

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Minyak Bumi dan gas alam memiliki peranan yang penting bagi kelangsungan hidup manusia. Minyak bumi dan gas alam dapat diperoleh dari hasil pengeboran sumur dan lepas pantai. Sumber daya alam yang telah didapatkan kemudian menjalani proses pengolahan untuk dipisahkan menjadi berbagai komponen yang lebih murni, dengan tahapan-tahapan di antaranya yaitu pemisahan minyak dan gas, penghilangan gas asam, pengeringan gas, dan pemisahan gas berdasarkan komponen-komponennya. Komponen tersebut kemudian dapat dimanfaatkan menjadi berbagai produk seperti bahan bakar kendaraan, pembangkit listrik, bahan baku petrokimia, produksi plastik dan sebagainya.

#### II.1 Minyak dan Gas Bumi

Minyak bumi merupakan suatu campuran cairan kental berwarna coklat kehitaman yang terdiri dari banyak senyawa kimia. Kandungan terbanyak dalam minyak bumi adalah senyawa hidrokarbon yang terbentuk dari penguraian fosil hewan dan tumbuhan berjuta tahun yang lalu. Minyak bumi merupakan senyawa kimia yang terdiri dari unsur karbon, hydrogen, sulfur, oksigen, halogenida, dan logam (Pratama, 2019). Senyawa tertinggi yang terkandung dalam minyak bumi adalah sekitar 84-87% hal ini dikarenakan senyawa karbon merupakan pembentuk utama minyak bumi. Senyawa terbanyak selanjutnya adalah hidrogen dengan persentase 11-14%, sulfur 0-3%, oksigen 0-2%, dan nitrogen 0-1%. Minyak bumi juga mengandung logam, meskipun jumlahnya sangat sedikit yaitu sebesar 0,01%. Minyak bumi dapat diolah menjadi berbagai macam produk seperti bahan bakar, minyak pelumas (oli), aspal, kokas, dan sebagainya.

Gas alam merupakan sumber daya alam dengan cadangan terbesar ketiga setelah minyak bumi dan batu bara. Gas alam atau sering disebut sebagai gas bumi atau gas rawa merupakan bahan bakar fosil berbentuk yang gas. Gas alam terdiri dari metana yang merupakan molekul hidrokarbon dengan rantai terpendek dan ringan. Gas alam juga mengandung senyawa hidrokarbon yang lebih berat seperti

etana, propane, dan butana. Selain itu, gas alam juga mengandung sulfur (belerang) dan juga helium (Sembiring, 2019). Berdasarkan komposisinya gas alam dibedakan menjadi tiga, yaitu *sweet gas*, *sour gas*, dan *dry gas*. *Sour gas* merupakan gas yang masih mengandung gas Hidrogen Sulfida ( $H_2S$ ), Karbon Dioksida ( $CO_2$ ), dan Nitrogen ( $N_2$ ) yang harus dihilangkan dari gas alam karena dapat menyebabkan korosi pada alat proses dan juga dapat berbahaya bagi manusia. *Sour gas* yang telah dipisahkan dari gas  $H_2S$  menjadi *sweet gas*. *Sweet gas* merupakan gas alam yang tidak mengandung gas Hidrogen Sulfida ( $H_2S$ ) tetapi masih mengandung nitrogen dan karbondioksida. Penghilangan gas *hydrogen sulfide* dapat dilakukan absorpsi dengan pelarut amina (seperti monoethanolamine, diethanolamine, dan methyldiethanolamine). *Sweet ga* yang telah dihasilkan kemudian diturunkan kadar airnya menggunakan Triethylene Glicol sehingga menghasilkan gas yang disebut sebagai *dry gas*. Gas alam biasanya ditemukan pada lokasi pengeboran minyak bumi, tambang batu bara, serta sumur gas alam. Gas alam saat ini sudah banyak dimanfaatkan dalam berbagai sektor. Seperti digunakan sebagai bahan bakar kendaraan bermotor, pembangkit listrik, LPG, bahan baku produksi petrokimia, dan sebagainya (Suparni, 2021).

