

PENANGANAN HYDRATE GAS DIDALAM PIPA ALIR

TUGAS AKHIR

Diajukan guna penyusunan tugas akhir Program Studi Teknik Perminyakan

Oleh
SRI WULAN
NPM 143210375



PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2021

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini disusun oleh :
Nama : Sri Wulan
NPM : 143210375
Program Studi : Teknik Perminyakan
Judul Tugas akhir : Penanganan Hydrate Gas Didalam Pipa Alir
Kelompok keahlian : Produksi

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelas Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Fitrianti, S.T.,M.T. ()
Penguji 1 : Neneng Purnamawati, S.T.,M.Eng ()
Penguji 2 : Richa Melysa, S.T.,M.T. ()
Ditetapkan di : Pekanbaru
Tanggal : 20 Desember 2021

Disahkan oleh:

KETUA PROGRAM STUDI
TEKNIK PERMINYAKAN


(Novia Rita, S.T.,M.T.)

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan karya saya sendiri dan semua sumber yang tercantum didalamnya baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar sesuai ketentuan. Jika terdapat unsur penipuan atau pemalsuan data maka saya bersedia dicabut gelar yang telah saya peroleh.

Pekanbaru, 20 Desember 2020

Sri Wulan
NPM 143210375



KATA PENGANTAR

puji syukur kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul “Penanganan hydrat gas didalam pipa alir”

tugas akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan program strata S1 Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau.

Dalam penyusunan dan penulisan tugas akhir ini, penulis menyadari banyak sekali menemukan kesulitan, hambatan, serta ridak lepas dari bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Allah SWT atas segala ridho dan keberkahan ilmu yang diberikan kepada saya dan setiap petunjuk dan jalan selama penyusunan tugas akhir ini.
2. Bapak Dr.Eng,Muslim Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
3. Ketua prodi Ibu Novia Rita,ST MT dan sekretaris prodi Bapak Tomi Erfando, ST, MT Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
4. Dosen Pembimbing Ibu Fitrianti,ST,MT yang telah meluangkan waktunya bagi saya dan memberikan saya kesempatan untuk berkonsultasi serta masukan, kritik dan saran dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Seluruh dosen dan staff teknik Perminyakan Universitas Islam Riau.
6. Kepada Alm. Bapak tercinta yang telah berjuang demi saya dan keluarga saat beliau masih hidup, dan ibu saya sebagai kepala keluarga berdedikasi memberikan semangat baik moral dan spiritual, dari materi dan juga tenaga, yang untuk terus mendukung saya untuk selalu tidak menyerah. Serta saudara tersayang dan tercinta Abang Bambang Banusepa,AMK, Kakak ipar Yusa Hasdina, Amd,AK dan adik Sri Oktaviana.
7. Sahabat serta rekan seperjuangan yang selalu mensupport dan membantu saya tanpa kenal waktu saat saya membutuhkan mereka selama masa perkuliahan hingga saat ini. khususnya sahabat terbaik PT.Maksa Production: Abdul Riky Hermawan, Agung Prasetyo, Ahmad Al Fajar Ginting, Andika Panggugah,

Andri Ardian Putra, Claudia Anugerah Putri, Dakas Febrian, Hendri Anugrah, Ihsan Cahyadi, Sigit Aris Munandar Dan Tri Yudha Putra

8. Selanjutnya kepada semua teman-teman yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan dorongan untuk selalu mengingat perjuangan akhir skripsi
9. Dan tidak lupa pula saya mengucapkan terimakasih untuk diri saya sendiri karena telah berusaha apa yang saya bisa hingga saat ini untuk menyelaikan apa yang seharusnya menjadi tanggung jawab atas diri saya sendiri, *thank you*.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu dengan kerendahan hati penulis berharap pembaca bias memberikan kritik dan saran yang membangun untuk penyempurnaan penulisan di masa yang akan datang

Akhir kata semoga skripsi ini bias membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan di dalam maupun diluar kampus, baik bagi penulis sendiri dan umumnya bagi pembaca yang membacanya.

Pekanbaru, 20 Desember 2021

Sri wulan

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
DAFTAR SIMBOL.....	x
ABSTRAK.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Tujuan penelitian.....	3
1.3 Manfaat Penelitian.....	3
1.4 Batasan masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Gas Hidrat	5
2.1.1 Struktur Gas Hidrat	8
2.1.2 Mekanisme Terbentuknya Gas Hidrat	10
2.2 Penanganan Gas Hidrat.....	12
2. 3 Metode Pencegahan Dan Penanggulangan Pembentukan Gas Hidrat.	14

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Jenis Penelitian.....	18
3.1.1 Case study.....	19
3.1.2 study lapangan	19
3.2 Jadwal Penelitian.....	20
BAB IV HASIL DAN PERHITUNGAN	21
4.1 Analisis hasil penelitian.....	21
4.2 Interpretasi data.....	22
4.3 Analisis koefisien gas hidrat menggunakan joule-thomson.....	23
4.4 Analisis Pembentukan Hydrate Gas Menggunakan Kesetimbangan Vapor-Solid.....	23
BAB V KESIMPULAN.....	25
LAMPIRAN	
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta Distribusi Gas Hidrat.....	7
Gambar 2. Peta Potensi Gas Hidrat di Indonesia	8
Gambar 3 Hidrat Tipe I	9
Gambar 4. Hidrat type H	10
Gambar 5. Mekanisme Terbentuknya Gas Hidrat.....	11
Gambar 6 grafik konstanta vapor solid metana	28
Gambar 7. Grafik kesetimbangan vapor solid Etana.....	28
Gambar 8. Grafik kesetimbangan vapor solid Propana.....	29
Gambar 9 Grafik kesetimbangan vapor solid n-butana	30
Gambar 10 Grafik kesetimbangan vapor solid isobutana	31
Gambar 11. Grafik konstanta kesetimbangan vapor solid CO ₂	31

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Jadwal Penelitian	20
Tabel 2. Contoh perhitungan metode vapor solid	26
Tabel 3. Data fisik gas untuk menentukan nilai P_c dan T_c	34
Tabel 4. Data fisik gas untuk menentukan nilai M_{cp}	34
Tabel 5 data yang diperoleh	35
Tabel 6 Critical Constants and Acentric Factors of Inorganic and Organic Compounds (Perry handbook)	36
Tabel 7 Critical Constants and Acentric Factors of Inorganic and Organic Compounds (Perry handbook)	36



DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN I** Analisis Pembentukan Hydrate Gas Menggunakan
Kesetimbangan Vapor- Solid
- LAMPIRAN II** Analisis koefisien gas hidrat menggunakan joule-thomson



DAFTAR SIMBOL

P_c	= Pressure, Psia
T_c	= Temperature, F
R	= Ketetapan gas, 8.314 kj/kmol
M_{cp}	= Mole heat capacity
M_i	= Molekul weight
Y_i	Fraksi Mol



Penanganan Hydrate Gas Didalam Pipa Alir

Sri wulan
143210375

ABSTRAK

Perkiraan ditahun 1930 an gas hidrate ditemukan terbentuk di jaringan pipa dan meyumbat dibagian pipa serta menimbulkan beberapa permasalahan lainnya, sehingga gas hidrat dipandang sebagai gangguan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan titik terbentuknya gas hidrat menggunakan analisa kesetimbangan vapor solid. Dengan perhitungan tersebut didapatkan pembentukan gas hidrat tersebut terbentuk pada suhu 42.33 F di bawah titik suhu pembentukan gas hidrat dengan menggunakan kesetimbangan vapor-solid. Skala studi kasus pada lapangannya pemilihan motode penanganannya yang digunakan menggunakan inhibor serta secara anlisis uji kasus lapangan menggunakan injeksi chemical.

Kata kunci: gas hidrat, vapor-solid, suhu

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dengan kemajuan zaman modern seperti sekarang ini, sinergi tidak lagi didominasi dengan minyak saja. Alternative-alternatif lain mulai sering muncul dipermukaan sebagai media penelitian penemuan yang baru. Baru-baru belakangan ini juga gas hidrat juga sering muncul sebagai salah satu sarana energy yang terus menerus terdorong untuk beroperasi pada bidang produksi gas (Harun, 2012; Naseer & Brandst, 2011). Hal ini membuat setiap bagian negara berebut untuk meneliti lebih lanjut usaha dan upaya agar misteri mengenai gas hidrat dapat terpecahkan, hal-hal yang perlu diketahui agar dapat menganalisa bagaimana gas hidrat tersebut terbentuk, masalah yang di timbulkan serta teknologi penemuan baru seperti apa yang akan sesuai . Beberapa Negara tersebut antara lain amerika sarikat, jepang, india,korea, china dan turki. Mereka telah melakukan beberapa observasi seperti, pengeboran, eksplorasi sumur, coring, seismic survey, logging dan uji coba laboratorium. Akan tetapi, pandangan dan asumsi juga melibatkan pendapat itu sendiri berbeda-beda . (Merrey, 2016)

Pada tahun 1881 hidrat gas ditemukan oleh Humphrey Davy ia mengemukakan bahwa air pada klorin dapat membentuk seperti zat kristal dalam kondisi suhu rendah dengan tekanan yang tinggi hal ini dapat disebut juga dengan klorin hidrat. Kemudian di tahun 1930 an di AS ditemukan bahwa gas hidrat yang padat terbentuk di jaringan pipa dan menyumbat dibagian pipa. Setelah saat itu, gas hidrat dipandang sebagai gangguan (Swaranjit Singh, 2015)

Beberapa penemuan berikutnya salah satunya yaitu sekitar di tahun 2010 an, Peneliti keahlian US Geological Survey menemukan potongan gas hidrat berwarna putih dan abu-abu dari pembentukan metana yang tercampur dengan sedimen yang berada didasar permukaan laut di sekitar samudra pasifik dengan kedalaman air kurang lebih 8000 kaki (United & Geological, 2007)

Kebocoran dan penyumbatan pun tidak dipungkiri seringkali bisa dijumpai atau terjadi pada pipa lapangan system produksi, karena saluran pipa sangatlah rentan akan terjadinya suatu kerusakan. Salah satunya pembentukan gas hidrat yang terjadi pada pipa adalah situasi yang paling tidak diinginkan setiap perusahaan yang menjalankannya. (Syukur, 2016; Abdullah, 2012; Naseer & Brandst, 2011)

Dari berbagai kemungkinan seperti tertera diatas kemungkinan resiko-resiko yang mungkin saja terjadi bisa dihindari dan bisa diketahui langkah dan teknologi seperti apa yang biasa dilakukan dalam penanganan system perpipaan yang terbentuk dari gas hidrat tersebut (Martaningtyas & Ariesyady, 2018)

Pengiriman gas alam melalui penyaluran pipa sepanjang proses produksi dari salah satu PT. Pertamina Gas Cimalaya merupakan salah satu uji tinjau dalam masalah kinerjanya. Sebagai salah satu distrik utama pengiriman gas alam distrik cimalaya menggunakan pipa dengan ukuran 24 inch untuk kearah Timur, karena pipa apabila tidak menggunakan 24 inch sebagai penyaluran dengan diameter yang besar maka akan menyebabkan keretakan pada pipa akibat adanya tekanan yang besar. (Nindya K, 2019)

Hal yang perlu diketahui dari gas hidrat ini adalah persoalan masalah dan penanganan itu sendiri sehingga perlu mendapatkan perhatian khusus dalam penanganan gas hidrat. Oleh karena itu dalam pembahasan penelitian ini akan menyoroti mekanisme pembentukan gas hidrat didalam pipa alir serta mengenai penanganan gas hidrat didalam pipa alir yang akan dapat dilakukan untuk pencegahan dan dampak proses pembentukan gas hidrat.

