

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Nationally determined contribution (NDC) sebagai komitmen Negara Indonesia menindaklanjuti *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC) dalam hal ini pada sektor energi telah ditetapkan target tanpa syarat penurunan emisi gas rumah kaca (GRK) sebesar 11% (DJPPPI, 2017). Transisi energi melalui konservasi energi memiliki tantangan yang besar dengan proyeksi target penurunan emisi dalam roadmap Net Zero Emission (NEZ) mulai tahun 2021 terealisasi sebesar 314 Juta Ton CO₂ pada tahun 2030 (DJPPPI, 2017). Indonesia memiliki potensi CO₂ sekitar 2 Giga Ton pada depleted Reservoir Minyak dan Gas (Migas) ("Garap Dekarbonisasi Lewat CCS/CCUS, Menteri ESDM Fokuskan Regulasi," n.d.). Berdasarkan Buletin SKK Migas (SKK Migas, 2022) Menjadi perhatian bahwa dengan jumlah potensi simpanan CO₂ yang besar dan target produksi Migas tahun 2030 sebesar 1 Juta BOPD dan 12 BSCFD serta target reduksi Emisi GRK sektor energi tahun 2024 sebesar 142 Juta Ton masih terdapat tantangan kedepan diantaranya KKKS yang belum dapat melakukan komersialisasi produksi gas, sehingga gas yang terproduksi dari sumur seluruhnya harus dibakar ataupun menjadi *own use* (KESDM, 2020).

Salah satu industri hulu Minyak dan Gas bumi yang terletak di Kota Prabumulih, dimana memiliki tiga (3) sumur eksplorasi *on shore* di wilayah tersebut dengan satu (1) sumur aktif produksi gas sebesar 3 MMSCFD. Pada tahun 2022 memperoleh *discovery* Migas dengan potensi minyak pada sumur A sebesar 10.000 BOPD dan *associated gas* sebesar 5 MMSCFD. Sumur A memiliki komposisi gas pengotor kandungan CO₂ sebesar 1,23 MMSCFD dengan proyeksi flaring sebesar 25% mol, hal ini menjadikan potensi pelepasan carbon yang menjadi *loses energy* pada sebesar 1.700 Kg/h. Kondisi demikian membutuhkan penanganan berupa perancangan fasilitas pemurnian gas alam dalam hal ini amine treatment gas alam.

Melalui beberapa penelitian ditemukan kekurangan yang menjadi fokus pembaruan pada penelitian ini. Berdasarkan penelitian Muhammad Shahbaz pemanfaatan limbah keberlanjutan industri minyak dan gas di Negara Qatar melakukan penilaian pemulihan sumber daya teoretis dan potensi pasar/ekonomi dari limbah gas terpilih. Studi ini meninjau tiga jenis aliran limbah dasar, termasuk limbah padat (oil sludge), gas buang (CO₂ dan SO₂) . Penelitian ini berfokus pada pemisahan kandungan CO₂ yang berpotensi menjadi limbah bakar (flaring)

