

KATA PENGANTAR

Rasa syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala limpahan berkat dan rahmat-Nya dengan ucapan Alhamdulillah. Shalawat dan salam semoga tetap limpahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang kita nantikan syafaat beliau di hari qiyamah, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan judul “Pengaruh Variasi Tekanan terhadap Karakteristik Gas Hidrat Campuran Propana-Butana pada *Stirrer Tank*” ini dengan lancar.

Dalam penulisan skripsi ini tentunya penulis mendapatkan banyak dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terimakasih terhadap pihak yang selama ini telah mendukung dan membantu menyelesaikan laporan skripsi ini:

1. Kedua orang tuaku yang tercinta, ayahku Hasan dan ibuku Mujianah yang senantiasa selalu memberikan kasih sayang, doa, motivasi, kepercayaan, dan dukungan kepada penulis.
2. Ibu Dr. Eng. Widya Wijayanti, ST., MT selaku dosen pembimbing I dan ketua program studi S1 jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya yang telah memberikan pengarahan, bimbingan, dan memberikan ilmu selama proses penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Purnami, ST., MT. selaku dosen pembimbing II dan sekretaris jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya yang telah memberikan pengarahan, dan bimbingan selama proses penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Dr. Eng Nurcholis Hamidi ST., MT. Selaku ketua jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya.
5. Ibu Francisca Gayuh Utami, ST., MT. selaku Ketua Kelompok Konsentrasi Konversi Energi dan selaku dosen pembimbing akademik.
6. Jurusan Teknik Mesin dan Seluruh Dosen Pengajar maupun staff yang terhimpun di dalamnya yang telah banyak memberikan ilmu pengetauan yang sangat mendukung baik dalam perkuliahan maupun selama penyusunan skripsi ini.
7. Tim SIJAR dan SANBAV yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk menyelesaikan skripsi disela kesibukan project.
8. Divisi aerokreasi dan anggota-anggota yang terhimpun di dalamnya, sebagai Divisi yang telah memberikan bantuan terhadap perkembangan karir di teknik mesin.



9. Sahabat seperjuangan Dony Rizal Muzakki dan Dimas Ali Muchtar yang telah memberikan dukungan dan bantuan penuh dalam menyelesaikan penelitian dan pembuatan laporan.
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu yang telah membantu penulis demi kelancaran penyelesaian skripsi ini.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis telah berusaha sebaik mungkin untuk menyelesaikan skripsi dengan sebaik-baiknya dan penulis juga menyadari bahwa laporan skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyusunan yang lebih baik lagi.

Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan bagi para pembaca umumnya sekaligus dapat menjadi bahan acuan untuk penelitian lebih lanjut.



Malang, 1 Agustus 2016

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
RINGKASAN	ix
SUMMARY	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Hasil Penelitian Sebelumnya.....	4
2.2 Klatrat Hidrat	5
2.3 Fase Kesetimbangan Klatrat Hidrat	5
2.4 Klasifikasi Tipe dan Bentuk Hidrat.....	6
2.4.1 Tipe Kubus I	8
2.4.2 Tipe Kubus II	9
2.4.3 Tipe Heksagonal H.....	9
2.5 Pembentukan Hidrat.....	10
2.5.1 Proses Pengintian	10
2.5.2 Pertumbuhan Hidrat	12
2.6 Penguraian Hidrat.....	12
2.7 Sifat Mekanik	12
2.8 Sifat Termal.....	12
2.9 Perbandingan Hidrat dengan Es	14
2.10 Ikatan Hidrogen.....	15
2.11 Gas Alam.....	16



2.11.1 Propana	17
2.12.2 Butana	18
2.12 Persamaan Keadaan	18
2.12.1 Konsep Gas Nyata	19
2.12 Persamaan Keadaan Peng Robinson	19
2.13 Teori Kinetika Molekul Gas	22
2.14 Konsep Mol	22
2.15 Perpindahan Panas	23
2.16 Hukum Pertama Termodinamika	24
2.17 Hipotesa	25
BAB III METODE PENELITIAN.....	26
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	26
3.2 Variabel Penelitian	26
3.3 Bahan dan Alat Penelitian	27
3.3.1 Bahan Penelitian	27
3.3.2 Alat Penelitian.....	27
3.4 Instalasi Alat Penelitian.....	30
3.5 Prosedur Penelitian.....	31
3.5.1 Persiapan Penelitian	31
3.5.2 Pengambilan Data	31
3.5.2.1 Pembentukan Hidrat	31
3.5.2.2 Stabilitas Hidrat	32
3.5.2.3 Kapasitas Penyimpanan Hidrat.....	32
3.5.3 Pengolahan Data	32
3.5.3.1 Pembentukan Hidrat	32
3.5.3.2 Penguraian Hidrat	32
3.5.3.3 Kapasitas Penyimpanan Hidrat.....	33
3.6 Diagram Alir Penelitian	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1 Data Hasil Penelitian.....	35
4.1.1 Data Laju Pembentukan Hidrat.....	35
4.1.2 Data Stabilitas Hidrat	36
4.1.3 Data Kapasitas Penyimpanan Hidrat	36

