

Analisa Teknis Unjuk Kerja Pipa Transmisi Gas *Open Access* pada Region IV Area Jawa Timur

Mohammad Hasan Syukur
PPSDM MIGAS Kementerian ESDM, Blora

INFORMASI NASKAH

Diterima : 28 Juli 2023
Direvisi : 17 November 2023
Disetujui : 24 November 2023
Terbit : 25 November 2023

Email korespondensi:
mohammad.syukur@gmail.com

Laman daring:
<https://doi.org/10.37525/mz/2023-2/478>

ABSTRAK

Gas Bumi hingga saat ini menempati urutan ketiga konsumsi dari energi primer setelah minyak bumi dan batubara. Ruas Pipa Open Access adalah Ruas transmisi atau wilayah jaringan distribusi gas bumi yang ditetapkan dengan mempertimbangkan sumber gas berdasarkan rencana pembangunan pemerintah dan atau usulan BPH Migas dan atau usulan badan usaha dalam kerangka kegiatan usaha pengangkutan gas bumi yang pembangunan dan pengoperasiannya dilaksanakan badan usaha melalui mekanisme lelang oleh BPH Migas. Metodologi penelitian ini menggunakan metode analisa deskriptif - kuantitatif, menggunakan persamaan Panhandle A, Panhandle B dan Weymouth. Data yang dikumpulkan adalah data Panjang pipa, diameter pipa, ruas pipa, sifat karakteristik gas, selain itu diperlukan data kondisi pemasok dan data kondisi penerima. Tujuan Penelitian adalah melakukan analisa teknis kinerja (*performance*) dengan menggunakan software PipelineStudio, dengan berbagai persamaan di atas untuk menentukan penurunan tekanan dari ruas pipa transmisi dan kapasitas dari pipa transmisi. Dari hasil penelitian diperoleh data sebagai berikut : Terjadi penurunan tekanan pada ruas pipa open access di Jawa Timur, dalam berbagai persamaan gas Panhandle A, Panhandle B dan Weymouth. Penurunan Tekanan terbesar apabila digunakan Persamaan Weymouth. Masih ada ruang kapasitas pipa dalam pipa Open Access di Jawa Timur sehingga memungkinkan untuk meningkatkan flowrate dari shipper yang ada atau dimungkinkan dengan menambah jumlah shipper, sampai laju alir 555 MMSCFD masih bisa untuk ruas pipa open access Jawa Timur.

Kata Kunci : Gas Bumi, Pipa Gas, *Open Access*

ABSTRACT

Natural gas until now ranks third in consumption from primary energy after oil and coal. Open Access Pipeline Sections are transmission sections or natural gas distribution network areas determined by considering gas sources based on government development plans and or proposals from BPH Migas and or business entity proposals within the framework of natural gas transportation business activities whose development and operation are carried out by business entities through an auction mechanism by BPH Migas. The methodology analysis uses a descriptive - quantitative analysis method, using the Panhandle A, Panhandle B and Weymouth equations. The data collected is data on pipe length, pipe diameter, pipe segments, gas characteristics, in addition to that, supplier condition data and recipient condition data are needed. The Goal for this paper to performance technical analysis is then simulated use PipelineStudio software, with the various equations above for determine pressure drop, pipeline capacity. From the research results, the following data were obtained: There was a pressure drop in the open access pipe section in East Java, in various Panhandle A, Panhandle B and Weymouth gas equations. The greatest pressure drop when the Weymouth Equation is used. There are still room for pipe capacity in the Open Access pipeline in East Java so that it is possible to increase the flowrate from existing shippers or it is possible to increase the number of shippers, up to a flow rate of 555 MMSCFD, it is still possible for the East Java open access pipeline.

Keywords : Natural gas, Gas Pipeline, Open Access

PENDAHULUAN

Gas Bumi hingga saat ini menempati urutan ketiga konsumsi dari energi primer setelah minyak bumi dan batubara. Sumber energi gas bumi ini merupakan potensi lebih besar yang masih bisa dikembangkan, akan tetapi terkendala dengan lokasi sumur produksi dan infrastruktur. Hal ini yang membuat energi gas bumi masih belum banyak dikenal dibanding produk minyak bumi dan batubara. (Adi et al., 2023)

memproyeksikan hingga 2035, komoditas gas masih digunakan untuk menjembatani transisi energi global. Transisi yang dimaksud adalah peralihan dari penggunaa pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) berbasis batu bara menuju pembangkit listrik berbasis energi baru dan terbarukan (EBT).

