

# ANALISIS DAN SIMULASI PENYALURAN GAS PADA JARINGAN PIPA GAS TRANSMISI *SOUTH SUMATERA WEST JAVA* (SSWJ) UNTUK MEMENUHI KEBUTUHAN PEMBANGKIT LISTRIK PQR TAHUN 2020

Muhammad Rizky Pradana<sup>1†</sup>, La Ode Mohammad Firman<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

**ABSTRAK.** Analisis dan simulasi penyaluran gas pada jaringan pipa gas transmisi SSWJ ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan jaringan pipa gas transmisi SSWJ terhadap penambahan kebutuhan gas dari pembangkit listrik PQR. Penambahan kebutuhan gas ini diidentifikasi dari dokumen RUPTL yang diterbitkan oleh Kementerian ESDM setiap tahunnya. Pada RUPTL dicantumkan bahwa pembangkit listrik PQR akan meningkatkan kapasitas produksi listrik sehingga dibutuhkan penambahan gas sebesar 55 MMSCFD pada tahun 2020. Perhitungan pertama kali dilakukan untuk menentukan persamaan yang paling sesuai dengan jaringan pipa transmisi gas SSWJ dari empat persamaan yaitu Panhandle A, Pandhandle B, Weymouth, dan Spitzglass. Lalu dilakukan pembuatan model dan analisis menggunakan software Pipeline Studio untuk mendukung perhitungan manual yang dilakukan untuk empat persamaan tersebut. Selanjutnya dilakukan simulasi kapasitas maksimum dengan menggunakan software Pipeline Studio untuk mengetahui kemampuan jaringan pipa transmisi gas SSWJ terhadap penambahan 55 MMSCFD, dan terakhir dilakukan simulasi menggunakan software Pipeline Studio untuk menentukan titik pasokan paling optimal. Berdasarkan analisis yang dilakukan, persamaan yang paling sesuai adalah persamaan Weymouth dengan deviasi terhadap kondisi aktual sebesar 2%. Sedangkan untuk penambahan kapasitas aliran gas sebesar 55 MMSCFD di titik MBK memanfaatkan 92,70% dari kemampuan maksimum jaringan pipa, sehingga penambahan ini masih mampu dipenuhi oleh jaringan pipa transmisi gas SSWJ. Dengan adanya penambahan pasokan gas 55 MMSCFD menyebabkan kehilangan tekanan yang terjadi sepanjang jaringan pipa lebih besar dan untuk titik pasokan paling optimal yaitu dari titik FSRU dengan tekanan yang diterima pada titik MBK sebesar 489,11 psia.

**Kata kunci**— *Jaringan Pipa; Gas Alam; Pipeline Studio*

## PENDAHULUAN

Salah satu sarana transportasi yang digunakan dalam mengalirkan Gas Bumi di Indonesia adalah melalui jaringan pipa gas. PT. X merupakan perusahaan yang bergerak di bidang transmisi dan transportasi Gas Bumi. Gas Bumi disalurkan melalui jaringan pipa transmisi dan distribusi dari lapangan produksi yang berada di Sumatera bagian selatan menuju konsumen di wilayah Jawa bagian barat. Gas yang diperoleh dari pemasok disalurkan melalui jaringan pipa yang kemudian di terima oleh stasiun penerima sekaligus pembagi. Untuk kemudian didistribusikan kepada seluruh pelanggan Gas Bumi meliputi segmen komersial, industri, rumah tangga, dan pembangkitan listrik oleh IPP maupun PT PLN (Persero)[1].

Mengacu pada Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik PT Perusahaan Listrik Negara (Persero) Tahun 2019 sampai dengan Tahun 2028 yang diterbitkan melalui KEPMEN ESDM Nomor 39 K/20/MEM/2019 dan sering disebut RUPTL, PT PLN (Persero) merencanakan penambahan produksi listrik di Pembangkit PQR sebesar 150 MW pada tahun 2019 dan 500 MW pada tahun 2020. Sehingga dengan adanya penambahan produksi listrik ini dibutuhkan tambahan pasokan gas sebesar 55 MMSCFD atau 64.744,48 m<sup>3</sup>/jam diluar pasokan eksisting saat ini.

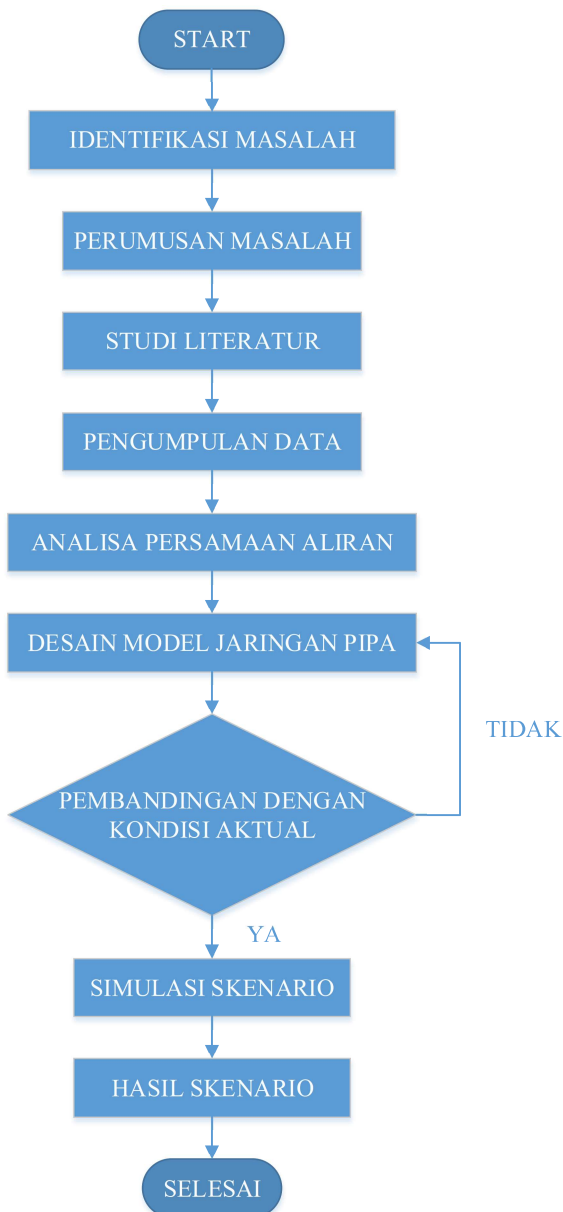
<sup>†</sup> Corresponding author: [muhammadpradana1995@gmail.org](mailto:muhammadpradana1995@gmail.org)