1.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang tersebut maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memprediksi titik pembentukan gas hidrat didalam pipa alir dengan menggunakan kesetimbangan vapor-solid
2. Analisa metode yang tepat dalam pencegahan dan penanganan gas hidrat didalam pipa alir

1.3 Manfaat Penelitian

Di harapkan penelitian ini dapat bermanfaat sebagai bahan informasi terhadap industry hulu dan hilir migas terkhususnya, maupun mahasiswa teknik perminyakan Universitas islam riau dalam hal penaggulangan dan penanganan gas hidrat didalam pipa alir disepanjang jaringan pipa untuk menimalisir resiko-resiko yang mungkin saja terjadi. Selain itu penelitian ini diharapkan dapat dilanjutkan oleh mahasiswa teknik perminyakan universitas islam riau yaitu menganalisa potensi gas hidrat sebagai sumber energy masa depan serta membuat pemodelan pipa untuk pemodelan hydrate.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini terdiri dari beberapa cakupan masalah yang akan diteliti diantaranya:

1. Ruang lingkup tujuan penelitian dibatasi pada aliran pipeline produksi. Pengamatan dan evaluasi dilakukan dari sepanjang pipa produksi perusahaan saja.

2. Penelitian ini hanya berfokus pada prediksi menentukan titik pembentukan gas hidrat didalam pipa alir dengan menggunakan data masing-masing fraksi mol dan data produksi seperti tekanan dan temperature
3. Penelitian ini tidak mempertimbangkan aspek perekonomian dalam melakukan penganan ataupun analisa sebagai sumber energy masa depan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Gas Hidrat merupakan gas alam yang telah menjadi salah satu target sinergi masa depan yang paling penting bagi perusahaan dan negara baru-baru ini. Banyak proyek eksplorasi gas hidrat dan uji produksi nasional dan internasional telah diselenggarakan sejak tahun 2002. Adanya sumber daya alam tidak lepas dari makin meningkatnya penemuan dan penelitian yang baru. Segala sesuatu uji coba dan penelitian merupakan suatu kehendak Allah Subhana wata'ala yang membimbing manusia apa yang ada di langit dan apa yang ada di bumi untuk dimanfaatkan manusia ciptaannya dan sebagai khalifah di muka bumi. Dalam salah satu Firman Allah sebagai petunjuk manusia pada Q.S Taha (20): 6, milik-Nya lah apa yang ada di langit dan apa yang ada di bumi, apa yang ada diantara keduanya, dan apa yang ada di bawah tanah.

2.1 Hidrat Gas

Gas bumi atau disebut juga dengan gas alam merupakan bahan bakar fosil berbentuk gas yang ditemukan atau diperoleh langsung dari perut bumi baik itu diladang minyak, gas bumi dan juga bias ditemukan di tambang batu bara (Kemdikbud, 2015; Kementerian ESDM, 2014)

Menurut Prof. Doddy Abdassah, Ph.D, seorang prof. Teknik Perminyakan di ITB Gas hydrate adalah senyawa material yang berbentuk seperti es kristal yang mana molekul-molekul air terbentuk menjadi bundaran klarat yang memiliki rongga, rongga-rongga tersebut terisi dengan partikel gas. Menurut Alfian Usman sendiri, Spesialis dari Energi Fosil Inkonvensional merupakan dari Pusat Teknologi Hulu (Direktorat Hulu), hidrat gas terbentuk pada tekanan yang tinggi dengan temperature yang rendah dan biasanya terdapat pada permukaan dasar laut (Harun, 2012)

Sedangkan kementerian energy dan sumber daya mineral (ESDM) berpendapat Gas hidrat merupakan suatu es yang mebuat seperti es Kristal yang dikenal sebagai senyawa pertimbangan, menjadi senyawa spesifik di mana atom gas terperangkap dalam struktur rongga yang terdiri dari atom air. Gas ini adalah aset sinergi yang terbesar di bumi selain minyak, 53% dari pengangkatan hidrokarbon tersebut secara nature adalah sebagian gas hidrat. Penilaian tersebut diketahui di zona sekitar kutub utara dan dasar laut di dalam (ESDM, 2020).

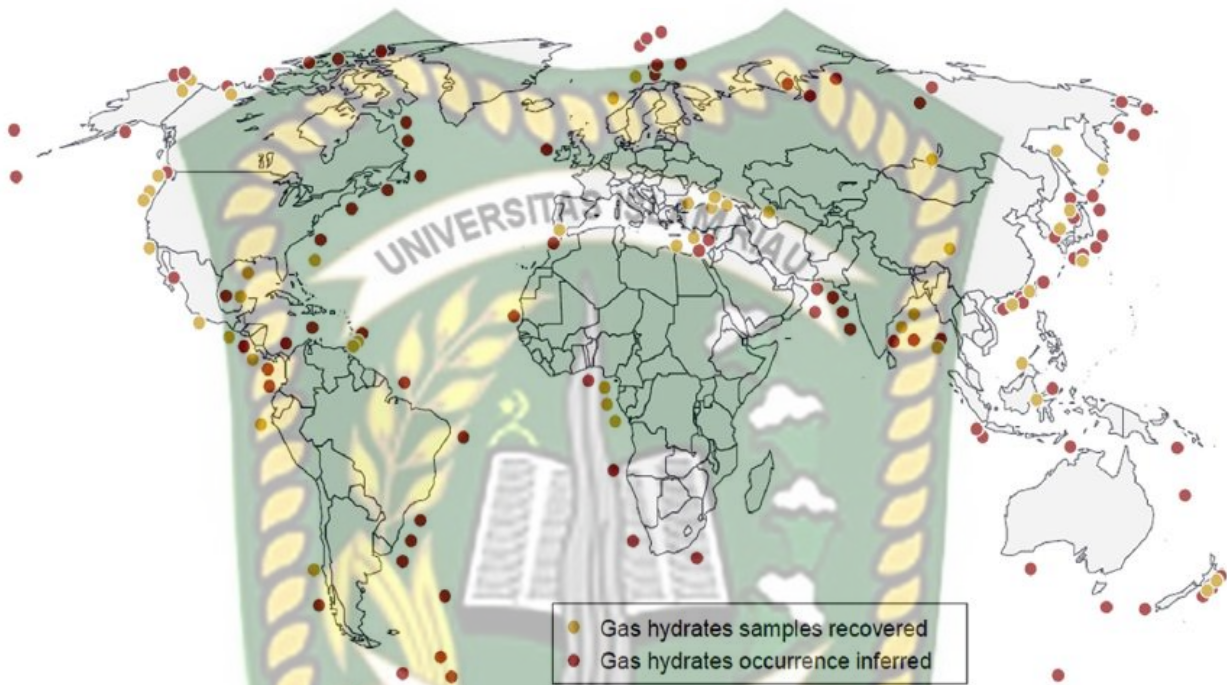
Secara teori (Merey, 2016; USGS 2018) menjelaskan, Gas hidrat terbentuk melalui adanya ikatan antara hidrokarbon dan oksigen yang senyawanya saling berikatan. Hidrat ini terbentuk oleh respon antara karakteristik gas dan air . dalam jumlah yang absolut, deposit atau pemasukan gas hidrat secara global dapat diperkirakan menyita sebesar $324,8 \times 10^{15} \text{ m}^3$ (106,000-876,000 triliun kaki kubik). Sebagai perbandingan konsumsi gas hidrat di Amerika Serikat pada tahun 2016 melebihi 27,49 TCF. Menurut again Administrasi Informasi Energi AS, studi menunjukan bahwa gas hidrat dapat mencegah setidaknya 10-15 persen dari persediaan karbon di global.

Dari jumlah deposit tersebut menurut (Susanto Heri, 2016) gas hidrat tersebut menajari daya tarik dalam beberapa hal. (1) sebagai geohazard dibawah laut, (2) sebagai factor perubahan iklim global, dan (3) sebagai sumber potensi energy yang cukup besar.

Gas hidrat terdiri dari beberapa unsur senyawa yang saling berikatan dalam pembentukan strukturnya seperti pada unsur umumnya terdiri dari metana, etana, propane dan karbon dioksida (Masoudi & Tohidi, 2005) . Senyawa-senyawa yang terbentuk tersebut merupakan hal yang paling umum atau paling sering di jumpai di system produksi minyak atau gas di penyumbatan pipa dengan tekanan yang tinggi dan temperature yang rendah. (Lachance & Keinath, 2015)

Pada awalnya studi gas hidrat ini yang menyumbat pada pipa hanya difokuskan untuk memastikan aliran minyak dan gas berjalan dengan baik tanpa

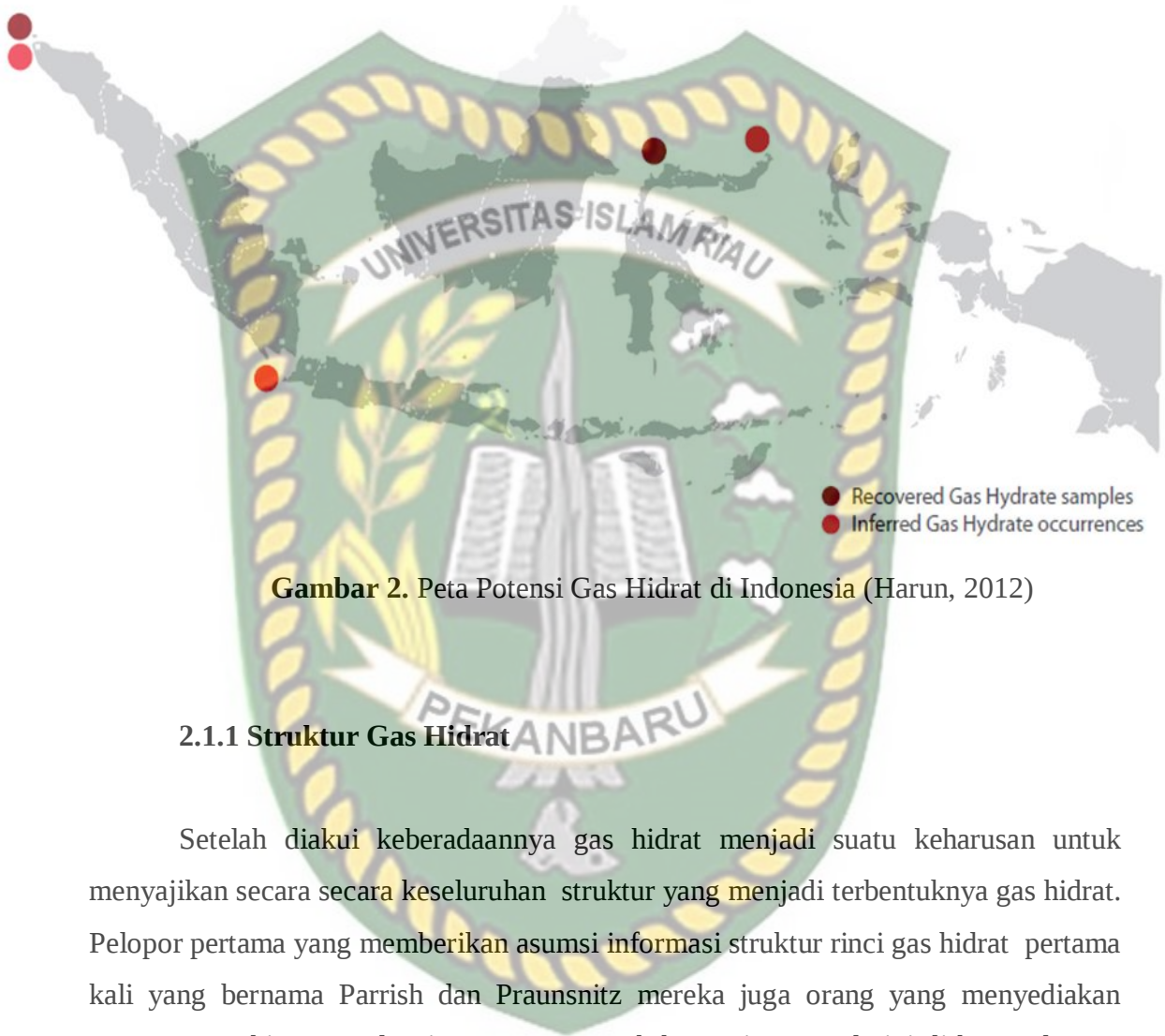
menimbulkan masalah pada produksinya. Hingga tiba di tahun 1980 an gas hidrat ini telah menajdi masalah internasional bagi setiap perusahaan terhadap gas hidrat.(Ruppel, 2018)



Gambar 1. Peta Distribusi Gas Hidrat (SBC, 2015)

Di Indonesia sendiri alfian menyebutkan sebagai salah satu unconventional fosil energy specialist dari upstream technology center (Harun, 2012) potensi gas hidrat masih dalam studi dan penerapan yang sangat sedikit. Kerjasama dibidang ini pun merupakan hasil kerja sama pemerintah dengan jerman, jepang dan beberapa Negara. Dari Pihak Pertamina sendiri telah mendapatkan tawaran kerja sama dari japan Geoscience Instintute untuk meneliti lebih detail mengenai gas hidrat. Menurut alfian sinergi dan perkembangan ini tiada berarti jika tidak ada dukungan dari pemerintah itu sendiri, karena itu tak hanya dari pemerintah alfian menuturkan berharap projek kerja sama dari pertamina pun mampu menarik kerja sama baik

terhadap perguruan tinggi ataupun lembaga-lembaga penelitian juga sector-sektor dari perusahaan swasta.