Semakin besarnya potensi cadangan gas bumi di Indonesia, Pemerintah juga mendorong monetisasi gas bumi di dalam negeri. Menuju Net Zero Emission, dalam rangka Energi Transisi Pemerintah berusaha meningkatkan peran gas bumi di Indonesia. Energi Primer dari Gas untuk pembangkit listrik diakui memiliki bermacam keunggulan antara lain capacity factor yang cukup tinggi dan menjadi pembangkit listrik base load, biaya investasi per megawatt pun lebih murah dibandingkan dengan Pembangkit Listrik Tenaga uap (PLTU), pembangkit listrik tenaga nuklir, dan pembangkit listrik tenaga panas bumi.

Menurut Rencana Umum Energi Nasional sebagaimana diatur dalam Perpres No 22/2017 memproyeksikan porsi energi fosil dalam bauran energi Indonesia pada 2050 mendatang sekitar 68,80%. Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) juga memproyeksikan porsi energi primer gas bumi dalam bauran energi primer Indonesia 2050 menjadi sekitar 24 persen, terbesar kedua setelah

Tabel 1. Konsumsi Energi Final dalam berbagai Bahan Bakar Primer
Satuan % (Persen)

Thn	Industrial Biomass	Solar Water Heater	Direct Use of Geothermal	Coal	Natural Gas	Oil Fuel
2012	0,00	0,00	0,00	15,05	11,91	47,53
2013	0,00	0,00	0,00	5,72	13,15	50,46
2014	0,00	0,00	0,00	7,23	12,77	47,68
2015	0,00	0,00	0,00	9,25	12,55	42,56
2016	0,00	0,00	0,00	8,62	10,49	44,58
2017	0,02	0,00	0,00	7,63	11,54	42,95
2018	0,04	0,00	0,00	11,59	11,16	36,98
2019	0,06	0,00	0,00	17,72	10,14	27,73
2020	0,08	0,00	0,00	13,49	11,66	26,39
2021	0,15	0,00	0,00	10,33	10,54	27,76
2022	0,41	0,08	0,00	26,87	6,70	23,76

International Energy Agency (IEA)

Energi Baru Terbarukan (EBT).

Dari Data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), pada 2022 porsi energi primer gas bumi untuk kebutuhan domestik sebesar 3.686 miliar british thermal unit per day (BBTUD) atau 68 persen. Sisanya, 1.759 Billion British Thermal Unit per Day (BBTUD) atau 32 persen, untuk kebutuhan ekspor. Pada Tahun 2023 serapan ekspor 1.912 BBTUD dan serapan dalam negeri (domestik) ditargetkan mencapai 3.881 BBTUD. (Aditiasari, 2022)

Terkait pemanfaatannya, pada 2022 sektor industri menjadi yang tertinggi dengan 1.611 BBTUD, diikuti ekspor gas alam cair (LNG) 1.154 BBTUD, pupuk 692 BBTUD, kelistrikan 619 BBTUD, dan ekspor gas pipa 606 BBTUD. Sementara untuk LNG domestik sebesar 483 miliar british thermal unit per day (BBTUD), domestik elpiji 79 BBTUD, gas perkotaan 10,93 BBTUD, dan bahan bakar gas (BBG) 4,21 BBTUD. (Perdana, 2023)



Gambar 1. Realisasi Penyerapan Harga Gas Bumi di 7 Sektor

Menurut Peraturan Menteri ESDM Nomor 4 Tahun 2018, Pengangkutan Gas Bumi adalah kegiatan menyalurkan Gas Bumi melalui pipa transmisi dan/atau pipa transmisi dan pipa distribusi, dan peralatan yang dioperasikan dan/atau diusahakan sebagai suatu kesatuan sistem yang terintegrasi, dan/atau kegiatan pengangkutan Gas Bumi melalui moda angkut lainnya. Sedangkan, Ruas Transmisi adalah ruas tertentu dari jaringan transmisi Gas Bumi yang merupakan bagian dari Rencana Induk Jaringan Transmisi dan Distribusi Gas Bumi Nasional untuk melaksanakan Kegiatan usaha Pengangkutan Gas Bumi melalui pipa transmisi. Pipa Transmisi adalah pipa untuk

mengangkut Gas Bumi dari sumber pasokan Gas Bumi atau lapangan-lapangan Gas Bumi ke Ruas Transmisi, Wilayah Jaringan Distribusi, Wilayah Niaga Tertentu, dan/atau konsumen Gas Bumi. Ruas Pipa Open Access adalah Ruas transmisi atau wilayah jaringan distribusi gas bumi yang ditetapkan dengan mempertimbangkan sumber gas berdasarkan rencana pembangunan pemerintah dan atau usulan BPH Migas dan atau usulan badan usaha dalam kerangka kegiatan usaha pengangkutan gas bumi yang pembangunan dan pengoperasiannya dilaksanakan badan usaha melalui mekanisme lelang oleh BPH Migas.