Berdasarkan hal diatas, maka dilakukan penelitian mengenai analisa perhitungan untuk menentukan pola operasi optimal pada jaringan SSWJ dengan hasil simulasi menggunakan software Pipeline Studio. Sehingga dari optimalisasi ini dapat ditentukan langkah yang tepat untuk memenuhi kebutuhan tambahan pasokan gas dari konsumen. Tujuan dilaksanakannya penelitian ini adalah melakukan analisis dan simulasi untuk mengetahui kemampuan kapasitas jaringan pipa gas transmisi SSWJ, pengaruh, dan titik pemasok untuk tambahan gas 55 MMSCFD.

Penelitian ini mencakup perhitungan secara manual menggunakan persamaan Panhandle A, Panhandle B, Weymouth, dan Spitzglass. Selain itu, penelitian ini juga mencakup simulasi untuk menentukan persamaan yang paling sesuai dan untuk menentukan titik pemasok yang paling optimal. Penggunaan persamaan ini melanjutkan penelitian sebelumnya yang hanya menggunakan satu persamaan pada jaringan pipa gas transmisi SSWJ. Persamaan yang digunakan pada penelitian sebelumnya hanya menggunakan persamaan Panhandle A[2].

## METODE

Metode penelitian yang diterapkan pada penelitian Optimalisasi dan Simulasi Penyaluran Gas Pada Jaringan Pipa Gas Transmisi SSWJ untuk Memenuhi Kebutuhan Pembangkit Listrik PQR Tahun 2020 ini adalah metode empirik.



Tahap pertama yang dilakukan untuk penelitian ini yaitu identifikasi masalah. Pada tahap ini masalah diidentifikasi dengan cara melakukan riset kebutuhan akan tenaga listrik di masa mendatang. Kebutuhan listrik di masa mendatang secara rinci dapat diketahui melalui RUPTL yang diterbitkan oleh PT PLN (Persero). Selanjutnya dilakukan perumusan masalah yang didapat berdasarkan informasi yang dimiliki.

Setelah dilakukan perumusan masalah, langkah selanjutnya adalah mencari sumber pustaka yang digunakan sebagai rujukan penyelesaian masalah. Sumber pustaka diperoleh dari buku pustaka, jurnal ilmiah, artikel ilmiah dan lain sebagainya. Pada tahap ini dilakukan pencarian referensi di internet dan membaca buku ilmiah yang menjadi rujukan.

Data dikumpulkan dari berbagai macam sumber untuk mendukung proses penelitian. Data teknis pipa diantaranya jumlah segmen pipa, diameter pipa, panjang pipa, dan sifat fisik pipa. Selain data teknis pipa dikumpulkan juga data parameter operasi dari masing-masing titik pemasok gas, seperti data suplai dan permintaan gas, dan juga sifat fisik gas. pada tahap ini dipelajari bagaimana kondisi lapangan sebenarnya seperti wilayah-wilayah yang dilewati jaringan pipa transmisi, siapa saja yang menjadi pemasok gas, siapa saja yang menjadi konsumen gas, dan diaman letak para pemasok dan konsumen gas[3].

Analisa yang dilakukan adalah analisa persamaan aliran gas untuk mendapatkan persamaan yang cocok digunakan pada objek yang diteliti dengan cara menghitung kehilangan tekanan pada pipa dan membandingkannya dengan data aktual. Lalu dilakukan eksperimen pemodelan dengan tujuan untuk membuat model jaringan pipa yang memiliki desain menyerupai kondisi aktual atau lapangan. Desain model ini dilakukan dengan menggunakan bantuan *software Pipeline Studio* untuk mempermudah dalam melakukan desain jaringan.

Setelah diperoleh model jaringan pipa yang cukup merepresentasikan kondisi aktual maka dilakukan simulasi aliran untuk uji skenario. Simulasi ini dilakukan dengan merubah beberapa parameter sesuai dengan skenario yang diinginkan sesuai dengan kebutuhan permintaan dan disesuaikan dengan kondisi pasokan.

Dalam pembuatan model dan simulasi yang dilakukan digunakan perangkat lunak *Pipeline Studio*. *Pipeline Studio* merupakan *software* simulator *multiphase* yang bisa melakukan simulasi jaringan pipa gas pada kondisi transien maupun pada kondisi *steady-state*. Sebelum dilakukan simulasi, pada aplikasi ini juga bisa dilakukan desain secara skematik jaringan pipa gas alam. *Pipeline Studio* juga bisa digunakan untuk melakukan analisis hidrolis pipa dan analisis skenario alternatif.