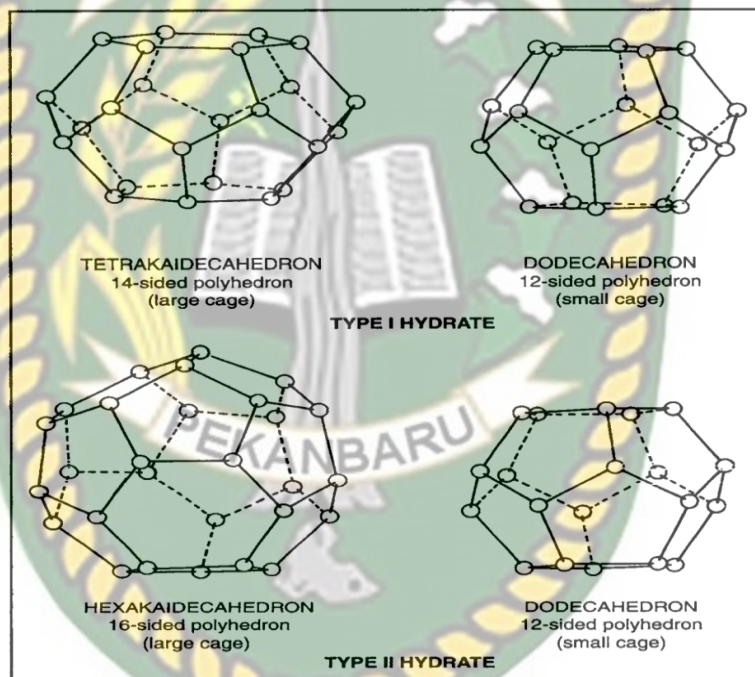
Gambar 2. Peta Potensi Gas Hidrat di Indonesia (Harun, 2012)

2.1.1 Struktur Gas Hidrat

Setelah diakui keberadaannya gas hidrat menjadi suatu keharusan untuk menyajikan secara keseluruhan struktur yang menjadi terbentuknya gas hidrat. Pelopor pertama yang memberikan asumsi informasi struktur rinci gas hidrat pertama kali yang bernama Parrish dan Praunsnitz mereka juga orang yang menyediakan computer perhitungan algoritma pertama. Tak hanya itu metode ini di bantu dengan menggunakan metode fraksi sinar X von stackelberg sebagai informasi rinci lainnya (Swaranjit Singh, 2015). Berikut dipaparkan beberapa struktur atau tipe yang paling umum dari gas hidrat dari (Nindya K, 2019; Swaranjit Singh, 2015)

A. Hidrat Tipe I

Struktur atau tipe gas hidrat yang paling sederhana adalah Type I. Struktur ini juga pertama kali di kemukakan oleh von stackelberg. Struktur Type I ini adalah Dodecahedron dan Tetraikaidekahedron. Dodecahedron dengan 12 sisi polidron sedangkan tetraikaidekahedron memiliki 14 sisi) dan terdiri dari 14 molekul air dengan rumus teoritis $X.534H_2O$, dan X adalah molekul-molekul gas pembentuk hidrat. Jika dibandingkan Struktur kerangka Dodecahedron ini lebih kecil dari pada struktur kerangka Tetraikaidekahedron

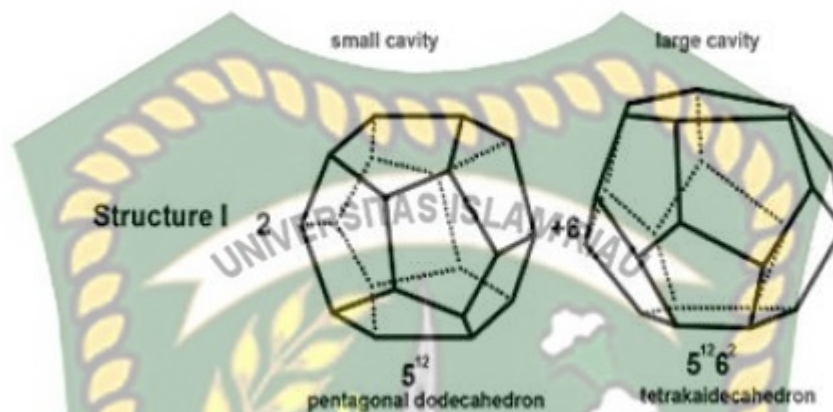


Gambar 3 Hidrat Tipe I

B. Hidrat Tipe II

Jika dibandingkan dengan struktur tipe I, jenis struktur II ini sangat kompleks yaitu molekul yang terdiri dari 136 molekul air. Jenis ini terdiri dari gas nitrogen, propan dan ibutan. Kelebihannya struktur dari nitrogen mampu membentuk kerangka

dengan bentuk kecil maupun besar dalam menempati struktur gasnya. Sedangkan propan atau isobutan hanya bisa menempati struktur yang besar saja.



Gambar 4. Hidrat type H

Gambar 2.3 struktur gas hidrat type II

Pengaruh suhu dan tekanan juga dapat mempengaruhi bentuk hidrat. Struktur hidrat tipe I yang berada pada suhu dan tekanan yang rendah, dapat berubah menjadi struktur hidrat tipe II pada suhu dan tekanan yang lebih tinggi (Nindya K, 2019)

C. Hidrat Tipe III

Hidrat tipe struktur III atau biasanya disebut dengan tipe H, tipe ini sangat jarang di jumpai pada struktur gas alam . struktur H terdiri dari 3 kerangka kecil dari 12 pentagonal dipermukaanya.

2.1.2 Mekanisme Terbentuknya Gas Hidrat

Mekanisme dibawah mendeskripsikan bagaimana proses suatu gas hidrat dapat terbentuk melalui aliran yang berada didalam pipa



Gas mengalir dalam pipa dan mengalami pendinginan sehingga terbentuk air bebas. Air bebas tersebut ikut mengalir bersama gas.



Jika suhu gas lebih rendah dari suhu pembentukan hidrat, maka molekul air tersebut akan bergabung dengan molekul hidrokarbon ringan sehingga terbentuk kristal hidrat. Kristal hidrat tersebut akan ikut mengalir bersama gas, akan tetapi apabila ada permukaan pipa sebelah dalam yang tidak rata, maka kristal hidrat akan mengendap ditempat itu.



Kristal hidrat akan berkembang dengan cepat dan akan menghambat laju air gas di dalam pipa.



Pada kondisi ekstrim, hidrat dapat membuat buntu pipa.

Gambar 5. Mekanisme Terbentuknya Gas Hidrat (Kemdikbud, 2015)

Dua kondisi penting yang dapat mendorong pembentukan gas hidrat yaitu gas berada pada suhu dan tekanan yang sesuai, dan gas berada pada titik dew point atau di bawah titik dew point. Hal yang kemungkinan besar dapat memperbesar pembentukan gas hidrat yaitu suatu keadaan atau kondisi tekanan pada aliran gas yang meningkat atau ketika gas menjadi lebih dingin. Hal ini memungkinkan air membentuk hidrat sebagai hasil dari sifat ikatan hidrogennya. (Sanjaya & Nofendy, 2018a)

Peyumbatan pada pipa menjadi salah satu masalah dalam aliran sehingga akan menimbulkan tingkat penyempitan dalam operasi penyaluran. Penyumbatan bisa

terjadi pada saluran valve atau fitting. Penyumbatan tersebut tentu saja dapat mengganggu proses dalam produksinya. Beberapa factor yang dapat membentuk hidrat jika beberapa hal terpenuhi yaitu (Kemdikbud, 2015):

1. Suhu rendah dan tekanan tinggi
2. Adanya pembentuk hidrat seperti CH_4 , C_2 , CO_2 , H_2S
3. Terbentuknya air bebas didalam system perpipaan (*free water*)

Jika temperatur gas dalam operasi pipa dialirkan pada temperatur pembentukan hidrat atau lebih rendah, air bebas, sehingga gas akan mengandung uap air maksimum (jenuh) dan akan mengalami pendinginan. Sebaliknya, jika temperatur pipa gas mengalir lebih tinggi dari temperatur pembentukan hidrat, maka tidak akan terbentuk hidrat di dalam pipa meskipun pada saat itu terdapat air bebas di dalam pipa. (Crishtensen d.l, 2009)

Secara umum, pengaturan gas terjadi akibat adanya perubahan pada tekanan, perubahan ini mengikuti perubahan pada penurunan suhu yang dilalui oleh fluida. Apabila tekanannya lebih tinggi dari temperature pembentuk gas hidrat maka kemungkinan sedikit prediksi kecil akan terbentuknya gas hidrat didalam pipa meskipun didalamnya terdapat airbebas yang terkandung didalamnya. Air bebas ini merupakan hasil dari pembentukan temperatur yang rendah atau lebih besar sehingga akan terbentuk air maksimum atau air jenuh. (Syukur, 2016)

2.2 Penanganan Gas Hidrat

Penanganan gas hidrat dapat dilakukan dengan berbagai cara sesuai dengan teknologi, metode dan kebutuhan yang digunakan. Metode-metode mengantisipasi dari pembentukan pada umumnya terdapat 3 cara yang biasa dilakukan (Kemdikbud, 2015; Nindya K, 2019)

1. Mengubah choke yang terdapat pada kepala sumur, sehingga bobot yang berada didalam garis aliran dapat di pertahankan sehingga suhu akan di pertahankan di atas suhu pembentukan gas hidrat.
2. Menginjeksi inhibitor hidrat hal ini untuk menurunkan titik pematatan air yang terbentuk di dalamnya.

Penginjeksian secara langsung ke inhibitor ini telah terbukti adanya yaitu ujicoba yang dilakukan dengan menyuntikkan etilena glikol pada sedimen yang berpori untuk menghambat gas hidrat. metode ini tergolong cukup mengeluarkan biaya yang besar.

Pembentukan gas hidrat sebagian besar terjadi pada system perpipaan, sehingga pada kasus inhibito percangan ini meliputi beberapa hal (Ameripour, 2005):

- Untuk meningkatka operasi pengiloasian suhu di dalam pipa atau menerapkan panas didalam pipa
- Bila memungkinkan agar bias dapat menurunkan tekanan didalam pipa.
- Dengan menambahkan sejumlah inhibitor yang sesuai pada kondisi pipa dapat mengurangi suhu pembentukan atau juga dapat meningkatkan tekanan pembentukan hidrat

Prinsip pada pengerjaan inhibitor untuk menngeserkan pembentukan hidrat keluar dari kondisi operasinya yaitu tekanan dan temperature. Methanol merupakan salah satu yang paling sering digunakan karena bahannya yang sederhana da reable, namun kekurangannya adalah apabila kadungan air didalamnya telalu banyak atau tekanan pada pembentukan hidrat besar. Methanol tidak digunakan karena mengingat harganya yang mahal (Novandy, n.d.)

