

3-13

ISBN 978-602-19765-3-1



# SEMINAR NASIONAL KEBUMIHAN XI



FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" YOGYAKARTA

# PROSIDING

**MENUJU KEMANDIRIAN BANGSA DENGAN PERCEPATAN  
PRODUKSI ENERGI DAN INDUSTRI MINERAL DALAM MENDUKUNG MEA**

**Yogyakarta, 3 - 4 November 2016**



FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" YOGYAKARTA  
Jl. SWK 104 (Lingkar Utara) Condong Catur, Yogyakarta  
Gedung Ari F. Lasut Lt. I telp. (0274) 487814 email : semnas\_ftm@upnyk.ac.id



**Bukit Asam**



**Mineral & Coal Studio**  
*for surface and underground mining*



**PSME**



**SUSUNAN PANITIA SEMINAR NASIONAL KEBUMIHAN XI**  
**"Menuju Kemandirian Bangsa Dengan Percepatan Produksi Energi Dan Industri**  
**Mineral Dalam Mendukung MEA "**

Penanggung Jawab : Dr. Ir. Suharsono, MT  
Ketua : Dr. Ir. Harry Budiharajo, MT  
Wakil Ketua : Wahyu Widayat, ST., MT  
Sekretaris : M. Th. Kristiati.EA, ST, MT  
Bendahara : Ir. Peter Eka Rosadi, MT

ISBN : 978-602-19765-3-1

Tim Reviewer :  
Ketua : Dr. Suranto, ST.,MT. (UPN "Veteran" Yogyakarta)  
Anggota : 1. Prof. Dr. Ir. Sismanto, M. Sc. (Universitas Gadjah Mada)  
2. Dr. Ir. Asep Kurnia Permadi, M.Sc. (Institut Teknologi Bandung)  
3. Dr. Muslim Abdurrahman, ST., MT. (Universitas Islam Riau)  
4. Dr. Edy Nursanto, ST., MT. (UPN "Veteran" Yogyakarta)  
5. Dr. Ir. Joko Susilo, MT. (UPN "Veteran" Yogyakarta)  
6. Dr. Ir. Edi Winarno, MT. (UPN "Veteran" Yogyakarta)  
7. Dr. Ir. Andi Sungkowo, MT. (UPN "Veteran" Yogyakarta)

Editor : Ratna Widyaningsih, ST, M.Eng  
Penyunting : Ika Wahyuning Widiarti, S.Si, M. Eng  
Desain Sampul dan Tata Letak : Hafiz Hamdalah, ST, M.Sc  
Penerbit : Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional  
"Veteran" Yogyakarta

**Redaksi :**

Jl. SWK 104, Lingkar Utara Condong Catur Yogyakarta  
Gd. Arie F. Lasut Lt.1  
Tel p : 0274 487814  
Email : [ftm@upnyk.ac.id](mailto:ftm@upnyk.ac.id)

**Distributor Tunggal :**

Fakultas Teknologi Mineral Universitas Pembangunan Nasional " Veteran" Yogyakarta  
Jl. SWK 104, Lingkar Utara Condong Catur Yogyakarta  
Gd. Arie F. Lasut Lt.1  
Tel p : 0274 487814  
Email : [ftm@upnyk.ac.id](mailto:ftm@upnyk.ac.id)

Cetakan Pertama, November 2016

Hak Cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa ijin tertulis dari penerbit



## KATA PENGANTAR

Ungkapan syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa adalah satu kalimat yang paling pantas kami panjatkan atas terlaksananya kegiatan Seminar Nasional Kebumian XI Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta dengan tema "***Menuju Kemandirian Bangsa dengan Percepatan Produksi Energi dan Industri Mineral dalam Mendukung MEA***"

Kami bangga dan bersyukur atas sedemikian besarnya tanggapan pemerhati kebumian, dan rekan-rekan akademisi yang ditunjukkan oleh masuknya sebanyak 47 makalah di meja panitia, hanya dalam rentang waktu satu bulan sejak diumumkannya penerimaan makalah.

Namun demikian mengingat keterbatasan waktu dan tempat, dengan menyesal panitia tidak dapat mengakomodir semua makalah untuk dimuat dalam prosiding ini. Mudah-mudahan pada penyelenggaraan seminar mendatang yang kami agendakan rutin setiap tahunnya mampu menampung lebih banyak lagi sumbangan makalah para pemerhati kebumian

Dengan telah terbitnya prosiding ini, kami mengucapkan banyak terima kasih kepada Rektor UPN "Veteran" Yogyakarta dan Dekan FTM serta berbagai pihak yang telah mendukung terselenggaranya kegiatan ini

