

STUDI SIMULASI PENGALIRAN GAS KONDENSAT UNTUK PERENCANAAN PIPELINE PADA OFFSHORE PLATFORM LINGKUNGAN NERITIK

Muhammad Ridwan Ansyori *)

ABSTRAK

Selama dialirkan Gas Kondensat dapat terkondensasi sehingga di dalam pipa akan terbentuk fasa cair yang dapat mengurangi keefisienan penyaluran gas. Untuk meminimalisir hal tersebut maka perlu untuk menganalisa pipeline dan laju alir yang akan digunakan. Analisa dilakukan dengan melihat perubahan tekanan, temperatur, pertambahan fasa cair dan kecepatan superficial gas yang dialirkan. Setelah analisa dilakukan maka akan didapatkan rekomendasi laju alir dan ukuran pipa yang harus digunakan untuk mengalirkan Gas Kondensat sehingga pembentukan fasa cair selama gas dialirkan di dalam pipa menjadi seminimal mungkin.

I. PENDAHULUAN

Dalam industri migas dimana sumur-sumur produksi seringkali berada di daerah offshore maka penyaluran minyak dan atau gas harus melalui pipa yang terpasang di dasar laut. Secara khusus untuk gas dimana memiliki sifat kompresi dan kondensasi maka perubahan fasa akan menjadi penting untuk diperhatikan karena berpengaruh terhadap efisiensi penyaluran gas. Ukuran pipa sebagai media penyalur ternyata sangat berpengaruh terhadap terbentuknya fasa cair akibat penurunan tekanan temperatur selama pengaliran.

Studi ini ditujukan untuk mengetahui kehilangan tekanan dan temperatur sepanjang pipa, perubahan fasa fluida yang mengalir termasuk volume fasa cair yang mungkin terbentuk di dalam pipa, sehingga dapat dijadikan dasar analisa penggunaan diameter pipa pada kondisi yang serupa.

Studi ini dilakukan dengan menggunakan simulator dimana data perbandingan adalah data hasil observasi lapangan dan simulator lain

yang telah digunakan. Sehingga kevalidan simulator akan diuji terlebih dahulu terhadap data lapangan dan simulator perbandingan.

Simulator yang digunakan adalah Pipesim dari Baker Jardin, simulator perbandingan adalah Simulator dari GPA.

Studi terbatas pada offshore Platform yang berada di perairan neritik.

II. KEHILANGAN TEKANAN FLUIDA DUA FASA DALAM PIPA

Beggs dan Brill mengembangkan metode perhitungan kehilangan tekanan antara fluida dua fasa dalam pipa, berdasarkan pengukuran di laboratorium. Pengukuran kehilangan tekanan dilakukan di dalam pipa acrylic yang dapat diubah-ubah sudut kemiringannya.

a. Penentuan Pola Aliran

Pola aliran merupakan suatu parameter korelasi dan tidak menyatakan tentang pola aliran sebenarnya, kecuali apabila pipa pada

kedudukan horisontal. Pola-pola aliran yang dipertimbangkan dalam perhitungan ini, yaitu : segregated, transisi, intermitent dan distributed. Parameter-parameter yang diperlukan untuk menentukan pola aliran adalah sebagai berikut :

$$N_{FR} = (vm)^2/(gd) \dots\dots\dots(2-1)$$

$$\lambda_L = v_{sL}/V_m \dots\dots\dots(2-2)$$

$$L_1 = 316(\lambda_L)^{0,302} \dots\dots\dots(2-3)$$

$$L_2 = 0,0009252(\lambda_L)^{-2,4684} \dots\dots\dots(2-4)$$

$$L_3 = 0,1(\lambda_L)^{4,4516} \dots\dots\dots(2-5)$$

$$L_4 = 0,5(\lambda_L)^{-6,738} \dots\dots\dots(2-6)$$

Dari variabel-variabel di atas, batasan untuk tiap pola aliran adalah sebagai berikut :

1. Pola aliran segregated :
 $\lambda_L < 0,01$ dan $N_{FR} < L_1$
 atau $\lambda_L > 0,01$ dan $N_{FR} < L_2$
2. Pola aliran transisi :
 $\lambda_L > 0,01$ dan $L_2 < N_{FR} < L_3$
3. Pola aliran intermitent :
 $0,01 < \lambda_L < 0,4$ dan $L_3 < N_{FR} < L_1$
4. Pola aliran distributed :
 $\lambda_L < 0,4$ dan $N_{FR} > L_1$

b. Penentuan Liquid Hold-up

Secara umum persamaan hold-up cairan pada pipa horisontal, sebagai berikut :

$$H_L(o) = a \lambda^b N_{FR}^c \dots\dots\dots(2-7)$$

dimana konstanta a, b dan c berbeda untuk setiap kondisi aliran, seperti terlihat pada Tabel II-1.

Untuk mencari liquid hold-up pada pola aliran transisi digunakan interpolasi dari liquid hold-up aliran segregated dengan aliran intermitent, dengan persamaan :

$$H_L(\text{transisi}) = A H_L(\text{segregated}) + B H_L(\text{intermittent}) \dots\dots\dots (2-8)$$

dimana :

$$A = \frac{L_3 - N_{FR}}{L_3 - L_2}$$

$$B = 1 - A$$

Tabel II-1. Konstanta untuk Penentuan Liquid Hold-up⁵⁾

Flow Pattern	a	b	c
Segregated	0,98	0,4846	0,0868
Intermittent	0,845	0,5351	0,0173
Distributed	1,065	0,5824	0,0609

Harga liquid hold-up pada sudut kemiringan tertentu merupakan koreksi dari harga pada pipa horisontal, yaitu :

$$H_L(\alpha) = H_L(o)\Phi \dots\dots\dots (2-9)$$

dimana :

$H_L(\alpha)$ = liquid-hold up pada sudut kemiringan pipa sebesar α

$H_L(o)$ = Liquid hold-up pipa horisontal.

