

Pengaruh Variasi Jenis Gas terhadap Karakteristik Gas Hidrat

Dimas Ali Muchtar, Widya Wijayanti, Purnami

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

Jl. MT. Haryono no. 167 Malang, 65145, Indonesia

Email: zamid1108@gmail.com

ABSTRAK

Hidrat adalah kristal padat dengan bentuk menyerupai es yang tersusun atas gas dan air pada tekanan dan temperatur tertentu. Gas hidrat juga tergolong sebagai senyawa kimia karena gas hidrat tersusun atas komposisi tetap pada tekanan dan temperatur tertentu. Hidrat dapat terbentuk karena adanya gaya tarik menarik pada molekul sehingga molekul air membentuk ikatan hidrogen yang akhirnya menjadi rangka dengan rongga. Pada rongga antar molekul tersebut terdapat molekul gas yang terjebak dengan berbagai macam bentuk dan ukuran. Berawal dari penemuan yang tidak disengaja kini peneliti telah banyak meneliti kegunaan dari hidrat salah satunya sebagai media distribusi gas. Pada penelitian kali ini penulis meneliti variasi jenis gas terhadap karakteristik gas meliputi laju pembentukan, stabilitas dan kapasitas penyimpanan gas hidrat. Jenis gas yang digunakan adalah butana, metana dan campuran propana butana. Penelitian ini menggunakan tekanan dan temperatur yang digunakan sama pada setiap jenis gas dengan tekanan sebesar 2 Bar dan temperatur pembentukan 273 K dan temperatur stabilitas 268 K. Hasil penelitian memperlihatkan laju pembentukan paling cepat ditunjukkan oleh butana, campuran propana butana dan terakhir oleh metana. Stabilitas paling baik juga ditunjukkan oleh butana, campuran propana butana dan metana dan pada kapasitas penyimpanan dengan butana adalah gas dengan kapasitas penyimpanan terbesar diikuti campuran propana butana dan terakhir metana.

Kata kunci: Hidrat gas, Karakteristik, Butana, Metana, Propana,

Pendahuluan

Saat ini dunia masih bergantung dengan bahan bakar fosil, salah satu pengganti bahan bakar minyak yang saat ini mulai dilirik adalah gas alam. Namun salah satu masalah yang membuat penggunaan gas sulit adalah distribusinya terutama gas alam yang kadang ditemukan pada tempat dengan kondisi ekstrim seperti di bawah laut. Salah satu masalah distribusi gas alam ini adalah terbentuknya hidrat. Hidrat gas alam adalah kristal padat dengan bentuk menyerupai es yang tersusun atas gas alam dan air yang terbentuk pada tekanan dan temperatur tertentu [1]. Gas yang mengisi rongga pada hidrat tersebut dinamakan klatrat.

Hidrat dalam beberapa tahun terakhir ini mulai banyak diteliti karena semakin banyak peneliti sudah mulai menyadari

pentingnya potensi gas hidrat dalam memecahkan masalah krisis energi, terutama dalam masalah distribusi.

Hidrat gas alam awalnya sering ditemukan terjadi pada pipa penyaluran di industri *petroleum* sehingga mengganggu proses distribusi. Walaupun awal penelitian hidrat lebih berfokus pada bagaimana cara memecahkan masalah ini lama kelamaan para peneliti mulai menyadari bahwa hidrat ini memiliki potensi. Sebab struktur hidrat yang mirip dengan es berongga ini dapat menyimpan gas sehingga dapat digunakan sebagai media distribusi gas yang baik.

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya hidrat mempunyai rongga yang terbentuk dari ikatan hidrogen yang tersusun atas molekul air. Molekul air ini tersusun dengan berbagai struktur. Hidrat diklasifikasikan berdasarkan molekul air

yang membentuk kristal es [2]. Hidrat gas alam umumnya diklasifikasikan menjadi 3 jenis menurut struktur kristalnya yaitu struktur kubus I (sI), struktur kubus II (sII) dan struktur heksagonal (sH). Pada umumnya jenis struktur ini bergantung pada variasi jenis gas yang digunakan.