3. Dehidrasi gas

Metode ini juga memerlukan biaya yang cukup minim, sehingga cukup ideal jika digunakan tetapi kekurangannya pun pada metode ini yaitu mengakibatkan injeksi pompa bisa tidak berjalan dengan baik. Hallainnya juga dehidrasi gas bias menyebabkan korosi atau pengkaran pada pipa aliran.

2.3 Metode Pencegahan dan Penanggulangan Pembentukan Gas Hidrat

Berikut beberapa tori metode pencegahan dan penanggulangan berdasarkan (Kemdikbud, 2015; Nindya K, 2019; Sanjaya & Nofendy, 2018b)

1. Heater

Di beberapa daerah penaggulangan gas hidrat dengan menggunakan heater akan lebih murah tergantung pada pengendalian yang dilakukan, sesuai dengan temperature yang dikondisikan diatas temperature pembentukan hidrat.. Metodologi ini dianggap lebih murah dengan alasan bahwa tenaga awal untuk peralatan pemanasan lebih sedikit daripada unit pengeringan, prosedur ini umumnya lebih mudah dan praktis.

Paling umum heater ini memiliki minus uap air yang tetap berada didalam gas dan kemungkinan terjadinya hidrat akan tetap terbentuk, karena itu kadang-kadang perlu menjaga stabilitasnya temperature sampai tempat tujuan, sehingga heaternya perlu di atur.

Ada dua jenis heater yang digunakan, yaitu:

- Flow line heater, yaitu dengan cara pipa dipanaskan langsung dengan api didalam ruang tertutup

- Indirect heater, yaitu fluida yang berada didalam pipa alir tetap dialirkan, dan steam yang dipanaskan di pipa tersebut bekerja sebagai alat pemanas diharapkan temperaturnya gasnya tetap berada pada kondisi pembentukan hidrat

Berdasarkan insulsi *Norwegian technoly standart institution* (Aji et al., 2020) insulsi pada penggunaan heater ini untuk mengurangi atau betujuan agar pertahanan pada suhu operasi tidak hilang sehingga pemanasan ini dapat mencegah pembekuan, pemadatan dan kondensasi.

2. Heater Electric

heater electric dipisahkan menjadi dua kategori, langsung dan tidak langsung. Dalam pemanasan yang langsung heater listrik langsung dialirkan melalaui dinding pipa dan menghangatkan aliran pipa cairan tersebut secara khusus. Dalam pemanasan tidak langsung aliran listrik dilakukan pemanasan diatas komponen permukaan pipa, dan aliran cairan dihangatkan oleh konduksi thrmal

3. Hot Oil Circulation

Hot oil circulation adalah salah satu yang paling umum digunakan pada hidrasi. Sirkulasi minyak panas ini dilakukan untuk mengurangi bahaya hidrasi. Minyak panas disirkulasikan melalui saluran untuk mencabut cairan dingin dan menghangatkan saluran.

4. Injeksi Kimia/ Chemical Inhibition

Pengekangan hidrat dengan menghadirkan inhibitor ke dalam gas akan menawarkan bantuan menjaga jarak strategis dari pengaturan hidrat dengan menurunkan titik pengerasan air. inhibitor yang dapat digunakan seperti glikol, metanol, garam bau dan air garam.

Berdasarkan penelitian menurut (Novandy, n.d.) dalam penginjeksian chemical sebaiknya memprediksi terlebih dahulu temperature pada pembentukan gas hidratnya. Dengan kata lain pada dasarnya pada lokasi lapangan jika tidak diketahui temperaturnya makanhasilnya tidak akan sesuai dengan kenyataan dilapangan, penentuan ini dikuti dengan adanya kehadiran inhibitor

5. Scrubber

Scrubber biasanya bejana yang dipasang secara vertikal yang diatur dengan interior untuk menyaring dan mengumpulkan kontaminasi. Kemenangan operasi ini sangat bergantung pada tingkat kebersihan gas normal itu sendiri. Sebagian besar karakteristik gas yang ada sebagian mengandung fluida air atau disebut juga air bebas

6. Dehidrasi Gas

Dehidrasi gas adalah metode yang digunakan untuk mengisolasi uap air dari aliran gas. Penanganan dehidrasi ini juga dikenal sebagai dehidrasi gas. Kinerja dehidrasi ini yaitu untuk mempertemukan gas dengan zat yang dapat mengikat air . dengan selang beberapa waktu zat tersebut akan jenuh oleh uap air sehingga uap air tidak dapat menyerap dari gas, 2 jenis yang biasa digunakan pada dehidrasi gas:

- Liquid-Dessicant Dehydration

merupakan susunan DEG (diethylene glycol) atau TEG (triethylene glycol).

- Solid Dessicant Dehydration

Solid Dessicant Dehydration biasanya mengeluarkan biaaya yang cukup tinggi dalam pengoperasiannya. Karena penggunaan yang sangat terbatas ini, dalam aplikasi seperti itu zat H₂s tinggi lebih berhasil daripada

pengeringan glikol untuk volume gas, jika volume gas tersebut besar pada tekanan yang bervariasi. Jika temperatur gas naik maka laju alir gas harus diturunkan sebagai ganti naiknya, karena dehidrator sangat sensitif terhadap temperatur gas.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN



3.1 JENIS PENELITIAN

3.1.1 Case study

Penelitian ini menggunakan data sekunder yaitu data yang berupa dari file-file paper ataupun jurnal ilmiah. Berupa data produksi sumur atau data perusahaan yang sesuai kita gunakan sebagai bahan yang dibutuhkan. Data-data tersebut berupa data tekanan, temperatur dan komponen gas pada masing-masing fraksi molnya yang dapat digunakan sebagai perhitungan prediksi pembentukan gas hidrat sebagai berikut:

- a. Data masing-masing fraksi mol
- b. Data sekunder operasional (tekanan dan temperature) pada pipa outlet 24 inch

3.1.2 Studi Lapangan

Lapangan berikut merupakan salah satu PT. Pertamina Gas Distrik Cimalaya dari salah satu *stasiun komposer gas* di wilayah operasi *wastern java area*. Lapangan ini merupakan distrik utama pada wilayah cimalaya untuk pengiriman gas alam pada daerah timur dan barat. Lapangan SKS ini menggunakan jaringan pipa sebagai komponen utama dalam operasional distribusi, baik dari pelabuhan atau kilang terhubung menggunakan segmen pipa saluran gas yang mengandalkan kompresor untuk mendorong gas agar mengalir melalui pipa. Pipa outlet cimalaya 24 inch merupakan salah satu dari jaringan pipa yang menyalurkan gas dari 4 sumber gas. Dari banyaknya jenis gas dan jalur yang proses yang dilalui hal ini tentu saja menguatkan keberadaan air yang terkandung didalamnya mungkin saja tidak bias di hindari sehingga hal-hal yang

tidak diinginkan bias dihindari dalam pendustrian gas alam. Maka dari itu dilakukan analisa menentukan pembentukan gas hidrat pada pipa outlet 24 inch cimalaya ini yang mungkin saja sebagai salah satu pipa terdapatnya factor pembentukan hidrat

3.1.3 Jadwal Penelitian

Penelitian dilakukan mulai pada bulan Oktober hingga Desember 2021 dengan perincian kegiatan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Jadwal Penelitian

No	jenis kegiatan	oktober-desember											
		oktober				november				desember			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi literatur												
2	Pengumpulan dan pengolahan data												
3	Evaluasi pengolahan data												
4	Penyusunan proposal penelitian												
5	Persentasi proposal penelitian												
6	Revisian												
5	Persentasi TA												

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN

4.1 Analisis hasil penelitian

Analisa study kasus hidrat gas dilakukan pada salah satu bagian dari lapangan PT. Pertamina gas cimalitya yang berada pada wilayah operasi *western java area* di distrik cimalitya. Penyaluran produksi gas yang dilakukan sepanjang jalur merupakan penyaluran dengan menggunakan pipa. Pada lapangan PT. Pertamina gas cimalitya atau disebut dengan stasiun composer gas (SKG) sebagai composer utama yang mentransformasi gas dari wilayah timur dan barat. Dalam hal ini lapangan SKG sendiri merupakan distrik utama yang mana di distrik ini gas akan dipisahkan dengan air dan gas, juga memberikan tekanan pada tekanan yang rendah agar dapat mengalir hingga ke pihak konsumen atau ke wilayah penyaluran yang dituju. Pada penyalurannya pihak distrik utama menggunakan dua pipa penyaluran yaitu pipa dengan ukuran 14 inch ke arah timur dan 24 ke arah barat.

Penyaluran utama yang digunakan pada SKG cimalitya salah satunya yaitu dengan menggunakan turbin kompresor sebagai salah satu penyaluran dan membantu untuk proses pendorongan pengiriman gas alam. Pipa jenis 24 inch ini dilakukan untuk mengetahui tekanan dan temperaturnya yang dilakukan rutin setiap 1 bulan sekali.

Berdasarkan pemrosesan alur yang dilalui dari aliran pipa sepanjang pengiriman produksi gas alam, salah satu pembentukan gas hidrat tak bisa dihindari keberadaannya yang terkandung atau tersumbat didalam pipa tentu saja hal ini tidak diinginkan terjadi dalam pendistribusian gas alam. Karena itu dilakukan analisa dalam memprediksi pembentukan gas hidrat didalam pipa serta metode yang sesuai dengan penanganannya.

4.2 interpretasi data

Interpretasi data merupakan data-data yang mencakup sesuai dengan kebutuhan untuk perhitungan pembentukan gas hidrat. Analisa penanganan hydrate gas berikut berdasarkan data sekunder dari data aktual sebuah lapangan tersebut, dimana selanjutnya akan dikalkulasi dan korelasi menggunakan grafik berdasarkan data tekanan, temperature dan masing-masing komponen fraksi molnya

1. Table fraksi mol untuk masing-masing komponen gas pada bulan juni 2019

hydrate formation temperature										
komposisi gas dan fraksi mol										
bulan	N2	CO2	CH4	C2H6	C3H8	n-C4H10	i-C4H10	n-C3H12	i-C3H12	C6H14+
jan	0.0154	0.0657	0.0154	0.0311	0.0263	0.0064	0.0047	0.0015	0.0019	0.0027
feb	0.0285	0.0704	0.8463	0.0298	0.0256	0.0064	0.0045	0.0015	0.0018	0.0028
mar	0.0135	0.0676	0.8497	0.0285	0.0246	0.0062	0.0043	0.0014	0.0017	0.0024
apr	0.0108	0.0729	0.8466	0.0288	0.0245	0.0062	0.0044	0.0014	0.0017	0.0027
mei	0.0116	0.0813	0.8396	0.0279	0.0238	0.0060	0.0042	0.0014	0.0017	0.0024
juni	0.0178	0.0641	0.8492	0.0285	0.0247	0.0061	0.0043	0.0013	0.0016	0.0024

2. Data tekanan dan temperatur pada pipa 24 inch bulan Juni 2019

bulan	average		operating		sample	
	pressure	temperature	pressure	temperature	pressure	temperature
jan	257.036	114.074	252.72	112.87	239.396	113.154
feb	250.1125	112.61	248.36	110.005	248.9975	111.9625
mar	254.8925	110.2075	245.17	109.34	245.42	111.03
apr	256.015	115.91	258.4575	113.495	257.4025	115.125
mei	244.3475	114.6975	245.3475	111.865	244.535	116.6025
juni	252.5075	117.4475	251.685	114.1625	251.5975	115.015