*Software Pipeline Studio* dapat digunakan pada tahapan desain maupun pada jaringan eksisting yang sudah beroperasi. Untuk jaringan eksisting yang sudah beroperasi, *Pipeline Studio* mampu digunakan untuk menghitung ketahanan jaringan pipa gas terutama ketika menghadapi gangguan pasokan, melacak komposisi gas yang mengalir dalam jaringan pipa gas, melakukan optimalisasi dan efisiensi bahan bakar, melakukan identifikasi dan meminimalisir efek *bottlenecks* yang ada pada jaringan pipa, memenuhi kebutuhan tekanan yang disyaratkan pada titik penyerahan sesuai kontrak. Sedangkan pada tahapan desain, *Pipeline Studio* memiliki kemampuan untuk menentukan hasil akhir yang paling optimal, dan mengetahui kebutuhan kompresor beserta lokasi yang paling optimal untuk berbagai konfigurasi, menentukan ukuran pipa yang paling sesuai untuk desain jaringan pipa gas. Selain itu, kegunaan lain *Pipeline Studio* adalah untuk melakukan *forecasting*, analisis *scenario what if* seperti untuk skenario yang berhubungan dengan akuisisi gas dan berhenti operasinya alat, dan menentukan *feasibility* dari kebutuhan kontrak yang baru[4].

## HASIL

Analisis kemampuan jaringan pipa transmisi gas alam SSWJ yang menghubungkan lapangan produksi gas di Sumatera Selatan ke pembangkit listrik dan *Off Take Station* di Jawa Barat agar bisa mengalirkan pasokan gas tambahan diperlukan pembuatan model jaringan pipa, kemudian dilakukan simulasi terhadap pasokan gas baru untuk mengetahui apakah dengan adanya penambahan pasokan gas baru untuk memenuhi kebutuhan gas yang bertambah tidak mengganggu kondisi operasional eksisting saat ini. Adapun yang menjadi batasan dalam penelitian ini adalah perancangan model dilakukan dengan tidak mempertimbangkan penggunaan semua komponen sistem perpipaan secara detail. Simulasi jaringan dilakukan dalam keadaan *steady-state*. Dalam perancangan model dan perhitungan jaringan pipa dianggap horizontal tanpa ada perbedaan ketinggian (elevasi). Ambient temperatur sepanjang jaringan pipa transmisi dianggap konstan sebesar 77°F.

Langkah awal penelitian ini adalah pengumpulan data-data lapangan yang menjadi parameter pada perhitungan kehilangan tekanan alir gas dalam pipa (*pressure drop*). Data tersebut diantaranya adalah: data *supply* gas dan *demand* gas pada titik-titik inlet dan outlet pada jaringan pipa transmisi, selanjutnya data-data pipeline yaitu: Material pipa, panjang pipa, ukuran diameter pipa, tebal dinding pipa, selain itu juga data dari

fluida yang mengalir yaitu: komposisi gas, *API gravity*, temperatur fluida. Perhitungan kehilangan tekanan pada tiap segmen pipa pada jaringan transmisi SSWJ ini dilakukan dengan menggunakan beberapa persamaan dan cara perhitungan diantaranya adalah persamaan Panhandle A, persamaan Panhandle B (Modified Panhandle), persamaan Weymouth dan persamaan Spitzglass. Selanjutnya hasil atau nilai yang didapat dari perhitungan yang dilakukan dibandingkan dengan hasil yang diperoleh dari simulasi *Pipeline Studio*. Kemudian hasil yang didapat dari *Pipeline Studio* akan dibandingkan dengan data aktual, hal ini dilakukan untuk mendapatkan model yang dapat merepresentasikan keadaan nyata sebagai dasar untuk melakukan simulasi dengan data yang berbeda. Barulah dilakukan simulasi skenario untuk mengetahui hubungan atau pengaruh antara kehilangan tekanan (*Pressure Drop*) dengan kapasitas alir gas dalam pipa. Maka dilakukan skenario dengan adanya penambahan demand gas oleh pembangkit listrik PQR untuk mengoperasikan turbin dengan bahan bakar gas.

Saat ini Kapasitas terpasang pembangkit listrik PQR Bekasi sebesar ± 1.700 MW (Blok 1,2 dan serta PLTU 4-5) dan rencana Blok 3 sebesar 500 MW yang diperkirakan beroperasi pada tahun 2020, sehingga total kapasitas terpasang di pembangkit listrik PQR nantinya akan mencapai 2.200 MW. Oleh karena itu untuk memenuhi target listrik yang mencapai 2.200 MW diperlukan tambahan pasokan gas sebesar 55 MMSCFD. Dari skenario ini akan dilakukan simulasi untuk menguji apakah jaringan pipa SSWJ mampu mengalirkan pasokan gas yang diminta pembangkit listrik Muara Tawar dan bagaimana pengaruh dari penambahan pasokan gas sebesar 55 MMSCFD terhadap kondisi operasi jaringan pipa transmisi SSWJ.

