

OPTIMALISASI PENYALURAN GAS ALAM MELALUI PIPA TRANSMISI BC GUNA MENINGKATKAN *FLOWRATE* DI PT X

Nindya Lucie Anggraeni^{1*}, Asepta Surya Wardhana², Ayende³, Yunanik⁴

^{1,2,3,4}Politeknik Energi dan Mineral Akamigas, Indonesia

nindyalanggraeni@gmail.com

Received: 02-03- 2025

Revised: 12-03-2025

Approved: 20-04-2025

ABSTRAK

Indonesia menempati urutan ke-empat dengan jumlah populasi penduduk terbanyak di dunia. Jumlah populasi ini berbanding lurus dengan kebutuhan energi yang salah satunya adalah gas alam. Namun, cadangan dari produksi gas alam mengalami penurunan. Sementara itu, penyaluran gas alam justru meningkat dimana hal ini mengakibatkan terjadinya ketidakseimbangan antara produksi dan serapan gas bumi serta mengakibatkan krisis pasokan. Saat ini, penurunan produksi gas alam di Jawa bagian barat hingga 144 MMSCFD dan belum bisa dicukupi kebutuhannya oleh PT X sebesar 50 BBTUD. Penurunan pasokan ini dipengaruhi oleh decline sumur Pemasok M sehingga terjadi penurunan tekanan sebesar 100 psig. Selain itu juga terjadi penurunan flowrate di PG yang diakibatkan oleh decline sumur di Pemasok PTM sebesar 30 MMSCFD. Sedangkan kompresor di PG memiliki minimum flowrate sebesar 80 MMSCFD. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan kajian secara hidraulik terhadap penerapan swap gas, restagging kompresor serta jumperline sebagai upaya untuk meningkatkan pasokan gas pada pipa transmisi BC. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif yang disertai dengan simulasi menggunakan Pipeline Studio. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa penerapan jumperline dapat memenuhi minimum flowrate serta memiliki capaian linepack paling besar.

Kata Kunci: Swap, Restagging, Jumperline, Simulasi

PENDAHULUAN

Indonesia menempati urutan ke empat dengan jumlah populasi penduduk yang paling banyak di dunia. Hal tersebut menunjukkan adanya kesesuaian dengan peningkatan kebutuhan energi dimana keberadaan energi tidak dapat terpisahkan dari kehidupan manusia. Hingga detik ini, tumpuan energi Indonesia masih bertitik pada sumber energi yang tidak terbarukan salah satunya adalah gas alam. Namun, gas alam merupakan salah satu sumber energi yang lebih bersih apabila dibandingkan dengan sumber energi fosil yang lain [1]. Gas alam dikatakan masih dapat digunakan selama kurang lebih enam puluh tahun ke depan [2].

Gas alam berasal dari bahan bakar fosil yang terdapat dalam fasa gas yang kerap kali disebut dengan gas bumi ataupun gas rawa. Gas alam tersimpan dalam *reservoir* atau terdapat dalam pori batuan di perut bumi dengan kandungan senyawa yang kompleks dengan unsur utama berupa metana (CH_4) serta komponen lain berupa etana (C_2H_6), propana (C_3H_8), butana (C_4H_{10}), sulfur serta helium [3]. Gas alam merupakan sumber daya dengan cadangan yang paling besar yang berada pada urutan ketiga setelah batu bara serta minyak bumi yang keadaannya tersebar pada hampir keseluruhan wilayah Republik Indonesia dengan nilai yang berbeda-beda [4].

Gas alam memiliki kandungan energi yang lebih tinggi daripada sumber energi tradisional lainnya, yang menjadikannya bahan bakar pilihan untuk diaplikasikan dalam pemanasan industri dan komersial, transportasi serta pembangkit listrik. Gas alam menghasilkan 50,3 kg CO_2 yang apabila dibandingkan dengan bahan bakar lain seperti

bensin dan batu bara emisi yang dihasilkan memiliki angka terkecil. Bensin menghasilkan emisi sebesar 67,6 kg CO₂ sementara batu bara menghasilkan emisi 371,5 kg CO₂ [5].

Kondisi cadangan dari produksi gas alam saat ini mengalami penurunan dimana hal ini ditunjang oleh kajian yang telah dilakukan oleh [6] menyebutkan bahwa penurunan produksi gas alam disebabkan karena penurunan *performance* dari *reservoir* yang terjadi secara alamiah (*natural decline*) serta belum ditemukan cadangan besar yang lainnya yang dapat menggantikan produksi gas tersebut. Penurunan produksi gas alam juga ditunjang dengan penelitian yang dilakukan oleh [7]. Berdasarkan hasil yang ia peroleh, penurunan produksi gas alam mencapai 0,07% per tahun. Angka tersebut diproyeksikan bahwa proses produksi gas alam sendiri akan terus menurun dengan bertambahnya angka tahun.