4.3 Analisis Pembentukan Hydrate Gas Menggunakan Keseimbangan Vapor-Solid

Metode analisis keseimbangan vapor-solid adalah untuk menentukan titik pembentukan gas hidrat dengan persamaan

$$\sum_{i=1}^n \left(\frac{y_i}{K_i} \right) - 1 \dots\dots\dots 1$$

Persamaan ini temperature pembentukannya dapat digunakan menggunakan nilai keseimbangan (Lampiran) Kvs atau Ki yang mana $Y_i/K_i = 1$. Nilai Ki akan didapatkan di tiap komponen gas dengan menggunakan grafik untuk keseimbangan vapor-solid dari masing-masing fraksi atau komponen gas. Selanjutnya nilai Y_i/K_i merupakan nilai yang didapat dari total perhitungan Y_i/K_i pada suhu tertentu. Range pada keseimbangan vapor-solid memiliki range 41-47 F. sehingga pada perhitungannya hanya menetapkan di range 40-45 F dari hasil yang mendekati. Sehingga dari hasil perhitungan yang didapat berada pada suhu 42,33 F. dari hasil tersebut pembentukan gas hidrat kemungkinan kecil bisa terbentuk karena masih berada dibawah temperature pipa pada aliran gas tersebut

4.4 Analisis koefisien gas hidrat menggunakan joule-thomson

Koefisien perhitungan analisa ini adalah untuk menentukan apakah tekanan yang terbentuk pada sumur atau pipa aliran tersebut bisa terjadinya pembentukan gas hidrat akibat adanya perbedaan tekanan tinggi didalam aliran pada tekanan aliran yang rendah.maka dari itu akan menggunakan metode untuk mengetahui temperature pada aliran pipa.

$$\mu\pi = \lim_{\Delta p \rightarrow 0} \frac{T_2 - T_1}{p_2 - p_1} \dots\dots\dots 2$$

Rumus tersebut mempertimbangkan pengukuran secara isopenthalpi

$$\mu\pi = \left(\frac{\delta T}{\delta P}\right)H \dots\dots\dots 3$$

Perumusahan untuk gas menurut van der waal, pada jhoule Thomson adalah

$$\mu\pi = \frac{\frac{2a}{RT}-b}{c_p} \dots\dots\dots 4$$

Data yang berada pada kondisi lapangan di cimalaya menggunakan data operasional selama rutin 1 bulan. hasil dari penentuan penilaian pembentukan gas hidrat di lampirkan pada perhitungan pada (Lampiran) sebagai perbandingan menggunakan vapor-solid yang melewati fluida atau gas dengan perbedaan tekanan lasnung dari pipanya.

BAB V

KESIMPULAN

Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan dari penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Analisa penggunaan kesetimbangan menggunakan vapor-solid pada range 40-45 F mendapati hasil pembentukan pada suhu 42,32 F. pada metode ini gas hidrat kemungkinan dapat terbentuk dikarenakan tekanan pada aliran fluida atau gas yang dilewati masih berada di bawah tekanan pembentukan gas hidrat.
2. Perbandingan penggunaan dua analisis dengan perbedaan yang cukup signifikan yang mana perbedaannya terletak pada suhu pembentukan hidrat. Perbedaannya diakibatkan karena perbedaan yang langsung dari tekanan dari sumur terhadap pipa dan satunya merupakan perubahan tekanan pembentukan hidrat akibat fluida atau gas yang di aliri. Dengan perbedaan suhu yang terbentuk yaitu 0.01336 k/kpa dan 43.32 F

LAMPIRAN 1

1. Analisis Pembentukan Hydrate Gas Menggunakan Keseimbangan Vapor-Solid
 - a. Data tekanan operasi (PSIG), temperature operasi (F), komponen-komponen gas dan fraksinya telah disiapkan
 - b. Nilai K_i dari setiap Koomponen gas ditentukan dengan menggunakan grafik keseimbangan vapor-solid pada masing-masing komponen gas
 - c. Dihitung nilai Y_i/K_i (Fraksi Mol/ K_i) dengan membangikan nilai Y_i per K_i
 - d. Menjumlahkan total nilai Y_i/K_i
 - e. Menginterpolasi hasilnya sehingga memiliki nilai $Y_i/K_i = 1$
 - f. Suhu pembentukannya diperoleh

Tabel 2. Contoh perhitungan metode vapor solid

analisa ga pada bulan januari - juni 2019 (sumber: pipa 24" CIMALAYA)					
Pressure : 257 PSIG = 242.3 PSIA				Temperature : 114.07 F	
komposisi gas	fraksi	At 40 F		At 45 F	
		K_i	Y_i/K_i	K_i	Y_i/K_i
N2	0.01538				
CO2	0.06566				
CH4	0.8443	2.08	0.4059135	2.22	0.3803153
C2H6	0.03108	0.342	0.0908772	0.63	0.0493333
C3H8	0.02634	0.040	0.6585000	0.082	0.3212195
n-C4H10	0.00642	0.44	0.0145909	0.74	0.0086757
i-C4H10	0.00468	0.015	0.3120000	0.033	0.1418182
n-C5H12	0.0015				
i-C5H12	0.00192				
C6H14	0.00272				
	1.0000		1.4819		0.9014

temperatur	
40 F	1.4819
45 F	0.9014
x	1

diketahui: H1= 40 F H2= 45 F
 ditanya pada temperatur berapa nilai Σ adalah 1?
 jawaban

$$40 - \frac{(1.4819-1)}{(1.4819-0.9014)} \times (40-45) = 44.15043 \text{ F}$$
 jadi Σ sama dengan 1 yaitu suhu 44.15043 F

Perhitungan menggunakan metode ini dengan menggunakan data tekanan dan temperature dengan memasukkan nilai dari masing-masing komponen gas pada fraksi molnya. Nilai fraksi molnya Y_i dibagi dengna nilai K_i yang merupakan nilai yang didapatkan dari metode graifk kesetimbangan. Hasil-hasil tersebut untuk memeperoleh $Y_i/K_i=1$.

a. Hasil perhitungan menggunakan rumus kesetimbangan vapor solid

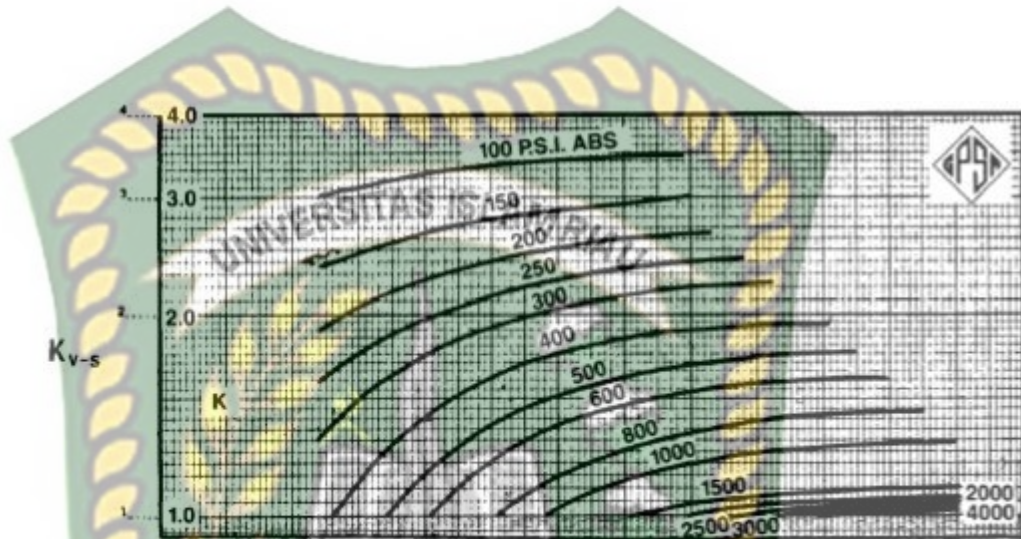
Dalam perhitungan penentuan titik terbentuknya gas hidrat menggunakan vapor solid,- maka perhitunggan manggunakan persamaan berikut:

$$\sum_{i=1}^n \left(\frac{Y_i}{K_i} \right) - 1 = H1 \frac{(H1) \frac{Y_i}{K_i} - 1}{\frac{(H1)Y_i}{K_i} - \frac{(H2)Y_i}{K_i}} \times (H1 - H2)$$

$$= 40 - \frac{(1.4819-1)}{(1.4819-0.9014)} \times (40-45) = 44.15043 \text{ F}$$

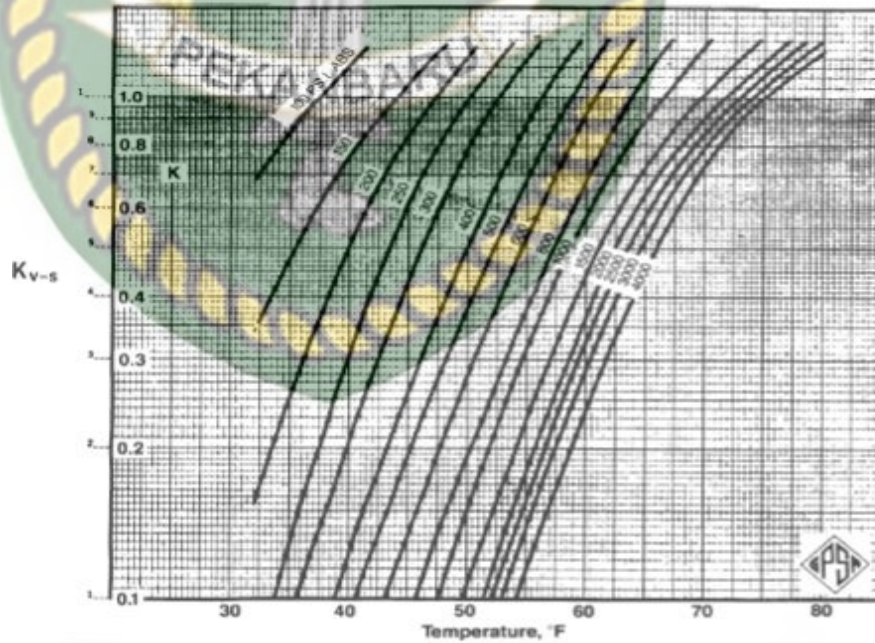
2. Grafik konstanta kesetimbangan vapor solid pada masing-masing komponen gas

