

### BAB III METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode eksperimental (*experimental research*) dimana dilakukan pengamatan secara langsung pada objek yang diteliti. Data- data yang diperoleh nantinya diolah dan dibandingkan hasilnya dengan hipotesa.

#### 3.1. Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Proses penelitian dilakukan sejak bulan April 2016 sampai dengan selesai, bertempat di Laboratorium Fenomena Dasar Mesin Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.

#### 3.2. Variabel Penelitian

##### 1. Variabel bebas

Besarnya variabel bebas berubah-ubah sehingga didapatkan hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat. Dalam penelitian ini variabel bebas yang digunakan adalah jenis gas yang diubah mulai metana, butana, campuran propana butana

##### 2. Variabel terikat

Variabel terikat yang diamati dalam penelitian ini adalah :

- laju pembentukan hidrat gas metana, butana, campuran gas propana dan gas butana.
- stabilitas hidrat metana, butana, campuran gas propana dan gas butana.
- kapasitas penyimpanan hidrat metana dan butana, campuran gas propana dan gas butana.

3. Variabel terkontrol

Variabel terkontrol adalah variabel yang ditentukan dan nilainya dikondisikan konstan. Variabel terkontrol dalam penelitian ini adalah:

- Kecepatan putaran motor pengaduk dijaga 200 rpm.
- Waktu pembentukan hidrat selama 10 jam.
- Persentase campuran sebesar 50% propana dan 50% butana
- Volume air demin yang dimasukkan pada crystallizer adalah 50 cm<sup>3</sup>.

- Tekanan yang digunakan sebesar 2 bar

### 3.3 Bahan dan Alat Penelitian

#### 3.3.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

##### 1. Gas Metana

Metana digunakan sebagai bahan pembuat gas hidrat yang akan di campurkan dengan air demin di dalam *crystalizer*.

##### 2. Gas Butana

Butana digunakan sebagai bahan pembuat gas hidrat yang akan di campurkan dengan air demin di dalam *crystalizer*.

##### 3. Gas campuran propana 50 % dan Butana 50 %

LPG yang merupakan campuran antara propana dan butana digunakan sebagai bahan membuat hidrat gas yang dicampurkan bersama air demin di dalam *crystallizer*. Komposisi LPG yang digunakan terdiri dari 50% propana dan 50% butana.

##### 4. Air demin

Air digunakan sebagai bahan untuk membuat hidrat gas yang dicampurkan bersama gas butana di dalam *crystallizer*.

#### 3.3.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

##### 1. *Crystallizer*

*Crystallizer* sebagai tempat untuk membuat hidrat. *Crystallizer* berbentuk tabung yang mempunyai rongga sebagai tempat memasukan gas.

Spesifikasi:

- Bahan : *Stainless steel*
- Volume : 300 cm<sup>3</sup>

##### 2. Motor DC

Motor listrik digunakan untuk memutar magnet sehingga magnet akan menggerakkan *stirrer*.

Spesifikasi:

- Merk : DC motor gearbox
- Kecepatan : 700 rpm

- Torsi : 5,5 Kg
- Voltase : 12 V

#### 3. Gelas ukur

Gelas ukur digunakan untuk mengukur volume air demin yang akan dimasukkan ke dalam *crystallizer*.

Spesifikasi:

- Merk : PYREX
- Volume : 50 ml

#### 4. *Speedmeter*

*Speedmeter* digunakan untuk mengatur kecepatan putaran motor dengan mengatur jumlah arus yang masuk pada motor.

#### 5. Kompresor

Kompresor digunakan untuk meningkatkan tekanan gas campuran propana butana.

Spesifikasi :

- Merk : Krisbow
- daya : 1 Hp / 0.75 KW,
- Tekanan : 8 bar /115 Psi,
- Kapasitas udara : 150 liter/menit,
- Volume tanki : 8 liter

#### 6. Katup

Katup digunakan untuk mengatur keluar masuknya gas ke dalam *crystallizer*.

#### 7. Regulator gas

Regulator gas digunakan untuk mengatur tekanan gas yang keluar dari tabung gas.

Spesifikasi:

- Merk : Rinnai
- Tekanan maks : 12 bar

#### 8. *Pressure gage*

*Pressure gage* digunakan untuk mengukur besarnya tekanan di dalam *crystallizer*.

Spesifikasi:

- Merk : Tendo
- Tekanan maks : 12 bar

#### 9. *Thermocouple*

*Thermocouple* digunakan sebagai sensor untuk mengambil data temperatur di dalam *crystallizer*.

Spesifikasi:

- Tipe : Pt
- Suhu : -100°C sampai dengan 400°C

#### 10. *Pressure sensor*

*Pressure sensor* digunakan sebagai alat untuk mengambil data tekanan di dalam *crystallizer*.