### Perhitungan Kehilangan Tekanan Tiap Segmen Pipa

Pada subbab ini dilakukan perhitungan kehilangan tekanan dengan menggunakan persamaan Panhandle A, Panhandle B, Weymouth, dan Spitzglass. Tujuan dilakukan perhitungan ini adalah untuk menentukan persamaan yang paling sesuai untuk digunakan menghitung kehilangan tekanan pada jaringan pipa SSWJ. Hasil perhitungan masing-masing persamaan akan dibandingkan dengan kondisi aktual. Terdapat Ada 6 segmen pipa dalam jaringan transmisi SSWJ yang akan di lakukan analisis. Sebelum dilakukan perhitungan kehilangan tekanan dilakukan perhitungan nilai Z faktor (faktor kompresibilitas) untuk melengkapi parameter yg dibutuhkan dalam perhitungan. Nilai Z faktor didapat dengan korelasi *Kartz and Standing*, hasil yang didapat sebagai berikut[5]:

Tabel 3.1 Faktor kompresibilitas

Gas COPI			Gas COPI+PEP	
<b>Ppc</b>	679,38	psia	681,28	psia
<b>Tpc</b>	362,29	<sup>o</sup> R	364,37	<sup>o</sup> R
<b>Ppr</b>	1,45	psia	1,29	psia
<b>Tpr</b>	1,52	<sup>o</sup> R	1,51	<sup>o</sup> R
<b>Z</b>	0,86		0,87	

Setelah semua parameter yang dibutuhkan untuk melakukan perhitungan terlengkapi, maka dimulai perhitungan tekanan masing-masing segmen. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut[3]:

#### 9) Panhandle A

$$Q = 435,87E \left( \frac{T_b}{P_b} \right)^{1,0788} \left( \frac{P_1^2 - P_2^2}{SG^{0,8539} T_f LZ} \right)^{0,5394} D^{2,6182} \tag{1}$$

#### 10) Panhandle B

$$Q = 737E \left( \frac{T_b}{P_b} \right)^{1,02} \left( \frac{P_1^2 - P_2^2}{SG^{0,961} T_f LZ} \right)^{0,51} D^{2,53} \quad (2)$$

11) *Weymouth*

$$Q = 433,5E \left( \frac{T_b}{P_b} \right) \left( \frac{P_1^2 - P_2^2}{SG T_f LZ} \right)^{0,5} D^{2,667} \quad (3)$$

12) *Spitzglass*

$$Q = 729,6087E \left( \frac{T_b}{P_b} \right) \left( \frac{P_1^2 - P_2^2}{SG T_f LZ \left( 1 + \frac{3,6}{D} + 0,03D \right)} \right)^{0,5} D^{2,5} \quad (4)$$

Keterangan:

Q = laju alir gas alam, SCFD

E = efisiensi pipa, nilai desimal kurang dari 1,0

Pb = tekanan standar, psia

Tb = suhu standar, °R

L = panjang pipa, mil

D = diameter dalam pipa, in

P1 = tekanan masuk, psia

P2 = tekanan keluar, psia

Tf = temperatur gas alam, °R

SG = specific gravity gas alam

Z = faktor kompresibilitas gas alam

Setelah dilakukan perhitungan kehilangan tekanan pada setiap segmen pipa pada jaringan SSWJ maka data yang diperoleh dibandingkan dengan kondisi aktual. Sehingga data dapat ditabulasikan menjadi sebagai berikut:

Tabel 3.2 Hasil Perhitungan Penurunan Tekanan

Segmen	P downstream (P <sub>2</sub> ), psia				
	Panhandle A	Panhandle B	Weymouth	Spitzglass	Aktual
<b>Pipa 1</b>	950,51	958,63	940,98	959,49	941,40
<b>Pipa 2</b>	894,81	916,54	868,86	918,04	877,60
<b>Pipa 3</b>	783,86	834,88	714,48	827,06	740,40
<b>Pipa 4</b>	783,41	834,56	713,84	826,70	740,40



<b>Pipa 5</b>	577,18	617,12	518,30	653,00	557,30
<b>Pipa 6</b>	506,15	506,15	497,88	517,33	483,70

### Perhitungan Kehilangan Tekanan Tiap Segmen Pipa dengan Software Pipeline Studio

Perhitungan kehilangan tekanan pada subbab ini akan dilakukan dengan *software Pipeline Studio* untuk setiap segmen pipa. Hasil perhitungan kehilangan tekanan yang dihasilkan dari *software Pipeline Studio* untuk setiap mode persamaan alir akan dibandingkan dengan kehilangan tekanan aktual.

Data yang akan digunakan sebagai dasar dalam membuat model jaringan pipa transmisi gas SSWJ, meliputi data fisik pipa, komposisi gas, tekanan gas, temperatur gas, dan laju alir gas. Data fisik pipa jaringan transmisi SSWJ meliputi panjang pipa, diameter luar pipa (OD), diameter dalam pipa (ID), serta sifat dari material pipa yaitu berat jenis pipa, kekasaran pipa, konduktivitas panas, serta kalor jenis pipa dalam hal ini adalah *Carbon Steel* sebagaimana dapat dilihat dalam tabel 3.3 berikut ini.

Tabel 3.3 Data Umum Pipa

Segmen	Length	OD pipa	ID pipa
	km	in	in
<b>Pipe1</b>	76	36	34,75
<b>Pipe2</b>	120	36	34,75
<b>Pipe3</b>	267	32	30,876
<b>Pipe4</b>	268	32	30,876
<b>Pipe5</b>	163	32	30,75
<b>Pipe6</b>	101	32	30,5

Sedangkan untuk data sifat fisik pipa berbahan *Carbon Steel* yang meliputi *density*, *thermal conductivity*, *specific heat*, *roughness*, dan *efficiency* dapat ditabulasikan dalam tabel 3.4 sebagai berikut:

Tabel 3.4 Sifat Fisik Pipa Carbon Steel

Parameter	Value	Unit
<b>Density</b>	490,059	lb/cf
<b>Thermal Conductivity</b>	28,9	Btu/ft-hr- <sup>0</sup> F
<b>Specific Heat</b>	0,1194	Btu/lb- <sup>0</sup> F
<b>Roughness</b>	0,0018	in
<b>Efficiency</b>	0,9	

Data laju alir pada setiap titik *upstream* dan *downstream*, data temperatur, dan data tekanan pada *upstream* di pemasok COPIGRSK dapat ditabulasikan seperti pada tabel 3.5. Titik *upstream* untuk data laju alir meliputi titik pemasok COPIGRSK, PEPPGD, dan FSRU.