a. Metana



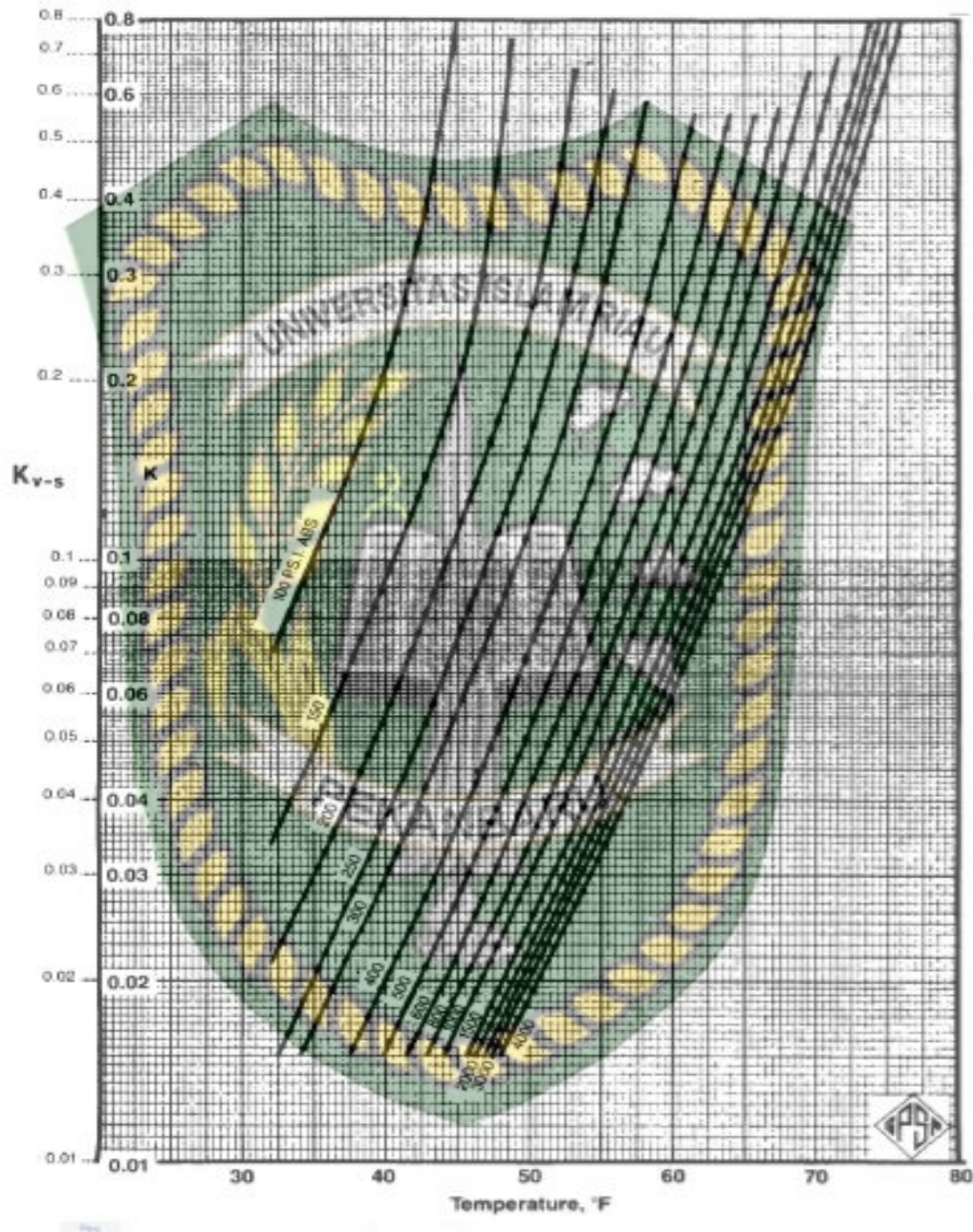
Gambar 6 grafik konstanta vapor solid metana

b. Etana



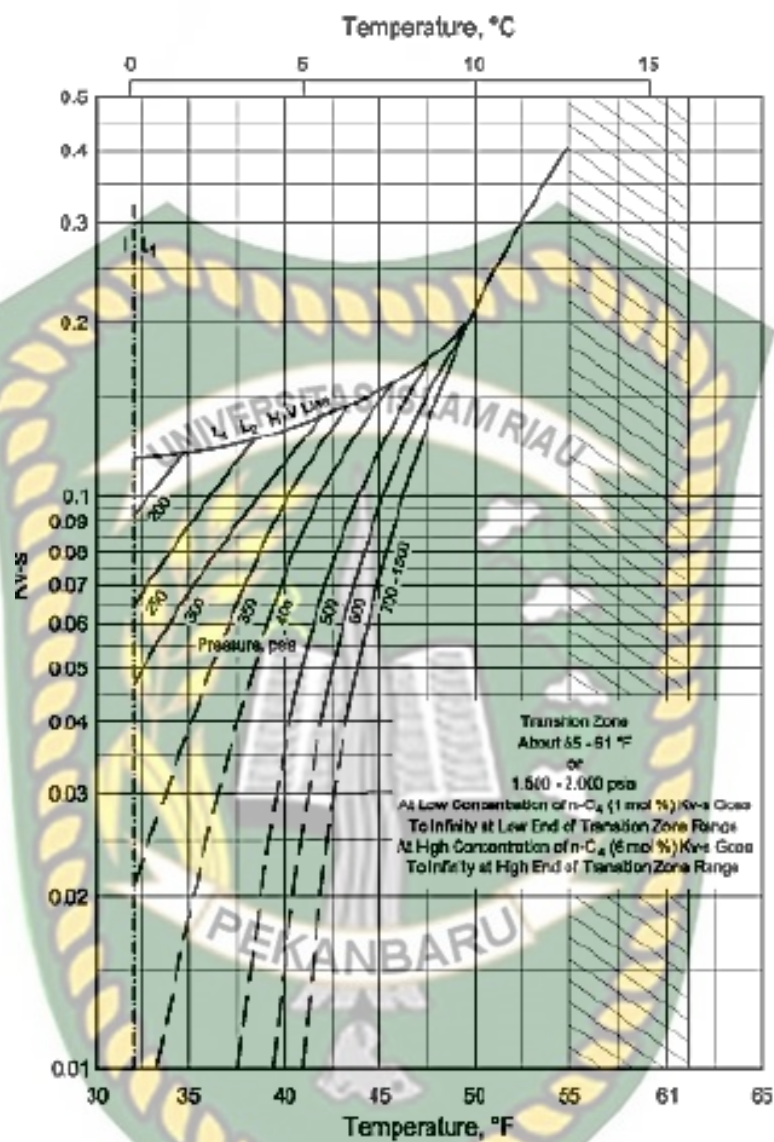
Gambar 7. Grafik kesetimbangan vapor solid Etana

c. propana



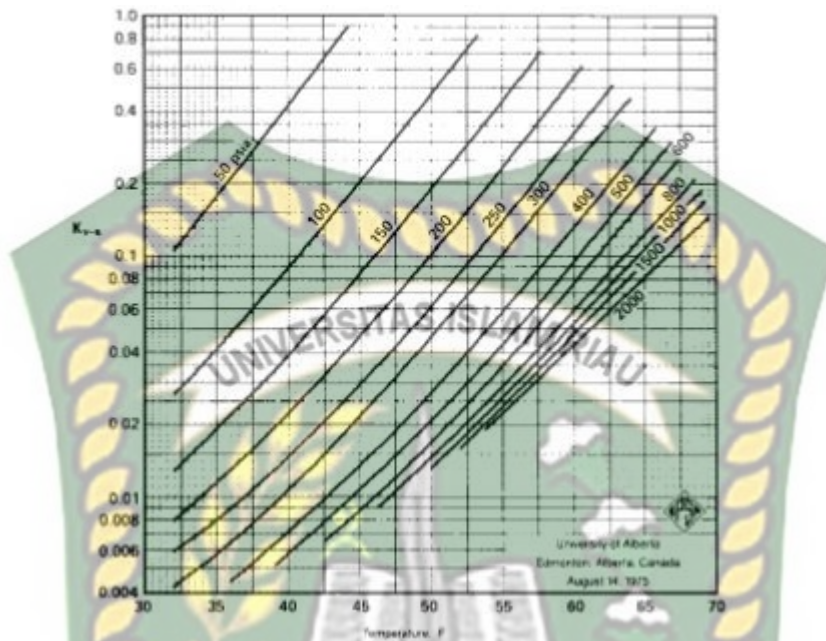
Gambar 8. Grafik kesetimbangan vapor solid Propana

d. n-Butana



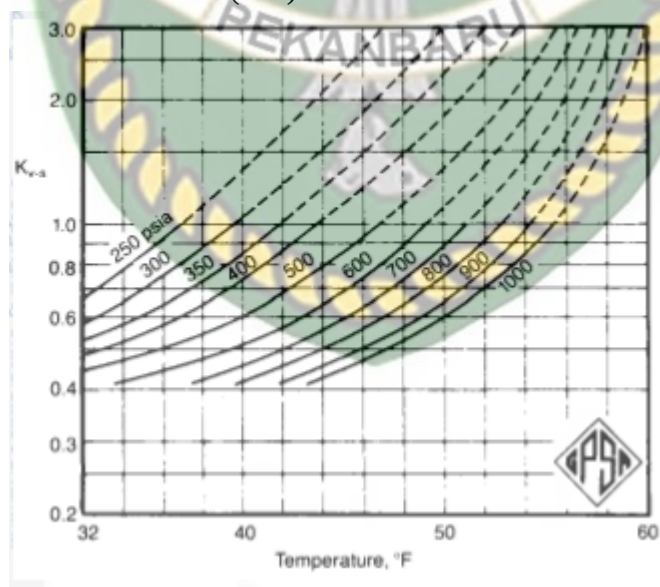
Gambar 9 Grafik kesetimbangan vapor solid n-butana

e. isobutana



Gambar 10 Grafik kesetimbangan vapor solid isobutana

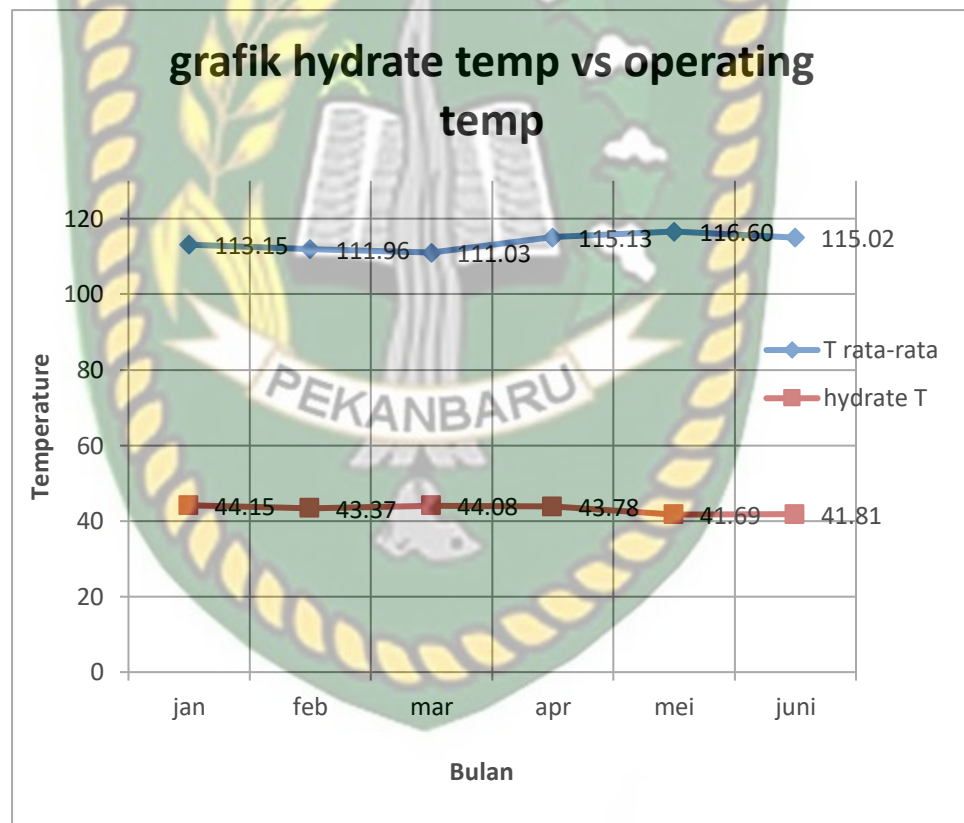
f. Karbon dioksida (co2)



Gambar 11. Grafik konstanta kesetimbangan vapor solid CO2

3. Hydrate gas yang terbentuk

bulan	outlet 24"	
	hydrate T	T operating
jan	44.15	113.15
feb	43.37	111.96
mar	44.08	111.03
apr	43.78	115.13
mei	41.69	116.60
juni	41.81	115.02
Rata perbulan		43.1467