Sementara itu, dilansir dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, pada pertengahan tahun 2024 terjadi peningkatan penyaluran gas alam. Kegiatan penyaluran memiliki tujuan untuk mempertahankan kelangsungan kegiatan produksi, barang dan/atau jasa yang dapat membawa manfaat untuk konsumen serta konsumen dapat memperoleh barang dan/atau jasa yang mereka butuhkan dengan mudah [8]. Dengan adanya peningkatan ini turut berkorelasi dengan bertambahnya kebutuhan gas alam yang semakin besar.



Gambar 1 Peningkatan Penyaluran Gas Alam

PT X menerangkan bahwa kebutuhan gas bumi untuk wilayah Jawa bagian barat hingga 500-550 BBTUD (*Billion British Thermal Unit Per Day*) yang dimana PT X masih belum bisa mencukupi 50 BBTUD yang dibutuhkan. BTU atau *British Thermal Unit* merupakan ukuran kandungan sumber energi yang mampu untuk memanaskan 1 (satu) pon air pada satu derajat Fahrenheit (1°F) pada *pressure* normal [9]. Penurunan pasokan dipengaruhi oleh *decline sumur* dari Pemasok M sehingga terjadi penurunan tekanan sebesar 100 psig. Hal ini menyebabkan adanya penurunan *linepack* pada pipa transmisi BC. Penurunan *linepack* ini menyebabkan fleksibilitas penyaluran dari pipa transmisi BC berkurang dan menyebabkan adanya penurunan total volume penyaluran gas. *Linepack* sendiri merupakan total stok gas yang tersimpan pada jaringan pipa gas [10]. Selain itu juga terjadi penurunan *flowrate* di PG yang diakibatkan oleh *declinanya* sumur di Pemasok PTM sebesar 30 MMSCFD (*Metric Million Standard Cubic Feet per Day*) yang semula memiliki nilai sebesar 82 MMSCFD menjadi 50 MMSCFD. Sedangkan kompresor yang terdapat di PG memiliki minimum *flowrate* sebesar 80 MMSCFD. Kompresor dalam kegiatan penyaluran gas alam memegang peran penting yang dapat digunakan untuk menurunkan tekanan sesuai dengan kemampuan kapasitas pipa [11].

Hal ini memerlukan adanya *balancing* antara *supply* dan *demand* atau adanya keseimbangan antara penyaluran dan penyerapannya. Mengingat *demand* yang semakin bertambah, PT X harus bisa meningkatkan penyaluran gas alam supaya dapat memenuhi permintaan dari pelanggan. Dilansir dari Kementerian ESDM Direktorat

Jenderal Minyak dan Gas Bumi penambahan pasokan gas dapat dilakukan dengan *swap* gas. *Swap* gas memiliki kelebihan seperti perolehan harga gas yang lebih kompetitif. Namun, kekurangannya yakni harga yang dapat melonjak tinggi karena pembelian gas dikenakan tarif kesepakatan antar pihak bukan berdasarkan kontrak [12].

Solusi kedua adalah *restagging* kompresor dengan kelebihan dapat memperpanjang usia sistem, lebih efisien karena dapat meningkatkan jangkauan aliran serta fleksibilitas. Namun, kekurangannya yakni memerlukan tenaga kerja ahli, suku cadang yang sesuai, waktu yang cukup panjang serta biaya yang cukup besar [13]. Solusi lain yakni dengan penerapan *jumperline* yang dapat meningkatkan keandalan serta fleksibilitas infrastruktur serta berpeluang untuk memperluas pemanfaatan gas alam pada sektor lain seperti industri, rumah tangga, komersial serta transportasi. *Jumperline* dikatakan dapat menambah *feed* gas sehingga tambahan pasokan dapat digunakan untuk penyaluran [14], [15]. Kekurangan dari *jumperline* adalah terbatasnya kapasitas berdasarkan desain *jumperline*.

Dalam kegiatan penyaluran gas alam, juga diperlukan adanya perencanaan terlebih dahulu supaya kegiatan penyaluran gas alam dapat menyalurkan kapasitas yang semaksimal mungkin yang dapat dicapai. Perencanaan yang dilakukan perlu akurasi yang tinggi supaya dapat mencapai keseimbangan *supply* dan *demand* gas. Perencanaan dapat dilakukan dengan simulasi salah satunya menggunakan simulator Pipeline Studio. Simulator tersebut dapat digunakan untuk memodelkan jaringan pipa beserta komponen lainnya dalam jaringan pipa dengan berbagai skenario operasi [16]. Simulasi yang dilakukan dapat menunjukkan hasil untuk memprediksi nilai dari kapasitas alir maksimum pada segmen pipa yang panjang dengan baik [17]. Simulator Pipeline Studio juga dapat digunakan untuk mengetahui total kapasitas alir maksimum sehingga dapat membantu perusahaan untuk mengetahui seberapa banyak jumlah gas yang harus dialirkan secara optimal [18]. Selain itu, *software* Pipeline Studio dapat digunakan untuk membuat skenario *what if* atau yang dapat berhubungan dengan akuisisi (pembelian saham atau kepemilikan perusahaan) gas dan alat berhenti operasi serta menentukan *feasibility* (kelayakan) kontrak baru [19]. Dalam pemberlakuan simulasi dengan *software* Pipeline Studio dapat dilakukan dengan dua metode yakni *steady state* dan *transient* [20].