## II.2 Bahan Penunjang Proses Produksi

Terdapat beberapa bahan penunjang yang diperlukan pada pengolahan minyak bumi dan gas alam. Bahan penunjang yang digunakan pada proses ini adalah Metyl Diethanolamine (MDEA) dan Triethylene Glycol. Berikut ini adalah penjelasannya.

### II.2.1 Methyl Diethanolamine (MDEA)

Methyl Diethanolamine (MDEA) merupakan senyawa kimia yang berperan penting pada proses *acid gas removal*. Pada proses ini MDEA berfungsi untuk mengikat gas Hidrogen Sulfida dari *sour gas* sehingga dihasilkan *sweet gas*. Pada proses *acid gas removal*, tidak hanya dapat dilakukan menggunakan MDEA tetapi dapat menggunakan pelarut lain seperti monoethanolamine (MEA) dan diethanolamine (DEA). MDEA lebih banyak digunakan karena memiliki keunggulan yaitu energi yang dibutuhkan lebih kecil dan memiliki selektivitas yang

tinggi dalam menyerap  $H_2S$  dan  $CO_2$  (Arachchige, 2013). Namun penggunaan MDEA memiliki kekurangan yaitu kecepatan reaksi lebih lambat dibandingkan larutan MEA dan DEA (Altway, 2020).

### II.2.2 TEG

Triethylene Glycol (TEG) merupakan senyawa yang digunakan pada proses dehidrasi gas alam dan berperan sebagai absorben. Pada proses ini nantinya akan menurunkan kadar air yang ada didalam gas alam sehingga menjadi dry gas. Triethylene Glycol (TEG) sering digunakan karena memiliki keunggulan yaitu kehilangan uap lebih rendah, biaya modal murah, pengoperasiannya mudah, tidak larut dibawah suhu  $21^{\circ}C$  (Christensen, 2009). Selain itu Triethylene Glycol (TEG) lebih mudah diregenerasi dengan kemurnian mencapai 99,98% (Wen-Chong, 2021). Penggunaan TEG pada proses dehidrasi gas memiliki beberapa kekurangan yaitu perlu adanya pengaturan laju alir yang tepat untuk menghindari kerugian pemborosan TEG dan pembentukan foaming. Suhu Lean Triethylene Glycol juga berpengaruh pada proses dehidrasi gas alam sehingga perlu diperhatikan. Apabila suhu Lean Triethylene Glycol lebih rendah dari temperatur gas feed, maka akan mengakibatkan pemisahan tidak berjalan maksimal karena Lean Triethylene Glycol menjadi sangat kental dan sulit untuk dipompa (Suprpto, 2012).

## II.3 Produk Olahan Minyak Bumi dan Gas Alam

Minyak bumi dan gas alam yang telah didapatkan dari hasil pengeboran biasanya masih tercampur. Oleh karena itu perlu adanya pengolahan untuk memisahkan minyak bumi dan gas alam yang masih tercampur agar menjadi komponen yang lebih murni. Minyak bumi yang telah dipisahkan dapat diolah menjadi crude oil, sedangkan gas alam yang telah dipisahkan dapat diolah menjadi natural gas (biasanya digunakan pada pembangkit listrik) dan LPG.

### II.3.1 Minyak Mentah (Crude Oil)

Minyak bumi biasanya ditemukan bersama dengan gas alam. Minyak bumi yang telah dipisahkan dengan gas alam dan pengotornya disebut sebagai *crude oil*. *Crude oil* merupakan campuran kompleks dengan komponen utamanya alkana dan sebagian kecil alkena, alkuna, siklo-alkana, aromatik, dan senyawa anorganik.

*Crude oil* mengandung 50-98% senyawa hidrokarbon dan sisanya merupakan senyawa non-hidrokarbon (sulfur, nitrogen, oksigen, dan logam berat) (Hadi, 2013). *Crude oil* dapat dibedakan menjadi dua yaitu *crude oil* ringan (*Light crude oil*) dan *crude oil* berat (*heavy crude oil*). *Crude oil* ringan (*Light crude oil*) mengandung kadar logam dan belerang yang rendah, berwarna terang, dan bersifat encer (viskositasnya rendah). *Crude oil* ringan (*Light crude oil*) biasanya dapat diolah lagi menjadi bensin. *Crude oil* berat (*heavy crude oil*) mengandung kadar logam dan belerang yang tinggi, memiliki viskositas tinggi sehingga harus dipanaskan agar meleleh. *Crude oil* berat (*heavy crude oil*) biasanya dapat diolah lagi menjadi pelumas (oli) dan kerosene (Pangindoman, 2022).