4.2 Contoh Perhitungan Data hasil Penelitian	37
4.2.1 Perhitungan Konsumsi Gas Propana-Butana pada Laju Pembentukan Hidrat	37
4.2.2 Perhitungan Data Stabilitas Hidrat.....	41
4.2.3 Perhitungan Data Kapasitas Penyimpanan Hidrat	41
4.3 Pembahasan Grafik	43
4.3.1 Analisa Grafik Jumlah Konsumsi Gas pada laju Pembentukan Hidrat	43
4.3.2 Analisa Grafik Pengujian Stabilitas Hidrat	45
4.3.2 Analisa Diagram Kapasitas Penyimpanan Hidrat	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	48
4.3 Kesimpulan	48
4.3 Saran	48

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Diagram fase pembentukan hidrat beberapa gas alam hidrokarbon.....	6
Gambar 2.2	Struktur dasar dari hidrat.....	7
Gambar 2.3	Tiga susunan struktur yang paling umum dalam klatrat hidrat	7
Gambar 2.4	Struktur hidrat tipe kubus I.....	8
Gambar 2.5	Struktur hidrat tipe kubus II	9
Gambar 2.6	Struktur hidrat tipe H.....	10
Gambar 2.7	Perbandingan waktu dan konsumsi gas	10
Gambar 2.8	Grafik perbandingan tekanan dan temperatur pada hidrat metana.....	11
Gambar 2.9	(a) Penguraian radial dan (b) penguraian aksial	12
Gambar 2.10	Konduktivitas termal dari gas, air dan es	14
Gambar 2.11	Ikatan hidrogen diantara dua molekul dan empat molekul	18
Gambar 2.12	Tumbukan elastis molekul-molekul gas.....	22
Gambar 3.1	Instalasi alat penelitian	30
Gambar 3.2	Diagram alir penelitian	34
Gambar 4.1	Grafik perbandingan konsumsi gas propana-butana terhadap waktu pada laju pembentukan hidrat	43
Gambar 4.2	Grafik perbandingan antara jumlah penguraian hidrat campuran propana butana terhadap waktu stabilitas	45
Gambar 4.3	Diagram perbandingan jumlah kapasitas penyimpanan terhadap variasi tekanan yang diberikan pada hidrat propana butana	46



DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Perbandingan hidrat tipe I, tipe II dan tipe H	8
Tabel 2.2	Perbandingan sifat-sifat es dengan hidrat tipe I dan tipe II	15
Tabel 2.3	Kadar hidrokarbon di dalam gas alam	17
Tabel 2.4	Kondisi pembentukan hidrat dai gas propana.....	17
Tabel 4.1	Data hasil penelitian pembentukan hidrat.....	35
Tabel 4.2	Data hasil penelitian stabilitas hidrat	36
Tabel 4.3	Data hasil penelitian kapasitas penyimpanan hidrat	37
Tabel 4.4	Temperatur dan tekanan kritis pada propana dan butana	37



DAFTAR LAMPIRAN

No. Judul

- Lampiran 1 Data hasil peneltitian pembentukan hidrat
- Lampiran 2 Data hasil penelitian stabilitas hidrat
- Lampiran 3 Data hasil penelitian kapasitas penyimpanan hidrat
- Lampiran 4 Komposisi *Liquefied Petroleum Gas (LPG)*



RINGKASAN

Muhammad Nur Azis, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juni 2016, *Pengaruh Variasi Tekanan Terhadap Karakteristik Gas Hidrat Campuran Propana-Butana Pada Stirrer Tank*, Dosen Pembimbing: Widya Wijayanti dan Purnami.