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan basis data historis yang dihitung berdasarkan kondisi yang sebenarnya (aktual). Penulis menggunakan penelitian ini karena proses analisa dan penentuan keputusan yang akan diambil berdasarkan data *pressure*, *flowrate*, temperatur, komposisi gas, spesifikasi pipa (panjang & diameter) serta spesifikasi kompresor. Penelitian ini juga ditunjang dengan beberapa perangkat lunak seperti Microsoft Word, Microsoft Excel serta Pipeline Studio. Lokasi yang digunakan untuk melakukan kajian dalam penelitian ini yakni bertempat di PT X yang berlokasi di Jakarta Barat, DKI Jakarta, Indonesia.

Berikut merupakan langkah kerja yang dilakukan dalam penelitian ini











a. Pengolahan Data

Data diklasifikasi dan dipilih sesuai dengan data yang diperlukan yang disesuaikan dengan pola operasi penyaluran yang cocok. Data yang diperlukan dalam penelitian ini seperti *pressure*, *flowrate*, temperatur maupun komposisi gas. Data pendukung lainnya adalah spesifikasi dari jaringan pipa (panjang & diameter) serta spesifikasi kompresor.

b. Pembuatan Model Jaringan Pipa Transmisi BC

Pembuatan model dilakukan dengan bantuan *software* Pipeline Studio. Berikut merupakan beberapa *tools* dalam *software* Pipeline Studio yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 1 *Tools* dalam Pipeline Studio

Simbol	Penjelasan	Simbol	Penjelasan
	Pipa		Check Valve
	Supply		Relief Valve
	Delivery		Kompressor Sentrifugal
	Block Valve		Fuel Gas
	Control Valve/Regulator		Reservoir

c. Pembuatan Skenario

Skenario diambil dari jam ke nol penyaluran dengan menitikberatkan titik *supply* dan *delivery* dari kondisi penyaluran aktual. Dalam penelitian ini hanya menggunakan satu skenario saja yang digunakan untuk mengetahui titik *error* dalam simulasi.

d. Pembuatan Model Jaringan Pipa Transmisi BC dengan Diterapkannya Upaya Pengoptimalisasian

Dalam penelitian ini menggunakan satu skenario yang sama namun dengan model yang berbeda. Skenario yang sama digunakan agar mengetahui hasil yang optimal dari masing-masing Solusi. Pembuatan model disesuaikan dengan masing-masing solusi yakni *swap gas*, *restagging* kompresor serta penerapan *jumperline*.

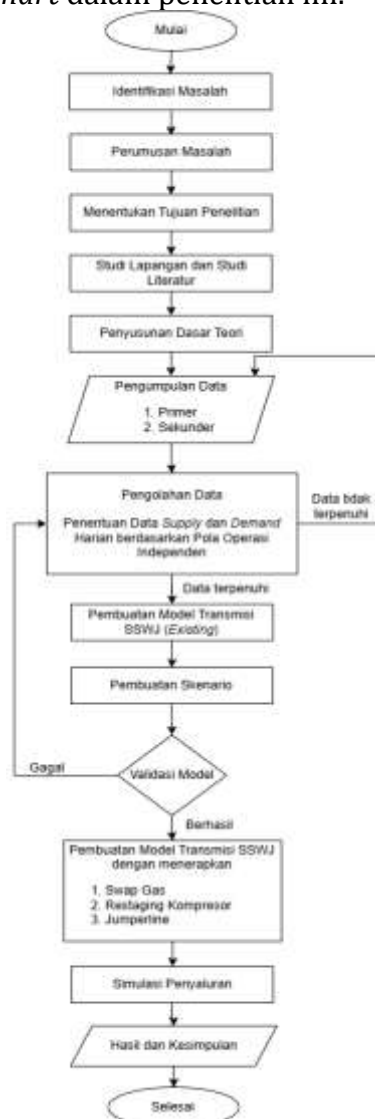
e. Pengujian

Pengujian dilakukan dengan *running* simulasi secara berurutan baik kondisi *existing* lalu dilanjutkan untuk masing-masing solusi yang ditawarkan. Pengujian dilakukan dengan melakukan simulasi dengan metode *transient* dalam perangkat lunak Pipeline Studio.

f. Perolehan Hasil dan Pengambilan Kesimpulan

Hasil yang diperoleh setelah dilakukan pengujian kemudian dibandingkan dari segi kehidraulisan untuk setiap solusi yang penulis tawarkan. Solusi yang paling menguntungkan dari segi pemenuhan minimum *flowrate* dan capaian *linepack* yang paling besar yang akan dipilih.

Berikut merupakan *flowchart* dalam penelitian ini.



