

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pencemaran Udara**

*University Corporation for Atmospheric Research* (2021) menjelaskan bahwasannya udara adalah campuran gas yang Sebagian besar terbentuk secara alami dan juga di dalam udara terkandung polutan udara yang tidak sedikit jumlahnya dan dihasilkan oleh kegiatan sehari-hari manusia. Udara dapat dikatakan memiliki kualitas yang baik jika udara tersebut jernih dan hanya sedikit mengandung partikel padat dan polutan kimia, sedangkan udara dapat dikatakan memiliki kualitas yang buruk Ketika mengandung polutan dengan tingkatan yang tinggi dan dalam beberapa kasus berkabut maka dapat di kesimpulan bahwa udara tersebut berbahaya bagi Kesehatan manusia, maupun lingkungan.

Definisi dan pengertian dari pencemaran udara menurut Agus Gindo Simanjuntak dari pusat teknologi radioaktif (2013) menyatakan bahwa masuknya atau tercampurnya unsur-unsur yang berbahaya ke dalam atmosfer yang dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan lingkungan sehingga menurunkan kualitas lingkungan. Pencemaran udara dapat terjadi dimanapun misalnya di dalam sekolah, rumah dan kantor yang dapat dikategorikan sebagai pencemaran dalam ruangan (*indoor pollution*). Selain itu gejala ini secara akumulatif juga terjadi di luar ruangan (*outdoor pollution*) (KLHK,2010).

Melihat dari tingkatan pencemaran, jika udara mengalami pencemaran maka udara akan kehilangan fungsinya serta udara menjadi tidak sehat yang bahkan dapat menyebabkan tingkat bahaya bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Umumnya pencemaran terhadap udara yang dilakukan oleh manusia berasal dari berbagai sumber dan kegiatan manusia seperti emisi cerobong kegiatan industri, asap pembakaran sampah, emisi gas buang kendaraan bermotor, pembukaan hutan dan lahan untuk kepentingan perkebunan, dan kebisingan (Pramudi,2020).

## **2.2 Sulfur Dioksida (SO<sub>2</sub>)**

Gas sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>) merupakan gas yang tidak memiliki warna dan memiliki karakteristik yaitu baunya yang tajam. Berbentuk cair Ketika keadaan takanan rendah dan sangat mudah larut dalam air. Sulfur Dioksida (SO<sub>2</sub>) dihasilkan oleh aktivitas yang berhubungan dengan pembakaran bahan bakar fosil (batubara, minyak). Di alam, gas sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>) berada di udara akibat erupsi gunung berapi. Saat gas sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>) masuk di lingkaran dan berada di udara maka dapat membentuk asam sulfit, sulfur trioksida, dan sulfat. Gas sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>) dapat larut di dalam air dan membentuk asam sulfur bahkan tanah pun dapat menyerap sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>) (Amalia, 2022).

Sulfur Dioksida adalah ikatan yang tidak stabil dan sangat reaktif terhadap gas yang lain. Ciri lain dari gas sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>) yaitu tidak mudah terbakar, Konsentrasi gas sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>) di udara mulai terdeteksi oleh indera penciuman manusia Ketika konsentrasinya berada di 0,3 hingga 1,0 ppm. Sebagian besar sulfur yang terdapat di atmosfer ada dalam bentuk gas (Royvaldi, 2022).

### **2.2.1 Sumber Sulfur Dioksida (SO<sub>2</sub>)**

Sumber gas sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>) yang tersebar di udara dihasilkan sumber bergerak (mesin diesel). Lokasi yang berdekatan dengan industri, maupun lokasi yang memiliki lalu lintas tinggi akan memiliki konsentrasi sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>) yang lebih tinggi dibandingkan dengan lokasi yang letaknya jauh dari industri, maupun lokasi yang memiliki lalu lintas rendah (Amalia, 2022).

### **2.2.2 Dampak Sulfur Dioksida (SO<sub>2</sub>)**

Polutan sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>) memiliki pengaruh terhadap semua makhluk hidup baik itu manusia maupun hewan, namun konsentrasi yang dibutuhkan jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan jumlah konsentrasi yang dibutuhkan untuk merusak tanaman (Agustina, 2014)

Dampak dan pengaruh utama sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>) terhadap tubuh manusia adalah munculnya iritasi pada sistem pernafasan (respirasi), dengan

target utamanya menuju organ vital yaitu paru-paru (Shabrina, 2022). Bentuk gejala dan dampak negatif yang ditimbulkan dari bahan pencemar sulfur dioksida ( $\text{SO}_2$ ) adalah dengan menurunnya fungsi paru-paru dengan gejala batuk, sesak nafas, dan peningkatan pada penyakit asma (Al Farisi, 2018).

### **2.3 Faktor Meteorologi Pencemaran Udara**

Pada siang hari dengan keadaan cuaca yang cerah akan berdampak pada suhu udara yang mengalami peningkatan akibat adanya pancaran sinar matahari yang masuk ke bumi sehingga radiasi pancaran sinar matahari tersebut akan mengakibatkan terjadinya pemuaiian udara.