Hidrat merupakan kristal padat berbentuk es yang terdiri dari air dan gas yang terjadi karena tekanan tinggi dan temperatur rendah. Molekul air memiliki ikatan hidrogen membentuk sebuah kerangka yang memiliki rongga, dan rongga akan di tempati oleh molekul gas. Saat ini banyak penelitian tentang hidrat yang dijadikan sebagai alternatif lain untuk sistem penyimpanan dan transportasi gas alam. Karakteristik dari hidrat telah dianggap hal yang penting dalam penerapan penyimpanan dan transportasi gas dalam industri pembuatan hidrat gas alam.

Karakteristik hidrat meliputi laju pembentukan, stabilitas dan kapasitas penyimpanan hidrat. Pengaruh variasi tekanan akan menetukan nilai karakteristik dari gas hidrat yang terbentuk, terutama gas hidrat propana butana. Semakin besar tekanan maka karakteristik gas hidrat akan semakin meningkat. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah tekanan sebesar 2 bar, 3 bar dan 4 bar. Variabel terikat adalah laju pembentukan, stabilitas dan kapasitas penyimpanan hidrat. Variabel terkontrol adalah volume air demin sebesar 50 cm^3 , suhu cooling bath laju pembentukan dan stabilitas sebesar 0°C dan -5°C .

Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik gas hidrat propana butana semakin meningkat dengan meningkatnya tekanan. Karakteristik gas hidrat meliputi laju pembentukan dan kapasitas penyimpanan hidrat serta stabilitas gas hidrat. Laju pembentukan hidrat dinyatakan dalam bentuk tekanan yang ada pada hidrat dan banyaknya konsumsi gas hidrat propana butana. Konsumsi mol terbesar ada pada variasi tekanan 4 bar sebesar 0,01068 mol dengan tekanan hidrat 0,61 bar. Stabilitas gas hidrat propana butana dinyatakan sebagai tekanan penguraian gas pada hidrat. Tekanan penguraian terbesar terjadi pada variasi tekanan 2 bar sebesar 0,6 bar. Tingkat stabilitas hidrat terbesar terjadi pada variasi tekanan 4 bar sebesar 0,4 bar. Kapasitas penyimpanan hidrat terbesar juga ada pada variasi tekanan 4 bar sebesar 0,141 V/V dengan tekanan penyimpanan dalam hidrat sebesar 0,49 bar.

Kata Kunci : Gas hidrat, Propana butana, Tekanan, Laju pembentukan



SUMMARY

Muhammad Nur Azis, Departement of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, June 2016, *The effect of pressure variation toward characteristics of propane butane hydrate with stirrer tank*, Academic Supervisor : Widya Wijayanti and Purnami.

Hydrate is a crystalline solid form of ice that is made up of water and gas due to high pressure and low temperature. The water molecule has a hydrogen bond to form a frame that has a cavity, and the cavity will be occupied by the gas molecules. Nowadays a lot of research on hydrate is used as an alternative for storage and transportation of natural gas.

Characteristics of hydrate has been considered important in the appliance of storage and transportation of gas in the industrial manufacture of natural gas hydrate. Characteristics include the hydrate formation rate, stability and storage capacity hydrate. The influence of pressure variations will determine the value of the characteristics of gas hydrates are formed, mainly propane butane gas hydrates. The greater the pressure, the characteristics of gas hydrates will increase. The independent variables in this study is a pressure of 2 bar, 3 bar and 4 bar. The dependent variable is the rate of formation, stability and storage capacity hydrate. Controlled variable is the volume of 50 cm^3 demin water, the temperature of the cooling bath formation rate and stability at 0°C and -5°C .

The results showed that the characteristics of propane butane gas hydrate increased with increasing pressure. Characteristics include gas hydrate formation rate and storage capacity as well as the stability of gas hydrate hydrate. Hydrate formation rate is expressed in the form of pressure that exist in the hydrate and the amount of consumption of propane butane gas hydrates. Mol consumption was biggest with the variation of pressure of 4 bar at 0.01068 mole pressure of 0.61 bar hydrate. Propane butane gas hydrate stability expressed as the pressure in the gas hydrate decomposition. The decomposition pressure variations occur at 2 bar pressure of 0.6 bar. The hydrate stability level variations occur at 4 bar pressure of 0.4 bar. The hydrate storage capacity also exists in the variation of pressure of 4 bar at 0141 V/V with the storage pressure of 0.49 bar hydrate.

Keywords : Gas hydrate, Propane -butane, pressure, rate of formation