Gambar 2 *Flowchart* Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Penyaluran Gas Alam di Indonesia

Pipa transmisi BC merupakan pipa milik PT X yang mengalirkan 70% total volume penyaluran. Jaringan pipa transmisi dirancang untuk mengalirkan gas dengan tekanan maksimum 1.050 psig. Adanya penurunan tekanan di Pemasok M akibat *decline* sumur yang semula memiliki tekanan sebesar 1.050 psig menjadi maksimum 950 psig. Hal ini mengakibatkan terjadinya penurunan *linepack* yang semula dapat mencapai angka maksimum sebesar 1.250 MMSCF hanya menjadi 1.000 MMSCF. Selain itu, terdapat pula penurunan *flowrate* di PG akibat *decline* sumur yang terdapat di pemasok PTM, dari 82 MMSCFD menjadi 50 MMSCFD. Sementara itu, desain kompresor PG memiliki minimum *flowrate* sebesar 80 MMSCFD. Adanya penurunan *flowrate* dapat menyebabkan tidak teralirkannya gas dari Pemasok PTM. Sementara itu, penurunan *linepack* dapat menyebabkan fleksibilitas penyaluran berkurang, sehingga mengurangi total volume penyaluran gas.

Setelah pembuatan model, komposisi gas kemudian diinputkan pada bagian *supply*. Perbedaan komposisi gas akan memengaruhi hasil dari *flowrate* dan *pressure* jaringan pipa. Sementara itu, perlu juga dilakukan pembuatan skenario penyaluran. Skenario penyaluran dengan mode transien dalam Pipeline Studio dilakukan mulai jam ke nol (ke-0). Sehingga nilai-nilai yang diinputkan merupakan nilai setiap jam yang diperoleh dari data realisasi penyaluran pada periode yang diinginkan.

Dalam penelitian ini, skenario yang digunakan adalah skenario yang sama yang diterapkan pada setiap model. Sehingga dapat disimpulkan bahwa simulasi dilakukan menggunakan satu skenario yang sama untuk model yang berbeda yakni model penyaluran pada jaringan pipa *existing*, model penyaluran pada jaringan pipa dengan penerapan *swap* gas, model penyaluran pada jaringan pipa dengan penerapan *restagging* kompresor serta model penyaluran pada jaringan pipa dengan penerapan *jumperline*.

Validasi Model Jaringan Pipa Transmisi BC

Validasi dilakukan untuk membuktikan model yang dibuat menggambarkan kondisi jaringan pipa transmisi sesuai dengan kondisi aktualnya serta menjadi acuan apakah model yang telah dibuat dapat digunakan untuk melakukan simulasi atau tidak. Validasi dapat dilakukan dengan membandingkan hasil selisih antara realisasi dan simulasi dalam presentase atau melihat selisih pada titik keluar atau *delivery point* yang paling akhir yakni pada stasiun MB dan pada stasiun BJ. Semakin kecil angka selisih presentase yang diperoleh, maka makin akurat model yang dibuat. Batas maksimum selisih antara realisasi dan simulasi adalah 10 psig. Atau dalam presentase maksimum adalah 0,6%.

Tabel 2 Data *Pressure* Realisasi dan Simulasi

	Realisasi (X_1)	Simulasi (X_2)
Stasiun MB	711,45 psig	711,07 psig
Stasiun BJ	788,57 psig	787,57 psig

Berdasarkan hasil data tersebut, maka dapat dicari besar selisih antara angka realisasi dan angka simulasi yang dihasilkan. Oleh karena itu, selisih nilai *pressure* yang terdapat di stasiun MB yaitu

$$\text{Selisih di Stasiun MB} = \left| \frac{(X_1 - X_2)}{(X_1 + X_2)} \right| \times 100$$

$$\text{Selisih di Stasiun MB} = \left| \frac{(711,45 - 711,07)}{(711,45 + 711,07)} \right| \times 100$$

$$\text{Selisih di Stasiun MB} = 0,02\%$$

Sementara itu, selisih nilai *pressure* yang terdapat di stasiun BJ yaitu.

$$\text{Selisih di Stasiun BJ} = \left| \frac{(X_1 - X_2)}{(X_1 + X_2)} \right| \times 100$$

$$\text{Selisih di Stasiun BJ} = \left| \frac{(788,57 - 787,57)}{(788,57 + 787,57)} \right| \times 100$$

$$\text{Selisih di Stasiun BJ} = 0,06\%$$

Berdasarkan perhitungan nilai selisih yang diperoleh antara nilai realisasi dan nilai hasil simulasi menggunakan Pipeline Studio menunjukkan adanya perbedaan yang relatif kecil yakni di bawah 0,6%. Karena perbedaan yang tidak terlalu besar ini, maka model layak untuk digunakan.

Sementara itu, apabila dilihat berdasarkan angka realisasi dan simulasi, pada stasiun MB memiliki hasil selisih sebesar 0,38 psig. Sementara angka yang muncul pada

stasiun BJ, memiliki selisih sebesar 1 psig. Angka yang diperoleh pada kedua *offtake*, menunjukkan selisih kurang dari 10 psig. Sehingga model dapat digunakan.