Tabel 3.5 Karakteristik Gas

Parameter	Value	Unit
<b>COPIGRSK pressure</b>	985,0	psia
<b>Laju alir COPIGRSK</b>	456,6	MMscfd
<b>Laju alir TD</b>	5,705	MMscfd
<b>Laju alir PEPPGD</b>	146,5	MMscfd
<b>Laju alir LBM</b>	23,09	MMscfd
<b>Laju alir FSRU</b>	0	MMscfd
<b>Laju alir MBK</b>	397,41	MMscfd
<b>Laju alir BJN</b>	176,6	MMscfd
<b>Tekanan lingkungan</b>	14,7	psia
<b>Temperatur lingkungan</b>	77	<sup>o</sup> F

Pada table 3.6 disajikan hasil tabulasi dari data karakteristik gas yang dialirkan pada pipa transmisi SSWJ sebagai berikut:

Tabel 3.6 Data Operasi Jaringan Pipa Transmisi Gas SSWJ

Parameter	Value	Unit
<b>Fluid Temperatur COPIGRSK</b>	95,9	<sup>o</sup> F
<b>Fluid Temperatur PEPPGD</b>	81,1	<sup>o</sup> F
<b>Fluid Temperatur FSRU</b>	80,0	<sup>o</sup> F
<b>Spesific Gravity gas COPIGRSK</b>	0,628	
<b>Spesific Gravity gas PEPPGD</b>	0,637	
<b>Specific Gravity gas FSRU</b>	0,598	
<b>Z COPIGRSK</b>	0,864	
<b>Z PEPPGD</b>	0,869	
<b>Z FSRU</b>	0,88	

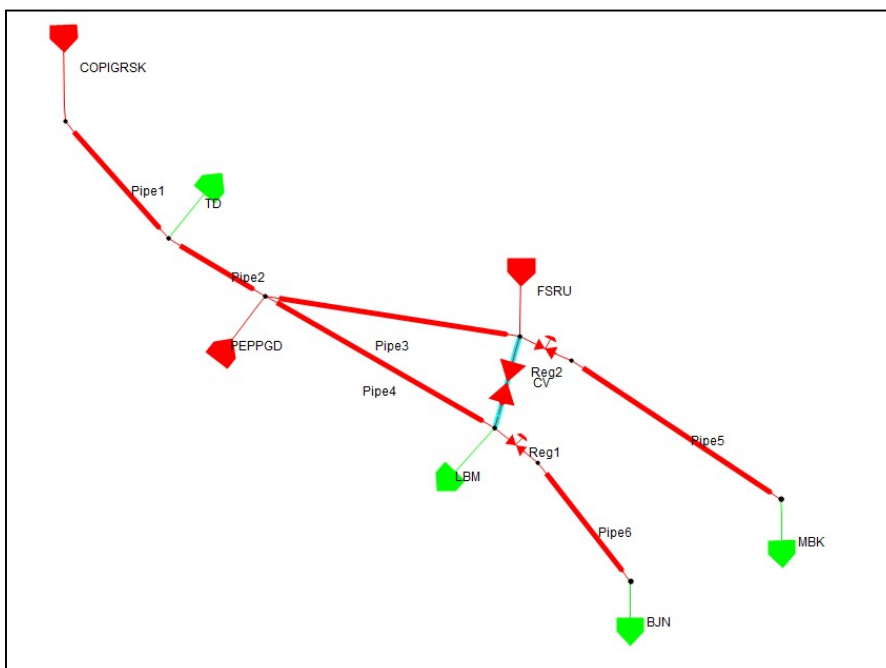
Data komposisi gas yang meliputi kandungan hidrokarbon dan zat lain dapat dilihat pada table 3.7 berikut ini.

Tabel 3.7 Komposisi Gas

<b>Gas Compositition</b>
<b>Fluid Type</b>
<b>Dry Gas</b>

Component	COPIGRSK	PEPPGD	FSRU
	Mole %	Mole %	Mole %
C <sub>1</sub>	91.0888	89.5268	92.5638
C <sub>2</sub>	2.7807	3.5472	3.7486
C <sub>3</sub>	0.8177	0.9958	2.2986
IC <sub>4</sub>	0.2171	0.2197	0.6019
NC <sub>4</sub>	0.2160	0.2392	0.7568
IC <sub>5</sub>	0.1041	0.1114	0.0218
NC <sub>5</sub>	0.0659	0.0667	0.0000
C <sub>6</sub>	0.0969	0.1164	0.0000
CO <sub>2</sub>	4.3762	4.6653	0.0000
N <sub>2</sub>	0.2269	0.5115	0.0082
H <sub>2</sub> O	0.0097	0.0000	0.0003
H <sub>2</sub> S	0.0002	0.0000	0.0000