Pengangkutan gas melalui perpipaan adalah metode yang paling nyaman tetapi tidak flexible dari sumber gas dan salah satu tujuan. Jika jalur pipa harus ditutup, fasilitas produksi dan penerima serta kilang seringkali juga harus ditutup karena gas tidak dapat disimpan dengan mudah, kecuali mungkin dengan meningkatkan tekanan pipa dengan persentase tertentu. Dalam dekade terakhir, rata-rata, lebih dari 12.000 mil per tahun gas baru saluran pipa telah selesai; sebagian besar bersifat transnasional. Jika stabilitas politik dapat dijamin, jalur pipa mungkin dapat menyediakan jangka Panjang solusi untuk transportasi. Desain pipa transmisi gas yang optimal membutuhkan metode yang akurat untuk memprediksi penurunan tekanan untuk laju aliran tertentu atau memprediksi laju aliran untuk penurunan tekanan tertentu sehubungan dengan kompresi terpasang kebutuhan daya dan energi, misalnya, bahan bakar gas, sebagai bagian dari persyaratan teknis dan evaluasi ekonomi.

Sistem transmisi gas terdiri dari segmen ruas ruas pipa panjang tersambung satu sama lain kemudian membentuk jalur pipa yang terhubung dari daerah sumber produksi gas bumi (shipper) ke daerah konsumen (offtaker). (Asyari, 2018, vol. 2)

Dengan kata lain, ada kebutuhan untuk metode praktis untuk menghubungkan aliran gas melalui pipa dengan sifat-sifat keduanya pipa dan gas dan kondisi operasi, seperti tekanan dan suhu. Penurunan tekanan isothermal atau perhitungan laju aliran metode untuk pipa gas kering fase tunggal adalah yang paling banyak digunakan dan hubungan yang paling dasar dalam rekayasa sistem pengiriman gas Desain tipikal pipa transmisi gas melibatkan kompromi antara diameter pipa,

jarak stasiun kompresor, penggunaan bahan bakar, dan tekanan operasi maksimum. Ukuran pipa umumnya didasarkan pada penurunan tekanan yang dapat diterima, rasio kompresi, dan kecepatan gas yang diijinkan. Penurunan tekanan yang dapat diterima dalam jaringan pipa transmisi gas haruslah yang meminimalkan ukuran fasilitas yang diperlukan dan biaya operasional seperti pipa itu sendiri, daya kompresi terpasang, ukuran dan jumlah kompresor, serta konsumsi bahan bakar. Faktanya, penurunan tekanan yang besar antar stasiun akan menghasilkan rasio kompresi yang besar dan mungkin menyebabkan kinerja stasiun kompresor yang buruk. Pengalaman telah menunjukkan bahwa jalur pipa yang paling hemat biaya harus memiliki penurunan tekanan dalam kisaran antara 3,50 dan 5,83 psi/mil. (Mokhatab et al., 2006)

Throughput pipa (laju aliran) akan bergantung pada sifat gas, diameter dan panjang pipa, tekanan dan suhu gas awal, dan penurunan tekanan akibat gesekan. Beberapa persamaan tersedia yang menghubungkan laju aliran gas dengan sifat gas, diameter dan panjang pipa, dan tekanan upstream dan downstream. Ada beberapa metode formal untuk menghitung apa yang biasanya diinginkan oleh pemilik dan operator jalur pipa: kapasitas jalur pipa untuk mengalir dalam jutaan standar kaki kubik (atau meter) per hari. Persamaan tersebut adalah Weymouth, Panhandle A, dan Panhandle B dan, namun masih ada beberapa lainnya. Persamaan ini dapat dan telah dimodifikasi untuk menghilangkan faktor gesekan. Persamaan ini terdaftar sebagai berikut :