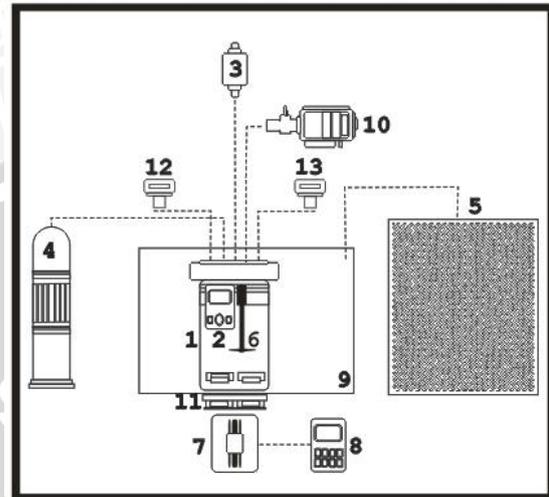
Beberapa tahun belakangan ini penelitian mengenai gas hidrat mulai fokus pada karakteristik gas hidrat. Hidrat yang dapat menyimpan gas ini mulai membuat para peneliti tertarik dengan karakteristik dari gas hidrat ini sebab karakteristik gas hidrat ini sangat penting untuk diketahui untuk memaksimalkan potensi gas hidrat sebagai media tempat penyimpanan gas serta dapat pula memecahkan masalah masalah yang ditimbulkan oleh gas hidrat itu sendiri. Karakteristik gas hidrat yang diteliti mulai dari pembentukan hingga penguraian.

Salah satu penelitian sebelumnya Ganji *et al* [1] meneliti tentang karakteristik hidrat yang meliputi laju pembentukan, stabilitas dan kapasitas penyimpanan dari hidrat dengan menggunakan gas metana yang dipengaruhi oleh surfaktan anion, kation dan non-ion.

Penelitian kali ini akan meneliti efek variasi jenis gas pada karakteristik gas hidrat. Karakteristik gas hidrat yang diteliti meliputi dari laju pembentukan, stabilitas dan juga kapasitas penyimpanan. Pada penelitian ini digunakan variasi jenis gas metana, butana dan campuran propana butana. Penelitian ini menggunakan durasi waktu untuk laju pembentukan selama 10 jam sedangkan untuk stabilitas berdurasi selama 5 jam.

Metode Penelitian

1. Alat



Gambar 1. Instalasi alat penelitian

Keterangan:

1. *Crystallizer*
2. *Thermocouple*
3. *Pressure transducer*
4. gas
5. *Refrigerator*
6. *Stirrer*
7. Motor DC
8. *Speed meter*
9. *Cooling bath*
10. Pompa
11. magnet *Stirrer*
12. *Thermocouple Display*
13. *Pressure Gauge*.

Pada gambar instalasi alat penelitian ini ditunjukkan pada gambar 1 tersebut. Alat ini menggunakan crystallizer sebagai media tempat hidrat terbentuk. Di dalam crystallizer tersebut terdapat *magnet stirrer* yang berfungsi sebagai pengaduk didalam crystallizer. Kemudian untuk menjaga suhu sistem dalam alat ini digunakan *refrigerator* dan pompa sebagai alat untuk mensirkulasi air pendingin yang akan digunakan untuk menurunkan serta menjaga suhu dalam sistem agar konstan. *Cooling bath* digunakan sebagai tempat crystallizer serta tempat air sirkulasi. Thermocouple dan pressure sensor berfungsi sebagai pengukur suhu dan

tekanan . Motor listrik digunakan untuk memutar *stirrer*.

2. Bahan

Gas yang digunakan ada 3. Gas pertama adalah gas butana kemudian metana dan campuran propana dan butana. Air yang digunakan untuk hidrat ini adalah air demineral. Es dan es batu digunakan untuk menjaga suhu saat pengujian dari stabilitas hidrat.

Prosedur Penelitian

Pembentukan hidrat

Pengujian pembentukan hidrat ini diawali dengan membersihkan tabung *crystallizer* dari kotoran kotoran dan air yang tersisa. Langkah selanjutnya masukan air demineral sebanyak 50 cm³ ke dalam *crystallizer* dan kemudian tutup *crystallizer*. Kemudian masukan gas yang ingin diuji dengan selang pada katup di *crystallizer* sampai tekanan mencapai 0.2 MPa. *Crystallizer* dimasukan ke dalam *coolingbath* yang sudah terisi air bersuhu 273 K dengan menggunakan pompa air . Pompa air akan mengisi air dari *refrigerator* ke *cooling bath* setelah itu disirkulasikan untuk menjaga suhu dari *cooling bath* itu sendiri. Setelah itu barulah dimulai dengan mengatur putaran *stirrer* magnet pada putaran 200 rpm. Pengambilana data dilakukan untuk temperatur, tekanan dan juga waktu pembentukan hidrat. Pengambilan data dilakukan selama 10 jam dengan pencatatan setiap 15 menit sekali. Jumlah gas yang dikonsumsi untuk proses pembentukan gas selama 10 jam tersebut akan dihitung menggunakan persamaan :

$$n = \frac{PV}{ZRT} \quad (1)$$

Dimana:

P = Tekanan gas

V = Volume gas

T = Temperatur gas

Z = Faktor kompreibilitas

Pengujian Stabilitas

Pengujian stabilitas hidrat dimulai setelah pengujian pembentukan hidrat selama 10 jam selesai. Katup gas pada *crystallizer* dibuka untuk membuang gas yang tersisa karena tidak terbentuk menjadi hidrat dan setelah selesai dibuang katupnya di tutupkan kembali. Kemudian turunkan suhu pada *cooling bath* dengan menggunakan es sampai suhu mencapai 268 K. Setelah itu *crystallizer* didiamkan kembali di *cooling bath* selama 5 jam. Selama 5 jam sama seperti pembentukan tiap 15 menit data tekanan dan temperatur di catat dan setelah didapat semua data dengan menggunakan persamaan 1 maka dihitung gas yang terdekomposisi

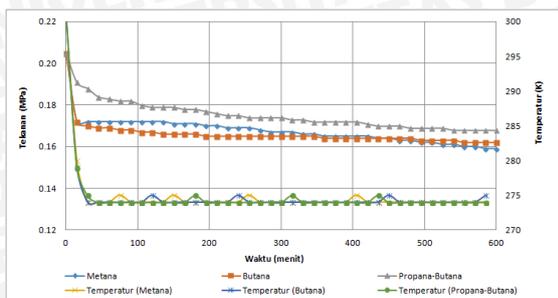
Pengujian Kapasitas Penyimpanan

Pengujian kapasitas penyimpanan dimulai setelah pengujian stabilitas hidrat selesai. *Crystallizer* dikeluarkan dari *cooling bath* dan dibiarkan pada temperatur ruangan (300 K) agar hidrat terurai kembali dan melepas gas yang sudah menjadi hidrat. Data tekanan akan diambil setelah temperatur di dalam *crystallizer* kembali menjadi temperatur ruangan. Volume gas yang terperangkap akan dihitung dengan caramembandingkan volume gas ketika didalam *crystallizer* dengan volume saat keadaan standar.

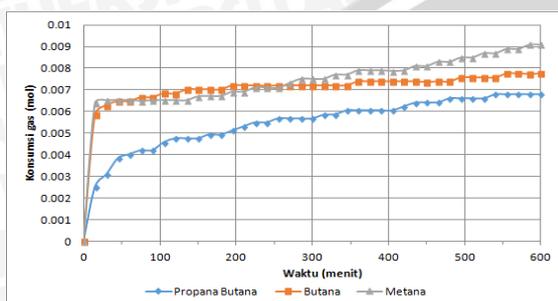
Hasil dan Pembahasan

Laju Pembentukan Hidrat

Pada Gambar 2 menunjukkan hubungan antara tekanan dan temperatur dengan waktu pembentukan hidrat. Dalam pembentukan hidrat terdapat 2 proses. Proses pertama adalah kondisi hidrat dalam kesetimbangan tekanan dan temperatur sampai fasa terbentuk hidrat, waktu dalam fase ini dinamakan waktu hidrat. Pembentukan hidrat ditandai dengan adanya penurunan tekanan dan temperatur. Tanda tanda hidrat mulai terbentuk adalah ketika tekanan sudah mulai konstan.



Gambar 2 Grafik Hubungan antara Tekanan dan Temperatur terhadap Waktu Pembentukan Gas Hidrat Propana Butana

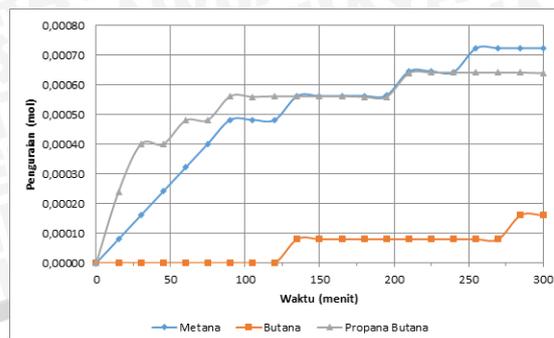


Gambar 3 Grafik Hubungan antara Konsumsi Gas Propana dan Butana terhadap Waktu Pembentukan Gas Hidrat

Penurunan tekanan terjadi paling cepat pada gas Butana kemudian Metana dan yang terakhir adalah Propana Butana, namun perlu kita lihat penurunan gas Metana ini terus turun dan tidak konstan sehingga sepertinya tidak terbentuk hidrat dikarenakan memang berdasarkan diagram fase hidrat tekanan yang dibutuhkan oleh gas metana untuk membentuk hidrat adalah sekitar 20 bar sehingga tekanannya tidak konstan karena hidrat yang tidak terbentuk. Kemudian bisa kita lihat bahwa Butana mencapai titik kestabilan paling cepat baru disusul oleh campuran Propana Butana