Φ = faktor koreksi terhadap pengaruh kemiringan pipa
 $= 1 - C(\sin(1,8 \alpha) - 0,333 \sin^3(1,8 \alpha))$

α = sudut kemiringan pipa sebenarnya terhadap bidang horisontal

$$C = (1 - \lambda_L) \ln(d(\lambda_L)^e (N_{FR})^f (N_{FR})^g)$$

Dimana d, e, f, g merupakan konstanta yang besarnya tergantung dari pola aliran seperti tercantum pada Tabel II-2 berikut :

Tabel II-2. Konstanta untuk menghitung harga C⁵⁾

Pola Aliran	d	e	F	g
Segregated flow up-hill	0.011	-3.7680	3.5390	-1.6140
Intermittent flow	2.965	0.3050	-0.4473	0.0978
Semua pola aliran	4.700	-0.3692	0.1244	-0.5056

Harga liquid hold-up pada sudut kemiringan pipa tertentu digunakan untuk menghitung densitas campuran yang diperlukan untuk menentukan gradien tekanan sebagai akibat perbedaan elevasi.

c. Korelasi Faktor Gesekan

Beggs dan Brill juga mendefinisikan faktor gesekan dua fasa (f_{tp}) dengan menggunakan diagram Moody untuk pipa halus, atau dengan menggunakan persamaan berikut :

$$f_n = \left[2 \log \left(\frac{N_{Ren}}{4,5223 \log(N_{Ren}) - 3,8215} \right) \right]^{-2} \dots\dots\dots (2-10)$$

dimana :

$$N_{Ren} = 1488 \frac{\rho_m v_m d}{\mu_n}$$

$$\mu_n = \mu_L \lambda_L + \mu_g \lambda_g$$

Harga f_{tp}/f_n dihitung dengan persamaan :

$$\frac{f_{tp}}{f_n} = e^S \dots\dots\dots (2-11)$$

dimana :

$$S = \frac{\ln(Y)}{-0,0523 + 3,182 \ln(Y) - 0,8725(\ln(Y))^2 + 0,01853(\ln(Y))^4} \dots\dots\dots (2-12)$$

$$Y = \frac{\lambda_L}{[H_L(\alpha)]^2}$$

untuk harga 1<Y<1,2 parameter S dihitung dengan persamaan :

$$S = \ln(2,2Y-1,2)$$

Sehingga persamaan untuk faktor gesekan dua fasa adalah :

$$f_{tp} = \frac{f_{tp}}{f_n} f_n \dots\dots\dots (2-13)$$

Gradien tekanan sebagai akibat gesekan dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$(dP / dZ)_f = \frac{f_{tp} \rho_n (v^n)^2}{2gc d} \dots\dots\dots (2-14)$$

$$\rho_n = \rho_L \lambda_L + \rho_g \lambda_g \dots\dots\dots (2-15)$$

Sudut kemiringan pipa pada percobaan dari Beggs dan Brill diukur sesuai dengan arah aliran dan diukur dari bidang horisontal berlawanan dengan arah jarum jam.

d. Penyelesaian Persamaan Kehilangan Tekanan dan Temperatur Secara Simultan

Dengan anggapan bahwa aliran fluida di dalam pipa adalah steady state, perhitungan profil tekanan sepanjang pipa didasarkan pada persamaan kesetimbangan energi, yang secara eksplisit dapat ditulis sebagai berikut :

$$P_o - P_i + \frac{0,0188 \Delta L \gamma_g P_{avg} \sin \theta}{Tz} + 6,5 \times 10^{-5} \frac{fw^2 Tz \Delta L}{d^5 \gamma_g P} = 0 \dots\dots\dots (2-16)$$

dimana :

- P_o = Tekanan keluar, psi
- P_i = Tekanan masuk, psi
- L = Panjang pipa, ft
- γ_g = Specific gravity gas
- P = Tekanan, psi
- P_{avg} = Tekanan rata-rata, psi
- T = Temperatur, °R
- d = diameter dalam pipa, in
- z = faktor kompresibilitas

Untuk perhitungan profil temperatur sepanjang pipa dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$T_o - T_i e^{-a_i \Delta L} - (1 - e^{-a_i \Delta L})(T_s + \frac{\eta}{a_i} \frac{dP}{dL} - a_o \sin \theta) = 0$$

.....(2-17)

Persamaan (2-17) merupakan modifikasi persamaan Caulter-Bourdeon dengan memasukkan efek gaya gravitasi. Persamaan (2-16) dan (2-17) membentuk sebuah sistem persamaan dengan tekanan dan temperatur sebagai variabel utama. Secara umum dapat disederhanakan menjadi :

$$F(P, T) = (E, G)^T = \begin{pmatrix} E(P, T) \\ G(P, T) \end{pmatrix} \dots\dots(2-18)$$

dimana E(P,T) adalah representasi persamaan (2-16) yang merupakan bentuk eksplisit dari persamaan profil tekanan dan G(P,T) adalah representasi persamaan (2-17) yang merupakan bentuk implicit dari persamaan profil temperatur.

Karena persamaan (2-16) dan (2-17) adalah non linear maka untuk menghitung tekanan dan temperatur secara simultan digunakan suatu teknik iterasi.

Metode iterasi Newton-Raphson dapat digunakan untuk menyelesaikan persamaan (2-18). Dengan teknik ini penyelesaian persamaan dapat ditulis dalam bentuk umum :

$$U^{n+1} = U^n - \frac{F(P, T)}{J(P, T)} \dots\dots\dots(2-19)$$

dimana :

- F(P,T) = bentuk implicit dari sistem persamaan yang akan diselesaikan
- U = variabel vektor untuk tekanan dan temperatur
- n = indikator level iterasi

J (P,T) =representasi dari Matrix Jacobian

$$= \begin{bmatrix} \frac{\delta E}{\delta P} & \frac{\delta E}{\delta T} \\ \frac{\delta G}{\delta P} & \frac{\delta G}{\delta T} \end{bmatrix} \dots\dots\dots(2-20)$$

Komponen dari Matrix Jacobian pada persamaan (2-20) adalah turunan dari persamaan (2-16) dan (2-17) dengan perhatian pada tekanan dan temperatur.

Persamaan (2-19) dapat dirubah kebentuk persamaan :

$$\begin{pmatrix} P \\ T \end{pmatrix}^{n+1} = \begin{pmatrix} P \\ T \end{pmatrix}^n \begin{pmatrix} E(P, T) \\ G(P, T) \\ \frac{\delta E}{\delta P} & \frac{\delta E}{\delta T} \\ \frac{\delta G}{\delta P} & \frac{\delta G}{\delta T} \end{pmatrix} \dots\dots(2-21)$$

$$\begin{pmatrix} P \\ T \end{pmatrix}^{n+1} = \begin{pmatrix} P \\ T \end{pmatrix}^n \begin{pmatrix} \frac{\delta E}{\delta P} & \frac{\delta E}{\delta T} \\ \frac{\delta G}{\delta P} & \frac{\delta G}{\delta T} \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} E(P, T) \\ G(P, T) \end{pmatrix} \dots\dots(2-22)$$

Persamaan (2-22) adalah persamaan iterasi Newton-Raphson yang digunakan untuk menghitung tekanan dan temperatur secara simultan.