Yogyakarta, November 2016

Panitia



## DAFTAR ISI

JUDUL.....	i
PENERBIT.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
<b>A. EKSPLORASI DAN EKSPLOITASI MINERAL.....</b>	<b>1</b>
1. Eksplorasi Zona Mineralisasi Sulfida Menggunakan Inversi Ip Metode Leastsquare Di Kecamatan Cibaliung, Kabupaten Pandeglan, Propinsi Banten....	1
2. Pengaruh Ground Vibration Blasting Terhadap Probabilitas Kelongsoran Dengan Menggunakan Analisis Statistik Regresi Di Pt. X.....	8
3. Distribusi Dan Kadar Hg Pada Air Sungai Dan Air Sumur Di Sekitar Lokasi Penambangan Emas Rakyat Daerah Paningkaban, Kecamatan Gumelar, Kabupaten Banyumas, Provinsi Jawa Tengah.....	21
4. Pendekatan Metode GIS Terhadap Optimasi Sumberdaya Sisa Batubara Dan Pemanfaatan Lahan Bekas Tambang Pada Perusahaan Batubara Di Propinsi Kalimantan Selatan (Studi Kasus Pada Pt Borneo Indobara).....	27
5. Aplikasi Data Citra Landsat 8 Dalam Pemetaan Sebaran Potensi Kelompok Mineral Alterasi Di Pulau Bangka Bagian Selatan.....	37
6. Evaluasi Teknis Sump Dan Sistem Pemompaan Blok S-5 Pit Selatan Pt Pampersada Nusantara Distrik Kcmb, Kabupaten Banjar Kalimantan Selatan..	44
7. Identifikasi Potensi Longsoran Batuan Menggunakan Pendekatan Metode Slope Mass Rating (SMR) Pada Lereng Bekas Tambang Batubara, Tanah Bumbu, Kalimantan Selatan.....	52
8. Sistem Pengendalian Air Untuk Menambang Batubara Dibawah Aliran Sungai (Studi Kasus).....	60
9. Model Penilaian Resiko Eksplorasi Endapan Emas Epitermal Di Daerah Arinem Kabupaten Garut Provinsi Jawa Barat Menggunakan Kuantifikasi Variabel Geologi.....	66
10. Evaluasi Dimensi Saluran Drainase Untuk Mereduksi Genangan Air Pada Lantai Jenjang Dan Ramp Kuari D Batugamping Pt Indocement Tunggal Prakarsa Tbk. Citeureup.....	77
11. Analisa Kestabilan Lereng dalam Penanganan Gejala Longsoran pada Lereng Tambang PT. Mofatama Bangun Nusa di Desa Sungai Danau Kecamatan Satui Kabupaten Tanah Bumbu Propinsi Kalimantan Selatan.....	83
12. The Accuracy Of Ore Reserves Estimation.....	90
13. Biostratigrafi Nanoplankton Pada Lintasan Kaliasin Daerah Pinggir Dan Sekitarnya, Kecamatan Lengkong Nganjuk, Jawa Timur.....	97



<b>B. EKSPLORASI DAN EKSPLOITASI MIGAS</b> .....	<b>106</b>
1. Potensi Batuan Induk Serpih Gumai Di Area Bd, Kabupaten Batanghari, Propinsi Sumatra Selatan.....	106
2. Optimasi Parameter Dalam Mengkarakteristik Batuan Pasir Dengan Menggunakan Metode Seismik Inversi Dan Identifikasi Penyebaran Porositas ..	118
3. Depositional Facies And Paleogeography Model Of Halang Formation: Implication To Reservoir Geometry In Tubidite Systems.....	127
4. Rencana Besar Produksi Gas Di Struktur X Dari Tahun 2014 Hingga 2024 PT. Pertamina EP Asset 2.....	135
5. Evaluasi Metode Perhitungan Potensi Sumur Minyak Tua Dengan Water Cut Tinggi di Provinsi Papua Barat.....	142
6. Peluang Dan Tantangan Penerapan Nanoteknologi Melalui Metoda Enhanced Oil Recovery (EOR) Di Lapangan Minyak Indonesia.....	148
7. Studi Simulasi Reservoir Untuk Perencanaan Pengembangan Struktur 'SS' Lapisan 'S'.....	154
8. Tidal Flat Facies And Its Porosity Based On Outcrop Data In Ngrayong Formation, Kadiwono Area, Central Java.....	172
9. Analisis Kontribusi Produksi Setiap Lapisan Pada Sumur Minyak Komingel Berdasarkan Data Uji Pressure-Temperature-Spinner (PTS).....	179
10. A Review Of Petroleum Imaging From Magnetotelluric Data.....	188
11. Sistem Petroleum Struktur Antiklin Kawengan.....	194
12. Titik-Titik Geosite Sebagai Pendukung Calon Petroleum Geohéritage Bojonegoro	208
13. Pengelolaan Sumber Daya Alam Migas Lapangan Tua Untuk Peningkatan Ekonomi Masyarakat Di Sekitar Lokasi.....	215
14. Analisa Petrofisik Sumur-Sumur Gas Eksplorasi Untuk Karakterisasi Reservoir	218
15. Pemodelan Aliran Gas Pada Jaringan Pipa Transmisi.....	231
<b>C. ENERGI BARU TERBARUKAN DAN KONSERVASI ENERGI</b> .....	<b>242</b>
1. Teknologi Tepat Guna : Pemurnian & Penigkatan Kualitas Biogas Menggunakan Prototipe CO <sub>2</sub> & H <sub>2</sub> O Removal Unit Processing.....	242
2. Pengembangan Teknologi Tepat Guna Briket Batubara Karbonisasi Sebagai Energi Alternatif.....	248
<b>D. ENERGI NON KONVENSIONAL</b> .....	<b>256</b>
1. Interpretation Of Fault Pattern And Preliminary Study Of Geothermal Potential In Java Using Travel Time Tomography Based On Hypocenter Data.....	256
2. A Review On Mt Application For Geothermal Prospecting In Java, Indonesia.....	264
3. Penentuan Harga Listrik Setempat Lapangan Panasbumi Guci.....	269



