE DIAGRAM** 15

Gambar 15. *Design Pipe Line* (Sumber: Pengolahan Data, 2022)

Gambar di atas merupakan alternative yang dipilih agar dapat mengurangi kelebihan air endapan

## 4 KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa untuk menjaga fungsi Generator Nitrogen perlu adanya perawatan terhadap beberapa *equipment* pada unit generator nitrogen. Di PT. Pertamina EP Cepu Regional 4 Zona 13 Donggi-Matindok Field. Unit Generator Nitrogen sering terjadi masalah yaitu khususnya pada kompresor nitrogen, yang diakibatkan oleh akumulasi air endapan yang masuk ke bagian kompresor *screw*. Tindakan yang diambil adalah memodifikasi jalur pipa yang sering tergenang air, lalu ditambahkan beberapa komponen perpipaan agar air yang berada dalam pipa dapat disalurkan keluar dan tidak masuk ke bagian kompresor *screw*. Metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut adalah menggunakan metode *Fishbone Diagram* untuk mengetahui penyebab terjadinya *compressor screw* yang terakumulasi air endapan.

### 4.2 Saran

Berdasarkan hasil yang telah dilakukan maka saran yang bisa diberikan kepada pihak perusahaan yaitu, melakukan pembuangan air melalui *drainnase* secara berkala untuk mengurangi kemungkinan air masuk ke bagian kompresor *screw*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Profil HSSE Donggi Matindok Field. 2016. Pedoman A-004/A3/EP8000/2016-S0 REVISI 2. Luwuk Banggai.
- Widnyana, I Putu, I Wayan Ardiana, Eduart Wolok, and Trifandi Lasalewo. 2022. "Penerapan Diagram Fishbone Dan Metode Kaizen Untuk Menganalisa Gangguan Pada Pelanggan PT. PLN (Persero) UP3 Gorontalo Customer Disruption Analysis Using Fishbone Diagram and Kaizen Method in PT." 2 (1): 11–19.
- Fredo Zakaria, B., Ary Murti, M., Surya Wibowo, A., & Elektro, T. (2020). Sistem Pemantauan Kompresor Udara Berbasis Internet of Things Monitoring System Air Compressor Based on Internet of Things. *E-Proceeding of Engineering*, 7(1), 272–280.
- Penda, J R A, E N Hidayat, and W Setyadie. 2020. "Upaya Mengatasi Overheating Pada Compressor Screw (Studi Kasus Di PT. Tripilar Betonmas)." *Prosiding NSMIS* 2, 136–42.
- Cahya, H. D. (2020). *Perencanaan Sistem Perpipaan Untuk Kapal Ikan Multipurpose*

dalam pipa, sehingga kemungkinan air masuk ke bagian kompresor dapat dikurangi.

70 *Gt.* 9151018.  
<http://repository.itk.ac.id/247/>

- Sabaya, Z., Lasalewo, T., & Junus, S. (2023). Efektivitas Alat Angkut Fixed Crane Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (Oee) Di Pt. Pelindo (Persero) Region Iv Gorontalo. *Jurnal Vokasi Sains Dan Teknologi*, 2(2), 64–73.  
<https://doi.org/10.56190/jvst.v2i2.36>
- Julianto, A. K., & Nugroho, A. (2021). Analisis Kegagalan Rem Kendaraan Penumpang Menggunakan Metode Fishbone Di Bengkel Berkah Mandiri Semarang. *Jurnal Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim*, 1(1), 115–121.
- Suhendra, D. (2023). *Laporan kerja praktek prinsip kerja compressors sekrup (screw) pt. pertamina internasional ru ii sei pakning.*
- Andalucia, S. (2023). Operasi Dan Troubleshooting Gas Compressor Di Stasiun Kompresor Gas (Skg) Lembak Pt Pertamina Hulu Rokan Region 1 Zona 4. *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, 2(5), 2133–2152.  
<https://doi.org/10.53625/jcijurnalcakrawalailmiah.v2i5.4727>
- Monoarfa, M. I., Hariyanto, Y., & Rasyid, A. (2021). Analisis Penyebab bottleneck pada Aliran Produksi briquette charcoal dengan Menggunakan Diagram fishbone di PT. Saraswati Coconut Product. *Jambura Industrial Review (JIREV)*, 1(1), 15–21.  
<https://doi.org/10.37905/jirev.1.1.15-21>

doi: <https://doi.org/10.56190/jvst.v3i1.40>, p-issn/e-issn: 2808-5531/2809-6232

RE-DESIGN LINE HEADER DISCHARGE PADA SISTEM PERPIPAAN NITROGEN GENERATOR DI PT. PERTAMINA EP CEPU REGIONAL 4 ZONA 13 DONGGI-MATINDOK FIELD DENGAN MENGGUNAKAN METODE FISHBONE DIAGRAM