III. PEMODELAN PIPELINE DAN PROSES MATCHING

Pemodelan pipeline dan matching (matching) antara data aktual dengan hasil perhitungan simulator. Pemodelan ini meliputi beberapa tahapan, yaitu : persiapan data, pembuatan model, input data, eksekusi program dan proses matching.

a. Penentuan *Section* dan *Segment*

Untuk melakukan perhitungan-perhitungan tersebut maka suatu rangkaian pipa yang memiliki panjang tertentu akan dibagi ke dalam suatu *section* berdasarkan data *input* dan tiap-tiap *section* akan dibagi menjadi beberapa *segment*, dimana panjang *segment* ditentukan berikutnya. Pembagian *section* akan dibuat berdasarkan perubahan elevasi dari rangkaian pipa, yaitu rangkaian pipa dengan kemiringan tertentu akan dibuat dalam satu *section*. Setelah itu tiap-tiap *section* yang ada akan dibagi lagi dalam beberapa *segment* yang panjangnya dapat ditentukan oleh *user*.

b. Pemodelan Pipeline

Pemodelan yang dilakukan di sini adalah pembuatan model pipeline dengan data yang ada sehingga kondisinya menyerupai pipeline aktual di lapangan.

i. Persiapan Data

Data yang akan digunakan meliputi komposisi gas yang dialirkan, tekanan, temperatur, laju alir gas, dan data fisik pipeline

Komposisi gas yang dialirkan terdiri dari beberapa komponen, seperti yang terlihat pada Tabel III-1 berikut :

Tabel. III-1. Komposisi Gas 1 ⁴⁾

Komponen	Persen Mol
N ₂	0.89
CO ₂	2.18
H ₂ S	1.35
H ₂ O	0.48
C1	79.8
C2	8.51
C3	3.95
iC4	0.53
nC4	1.29
iC5	0.32
nC5	0.38
nC6	0.22
nC9	0.10

Data tekanan dan temperatur awal, temperatur lingkungan dan laju alir gas dapat ditabulasikan sebagai berikut :

Tabel III-2. Data PTQ ⁴⁾

Variabel	Kondisi	
	1	2
Pipeline	1	2
Tekanan masuk (Psi)	265	265
Tekanan keluar minimum (Psi)	225	225
Laju alir (MMScf/d)	160	235
	120	176
	80	118
Temperatur masuk (°F)	110	110
Temperatur lingkungan udara (°F)	80	80
Temperatur lingkungan air (°F)	73	73

Data fisik pipeline meliputi : panjang pipa, diameter, ketebalan dan konduktivitas panas bahan pipa, perubahan elevasi dan sudut inklinasi dari pipeline sebagaimana dapat dilihat pada Tabel III-3, III-4 dan III-5 berikut :

Tabel III-3. Data Pipeline 1 ⁴⁾

Lingkungan	Perubahan Elevasi (ft)	Panjang (ft)	Sudut Inklinasi (deg.)	U (BTU/hr-ft ² -°F)
Udara	0.0	250	0.000	0.45
Udara	0.0	325	0.000	0.45
Udara	-50.0	50	-90.000	0.45
Air	-157.0	157	-90.000	4.11
Air	-9.5	3230	-0.170	1.60
Air	8.5	9023	0.054	1.60
Air	-1.0	2461	-0.023	1.60
Air	3.0	2871	0.060	1.60
Air	0.0	6562	0.000	1.60
Air	-3.0	1641	-0.105	1.60
Air	4.0	1641	0.140	1.60
Air	-11.0	5742	-0.110	1.60
Air	19.0	3281	0.332	1.60
Air	-10.0	4512	-0.127	1.60
Air	157.0	157	90.000	4.11
Udara	50.0	50	90.000	0.45
Udara	0.0	862	0.000	0.45

Tabel III-4. Data Pipeline 2 ⁴⁾

Lingkungan	Perubahan Elevasi (ft)	Panjang (ft)	Sudut Inklinasi (deg.)	U (BTU/hr-ft ² -°F)
Udara	0.0	1012	0.000	0.45
Udara	0.0	50	-90.000	0.45
Air	-50.0	144	-90.000	4.11
Air	-144.0	1641	0.000	1.60
Air	0.0	1641	-0.105	1.60
Air	-3.0	5332	0.398	1.60
Air	37.0	1642	-0.960	1.60
Air	-27.5	2462	0.663	1.60
Air	28.5	3281	-0.768	1.60
Air	-44.0	7793	0.184	1.60
Air	25.0	3282	-0.576	1.60
Air	-33.0	3282	0.297	1.60
Air	17.0	4922	-0.140	1.60
Air	-12.0	3281	0.210	1.60
Air	-16.0	3281	-0.279	1.60
Air	6.0	1231	0.279	1.60
Air	154.0	154	90.000	1.60
Udara	50.0	50	90.000	4.11
Udara	0.0	862	0.000	0.45

Tabel III-5. Data Umum Pipeline 1 dan 2 ⁴⁾

Pipeline 1		Pipeline 2	
Diameter Luar (in)	Ketebalan Pipa (in)	Diameter Luar (in)	Ketebalan Pipa (in)
30	0.625	36	0.812
32	0.625	40	0.812
36	0.812		

Dari data yang telah dipersiapkan maka model Pipeline 1 dan 2 akan dibangun dengan Pipesim pada *Pipeline and Facilities File (single branch model)* yang memungkinkan setiap sensitivitas laju alir gas dan diameter yang dibuat dapat dianalisa secara bersamaan.

ii. Input Data

Data yang telah dipersiapkan akan di-*input*-kan melalui struktur *setup data* yang terbagi menjadi beberapa bagian utama, yaitu : data input fluida, data input flowline, data input tekanan dan temperatur.

Data *input* fluida adalah data sifat fisik atau komposisi fluida yang dimasukkan dengan memilih model fluida yang akan digunakan *black oil* atau *compositional*.

Data *input* pipeline adalah semua data fisik pipa dan letaknya pada permukaan termasuk konduktivitas bahan pipa dan temperatur lingkungan dimana pipa berada.