<b>E. INDUSTRIALISASI DAN PENGOLAHAN MINERAL.....</b>	<b>279</b>
1. Peran Teknologi Co-Firing Batubara Dengan Biomass Dalam Industri Pengguna Batubara .....	279
2. Manfaat Ekonomi Unit Bisnis Pertambangan Emas (UBPE) Pongkor PT.Aneka Tambang Tbk. di Propinsi Jawa Barat.....	287
<b>F. KEBIJAKAN, KEEKONOMIAN MINERAL DAN ENERGI.....</b>	<b>297</b>
1. Peningkatan Kualitas Sumberdaya Manusia Untuk Menghadapi Masyarakat Ekonomi Asean, Mine Operation Divison PT. Kaltim Prima Coal.....	297
2. Masa Depan Batubara Vs Energi Bersih.....	307
<b>G. TATA KELOLA LINGKUNGAN KEBUMIHAN .....</b>	<b>313</b>
1. Pengaruh Struktur Geologi Terhadap Keterdapatan Airtanah Daerah Non Cat Kabupaten Gunungkidul dan Upaya Konservasi Air Tanah Dalam Rangka Mendukung Pembangunan Yang Berkelanjutan.....	313
2. Perencanaan Sistem Pengelolaan Persampahan Pelayanantpa "X" Kabupaten "A" .....	321
3. Studi Kerawanan Gempa Bumi Pulau Jawa Dan Analisa Seismic Hazard Pada Empat Kota (Jakarta, Bandung, Yogyakarta, Banyuwangi) Di Pulau Jawa Dengan Menggunakan PSHA .....	328
4. Pemetaan Karakteristik Fisik DAS Melalui Pendekatan Penginderaan Jauh dan SIG untuk Estimasi Limpasan Permukaan (Studi Kasus Di DAS Pulubala Propinsi Gorontalo).....	336
5. Analisa Kerentanan Tanah Berdasarkan Pengukuran Mikrotremor Pada Kompleks Kaldera Tengger Kawasan Taman Nasional Bromo Tengger Semeru .	345
6. Proyeksi Ketersediaan Dan Kebutuhan Air Industri Di Kabupaten Tangerang.....	352
7. Mikrozonasi untuk Mitigasi Bencana Gempa Bumi Serta Perencanaan dan Pengembangan Wilayah Menggunakan Pengukuran Mikrotremor Metode HVSR .....	364
8. Metode Perhitungan Kuantitatif Potensi Air Tanah Menggunakan Metode Darcy Pada Cekungan Yogyakarta Sebagai Dasar Regulasi Penggunaan Air Tanah Yang Bijak Dan Ramah Lingkungan : Usulan Penelitian .....	372
9. Deformation Of The Genting-Klang Quartz Ridge Selangor, Peninsular Malaysia	381
10. Ekosistem Gumuk Pasir Pantai Tipe Barkhan Di Parangtritis Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta "Menuju Kenangan" .....	392



## PEMODELAN ALIRAN GAS PADA JARINGAN PIPA TRANSMISI

Harry Budiharjo S<sup>1)</sup>, Darmadi<sup>2)</sup>

1) Jurusan Teknik Perminyakan, UPH "Veteran" Yogyakarta  
 2) Research Consortium OFFINET, Institut Teknologi Bandung

### Abstrak

Estimasi distribusi tekanan dan temperatur aliran gas sepanjang jaringan pipa transmisi sangat penting agar operator dapat memonitor performansi jaringan dan memastikan gas dapat dialirkan ke lokasi tujuan sesuai dengan skenario operasi yang direncanakan. Pada penelitian ini dikembangkan sebuah model aliran gas pada jaringan pipa transmisi yang dapat digunakan untuk maksud tersebut. Model terdiri dari persamaan kehilangan tekanan dan temperatur, persamaan faktor kompresibilitas gas digabung dengan metoda perhitungan jaringan yang terdiri dari metoda pressure balance untuk tekanan dan mixing rule untuk temperatur dan sifat-sifat fisik gas di pertemuan pipa. Ada lima persamaan kehilangan tekanan yang digunakan, yaitu persamaan Weymouth, Panhandle A, Panhandle B, Colebrook-White, dan AGA. Untuk kehilangan temperatur menggunakan persamaan Hein. Sedangkan untuk faktor kompresibilitas gas menggunakan persamaan Dranchuk-Abou Kaseem. Sebuah contoh kasus menggunakan data lapangan disimulasikan untuk memperlihatkan aplikasi dari model yang ada. Hasil validasi menunjukkan bahwa persamaan Panhandle A msmemberikan hasil estimasi tekanan di setiap source paling mendekati data lapangan dibandingkan persamaan yang lain.

