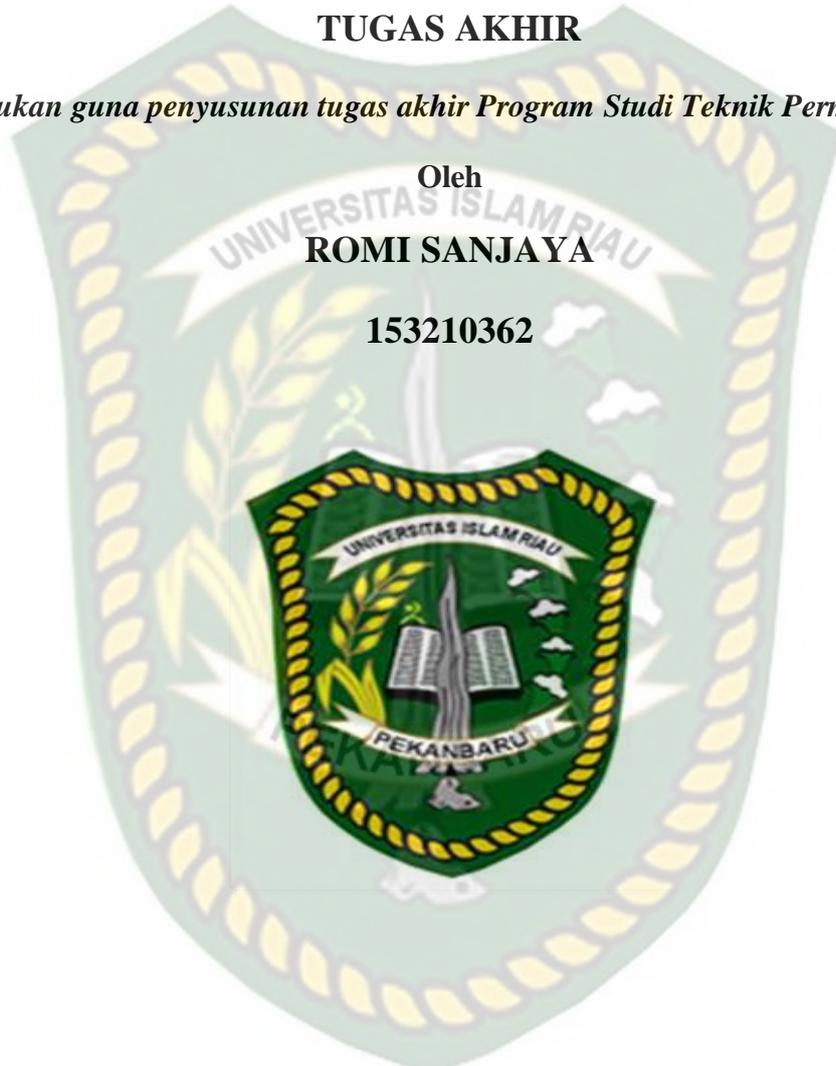


**ANALISIS *PRESSURE LOSS* PADA PIPA SALUR TERHADAP
LAJU PRODUKSI DENGAN METODE ORKISZEWSKI DAN
ANALISIS NODAL DI SUMUR X LAPANGAN Y
TUGAS AKHIR**

Diajukan guna penyusunan tugas akhir Program Studi Teknik Perminyakan

Oleh
ROMI SANJAYA

153210362



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU**

2021

KATA PENGANTAR

Rasa syukur disampaikan kepada Allah SWT atas rahmat dan limpahan ilmu dari-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulis tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik, Program Studi Teknik Perminyakan, Universitas Islam Riau. Saya menyadari bahwa banyak pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini serta memperoleh ilmu pengetahuan selama perkuliahan. Tanpa bantuan dari mereka tentu akan sulit rasanya mendapatkan gelar Sarjana Teknik ini. Oleh karena itu saya ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. H. Ali Musnal, MT. Selaku dosen pembimbing utama yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberi masukan dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Ibu Novia Rita ST.,MT selaku ketua prodi dan Bapak Tomi Erfando, S.T., M.T. selaku sekretaris prodi Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau.
3. Pihak PT Pertamina Asset 1 Field Lirik khususnya pembimbing lapangan saya Bapak Kemal Permadi, Aditya Nugraha, M. Taufik Hidayat, dan Timothy Ivan yang telah memberikan kesempatan untuk pengambilan data dan membimbing tugas akhir saya.
4. Kedua orang tua Bapak H. Sukri dan Ibu Hj. Suningsih serta abang yang selalu memberikan dukungan material, dukungan moral dan doa yang senantiasa mengiringi.

Teriring doa saya, semoga Allah memberikan balasan atas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Pekanbaru, 22 Januari 2021

Romi Sanjaya

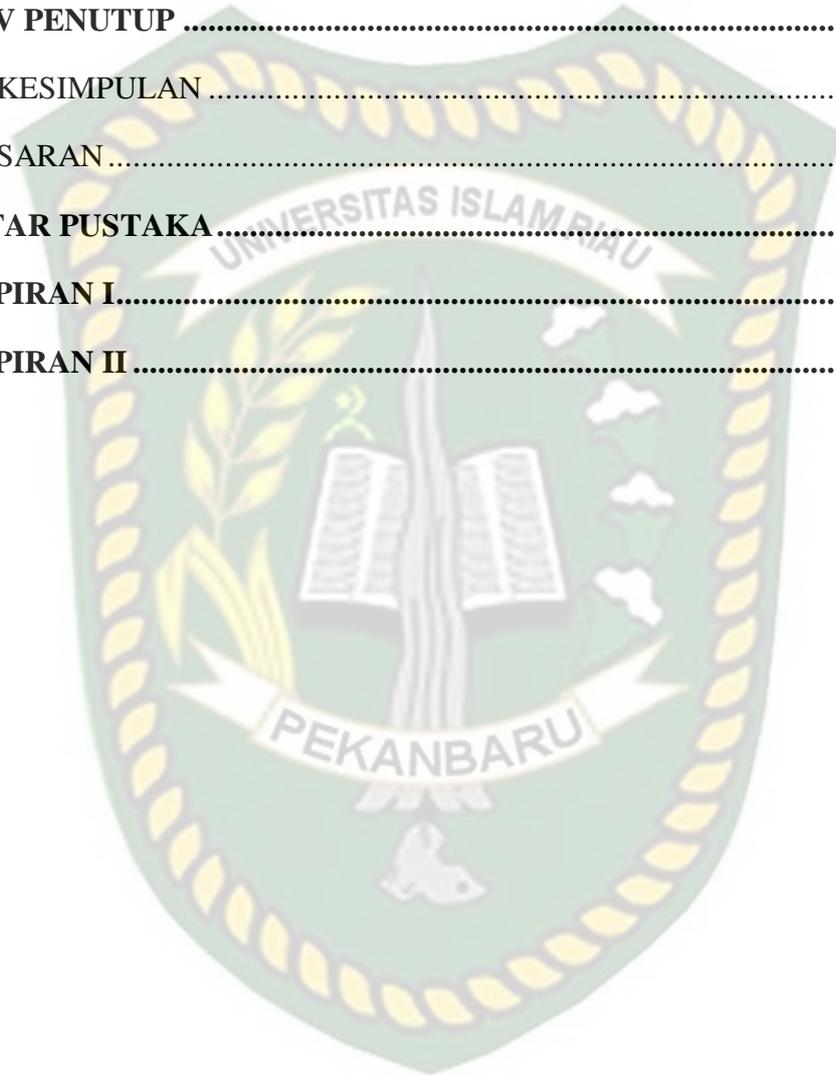
Universitas Islam Riau

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR SINGKATAN.....	ix
DAFTAR SIMBOL.....	x
ABSTRAK.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	2
1.1 LATAR BELAKANG	2
1.2 TUJUAN PENELITIAN.....	3
1.3 MANFAAT PENELITIAN.....	3
1.4 BATASAN MASALAH.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Persamaan Dasar Aliran Fluida Dalam Pipa	3
2.2 <i>Pressure loss</i>	3
2.3 Reynolds number	4
2.3.1 Regim aliran.....	5
2.4 Analisa system Nodal	5
2.4.1 Nodal di dasar sumur	6

2.4.2	Nodal di kepala sumur.....	6
2.4.3	Nodal di separator	6
2.4.4	Productivity index (PI)	7
2.4.5	<i>Inflow Performance Relationship (IPR) Curve</i>	7
2.5	Metode Orkiszewski	7
2.5.1	<i>Bubble flow</i>	8
2.5.2	<i>Slug flow</i>	8
2.5.3	<i>Transition flow</i>	9
2.5.4	<i>Mist flow</i>	9
2.6	State of the art.....	9
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		11
3.1	Jenis Penelitian	11
3.2	Metode Penelitian	11
3.2.1	Langkah Kerja.....	11
3.3	Flow Chart.....	18
3.4	Waktu Pelaksanaan Penelitian	19
3.5	Sejarah Singkat Perusahaan	19
3.6	Letak Geografis	20
3.7	Persebaran Fasilitas Operasi Produksi Lirik Field	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		22
4.1	Perhitungan <i>pressure loss</i> pada pipa salur sumur X lapangan Y.....	22
4.2	Perhitungan <i>pressure loss</i> dengan metode Orkiszewski	23
4.3	Perhitungan <i>pressure loss</i> dengan metode Azis	24
4.4	Hasil Analisis Nodal	25
4.5	<i>Outflow Curve</i>	25

4.6	<i>Inflow Curve</i>	26
4.7	Perbandingan Kehilangan Tekanan Antara Perhitungan dan Kondisi Lapangan.....	28
BAB V PENUTUP		30
5.1	KESIMPULAN	30
5.2	SARAN.....	30
DAFTAR PUSTAKA		31
LAMPIRAN I.....		34
LAMPIRAN II.....		38



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kehilangan tekanan sepanjang system produksi	4
Gambar 2. 2 Titik Nodal pada Sumur	6
Gambar 2. 3 Regim Aliran Menurut Orkiszewski.....	8
Gambar 3. 1 Letak Geografis Field Lirik.....	21
Gambar 3. 2 Persebaran Fasilitas Operasi Produksi Lirik Field	21