Data *input* tekanan dan temperatur *inlet* adalah data tekanan dan temperatur saat fluida masuk ke dalam sistem pipeline melalui bagian data *Source*.

iii. Pengaturan dan Pelaksanaan Pemodelan

Untuk lebih menjelaskan proses *input* data dan pelaksanaan Pemodelan, pada bagian ini akan dijelaskan secara sekilas proses pemrograman pada Simulator Pipesim.

Langkah pertama yang dilakukan adalah memilih satuan lapangan yang akan digunakan untuk satuan data yang akan di-*input*-kan dengan memilih menu Unit pada struktur *Setup* data. Kemudian membuat model pipeline 2 dimensi, dilakukan dengan memilih mode *Pipeline & Facilities* pada menu *File*.

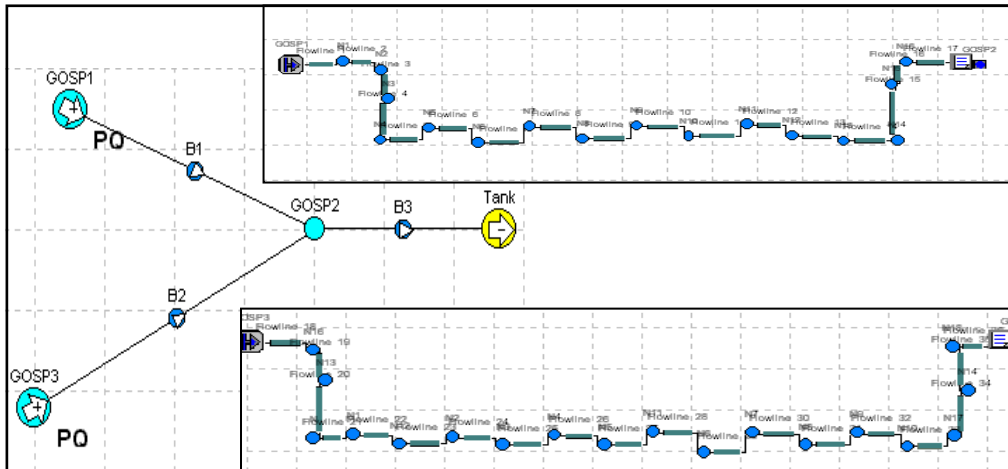
Pada bagian *Compositional* pada menu *Setup* dimasukkan data komponen penyusun fluida hidrokarbon dan persentase molnya untuk tiap komponen.

Pada bagian *Flowline Properties* dimasukkan data fisik pipa dan letaknya pada permukaan termasuk konduktivitas bahan pipa dan temperatur lingkungan dimana pipa berada.

Pada *box dialog data source* dimasukkan data tekanan awal dan temperatur fluida saat masuk ke dalam sistem pipeline.

Untuk melakukan eksekusi program setelah data utama dimasukkan, maka dapat dipilih operasi yang diinginkan pada menu *Operations* dengan sebelumnya memilih korelasi yang akan digunakan untuk proses perhitungan.

Hasil eksekusi atau *running program* dapat dilihat pada menu *report* dengan memilih *System Plot*, *Profil Plot*, *Output File* dan *Summary File*. Laporan hasil yang diinginkan juga dapat diatur dengan memasukkan pilihan pada bagian *Define output* pada struktur *Setup* data.