### II.3.2 Liquefied Petroleum Gas (LPG)

*Liquefied Petroleum Gas* (LPG) merupakan suatu produk bahan bakar gas yang umumnya berupa gas propana atau butana, bahkan dapat juga berupa campuran gas antara propana dan butana. Pada suhu kamar kedua gas ini memiliki fase gas, akan tetapi pada tekanan yang tinggi atau pada suhu yang sangat rendah akan berfase cair. LPG memiliki sifat yang tidak berasa, tidak berwarna, tidak berbau, dan mudah meledak (Sembiring, 2019). Oleh karena itu untuk mendeteksi bahaya yang dapat ditimbulkan apabila terdapat kebocoran gas (seperti ledakan akibat kebocoran), maka digunakan senyawa yang bernama etil merkaptan. Etil merkaptan atau juga dikenal sebagai etanetiol merupakan senyawa organosulfur cair bening dengan rumus kimia  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{SH}$ . Etil merkaptan memiliki bau yang khas sehingga mudah dideteksi oleh manusia. Batas penggunaan etil merkaptan pada LPG adalah 50 mL. Apabila melebihi ambang batas maka pada saat terjadi kebocoran gas dapat membahayakan kesehatan seperti iritasi hidung, tenggorokan, pusing, mual, kejang kejang, dan sebagainya. LPG memiliki peran yang penting dalam kehidupan yaitu sebagai bahan bakar dalam memasak dan menghangatkan air, serta memberikan pasokan energi bagi sarana transportasi untuk kebutuhan masyarakat (Yulianto, 2013).

### II.3.3 Sales Gas

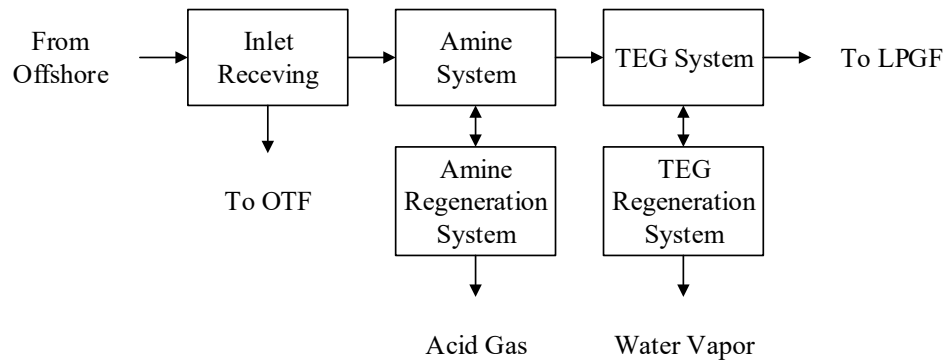
*Sales gas* merupakan gas bumi yang berkomposisi metana ( $\text{C}_1$ ) dan etana ( $\text{C}_2$ ). *Sales gas* atau yang biasa disebut sebagai *liquidified natural gas* (LNG) biasa

digunakan sebagai bahan bakar pembangkit listrik atau bisa juga sebagai bahan baku dalam manufaktur pakaian, plastik untuk kesehatan, komputer, dan perabotan. LNG berbeda dengan LPG dikarenakan berbedanya komposisi kedua gas, titik didih LNG lebih rendah dibandingkan LPG, titik didih LNG pada tekanan atmosfer sekitar  $-161^{\circ}\text{C}$ . Titik didih LNG yang sangat dingin membuat proses pengolahan LNG memerlukan sistem *cryogenic* atau sistem dengan suhu dibawah  $0^{\circ}\text{C}$ . Hal tersebut menjadi tantangan dalam proses pengolahan dan penyimpanan serta transportasi menggunakan kapal yang diperkirakan membutuhkan biaya sekitar  $\$2,40-4,90/\text{MMBtu}$  (Foss, 2012).