Pemodelan Jaringan Pipa Transmisi BC Existing

Dengan hasil validasi model pada pembahasan sebelumnya, maka model dapat digunakan. Berikut merupakan model penyaluran pipa transmisi BC *existing*. Model pada gambar merupakan model yang disimulasikan dengan metode *transient*.



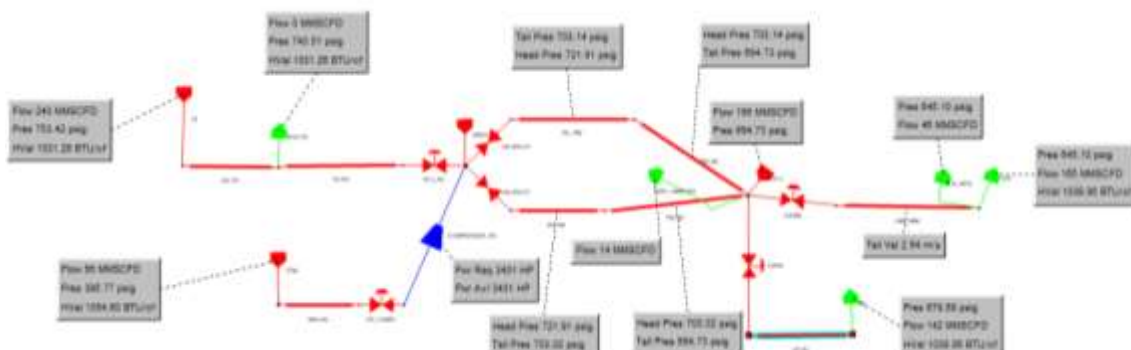
Gambar 4 Pemodelan Jaringan Pipa Transmisi BC Existing

Berdasarkan hasil simulasi di atas, dapat dilihat terjadi keseimbangan antara *supply* dan *demand* yakni antara Pemasok M dengan Stasiun MB yang terdiri dari Stasiun MB *line* RW serta Stasiun MB *line* MT di fase 2. Sementara itu, di fase 1 juga terdapat keseimbangan antara Pemasok PTM dengan Stasiun BJ. Keseimbangan terlihat dari tidak adanya angka minus yang muncul dari hasil simulasi. Hasil simulasi juga menunjukkan tercapainya minimum *flowrate* kompresor PG.

Berdasarkan grafik tersebut, dapat dilihat bahwa penyaluran gas alam pada kondisi *existing* memang masih bisa dilakukan hingga hari ke-14. Rata-rata *linepack* yang diperoleh dalam kondisi penyaluran *existing* adalah sebesar 958 MMSCF dengan angka tertinggi *linepack* yang dapat dicapai selama periode penyaluran adalah sebesar 1.108 MMSCF.

Pemodelan Jaringan Pipa Transmisi BC dengan Penerapan Swap Gas

Swap gas dilakukan dengan menukar gas milik PT X dengan perusahaan yang lain dengan tujuan untuk memperoleh tambahan pasokan untuk PT X. Kurangnya pasokan sebesar ± 30 MMSCFD diakibatkan oleh *decline* sumur yang terdapat di titik *supply* PTM. Salah satu cara yang dapat dilakukan oleh PT X adalah dengan mencari tambahan gas dengan melakukan pertukaran gas.



Gambar 5 Pemodelan Jaringan Pipa Transmisi BC dengan Penerapan Swap Gas

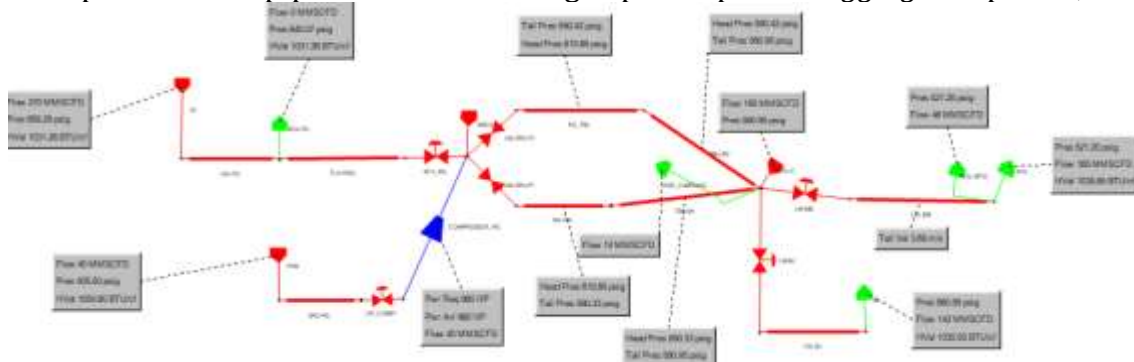
Berdasarkan hasil simulasi di atas, dapat dilihat terjadi keseimbangan antara *supply* dan *demand* yakni antara Pemasok M dengan Stasiun MB yang terdiri dari Stasiun MB *line* RW serta Stasiun MB *line* MT di fase 2. Sementara itu, di fase 1 juga

terdapat keseimbangan antara Pemasok PTM dengan Stasiun BJ. Keseimbangan terlihat dari tidak adanya angka minus yang muncul dari hasil simulasi. Hasil simulasi juga menunjukkan tercapainya minimum *flowrate* kompresor PG.

