

PROSIDING

ISBN 978-602-71940-4-5

**SEMINAR NASIONAL, CALL PAPER, DAN PAMERAN HASIL
PENELITIAN & PENGABDIAN MASYARAKAT
KEMENRISTEK DIKTI RI**

EKSAK

YOGYAKARTA
22 OKTOBER 2015

**MENINGKATKAN MARTABAT BANGSA BERBASIS SUMBER DAYA ENERGI
DAN MEMPERKOKOH SINERGI PENELITIAN ANTAR PEMERINTAH, INDUSTRI
DAN PERGURUAN TINGGI**



**LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
YOGYAKARTA
2015**

**PROSIDING SEMINAR NASIONAL
DAN CALL PAPER**

**MENINGKATKAN MARTABAT BANGSA BERBASIS SUMBER DAYA ENERGI DAN
MEMPERKOKOH SINERGI PENELITIAN ANTAR PEMERINTAH, INDUSTRI &
PERGURUAN TINGGI**

Cetakan Tahun 2015

Katalog Dalam Terbitan (KDT):

Prosiding Seminar Nasional dan *Call For Paper*
Meningkatkan Martabat Bangsa Berbasis Sumber Daya Energi Dan Memperkokoh Sinergi Penelitian Antar
Pemerintah, Industri & Perguruan Tinggi
LPPM UPNVY

247, hlm; 21 x 29.7 cm.
ISBN: 978-602-71940-4-5

LPPM UPNVY PRESS

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta
Kapuslitbang LPPM UPNVY
Rektorat Lantai 4, LPPM, Puslitbang
Jln. SWK 104 (Lingkar Utara) Ring Road, Condong Catur, Yogyakarta 55283
Telpon (0274) 486733, ext 154
Fax. (0274) 486400

www.lppm.upnyk.ac.id
Email: puslitbang.upn@gmail.com

Penata Letak : Berlina Ayu Suryana
Intan Puspita Sari
Eva Permita Sari
Elfira Fitriani Putri
Desain Sampul : Ristiya Munazahatin

Distributor Tunggal
LPPM UPNVY Rektorat Lantai 4, LPPM, Puslitbang
Jln. SWK 104 (Lingkar Utara) Ring Road, Condong Catur, Yogyakarta 55283
Telpon (0274) 486733, ext 154
Fax. (0274) 486400

Hak Cipta dilindungi Undang-undang.

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apa pun, termasuk fotokopi, tanpa izin tertulis dari penerbit.

DAFTAR REVIEWER
SEMINAR NASIONAL, CALL PAPER, DAN PAMERAN HASIL PENELITIAN &
PENGABDIAN MASYARAKAT KEMENRISTEK DIKTI RI
22 OKTOBER 2015
LPPM UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" YOGYAKARTA

- | | | |
|-----|---|---------|
| 1. | Prof. Dr. Ir. Sari Bahagiarti K., M.Sc. | (UPNVY) |
| 2. | Prof. Dr. Didit Welly Udjiyanto, M.S. | (UPNVY) |
| 3. | Prof. Dr. Arief Subyantoro, M.S | (UPNVY) |
| 4. | Prof. Dr. Danisworo | (UPNVY) |
| 5. | Prof. Dr. Bambang Prathistho | (UPNVY) |
| 6. | Ptof. Dr. Suwardjono, M.Sc. | (UGM) |
| 7. | Prof. Dr. Jogiyanto Hartono, M.Sc. | (UGM) |
| 8. | Dr. Rahmat Setiawan, M.Si. | (UNAIR) |
| 9. | Dr. Rahmad Sudarsono, M.Si. | (UNPAD) |
| 10. | Dr. Ardhito Bhinadi, M.Si. | (UPNVY) |
| 11. | Dr. Joko Susanto, M.Si. | (UPNVY) |
| 12. | Prof. Dr. Sucey Kuncoko, M.Si. | (UNNES) |
| 13. | Dr. Ir. Heru Sigit Purwanto, M.T. | (UPNVY) |
| 14. | Dr. Sri Suryaningsum, S.E., M.Si., Ak., CA. | (UPNVY) |
| 15. | Dr. Jatmiko Setyawan, M.T. | (UPNVY) |