#### **2.3.1 Suhu Udara**

Tingkat suhu udara yang rendah mengakibatkan densitas udara yang ada pada area atmosfer akan memiliki densitas udara yang hamper sama dengan densitas udara di atasnya, hal tersebut mengindikasikan bahwa dapat terjadi kemungkinan terjadinya aliran konveksi udara bergerak dengan kecepatan yang relatif lebih lambat sehingga hal tersebut mengakibatkan konsentrasi polutan yang ada di udara menjadi tinggi. Hal tersebut terjadi disebabkan oleh polutan yang terakumulasi ke permukaan (Anthika, 2012).

#### **2.3.2 Arah dan Kecepatan Angin**

Kecepatan angin adalah salah satu factor penting dalam disperse polutan. Ketika terjadi peningkatan pada kecepatan angin yang tinggi dan suhu stabil, maka dapat disimpulkan bahwa penyebaran dari polutan akan terjadi lebih cepat terdispersi dan konsentrasi dari polutan itu sendiri tidak menumpuk di sekitar sumber emisi (Sudarno et.al, 2013).

#### **2.3.3 Curah Hujan**

(Sari, 2015) melakukan penelitian mengenai korelasi curah hujan dengan kualitas udara di Surabaya, Jawa Timur dan membuahakan hasil yang mengatakan bahwa curah hujan sendiri memiliki korelasi yang lemah terhadap parameter lain kecuali dengan parameter  $\text{SO}_2$ .

### 2.3.4 Kelembapan Udara

Kelembapan pencemaran udara dapat berbeda-beda di setiap tempat. Menurut (Istantinova, 2013) semakin tinggi kelembapan udara disuatu tempat maka akan mempengaruhi konsentrasi gas yang ada di tempat tersebut sehingga akan membuat konsentrasinya semakin kecil. Hal ini dapat terjadi dikarenakan pada saat kondisi udara memiliki kelembapan yang tinggi maka polutan yang berada di udara akan terperangkap didalam *droplet* atau yang dapat disebut tetesan air sehingga akan membuat konsentrasi polutan yang terjebak itu dapat mengalami penurunan konsentrasi.

## 2.4 Baku Mutu Emisi Unit Oksidasi Thermal Sulfur

Berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 13 tahun 2009 Tentang Baku Mutu Emisi Sumber Yang Tidak Bergerak Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Minyak dan Gas Bumi. Metode yang dilakukan disesuaikan dengan **SNI 19-7117.3.1-2005** yang dimana Volume gas yang diukur adalah dalam keadaan standar dengan suhu 25°C dan tekanan 1 atmosfer. Untuk nilai batasan parameter dapat dilihat pada **Tabel 2.1** dibawah ini.

**Tabel 2.1 Baku Mutu Emisi Unit Oksidasi *Thermal* Sulfur**

No	PARAMETER	Baku Mutu Emisi (mg/Nm <sup>3</sup> )	METODE
1.	Sulfur Dioksida (SO <sub>2</sub> )	2600	SNI 19-7117.3.1-2005

## 2.5 Baku Mutu Udara Ambien

Udara ambien adalah udara di sekitar kita yang kita hirup di lingkungan luar ruangan. Ini adalah udara yang terdapat di atmosfer di sekitar kita dan tidak terikat atau terkonsentrasi di dalam ruangan tertentu. Udara ambien dapat terpengaruh oleh berbagai faktor seperti cuaca, keadaan lingkungan, polusi udara, dan aktivitas manusia dan alami di sekitarnya.

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup udara

Ambien adalah udara bebas di permukaan bumi pada lapisan troposfir yang berada di dalam wilayah yuridiksi Republik Indonesia yang dibutuhkan dan berpengaruh terhadap Kesehatan manusia, makhluk hidup, dan unsur lingkungan hidup lainnya. Untuk nilai Baku Mutu Udara Ambien konsentrasi Sulfur Dioksida ( $\text{SO}_2$ ) akan disajikan pada **Tabel 2.2** dibawah ini.

**Tabel 2.2 Baku Mutu Udara Ambien**

No	PARAMETER	Waktu Pengukuran	Baku Mutu	Sistem Pengukuran
1.	Sulfur Dioksida ( $\text{SO}_2$ )	1 jam	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Kontinu & Manual
		24 jam	75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Kontinu
		1 tahun	45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Kontinu

Dikarenakan data yang akan digunakan pada penelitian ini di dominasi oleh data harian atau per 24 jam maka baku mutu Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup yang di gunakan adalah 75  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  atau 0,075  $\text{mg}/\text{m}^3$

## 2.6 Pemantauan dengan *Continuous Emission Monitoring System* (CEMS)

Menurut (KLH, 2008) pemantauan emisi bertujuan untuk memastikan bahwa emisi yang dihasilkan tidak melebihi baku mutu, lebih tepatnya untuk mengetahui dan mengukur konsentrasi Sulfur Dioksida ( $\text{SO}_2$ ) maka dibutuhkan sebuah cara untuk memantau dan mengukur kualitas udara, sehingga dapat dilakukan identifikasi sumber, jarak ketinggian dan bagaimana mitigasi dan cara pengurangan kadar atau mengendalikan kualitas udara dari polutan tersebut. Sistem pemantauan emisi kontinyu atau *continuous emission monitoring system* (CEMS) di pasangkan pada cerobong untuk memantau beberapa parameter emisi yang menjadi parameter kunci dalam mengevaluasi kinerja dari efisiensi pembakaran dan *filter bag house* sebagai bagian dari pengendalian pencemar udara (Susanto et. al, 2020).