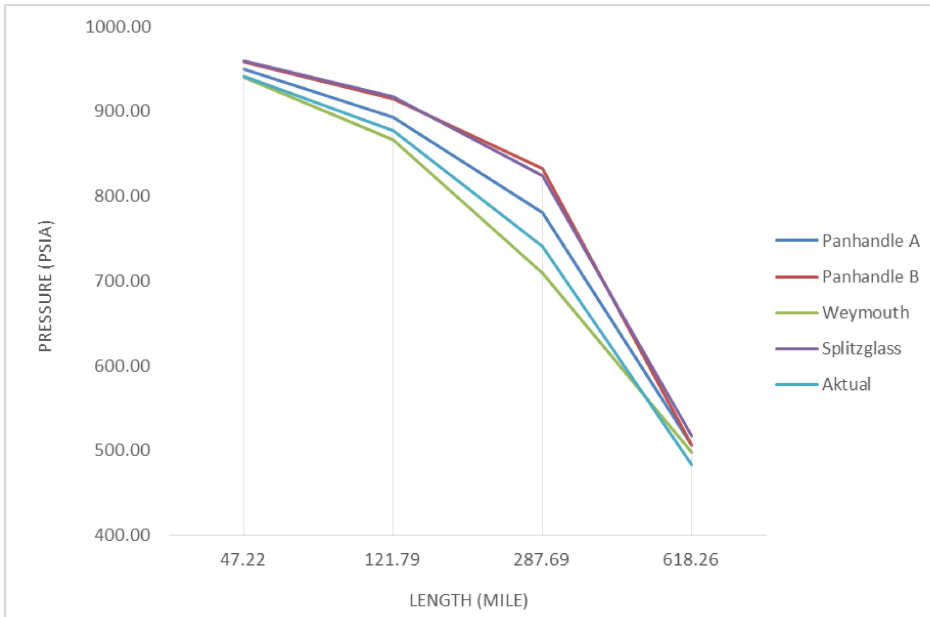
Dari data yang telah dipersiapkan maka model jaringan pipa transmisi gas SSWJ akan dibangun menggunakan *Pipeline Studio*. Untuk mendapatkan hasil analisa yang maksimal maka dibuatlah desain model jaringan pipa yang sesuai atau mirip dengan desain yang ada pada lapangan dengan memposisikan titik-titik inlet dan outlet sesuai dengan tatanan yang ada pada kondisi aktual. Titik inlet merupakan titik dimana gas masuk kedalam jaringan pipa transmisi, gas tersebut berasal dari sumber gas atau stasiun pengumpul. Pada jaringan pipa transmisi SSWJ terdapat tiga titik inlet dan empat titik outlet. Dengan menyusun pipa hingga memiliki bentuk yang sesuai maka terbentuklah desain model seperti gambar 3.2 berikut:



Gambar 3.1 Desain model jaringan pipa



Berdasarkan data yang diperoleh dari data perhitungan manual dan analisis menggunakan *software Pipeline Studio*, data penurunan tekanan pada seluruh segmen pipa SSWJ menggunakan persamaan Panhandle A, Panhandle B, Weymouth, dan Spitzglass jika dibandingkan dengan kondisi aktual diperoleh bahwa hasil perhitungan yang paling mendekati dengan kondisi aktual adalah perhitungan dan analisis dengan menggunakan persamaan Weymouth yang dapat dilihat pada grafik yang ditunjukkan pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Grafik Hasil Analisis Penurunan Tekanan Pipa SSWJ

Dari gambar 3.2 dapat dilihat perbandingan antara hasil perhitungan dan analisis kehilangan tekanan dengan persamaan-persamaan alir yang ditentukan, dengan membandingkan hasil perhitungan terhadap nilai aktual maka dapat disimpulkan bahwa hasil perhitungan dengan persamaan Weymouth memiliki hasil distribusi tekanan yang mendekati aktual. Sebelum dilakukan simulasi perlu dilakukan penyesuaian atau *matching* untuk memperkecil deviasi yang terjadi antara hasil simulasi dengan kondisi aktual. Proses *matching* dilakukan dengan merubah efisiensi pada segmen pipa 2 sebesar 0,93, segmen pipa 3 dan segmen pipa 4 sebesar 0,932, segmen pipa 5 sebesar 0,955, dan segmen pipa 6 sebesar 0,77. Sehingga dihasilkan data tekanan *downstream* dengan deviasi yang lebih kecil seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.8.

Tabel 3.8 Tekanan Downstream Setelah Dilakukan Proses Matching

Segmen	P down	P aktual	Error
	psia	psia	%
Pipa 1	942,70	941,40	0,14%
Pipa 2	877,54	877,60	-0,01%
Pipa 3	741,25	740,40	0,11%
Pipa 4	741,25	740,40	0,11%
Pipa 5	557,96	557,30	0,12%
Pipa 6	484,15	483,70	0,09%
Average	724,14	723,47	0,10%

Karena hasil perhitungan dengan simulator dan data aktual tidak akan menemukan hasil yang sama, maka hasil yang diperoleh dapat dianggap selaras (*match*) bila tren nilai yang diperoleh relatif sama dan deviasi yang terjadi relatif kecil. Dalam hal ini hasil *matching* tersebut terlihat persentase deviasi rata-rata untuk perhitungan

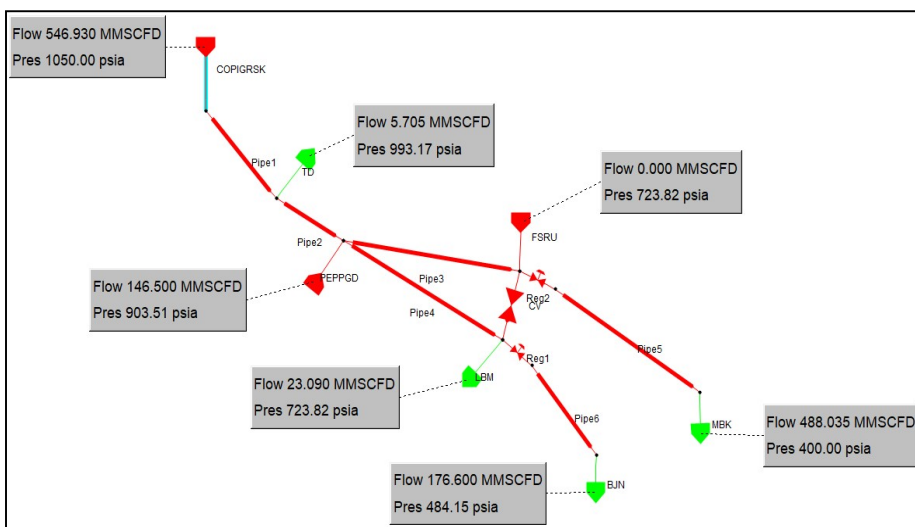
penurunan tekanan jaringan pipa SSWJ adalah 0,10 % . Dengan ini maka desain model yang dibuat dengan *software* Pipeline Studio cukup dapat mengilustrasikan kondisi aktual.