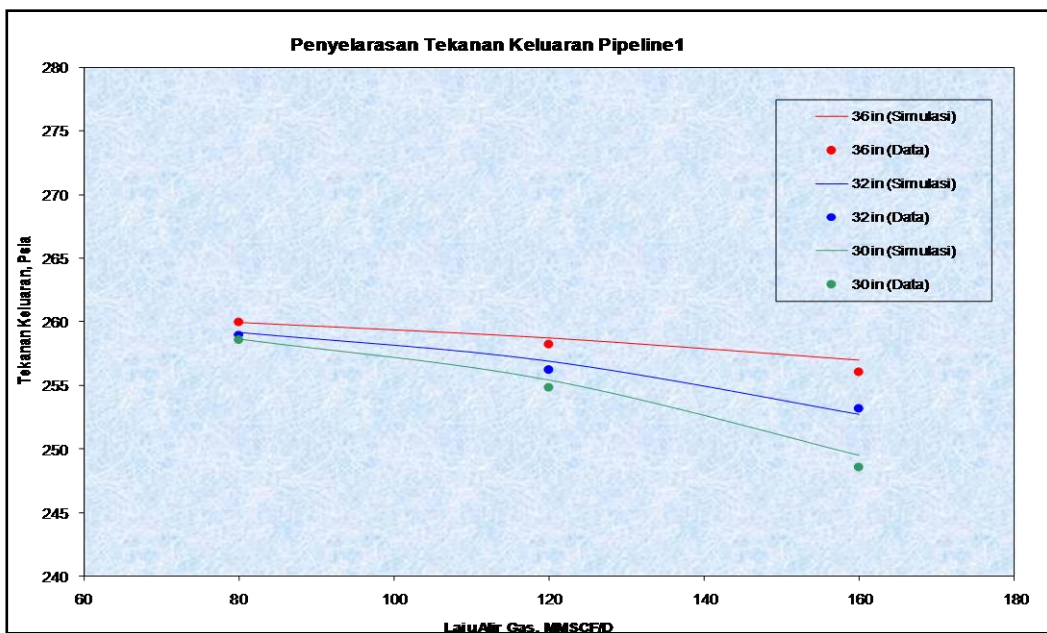


Gambar 1. Bentuk Model Pipeline dalam Model Jaringan dan Model Tunggal

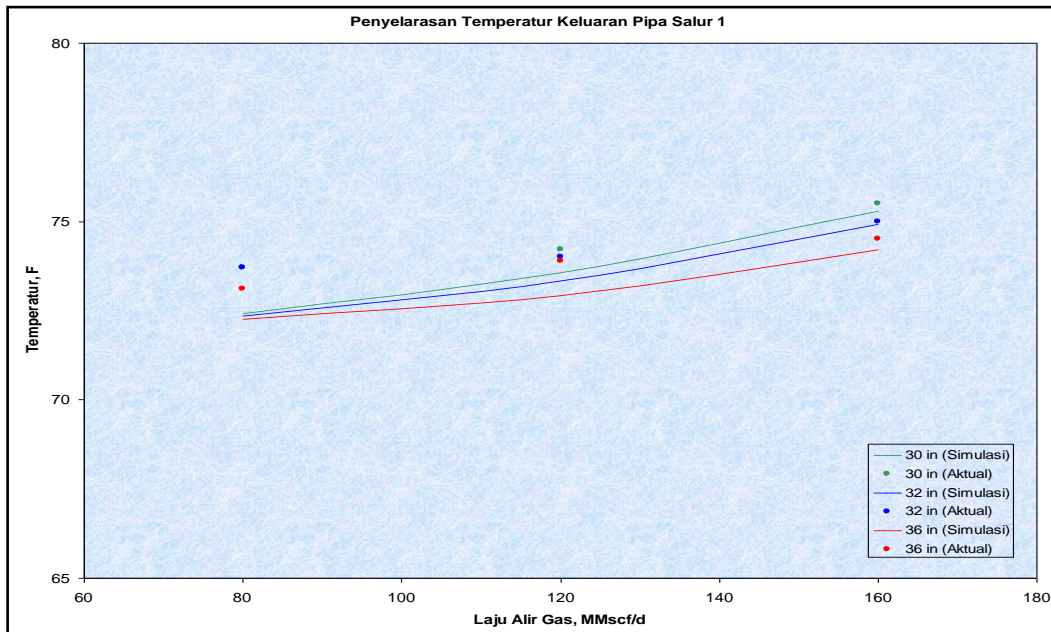
c. Proses Matching

Matching ini dibuat sebagai dasar untuk melakukan simulasi dengan data yang berbeda. Data komposisi gas yang dimasukkan

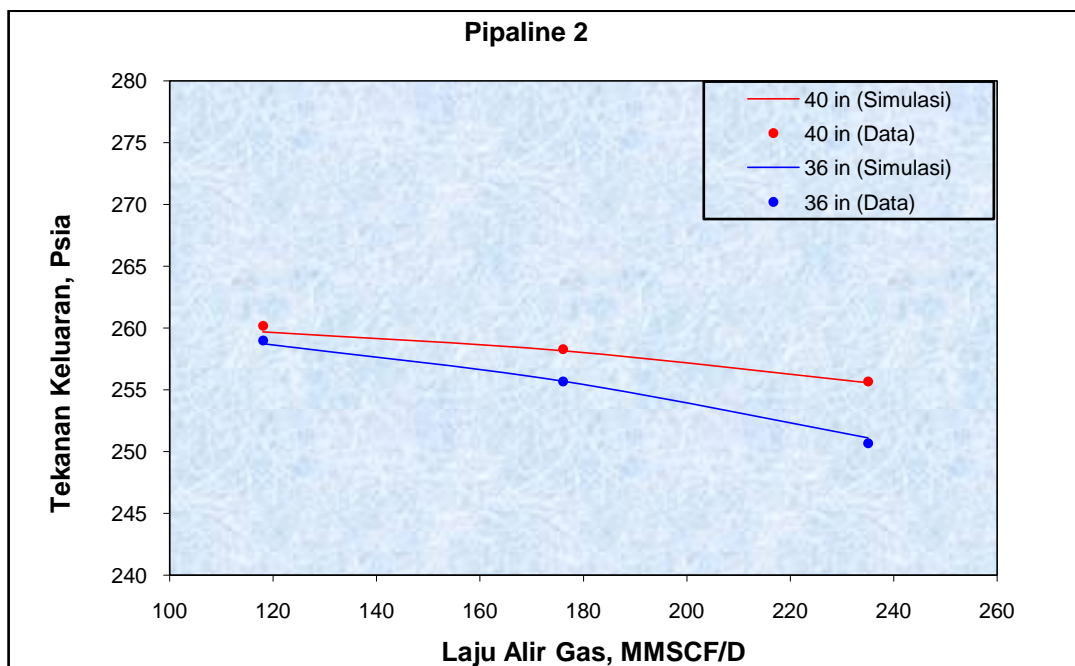
sebagai data input adalah data yang sama dengan data lapangan. Hasil proses matching diperlihatkan pada gambar 2 sampai dengan 4



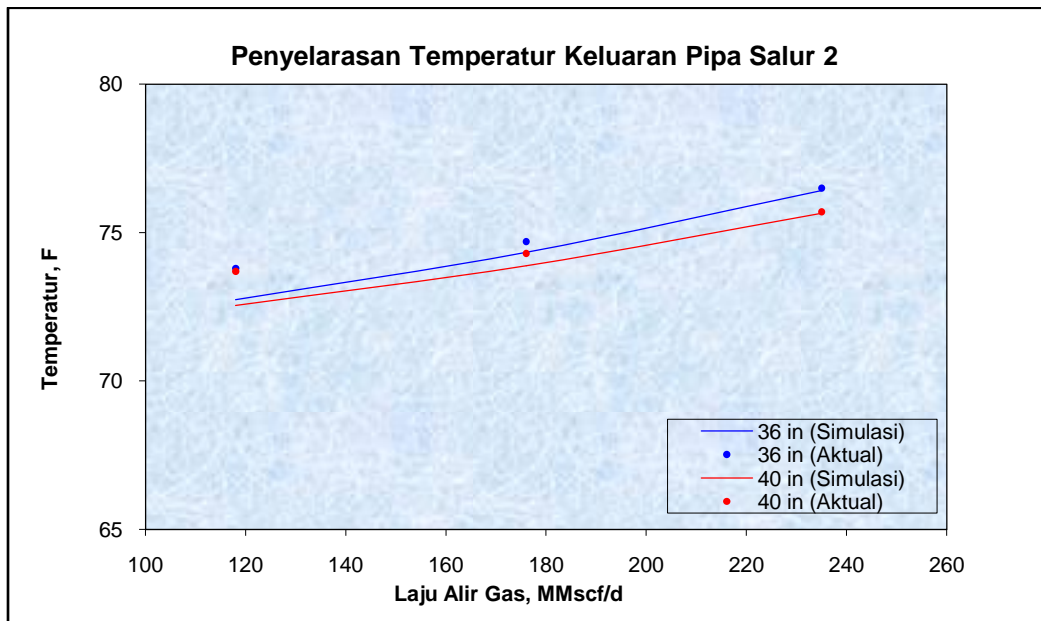
Gambar 2. Matching Hasil Perhitungan Tekanan keluaran dengan Simulator terhadap Data Aktual Untuk Pipeline 1



Gambar 3. Matching Hasil Perhitungan Temperatur Keluaran dengan Simulator terhadap Data Aktual untuk Pipeline 1



Gambar 4. Matching Hasil Perhitungan Tekanan Keluaran Dengan Simulator terhadap Data Aktual Pipeline 2