## **2.7 Openair Model**

*OpenAir* adalah sebuah model perangkat lunak yang berfungsi untuk menganalisis, menafsirkan, dan memahami data polusi udara untuk pengelolaan kualitas udara yang lebih baik. *Openair Model* sendiri merupakan salah satu package dalam R package. *Openair Model* ini dapat dirancang khusus untuk melakukan fungsi-fungsi analisis pemantauan kualitas udara dengan mempertimbangkan kondisi atmosfer. Selain itu, model ini juga dapat melakukan analisis emisi sumber pencemar, karakteristik pencemar, perkiraan trend serta pengevaluasian model. Keuntungan dari R adalah software ini dapat diaplikasikan pada berbagai platform mulai dari Windows, Mac, dan Linux dan tersedia secara internasional. R tersedia dalam bentuk *Software* dibawah naungan *Software Foundation GNU General Public Licence*. R juga cenderung lebih mudah digunakan bagi mereka yang tidak punya pengalaman dalam mengoperasikan bahasa pemrograman komputer lainnya. Data yang diolah dan diimpor dalam R hadir dalam format csv. Format ini diketahui praktis, simpel dan mudah dibaca oleh berbagai software permodelan yang ada. Jenis format ini merupakan salah satu extension file dalam program aplikasi *Microsoft Excel*.

### **2.7.1 Scatterplot**

Scatterplot berguna sebagai teknik analisis yang sangat umum digunakan untuk mempertimbangkan bagaimana variabel berhubungan satu sama lain. R tentu saja memiliki banyak kemampuan untuk memplotkan data dengan cara ini. Namun, menambahkan hubungan linier, atau membagi plot pencar dengan level variabel lain, dll. Tujuan dari fungsi scatterplot ini adalah untuk membuatnya mudah untuk mempertimbangkan bagaimana variabel terkait satu sama lain dengan cara yang konsisten dengan fungsi terbuka lainnya.

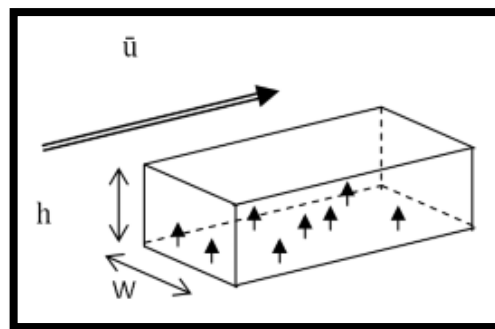
### **2.7.2 Windrose dan Pollutionrose**

Mawar angin (*windrose*) adalah fungsi yang berguna untuk meringkas data meteorologi. Fungsi ini sangat berguna untuk menunjukkan bagaimana kondisi kecepatan angin dan arah angin bervariasi menurut tahun. Fungsi *windrose* ini dapat memplot mawar angin dengan berbagai cara seperti

meringkas semua data kecepatan angin dan arah angin yang tersedia, memplot mawar angin individu per tahun, dan juga per bulan dan juga berguna untuk mempertimbangkan bagaimana kondisi meteorologi bervariasi menurut musim. Sedangkan *Pollutionrose* adalah varian dari *windrose* yang berguna sebagai bahan pertimbangan konsentrasi polutan berdasarkan arah angin, atau persentase waktu konsentrasi berada pada kirsan tertentu. Jenis pendekatan *pollutionrose* sangat informatif untuk data pencemaran udara seperti yang ditampilkan pada penelitian yang dilakukan oleh (Shie et. al, 2013).

## 2.8 Box Model

*Box model* digunakan untuk menduga rata-rata konsentrasi pencemar di suatu daerah yang diasumsikan sebagai kotak dimana sumber emisi tersebar merata di permukaan bawah kotak. Model ini menganggap suatu wilayah sebagai suatu kotak. Di dalam kotak tersebut terjadi aktivitas yang menghasilkan emisi. Model ini memperhitungkan faktor meteorologi berupa arah dan kecepatan angin, serta tinggi pencampuran (*mixing height*) (Astuti, 2017).



**Gambar 2.1** Ilustrasi *Box Model*

Sumber : (Astuti, 2017)

## 2.9 Sistem Produksi Husky-CNOOC Madura Limited

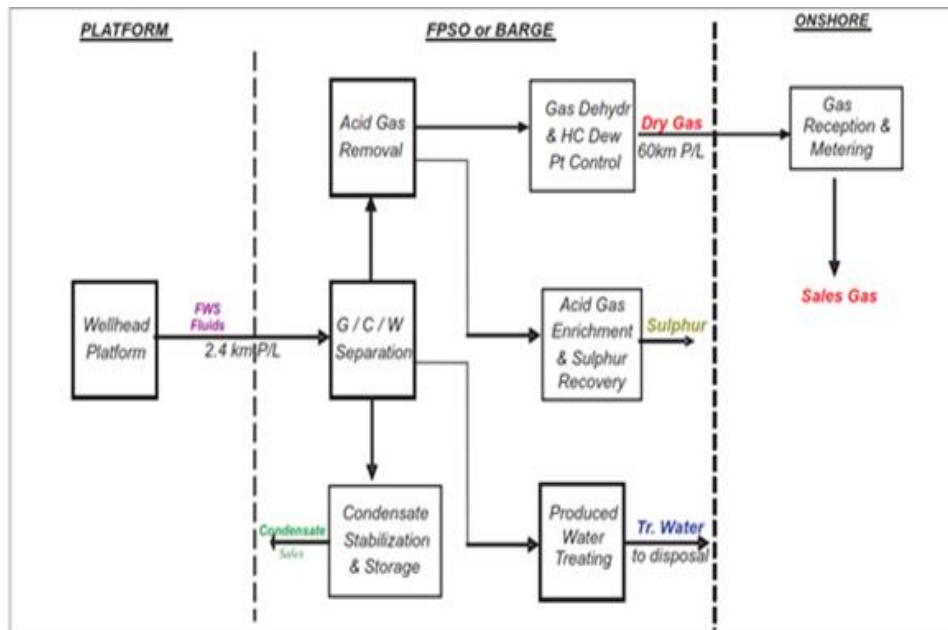
Husky-CNOOC Madura Limited menggunakan FPSO (*Floating Production Storage and Offloading*) yaitu sebuah kapal tanker yang di modifikasi sedemikian rupa sehingga memenuhi kebutuhan dari production, maupun storage dari hasil kegiatan drilling yang di lakukan, FPSO yang dimiliki oleh HCML memiliki 3 sistem proses utama yang berbeda untuk menghasilkan 3 produk yang berbeda-beda