Berdasarkan grafik tersebut, dapat dilihat bahwa penyaluran gas alam dengan penerapan *swap* gas bisa dilakukan hingga hari ke-14. Rata-rata *linepack* yang diperoleh dalam kondisi penyaluran dengan penerapan *swap* gas adalah sebesar 996 MMSCF dengan angka tertinggi *linepack* yang dapat dicapai selama periode penyaluran adalah sebesar 1.116 MMSCF. Hasil ini menunjukkan adanya peningkatan *linepack* apabila dibandingkan dengan kondisi penyaluran *existing*.

Pemodelan Jaringan Pipa Transmisi BC dengan Penerapan *Restagging* Kompresor

Pemodelan jaringan pipa transmisi BC dengan penerapan *restagging* kompresor dilakukan dengan mengubah spesifikasi kompresor *existing*. Batas minimum kompresor *existing* adalah sebesar 80 MMSCF. Dengan penerapan *restagging* kompresor, perubahan batas minimum kompresor memiliki penurunan menjadi sebesar 40 MMSCF. Angka 40 MMSCF didasarkan oleh penurunan *flowrate* dari pemasok PTM. Berikut merupakan model pipa transmisi BC dengan penerapan *restagging* kompresor,



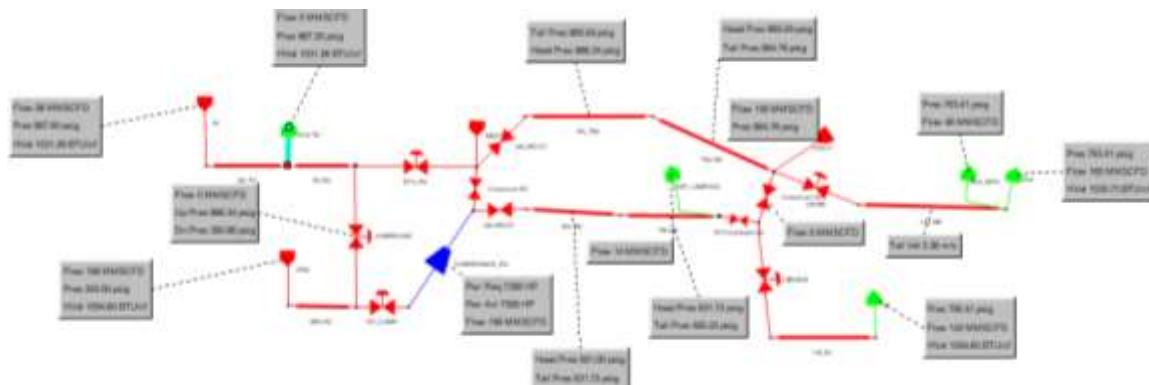
Gambar 6 Pemodelan Jaringan Pipa Transmisi BC dengan Penerapan *Restagging* Kompresor

Berdasarkan hasil simulasi di atas, dapat dilihat terjadi keseimbangan antara *supply* dan *demand* yakni antara Pemasok M dengan Stasiun MB yang terdiri dari Stasiun MB *line* RW serta Stasiun MB *line* MT di fase 2. Sementara itu, di fase 1 juga terdapat keseimbangan antara Pemasok PTM dengan Stasiun BJ. Keseimbangan terlihat dari tidak adanya angka minus yang muncul dari hasil simulasi. Hasil simulasi juga menunjukkan tercapainya minimum *flowrate* kompresor PG.

Berdasarkan grafik tersebut, dapat dilihat bahwa penyaluran gas alam dengan penerapan *restagging* kompresor bisa dilakukan hingga hari ke-14. Rata-rata *linepack* yang diperoleh dalam kondisi penyaluran dengan penerapan *restagging* kompresor adalah sebesar 908 MMSCF dengan angka tertinggi *linepack* yang dapat dicapai selama periode penyaluran adalah sebesar 1.105 MMSCF. Hasil ini menunjukkan penurunan *linepack* apabila dibandingkan dengan kondisi penyaluran *existing*.

Pemodelan Jaringan Pipa Transmisi BC dengan Penerapan *Jumperline*

Pemasangan pipa *jumper* yang menjadi solusi ditempatkan sebelum adanya kompresor. Alasan pemilihan lokasi tersebut adalah dengan adanya pipa *jumper* sebelum inputan kompresor diharapkan dapat menambah *flowrate* dari pemasok PTM. Sehingga batas minimum kompresor dapat dipenuhi dan penyaluran gas dapat dilakukan secara optimal. Berikut merupakan model jaringan pipa transmisi BC dengan penerapan *jumperline*.