Stabilitas Gas Hidrat

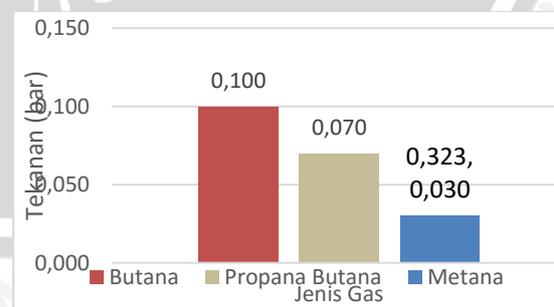
Pada Gambar 4. menunjukkan laju penguraian hidrat pada temperatur 268 K.



Gambar 4 Grafik laju penguraian hidrat campuran propana dan butana pada temperatur 268 K

Gambar 4 menunjukkan hubungan waktu dengan penguraian hidrat dalam stabilitas hidrat. Pada penguian ini dapat kita lihat bahwa penguraian terjadi paling cepat pada Metana dan paling lambat terjadi pada gas butana. Stabilitas hidrat adalah kemampuan suatu hidrat untuk mempertahankan bentuknya maka stabilitas berbanding terbalik dengan penguraiannya. Dari grafik kita bisa lihat bahwa yang memiliki stabilitas paling tinggi adalah butana kemudian propana butana dan terakhir oleh Metana. Pada grafik ini metana mempunyai penguraian konstan hal ini dikarenakan tidak adanya gas yang terurai akibat tidak terbentuknya hidrat sehingga membuat metana hanya melepas gas sedikit dan setelah itu kembali konstan.

Kapasitas Penyimpanan Gas Hidrat Propana Butana



Gambar 5 Kapasitas Penyimpanan Gas Hidrat

Gambar 5 menunjukkan grafik kapasitas penyimpanan hidrat menggunakan variasi gas dengan membandingkan antara volume

gas dari hidrat yang terurai di dalam *crystallizer* dengan volume gas tersebut pada keadaan standar (tekanan = 1 atm temperatur = 300 °K) . Kapasitas penyimpanan gas hidrat dari gas yang digunakan terlihat pada gambar tersebut bahwa butana memiliki kapasitas penyimpanan yang paling banyak di susul oleh propana butana dan metana hal ini sesuai dengan hipotesa yang menyatakan bahwa kapasitas penyimpanan berbanding lurus dengan ukuran molekul di mana semakin besar molekul maka kapasitas penyimpanannya juga akan semakin besar.

KESIMPULAN

Dari analisa pengaruh variasi gas terhadap karakteristik gas hidrat maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Semakin besar ukuran dari molekul gas yang digunakan maka semakin cepat laju pembentukan hidrat dan stabilitas hidrat dalam waktu yang lebih lama serta semakin besar kapasitas penyimpanan. Hal ini mungkin disebabkan semakin besar ukuran molekul gas maka semakin cepat rongga pada gas hidrat mudah terisi dan menjadi hidrat serta dengan ukuran molekul gas yang besar membuat hidrat lebih stabil karena tidak mudah keluar dari rongga.
2. Karakteristik gas hidrat yang meliputi laju pembentukan, stabilitas dan kapasitas gas hidrat tertinggi pada pembentukan hidrat selama 10 jam adalah variasi Butana, Propana butana dan terakhir metana.

SARAN

1. Penelitian tentang karakteristik gas hidrat dengan menggunakan variasi gas hidrat ini dapat dikembangkan dengan menggunakan variasi gas lain.
2. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan merubah air yang digunakan dan efeknya pada hidrat gas.
3. Tekanan dan temperatur juga dapat divariasikan untuk melihat efeknya pada berbagai jenis gas hidrat agar bisa

diketahui karakteristiknya lebih mendalam.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ganji, H., Manteghian, M., Zadeh, Sadaghiani, K., Omiddkhah, R.M. & Mofrad, Rahimi, H. 2005. *Effect of Different Surfactants on Methane Hydrate Formation Rate, Stability and Storage Capacity*. Iran.
- [2] Carroll, John. 2009. *Natural Gas Hydrate A Guide for Engineers*. Second Edition. British Library, USA.
- [3] Cengel, Y. A. dan Boles, M. A. 2006. *Thermodynamics: An Engineering Approach* 5th edition. New York: Mc Graw-Hill Book.
- [4] Sloan, E. D. dan Koh, C. A. 2008. *Clathrate Hydrates of Natural Gas: Third Edition*. New York: CRC Press.