juga dikarenakan well atau sumur yang dipergunakan oleh HCML masih mengandung banyak kondensat dan air terproduksi sehingga dibutuhkan proses untuk memisahkan kedua hal tersebut untuk menghasilkan produk yang bernilai ekonomis.

Proses pemisahan gas yang diproduksi dari masing-masing sumur akan dilakukan menggunakan 3 unit *separator* yaitu *separator high pressure/HP*, *medium pressure/MP* dan *low pressure/LP*, dalam fasilitas *HP separator*, akan dilakukan pemisahan gas dan kondensat. Gas dari *HP separator* dialirkan ke fasilitas *gas treating unit* (GTU) untuk dilakukan pemisahan *acid gas*. *Sweet gas* dari GTU selanjutnya dikirim ke *triethylene glycol (TEG) dehydration unit* dan didinginkan untuk memisahkan *liquid* yang masih ada. *Liquid* yang masih dihasilkan dari proses pemisahan tersebut jika ada kemudian dialirkan ke *MP separator*. Selanjutnya gas akan didinginkan melalui *gas exchanger system* dan *JT valve* untuk memastikan bahwa gas telah memenuhi persyaratan *hydrocarbon dew point* seperti yang tercantum dalam kontrak penjualan gas. Gas kemudian akan dialirkan ke fasilitas penerima darat (ORF) melalui pipa berdiameter 16" sepanjang 60 km. Selama pengoperasian pipa, monitoring pipa dilakukan secara otomatis dari FPSO dan ORF dan dilengkapi dengan *emergency shutdown system (ESD)*.

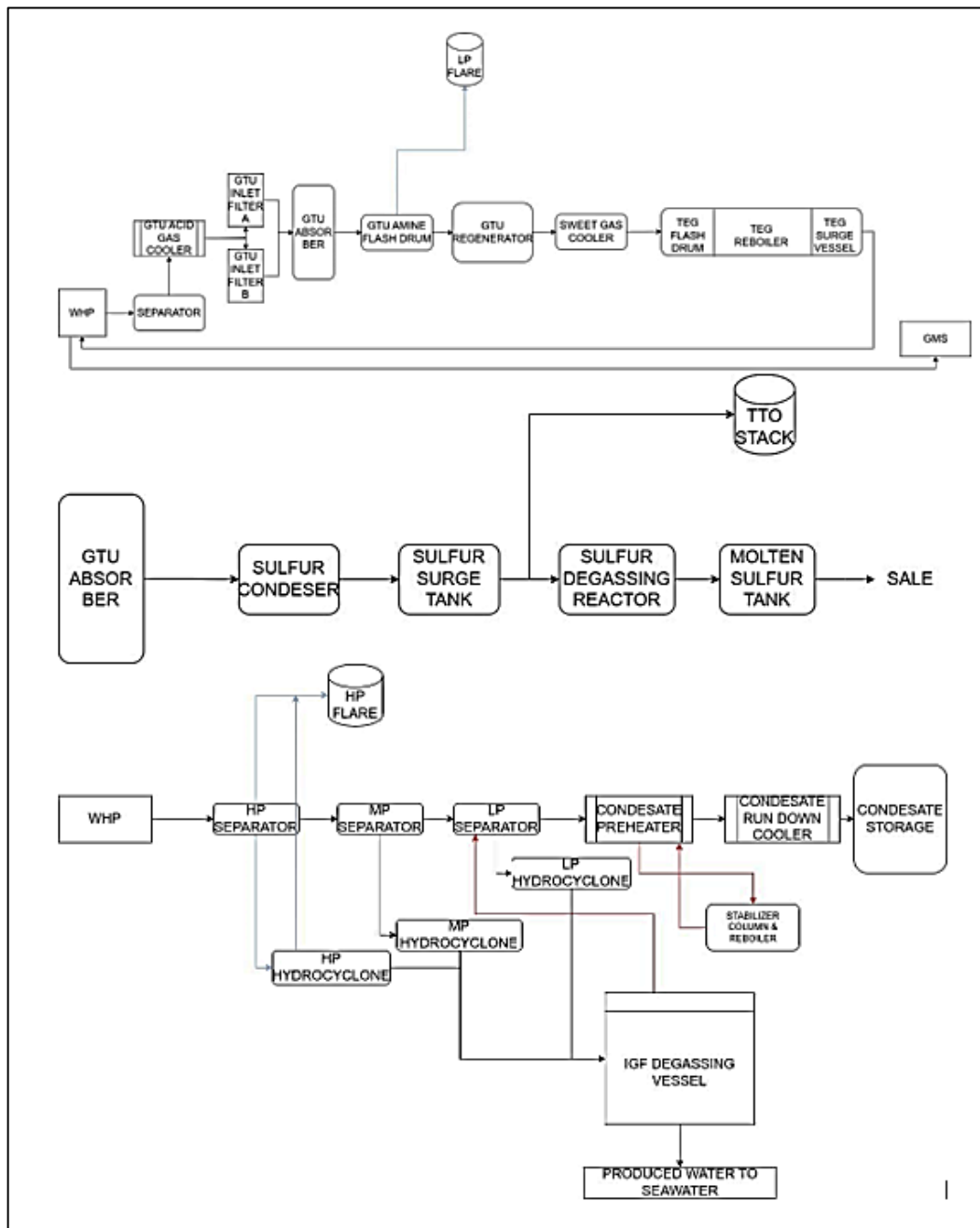
Alat berupa *pressure control* akan dipasang di FPSO untuk mengontrol tekanan aliran gas, dan di ORF akan dipasang alat berupa *pressure indicator*. Kebocoran pada pipa dapat diketahui dengan pengontrolan tekanan pada pipa. Jika terjadi penurunan tekanan tiba-tiba di ORF sedangkan tekanan di FPSO tetap, kondisi ini menunjukkan adanya kebocoran pada pipa.