Gambar 5. Matching Hasil Perhitungan Temperatur Keluaran dengan Simulator terhadap Data Aktual Pipeline 2

Karena hasil perhitungan dengan simulator dan data aktual tidak akan menemukan hasil yang sama, maka hasil yang diperoleh dapat dianggap selaras (*match*) bila tren harga yang diperoleh relatif sama dan kesalahan yang terjadi relatif kecil. Dalam hal ini hasil *matching* tersebut terlihat persentase kesalahan rata-rata untuk perhitungan tekanan keluaran adalah 0.2021% untuk Pipeline 1 dan 0.0955% untuk Pipeline 2. Sedangkan untuk perhitungan temperatur keluaran kesalahan rata-rata adalah 0,915% untuk Pipeline 1 dan 0,7069% untuk Pipeline 2. Selain itu hasil yang didapat dalam perhitungan tekanan keluaran untuk kedua Pipeline juga berada di atas harga minimal yang diinginkan (yaitu di atas 225 psi). Sehingga dari dua hal tersebut dapat dikatakan bahwa perhitungan dengan simulator sesuai (*match*) dengan data aktual. Dengan dasar hasil *matching* tersebut kemudian dapat dibuat skenario simulasi, dalam hal ini dengan

melakukan perubahan komposisi fluida yang dialirkan.

IV. UJI SENSITIVITAS

Sebagaimana yang telah diuraikan sebelumnya bahwa proses simulasi dengan pembuatan sensitivitas dapat dilakukan setelah proses *matching*, yaitu pembuatan sensitivitas akan berdasar pada hasil proses *matching*. Dalam Studi ini, skenario simulasi yang akan dilakukan tanpa merubah model pipeline yang telah dibuat dan metode perhitungan yang telah digunakan dalam proses *matching*.

Pembuatan sensitivitas terhadap komposisi fluida yang dialirkan ini dilakukan untuk mengetahui berbagai kondisi dan perubahan yang terjadi pada fluida hidrokarbon yang memiliki komposisi tertentu bila dialirkan di dalam suatu pipeline.

Skenario yang dibuat adalah dengan mengalirkan Gas Komposisi 2 (Tabel IV-1) dengan laju alir 80 MMscf/d, 120 MMscf/d dan 160

MMscf/d melalui Pipeline 1 yang memiliki sensitivitas terhadap diameter (30 in, 32 in dan 36 in) dan dengan laju alir 118 MMscf/d, 176 MMscf/d dan 235 MMscf/d melalui Pipeline 2 yang juga memiliki sensitivitas terhadap

diameter (36 in dan 40 in). Tekanan dan temperatur awal yang digunakan untuk kedua pipa adalah sama, yaitu 265 psi dan 110°F.

Tabel IV-1. Gas Komposisi 2

Komponen	Persen Mol
N ₂	0.89
CO ₂	2.18
H ₂ S	1.35
H ₂ O	0.48
C1	3.95
C2	8.51
C3	79.8
iC4	0.53
nC4	1.29
iC5	0.32
nC5	0.38
nC6	0.22
nC9	0.10

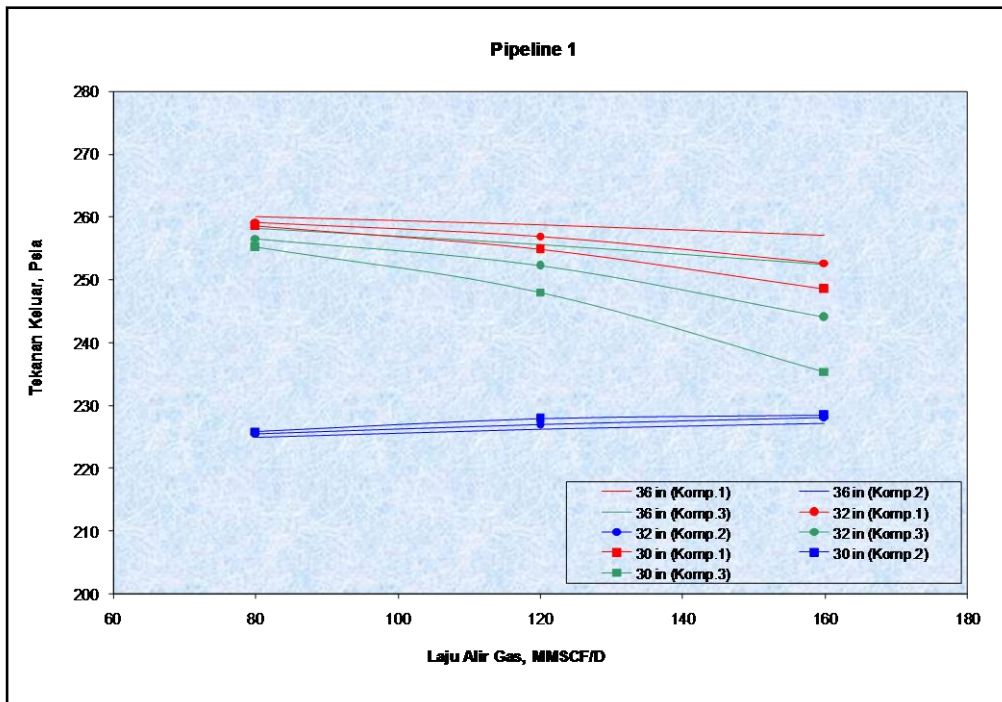
Tabel IV-2. Data Skenario Simulasi

Pipeline	Jenis Gas	Laju Alir (MMscf/d)	Diameter Luar (in)	Ketebalan (in)
1	Komposisi 2	80	30	0.625
			32	0.625
			36	0.812
		120	30	0.625
			32	0.625
			36	0.812
		160	30	0.625
			32	0.625
			36	0.812
2	Komposisi 2	118	36	0.812
			40	0.812
		176	36	0.812
			40	0.812
		235	36	0.812
			40	0.812

a. Uji Sensitivitas Terhadap Komposisi Gas Pada Pipeline 1

Dengan simulasi pengaliran Gas Komposisi 2 melalui Pipeline 1 didapat hasil perhitungan tekanan keluaran (*Outlet Pressure*) dari