pada Gas Associated, fokus tersebut tidak terdapat pada penelitian (Shahbaz dkk, 2015). Berdasarkan penelitian Palash Panja, studi ini mencakup evaluasi berbagai tingkat penangkapan CO₂ menggunakan sistem berbasis amina (Panja dkk, 2022a). Penelitian ini berfokus pada sumber berupa Fluida Minyak dan Gas yang kandungan CO₂ dipisahkan sebelum terjadi pembakaran dan menghasilkan limbah, fokus tersebut tidak terdapat pada penelitian (Panja dkk, 2022a). Selanjutnya berdasarkan penelitian dari Paramitha berisi potensi pengolahan gas suar bakar menjadi Dimethyl Ether (DME) (Widiastuti dkk, 2018). Penelitian ini berfokus pada proses simulasi untuk memisahkan CO₂ dengan varian pemilihan amina, fokus tersebut tidak terdapat pada penelitian (Widiastuti dkk, 2018). Lara de Oliveira melalui penelitiannya menjelaskan menggunakan studi kasus mengaplikasikan separator supersonic (SS) meliputi separator minyak / gas/ air, dan ekspansi gas, disamping itu menghasilkan *output* pilihan proses hemat daya terbaik (Arinelli dkk, 2019). Pada penelitian ini pemilihan amina dengan output mengurangi kandungan CO₂ menghasilkan spesifikasi feed gas yang sesuai untuk Gas Generator sehingga terjadi konversi energi sebagai bagian proses menghemat daya, fokus tersebut tidak terdapat pada penelitian (Arinelli dkk, 2019). Penelitian dari Lars Erik Øi mensimulasikan estimasi biaya dan optimasi proses dengan menggunakan Aspen HYSYS fokus pada pengaturan konsumsi panas untuk desorpsi tinggi, dan konfigurasi alternatif seperti split-stream atau rekompresi uap untuk mengurangi konsumsi panas ini dengan target mengurangi konsumsi energi (Birkelund, 2013). Pada penelitian ini Aspen HYSYS digunakan untuk mensimulasikan estimasi biaya dan optimasi proses dengan mengutamakan varian amine dengan output untuk memperoleh sweet gas yang bernilai, fokus tersebut tidak terdapat pada penelitian (Birkelund, 2013). Selain itu, (Benamor dkk, 2017) melaporkan bahwa MEA memiliki keunggulan yaitu paling reaktif dan selektivitas tinggi sementara kekurangannya adalah potensi korosif yang besar dan konsumsi energi yang tinggi. MDEA mempunyai keunggulan potensi korosif yang kecil, busa yang tidak terlalu banyak dan konsumsi energi yang kecil sedangkan kekurangan dari MDEA adalah harga bahan baku yang tinggi dan selektivitas yang cukup rendah terhadap CO₂. Oleh karena itu pada penelitian Tesis ini penulis tertarik mengambil judul “ANALIS AMINE TREATMENT TERHADAP PENGEMBANGAN FASILITAS PRODUKSI SUMUR MINYAK DAN GAS LAPANGAN PT. X”.

1.2. Perumusan Masalah

Konservasi energi pada lapangan PT. X untuk menghilangkan kandungan impurities berupa CO₂ pada umpan dengan proses acid gas removal. Absorpsi impurities dilakukan dengan membangun acid gas contactor untuk mengikat CO₂. Selain itu dibutuhkan juga kolom regenerator untuk menghilangkan impurities CO₂ yang telah diserap oleh absorbent berupa MEA, MDEA atau pencampuran MEA dengan MDEA agar dapat digunakan kembali pada acid gas contactor. Pada pembangunan alat-alat ini membutuhkan rancangan yang dapat bekerja secara optimal sesuai dengan karakteristik umpan dan menghasilkan produk yang diinginkan. Spesifikasi produk untuk pipeline gas dan bahan bakar gas mensyaratkan kandungan impurities berupa CO₂.

Berdasarkan uraian serta penjelasan yang telah dikemukakan diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh variasi dan konsentrasi MEA, MDEA, dan pencampuran MEA dengan MDEA.
2. Bagaimana pengaruh Amine treatment terhadap kinerja proses pada pengembangan fasilitas produksi pemurnian gas dalam simulasi dalam lingkup pengaruh absorpsi, konsumsi energi, CO₂ gas loading, amine losses, water losses . potensi laju korosif dan heating value.
3. Bagaimana Tekno ekonomi pada pengembangan fasilitas amine treatment terhadap CAPEX dan OPEX dalam pemanfaatan MEA dan MDEA.

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun maksud dari penulisan tesis ini adalah untuk mengidentifikasi pengaruh konservasi energi dengan amine treatment terhadap pengembangan fasilitas produksi. Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memahami pengaruh pemilihan *amine* terhadap pemisahan dan penangkapan (CCS) CO₂ pada proses gas sweetening.
2. Memahami kinerja proses *amine treatment* terhadap hasil simulasi paling optimal pada pemurnian gas dengan beberapa pilihan solven MEA, MDEA atau kombinasi MEA dengan MDEA.
3. Memahami *performance* dan keekonomian berdasarkan perhitungan simulasi menggunakan ASPEN HYSYS.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar perencanaan pengembangan fasilitas produksi dengan prinsip konservasi energi secara efisien dan bernilai ekonomis mengurangi losses energy, menambah umur pelayanan fasilitas / *Remaining Life Assesment* (RLA), keselamatan operasi, dan integrity produksi.