1. General Flow equation
2. Colebrook-White equation
3. Modified Colebrook-White equation
4. AGA equation
5. Weymouth equation
6. Panhandle A equation
7. Panhandle B equation
8. IGT equation
9. Spitzglass equation
10. Mueller equation
11. Fritzsche equation

Pada Penelitian ini penurunan tekanan dihitung dengan persamaan Panhandle A, Panhandle B dan Persamaan Weymouth. (Pradana & Firman, 2020)

Persamaan Panhandle A

$$Q = 435,87 E \left(\frac{T_b}{P_b} \right)^{1,0788} \left(\frac{P_1 - P_2}{56,48 \times 10^6 T_r L Z} \right)^{0,5194} D^{2,6182} \quad \dots(1)$$

Persamaan Panhandle B

$$Q = 737 E \left(\frac{T_b}{P_b} \right)^{1,02} \left(\frac{P_1 - P_2}{56,48 \times 10^6 T_r L Z} \right)^{0,51} D^{2,53} \quad \dots\dots\dots(2)$$

Persamaan Weymouth

$$Q = 433,5 E \left(\frac{T_b}{P_b} \right)^{0,5} \left(\frac{P_1 - P_2}{56 T_r L Z} \right)^{0,5} D^{2,667} \quad \dots\dots\dots(3)$$

dimana :

Q = volume flow rate, standard ft³/day (SCFD)

E = pipeline efficiency

P_b = base pressure, psia

T_b = base temperature, °R (460 + °F)

P₁ = upstream pressure, psia

P₂ = downstream pressure, psia

G = gas gravity (air = 1.00)

T_f = Suhu rata – rata gas flow , °R (460 + °F)

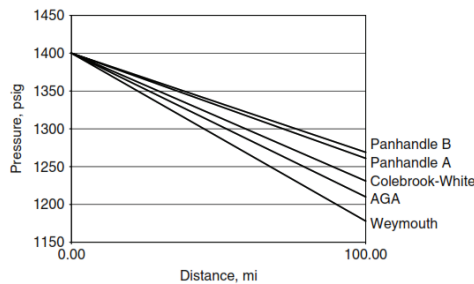
L_e = equivalent length of pipe segment, miles

Z = gas compressibility factor, dimensionless

D = pipe inside diameter, in.

Jika kita menghitung laju aliran dan tekanan dalam pipa gas menggunakan berbagai persamaan aliran. Setiap persamaan sedikit berbeda dari yang lain, dan beberapa persamaan mempertimbangkan efisiensi pipa sementara yang lain menggunakan nilai kekasaran pipa internal. Gambar 2 dan Gambar 3 menunjukkan beberapa perbandingan ini ketika menggunakan persamaan AGA, Colebrook-White, Panhandle, dan Weymouth.

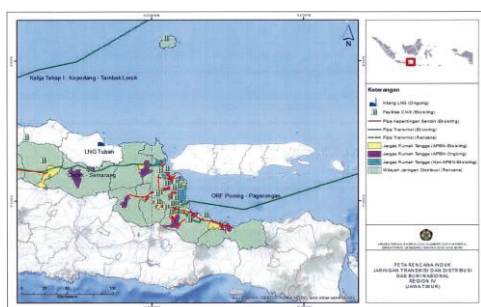
Pada Gambar 2, sudah dihitung pipa sepanjang 100 mil, NPS 16 dengan ketebalan dinding 0,250 in., beroperasi pada laju aliran 100 MMSCFD. Temperatur aliran gas adalah 80°F. Dengan tekanan upstream tetap pada 1400 psig, tekanan downstream dihitung menggunakan persamaan aliran yang berbeda. Dengan memperhatikan Gambar 2, terlihat jelas bahwa penurunan tekanan tertinggi diprediksi oleh persamaan Weymouth dan penurunan tekanan terendah diprediksi oleh persamaan Panhandle B. Perlu dicatat bahwa kami menggunakan kekasaran pipa 700 μ in. untuk persamaan AGA dan Colebrook, sedangkan efisiensi pipa 0,95 digunakan dalam persamaan Panhandle dan Weymouth.