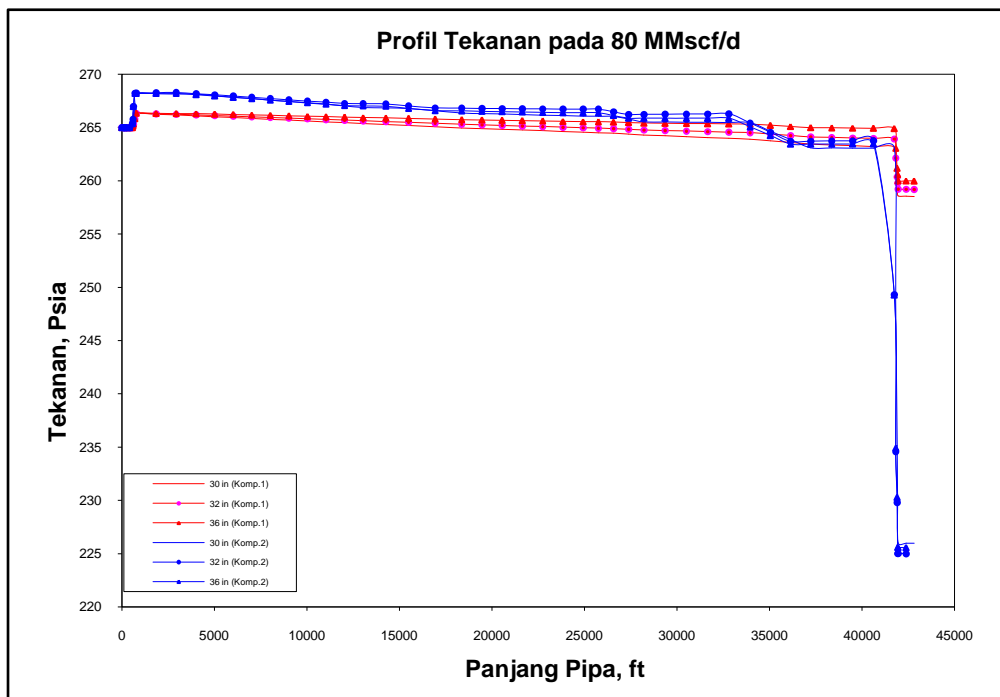
pipeline, profil tekanan sepanjang pipa, volume fasa cair yang terbentuk di dalam pipa, profil temperatur sepanjang pipa dan *superficial gas velocity*.



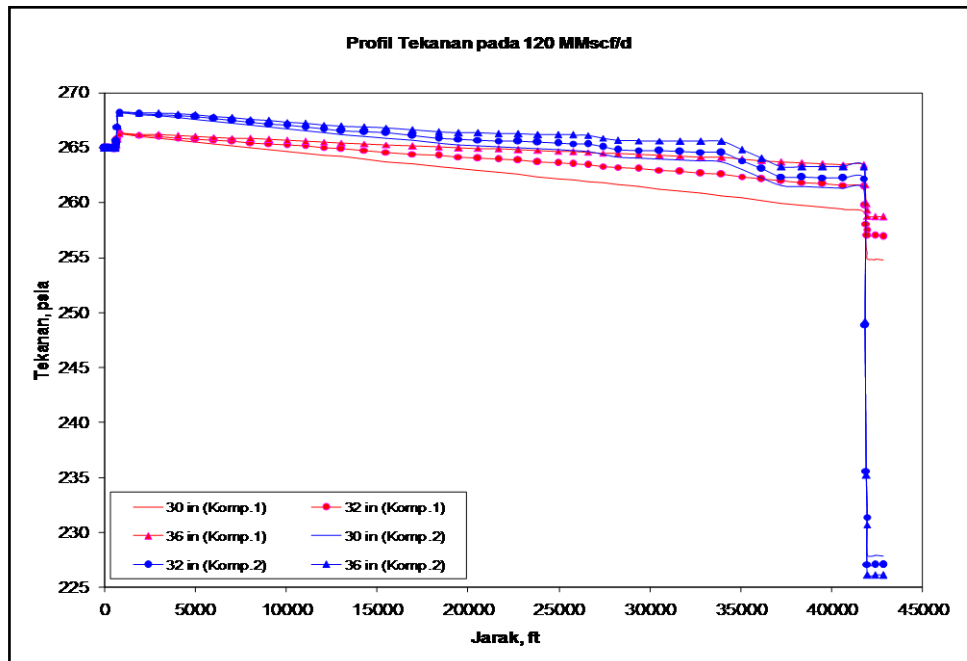
Gambar 6. Tekanan Keluar dari Pipa untuk Tiap Komposisi

Komposisi 1 ini disertakan sebagai pembandingan untuk Komposisi 2, dimana keduanya dapat diplot seperti pada Gambar 6. Penurunan tekanan yang terjadi di sepanjang pipa

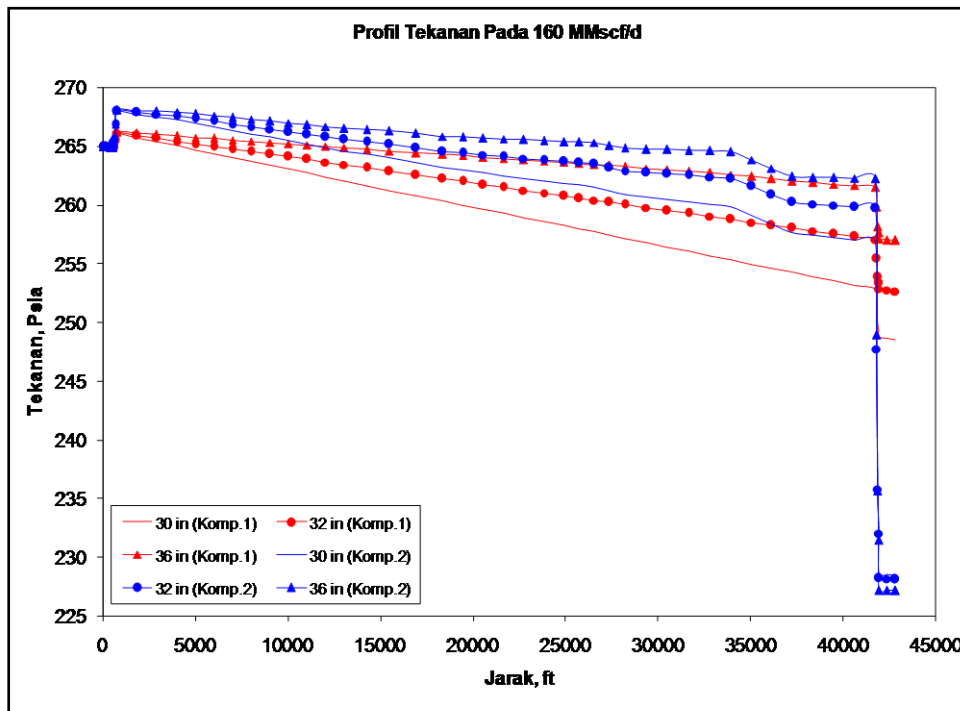
dapat diketahui dari profil tekanan sebagaimana yang terlihat pada Gambar 7 berikut :