**Gambar 2.2 Alur Produksi Lapangan Husky-CNOOC Madura Limited**

Sumber : AMDAL Husky-CNOOC Madura Limited



**Gambar 2.3 Diagram Produksi Husky-CNOOC Madura Limited**

### 2.9.1 Produced Water

Kegiatan pengeboran oleh Husky-CNOOC Madura Limited dilakukan di lepas pantai sehingga menyebabkan material yang diambil tercampur dengan air terproduksi. Perlu dilakukan pengolahan untuk material dengan air terproduksi sesuai dengan Gambar 3.6. *Raw material* akan masuk menuju *High*

*Pressure (HP) separator* dimana akan terjadi pemisahan antara kondensat, *produced water* dan *sweet gas*. Ada beberapa pengolahan untuk memisahkan ketiga unsur tersebut, terutama untuk *produced water*.

- a. *Gas* dari sumur masuk menuju *HP Separator* untuk memisahkan antara kondensat, air terproduksi terproduksi dan *gas*.
- b. Setelah itu, air terproduksi terproduksi akan menuju *HP Hydrocyclone* untuk memisahkan kembali antara air terproduksi terproduksi dengan kondensat yang masih terbawa. Jika pada fase ini masih terdapat *Gas bawaan* (Di identifikasi dengan adanya kenaikan tekanan udara pada *HP Hydrocyclone*) maka *gas* akan di alirkan ke *HP Flare* untuk dibakar.
- c. Air terproduksi terproduksi dari *HP Hydrocyclone* akan menuju *IGF Degassing Vessel* untuk mengolah kembali air terproduksi terproduksi, pada fase ini jika msih terdapat kondensat maka kondensat tersebut akan di alirkan ke *LP Separator*. Baku mutu dari *Husky-CNOOC Madura Limited* dalam pembuangan air terproduksi sendiri tidak boleh melebihi dari 30 ppm.
- d. Setelah dari *HP Separator*, kondensat akan masuk kedalam *MP Separator*. *MP Separator* berfungsi untuk memisahkan air terproduksi yang tersisa dari kondensat.
- e. Air terproduksi yang terpisah dari *MP Separator* akan menuju *MP Hydrocyclone* untuk memisahkan kondensat yang tersisa dan air terproduksi menuju *IGF Degassing Vessel*.
- f. Setelah melalui *MP Separator*, kondensat tersisa masuk ke dalam *LP Separator* (biasanya dalam proses ini sudah tidak ada air terproduksi). Jika masih ada air terproduksi tersisa, maka air terproduksi tersebut akan masuk ke dalam *MP Hydrocyclone* dan masuk ke dalam *IGF Degassing Vessel*.
- g. Setelah dari *IGF Degassing Vessel*, air terproduksi akan melewati *Oil Content Analyzer* dimana jika hasil Analisa menunjukkan nilai air terproduksi mengandung minyak diatas 30 ppm maka air terproduksi tidak akan dibuang melainkan akan di tampung di tangka *7S (Seven Star Board)*. Air terproduksi dapat dibuang kembali jika nilai tidak melebihi dari 30 ppm.

### 2.9.2 Kondensat

Salah satu produk turunan dari minyak bumi adalah kondensat. Kondensat merupakan hidrokarbon cair terproduksi yang didapatkan dari sumur gas atau sumur minyak bercampur gas. Kondensat merupakan hidrokarbon cair terproduksi yang didapatkan dari sumur gas atau sumur minyak bercampur gas. Angka oktan kondensat berkisar antara 65,0 sampai dengan 75,0. Dalam kondisi temperature dan tekanan sekitar, kondensat ini bentuknya mirip dengan bensin dan mudah terbakar. Gas yang baru keluar dari sumur lapangan itu biasanya masih basah karena bercampur cair terproduksi hidrokarbon. Cair terproduksi kondensat dipisahkan dari gas melalui alat bernama separator atau scrubber (Yuniarti, Y., Wakimin, S., & Rudiyanto, R. 2019). Adapun beberapa pengolahan dalam pemisahan kondensat seperti yang terdapat **Gambar 2.3**.