### Simulasi Penyaluran Gas Sesuai dengan Skenario

Langkah selanjutnya setelah dilakukan *matching* pada model jaringan pipa SSWJ adalah melakukan simulasi untuk skenario penambahan 55 MMSCFD sesuai dengan rencana penambahan produksi listrik pada pembangkit listrik PQR atau pada model terletak ada titik MBK. Sehingga gas yang harus dialirkan menuju MBK adalah sebesar 452,41 MMSCFD dengan tekanan tidak kurang dari 400 psia.

### Simulasi Kapasitas Maksimum

Kapasitas maksimum dihitung untuk mengetahui seberapa besar gas yang bisa dialirkan melalui jaringan pipa transmisi SSWJ, jika dengan tambahan pasokan gas sebesar 55 MMSCFD total penyaluran kapasitas gas masih dibawah kapasitas maksimumnya maka permintaan tambahan pasokan gas tersebut masih dapat dipenuhi.



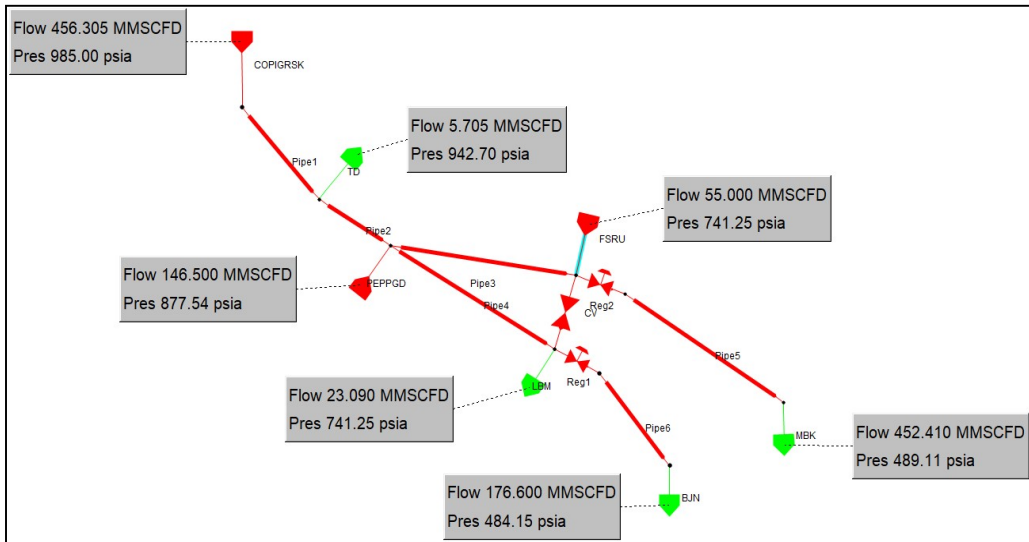
Gambar 3.3 Kondisi Kapasitas Maksimum Jaringan Pipa Transmisi Gas SSWJ

Untuk menentukan kapasitas maksimum maka pada titik pasokan COPIGRSK perlu dimasukkan nilai tekanan aliran gas maksimum yang diperbolehkan atau sesuai nilai MAOP (*Maximum Allowable Operating Pressure*) sebesar 1050 psia. Sedangkan pada sisi *demand* di titik MBK perlu disesuaikan dengan tekanan minimum yang dipersyaratkan yaitu 400 psia. Untuk parameter lain pada jaringan pipa transmisi gas SSWJ disesuaikan dengan kondisi eksisting. Setelah dilakukan perubahan parameter ini maka simulasi dapat dijalankan, sehingga didapat data seperti pada gambar 3.3(b).