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Persamaan yang di gunakan metode Orkiszewski	8
Tabel 4. 1 Data reservoir sumur X lapangan Y.....	22
Tabel 4. 2 Data produksi sumur X.....	23
Tabel 4. 3 Hasil perhitungan <i>pressure loss</i> pada sumur X.....	24
Tabel 4. 4 Perbandingan kehilangan tekanan	28

DAFTAR SINGKATAN

G_t	Gradient geothermal, °F/ft
G_f	Gradient temperatur aliran, °F/ft
f_o	Fraksi minyak
f_w	Fraksi air
PAM	Perbandingan air-minyak, STB/STB
PGC	Perbandingan gas-cairan, SCF/STB
PGM	Perbandingan gas-minyak
q_g	Laju aliran gas, SCF/hari
q_{gpt}	Laju aliran gas pada P dan T, cuft/def
q_{Lpt}	Laju aliran cairan pada P dan T, cuft/def
q_o	Laju produksi minyak, STB/hari
q_{opt}	Laju aliran minyak pada P dan T, cuft/def
q_w	Laju air, STB/hari
q_{wpt}	Laju aliran air pada P dan T, cuft/def
T_a	Temperatur rata-rata dalam segmen, (°F)
T_d	Temperatur di dasar, (°F)

DAFTAR SIMBOL

A_p	Luas penampang pipa (acres)
B_g	Faktor volume formasi gas, (cuft/STB)
B_o	Faktor volume formasi minyak, (bbl/STB)
B_w	Faktor volume formasi air, (bbl/STB)
D	Kedalaman/panjang pipa, (ft)
d	Diameter pipa, (ft)
$f_1 f_2 f_3$	Parameter faktor gesekan
$F_1, F_2, F_3, F_4, F_6, F_7$	Parameter untuk dimensionless <i>slip velocity</i> ,
(S)	
g	Percepatan sebagai akibat gravitasi
g_c	Konstanta gravitasi = 32,2
Δh	Panjang segmen
H_L	Liquid <i>hold-up</i>
$L_s, L_m, L_1, L_2, L_3, L_4$	Parameter pola aliran
N_{FR}	Froude <i>number</i>
N_{LV}	Liquid <i>velocity number</i>
N_{Re}	Bilangan reynold
N_{We}	Bilangan weber
N_μ	Bilangan viskositas
P_1, P_2	Tekanan di atas/bawah segmen, (psi)
P_{2c}	Hasil dari tekanan di atas/bawah segmen,
(psi)	
R_s	Kelarutan gas dalam minyak, (SCF/STB)
R_{sw}	Kelarutan gas dalam air, (cuft/STB)
S	Dimensionless <i>slip velocity</i>
V_s	<i>Slip velocity</i> , (ft/det)

V_{sg}	Kecepatan <i>superficial</i> gas, (ft/det)
V_{sgc}	Kecepatan <i>superficial</i> gas terkoreksi, (ft/det)
V_{sL}	Kecepatan <i>superficial</i> cairan, (ft/det)
V_m	Kecepatan <i>superficial</i> campuran, (ft/det)
Z	Faktor kompresibilitas gas
μ	Viskositas, (cp)
ρ	Densitas, (lbm/cuft)
σ	Tegangan Permukaan, (aync/cm)
ε	Kekasaran pipa, (ft)
ε_{dg}	Kekasaran relatif
γ	<i>Specific gravity</i>
λ	<i>No-slip hold-up</i>



**ANALISIS PRESSURE LOSS PADA PIPA SALUR TERHADAP
LAJU PRODUKSI DENGAN METODE ORKISZEWSKI DAN
ANALISIS NODAL DI SUMUR X LAPANGAN Y**

ROMI SANJAYA
153210362

ABSTRAK

Dalam pemindahan fluida sering terjadi kehilangan tekanan yang diakibatkan oleh banyak faktor yang dapat mempengaruhi besarnya kehilangan tekanan di sepanjang pipa permukaan, maka sebisa mungkin kehilangan tekanan di sepanjang pipa permukaan harus diminimalisir supaya fluida yang terproduksi bisa secara utuh ataupun sebagian besar sampai hingga gathering system. Pada lapangan Y panjang pipa pada sumur X yaitu 145ft dengan diameter 4 inch dan tekanan actual 4872 BFPD dari reservoir menuju wellhead. Karena adanya penurunan tekanan pada pipa tersebut, maka dilakukan analisis pada pipa salur di lapangan X.

Metode yang digunakan untuk menganalisis pada pipa salur yaitu metode Orkiszewski, kemudian melakukan perbandingan hasil perhitungan formula dengan perhitungan hasil real lapangan. Perhitungan factor dua gesekan pada metode Orkiszewski tergantung pada pola aliran yang terjadi, dengan demikian perhitungan gradient tekanan selalu diawali dengan penentuan parameter-parameter pola aliran.

Hasil perhitungan *pressure loss* dengan metode Orkiszewski pada sumur X lapangan Y yaitu sebesar 6,575 psi/ft dan laju produksi setelah terjadi *pressure loss* sebesar 6,5 BOPD. Kemudian perbandingan perhitungan kehilangan tekanan formula dengan real lapangan didapatkan hasil sebesar 9,93%, hal tersebut menandakan bahwa metode Orkiszewski memiliki tingkat akurasi perhitungan yang tinggi dan baik digunakan pada sumur X lapangan Y.

Kata Kunci : Pipa Salur, Orkiszewski

**ANALISIS PRESSURE LOSS PADA PIPA SALUR TERHADAP
LAJU PRODUKSI DENGAN METODE ORKISZEWSKI DAN
ANALISIS NODAL DI SUMUR X LAPANGAN Y**

ROMI SANJAYA
153210362

ABSTRACT

In fluid transfer, there is often a loss of pressure caused by many factors that can affect the amount of *pressure loss* along the surface pipe, so as much as possible the *pressure loss* along the surface pipe must be minimized so that the fluid produced can be completely or mostly up to the gathering system. In field Y the pipe length in well X is 145ft with a diameter of 4 inches and an actual pressure of 4872 BFPD from reservoir to wellhead. Due to the pressure drop in the pipe, a *pressure loss* analysis was carried out on the channel pipe in field X.

The method used to analyze the *pressure loss* in the pipeline is the Orkiszewski method, then comparisons the calculation results of the formula with the calculation of the real field results. The calculation of the two friction factor in the Orkiszewski method depends on the flow pattern that occurs, thus the calculation of the pressure gradient always begins with determining the flow pattern parameters.

The results of the calculation of the *pressure loss* using the Orkiszewski method in the well X field Y is 6.575 psi / ft and the production rate after the *pressure loss* is 6.5 BOPD. Then the comparison of the calculation of formula *pressure loss* with real field results is 9.93%, this indicates that the Orkiszewski method has a high level of calculation accuracy and is good for use in well X field Y.

Keyword : *Flowline*, Orkiszewski.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Rendahnya produksi suatu sumur merupakan persoalan utama pada industri minyak dan gas, baik pada sumur baru, sumur yang telah lama berproduksi, maupun sumur yang baru dikerjakan ulang (*Workover*). Rendahnya produksi pada sumur tersebut disebabkan oleh tekanan yang terdapat di dalam reservoir mengalami penurunan. Sehingga tekanan sisa yang terdapat di dalam reservoir tidak mampu mengangkat fluida tersebut ke atas permukaan. (Yazid Emil, 2018)

Kehilangan tekanan reservoir dibawah tekanan jenuh dari hidrokarbon mengakibatkan keluarnya gas (komponen hidrokarbon yang ringan) dari minyak. Gelembung gas yang keluar mengakibatkan terbentuknya fasa yang berkesinambungan dan mengalir ke arah sumur – sumur produksi. Terproduksinya gas tersebut dapat mengurangi energy pengangkatan alami minyak dari dalam reservoir ke atas permukaan, sehingga jumlah minyak yang dapat diproduksi (*recovery*) secara alami dapat berkurang. Dapat dikatakan bahwa penurunan tekanan yang tidak terkontrol memberi kontribusi terhadap pengurangan *recovery*. (Iqbal, 2017)

Pada aliran satu fasa, kehilangan tekanan terjadi karena adanya perubahan arah aliran fluida dalam pipa. (Haslinda Kusumaningsih, 2018) Sementara pada aliran dua fasa terjadi kehilangan energi potensial yang tidak bisa diperoleh kembali karena holdup cairan dan massa jenis campuran yang biasanya jauh lebih rendah di bagian ujung aliran. (Bahruddin & S, 2014)

Saat ini lebih dari 5 metode yang dapat digunakan untuk memperkirakan kehilangan tekanan aliran fluida dua fasa dalam pipa. (Akashah, 1978) Metode tersebut adalah Mukherjee & Brill, Beggs & Brill, Duns & Ros, Griffith & walisa, dan Orkiszewski.

Pada penelitian ini, perhitungan *Pressure loss* terhadap laju produksi dalam aliran fluida dua fasa metode yang digunakan adalah metode Orkiszewski dan metode Azis sebagai pembandingan. Pemilihan metode tersebut tentunya memiliki alasan yang kuat, yaitu metode Orkeszewski merupakan pengembangan dari

metode Dun & Ros dan Griffith & walisa yang tentunya dapat melakukan perhitungan penurunan tekanan dengan tingkat akurasi yang tinggi. (Whalley, 1981) Dari perhitungan *pressure loss* dengan metode Orkiszewski didapatkan besarnya nilai *Pressure loss*, kemudian dapat menentukan besarnya nilai laju produksi setelah terjadinya *pressure loss*.

1.2 TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan khusus dari tugas akhir ini adalah:

- a. Menghitung nilai *Pressure loss* pada pipa salur dengan metode orkiszewski di sumur X lapangan Y.
- b. Menghitung laju produksi setelah terjadi *Pressure loss* dengan metode orkiszewski pada sumur X lapangan Y.
- c. Membandingkan perhitungan dengan hasil real.