*Kata Kunci:* aliran gas, jaringan pipa transmisi, kehilangan tekanan, kehilangan temperatur, model, validasi

### PENDAHULUAN

Saat ini pipa merupakan moda yang sangat penting untuk transportasi gas dibanding moda lain seperti LNG atau CNG. Pipa gas terdiri dari pipa transmisi dan pipa distribusi. Pipa transmisi digunakan untuk mengirim gas dalam volume yang besar dan tekanan tinggi. Sedangkan pipa distribusi digunakan untuk mengirim gas dalam volume yang lebih dan tekanan rendah. Pada makalah ini yang distudi adalah pipa transmisi gas.

Gas berasal dari satu atau beberapa sumber untuk kemudian dikirim melalui jaringan pipa menuju satu atau lebih konsumen. Pipa transmisi ini tidak jarang melewati daerah yang berkонтur elevasinya. Penelitian ini mengembangkan model jaringan pipa transmisi gas yang mencakup perubahan elevasi. Dengan model tersebut dapat diamati pengaruh perubahan elevasi pada distribusi tekanan dan temperatur gas di setiap segmen jaringan pipa. Terdapat beberapa pilihan korelasi aliran dala model seperti Panhandle A, Panhandle B, Weymouth, dan lain-lain.

### METODOLOGI

#### Metode Perhitungan Kehilangan Tekanan

Terdapat beberapa persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung profil penurunan tekanan aliran gas dalam pipa. Pada penelitian ini digunakan persamaan Weymouth, Panhandle A, Panhandle B, Colebrook-White, dan American Gas Association (AGA).

#### a. Persamaan Weymouth

Persamaan Weymouth biasanya digunakan pada pipa gas berdiameter besar, bertekanan tinggi, dan laju alir yang besar. Bentuk persamaannya adalah sebagai berikut :

$$Q = 433.5 E \left( \frac{T_b}{P_b} \right) \left( \frac{(P_1^2 - e^* P_2^2)}{G T_f L_v Z} \right)^{0.5} D^{2.667} \quad (1)$$



**b. Persamaan Panhandle A**

Persamaan Panhandle A dikembangkan untuk penggunaan di pipa gas bumi. Persamaan ini melibatkan faktor efisiensi dan untuk bilangan Reynolds antara 5 - 11 juta. Bentuk persamaan adalah sebagai berikut :

$$Q = 435.87 E \left( \frac{T_b}{P_b} \right)^{1.67881} \left( \frac{P_1^2 - e^2 P_2^2}{G^{0.8530} T_f L_e Z} \right)^{0.5196} D^{2.6182} \quad (2)$$

**c. Persamaan Panhandle B**

Persamaan Panhandle B, atau dikenal juga sebagai persamaan Panhandle yang direvisi, digunakan untuk pipa transmisi gas berdiameter besar dan bertekanan tinggi. Pada regim aliran yang turbulen sempurna, persamaan ini akurat untuk selang bilangan Reynold mulai 4 - 40 juta. Bentuk persamaan Panhandle B adalah sebagai berikut :

$$Q = 737E \left( \frac{T_b}{P_b} \right)^{1.02} \left( \frac{P_1^2 - e^2 P_2^2}{G^{0.961} T_f L_e Z} \right)^{0.51} D^{2.53} \quad (3)$$

**d. Persamaan Colebrook-White**

Persamaan Colebrook-White, atau lebih sering disingkat persamaan Colebrook, merupakan persamaan yang menyatakan gabungan antara faktor gesekan dengan bilangan Reynolds, kekasaran pipa, dan diameter dalam pipa sebagai berikut :

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \text{Log}_{10} \left[ \frac{e}{3.7D} + \frac{2.825}{\text{Re} \sqrt{f}} \right] \quad (4)$$

Hasil perhitungan faktor gesekan kemudian digunakan untuk menghitung kehilangan tekanan menggunakan persamaan berikut ini :

$$Q = 38.77 F \left( \frac{T_b}{P_b} \right) \left( \frac{P_1^2 - e^2 P_2^2}{G^{0.961} T_f L_e Z} \right)^{0.5} D^{2.5} \quad (5)$$

**e. Persamaan AGA (American Gas Association)**

Persamaan AGA sama dengan persamaan yang digunakan pada Colebrook-White yaitu Persamaan (4). Perbedaannya hanya pada faktor transmisi yang digunakan. Untuk aliran yang turbulen sempurna, faktor transmisi dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$F = 4 \text{Log}_{10} \left[ \frac{3.7D}{e} \right] \quad (6)$$

**1.1. Metode Perhitungan Kehilangan Temperatur**

Pada saat gas mengalir sepanjang pipa, temperatur gas akan mengalami penurunan yang diakibatkan adanya proses perpindahan antara gas dalam pipa dengan lingkungan sekitarnya. Besarnya kehilangan panas tersebut dapat dihitung menggunakan persamaan berikut: (7)

$$T_{out} = (T_{in} - T_s - \theta) \exp(-\beta L) + (T_s + \theta) \quad (7)$$

Apabila Joule-Thompson coefficient,  $\eta$  diabaikan, maka Persamaan (7) menjadi: (8)

$$T_{out} = \left[ T_{in} - T_s - \left( \frac{\theta}{\beta} \right) \right] \times \left[ \exp(-\beta L) \right] + \left[ T_s + \left( \frac{\theta}{\beta} \right) \right] \quad (8)$$