1.5. Originalitas Penelitian

Penelitian tentang pengolahan sampah dengan proses plasma gasifikasi telah banyak dilaksanakan di beberapa negara. Ringkasan beberapa penelitian sebelumnya dapat dilihat pada tabel 1.2.

Tabel 1.1 Ringkasan Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti /tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Gap Penelitian
1.	(Shahbaz dkk, 2023)	<i>A review of waste management approaches to maximise sustainable value of waste from the oil and gas industry and potential for the State of Qatar</i>	Dalam penelitian ini berisi tinjauan pemanfaatan limbah keberlanjutan industri minyak dan gas di Negara Qatar dengan menilai pemulihan sumber daya teoretis dan potensi pasar/ekonomi dari limbah terpilih. Studi ini meninjau tiga jenis aliran limbah dasar, termasuk limbah padat (oil sludge), gas buang (CO ₂ dan SO ₂), dan cairan (air terproduksi) yang berasal dari industri minyak dan gas. Tujuan kedua adalah untuk meninjau karakterisasi mereka dan masing-masing teknologi pengobatan,	Perbedaan penelitian ini dibandingkan dengan penelitian sebelumnya adalah penelitian sebelumnya (Muhammad Shahbaz dkk., 2023) berisi tinjauan pemanfaatan semua jenis limbah dengan membandingkan data – data hasil olahan dan melakukan perhitungan potensi secara makro (negara). Pada penelitian ini membahas lebih dalam dan fokus ke limbah gas.

No.	Peneliti /tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Gap Penelitian
			<p>tantangan, dan kemungkinan peluang yang muncul. Didapatkan kesimpulan bahwa teknik pengolahan yang efisien, telah ditunjukkan, hingga saat ini, belum ada teknologi yang berkelanjutan secara ekonomi. Untuk memastikan keberlanjutan keekonomian minyak dan gas dalam pengelolaan limbah industri, transisi dari "hanya pengolahan" menjadi "pemulihan sumber daya" tidak dapat dihindari.</p>	
2.	(Panja dkk, 2022b)	<i>Techno-Economic Analysis of Amine-based CO₂ Capture Technology: Hunter Plant Case Study</i>	<p>Penelitian ini mengkaji penangkapan karbon dioksida (CO₂) dengan sekuestrasi (CCS) dalam formasi geologi yang berdekatan dengan Pabrik Hunter PacifiCorp telah dievaluasi. Studi ini mencakup evaluasi berbagai tingkat penangkapan menggunakan sistem berbasis amina. Desain dan biaya sistem dikembangkan berdasarkan Proses KM-CR Mitsubishi Heavy Industries</p>	<p>Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya (Palash Panj dkk., 2017). Pada penelitian sebelumnya mengedepankan kajian kelayakan teknis berdasarkan perspektif keekonomian pada fasilitas yang telah tersedia. Pada penelitian ini berisi pra-rancang dengan simulasi dan dilengkapi keekonomian dengan fokus mengurangi potensi flaring gas dan melakukan upaya konservasi</p>