1.3 MANFAAT PENELITIAN

Berdasarkan penelitian yang akan dilakukan dapat memberikan berbagai manfaat yaitu:

- a. Mengetahui nilai pada pipa salur dengan metode Orkiszewski dan mengetahui nilai laju produksi setelah terjadinya *Pressure loss* dengan metode Orkiszewski.
- b. Perbandingan perhitungan dari hasil formula dengan hasil real pada lapangan X sumur Y.
- c. Sebagai acuan bagi mahasiswa/mahasiswi dalam penelitian khususnya tentang *Pressure loss* pada pipa salur.

1.4 BATASAN MASALAH

Agar penulisan ini tidak keluar dari tujuan yang diharapkan, batasan masalah yang akan dibahas adalah Analisis *Pressure loss* pada pipa salur terhadap laju produksi dengan metode Orkiszewski Di Sumur X Lapangan Y.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Allah SWT telah menciptakan sumber daya alam yang dapat diperbarui misalnya barang tambang dan mineral, termasuk minyak dan gas bumi. Sumber daya minyak dan gas bumi dapat habis dan punah apabila dieksploitasi terus – menerus. Al-Qur'an sebagai sumber hukum islam telah menjelaskan secara tegas hal tersebut dalam QS. AL-Ma'idah ayat 17 yang artinya “Kepunyaan Allah lah langit dan bumi dan apa yang ada diantara keduanya. Dan Allah maha kuasa atas segala sesuatu”. Oleh karena itu, pemanfaatan harus bijaksana dan memperhatikan lingkungan.

2.1 Persamaan Dasar Aliran Fluida Dalam Pipa

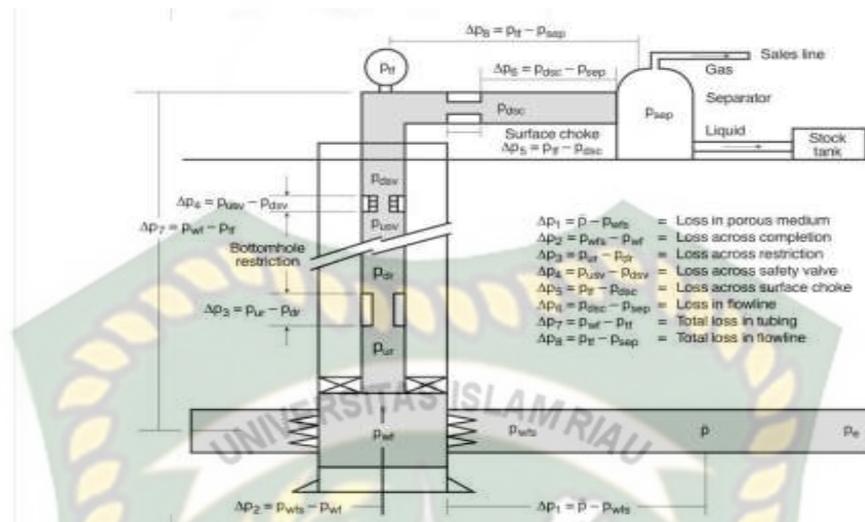
Persamaan dasar aliran fluida dalam pipa dikembangkan dari persamaan energi, yang menyatakan keseimbangan energi antara dua titik dalam sistem aliran fluida. Hukum konversi energi tersebut dapat dituliskan dalam persamaan berikut:

$$U_1 + p_1 V_1 + \frac{mv_1^2}{2g_c} + \frac{mgh_1}{g_c} + Q - W = U_2 + p_2 V_2 + \frac{mv_2^2}{2g_c} + \frac{mgh_2}{g_c} \quad (1)$$

Persamaan diatas merupakan hukum konversi energi yang akan dikembangkan menjadi persamaan aliran fluida dalam pipa, dengan menggunakan konsep – konsep thermodinamika. (Bayu, 2018)

2.2 Pressure loss

Pressure loss yaitu hidrostatis fluida yang disebabkan oleh gesekan disepanjang dinding pipa (*Major losses*) maupun perubahan bentuk lokal saluran berupa belokan, katup, maupun sambungan pipa dan besar koefisien gesek pipa tersebut (*Minor losses*). (Awaluddin S. W., 2014)



Gambar 2. 1 Kehilangan tekanan sepanjang system produksi

Dalam hal mengalirkan fluida di dalam pipa permukaan tersebut, terjadi berbagai macam jenis kehilangan tekanan (*pressure loss*) beberapa di antaranya adalah kehilangan tekanan akibat dari gesekan (friksi), kehilangan tekanan akibat perbedaan ketinggian, kehilangan tekanan akibat belokan (elbow), dan kehilangan tekanan akibat jepitan (valve dan fittings). (Suharno, 2010)

2.3 Reynolds number

Reynolds number adalah parameter tidak berdimensi yang menunjukkan perbandingan dengan gaya inersia dengan gaya viskositas atau dapat dirumuskan sebagai berikut. (NEGARA, 2007)

$$Re = \frac{1488 pvd}{\mu} \quad (2)$$

Bilangan Reynold berkorelasi dengan kecepatan aliran. Semakin besar kecepatan aliran fluida maka bilangan Reynold semakin tinggi yang mengakibatkan nilai koefisien gesek (f) yang terjadi semakin besar. Pada kondisi koefisien gesek yang besar mengakibatkan semakin tinggi pula *head loss* yang terjadi. (Rachmat Subagyo1, 2016)

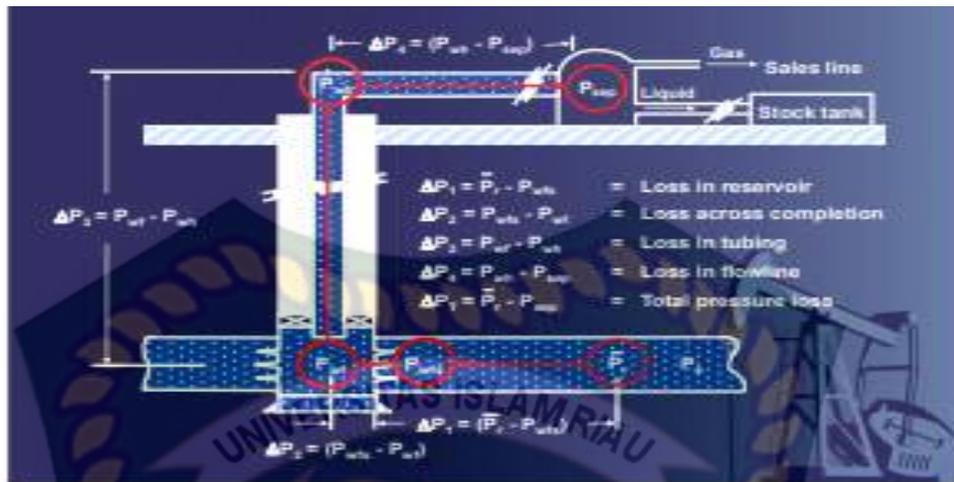
2.3.1 Regim aliran

Regim aliran menggambarkan aliran fluida secara alami. Kecepatan aliran merupakan salah satu faktor yang akan menentukan jenis regim aliran fluida, apakah aliran Laminar atau Turbulen. Jenis aliran ini ditentukan berdasarkan suatu angka yang disebut angka *Reynold* (Re). Bila $Re \leq 2300$ maka aliran dikatakan laminar. Bila $Re > 2300$ maka aliran dikatakan turbulen. (Mechram, 2016)

2.4 Analisa system Nodal

Nodal Sistem Analisis (analisa system nodal) merupakan suatu teknik sederhana yang digunakan untuk menentukan hubungan antara *Inflow Performance Relationship* dengan Tubing Intake, yang dapat digunakan untuk menentukan laju produksi optimum yang terjadi dalam suatu sistem produksi. Suatu persamaan matematis digunakan untuk menggambarkan kemampuan suatu reservoir untuk memproduksi fluida menuju lubang sumur dan sistem perpipaan yang mengalirkan fluida ke separator di permukaan.

Pada umumnya teknik ini diselesaikan secara grafik dengan menggunakan plot tekanan versus laju alir. Persamaan *Inflow* dan *outflow* berbeda dan berpotongan pada suatu titik. Titik perpotongan ini menunjukkan laju alir dan tekanan yang terjadi dalam sistem. Jika kedua kurva tersebut tidak berpotongan berarti sumur tersebut tidak mampu memproduksi fluida menuju permukaan. (Ganjar, 2015)



Gambar 2. 2 Titik Nodal pada Sumur

2.4.1 Nodal di dasar sumur

Nodal di dasar sumur menandakan system *Inflow* berawal dari dasar reservoir menuju ke dasar sumur, sedangkan system *outflow* berawal dari separator, flowline, kepala sumur, tubing dan kembali ke dasar sumur. Singkatnya pertemuan antara reservoir ke dasar sumur dan separator ke dasar sumur.

2.4.2 Nodal di kepala sumur

Nodal di kepala sumur menandakan system *Inflow* berawal dari dasar sumur menuju ke kepala sumur, sedangkan system *outflow* berawal dari separator, flowline dan ke kepala sumur. Singkatnya pertemuan antara dasar sumur ke kepala sumur dan separator ke kepala sumur.