Faktor  $\beta$  bergantung pada kondisi perpindahan panas dan aliran sebagai berikut:





$$\beta = 1.467 \frac{U A}{m C_p} \quad (9)$$

Mass flow rate gas dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$m = 11.574 (q_g \times \rho) \quad (10)$$

Gas density dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\rho = \frac{P MW}{Z R (T + 460)} \quad (11)$$

## 1.2. Metode Perhitungan Faktor Kompresibilitas

Pada penelitian ini menggunakan korelasi Dranchuk- Abou Kaseem untuk model perhitungan faktor kompresibilitas (faktor Z) sebagai berikut:

$$Z = \left( A_1 + \frac{A_2}{T_{pr}} + \frac{A_3}{T_{pr}^3} + \frac{A_4}{T_{pr}^4} + \frac{A_5}{T_{pr}^5} \right) \rho_r + \left( A_6 + \frac{A_7}{T_{pr}} + \frac{A_8}{T_{pr}^2} \right) \rho_r^2 - A_9 \left( \frac{A_7}{T_{pr}} + \frac{A_8}{T_{pr}^2} \right) \rho_r^5 + A_{10} (1 + A_{11} \rho_r^2) \frac{\rho_r^2}{T_{pr}^3} e^{-A_{11} \rho_r^2} + 1, \quad (12)$$

dimana

$$\rho_r = \frac{0.27 P_{pr}}{Z \times T_{pr}}, \quad (13)$$

dan

$A_1 = 0.3265$	$A_2 = -1.0700$	$A_3 = -0.5339$
$A_4 = 0.01569$	$A_5 = -0.05165$	$A_6 = 0.5475$
$A_7 = -0.7361$	$A_8 = 0.1844$	$A_9 = 0.1056$
$A_{10} = 0.6134$	$A_{11} = 0.7210$	

## Metode Perhitungan Jaringan

### 1. Pressure Balance

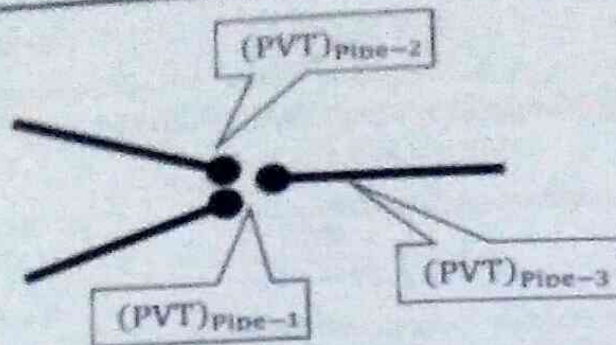
Perhitungan profil tekanan di sepanjang pipa dilakukan sedemikian sehingga tekanan di setiap junction selalu dalam keadaan kesetimbangan (*balance*), yaitu mempunyai tekanan yang sama besar.

### 2. PVT Mixing

Persamaan umum untuk perhitungan PVT *mixing* diberikan pada persamaan berikut:

$$PVT_{pi} = \frac{\sum (PVT_{in-pi} \times q_{in-pi})}{q_{pi}} \quad (14)$$

Sebagai contoh kita mempunyai tiga segmen pipa sebagai berikut:



Maka *PVT mixing* di pipa 3 dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

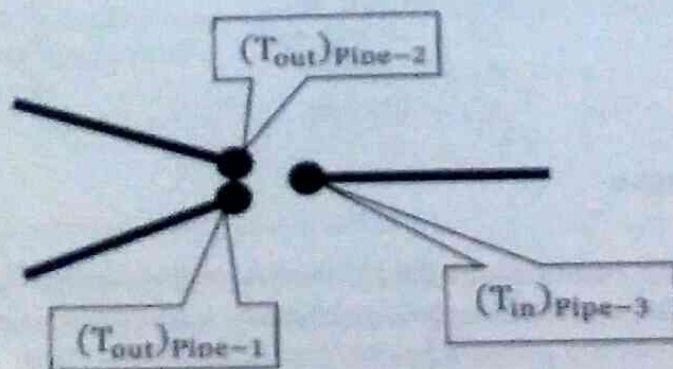
$$PVT_{\text{pipe-3}} = \frac{(PVT_{\text{pipe-1}} \times q_{\text{pipe-1}}) + (PVT_{\text{pipe-2}} \times q_{\text{pipe-2}})}{q_{\text{pipe-1}} + q_{\text{pipe-2}}}$$

### 3. Temperature Mixing

Persamaan umum untuk perhitungan *temperature mixing* pada suatu jaringan diberikan pada persamaan berikut:

$$T_{\text{in-pi}} = \frac{1}{q_{\text{pi}}} \sum_{n=1}^m (T_{\text{out-pn}} \times q_{\text{pn}}) \quad (15)$$

Sebagai contoh kita ingin menghitung *temperature mixing* pada jaringan berikut:

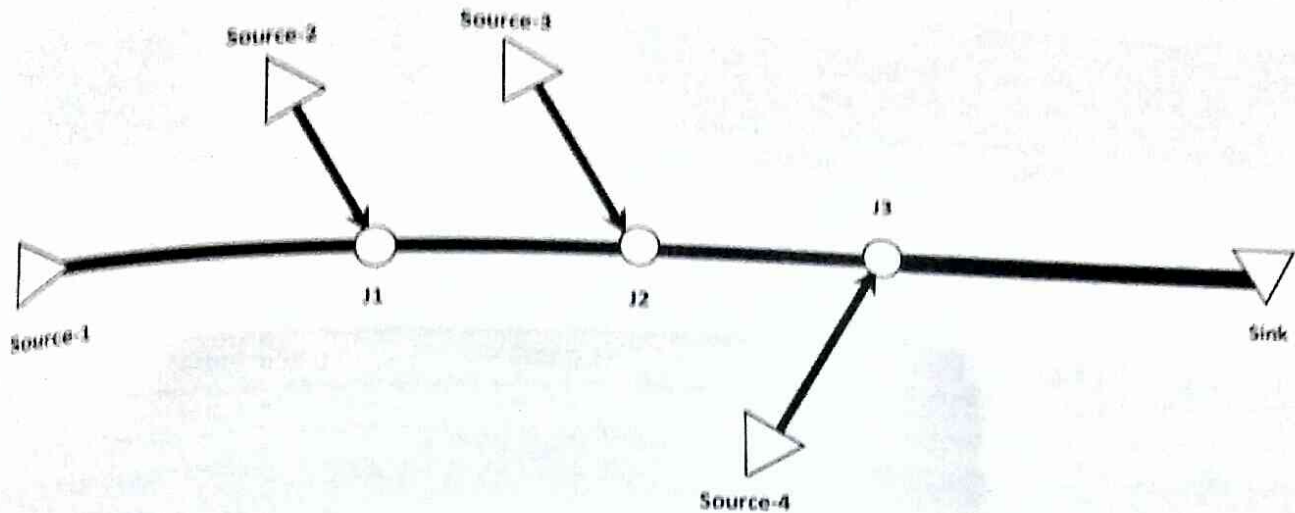


Maka *temperature mixing* di pipa 3 dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$(T_{\text{in}})_{\text{pipe-3}} = \frac{((T_{\text{out}})_{\text{pipe-1}} \times q_{\text{pipe-1}}) + ((T_{\text{out}})_{\text{pipe-2}} \times q_{\text{pipe-2}})}{q_{\text{pipe-1}} + q_{\text{pipe-2}}}$$

## Simulasi dan Pembahasan

Pada bagian ini disajikan hasil simulasi menggunakan data lapangan X untuk melihat aplikasi model yang ada. Data masukan untuk simulasi terdiri dari data jaringan, data segmentasi pipa, data operasi, dan data sifat-sifat fisik gas. Model jaringan pipa diperlihatkan pada Gambar 1. Jaringan pipa terdiri empat *Source* dan satu *Sink*. Data ukuran dan karakteristik pipa diberikan pada Tabel 1. Terlihat bahwa jaringan pipa terdiri dari 7 pipa yang masing-masing terdiri dari beberapa segmen berdasarkan data ketebalan dinding pipa dan elevasi. Data segmentasi masing-masing pipa diberikan pada Tabel 2 sampai 8. Data operasi dan sifat-sifat fisik gas diberikan pada Tabel 9. Simulasi dilakukan menggunakan kelima persamaan kehilangan tekanan.



Gambar 1. Model jaringan pipa transmisi gas

Tabel 1. Data ukuran dan karakteristik pipa

Pipa	Dari...ke...	Panjang (km)	Diameter Luar (in.)	U-Value (BTU/hr/ft <sup>2</sup> /F)	Temperatur Lingkungan (°F)
1	Source 1 - J1	25.000	22.000	0.20	75
2	Source 2 - J1	2.572	16.000	0.20	75
3	J1 - J2	9.127	22.000	0.20	75
4	Source 3 - J2	49.275	14.000	0.20	75
5	J2 - J3	90.160	22.000	0.20	75
6	Source 4 - J3	11.559	16.000	0.20	75
7	J3 - Sink	471.468	28.000	0.20	75

Tabel 2. Data segmentasi pipa-1

Segmen	Panjang (km)	Perubahan Elevasi (m)	Diameter Luar (in.)	Ketebalan Pipa (in.)	Diameter Dalam (in.)
1-1	0.084	-83.772	22.000	0.508	20.984
1-2	25.00	-4.000	22.000	0.508	20.984



Tabel 3. Data segmentasi pipa-2

Segmen	Panjang (km)	Perubahan Elevasi (m)	Diameter Luar (in.)	Ketebalan Pipa (in.)	Diameter Dalam (in.)
2-1	0.082	-81.815	16.000	0.500	15.000
2-2	0.005	-4.495	16.000	0.500	15.000
2-3	0.396	0.300	16.000	0.406	15.198
2-4	1.604	0.000	16.000	0.406	15.198
2-5	0.572	-2.000	16.000	0.406	15.198

Tabel 4. Data segmentasi pipa-3

Segmen	Panjang (km)	Perubahan Elevasi (m)	Diameter Luar (in.)	Ketebalan Pipa (in.)	Diameter Dalam (in.)
3-1	3.000	0.000	22.000	0.508	20.984
3-2	1.000	-1.000	22.000	0.508	20.984
3-3	5.127	0.000	22.000	0.508	20.984