Yogyakarta, 22 Oktober 2015
Rektor



Prof. Dr. Ir. Sari Bahagiarti K., M.Sc.
NIP. 19561219-198411-2 001

PENGARUH *NON-CONDENSABLE GAS (NCG)* TERHADAP PEROLEHAN MEGAWATT PADA TURBIN DI LAPANGAN PANASBUMI "Y"

Eko Widi Pramudihadi. ST., MT.¹⁾, Mohammad Triagung Mukipriandri. ST.²⁾

¹Teknik Perminyakan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN "Veteran" Yogyakarta
email: ekowidip@yahoo.com

²Teknik Perminyakan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN "Veteran" Yogyakarta
email: mukipriandri@yahoo.com

Abstract

In this study, The "Y" geothermal field (two phases)-liquid dominated having non-condensable gas content in it, dominated by CO_2 , and H_2S . Non-condensable gas itself can be caused a decline in enthalpy when counting the megawatts electric in turbine, besides it can cause corrosion and scalling in the surface production equipment. Methodology used counting ΔT , ΔP , at any point of the steam and a liquid that containing non-condensable gas using ASPEN Simulator, until we got inlet turbine temperature, inlet turbine pressure, and total mass flow of inlet turbine and with the data we can know enthalpy to manually count megawatts electric in turbine and it can be seen influence non-condensable gas to the megawatts electric in turbine. Result of megawatts electric obtained every increasing 2 % ncg content the Megawatts electric decreased 0.5 mwe, these results obtained from tabulation manually and make the change value the womb percent non-condensable gas his a variety value that can be counted influence the values of non-condensable gas to the megawatts electric and make a graphics .

Keywords: Panasbumi, Geothermal, Non-condensable Gas, Surface Production Equipment, ASPEN Simulator.

1. PENDAHULUAN

Lapangan Panasbumi "Y" memiliki 2 sumur yaitu Sumur A dan Sumur B yang termasuk lapangan panasbumi yang memiliki sistem dua fasa dengan fasa dominan air, kandungan gas yang tak dapat terkondensasi (NCG) sebesar 2% dari total gas yang terkandung. Adanya non-condensable gas yang bercampur dengan uap air yang diproduksi akan mempengaruhi kinerja dari power plant juga menyebabkan *scalling* dan korosi pada peralatan produksi permukaan. Tujuan dari penelitian ini untuk mendapatkan nilai pengaruh persen kandungan NCG terhadap perolehan megawatt elektrik (MWE) yang dihitung menggunakan simulator ASPEN.