2.4.3 Nodal di separator

Nodal di separator menandakan system *Inflow* berawal dari reservoir menuju ke separator, sedangkan system *outflow* di separator itu sendiri. Singkatnya pertemuan antara reservoir ke separator dengan separator itu sendiri. (Ayu, 2020)

2.4.4 Productivity index (PI)

Productivity index (PI) adalah perbandingan laju produksi yang dihasilkan oleh suatu sumur yang menyatakan kemampuan suatu sumur untuk mengangkat fluida ke permukaan pada kondisi tekanan tertentu. (Jati, 2019)

$$PI = \frac{q}{(ps-pwf)} \quad (1)$$

Dimana :

P_i = *Productivity index*, bbl/day

Q = Laju produksi, bbl/day

Ps = Tekanan reservoir, psi

Pwf = tekanan dasar sumur, psi

2.4.5 Inflow Performance Relationship (IPR) Curve

Inflow performance relationship (IPR) curve adalah pernyataan PI yang menggambarkan perilaku aliran dari reservoir ke dasar sumur yang dihasilkan karena terjadinya perubahan tekanan aliran dasar sumur tersebut. Kurva IPR adalah plot antara laju aliran dengan tekanan dasar sumur (Pwf). (Richa melisa, 2015)

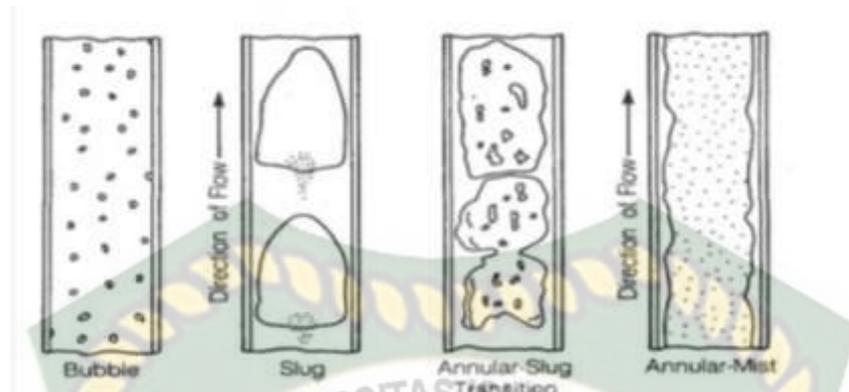
Persamaan metode Vogel adalah sebagai berikut :

$$\frac{q}{Q_{max}} = 1 - 0.2 \left(\frac{pwf}{ps}\right) - 0.8 \left(\frac{pwf}{ps}\right)^2 \quad (2)$$

2.5 Metode Orkiszewski

Metode ini memiliki kelebihan dibandingkan dengan metode lainnya, yaitu menghitung *liquid holdup*, *gradient* tekanan yang berhubungan dengan regim aliran di dalam pipa, dan metode ini memberikan analogi tentang apa yang terjadi di dalam pipa. (Aries Prasetyo, 2020)

Pengelompokan empat regim aliran metode Orkiszewski dapat di lihat pada Gambar 2.4. (Orkiszewski, 1967)



Gambar 2. 3 Regim Aliran Menurut Orkiszewski

Selain itu metode ini juga menggunakan persamaan metode lain untuk menghitung nilai kehilangan tekanan pada fluida dengan regim aliran berbeda. Untuk lebih jelas dapat di lihat pada tabel 2.1 berikut.

Tabel 2. 1 Persamaan yang di gunakan metode Orkiszewski

Metode	Regim aliran
Griffith & Wallis (1961)	<i>Bubble</i>
Griffith & Wallis Modified (1961)	<i>Slug</i>
Dun & Ros	<i>Transition</i>
Dun & Ros	<i>Mist or Annular</i>

2.5.1 *Bubble flow*

Bubble flow terjadi ketika cairan mengalir dengan kecepatan tinggi sementara gas mengalir dengan kecepatan yang rendah hingga tinggi. Cairan tersebut hampir seluruhnya menempati pipa dan bergerak keatas dengan kecepatan yang sama dan kepadatan yang berbeda.

2.5.2 *Slug flow*

Slug flow terjadi ketika cairan mengalir dengan kecepatan rendah hingga sedang dan gas mengalir dengan kecepatan sedang. Pola aliran gelembung berbentuk peluru terbentuk dan gas mengalir diantaranya.

2.5.3 *Transition flow*

Transition flow terjadi ketika cairan mengalir dengan kecepatan rendah hingga sedang dan gas mengalir dengan kecepatan tinggi. Aliran tersebut sangat tidak stabil dimana cairan tercampur saat melonjak keatas dan kebawah.

2.5.4 *Mist flow*

Mist flow terjadi ketika gas mengalir dengan kecepatan yang sangat tinggi. Kemudian terbentuk pola di dinding pipa yang di tengahnya terdapat cairan yang sangat sedikit. (Azis, 1972)

2.6 State of the art

Penelitian yang dilakukan oleh (Eflita Yohana, 2015) Analisis *Pressure drop* dalam instalasi pipa PT.PERTAMINA *drilling service* Indonesia dengan pendekatan Bingham Plastic. Instalasi pipa pada penelitian ini memiliki panjang sebesar 34,5 m atau 113,18 ft dan memiliki diameter sebesar 4,65 inch atau 0,26 ft. Langkah awal yang dilakukan adalah dengan menentukan jenis aliran fluidanya terlebih dahulu. Aliran fluida pada penelitian ini diklasifikasikan sebagai aliran laminar, karena besarnya kecepatan fluida (v) lebih kecil dibandingkan kecepatan kritisnya (v_c). Setelah dilakukan perhitungan *pressure drop* dengan pendekatan bingham plastic didapat nilai *pressure drop* pada pipeline tersebut sebesar 102.94 Psi. kehilangan tekanan yang terjadi disebabkan oleh adanya elbow, cabang (tee), dan valve.

Penelitian yang dilakukan oleh (Nugroho, 2019) pada lapangan panas bumi Dieng yaitu Perencanaan pipa dua fasa pada fasilitas produksi panas bumi Dieng. Penelitian ini dilakukan untuk menentukan diameter pipa dua fasa dan penurunan tekanan pada *well head* menuju separator. Metodologi pada penelitian ini menggunakan standar ASME untuk menentukan diameter pipa dan penurunan tekanan. Hasil perhitungan pada salah satu sumur dengan aliran sebesar 60 kg/s didapatkan jenis pipa *Xtra Strong* (XS) serta penurunan tekanan dari *well head* menuju separator sebesar 7,476 atau sebesar 108,430 psia.

Penelitian yang dilakukan oleh (Anwar, 2019) di PT. Pertamina EP Asset 2 Field Limau yaitu Analisis Perbandingan Pada Pipa Salur Sumur Tiwi Lapangan R Menggunakan Metode Beggs & Brill Dan Duns & Ros. Penelitian ini melakukan perhitungan *pressure loss* dengan dua metode yang berbeda, kemudian membandingkan hasil perhitungan kedua metode tersebut dan memilih metode mana yang lebih kecil mendapatkan nilai *pressure loss* . Hasil perhitungan *pressure loss* dengan metode Beggs & Brill pada sumur tiwi yaitu 12,0871 psi/ ft dan dengan metode Duns & Ros hasil perhitungan *pressure loss* yaitu 10,0366 psi/ft. Dari perbandingan kedua metode tersebut dapat disimpulkan bahwa metode Duns & Ros memiliki nilai *pressure loss* yang lebih sedikit. Sementara untuk besar laju produksi, pada metode Beggs & Brill didapatkan hasil yaitu 11,91148 BOPD dan pada metode Duns & Ros besar laju produksi yaitu 9,8610 BOPD.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di PT. Pertamina EP Field 1 Lirik Indragiri Hulu provinsi Riau. Metode yang digunakan adalah studi lapangan (*case study*). Adapun data yang diperoleh merupakan data sekunder, data tersebut berupa data fluida, data produksi dan data reservoir.

3.2 Metode Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan metode orkiszewski untuk menghitung nilai *pressure loss*, sehingga dari perhitungan *pressure loss* dengan metode Orkiszewski didapatkan besarnya nilai laju produksi setelah terjadinya *pressure loss*. Metode ini digunakan karena memiliki tingkat akurasi yang tinggi.

3.2.1 Langkah Kerja

Metode Orkiszewski =

- Hitung laju aliran minyak gas dan air (cuft/def)

$$q_{opt} = \frac{5.614q_o B_o}{86400} \quad (3)$$

$$q_{wpt} = \frac{5.614q_w B_w}{86400} \quad (4)$$

$$q_{gpt} = \frac{\{q_{opt}(PGM - R_s) - q_{wpt}R_{sw}\}B_g}{86400} \quad (5)$$

$$q_{fluida} = (q_{opt} + q_{wpt} + q_{gpt}) - \left(\frac{dp}{dh}\right)_t \quad (6)$$

- Hitung fraksi minyak, f_o dan fraksi air, f_w

$$f_o = \frac{q_{opt}}{q_{Lpt}} \quad (7)$$

$$f_w = 1 - f_o \quad (8)$$

- Hitung kecepatan *superficial* cairan (V_{sL}) dan gas (V_{sg}) campuran (V_m)

$$V_{sL} = \frac{q_{Lpt}}{A_p} \quad (9)$$

$$V_{sg} = \frac{q_{gpt}}{A_p} \quad (10)$$

$$V_m = V_{sL} + V_{sg} \quad (11)$$

- Hitung densitas minyak (ρ_o) dan densitas air (ρ_w) pada P_a dan T_a

$$\rho_o = \frac{62,4 \gamma_o + \left(\frac{0,0764 R_s \gamma_g}{5,614} \right)}{B_o} \quad (12)$$

$$\rho_w = 62,4 \times \gamma_w \quad (13)$$

$$\rho_g = 0,0764 \gamma_g / B_g \quad (14)$$

- Hitung densitas, viskositas, tegangan permukaan cairan ρ_L , μ_L dan σ_L

$$\rho_L = f_o \rho_o + f_w \rho_w \quad (15)$$

$$\mu_L = f_o \mu_o + f_w \mu_w \quad (16)$$

$$\sigma_L = f_o \sigma_o + f_w \sigma_w \quad (17)$$

- Hitung parameter-parameter pola aliran

$$N_{LV} = 1,938 V_{sL} \left(\frac{\rho_L}{\sigma_L} \right)^{0,25} \quad (18)$$

$$N_{gv} = 1,938 V_{sg} \left(\frac{\rho_L}{\sigma_L} \right)^{0,25} \quad (19)$$

$$N_L = 0,1572 \mu_L \left(\frac{1}{\rho_L \sigma_L^3} \right)^{0,25} \quad (20)$$

$$N_d = 120,22 \times d \left(\frac{\rho_L}{\sigma_L} \right)^{0,5} \quad (21)$$

$$L_s = 50 + 36 N_{Lv} \quad (22)$$

$$L_m = 75 + 84 (N_{Lv})^{0,75} \quad (23)$$

Bubble flow : $0 \leq N_{gv}$

Slug flow : $(L_1 + L_2 N_{Lv}) \leq N_{gv} \leq L_1$

Mist flow : $N_{gv} > L_m$

Transition flow : $L_s < N_{gv} < L_m$

- Persamaan Liquid Holdup :

$$H_L = 1 - \frac{1}{2} \left(1 + \frac{vm}{vs} - \sqrt{\left(1 + \frac{vm}{vs} - 4 \frac{vsg}{vs} \right)} \right) \quad (24)$$

$$V_s = \frac{s}{1,938 \left(\frac{\rho_L}{\sigma_L} \right)^{0,25}}$$

- Hitung Reynold number :

$$N_{Re} = \frac{\rho L \left(\frac{vsL}{HL} \right)^d}{\mu L} \quad (26)$$

- Hitung densitas campuran =

$$P_s = \frac{\rho L (vsL + vb) + \rho g vsg}{vM + vb} + \rho L \Gamma \quad (27)$$