LAMPIRAN 2

1. Analisis koefisien gas hidrat menggunakan joule-thomson
 - a. Data fraksi mol Y_i didapatkan dari data yang telah ada sesuai pada lampiran 1
 - b. Menentukan nilai M_i menggunakan data table yang di ambil dari buku peerry's sebagai nilai ketetapan pada masing-masing komponen fraksi mol gasnya.
 - c. Mengkalikan nilai Y_i dengan M_i yang telah didapatkan
 - d. Menentukan nilai P_c menggunakan data table yang di ambil dari buku peerry's sebagai nilai ketetapan pada masing-masing komponen fraksi mol gasnya.
 - e. Nilai ketetapan P_c yang didapatkan dikalikan dengan Y_i fraksi molnya
 - f. Menentukan nilai T_c menggunakan data table yang di ambil dari buku peerry's sebagai nilai ketetapan pada masing-masing komponen fraksi mol gasnya. (hal: 2-136) (Maloney, 2007)
 - g. Mengkalikan nilai Y_i terhadap T_c
 - h. Nilai $Y_i.M_i$, $Y_i.P_c$ dan $Y_i.T_c$ yang telah didapatkan lalu dijumlahkan
 - i. Maka data untuk data fisik gas table 4 telah didapatkan yaitu untuk menghasilkan nilai T_c dan P_c
 - j. Selanjutnya pada table 5 untuk mendapatkan nilai M_{cp} yang diambil dari buku *fundamental of natural gas processing*
 - k. Nilai M_{cp} dilihat atau didapatkan sesuai pada range suhu mulai dari 0 ke range 150, dari range pertengahan 130 dari suhu pipanya
 - l. Masing-masing M_{cp} dari suhu 0 yang didapatkan akan dikalikan sesuai fraksi mol komponen gasnya begitu pupa pada suhu 150
 - m. M_{cp} dari suhu 0 dan 150 di jumlahkan

Tabel 3. Data fisik gas untuk menentukan nilai Pc dan Tc

komponen	Yi	Mi	Yi.Mi	Pc		Yi.Pc	Tc	Yi.Tc
				Pa	kPa		K	
N2	0.01538	28.014	0.431	3390000	3390	52.1382	126.2	1.940956
CO2	0.06566	44.010	2.890	7390000	7390	485.2274	304.21	19.97443
CH4	0.8443	16.043	13.545	4590000	4590	3875.337	190.564	160.8932
C2H6	0.03108	30.070	0.935	4850000	4850	150.738	305.32	9.489346
C3H8	0.02634	44.097	1.162	4210000	4210	110.8914	369.83	9.741322
n-C4H10	0.00642	58.123	0.373	3770000	3770	24.2034	425.12	2.72927
i-C4H10	0.00468	58.123	0.272	4480000	4480	20.9664	274.45	1.284426
n-C5H12	0.0015	72.150	0.108	3360000	3360	5.04	469.7	0.70455
i-C5H12	0.00192	72.120	0.138	3380000	3380	6.4896	568.1	1.090752
C6H14+	0.00272	86.177	0.234	3020000	3020	8.2144	497.5	1.3532
	1.0000					4739.246		209.2014

Tabel 4. Data fisik gas untuk menentukan nilai Mcp

komponen	Yi	MCp		Yi. MCp	
		0 C	150	0	150
N2	0.01538	6.96	6.96	0.107045	0.001646
CO2	0.06566	8.38	9.29	0.550231	0.036128
CH4	0.8443	8.23	8.95	6.948589	5.866694
C2H6	0.03108	11.44	13.78	0.355555	0.011051
C3H8	0.02634	15.65	19.52	0.412221	0.010858
n-C4H10	0.00642	20.4	25.77	0.130968	0.000841
i-C4H10	0.00468	20.8	25.81	0.097344	0.000456
n-C5H12	0.0015	24.94	31.66	0.03741	5.61E-05
i-C5H12	0.0019	25.64	31.86	0.049229	9.45E-05
C6H14+	0.0027	30.17	37.93	0.082062	0.000223
Σ	1.0000	172.61	211.53	8.770654	5.928047

2. Hasil perhitungan

Dari beberapa table di atas, yaitu table 4 dan 5 maka dapat ditentukan perhitungan untuk menentukan suhu terbentuknya gas hidrat pada jhoule Thomson dengan data yang diperoleh sebagai berikut.

Tabel 5 data yang diperoleh

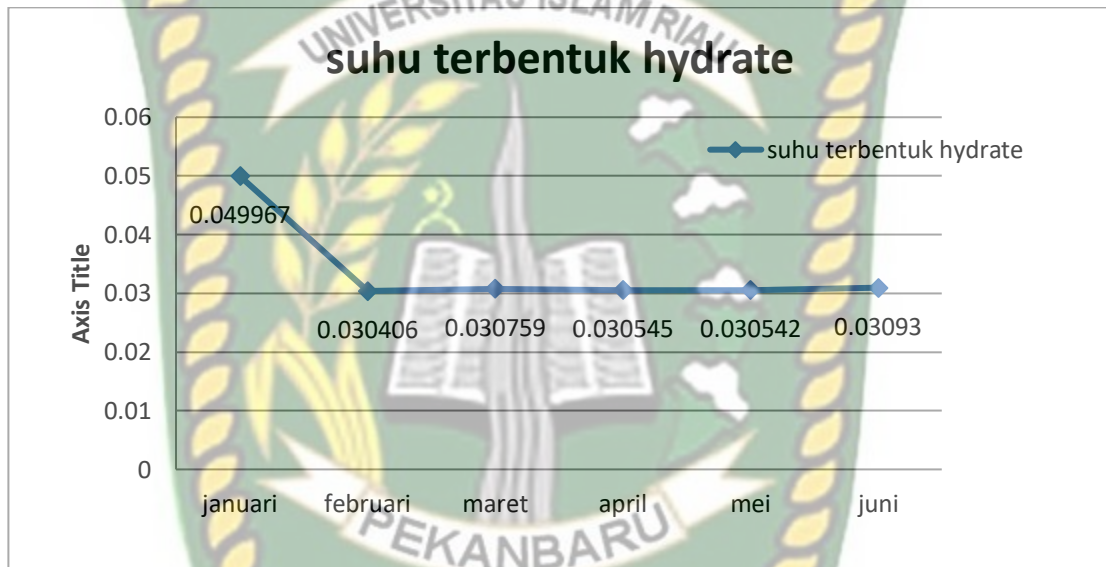
No	hasil perhitungan	keterangan		
1	Toutlet	Toulet	115.5	K
2	Tc	Diperoleh dari tabel	209.2014	K
3	Pc	Diperoleh dari tabel	4739.246	Kpa
4	R	ketetapan gas	8.314	kJ/kmol K
5	Cp (0 C)	Diperoleh dari tabel	8.770654	kJ/kmol K
6	Cp (150 C)	Diperoleh dari tabel	5.928047	kJ/kmol K
7	a	$27 R^2 T_c^2 / 64 P_c$	299.6075	
8	b	$R T_c / 8 P_c$	0.048309	
9		$\mu\pi = \frac{\left(\frac{2a}{RT}\right) - b}{C_p}$	0.049967	K/Kpa

Berdasarkan (persamaan 3) maka dari table 6 dapat kita hitung dengan menggunakan rumus jhoule Thomson untuk menentukan nilai suhu yang terbentuk

$$\mu\pi = \frac{\left(\frac{2a}{RT}\right) - b}{C_p}$$

$$= \frac{\left(\frac{2 \times 299.6075}{8.314 \times 209.2014}\right) - 0.048309}{5.928047} = 0.049967 \text{ K/Kpa}$$

bulan	suhu yang terbentuk
januari	0.049967
februari	0.030406
maret	0.030759
april	0.030545
mei	0.030542
juni	0.03093



Tabel 6 Critical Constants and Acentric Factors of Inorganic and Organic Compounds
(Perry handbook)

TABLE 2-164 Critical Constants and Acentric Factors of Inorganic and Organic Compounds

Compd. no.	Name	Formula	CAS no.	Mol. wt.	T_c , K	$P_c \times 10^{-6}$, Pa	V_c , m ³ /kmol	Z_c	Acentric factor
1	Methane	CH ₄	74828	16.043	190.564	4.59	0.099	0.286	0.011
2	Ethane	C ₂ H ₆	74840	30.070	305.32	4.85	0.146	0.279	0.098
3	Propane	C ₃ H ₈	74986	44.097	369.83	4.21	0.200	0.273	0.149
4	n-Butane	C ₄ H ₁₀	106978	58.123	425.12	3.77	0.255	0.272	0.197
5	n-Pentane	C ₅ H ₁₂	109660	72.150	469.7	3.36	0.315	0.271	0.251
6	n-Hexane	C ₆ H ₁₄	110543	86.177	507.6	3.04	0.373	0.269	0.304
7	n-Heptane	C ₇ H ₁₆	142925	100.204	540.2	2.72	0.428	0.269	0.346
8	n-Octane	C ₈ H ₁₈	111659	114.231	568.7	2.47	0.486	0.264	0.396
9	n-Nonane	C ₉ H ₂₀	111842	128.258	594.6	2.31	0.540	0.262	0.446
10	n-Decane	C ₁₀ H ₂₂	124185	142.285	617.7	2.09	0.601	0.245	0.488
11	n-Undecane	C ₁₁ H ₂₄	1120214	156.312	639	1.95	0.658	0.242	0.530
12	n-Dodecane	C ₁₂ H ₂₆	112403	170.338	658	1.82	0.718	0.239	0.577
13	n-Tridecane	C ₁₃ H ₂₈	629605	184.365	675	1.68	0.779	0.233	0.617
14	n-Tetradecane	C ₁₄ H ₃₀	629304	198.392	693	1.57	0.830	0.226	0.643
15	n-Pentadecane	C ₁₅ H ₃₂	629629	212.419	710	1.47	0.888	0.222	0.685
16	n-Hexadecane	C ₁₆ H ₃₄	544763	226.446	727	1.41	0.943	0.221	0.721
17	n-Heptadecane	C ₁₇ H ₃₆	629787	240.473	736	1.34	0.998	0.219	0.771
18	n-Octadecane	C ₁₈ H ₃₈	593453	254.500	747	1.26	1.059	0.214	0.806
19	n-Nonadecane	C ₁₉ H ₄₀	629925	268.527	758	1.21	1.119	0.215	0.851
20	n-Eicosane	C ₂₀ H ₄₂	112658	282.553	768	1.17	1.169	0.215	0.912
21	2-Methylpropane	C ₄ H ₁₀	75295	58.123	408.14	3.62	0.261	0.278	0.177
22	2-Methylbutane	C ₅ H ₁₂	78794	72.150	460.43	3.37	0.304	0.268	0.226
23	2,3-Dimethylbutane	C ₆ H ₁₄	70208	86.177	409.93	3.13	0.358	0.260	0.246
24	2-Methylpentane	C ₆ H ₁₄	107835	86.177	407.5	3.02	0.366	0.267	0.279
25	2,3-Dimethylpentane	C ₇ H ₁₆	565503	100.204	537.35	2.88	0.396	0.255	0.292
26	2,3,3-Trimethylpentane	C ₇ H ₁₆	560214	114.231	573.5	2.81	0.455	0.268	0.289
27	2,2,4-Trimethylpentane	C ₇ H ₁₆	540841	114.231	543.06	2.56	0.465	0.264	0.301
28	Ethylene	C ₂ H ₄	74851	28.054	282.34	5.03	0.132	0.283	0.086
29	Propylene	C ₃ H ₆	115071	42.061	365.57	4.63	0.188	0.286	0.137
30	1-Butene	C ₄ H ₈	106689	56.108	419.55	4.04	0.241	0.279	0.190
31	cis-2-Butene	C ₄ H ₈	590181	56.108	435.58	4.24	0.233	0.273	0.204
32	trans-2-Butene	C ₄ H ₈	624646	56.108	428.63	4.08	0.237	0.272	0.216
33	1-Pentene	C ₅ H ₁₀	109671	70.134	464.78	3.56	0.295	0.271	0.236
34	1-Hexene	C ₆ H ₁₂	592416	84.161	504.03	3.14	0.354	0.265	0.280
35	1-Heptene	C ₇ H ₁₄	592767	98.188	537.29	2.82	0.413	0.261	0.330
36	1-Octene	C ₈ H ₁₆	111660	112.215	566.65	2.57	0.460	0.251	0.377
37	1-Nonene	C ₉ H ₁₈	124118	126.242	593.85	2.33	0.528	0.240	0.417
38	1-Decene	C ₁₀ H ₂₀	672653	140.269	616.4	2.21	0.584	0.252	0.478
39	2-Methylpropene	C ₄ H ₈	115117	56.108	417.9	3.98	0.238	0.272	0.192
40	2-Methyl-1-butene	C ₅ H ₁₀	563462	70.134	465	3.45	0.292	0.261	0.237
41	2-Methyl-2-butene	C ₅ H ₁₀	513369	70.134	471	3.38	0.292	0.252	0.272
42	1,2-Butadiene	C ₄ H ₆	590192	54.092	452	4.36	0.220	0.255	0.166
43	1,3-Butadiene	C ₄ H ₆	106000	54.092	425.17	4.30	0.220	0.268	0.192
44	2-Methyl-1,3-butadiene	C ₅ H ₈	75705	68.119	484	3.55	0.277	0.265	0.158
45	Acetylene	C ₂ H ₂	74862	26.038	308.32	6.15	0.113	0.271	0.188
46	Methylacetylene	C ₃ H ₄	74007	40.065	402.30	5.62	0.164	0.276	0.216
47	Dimethylacetylene	C ₄ H ₆	503173	54.092	473.2	4.87	0.221	0.274	0.239
48	3-Methyl-1-butyne	C ₅ H ₈	579828	68.119	483.2	4.20	0.275	0.300	0.308
49	1-Pentyne	C ₅ H ₈	627190	68.119	481.2	4.17	0.277	0.289	0.290
50	2-Pentyne	C ₅ H ₈	627214	68.119	519	4.02	0.276	0.257	0.174
51	1-Hexyne	C ₆ H ₁₀	607997	82.145	516.2	3.64	0.322	0.273	0.335
52	2-Hexyne	C ₆ H ₁₀	764362	82.145	549	3.53	0.331	0.266	0.221
53	3-Hexyne	C ₆ H ₁₀	928404	82.145	544	3.54	0.334	0.261	0.219
54	1-Heptyne	C ₇ H ₁₂	628717	96.172	559	3.13	0.386	0.260	0.272
55	1-Octyne	C ₈ H ₁₄	629050	110.199	585	2.82	0.441	0.256	0.323
56	Vinylacetylene	C ₄ H ₆	689974	52.076	454	4.89	0.205	0.265	0.109