2. METODE PENELITIAN

Data awal yang didapat dari pengukuran pada Lapangan Panasbumi "Y" adalah temperatur awal sebesar: Sumur A 372 °F, Sumur B 374 °F, tekanan awal sebesar: Sumur A 12.2 bar, Sumur B 12.5 bar, dan laju alir massa total sebesar: Sumur A 100.28 kg/s, Sumur B 127 kg/s. Pada penelitian ini penulis menggunakan simulator ASPEN untuk mengetahui penurunan tekanan dan temperatur di setiap titik aliran fluida (uap dan cair), dengan cara memasukkan data input yang dibutuhkan pada simulator ASPEN. Data input yang dibutuhkan adalah: tekanan awal sumur, temperatur awal sumur, laju alir massa awal sumur, ukuran pipa yang terpasang pada Lapangan Panasbumi "Y", kecepatan aliran pada pipa, jenis aliran yang terjadi dari kepala sumur menuju turbin (untuk data lengkapnya penulis lampirkan pada lampiran), setelah didapat beda tekanan dan temperatur sampai ke inlet turbin dapat dihitung enthalpy secara manual untuk mendapatkan nilai pengaruh persen kandungan NCG terhadap perolehan MWE pada turbin.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang didapat dari penelitian yang menggunakan simulator ASPEN ini yang pertama adalah temperatur pada Inlet Manifold (dua fasa) sebesar: 349°F, tekanan sebesar: 9.5 bar, dan laju alir massa total sebesar: 227.3 kg/s. Hasil yang kedua adalah temperatur pada Inlet Separator (dua fasa) sebesar: 336 °F, tekanan sebesar: 7.9 bar, dan laju alir massa total sebesar: 227.3 kg/s. Hasil yang ketiga adalah temperatur pada Inlet Turbin (fasa uap) sebesar: 321 °F, tekanan sebesar: 6.1 bar, dan laju alir massa uap sebesar: 56.7 bar, dari hasil perhitungan menggunakan Simulator ASPEN juga didapat kecepatan aliran pada pipa aliran dua fasa sebesar 30m/s, dan pada pipa aliran satu fasa sebesar 32m/s dapat ditentukan bahwa aliran yang terjadi di pipa pada lapangan ini adalah Aliran Adiabatik. Setelah mendapatkan hasil penurunan temperatur dan tekanan pada setiap titik aliran sampai Inlet Turbin kita dapat menghitung secara manual besarnya enthalpy dan entropi menggunakan steam table dengan cara memplotkan besaran temperatur pada inlet turbin di steam table. Setelah didapat besarnya enthalpy dan entropi kita dapat menghitung perolehan MWE secara manual sehingga diperoleh hasil MWE dengan persen kandungan NCG 2% sebesar: 29.2812 MWE. Hasil tersebut dapat kita tabulasikan dengan varian kenaikan persen kandungan NCG setiap 2% dan juga pada kandungan NCG 0% sehingga kita dapat mengetahui pengaruh NCG terhadap perolehan MWE pada turbin di Lapangan Panas Bumi "Y", dan didapat hasil penurunan perolehan MWE setiap kenaikan 2% kandungan NCG sebesar: 0.5 MWE. Perlu diketahui toleransi untuk besar persen kandungan NCG di fluida panas bumi adalah 3%, sehingga apabila suatu lapangan terkandung NCG sebesar 3% atau lebih pada fluidanya disarankan untuk memasang Steam Jet Ejector untuk mengatasi problem pada peralatan produksi permukaan yang disebabkan oleh kandungan NCG yang diluar batas toleransi.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. NCG yang didominasi terkandung pada setiap lapangan panas bumi adalah CO₂ dan H₂S.
2. Terkandungnya NCG pada fluida panas bumi dapat menyebabkan penurunan temperatur dan tekanan yang lebih besar pada setiap titik aliran fluida dibanding fluida yang tak terkandung NCG.
3. Berdasarkan perhitungan semakin bertambahnya kandungan NCG pada fluida panas bumi, semakin menurun perolehan MWE pada turbin Lapangan Panas Bumi "Y".
4. Apabila kandungan NCG pada fluida melebihi 3%, disarankan memakai Steam Jet Ejector untuk mengatasi problem pada peralatan produksi permukaan.

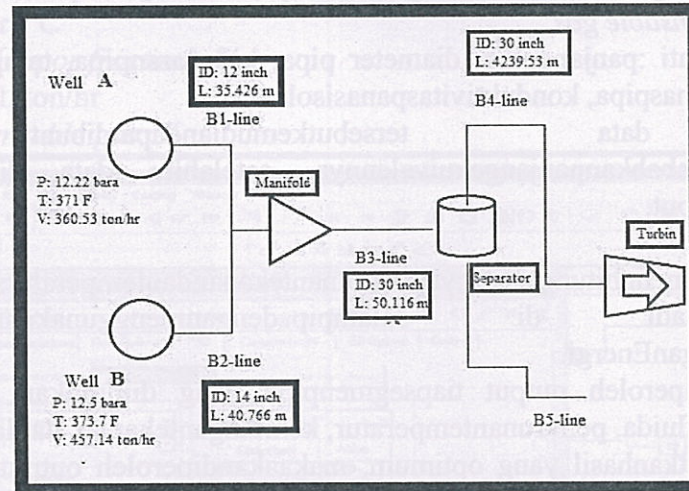
5. REFERENSI

Penulisan naskah penelitian ini menggunakan teori acuan dari:

1. Adhitya, Bagus Purwanto., "STUDI PARAMETRIK ALIRAN FLUIDA PANAS BUMI DENGAN KANDUNGAN NON-CONDENSABLE GAS PADA LAPANGAN PANAS BUMI DIENG", Tugas Akhir Sarjana, Teknik Perminyakan UPN, Yogyakarta, 2013.
2. Eko, Widi. P., "Optimasi Pipa Salur Fluida Panas Bumi untuk Reservoir Dominasi Air", Tesis Magister, Teknik Perminyakan ITB, Bandung, 2010.
3. Neni, Saptadji. M., "Teknik Panas Bumi", Catatan Perkuliahan, Teknik Perminyakan ITB, Bandung, 2001.
4. Buku Manual Software Simulator ASPEN.
5. Pudjo Sukarno M. P., "Aliran Fluida Multifasa Dalam Pipa", Teknik Perminyakan ITB, Bandung, 2000.
6. Doddy Abdassah., "Teknik Eksploitasi Panas Bumi", Teknik Perminyakan ITB, Bandung, 1992.

Lampiran

- **Data Input Untuk Menggunakan Simulator ASPEN**



Gambar Skema Jaringan Pipa dari Sumur ke Power Plant.

Data Pipa Terpasang Pada Lapangan Panas Bumi "Y".

Keterangan	Line	OD, inch	ID, inch	Panjang Pipa, m
Well – Manifold (2 fasa)	B1	12"	10,4"	35,426
Well – Manifold (2 fasa)	B2	14"	12,4"	40,766
Manifold – Separator (2 fasa)	B3	30"	28,4"	50,116
Separator – Inlet Turbin (Fasa Uap)	B4	30"	29,2"	4239,53

Data Laju Alir Massa Sumur.

PAD	Laju Alir Uap Total Ton/jam	Laju Alir NCG Ton/jam	Laju Alir CO ₂ Ton/jam	Laju Alir H ₂ S Ton/jam	Laju Alir H ₂ O Ton/jam
Sumur A	361	9.15	7.25	1.9	351.85
Sumur B	457	6.03	4.5	0.53	450.97

Data Parameter Kepala Sumur.

Parameter	Harga	
Tekanan Awal	Sumur A	177 psia
	Sumur B	181 psia
Temperatur Awal	Sumur A	372 °F
	Sumur B	374 °F
Kekasaran Pipa (Dianggap sama rata)		0,00015
Dryness Factor		0.25
		0.26

- **Prosedur Menjalankan Simulasi ASPEN.**

Baganalir simulator ASPEN secara garis besar, dapat dinyatakan sebagai berikut :

1. Data dari sumur (pada kondisi di kepala sumur) : tekanan, temperatur, dryness, massa total, *non-condensable gas*.
Data pipa meliputi : panjang pipa, diameter pipa, kekasaran pipa, temperatur lingkungan, konduktivitas panas pipa, konduktivitas panas isolasi.
2. Dari data tersebut kemudian dapat dibuat layout pipa dengan menambahkan panjang ekuivalennya, setelah itu data dimasukkan ke dalam layout pipa tersebut.
3. Kemudian ASPEN dijalankan untuk menghitung besarnya penurunan tekanan dan temperatur secara simultan yang terjadi di dalam pipa dengan menggunakan metode Beggs-Brill dan Kesetimbangan Energi.
4. Setelah itu akan diperoleh output tiap segmen pipa yang diinginkan, seperti diameter, kecepatan aliran fluida, penurunan temperatur, kehilangan tekanan, dan laju aliran massa.
5. Setelah mendapatkan hasil yang optimum, maka akan diperoleh output Mega Watt yang sesuai dengan tujuan simulasi.