Gambar 7. Profil Tekanan Sepanjang Pipeline 1 Pada 80 MMscf/d



Gambar 8. Profil Tekanan Sepanjang Pipeline 1 Pada 120MMscf/d



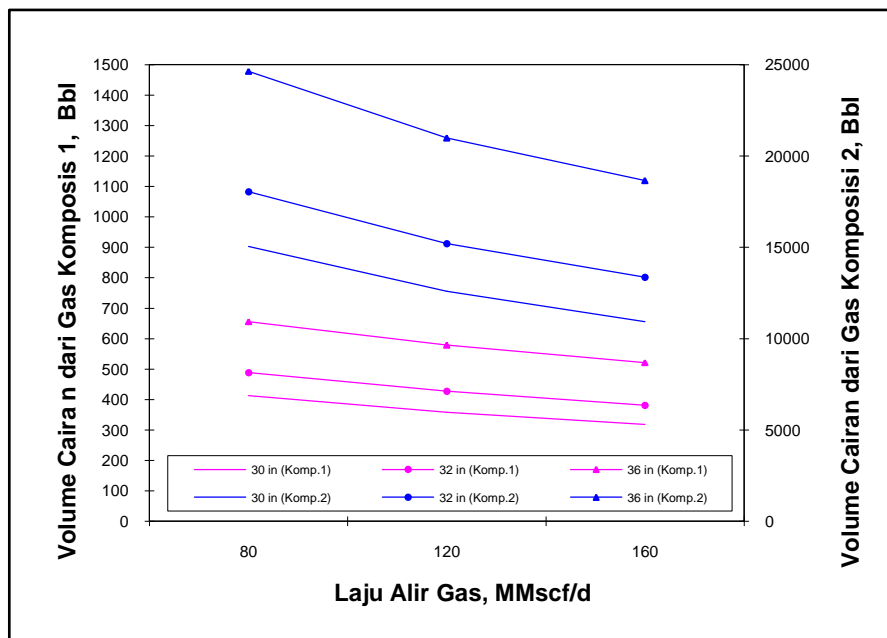
Gambar 9. Profil Tekanan Sepanjang Pipeline 1 Pada 160MMscf/d

Dari hasil-hasil yang telah diperlihatkan di atas, untuk fluida komposisi 1 dan komposisi 2 yang dialirkan di dalam pipeline 1, hasil yang

didapatkan relatif sama untuk penurunan tekanan yang terjadi di sepanjang pipa atau tekanan keluaran dari dalam pipa. Penurunan tekanan

akan semakin kecil atau tekanan keluaran dari dalam pipa akan semakin besar dengan semakin kecilnya laju alir dan semakin besarnya diameter pipa yang digunakan. Dalam hal ini yang menghasilkan penurunan tekanan terkecil atau yang memberikan tekanan keluaran terbesar bila gas dialirkan melalui pipa salur 1 adalah laju alir gas 80 MMSCF/D dan diameter pipa 36 inch. Sedangkan untuk Komposisi 2 terjadi sebaliknya, penurunan tekanan akan semakin

besar dengan semakin besarnya diameter pipa dan semakin kecilnya laju alir yang digunakan, walaupun perubahan yang terjadi relatif kecil antara ketiga diameter (30, 32 dan 36 inch) dan ketiga laju alir (80, 120 dan 160 MMscf/d) yang digunakan. Yang menghasilkan penurunan tekanan terkecil atau tekanan keluaran terbesar adalah bila gas dialirkan dengan laju alir 160 MMSCF/D di dalam pipa diameter 30 inch.



Gambar 10. Volume fasa cair yang terbentuk di dalam pipeline

V. KESIMPULAN

Dari studi ini dapat disimpulkan:

1. Pemilihan ukuran pipeline yang tepat sangat penting dalam mengalirkan gas kondensat dalam jarak yang jauh.
2. Variasi aliran yang terjadi di dalam pipeline sangat dipengaruhi oleh terbentuknya fasa cair di dalam

aliran gas kondensat dimana terbentuknya fasa cair ini sangat dipengaruhi oleh ukuran pipa yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Tarek, "*Hydrocarbon Phase Behavior*", Gulf Publishing Company, Houston, Texas, 1989.
- Arnold, K., Steward, M., "*Surface Production Optimization – Volume 2*", Gulf Publishing Company, Houston, Texas, 1989.
- Beggs, H. D., "*Gas Production Operations*", OGCI Publications, Oil and Gas Consultants Int. Inc, Tulsa, 1984.
- Brill, J. P., Sifferman, T.R., Samarco, B., Arirachakaran, S., "*Simulation of a Major Oilfield Gas-Gathering Pipeline System*", Society of Petroleum Engineering Paper No.11461, 1983.
- Brown, Kermit E, "*The Technology of Artificial Lift Method-Volume I*", Penn Well Publishing Company, Tulsa, 1975.
- Cheremisinoff, N.P., "*Fluid Flow, Pumps, Pipes and Channel*", Ann Arbor Science Publishers Inc., Michigan, 1981.
- Kumar, Sanjay, "*Gas Production Engineering*", Gulf Publishing Company, Houston Texas, 1987.
- Mucharam, L., Andhy, A., Hasan, S., "*Application of the Newton-Raphson Iteration Method For Predicting Gas Flow Performance in a Pipeline*", Indonesian Petroleum Association, Twenty First Annual Convention, October, 1992.
- Payne, G.A., Palmer, C.M., "*Evaluation of Inclined-Pipe, Two-Phase Liquid Holdup and Pressure-Loss Correlations Using Experimental Data*", Journal Petroleum Engineering, September, 1979.
- Szilas, A.P., "*Production and Transport of Oil and Gas*", Elsevier Scientific Publishing Company, New York, 1975.
- Baker Jardine Petroleum Engineering & Software, "*Modul PIPESIM*".

^{*)} Penulis adalah Pejabat Fungsional Widyaiswara Pusdiklat Migas.