## II.4 Uraian Proses

Minyak bumi dan gas alam yang telah diperoleh dari pengeboran diolah terlebih dahulu agar dapat digunakan. Proses pengolahan minyak bumi dan gas alam dilakukan melalui tiga fasilitas utama, diantaranya adalah sebagai berikut.

### II.4.1 Gas Processing Facility

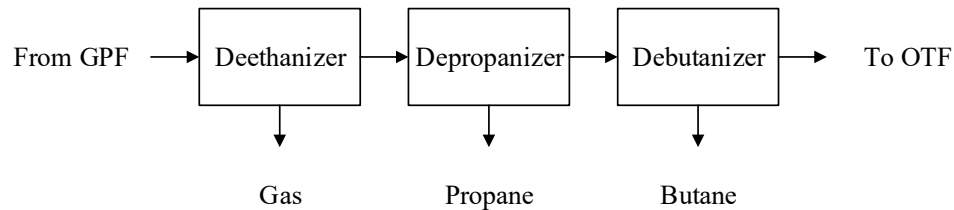


Gambar II.1 Diagram Alir *Gas Processing Facility* (GPF)

Fasilitas ini bertujuan untuk memproses gas yang disuplai dari *offshore* agar dapat digunakan pada proses pembuatan LPG dan gas alam pada fasilitas selanjutnya. Pada fasilitas ini gas akan dipisahkan dari pengotornya, seperti minyak mentah yang kemudian diteruskan ke fasilitas selanjutnya, serta untuk menghilangkan kadar hidrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ), karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), dan uap air. Pada proses ini, absorben yang digunakan adalah *Methyl Diethanolamine* (MDEA),

dikarenakan energi yang dibutuhkan untuk meregenerasi MDEA juga lebih kecil jika dibandingkan dengan senyawa amine yang lain (Kidnay, 2020).

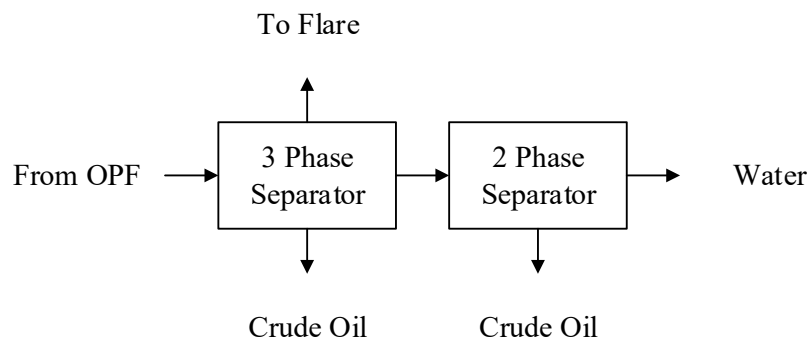
#### II.4.2 Liquefied Petroleum Gas Facility



Gambar II.2 Diagram Alir *Liquefied Petroleum Gas Facility* (LPGF)

Fasilitas ini bertujuan untuk memproses gas yang disuplai dari *gas processing facility* agar dapat diambil gas metana ( $\text{CH}_4$ ), gas etana ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ), gas propana ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ), dan gas butana ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ). Gas metana ( $\text{CH}_4$ ), gas etana ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ) kemudian dijadikan sales gas. Sedangkan gas propana ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ), dan gas butana ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ) menjadi *Liquefied Petroleum Gas* (LPG). Produk  $\text{C}_5$  dan  $\text{C}_6$  yang telah dipisahkan berupa liquid dialirkan menuju OTF.

#### II.4.3 Oil Treating Facility



Gambar II.3 Diagram Alir *Oil Treating Facility* (OTF)

Fasilitas ini bertujuan untuk memproses minyak mentah yang berasal dari *offshore* dan dari fasilitas sebelumnya menjadi minyak mentah yang siap untuk dijual. Pada fasilitas ini minyak dipisahkan dari air dan gas yang tercampur di dalam minyak menggunakan separator, sehingga produk minyak bumi yang telah dimurnikan dari air dan gas dapat disebut sebagai minyak mentah (Sari, 2018). Gas



yang telah dipisahkan kemudian akan dibakar pada flare, dan air yang akan diolah dalam pengolahan air.