- **Prosedur Perhitungan**

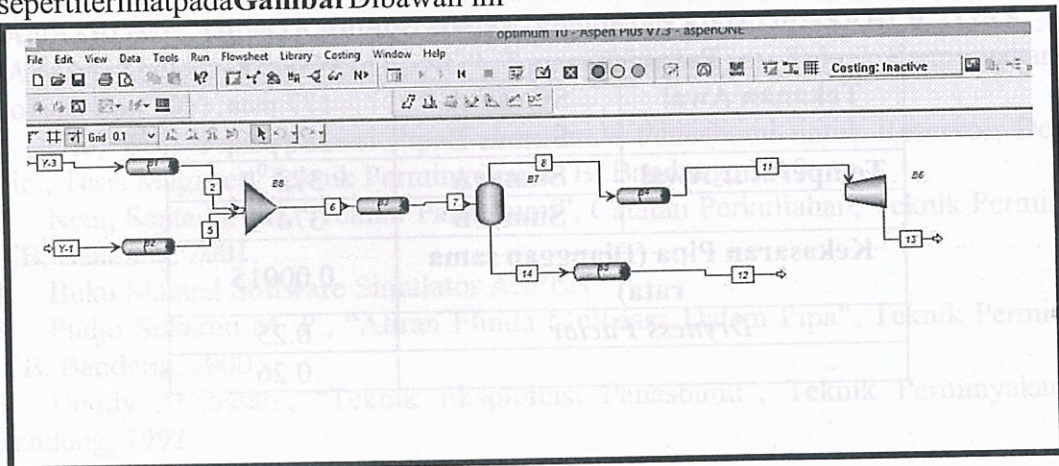
Perhitungan kehilangan tekanan dan dihitung pada setiap bagian (segmen) dengan prosedur sebagai berikut :

1. Pada program simulator ASPEN, pertama membuat desain pemipaan yang kemudian data dimasukkan. Data yang dimasukkan terdiri dari tekanan, fraksi uap, laju aliran massa, *non-condensable gas*, diameter, kekasaran pipa dan panjang pipa yang akan dihitung. Setelah program dijalankan (*di-run*) didapatkan data output, yaitu diameter, tekanan, temperatur, kecepatan aliran fluida.
2. Untuk layout pipa yang terdapat valve, belokan atau perubahan diameter pipa maka output dari simulator ASPEN digunakan sebagai data input untuk perhitungan kehilangan tekanan karena adanya valve, belokan dan perubahan diameter pipa.

- **Prosedur Menjalankan Simulator ASPEN**

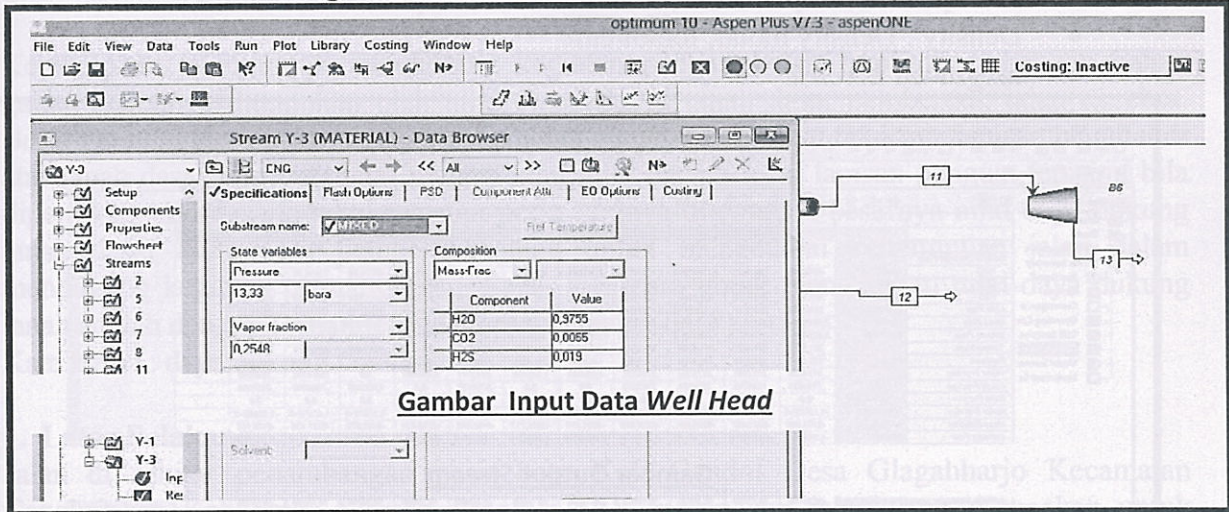
Untuk menjalankan simulator ASPEN terdapat beberapa parameter yang diperlukan sebagai input simulator. Input simulator ASPEN digunakan pada setting fasilitas produksi yang digunakan seperti wellhead, pipa alir, separator dan catchpot.