Gambar 7 Pemodelan Jaringan Pipa Transmisi BC dengan Penerapan *Jumperline*

Berdasarkan hasil simulasi di atas, dapat dilihat terjadi keseimbangan antara *supply* dan *demand* yakni antara Pemasok M dengan Stasiun MB yang terdiri dari Stasiun MB *line* RW serta Stasiun MB *line* MT di fase 2. Sementara itu, di fase 1 juga terdapat keseimbangan antara Pemasok PTM dengan Stasiun BJ. Keseimbangan terlihat dari tidak adanya angka minus yang muncul dari hasil simulasi. Hasil simulasi juga menunjukkan tercapainya minimum *flowrate* kompresor PG.

Berdasarkan grafik tersebut, dapat dilihat bahwa penyaluran gas alam dengan penerapan *jumperline* bisa dilakukan hingga hari ke-14. Rata-rata *linepack* yang diperoleh dalam kondisi penyaluran dengan penerapan *jumperline* adalah sebesar 1.104 MMSCF dengan angka tertinggi *linepack* yang dapat dicapai selama periode penyaluran adalah sebesar 1.156 MMSCF. Hasil ini menunjukkan adanya peningkatan *linepack* apabila dibandingkan dengan kondisi penyaluran *existing*.

Analisis Hasil

Berikut merupakan tabel hasil simulasi penyaluran secara *existing*, dengan penerapan *swap* gas, *restagging* kompresor serta *jumperline*.

Tabel 3 *Flowrate* dan *Linepack* Hasil Simulasi

	<i>Existing</i>	<i>Swap Gas</i>	<i>Restagging</i> Kompresor	<i>Jumperline</i>
<i>Flowrate</i>	65 MMSCFD	95 MMSCFD	40 MMSCFD	156 MMSCFD
<i>Linepack</i>	1.108 MMSCF	1.116 MMSCF	1.105 MMSCF	1.156 MMSCF

Berdasarkan hasil simulasi dengan menggunakan model *existing*, penerapan *swap* gas, *restagging* kompresor serta *jumperline*, *flowrate* minimum masih bisa dipenuhi dengan penyaluran *existing*. *Flowrate* minimum juga dapat dipenuhi oleh setiap solusi yang ditawarkan. Sehingga pada masing-masing model yang dilakukan simulasi, penyaluran masih dapat dilakukan.

Sementara itu, apabila ditinjau dari peningkatan *linepack*, maka *linepack* terbesar selama periode penyaluran baik secara rata-rata maupun angka maksimum capaian *linepack* ditunjukkan pada pemodelan dengan penerapan *jumperline*. Capaian besaran *linepack* mulai dari yang terbesar hingga terkecil secara berurutan yaitu hasil simulasi dengan penerapan *jumperline*, hasil simulasi dengan penerapan *swap* gas, hasil simulasi pada kondisi *existing* serta yang terakhir adalah hasil simulasi dengan penerapan *restagging* kompresor.

Berdasarkan hal tersebut, maka adanya penambahan *linepack* dapat meningkatkan *life time* penyaluran serta dapat memenuhi *demand* yang akan semakin besar atau dapat memenuhi *demand* apabila terdapat lonjakan dalam penyaluran. Dengan *demand* yang dapat terpenuhi serta cadangan *linepack* yang lebih besar apabila

dibandingkan dengan kondisi *existing*, maka hal ini diharapkan dapat menambah *revenue* perusahaan.

SIMPULAN

Penyaluran gas alam di Indonesia saat ini menunjukkan adanya penurunan pasokan pada jaringan pipa transmisi BC yang diakibatkan oleh *natural decline* dari pemasok M dan pemasok PTM. Penurunan pasokan ini mengakibatkan penurunan *linepack* dari 1.250 MMSCF menjadi 1.000 MMSCF serta penurunan *flowrate* dari 80 MMSCFD menjadi 50 MMSCFD. Hal ini memerlukan upaya untuk dapat mencapai penyaluran sesuai kontrak. Upaya yang dilakukan diantaranya yaitu *swap gas*, *restagging* kompresor dan *jumperline*.