- a). Kondensat hasil pemisahan dari *HP Separator* akan menuju *MP Separator* dan *LP Separator*. Ketiga proses pengolahan ini berfungsi untuk memisahkan kondensat dan air terproduksi.
- b). Setelah melalui *HP*, *MP* dan *LP Separator*, kondensat akan menuju *Condensate Preheater*. *Condensate Preheater* berfungsi untuk menstabilkan kondisi kondensat yang telah di pisahkan dengan air terproduksi..
- c). Setelah itu, gas yang telah stabil dialirkan ke *Condensate Run Down Cooler*. Dalam pengolahan ini berfungsi merubah seluruh fase gas pada kondensat menjadi cair.
- d). Setelah berbentuk cair, kondensat akan disimpan dalam *storage* yang kemudian akan dijual kepada *buyer*. Kondensat akan dijual ketika telah memenuhi angka 100.000 *barrel*. Total produksi kondensat yang dihasilkan Husky-CNOOC Madura Limited adalah sebesar 6700 *barrel/day*.

### 2.9.3 Sweet Gas

*Sweet gas* adalah gas alam yang mengandung sangat sedikit Hidrogen Sulfida ( $H_2S$ ). Hidrogen Sulfida adalah gas yang tidak diinginkan dalam proses pengolahan gas dikarenakan memiliki tingkat toksisitas yang tinggi dan korosif

terhadap semua logam yang digunakan dalam transportasi gas. Berbeda dengan Hidrogen Sulfida, *sweet gas* memiliki sifat yang lebih ramah. *Sweet gas* mengandung nitrogen ( $N_2$ ), karbondioksida ( $CO_2$ ) atau keduanya. Kandungan ini mempengaruhi presentase harga penjualan gas. Pengaruh nitrogen pada *sweet gas* adalah kompresibilitasnya. Jika dalam campuran terkandung sampai 10% mole nitrogen, maka akan terjadi penyimpangan harga sebesar 1%. Jika terkandung 20% atau lebih mole nitrogen, maka akan terjadinya penyimpangan 2% atau lebih. Adapun beberapa pengolahan dalam proses *sweet gas* sesuai dengan **Gambar 2.3**.

- a. Gas akan terpisah dari HP Separator menuju GTU *acid gas cooler*. Hal ini untuk menurunkan suhu dari gas tersebut.
- b. Setelah itu, gas mengalir menuju GTU *Inlet Filter A* dan GTU *Inlet Filter B*. Hal ini untuk menyaring partikel – partikel pengotor yang terbawa bersama *sweet gas*.
- c. Kemudian, gas akan mengalir menuju GTU *Absorber* untuk memisahkan *sweet gas* dengan hidrogen sulfida ( $H_2S$ ). Hidrogen sulfida akan menuju *Sulfur Recovery Unit* (SRU) untuk diolah menjadi molten sulfur.
- d. Kemudian, gas akan menuju GTU *Amine Flash Drum*. GTU *Amine Flash Drum* memanfaatkan prinsip *amine system* yaitu menghilangkan hidrogen sulfida dan karbon dioksida dari berbagai gas bahan bakar yang dihasilkan untuk menghindari polusi udara ketika terbakar.  $H_2S$  yang tersisa akan dibakar di LP *flare*.
- e. Setelah itu, gas akan mengalir menuju GTU *Regenerator* dimana gas sudah berbentuk menjadi *sweet gas* dan dilakukan regenerasi kembali.
- f. Kemudian, *sweet gas* akan mengalir menuju *Sweet Gas Cooler* untuk menurunkan suhu gas agar terjaga kestabilisasi nya.
- g. Selanjutnya, proses akan berlanjut pada TEG *dehydration process*. Proses ini dilakukan untuk memastikan agar *sweet gas* yang dihasilkan tidak terkontaminasi dengan air terproduksi. Jika *sweet gas* mengandung air terproduksi, maka dapat menyebabkan pipa untuk mengaliri gas korosif dan merusak meteran sehingga membuat pengukuran gas menjadi tidak akurat.

#### 2.9.4 Sulfur Recovery Unit

*Sulfur Recovery Unit* adalah proses *claus* yang mampu mengkonversi  $H_2S$  di dalam gas asam menjadi sulfur dengan suatu reaksi oksidasi. SRU memiliki 3 unit proses dan memiliki efisiensi sebesar 95 – 98% dalam mengolah  $H_2S$ . Adapun pengolahan dalam SRU sesuai dengan **Gambar 2.3**.