1. Membuat model skema jaringan pipa di simulator ASPEN, seperti terlihat pada Gambar Dibawah ini



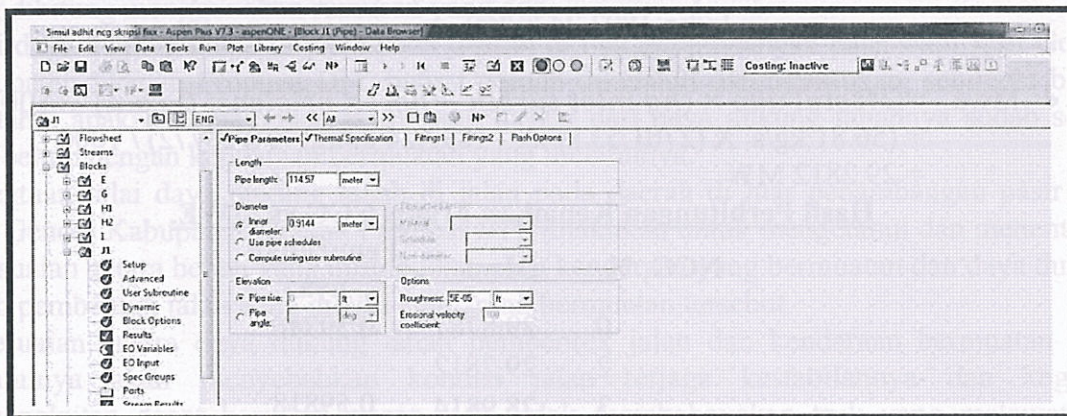
Gambar Skema Jaringan Pipa (Simulator ASPEN)

2. Memasukan parameter yang terdapat pada well head untuk setiap cluster, seperti terlihat pada Gambar di bawah. Adapun parameter yang dimasukkan adalah :
 - a. Tekanan, bara
 - b. Temperatur, °C
 - c. Fraksi uap (*vapor fraction*), %
 - d. Massa total, ton/hr
 - e. *Non-condensable gas*, %