Tabel 5. Data segmentasi pipa-4

Segmen	Panjang (km)	Perubahan Elevasi (m)	Diameter Luar (in.)	Ketebalan Pipa (in.)	Diameter Dalam (in.)
4-1	0.096	-94.869	14.000	0.374	13.252
4-2	49.275	6.655	14.000	0.374	13.252



Tabel 6. Data segmentasi pipa-5

Segmen	Panjang (km)	Perubahan Elevasi (m)	Diameter Luar (in.)	Ketebalan Pipa (in.)	Diameter Dalam (in.)
5-1	1.873	1.000	22.000	0.508	20.984
5-2	2.000	-1.000	22.000	0.508	20.984
5-3	17.000	0.000	22.000	0.508	20.984
5-4	3.000	1.000	22.000	0.508	20.984
5-5	3.000	-2.000	22.000	0.508	20.984
5-6	1.000	2.000	22.000	0.508	20.984
5-7	1.000	-1.000	22.000	0.508	20.984
5-8	1.000	1.000	22.000	0.508	20.984
5-9	1.000	-1.000	22.000	0.508	20.984
5-10	7.000	0.000	22.000	0.508	20.984
5-11	2.000	1.000	22.000	0.508	20.984
5-12	11.000	-3.000	22.000	0.508	20.984
5-13	14.000	0.000	22.000	0.508	20.984
5-14	1.000	-1.000	22.000	0.508	20.984
5-15	6.000	0.000	22.000	0.508	20.984
5-16	1.000	1.500	22.000	0.508	20.984
5-17	1.000	-1.500	22.000	0.508	20.984
5-18	12.287	2.000	22.000	0.508	20.984

Tabel 7. Data segmentasi pipa-6

Segmen	Panjang (km)	Perubahan Elevasi (m)	Diameter Luar (in.)	Ketebalan Pipa (in.)	Diameter Dalam (in.)
6-1	0.085	-84.750	16.000	0.689	14.622
6-2	11.559	0.500	16.000	0.374	15.252



**Tabel 8.** Data segmentasi pipa-7

Segmen	Panjang (km)	Perubahan Elevasi (m)	Diameter Luar (in.)	Ketebalan Pipa (in.)	Diameter Dalam (in.)
7-1	77.468	8.000	28.000	0.642	26.716
7-2	19.000	-4.000	28.000	0.642	26.716
7-3	53.350	18.000	28.000	0.642	26.716
7-4	104.650	12.000	28.000	0.575	26.850
7-5	3.300	-10.000	28.000	0.575	26.850
7-6	7.660	-15.000	28.000	0.575	26.850
7-7	3.040	19.000	28.000	0.642	26.716
7-8	95.000	39.000	28.000	0.575	26.850
7-9	31.000	-32.000	28.000	0.575	26.850
7-10	10.200	32.000	28.000	0.575	26.850
7-11	4.800	-37.000	28.000	0.575	26.850
7-12	18.000	32.000	28.000	0.575	26.850
7-13	4.000	-30.000	28.000	0.575	26.850
7-14	14.000	33.000	28.000	0.575	26.850
7-15	4.530	-18.000	28.000	0.575	26.850
7-16	1.170	-11.000	28.000	0.642	26.716
7-17	2.800	29.000	28.000	0.642	26.716
7-18	5.700	-53.000	28.000	0.642	26.716
7-19	3.100	42.000	28.000	0.642	26.716
7-20	8.700	28.000	28.000	0.642	26.716

**Tabel 9.** Data operasi dan data fluida

No.	Parameter	Lokasi				
		Sink	Source 1	Source 2	Source 3	Source
1	Tekanan (psig)	953.77	1,476.17	1,473.18	1,472.75	1,387
2	Temperatur (°F)		118.1445	85.8839	91.3835	71
3	Laju alir gas (MMSCFD)		162.2606	43.2298	35.8976	144.55
4	Gas specific gravity (-)		0.6287	0.5709	0.689	0
5	Panas jenis gas (Btu/lb-°F)		0.65	0.65	0.65	0

**Catatan:**

- : Data masukan
- : Data lapangan untuk validasi



Hasil simulasi diberikan pada Tabel 10 dan 11.

Tabel 10. Hasil perhitungan tekanan di Source

No	Korelasi	Lokasi			
		Source 1	Source 2	Source 3	Source 4
1	Weymouth	1665.97	1651.80	1655.57	1548.84
2	Panhandle A	1480.76	1469.54	1472.49	1389.80
3	Panhandle B	1495.78	1484.97	1486.35	1405.02
4	Colebrook - White	1565.37	1553.06	155.74	1463.36
5	AGA	1548.57	1536.76	1538.83	1449.54

Tabel 11. Validasi tekanan di Source

No	Korelasi	Lokasi			
		Source 1	Source 2	Source 3	Source 4
1	Weymouth	12.86	12.12	12.41	11.67
2	Panhandle A	0.31	0.25	0.02	0.20
3	Panhandle B	1.33	0.80	0.92	1.30
4	Colebrook - White	6.04	5.42	5.64	5.51
5	AGA	4.90	4.32	4.49	4.51

Berdasarkan tabel di atas terlihat bahwa pada kasus ini persamaan Panhandle A memberikan hasil perhitungan tekanan di Source paling mendekati data lapangan dibandingkan persamaan yang lain.