Dimana :

$$v_b = 0.5 \sqrt{gd} \quad (28)$$

- Hitung no - slip $N_{ReL} = \frac{\rho L v_b d}{\mu L}$ (29)

$$v_{bs} = (0.251 + 8.74 \times 10^{-6} N_{ReL}) \sqrt{gd} \quad (30)$$

- Γ koefisien air =

$$\Gamma = \frac{0.0013 \log \mu L}{d^{1.38}} - 0.287 - 0.16 \log V_m - 0.428 \log d \quad (31)$$

$$\left(\frac{dp}{dz}\right)_f = \frac{f \rho_L v_m^2}{2d} \left[\frac{v_s L + v_b}{v_m + v_b} \right] + \Gamma \quad (32)$$

- Hitung total tekanan gradient :

$$\left(\frac{dp}{dz}\right)_t = \left(\frac{dp}{dz}\right)_f + \left(\frac{dp}{dz}\right)_{eL} \quad (33)$$

Dimana :

$$\left(\frac{dp}{dz}\right)_{eL} = \frac{\rho g \sin \theta}{144} \quad (34)$$

Metode Azis =

- Hitung laju aliran minyak gas dan air (cuft/def)

$$q_{opt} = \frac{5.614 q_o B_o}{86400} \quad (35)$$

$$q_{wpt} = \frac{5.614 q_w B_w}{86400} \quad (36)$$

$$q_{gpt} = \frac{\{q_{opt}(PGM - R_s) - q_{wpt}R_{sw}\}B_g}{86400} \quad (37)$$

$$q_{fluida} = (q_{opt} + q_{wpt} + q_{gpt}) - \left(\frac{dp}{dh}\right)_t \quad (38)$$

- Hitung fraksi minyak, f_o dan fraksi air, f_w

$$f_o = \frac{q_{opt}}{q_{Lpt}} \quad (39)$$

$$f_w = 1 - f_o \quad (40)$$

- Hitung kecepatan *superficial* cairan (V_{sL}) dan gas (V_{sg}) campuran (V_m)

$$V_{sL} = \frac{q_{Lpt}}{A_p} \quad (41)$$

$$V_{sg} = \frac{q_{gpt}}{A_p} \quad (42)$$

$$V_m = V_{sL} + V_{sg} \quad (43)$$

- Hitung densitas minyak (ρ_o) dan densitas air (ρ_w) pada P_a dan T_a

$$\rho_o = \frac{62,4 \gamma_o + \left(\frac{0,0764 R_s \gamma_g}{5,614}\right)}{B_o} \quad (44)$$

$$\rho_w = 62,4 \times \gamma_w \quad (45)$$

$$\rho_g = 0,0764 \gamma_g / B_g \quad (46)$$

- Hitung densitas, viskositas, tegangan permukaan cairan ρ_L , μ_L dan σ_L

$$\rho_L = f_o \rho_o + f_w \rho_w \quad (47)$$

$$\mu_L = f_o \mu_o + f_w \mu_w \quad (48)$$

$$\sigma_L = f_o \sigma_o + f_w \sigma_w \quad (49)$$

- Hitung parameter-parameter pola aliran

$$N_x = V_{sg} \left(\frac{\rho_g}{0.0764} \right)^{1/3} \times \left[\left(\frac{72}{\sigma_L} \times \frac{\rho_L}{62.4} \right) \right]^{1/4} \quad (50)$$

$$N_y = V_{sL} \times \left[\left(\frac{72}{\sigma_L} \right) \left(\frac{\rho_L}{62.4} \right) \right]^{1/4} \quad (51)$$

$$N_1 = 0.51 \times (100 \times N_y)^{0.172} \quad (52)$$

$$N_2 = 8.6 + (3.8 N_y) \quad (53)$$

$$N_3 = 70. (100.N_y) \quad (54)$$

- Persamaan Liquid Holdup :

$$H_L = 1 - \frac{V_{sg}}{V_{bf}} \quad (55)$$

$$V_{bs} = 1.41 \left[\frac{\sigma_L g (\rho_L - \rho_g)}{\rho_L^2} \right]$$

$$V_{bf} = 1.2 V_m + V_{bs}$$

$$V_s = \frac{s}{1.938 \left(\frac{\rho_L}{\sigma_L} \right)^{0.25}}$$

- Hitung Reynold number :

$$N_{Re} = \frac{\rho_L v m d}{\mu_L} \quad (56)$$

- Hitung densitas campuran =

$$p_s = \frac{pL (vsL+vb)+pg vs_g}{vM+vb} + pL \quad (57)$$

- Hitung gradient tekanan akibat gesekan $\left(\frac{dp}{dz}\right)_f$ dengan menggunakan persamaan :

$$\left(\frac{dp}{dz}\right)_f = \frac{f \rho s v m^2}{2 \times d} \quad (58)$$

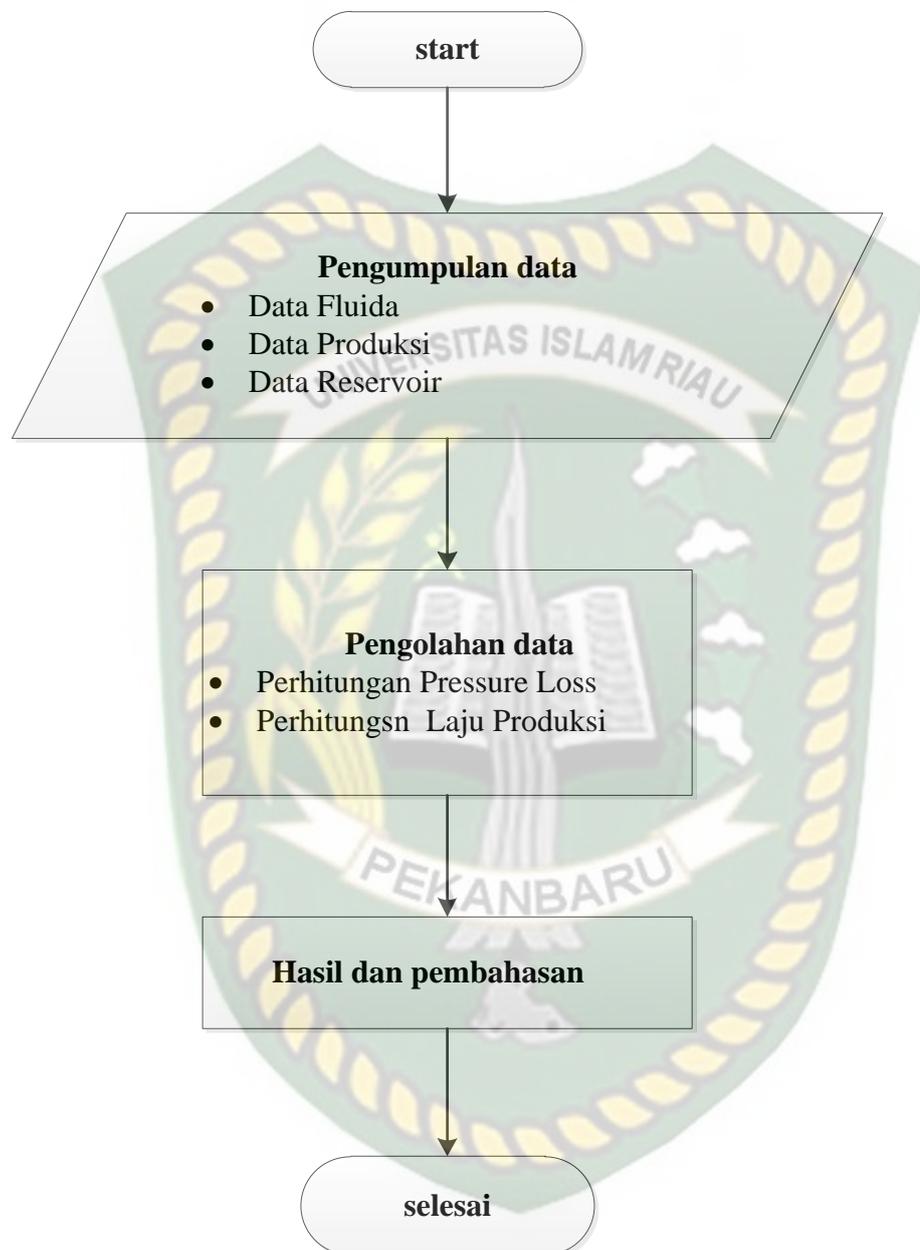
- Hitung gradient tekanan akibat energy kinetik $\left(\frac{dp}{dz}\right)_{ek}$ dengan menggunakan persamaan :

$$\left(\frac{dp}{dz}\right)_{ek} = \frac{\rho s v m v s_g}{p} \quad (59)$$

- Hitung total tekanan gradient :

$$\left(\frac{dp}{dz}\right)_t = \left(\frac{dp}{dz}\right)_f + \left(\frac{dp}{dz}\right)_{ek} \quad (60)$$

3.3 Flow Chart



3.4 Waktu Pelaksanaan Penelitian

Waktu Penelitian dimulai pada minggu ke-1 November 2020 sampai minggu ke-4 Desember 2020 . Dapat dilihat pada *gantt chart* dibawah ini

No	Deskripsi kegiatan	November				Desember			
		1	2	3	4	1	2	3	4
1	Pengumpulan data								
2	Pengolahan Data <i>Pressure loss</i> dan laju produksi								
3	Penulisan Laporan								

3.5 Sejarah Singkat Perusahaan

Pengelolaan Lapangan Minyak Lirik (Japura Blok) pertama kali dipegang oleh SVPM (Standard Vaccum Petroleum Maatschappij). SVPM merupakan perusahaan minyak asal amerika serikat yang berkantor pusat di 26th, Broadway New York City, sedangkan di Indonesia berkantor di Sungai Gerong, Palembang, Sumatera Selatan. Kegiatan eksplorasi dimulai tahun 1925, lalu pada tahun 1936 dilakukan pengeboran sumur eksplorasi pertama. Sumur pertama yang menghasilkan minyak adalah sumur LR-003. Kemudian pada tanggal 13 Maret 1941 pada sumur LS-10 dilakukan tes awal dan menghasilkan 850 BOPD dengan kadar air 0%.