Gambar 2. Perbandingan berbagai persamaan aliran untuk penurunan tekanan

Oleh karena itu kami menyimpulkan bahwa persamaan aliran yang paling konservatif yang memprediksi penurunan tekanan tertinggi adalah persamaan Weymouth dan persamaan aliran yang paling tidak konservatif adalah Panhandle A. (Menon, 2005)

Pada tanggal 12 Januari 2023 oleh Menteri ESDM Arifin Tasrif, di Jakarta, sudah menetapkan Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 10.K/MG.01/MEM.S/2023 tentang Rencana Induk Jaringan Transmisi dan Distribusi Gas Bumi Nasional Tahun 2022 – 2031. yang isinya tentang Rencana Induk Jaringan Transmisi dan Distribusi Gas Bumi Nasional Tahun 2022-2031 yang dibagi dalam 6 (enam) region yaitu: Region I Aceh dan Sumatera Utara; Region II Riau, Kepulauan Riau, Jambi, Sumatera Selatan, Lampung, Banten, Daerah Khusus Ibukota (DKI) Jakarta, dan Jawa Barat; Region III Jawa Tengah; Region IV Jawa Timur; Region V Kalimantan dan Bali; Region VI Sulawesi, Maluku, Nusa Tenggara Timur (NTT), Nusa Tenggara Barat (NTB), dan Papua. *Peraturan* ini mengembangkan jaringan gas dengan mendekati sumber pasokan gas dan berexpansi untuk pengembangan pasar gas alam. (Zhu et al., 2018)



Gambar 3. Peta Infrastruktur dan Wilayah Jaringan Distribusi dengan Infrastruktur Eksisting Region IV Jawa Timur

Salah satu peran perancangan pipa gas dalam desain enjiniring adalah menentukan parameter yang harus dipertimbangkan untuk memastikan bahwa secara teknis adalah layak. Parameter tersebut diantaranya adalah diameter pipa, tekanan operasi, jumlah kompresor dan Panjang jaringan pipa. (Paliwal & Yadav, 2019)

Dalam pipa open acces, Diperlukan gas sebagai pengisian pertama kali dalam jaringan pipa gas (*initial fill*) atau *Flowing Linepack* adalah jumlah gas minimum yang dibutuhkan terdapat di dalam pipa untuk menciptakan adanya suatu gradien tekanan (pressure gradient) sedemikian rupa sehingga dapat menimbulkan tekanan pada delivery point sebesar minimum delivery pressure yang telah ditentukan pada titik serah tersebut.

$$L P_{flow} = [1,193 \times 10^{-1}] \left[\frac{r_s}{L_{flow} T_{flow} P_2} \right] \left[\frac{P_1^2 - P_2^2}{P_1^2 - P_2^2} \right] L D_i^3 \dots\dots\dots (4)$$

Initial Fill adalah jumlah total Gas Bumi minimum (dalam mscf yang dikonversi ke dalam mmbtu berdasarkan nilai rata-rata GHV tertimbang) yang terdapat dalam Sistem Pipa dan disediakan oleh *Shipper*, yang besarnya ditetapkan oleh Transporter

Keadaan Darurat (*Emergency*) adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang tidak direncanakan, dapat disebabkan oleh instalasi atau peralatan, manusia dan bencana alam yang dapat mengakibatkan antara lain pada penderitaan manusia, kerugian harta benda, kerusakan sarana dan prasarana, gangguan operasi, fasilitas umum, gangguan umum terhadap tata kehidupan masyarakat serta kerusakan lingkungan hidup.

Pengangkutan Gas pipa menjaga *linepack* dengan kondisi pada kedua titik serah dan titik terima dan *contingency* digunakan untuk menjaga kondisi linepack tetap pada kondisi tersebut. (Keyaerts, 2012)

Minimum linepack adalah kondisi flow rate gas pada initial fill dengan penambahan flow rate untuk kondisi *contingency* dan *emergency* (CE), Apabila jumlah volume gas di dalam pipa untuk mengantisipasi contingency dan emergency linepack adalah ditentukan 3 jam dari flow rate gas.

Minimum Linepack =
Flowing Linepack + CE Linepack.

$$CE\ Linepack = Q_G \frac{Hour\ Time\ of\ CE}{24} \dots\dots\dots (5)$$

Maximum linepack, yaitu linepack pada kondisi Maximum Allowable Operating Pressure (MAOP) Pipeline pada buku Gas Pipeline Hydraulics halaman 207 dengan persamaan

$$P = \frac{2tSEFT}{D} \dots\dots\dots (6)$$

- Dimana
- P = internal pipe design pressure, psig
 - D = pipe outside diameter, in.
 - t = pipe wall thickness, in.
 - S = specified minimum yield strength (SMYS) of pipe material, psig
 - E = seam joint factor, 1.0 for seamless and submerged arc welded (SAW) pipes.
 - F = design factor, usually 0.72
 - T = temperature deration factor = 1.00