## KESIMPULAN

Dari hasil di atas dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Model yang dikembangkan pada penelitian ini dapat digunakan untuk memprediksi tekanan dan temperatur gas di sepanjang jaringan pipa transmisi.
- Hasil validasi menunjukkan bahwa persamaan Panhandle A memberikan hasil perhitungan tekanan paling mendekati data lapangan dibandingkan persamaan yang lain.



### Nomenklatur

$A$	:	Heat transfer area, $ft^2$ per $ft$ of pipe
$C_p$	:	Gas heat capacity, $Btu/lb - ^\circ F$
$E$	:	Pipeline efficiency (less than 1), <i>dimensionless</i>
$Elevation_{in}$	:	Inlet elevation, $ft$
$Elevation_{out}$	:	Outlet elevation, $ft$
$e$	:	Basis of natural logarithms, <i>dimensionless</i>
$f$	:	Friction factor, <i>dimensionless</i>
$ID_{pipe}$	:	Inside diameter of pipe, $ft$
$L$	:	Length of pipe, $ft$ , [mile]
$L_{eq}$	:	Equivalent length, <i>mile</i>
$L_{segment}$	:	Length of segment, $ft$ , [mile]
$MW$	:	Molecular weight, $Btu/lb - mole$
$m$	:	Mass flow rate of gas, $lb/s$
$OD_{pipe}$	:	Outside diameter of pipe, $ft$
$P$	:	Pressure, <i>psia</i>
$P_{ave}$	:	Average gas pressure, <i>psia</i>
$P_{base}$	:	Base pressure, <i>psia</i>
$P_{in}$	:	Inlet pressure, <i>psia</i>
$P_{out}$	:	Outlet pressure, <i>psia</i>
$P_{pr}$	:	Pseudo-reduce pressure, <i>dimensionless</i>
$PVT_{pi}$	:	PVT of $i$ -th pipe
$PVT_{in\_pi}$	:	PVT inlet of $i$ -th pipe
$q_g$	:	Gas flow rate, $MMscf/d$
$q_{in\_pi}$	:	Gas flow rate inlet of $i$ -th pipe, $MMscf/d$
$q_{pi}$	:	Gas flow rate of $i$ -th pipe, $MMscf/d$
$q_{pn}$	:	Gas flow rate of $n$ -th pipe, $MMscf/d$
$R$	:	Gas constant, $ft^3 \cdot psia/lb - mole \cdot ^\circ R$
$r_{atrt}$	:	Inside fluid fouling factor, $hr \cdot ft^2 \cdot ^\circ F/Btu$
$S_{elev}$	:	Elevation adjustment parameter, <i>dimensionless</i>
$T$	:	Temperature, $^{\circ}R$ , [ $^{\circ}F$ ]
$T_{ave}$	:	Average gas temperature, $^{\circ}R$ , [ $^{\circ}F$ ]
$T_{base}$	:	Base temperature, $^{\circ}R$ , [ $^{\circ}F$ ]





$T_{in}$	:	Inlet temperature, $^{\circ}R$ , [ $^{\circ}F$ ]
$T_{in\_pi}$	:	Inlet temperature of $i$ -th pipe, $^{\circ}R$ , [ $^{\circ}F$ ]
$T_{out}$	:	Outlet temperature, $^{\circ}R$ , [ $^{\circ}F$ ]
$T_{out\_pn}$	:	Outlet temperature of $n$ -th pipe, $^{\circ}R$ , [ $^{\circ}F$ ]
$T_{pr}$	:	Pseudo-reduce temperature, <i>dimensionless</i>
$T_s$	:	Surrounding temperature, $^{\circ}R$ , [ $^{\circ}F$ ]
$U$	:	Overall heat transfer coefficient, $Btu/hr - ft^2 - ^{\circ}F$
$Z$	:	Gas compressibility factor, <i>dimensionless</i>
$\beta$	:	Distance gradient factor, $mile^{-1}$
$\gamma_g$	:	Gas specific gravity, <i>dimensionless</i>
$\epsilon$	:	Absolute pipe roughness, <i>inch</i>
$\theta$	:	Pressure effect factor, $^{\circ}R$ , [ $^{\circ}F$ ]
$\theta$	:	Angle from horizontal, <i>degree</i>
$\mu$	:	Gas viscosity, $lb/ft - s$
$\pi$	:	Constant, $22/7$
$\rho_g$	:	Gas density, $lb/ft^3$
$\rho_r$	:	Reduced gas density, <i>dimensionless</i>

## DAFTAR PUSTAKA

- Shashi Menon, 2005. "Gas Pipeline Hydraulics", Taylor & Francis Group, Boca Raton.
- Ahmed. T, 1989. "Hydrocarbon Phase Behavior", Gulf Publishing Company, Houston.
- Ahmed. T, 2000. "Reservoir Engineering Handbook", Gulf Publishing Company, Houston.
- Ikoku, Chi U, , 1980. "Natural Gas Engineering", Penn Well Publishing Co., Tulsa.
- McCain Jr., W. D., 1990. "The Properties of Petroleum Fluids", PennWell Books, Tulsa, Natural Gas Engineering Handbook.