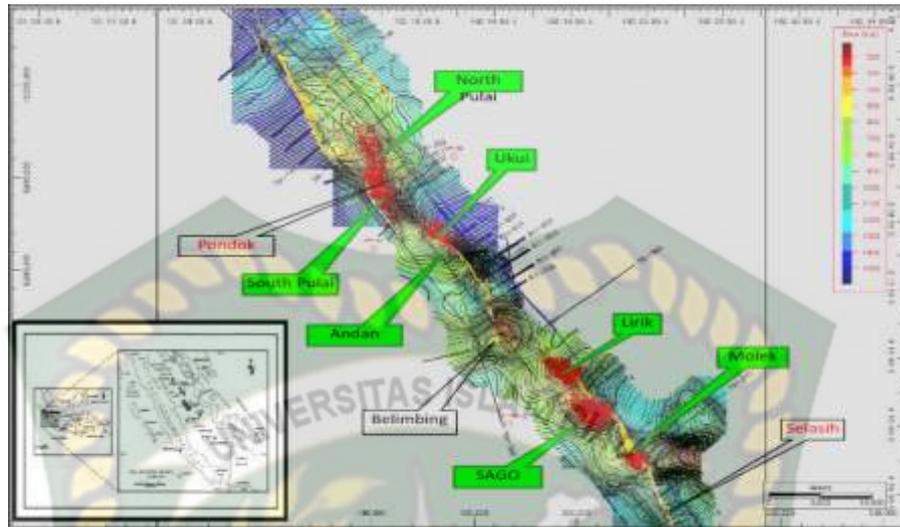
Tahun 1959 SVPM berubah nama menjadi PT Stanvac Indonesia. Pada tanggal 28 November 1983 lapangan ini dikembalikan ke Pertamina yang meliputi struktur Lirik, Sago, Molek, Andan, Belimbing, Ukui, Pondok dan Pulau. Kemudian, struktur Sago diserahkan ke JOB Pertamina – Lirik Petroleum pada tanggal 1 April 1994 dengan perjanjian kontrak EOR (Enhanced Oil Recovery). Masa kontrak berakhir pada bulan Maret 2006 dan namanya diubah menjadi Unit Bisnis EP (UBEP) Lirik.

Pada Oktober 2009, Pertamina menyerahkan lapangan operasionalnya kepada UBEP Lirik yang meliputi struktur Lirik, Molek, dan Sago pada Distrik I yang memiliki 25 sumur produksi yang menggunakan sistem Sucker Rod Pump (SRP) dan 47 sumur produksi yang menggunakan sistem Electrical Submersible Pump (ESP), serta struktur Andan, Ukui, South Pulau dan North Pulau pada Distrik II yang memiliki 16 sumur produksi yang menggunakan sistem Sucker Rod Pump (SRP) dan 16 sumur produksi yang menggunakan sistem Electrical Submersible Pump (ESP). sehingga UBEP Lirik mengelola total 104 sumur produksi.

Kemudian, pada Maret 2013 Unit Bisnis Pertamina EP Lirik berganti nama menjadi PT Pertamina EP Asset 1 Lirik Field, mengelola dua distrik operasional yaitu Distrik I dan Distrik II dengan struktur yang sama dengan sebelumnya. Pada Distrik I terdapat 51 sumur produksi menggunakan sistem ESP dan 20 sumur produksi menggunakan sistem SRP. Sedangkan di Distrik II terdapat 16 sumur produksi menggunakan sistem ESP dan 17 sumur produksi menggunakan sistem SRP. Dengan total 104 sumur produksi, Pertamina EP Lirik Field mendapatkan rata – rata produksi 2.097 barrel oil per day (BOPD).

3.6 Letak Geografis

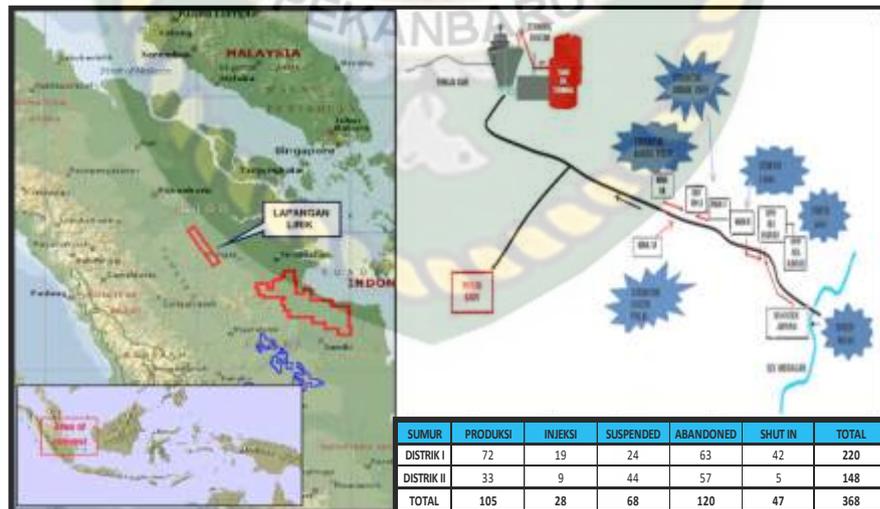
Lapangan yang dikelola oleh PT Pertamina EP Asset 1 lirik merupakan bagian dari struktur antiklin yang disebut sebagai *Lirik Trend*. Panjang dari struktur antiklin ini dari barat laut samudra tenggara sebesar 50 km dan lebar 10 km. Lapangan ini berlokasi di Provinsi Riau, berjarak 140 km dari arah tenggara Pekanbaru dan 200 km dari arah barat laut arah Jambi. Secara geografis, lapangan Lirik terletak pada $0^{\circ}17'$ LS dan $102^{\circ}16'$ BT. Wilayah kerja yang dimiliki oleh PT Pertamina EP Asset 1 Lirik meliputi tiga kabupaten, yaitu kabupaten Indragiri Hulu, Pelalawan dan Siak.



Gambar 3. 1 Letak Geografis Field Lirik

3.7 Persebaran Fasilitas Operasi Produksi Lirik Field

PT Pertamina EP Asset 1 Lirik mengelola dua distrik. Distrik I terdapat struktur Lirik, Molek dan Sago sedangkan pada Distrik II terdapat Struktur Andan & Ukui, Nira & South Pulau dan North Pulau. (Dinda, 2019)



Gambar 3. 2 Persebaran Fasilitas Operasi Produksi Lirik Field

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Penggunaan pipa sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari, salah satunya dalam system suatu aliran fluida. System perpipaan banyak digunakan untuk memindahkan fluida baik cairan, gas, maupun cairan dan gas dari suatu tempat ke tempat lainnya. (Sriwati, 2017) Dalam pemindahan fluida tersebut tentunya sering terjadi kehilangan tekanan yang diakibatkan oleh banyak faktor yang dapat mempengaruhi besarnya kehilangan tekanan di sepanjang pipa permukaan tersebut, maka sebisa mungkin kehilangan tekanan disepanjang pipa permukaan harus diminimalisir supaya fluida yang terproduksi bisa secara utuh ataupun sebagian besar sampai hingga gathering system. Maka dari itu perlu dilakukan permodelan penurunan tekanan di sepanjang pipa permukaan agar dapat melakukan skenario sistem produksi yang tepat dan terorganisir hingga tidak ada fluida yang mengalami tekanan balik serta produksi dari tiap sumurnya berkurang. (Adiwibowo, 2010)

4.1 Perhitungan *pressure loss* pada pipa salur sumur X lapangan Y.

Sebelum dilakukan perhitungan *pressure loss* pada pipa salur sumur X lapangan Y perlu diketahui data produksi dan data reservoir sumur tersebut. Berikut data sumur X lapangan Y pada table 4.1 dan 4.2

Tabel 4. 1 Data reservoir sumur X lapangan Y.

Parameter	Sumur X	Unit
Faktor volume formasi minyak (B_o)	1.053	Bbl/STB
Faktor volume formasi air (B_w)	1.4132	Bbl/STB
Luas penampang pipa (A_p)	201.024	Acres
Diameter pipa (d)	4	inch
Kelarutan gas dalam minyak (R_s)	173.49	Scf/STB
<i>Specific gravity</i> gas	0.65	
<i>Specific gravity</i> oil	0.8604	

Specific gravity air	1.0017	
Viskositas minyak (μ_o)	20.82 (50 °C)	CP
Viskositas air (μ_w)	1	CP
Tegangan permukaan air (σ_w)	90	Dyne/cm
Tegangan permukaan minyak (σ_o)	35	Dyne/cm
Densitas cairan (ρL)	62.35	Lbm/Cuft

Sumber : Well file

Tabel 4. 2 Data produksi sumur X

Parameter	Sumur X	Unit
Q_{max}	4872	BFPD
Q_o	13	BOPD
Q_w	617	BWPD

Sumber : Well file

Dari data table sumur tersebut penelitian dapat melakukan perhitungan *Pressure loss* pada pipa salur dengan menggunakan metode Orkiszewski.

4.2 Perhitungan *pressure loss* dengan metode Orkiszewski

Untuk melakukan perhitungan *pressure loss* pada pipa salur dengan metode orkiszewski perlu mencari nilai tekanan gradient akibat gesekan ($\left(\frac{dp}{dh}\right) f$) dan nilai tekanan gradient akibat perbedaan ketinggian ($\left(\frac{dp}{dh}\right) el$) untuk mendapatkan hasil gradient tekanan total ($\left(\frac{dp}{dh}\right) t$), sehingga perhitungan *pressure loss* pada pipa salur sumur x dengan metode orkiszewski dengan diameter pipa 4inch dapat dilihat pada lampiran 1 dan hasil perhitungan *pressure loss* pada pipa salur sumur x dapat dilihat pada table 4.3.