Linepack Flexibility adalah selisih volume linepack maksimum dengan minimum, yang bisa digambarkan seperti tersebut dibawah ini:

$$Flexibility\ LP = Maximum\ LP - Minimum\ LP$$

(7)

TUJUAN DAN BATASAN PENELITIAN

- 1) Tujuan Penelitian
 1. Menentukan pressure drop pada ruas pipa transmisi pada jaringan pipa transmisi gas di Jawa Timur
 2. Menentukan Kapasitas aliran pada pipa transmisi gas alam di Jawa Timur,
- 2) Batasan Penelitian

Penelitian ini Dalam penulisan Karya Tulis Ilmiah dibatasi pada Analisa Pipa pada Pipa Transmisi Gas bumi jalur ruas pipa Jawa Timur

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode analisa deskriptif - kuantitatif, menggunakan persamaan Panhandle A, Panhandle B dan Weymouth. Data yang dikumpulkan adalah data Panjang pipa, diameter pipa, ruas pipa, sifat karakteristik gas, selain itu diperlukan data kondisi pemasok dan data

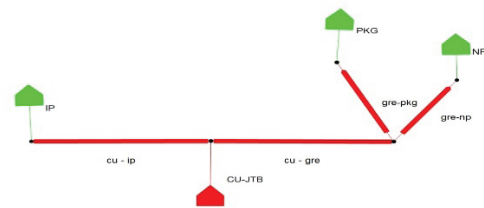
kondisi penerima. Setelah ditetapkan data-data tersebut selanjutnya disimulasikan analisa teknis kinerja (*performance*) dengan bantuan software PipelineStudio, dengan berbagai persamaan di atas.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Menurut data dari Keputusan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor : 10.K/MG.01/MEM.M/2023 Tentang Rencana Induk Jaringan Transmisi Dan Distribusi Gas Bumi Nasional Tahun 2022 – 2031, bahwa disebutkan bahwa Penelitian ini fokus pada jaringan pipa transmisi Region IV Jawa Timur, terutama ruas pipa Gresik – Semarang (Gresem).

- Diameter Pipa 24 inch, ruas pipa Gresik - PLN Gresik Panjang pipa 3,42 km di Kab Gresik
- Diameter Pipa 10 inch ruas pipa Gresik - PKG Gresik, Panjang pipa 4,65 km Kab Gresik
- Diameter Pipa 28 inch , Gresik – Semarang, Panjang pipa 275 km

Sehingga bila digambarkan dalam skema seperti gambar di bawah ini.



Gambar 4. Desain Pipa Transmisi Area Jawa Timur

Tabel 2. Komposisi Gas dari Pemasok (CU) (% mole

Senyawa	% mole
Methane	89,3194
Ethane	3,1765
Propane	1,0359
N-Butane	0,2057
I-Butane	0,1964
N-Pentane	0,0000
I-Pentane	0,0073
Hexane	0,0000
Heptane	0,0099
Octane	0,0064
Nonane	0,0006
Nitrogen	0,4982
Carbon Dioxide	5,5427
Hidrogen Sulfide	0,0000
Water	0,0011

Data Operasi :
Suhu Operasi = 90°F

Laju Alir Pemasok Gas = 175 MMSCFD
 Tekanan Pemasok = 500 psig
 Laju alir Penerima Gas PKG = 20 MMSCFD
 Laju Alir Penerima Gas NP = 80 MMSCFD
 Laju alir Penerima Gas IP = 75 MMSCFD
 Kemudian disimulasikan dengan software pipeline studio versi 5.3. milik PPSDM MIGAS
 Diperoleh data- data sebagai berikut :

Tabel 3. Pressure Drop dalam berbagai persamaan Gas

Kondisi	Persamaan Panhandle A	Persamaan Panhandle B	Persamaan Weymouth
Tekanan Pemasok (psig)	500	500	500
Flow Pemasok (MMSCFD)	175	175	175
Tekanan Offtaker NP (psig)	480.68	482.93	477.42
Flow Offtaker NP (MMSCFD)	80	80	80
Tekanan Offtaker PKG (psig)	476.25	479.30	470.48
Flow Offtaker PKG (MMSCFD)	20	20	20
Tekanan Offtaker IP (psig)	487.90	489.63	486.49
Flow Offtaker IP (MMSCFD)	75	75	75
Flowing Linepack Gresem (MMSCF)	147.78	148.60	147.43
Flowing Linepack GrePkg (MMSCF)	0.31	0.31	0.31
Flowing Linepack GreNP (MMSCF)	1.32	1.32	1.31