Upaya tersebut dapat dilakukan simulasi dengan bantuan *software* Pipeline Studio yang disesuaikan dengan kondisi aktualnya. Hasil simulasi dalam penelitian ini menunjukkan bahwa *flowrate* minimum masih dapat dipenuhi oleh penyaluran *existing* serta dapat dipenuhi juga oleh setiap solusi yang ditawarkan (*swap gas*, *restagging* kompresor dan *jumperline*). Sementara itu, apabila ditinjau dari peningkatan *linepack*, maka *linepack* terbesar selama periode penyaluran baik secara rata-rata maupun angka maksimum capaian *linepack* ditunjukkan pada pemodelan dengan penerapan *jumperline*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. P. C. Tampubolon and B. F. T. Kiono, "Overview Perkembangan Pemanfaatan Energi Primer Gas Bumi Di Indonesia," *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 2, no. 1, pp. 36–52, Mar. 2021, doi: 10.14710/jebt.2021.10049.
- [2] T. Hierdawati and R. Dani, "ANALISIS VOLUME PENJUALAN GAS ALAM MELALUI SALURAN PIPA MENURUT JENIS PELANGGAN (MMSCF) DI INDONESIA, 2010-2020," *Jurnal Khazanah Intelektual*, vol. 6, no. 3, Dec. 2022, doi: 10.37250/khazanah.v6i3.174.
- [3] S. Sembiring, R. L. Panjaitan, Susianto, and A. Altway, "Pemanfaatan Gas Alam sebagai LPG (Liquified Petroleum Gas)," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 8, no. 2, 2019.
- [4] L. B. Pratomo and F. B. TK, "Tinjauan Singkat Optimalisasi Pemanfaatan Gas Bumi pada Sektor Rumah Tangga," *EKSERGI Jurnal Teknik Energi*, vol. 18, no. 1, pp. 1–11, 2022.
- [5] D. Mahajan, K. Tan, T. Venkatesh, P. Kileti, and C. R. Clayton, "Hydrogen Blending in Gas Pipeline Networks—A Review," May 01, 2022, *MDPI*. doi: 10.3390/en15103582.
- [6] Y. E. Wibowo and J. Windarta, "Kondisi Gas Bumi Indonesia dan Energi Alternatif Pengganti Gas Bumi," *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 3, no. 1, pp. 1–14, Mar. 2022, doi: 10.14710/jebt.2022.10042.
- [7] M. E. Dewanto, E. Pembangunan, F. Ekonomi, and D. Bisnis, "Proyeksi Produksi Migas Indonesia Sampai Dengan Tahun 2045," 2023.
- [8] O. Dinas Pendistribusian Dan Perdagangan Kota Tanjung Balai and N. Kholilah Lubis, "Pengawasan Pendistribusian Penggunaan Gas LPG 3 Kg Terhadap Masyarakat," *JUMSI*, vol. 2, no. 2, pp. 281–296, 2022.
- [9] Yunanik and Handoko, "Efektifitas Pengembangan Jaringan Gas Rumah Tangga Kabupaten Sorong," *Jurnal Terapan Logistik Migas*, vol. 2, no. 1, 2023.
- [10] L. M. Noorratri dan Laode Firman, "Analisis Pengaruh Linepack Menggunakan Simulator Pipeline Studio dan Synergi terhadap Unaccounted Gas di PT X Area Lampung," 2019.
- [11] R. A. Asyari, "PEMODELAN PENENTUAN LOKASI STASIUN KOMPRESOR UNTUK PIPA TRANSMISI GAS DARI SUMATERA SELATAN-JAWA BARAT," 2018.
- [12] A. P. Samosir, "Analisis Perhitungan Volatilitas Harga Gas terhadap Struktur Biaya Pupuk Bersubsidi," 2013.
- [13] A. Singh, D. Garcia, D. Zhang, and R. Kurz, "Restage of Centrifugal Gas Compressors for

- Changing Pipeline Landscape,” 2015.
- [14] W. Permono, “Perancangan Konstruksi Pipa dengan Penambahan Jumper Line untuk Menambah Feed Gas di PT Persamtan Gas dengan Metode Hot Tapping,” 2023.
- [15] A. Paturahman and C. N. Hamdani, “Analisa Sizing Orifice Meter Dan Metering Flowrate Pada Project Jumperline SKG-X ISO 5167 & AGA 3,” 2023. [Online]. Available: <https://akamigas.esdm.go.id/jurnal/index.php/jih>
- [16] H. Su *et al.*, “Development of an integrated dynamic model for supply security and resilience analysis of natural gas pipeline network systems,” *Pet Sci*, vol. 19, no. 2, pp. 761–773, Apr. 2022, doi: 10.1016/j.petsci.2021.10.002.
- [17] Risdiyanta, “Analisa Performa Kapasitas Alir Pipa Transmisi Gas Bumi Open Access, Studi Kasus Pipa Transmisi Gas Bumi Ruas X-Y,” 2023.
- [18] M. Adhenhari Musfaro and T. Ediyanto, “ANALYSIS OF LNG DISTRIBUTION TO MEET THE PEAK LOAD OF GAS CONSUMPTION IN TRANSMISSION PIPELINE,” 2019.
- [19] D. Yuhanes, “UNIVERSITAS INDONESIA OPTIMASI TRANSPORTASI GAS ALAM MELALUI PIPA DARI NATUNA KE SINGAPURA TESIS,” 2011.
- [20] X. Wu, C. Li, Y. He, and W. Jia, “Operation Optimization of Natural Gas Transmission Pipelines Based on Stochastic Optimization Algorithms: A Review,” 2018, *Hindawi Limited*. doi: 10.1155/2018/1267045.