4.3 Perhitungan *pressure loss* dengan metode Azis

Untuk melakukan perhitungan *pressure loss* pada pipa salur dengan metode orkiszewski perlu mencari nilai tekanan gradient akibat gesekan ($\left(\frac{dp}{dh}\right)_f$) dan nilai tekanan gradient akibat energy kinetik ($\left(\frac{dp}{dh}\right)_{ek}$) untuk mendapatkan hasil gradient tekanan total ($\left(\frac{dp}{dh}\right)_t$), sehingga perhitungan *pressure loss* pada pipa salur sumur x dengan metode Azis dengan diameter pipa 4inch dapat dilihat pada lampiran II dan hasil perhitungan *pressure loss* pada pipa salur sumur x dapat dilihat pada table 4.3.

Tabel 4. 3 Hasil perhitungan *pressure loss* pada sumur X

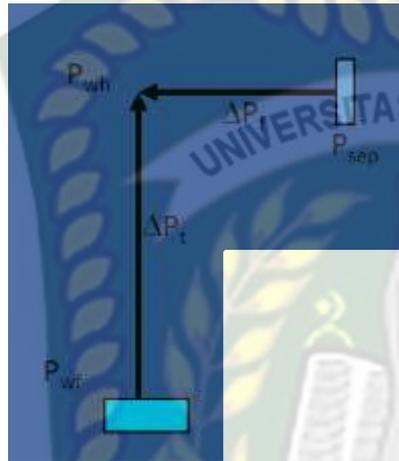
Metode	$\left(\frac{dp}{dh}\right)_f$ (Psi/ft)	$\left(\frac{dp}{dh}\right)_{el}$ Psi/ft	$\left(\frac{dp}{dh}\right)_t$ Psi/ft	Q_o (BOPD)
Orkiszewski	3,315	3,26	6,575	6,5
Metode	$\left(\frac{dp}{dh}\right)_f$ (Psi/ft)	$\left(\frac{dp}{dh}\right)_{ek}$ Psi/ft	$\left(\frac{dp}{dh}\right)_t$ Psi/ft	Q_o (BOPD)
Azis	1.76	3.33	5.09	7.9

Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.3 kemudian perhitungan dapat dilihat pada lampiran I dan lampiran II yang bertujuan untuk mencari pola aliran pada sumur x, seperti pola aliran *bubble flow*, *slug flow*, *mist flow*, dan *transition flow*. Pada perhitungan *pressure loss* dengan metode Orkiszewski pola aliran yang didapat adalah *bubble flow*, karena nilai $0 < Ngv$. Sedangkan pada metode Azis pola aliran yang di dapat juga *bubble flow* karena $Nx < N1$.

Hasil kehilangan tekanan pada kepala sumur menuju separator yang memiliki panjang flowline 145ft dan berdiameter 4inch menggunakan metode Orkiszewski sebesar 6.575 psi/ft dan perhitungan kehilangan tekanan dengan metode Azis sebesar 5.09 psi/ft.

4.4 Hasil Analisis Nodal

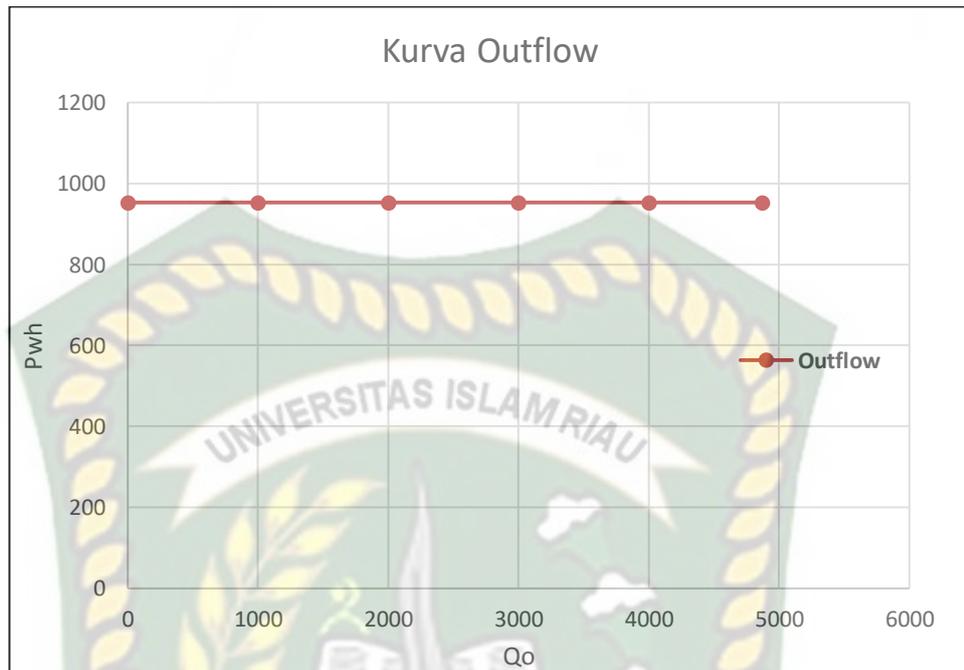
Analisis nodal pada penelitian kali ini terletak pada titik nodal kepala sumur. System analisis nodal ini merupakan titik pertemuan dari *Inflow* dan *outflow* dimana *Inflow* dari dasar sumur hingga ke kepala sumur dan *outflow* dari separator ke kepala sumur.



Gambar 4. 1 Analisa nodal kepala sumur

4.5 Outflow Curve

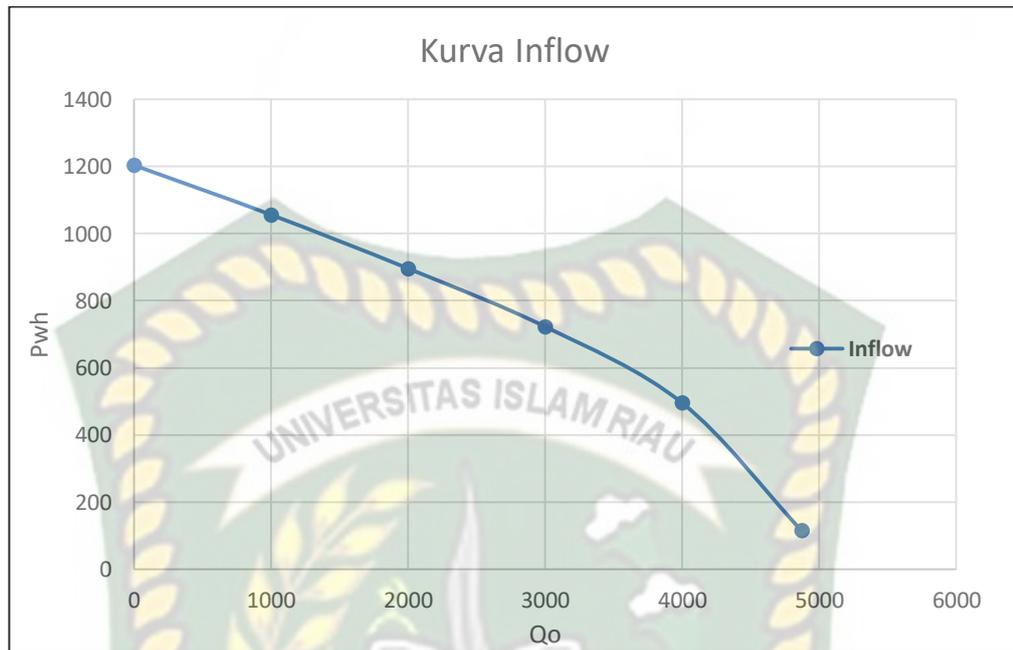
Untuk tekanan kepala sumur dari separator menuju kepala sumur menggunakan *pressure gradient flowline* sebesar 6.575 psi/ft. Dengan panjang flowline 145ft diperoleh kehilangan tekanan sebesar 953 psi. Untuk laju alir asumsi juga digunakan *pressure gradient flowline* yang sama.



Gambar 4. 2 *Outflow Curve*

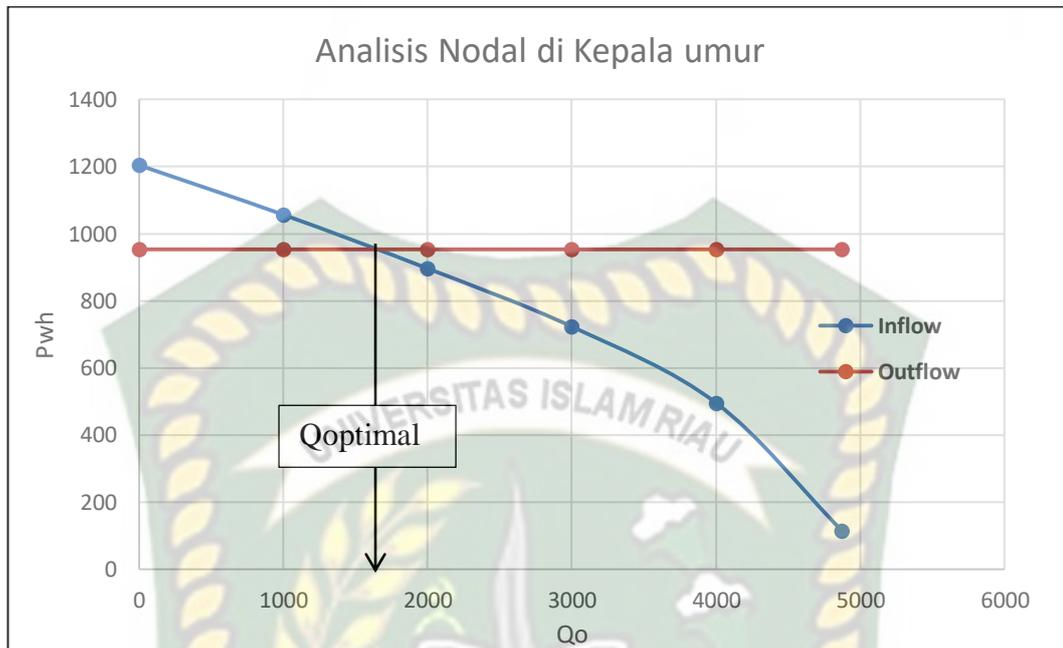
4.6 *Inflow Curve*

Untuk *Inflow curve*, tekanan kepala sumur dapat ditentukan dari dua parameter yaitu tekanan dasar sumur dan kehilangan tekanan di dalam tubing. Untuk tekanan dasar sumur, diperoleh dengan metode Vogel. Kemudian untuk kehilangan tekanan pada tubing ditentukan dengan *pressure gradient tubing* berdasarkan spesifikasi tubing.