Dari simulasi di atas terlihat bahwa penurunan tekanan lebih besar pada Penggunaan Persamaan Weymouth dan yang paling sedikit dengan menggunakan persamaan panhandle B, hal ini sudah sesuai dengan pernyataan dari Sashi Menon pada bukunya *Gas Pipeline Hydraulics*, pada halaman 80 bahwa penurunan tekanan

tertinggi diprediksi oleh persamaan Weymouth dan penurunan tekanan terendah diprediksi oleh persamaan Panhandle B, seperti gambar 2 pada tulisan ini.(Menon, 2005)

Berikutnya dilakukan analisis kapasitas pipa Open Access Gresem, dengan desain sebagai berikut :



Gambar 5. Desain pipa Gresem

Untuk perhitungan kapasitas pipa, karena paling tinggi penurunan tekanan (*pressure drop*), maka dalam perhitungan kapasitas pipa digunakan persamaan Weymouth

Menghitung Maximum Linepack dengan mencari MAOP , sesuai persamaan 6 di atas, kondisi pipa diameter 28 inch ketebalan 0,5, jenis pipa adalah API 5L X52

$$P = \frac{2tSEFT}{D}$$

$$P = (2 \times 0,5 \times 52000 \times 1 \times 0,72 \times 1) / 28 = 1337,14 \text{ psig}$$

Maka selanjutnya dilakukan simulasi dengan software Pipelinestudio ver5.3. dengan mencari Flowing Linepack, Maximum Linepack, Minimum Linepack, dengan kondisi sebagai berikut :

Flowrate supply 175 MMSCFD

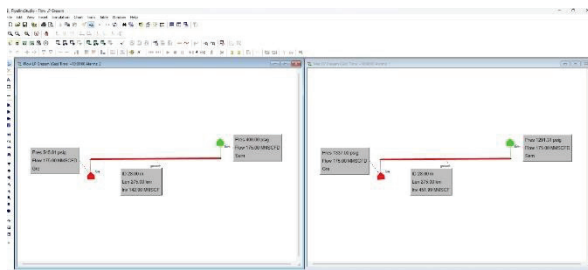
Tekanan Minimum Offtaker ditetapkan 400 psig Emergency dan contingency ditetapkan 3 jam Kemudian dilanjutkan dengan Analisa sensitivitas dengan menaikkan laju alir (flowrate) gas setiap 100 MMSCFD, dimulai dari 175 MMSCFD, sampai Flexibility Linepack mendekati 0 (nol)

Tabel 4. Perhitungan Kapasitas Pipa

No	Laju Alir	Max. Linepack MMSCF	Flowing Linepack MMSCF	Min Linepack MMSCF	Flexibility Linepack MMSCF
1	175	451,99	142,9	164,775	287,215
2	275	437,93	172,68	207,055	230,875
3	375	416,65	209,02	255,895	160,755
4	475	386,73	249,79	309,165	77,565
5	555	354,62	284,71	354,085	0,535

Dengan demikian, dari hasil perhitungan di atas masih ada ruang di dalam pipa open acces tersebut sehingga bisa dimungkinkan bagi transporter untuk meningkatkan laju alir, dari shipper yang

ada, atau dengan menambah jumlah shipper untuk melewati pipa open acces yang sudah ada.