Tabel 7 Critical Constants and Acentric Factors of Inorganic and Organic Compounds (Perry handbook)

TABLE 2-164 Critical Constants and Acentric Factors of Inorganic and Organic Compounds (Concluded)

Cmpd. no.	Name	Formula	CAS no.	Mol. wt.	T_c , K	$P_c \times 10^{-6}$, Pa	V_c , m ³ /Kmol	Z_c	Acentric factor
190	Fluoromethane	CH ₃ F	503533	34.033	317.42	5.88	0.113	0.252	0.108
191	Chloromethane	CH ₃ Cl	74873	50.488	416.25	6.69	0.142	0.275	0.154
192	Trichloromethane	CHCl ₃	67663	119.377	536.4	5.55	0.238	0.296	0.228
193	Tetrachloromethane	CCl ₄	56235	153.822	556.35	4.54	0.274	0.270	0.191
194	Bromomethane	CH ₃ Br	74839	94.939	467	8.00	0.156	0.321	0.192
195	Fluoroethane	C ₂ H ₅ F	353255	68.050	375.31	5.01	0.164	0.263	0.218
196	Chloroethane	C ₂ H ₅ Cl	75003	64.514	460.35	5.46	0.155	0.221	0.206
197	Bromoethane	C ₂ H ₅ Br	74964	108.965	500.8	6.20	0.215	0.323	0.259
198	1-Chloropropane	C ₃ H ₇ Cl	540545	78.541	503.15	4.58	0.247	0.270	0.228
199	2-Chloropropane	C ₃ H ₇ Cl	78296	78.541	489	4.51	0.247	0.274	0.196
200	1,1-Dichloropropane	C ₃ H ₆ Cl ₂	78499	112.996	560	4.24	0.292	0.266	0.253
201	1,2-Dichloropropane	C ₃ H ₆ Cl ₂	78875	112.996	552	4.23	0.291	0.259	0.256
202	Vinyl chloride	C ₂ H ₃ Cl	75014	62.490	432	5.75	0.179	0.287	0.106
203	Fluorobenzene	C ₆ H ₅ F	462066	96.104	560.00	4.54	0.269	0.262	0.247
204	Chlorobenzene	C ₆ H ₅ Cl	108907	112.558	632.35	4.53	0.308	0.265	0.251
205	Bromobenzene	C ₆ H ₅ Br	108861	157.010	670.15	4.52	0.324	0.263	0.251
206	Air		132959100	28.951	132.45	3.79	0.092	0.318	0.000
207	Hydrogen	H ₂	1333740	2.016	33.19	1.32	0.064	0.307	-0.215
208	Helium-4	He	7440597	4.003	5.2	0.23	0.058	0.305	-0.388
209	Neon	Ne	7440019	20.180	44.4	2.67	0.042	0.300	-0.028
210	Argon	Ar	7440371	39.948	150.86	4.90	0.075	0.292	0.000
211	Fluorine	F ₂	7782414	37.997	144.12	5.17	0.067	0.287	0.053
212	Chlorine	Cl ₂	7782905	70.905	417.15	7.79	0.124	0.279	0.073
213	Bromine	Br ₂	7726956	159.808	584.15	10.28	0.135	0.286	0.128
214	Oxygen	O ₂	7782447	31.999	154.58	5.02	0.074	0.287	0.020
215	Nitrogen	N ₂	7727379	28.014	126.2	3.39	0.089	0.288	0.037
216	Ammonia	NH ₃	7954417	17.031	405.65	11.30	0.072	0.241	0.253
217	Hydrazine	N ₂ H ₄	302012	32.045	653.15	14.73	0.158	0.429	0.315
218	Nitrous oxide	N ₂ O	10024972	44.013	309.57	7.28	0.098	0.277	0.143
219	Nitric oxide	NO	10102439	30.006	180.15	6.52	0.058	0.252	0.585
220	Cyanogen	C ₂ N ₂	460195	52.036	400.15	5.94	0.195	0.348	0.276
221	Carbon monoxide	CO	690050	28.010	132.62	3.40	0.095	0.300	0.048
222	Carbon dioxide	CO ₂	124389	44.010	304.21	7.39	0.095	0.277	0.224
223	Carbon disulfide	CS ₂	75150	76.143	552	8.04	0.160	0.280	0.118
224	Hydrogen fluoride	HF	7664823	20.006	461.15	6.49	0.069	0.117	0.383
225	Hydrogen chloride	HCl	7647010	36.461	324.65	8.36	0.082	0.253	0.134
226	Hydrogen bromide	HBr	10035106	80.912	363.15	8.46	0.100	0.290	0.069
227	Hydrogen cyanide	HCN	74908	27.026	456.65	5.35	0.139	0.195	0.407
228	Hydrogen sulfide	H ₂ S	7783064	34.082	373.53	9.00	0.099	0.287	0.096
229	Sulfur dioxide	SO ₂	7446095	64.065	430.75	7.85	0.123	0.269	0.244
230	Sulfur trioxide	SO ₃	7446119	80.064	490.85	8.19	0.127	0.255	0.423
231	Water	H ₂ O	7732185	18.015	547.13	21.94	0.056	0.228	0.343

All substances are listed in alphabetical order in Table 2-164.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, W., Rosyid, D. M., & Citrosiswoyo, W. (2012). *Analisa Risiko dan Langkah Mitigasi pada Offshore Pipeline*. 1(1).
- Aji, A. S., Priyonggo, P., & Wismawati, E. (2020). Pencegahan terbentuknya hidrat dengan insulasi pada operasional pipa gas alam. *Proceeding Conference of Piping Engineering and Its Application*, 5(1), 207–211. <http://journal.ppns.ac.id/index.php/CPEAA/article/view/1422/1005>
- Ameripour, S. (2005). *Prediction of Gas-Hydrate Formation Conditions in Production and Surface Facilities Prediction of Gas-Hydrate Formation Conditions in Production and Surface Facilities*. August, 79.
- ESDM. (2020) Mengenal Gas Hidrat Potensi Energi Alternatif Masa Depan. <http://litbang.esdm.go.id/>
- Harun, M. (2012). Warta Pertamina. *Corporate Communication Sekretaris Perseroan PT Pertamina (Persero)*, 7.
- Kemdikbud. (2015). *Gas Processing*.
- Kementerian ESDM. (2014). Pembangunan Jaringan Gas Bumi untuk Rumah Tangga. *Direktorat Jenderal Minyak Dan Gas Bumi Kementerian ESDM Republik Indonesia*, 1–140. <http://migas.esdm.go.id/uploads/buku-jargas-isi.pdf>
- Lachance, J. W., & Keinath, B. L. (2015). *Hydrate Cold Restarts: Paradigm Shifts in Hydrate Management*. December, 6–9. <https://doi.org/10.2523/iptc-18432-ms>
- Maloney, J. O. (2007). *PERRY Chemical Engineering Handbook. Perrys' Chemical Engineers' Handbook*, 21. <http://books.google.com/books?id=X1wIW9TrqXMC&pgis=1>
- Martaningtyas, M., & Ariesyady, D. (2018). *Identifikasi Bahaya Dan Analisis Risiko Pada Jaringan Pipa Transmisi Crude Oil Di PT . X*. 24(2), 12–22.
- Masoudi, R., & Tohidi, B. (2005). Gas-Hydrate Production For Natural-Gas Storage And Transportation. *JPT, Journal of Petroleum Technology*, 57(11), 73–74.
- Merey, Ş. (2016). Drilling of gas hydrate reservoirs. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 35(Part A), 1167–1179. <https://doi.org/10.1016/j.jngse.2016.09.058>

- Naseer, M., & Brandst, W. (2011). *Hydrate formation in natural gas pipelines*. 70, 261–270. <https://doi.org/10.2495/MPF110221>
- Nindya K, N. (2019). *Analisis Hydrate Formation Temperature dan Water Content Pada Sumber Gas Outlet Cilamaya Pipa 24 inch di PT . Pertamina Gas Western Java Area Distrik Cilamaya*.
- Novandy, A. (n.d.). *Evaluasi injeksi penambahan bahan kimia untuk pencegahan pembentukan gas hidrat*. 04(2), 1–5.
- Ruppel, C. D. (2018). *Gas Hydrate in Nature. U.S. Geological Survey, Fact Sheet*.
- Sanjaya, A. S., & Nofendy, A. (2018). *Prediksi Pembentukan Hidrat Gas dengan Pengaruh Joule-Thomson Effect yang Diakibatkan oleh Choke Performance. Jurnal Chemurgy*, 1(1), 1. <https://doi.org/10.30872/cmg.v1i1.1132>
- Susanto heri. (2016). *Geophysical, Workshop, Explore and Seminar (GWES) Universitas Lampung*. 5–7.
- Swaranjit Singh, A. A. (2015). *Natural Gas Hydrate as an Upcoming Resource of Energy. Journal of Petroleum & Environmental Biotechnology*, 06(01), 1–6. <https://doi.org/10.4172/2157-7463.1000199>
- Syukur, M. H. (2016). *Hydrate Gas Alam : Prediksi Dan Pencegahannya. Forum Teknologi*, 02(2).
- United, T., & Geological, S. (2007). *An introduction to natural gas hydrate / clathrate : The major organic carbon reserve of the Earth*. 56, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.petro.2006.09.006>
- USGS. (2018). *The U . S . Geological Survey ' s Gas Hydrates Project*. January.