Gambar 4.3 Inflow Curve

Sebelum melakukan analisa nodal pada sumur X, perlu diketahui data pada gambar 4.2 dan 4.3. Dari gambar tersebut di dapatkan hasil pertemuan antara kurva *Inflow* dan Kurva *outflow*, dari kedua kurva tersebut didapatkan satu titik perpotongan yang menunjukkan laju alir optimal (Q_o).



Gambar 4. 4 Analisis Nodal Kepala Sumur

Dari gambar 4.4 dapat dilihat bahwa kurva *Inflow* dan *outflow* mengalami perpotongan, yang menandakan bahwa sumur tersebut dapat berproduksi secara optimal pada laju alir 1700Bopd dan pada tekanan kepala sumur 953psi.

4.7 Perbandingan Kehilangan Tekanan Antara Perhitungan dan Kondisi Lapangan.

Setelah dilakukan perhitungan kehilangan tekanan dengan menggunakan metode Orkiszewski di dapatkan hasil kehilangan tekanan yang berbeda dengan kondisi lapangan, yaitu sebagai berikut :

Tabel 4. 4 Perbandingan kehilangan tekanan

Well	Metode Orkiszewski	Kondisi Lapangan	Perbedaan (%)
X	6,575 psi/ft	7,3 psi/ft	9,93
Well	Metode Azis	Kondisi Lapangan	Perbedaan (%)

X	5.09 psi/ft	7.3 psi/ft	30.2
---	-------------	------------	------

Perhitungan kehilangan tekanan metode Orkiszewski dan Azis lebih kecil dibandingkan dengan kondisi lapangan. Pada metode Orkiszewski hanya memperhitungkan nilai tekanan gradient akibat gesekan dan nilai tekanan gradient akibat perbedaan ketinggian, sedangkan pada metode Azis hanya memperhitungkan nilai tekanan gradient akibat gesekan dan nilai tekanan gradient akibat perubahan energy kinetik. Sementara itu faktor lain seperti bengkokan (elbow), dan valve tidak diperhitungkan. Pada kondisi lapangan terjadi kehilangan tekanan sebesar 7,3 psi/ft, perhitungan dilakukan berdasarkan selisih pressure gauge di kepala sumur dan di separator dibagi panjang *flowline*.

Berdasarkan hasil tersebut metode Orkiszewski memiliki tingkat *error* yang lebih sedikit yaitu sebesar 9.93 %. Hal tersebut menunjukkan bahwa metode Orkiszewski memiliki tingkat akurasi perhitungan yang sangat baik pada sumur X lapangan Y dibandingkan dengan metode Azis.

BAB V PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan analisa pada pipa salur sumur X lapangan Y dengan menggunakan metode Orkiszewski, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan nilai kehilangan tekanan pada pipa salur sumur X lapangan Y yang berdiameter 4inch serta panjang pipa 145ft dengan menggunakan metode Orkiszewski yaitu 6,575 psi/ ft.
2. Setelah mengalami *pressure loss* pada pipa salur sumur X besar laju produksi dengan menggunakan metode Orkiszewski yaitu 6,5 BOPD
3. Perbandingan kehilangan tekanan metode Orkiszewski dan kondisi lapangan sebesar 9.93%.

5.2 SARAN

Setelah melakukan penelitian analisis *pressure loss* pada pipa salur terhadap laju produksi dengan metode Orkiszewski, peneliti menyarankan untuk melakukan analisis *pressure loss* dengan menggunakan metode lainnya seperti metode Azis dan metode Mekherjee & Brill serta membandingkan kedua metode tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhir, L. T., Teknologi, F., Dan, E., Studi, P., Perminyakan, T., & Pertamina, U. (2020a). *EVALUASI DAN OPTIMASI ELECTRICAL SUBMERSIBLE PUMP (ESP) DENGAN ANALISIS NODAL PADA SUMUR V-44 DAN V-60.*
- Akhir, L. T., Teknologi, F., Dan, E., Studi, P., Perminyakan, T., & Pertamina, U. (2020b). *Optimasi stimulasi well-to-well pada lapangan panas bumi menggunakan pendekatan analisis nodal.*
- Andhini, N. F. (2017). 濟無No Title No Title. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Asroni, A., Choiron, M., & Purnowidodo, A. (2014). Analisis Aliran Fluida Dua Fase (Udara-Air) Melalui Belokan 45O. *Rekayasa Mesin*, 5(1), pp.1-7.
- Beattie, D. R. H., & Whalley, P. B. (1982). A simple two-phase frictional pressure drop calculation method. , 8(1, Feb. 1982), 83–87.
- Biria, S. (2013). *the Presence / Absence of Sodium Dodecyl Sulfate As a.*
- Doktor, P., Mesin, T., Brawijaya, U., Mesin, T., Lambung, U., Banjarmasin, M., Teknik, J., & Universitas, M. (2016). *Rachmat.S., Jurnal ROTOR , Volume 9 Nomor 2, November 2016.* 9(November), 121–124.
- Fogarasi, K. A. G. W. G. M. (1971). *PRESSURE DROP IN WELLS PRODUCING OIL AND GAS this article begins on the next page.*
- Hermadi, G. (2013). Analisa sistem nodal dalam metode articial lift. *Forum Teknologi*, 06(2), 1–8.
- Iqbal, A., Sugiatmo, I., & Pratiwi, P. R. (2017). Evaluasi Kinerja Reservoir Dengan Injeksi Air Pada Pattren 8 LAPANGAN “ TQL .” *In PROSIDING SEMINAR NASIONAL CENDEKIAWAN*, 13–18.
- Kusumaningsih, H., Wijayanti, W., Widhiyanuriyawan, D., & Fauzi, M. (2018). *Analisi Pressure Drop Dan Pola Aliran Dua Fase (Air-Udara) Pada Pipa Horisontal Melalui Orifice.* IV(2), 14–22.
- Mesin, J. T., Teknik, F., & Negeri, U. (2010). *Eksperimental Karakterisitik*

Pressure Drop pada Aliran Dua Fase Gas-Cairan. 1(2), 65–70.

- Musnal, A., & Melisa, R. (2016). Perhitungan Analisis Sistem Nodal Untuk Menentukan Laju Alir Minyak Dengan Meningkatkan Range Efisiensi Electric Submercible Pump Pada Sumur di Lapangan Minyak PT. BOB. BSP - Pertamina Hulu. *Journal of Earth Energy Engineering*, 5(1), 42–51.
- Nugroho, A. S. (2019). *Perencanaan Pipa Dua Fasa pada Fasilitas Produksi Panas Bumi Dieng cairan dan gelembung-gelembung uap bagian bawah pipa sedangkan fasa fasa cair mengalir di bagian bawah kecepatan lebih tinggi mengubah aliran menjadi slug flow Annular flow : Air berupa la. 3(1), 36–42.*
- Orkiszewski, J. (1967). Predicting Two-Phase Pressure Drops in Vertical Pipe. *Journal of Petroleum Technology*, 19(06), 829–838.
- Praktik, L. K. (2019). *Fasilitas Produksi Di Pertamina Ep Asset 1 Lirik Field.*
- Prasetyo, A., & Sudono, S. (2020). Klasifikasi dan Identifikasi Material terhadap Pengendapan Wax pada Sumur Minyak. *Journal of Applied Science (Japps)*, 2(1), 031–049.
- Ramba, F., & Akhir, L. T. (2020). *PRODUKSI DENGAN METODE ANALISIS NODAL DI STRUKTUR X PT PERTAMINA EP ASSET 1.*
- S, A. R., Hasibuan, Fadli, A., & Bahrudin. (2014). *Evaluasi Pressure Drop Pada Sumur Injeksi Uap Di Lapangan Duri Dengan Persamaan Beggs-Brill Dan Moody. 1.*
- SKRIPSI TIWI BISMILLAHIRROHMANIRROHIM(2). (n.d.).*
- Syahrul, S., Mechram, S., Satrio, P., & Munawar, A. A. (2016). Simulasi Model Aliran Fluida Dan Kebutuhan Daya Pompa Pada Sistem Hidrodinamika. *Rona Teknik Pertanian*, 9(1), 40–49.
- Tekanan, D. A. N. K. (2017). *STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI BELOKAN PIPA (ELBOW) TERHADAP KECEPATAN ALIRAN FLUIDA. 12(April).*
- Wendy, P. N. (2016). *Perbandingan Analisis Pressure Drop Pada Pipa Lengkung 90 Standart ANSI B36.10 Dengan COSMOSFloworks.*
- Widodo, S., Suharno, K., & Salahudin, X. (n.d.). *Analisis Aliran Air dalam Pipa*

Bercabang (Junction). 77–84.

Yazid, E., Yusuf, M., & Herlina, W. (2018). *Evaluasi Kinerja Water Treatment Injection Plant Untuk Pressure Maintenance Pada Sumur X Struktur Y Di Pt Pertamina Ep Asset 2 Pendopo Field Evaluation of Water Treatment Injection Plant for Maintenance Pressure in Well X Structure Y in Pt Pertamina Ep As. 2(4), 15–23.*

Yohana, E., & Saputra, I. A. (2015). Analisa Pressure Drop Dalam Instalasi Pipa Pt.Pertamina Drilling Services Indonesia Dengan Pendekatan Bingham Plastic. *Rotasi, 17(4), 170.*