Gambar 6. Tangkapan layar (*screenshot*) simulasi dengan PipelineStudio ver5.3

KESIMPULAN

1. Terjadi penurunan tekanan pada ruas pipa open access di Jawa Timur, setelah dihitung dengan berbagai persamaan gas Panhandle A, Panhandle B dan Weymouth. Penurunan Tekanan terbesar apabila digunakan Persamaan Weymouth.
2. Masih ada ruang kapasitas pipa dalam pipa Open Access di Jawa Timur sehingga memungkinkan untuk meningkatkan flowrate dari shipper yang ada atau dimungkinkan dengan menambah jumlah shipper, sampai laju alir 555 MMSCFD masih bisa untuk ruas pipa open acces Jawa Timur.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, A. C., Prananto, A. B., & Anutomo, I. G. (2023). *Handbook of Energy and Economic Statistics of Indonesia-2022* (Vol. 1).
- Aditiasari, D. (2022, May 26). Gas Bumi RI Melimpah, Bisa Jadi Modal Transisi ke Energi Bersih. *Detik.Com*. <https://finance.detik.com/energi/d-6096442/gas-bumi-ri-melimpah-bisa-jadi-modal-transisi-ke-energi-bersih>
- Asyari, R. A. (2018). *Pemodelan Penentuan Lokasi Stasiun Kompresor Untuk Pipa Transmisi Gas Dari Sumatera Selatan – Jawa Barat*. 2(1), 43–53.
- Menon, E. Shashi. (2005). *Gas Pipeline Hydraulics*. Taylor & Francis.
- Mokhatab, S., Poe, W. A. P., & Speight, J. G. (2006). *Handbook of Natural Gas Transmission and*

Processing.

- Perdana, A. P. (2023, January 30). Optimalkan Serapan Domestik, Infrastruktur Gas Bumi Dikebut. *Kompas*.
- Pradana, M. R., & Firman, M. L. O. (2020, March 1). Analisis dan Simulasi Penyaluran Gas Pada Jaringan Pipa Gas Transmisi South Sumatera West Java (SSWJ) Untuk Memenuhi Kebutuhan Pembangkit Listrik PQR Tahun 2020. *Prosiding Seminar Rekayasa Teknologi (SemResTek)*.
- Keyaerts, N. (2012). Gas balancing and line-pack flexibility concepts and methodologies for organizing and regulating gas balancing in liberalized and integrated EU gas markets. In *PhD Thesis, KU Leuven* (Issue September).
- Menon, E. S. (2005). *Gas Pipeline Hydraulics*. Taylor & Francis.
- Paliwal, P., & Yadav, S. (2019). Marketing Aspects of Natural Gas Transmission and Distribution Business. In *Natural Gas Transmission and Distribution Business* (Vol. 1, pp. 155–166). <https://doi.org/10.1201/9780429486425-8>
- Zhu, Z., Sun, C., Zeng, J., & Chen, G. (2018). Optimization of natural gas transport pipeline network layout: A new methodology based on dominance degree model. *Transport*, 33(1), 143–150. <https://doi.org/10.3846/transport.2018.145>

LAMPIRAN

Tabel Perhitungan kapasitas Pipa

No	Flowrate (MMSCFD)	Maximum Linepack			Flowing Linepack			E & C (MMSCF)	Min LP (MMSCF)	Flexibility LP (MMSCF)
		1		2		3	4 = 2 + 3	5 = 1 - 4		
		GRESEM	P inlet	P outlet	GRESEM	P inlet	P outlet	GRESEM	GRESEM	GRESEM
1	175	451,99	1337	1291,31	142,9	421,14	400	21,875	164,775	287,215
2	275	437,93	1337	1220,45	172,68	704,15	400	34,375	207,055	230,875
3	375	416,65	1337	1108,49	209,02	879,57	400	46,875	255,895	160,755
4	475	386,73	1337	937,95	249,79	1061,08	400	59,375	309,165	77,565
5	555	354,62	1337	728,09	284,71	1207,57	400	69,375	354,085	0,535

Tabel Data Pipa Transmisi Gas Area Jawa Timur

No	Sumber Gas	Badan Usaha	Data Pipa			
			Ruas	Wilayah (Kab/Kota)	Diameter (inch)	Panjang (km)
1	Kangean, Pangerungan, Teras Sirasun Batur, Maleo, Meliwis, Peluang, Brantas	PT. X	Pagerungan - ORF Porong	Kab Sidoarjo	28	369,7
			ORF Porong - Gresik	Kab. Sidoarjo, Kota Surabaya, Kab. Gresik	28	52,64
			Wunut - EJGP	Kab Sidoarjo	12	0,105
			Gresik - PLN Gresik	Kab Gresik	24	3,42
			Gresik - PKG Gresik	Kab Gresik	10	4,65
			ORF Porong - Grati	Kab. Sidoarjo, Kab. Pasuruan	18	56
			ORF Semare - Porong Grati Kp 19.4	Kab Pasuruan	16	8,1
			Looping Gresik - PKG Gresik	Kab Gresik	12	3,6
2	Jambaran Tiung Biru	PT.X	Gresik - Semarang	Kab. Gresik, Kab. Lamongan, Kab. Bojonegoro, Kab. Blora, Kab. Grobogan, Kab. Demak, Kota Semarang	28	275