No.	Peneliti /tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Gap Penelitian
			(MHI) dengan pelarut KS-1TM. Karena skala ekonomin kieseluruhan biaya penangkapan (\$/ton CO ₂ yang dihilangkan) lebih sedikit pada tingkat penangkapan yang lebih besar. Biaya penangkapan berkisar dari \$50, \$61, \$74/ton CO ₂ yang dihilangkan untuk 90%, 65% dan 1000 lbs/MWh, g tangkapan CO ₂ dari Hunter 3 dengan kemurnian CO ₂ lebih besar dari 95%.	untuk merubah energi menjadi lebih ekonomis.
3.	(Widias tuti dkk, 2018)	Pemanfaatan Gas Suar Bakar Menjadi Dimethyl Ether (DME)	Dalam Penelitian ini pengolahan gas suar bakar menjadi Dimethyl Ether (DME). DME dikaji dengan potensi sebagai pengganti LPG yang hingga saat ini masih banyak diimpor dari luar. Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah simulasi perhitungan keekonomian pada beberapa lapangan yang memiliki gas suar bakar di beberapa wilayah Indonesia dengan menggunakan skema proses pemanfaatan gas suar bakar	Perbedaan penelitian ini dibandingkan dengan penelitian sebelumnya (Paramitha dkk., 2018). Pada penelitian sebelumnya mengkaji dalam skala makro pemanfaatan gas suar menjadi DME, kelayakan investasi dengan mendorong peran serta pemerintah. Pada penelitian ini, fokus pada pemanfaatan potensi gas suar dengan mengurangi kadar CO ₂ dan menambah gas yang dapat dikomersialisasikan.

No.	Peneliti /tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Gap Penelitian
			menjadi DME. Keluaran dari kajian ini adalah diketahuinya batas volume gas suar bakar yang layak untuk dikembangkan.	
4.	(Arinelli dkk, 2019)	<i>Carbon capture and high-capacity supercritical fluid processing with supersonic separator: Natural gas with ultra-high CO₂ content</i>	Dalam studi kasus ini mengaplikasikan pemisahan supersonic (SS) meliputi pemisahan minyak / gas/ air, dan ekspansi gas. Menggunakan tiga alternatif berbeda (i) mendaur ulang, (ii) perluasan HPS – Gas dengan JT atau TX ke tekanan kerja SS ke 2 atau membran permeasi untuk menghilangkan CO ₂ . Terpilih RC+TX+SS menjadi pilihan hemat daya terbaik. Membrane permeation tidak menjadi pilihan terbaik.	Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah pada penelitian sebelumnya (Lara de Oliveira dkk., 2019) mengaplikasikan pemisahan supersonic meliputi pemisahan minyak / gas/ air, dan ekspansi gas. Melakukan evaluasi dengan unit dan sistem yang telah tersedia serta pengembangan dan kajian keekonomian.
5.	(Øi dkk, 2014)	<i>Optimization of configurations for amine based CO₂ absorption using Aspen HYSYS</i>	Dalam studi kasus ini mensimulasikan estimasi biaya dan optimasi proses dengan menggunakan Aspen HYSYS fokus pada pengaturan konsumsi panas untuk desorpsi tinggi, dan	Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah pada penelitian sebelumnya (Lars Erik Øi dkk., 2013) merupakan sistem/proses yang sudah jadi dan dievaluasi ulang untuk

No.	Peneliti /tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Gap Penelitian
			konfigurasi alternatif seperti split-stream atau rekompresi uap untuk mengurangi konsumsi panas ini dengan target mengurangi konsumsi energi.	menemukan konfigurasi yang paling tepat dengan target pengurangan konsumsi energi.

Gap dalam penelitian ini dengan penelitian-penelitian sebelumnya:

1. Penelitian ini akan melakukan simulasi penambahan fasilitas Amine Treatment pada pengembangan fasilitas produksi sumur minyak dan gas.
2. Penelitian ini membahas tentang pengaruh fasilitas Amine Treatment dengan menekan jumlah CO₂ pada Gas terproduksi.
3. Penelitian membahas tentang studi kelayakan ekonomi penambahan fasilitas Amine Treatment dengan parameter IRR, NPV dan PP menggunakan dua (2) skenario. Skenario satu (1) membandingkan jumlah tanpa fasilitas amine treatment dan setelah menggunakan amine treatment untuk menghitung jumlah investasi, pemakaian energi, perkiraan kerugian akibat *Remaining Life Assessment* (RLA) dan daya yang dihasilkan dan dihitung IRR, NPV dan PP. Skenario ke 2 membandingkan tingkat suku bunga bank 6%, 10% dan 15% untuk menghitung IRR, NPV dan PP.