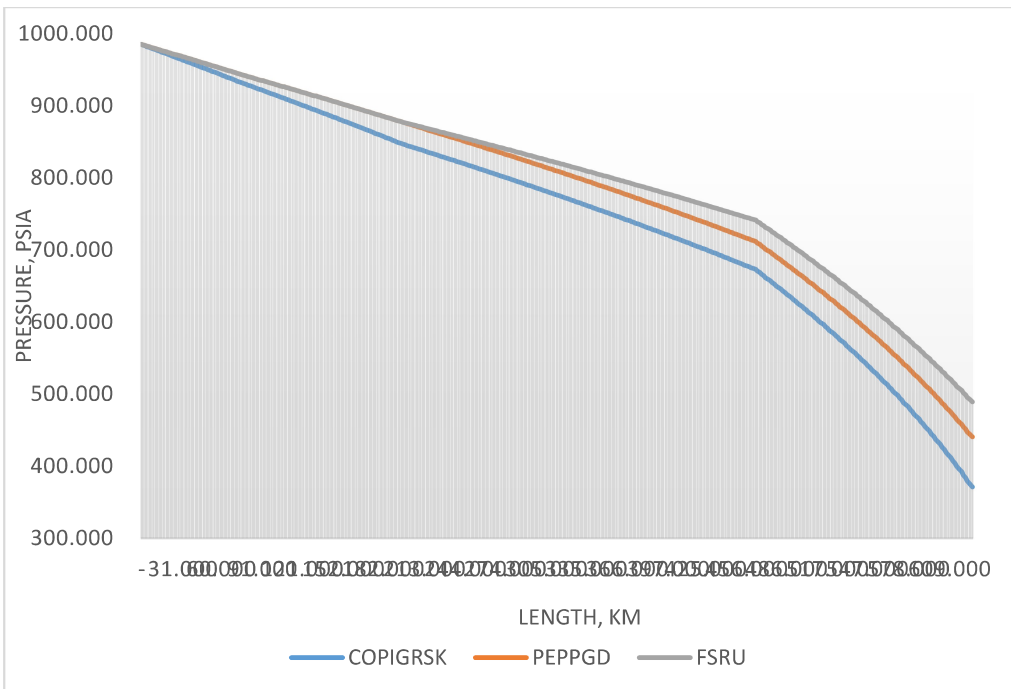
Kapasitas maksimum pada jaringan pipa transmisi gas SSWJ adalah sebesar 488,04 MMSCFD. Sehingga dengan penambahan 55 MMSCFD pada kondisi aktual menjadi 452,41 MMSCFD dibandingkan dengan kapasitas maksimumnya maka penambahan kapasitas 92,70% terhadap kapasitas maksimum. Ini menunjukkan bahwa penambahan kapasitas sebesar 55 MMSCFD pada pembangkit listrik PQR masih dapat dipenuhi.

#### 1) Penentuan Titik Pemasok Paling Optimal

Simulasi selanjutnya dilakukan untuk menentukan titik pemasok yang paling optimal. Simulasi akan dilakukan untuk penambahan pasokan pada tiap titik pemasok mulai dari COPIGRSK, PEPPGD, dan FSRU. Setelah dilakukan penambahan pada titik *demand* menjadi 452,41 MMSCFD maka untuk simulasi pertama pasokan akan ditambahkan pada titik COPIGRSK sebesar 55 MMSCFD sehingga parameter kapasitas aliran gas pada titik ini adalah sebesar 511,6 MMSCFD. Hasil dari simulasi didapat tekanan yang sampai di MBK adalah sebesar 371,13 psia.



Gambar 3.4 Hasil Simulasi Penambahan Pasokan di Titik FSRU



Gambar 3.5 Grafik Penurunan Tekanan Sepanjang Jaringan Pipa

Pada simulasi kedua, tambahan pasokan gas sebesar 55 MMSCFD dipasok melalui PEPPGS. Sama seperti simulasi sebelumnya, hanya saja titik pemasok gas berada di PEPPGD dengan parameter yang sama. Setelah dilakukan simulasi didapat tekanan yang sampai di MBK adalah sebesar 440,59 psia. Pada simulasi ketiga dilakukan penambahan 55 MMSCFD pada titik FSRU, sehingga pada titik ini yang awalnya 0 MMSCFD menjadi 55 MMSCFD. Simulasi dilakukan seperti kedua simulasi sebelumnya dan menghasilkan data tekanan yang sampai pada titik MBK sebesar 489,11 psia. Hasil simulasi ditunjukkan pada gambar 3.4. Berdasarkan hasil dari ketiga simulasi yang dilakukan dengan penambahan masing-masing pada titik pasokan mulai dari titik COPIGRSK, titik PEPPGD, dan titik FSRU maka didapatkan data penurunan tekanan pada sepanjang jaringan pipa transmisi gas SSWJ. Terlihat pada gambar 3.5 bahwa penurunan tekanan paling kecil adalah ketika pasokan disalurkan melalui titik FSRU.

## KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dan simulasi yang dilakukan terhadap jaringan pipa transmisi gas SSWJ dengan adanya penambahan kapasitas gas yang dialirkan, maka dapat ditarik simpulan sebagai berikut:

1. Penambahan kapasitas aliran gas sebesar 55 MMSCFD di titik MBK memanfaatkan 92,70% dari kemampuan maksimum jaringan pipa, sehingga penambahan ini masih mampu dipenuhi oleh jaringan pipa transmisi gas SSWJ.
2. Berdasarkan hasil perhitungan manual dan analisis menggunakan *Pipeline Studio* untuk persamaan Panhandle A, Panhandle B, Weymouth, dan Spitzglass, maka persamaan Weymouth merupakan persamaan yang paling menggambarkan kondisi jaringan pipa SSWJ dengan deviasi rata-rata sebesar 2%.
3. Adanya penambahan pasokan gas 55 MMSCFD menyebabkan kehilangan tekanan yang terjadi sepanjang jaringan pipa lebih besar.
4. Titik pasokan paling optimal yaitu dari FSRU dengan tekanan yang diterima pada titik MBK sebesar 489,11 psia.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] KESDM, "Neraca Gas Bumi Indonesia," 2018.
- [2] A. Y. Pangesti, "Optimasi Kapasitas Jaringan Pipa Gas South Sumatera West Java (SSWJ) PT Perusahaan Gas Negara (Persero) Tbk.," 2017.
- [3] S. E. Menon, *Gas Pipeline Hydraulics*. Boca Raton: Taylor & Francis, 2005.
- [4] H. D. Saputra, "Simulasi Proses Untuk Jaringan Pipa Distribusi Gas Bumi," 2009.
- [5] N. de Nevers, *Fluid Mechanics For Chemical Engineers*. McGraw-Hill International Editions, 1991.