- a. Gas asam dari GTU dialirkan ke *Carbon Bed Unit* (CBU) yang menggunakan karbon aktif untuk mengadsorpsi hidrokarbon berat dari aliran gas asam sebelum dialirkan ke *Sulphur Recovery Unit* (SRU).
- b. Gas yang telah di adsorpsi hidrokarbon berat nya dialirkan ke *Sulphur Recovery Unit* (SRU).
- c.  $H_2S$  yang semula beracun dikonversi menjadi unsur sulfur cair di *Sulphur recovery Unit* (SRU).
- d. Pertama produk belerang disalurkan ke *Sulphur Degassing Unit* (SDU) untuk mengurangi kandungan  $H_2S$  belerang menjadi kurang dari 10 PPM.
- e. Kemudian Aliran *Tailgas* dari *Sulphur recovery Unit* (SRU) dibakar secara termal di unit *Tailgas Thermal Oxidizer* (TTO) menjadi Sulfur Dioksida ( $SO_2$ ) dengan batas yang telah ditentukan oleh baku mutu lingkungan sebelum kemudian gas di dispersikan ke atmosfer.

#### 2.10 Pendeteksi Gas

Pendeteksian berasal dari kata Deteksi, yaitu suatu proses untuk memeriksa atau melakukan pemeriksaan terhadap sesuatu dengan menggunakan cara dan teknik tertentu. Deteksi dapat digunakan untuk berbagai masalah, misalnya dalam sistem pendeteksi suatu kejadian, dimana sistem mengidentifikasi masalah-masalah yang berhubungan dengan penyebab kejadian yang biasa disebut praduga kejadian. Tujuan dari deteksi adalah memecahkan suatu masalah dengan berbagai cara tergantung metode yang diterapkan sehingga menghasilkan sebuah solusi (Dinda, 2020).

*Gas Detector* merupakan suatu alat yang digunakan untuk mendeteksi (mengetahui) keberadaan gas. Umumnya, alat ini digunakan di tempat yang rawan terjadi kebocoran gas, misalnya di pabrik, lokasi pertambangan, dan kilang minyak.

Dalam konteks pencegahan dampak buruk kebocoran gas, gas detector dapat berfungsi melalui dua cara. Pertama, *gas detector* dipasang terhubung dengan *control system* sehingga mesin atau alat tertentu langsung berhenti berfungsi secara otomatis sesaat setelah *gas detector* mendeteksi terjadinya kebocoran gas. Kedua, *gas detector* dapat pula memberikan tanda peringatan berupa bunyi alarm atau lampu yang menyala pada saat kebocoran gas terjadi sehingga orang yang berada di area tersebut mendapatkan peringatan untuk segera menyelamatkan diri.

*Gas detector* sangatlah penting karena banyak gas kimia beracun yang mungkin menyatu dengan udara dan dapat membahayakan keselamatan manusia. *Gas detector* dapat digunakan untuk mendeteksi sekurang-kurangnya tiga hal yaitu : gas yang mudah menyulut api, gas beracun, dan penipisan oksigen. Contoh gas atau uap di udara yang dapat dideteksi antara lain seperti *Hidrokarbon*, *Karbon monoksida* ( CO ), *Karbon dioksida* ( CO<sub>2</sub> ), *Hidrogen sulfida* ( H<sub>2</sub>S ), *Oksigen* (O<sub>2</sub>).

Alat gas detektor mempunyai beberapa jenis yaitu *Combustible / flammable gas detector*, *Toxic gas detector*, *Oxygen analyzer*.

**a. *Flammable Gas Detector* (Pendeteksi Gas Mudah Terbakar)**

Merupakan alat yang dapat mendeteksi dan mengukur kandungan gas atau uap suatu zat yang mudah terbakar atau menyala di udara. Hasil pengukuran pada *Eksplisimeter* dalam persen (%) di bawah LEL (*Lower Explosivity Limit*). Serta dapat dilihat pada meter dalam bentuk skala presentase yang ditunjukkan mulai 0% sampai dengan 100% LEL.

**b. *Toxic Gas Detector* ( Pendeteksi Gas Beracun )**

Merupakan alat untuk mendeteksi adanya gas yang berbahaya dan beracun di suatu ruangan. Alat ini biasanya digunakan pada saat akan memasuki ruangan tertutup yang terdapat kemungkinan adanya gas beracun yang dapat mengakibatkan keracunan, sesak napas bahkan kematian. Oleh karena itu alat pendeteksi berjenis ini sangatlah penting untuk mendeteksi ruangan tertutup atau ruangan yang berbahaya yang mengancam keselamatan jiwa bagi para *crew* kapal.

**c. Oxygen Analyzer ( Pendeteksi Gas Oksigen )**

Merupakan alat yang digunakan untuk mengukur konsentrasi oksigen dalam suatu ruangan. Tujuannya adalah untuk melindungi pekerja akibat dari kekurangan oksigen terlebih lagi pada aktivitas dalam ruang tertutup. Pengujian dilakukan pada saat sebelum memasuki ruangan.

**2.11 Hasil Penelitian Sebelumnya**

Berikut adalah hasil dari penelitian terdahulu yang telah dilakukan beserta dengan jenis penelitian dan isi dari penelitian terdahulu.