Gambar Input Data Well Head

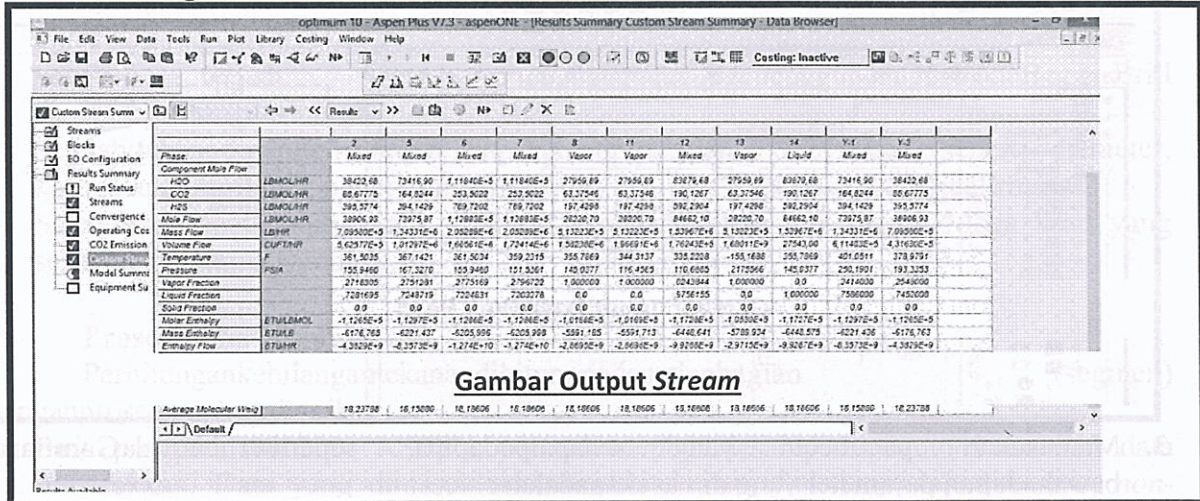
3. Memasukan parameter yang terdapat pada pipa, seperti terlihat pada Gambar di bawah. Adapun parameter yang dimasukkan adalah :
 - a. Profil pipa (*Pipe Schedule*)
 - b. Diameter Pipa, m.
 - c. Kekasaran Pipa, m.
 - d. Kenaikan elevasi pipa, m.
 - e. *Thermal specification* (spesifikasi panas terdiri dari : temperatur lingkungan, konduktivitas panas pipa, konduktivitas panas isolasi), °F



Gambar Input Data Pipa

4. Output dari simulator ASPEN dapat dilihat pada Gambar di bawah yang terdiri dari :
 - a. Output pada pipa, antara lain :
 - Diameter dalam, inch.
 - Kecepatan aliran fluida, ton/hour.
 - *Reynold number*

- Volume fraksidanaup, %.
- Polaaliran, (2 fasa, 1 fasa).
- b. Output pada streams
 - Lajualirmassa total, lb/hr.
 - ΔT dan ΔP, °F danPSIa
 - Fraksiuap, cairan dan bendapadat, %.
 - Enthalphi : -Enthalpi molar, btu/bmol. -Enthalpimassa, btu/lb. -Lajuenthalpi, btu/hr, Kg/Kj
 - Entrophi : -Entrophi molar, btu/lbmol-. -Entrophimassa, btu/lb-r.
 - Density : Density molar, lbmol/cuft
 - *Megawatt Electric*



- **Perhitungan Megawatt Elektrik (MWE)**
 - MW ideal = $M_{up} / 1.94 \text{ kg/s}$
 $= 56.81 \text{ kg/s} / 1.94 \text{ kg/s}$
 $= 29.2812 \text{ MW}$
 - Efisiensi Turbin = $MW \text{ ideal} / (M_{up} \times (hg \text{ turbin} - hm \text{ condenser}))$
 $= (29.2812 \text{ MW} \times 1000) / (56.81 \text{ kg/s} \times (2701.53 \text{ kJ/kg} - 1893.24 \text{ kJ/kg}))$
 $= 0.63772$
 - Mwe = $(M_{total \text{ uap}} \times (hg \text{ inlet turbin} - hm) \times \text{efisiensi turbin}) \div 1000$
 $= (56.81 \text{ kg/s} \times (2701.53 \text{ kJ/kg} - 1893.24 \text{ kJ/kg}) \times 0.63772) \div 1000$
 $= 29.2812 \text{ MW}$

Hasil Perhitungan Kenaikan Fraksi NCG vs MWE.

NCG, %	Mwe	Penurunan nya
0	29,8787	0,59746
2	29,2812	
3	28,9814	0,59818
4	28,6823	
6	28,0841	0,59818
8	27,4859	
10	26,8878	0,59818