No	Peneliti	Judul Penelitian	Tahun Penelitian	Isi Penelitian	Jenis Sumber Penelitian
1.	Szulecka, A., Oleniacz, R., & Rzeszutek, M.	<i>Functionality of openair package in air pollution assessment and modeling—a case study of Krakow</i>	2017	Penelitian ini menyajikan kemungkinan fungsi yang dipilih dari paket openair untuk lingkungan pemrograman R dalam penilaian polusi udara perkotaan. Contoh analisis data didasarkan pada pengukuran dari stasiun pemantauan kualitas udara berkelanjutan di Krakow (Polandia). Untuk menyajikan fungsionalitas tambahan dari perangkat lunak ini, hasil pemodelan lintasan belakang dan dispersi polusi udara digunakan. Fungsi dan metode visualisasi yang disertakan dalam paket openair membuat pengawasan kumpulan data besar menjadi lebih mudah dan menghemat	Jurnal



				<p>waktu. Mereka memungkinkan analisis data pengukuran dengan penentuan hubungan umum antara parameter, analisis spasial tambahan yang kompleks untuk lintasan belakang, dan validasi model dispersi polusi udara. Oleh karena itu, paket openair merupakan alat yang berharga dan fungsional yang dapat berhasil digunakan sebagai pendukung dalam sistem manajemen kualitas udara.</p>	
2.	Carlaw, D. C., & Ropkins, K.	<i>Openair—an R package for air quality data analysis. Environmental Modelling &amp; Software</i>	2012	<p>Penelitian ini menjelaskan mengenai fungsi dari openair. Openair sendiri adalah paket R yang terutama dikembangkan untuk analisis data pengukuran polusi udara tetapi juga digunakan secara lebih umum dalam ilmu atmosfer. Paket ini terdiri dari banyak alat untuk mengimpor dan memanipulasi data, dan melakukan berbagai macam analisis untuk meningkatkan pemahaman tentang data polusi udara. Dalam penelitian mempertimbangkan pengembangan paket dengan tujuan menunjukkan bagaimana data polusi udara dapat dianalisis</p>	Jurnal

				<p>dengan cara yang lebih mendalam. Contoh-contoh disediakan untuk mengimpor data dari jaringan polusi udara Inggris, identifikasi sumber dan karakterisasi menggunakan plot kutub bivariat, estimasi tren kuantitatif dan penggunaan fungsi untuk tujuan evaluasi model. Pada penelitian ini di demonstrasikan bagaimana data polusi udara dapat dianalisis dengan cepat dan efisien serta dengan cara yang interaktif, membebaskan waktu untuk mempertimbangkan masalah yang dihadapi. Salah satu tema sentral dari openair adalah penggunaan plot pengkondisian dan analisis, yang sangat meningkatkan kemungkinan inferensi. Akhirnya, beberapa pertimbangan diberikan untuk perkembangan masa depan.</p>	
3.	Widi Astuti dan Yustika Kusumawardani	Analisis pencemaran udara dengan <i>Box Model</i> (daya tampung beban pencemar udara) studi kasus di kota Tangerang	2017	Mengingat dampak yang ditimbulkan dari pencemaran udara berpengaruh terhadap kualitas kesehatan masyarakat maupun lingkungan maka diperlukan upaya pengelolaan kualitas udara dan pengendalian	Jurnal

				<p>pencemaran udara Kota Tangerang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas udara berdasarkan analisis daya tampung beban pencemar udara di Kota Tangerang. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah observasi, wawancara dan dokumentasi atas pencemaran udara yang terjadi di Kota Tangerang. Analisis data dilakukan dengan cara membuat proyeksi beban pencemar untuk memperkirakan beban pencemar yang masuk ke udara pada 10 tahun mendatang, kemudian data tersebut dimasukkan sebagai data pemodelan dengan <i>Box Model</i>. Hasil proyeksi dari analisis daya tampung pencemaran udara di Kota Tangerang menunjukkan terjadinya peningkatan jumlah penduduk berdampak pada peningkatan jumlah emisi pencemar udara dari aktivitas-aktivitas tersebut. Pemantauan kualitas udara di Kota Tangerang memperlihatkan bahwa kondisi kualitas udara ambien masih memenuhi baku mutu. Dari hasil</p>	
--	--	--	--	---	--

				<p>analisis inventarisasi pencemar udara dan GRK, sumber pencemar yang paling berpengaruh terhadap kondisi kualitas udara di Kota Tangerang adalah dari sumber pencemar bergerak (transportasi), dan dari sumber titik. Sektor yang paling berpengaruh dari sumber titik adalah sektor industri. Sebesar 90% lebih pencemar dihasilkan oleh sektor industri untuk seluruh parameter yang dianalisis.</p>	
4.	Amalia, R. D., & Syafei, A. D.	Strategi pengendalian pencemaran gas co dari aktivitas transportasi di kota batu, jawa timur	2017	<p>Kota Batu, salah satu kota di Jawa Timur, memiliki beberapa wilayah strategis bagi pengembangan sektor pariwisata. Hal ini menyebabkan jumlah kendaraan yang semakin meningkat, dan berdampak pada tingkat pencemaran udara. Tingginya konsentrasi emisi gas karbon monoksida (CO) merupakan salah satu indikator tingkat pencemaran udara. Penelitian ini menggunakan <i>Box Model</i> untuk mengetahui tingkat pencemaran udara oleh gas CO di Kota Batu yang ditinjau dari jenis jalan, yaitu jalan 2 arah dan 1 arah pada variasi topografi.</p>	Tesis

				<p>Kemudian, rekomendasi strategi pengendalian pada aspek teknis, lingkungan, dan kelembagaan diterapkan untuk mengurangi adanya penyebaran emisi. Tujuan dalam penelitian ini adalah menentukan tingkat konsentrasi gas CO menggunakan <i>Box Model</i>, menentukan dispersi gas CO, dan merekomendasi strategi yang diterapkan dalam pengendalian pencemaran gas CO.</p>	
--	--	--	--	--	--