Spesifikasi:

- Merk : Autonics
- Model : PSAN-L1CPV-R1/8
- Power : 12/24 V
- Tipe : Tekanan positif
- Tekanan : Max 1 Mpa

#### 11. *Thermocouple Display*

*Thermocouple Display* digunakan sebagai alat untuk menampilkan temperature dalam angka dari rangsangan yang diterima oleh *thermocouple*.

- Merk : Autonics
- Tipe : TC4S-N4R

#### 12. *Styrofoam*

*Styrofoam* digunakan sebagai tempat untuk *cooling bath*.

Spesifikasi:

- Dimensi : 50cm x 50cm x 50cm
- Tebal : 5cm

#### 13. Magnet

Kekuatan medan magnet digunakan untuk menerima putaran motor menembus dinding *crystalizer* sehingga dapat memutar pengaduk.

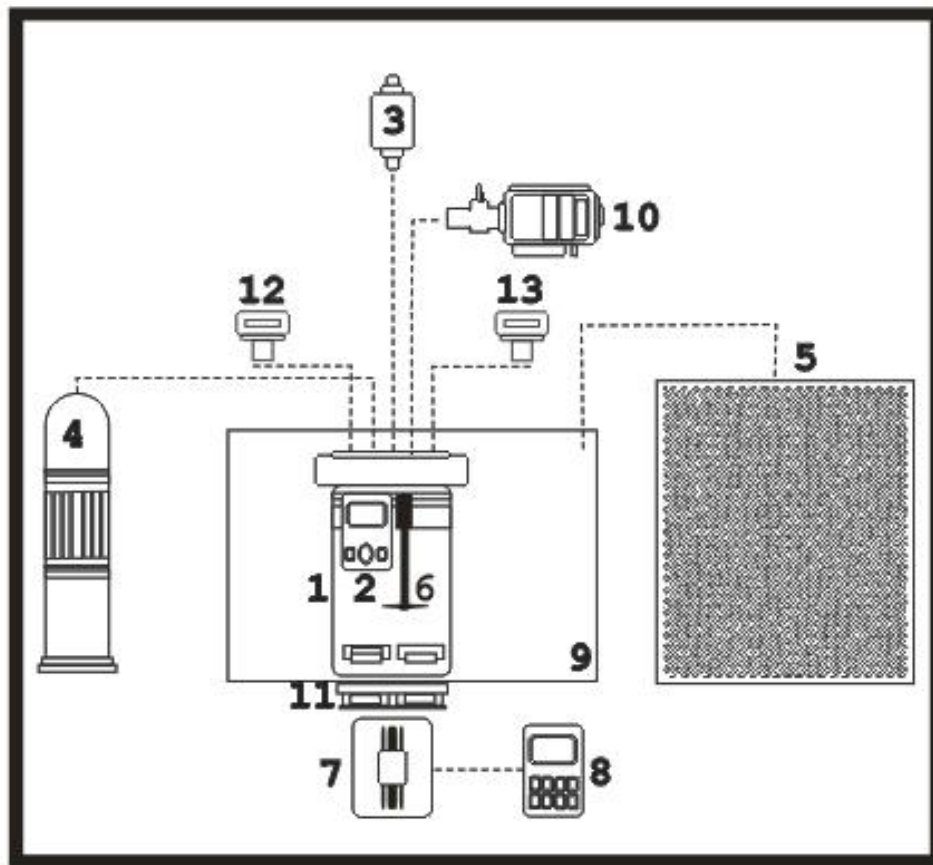
#### 14. Selang air

Selang digunakan sebagai media sirkulasi cairan pendinginan dari refrigerator menuju ke *cooling bath*.

#### 15. Tachometer

Tachometer digunakan untuk mengetahui kecepatan putaran motor sehingga dapat diset agar motor memiliki putaran yang sesuai.

### 3.4 Instalasi Alat Penelitian



Gambar 3.1 :Skema Alat

Instalasi alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

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*

### 3.5 Prosedur Penelitian

#### 3.5.1 Persiapan Penelitian

1. Mencampur air dan garam di *refrigerator* untuk membuat air sirkulasi *cooling bath* dengan suhu mencapai 274 K.
2. Menyiapkan air demin dan gas yang akan dimasukkan ke dalam *crystallizer*.
3. Mengecek instalasi penelitian untuk memastikan tidak ada kesalahan saat pengambilan data dan mengkalibrasi semua alat ukur yang digunakan.

#### 3.5.2 Rencana Pengambilan dan Pengolahan Data

Rencana pengambilan data pada penelitian ini meliputi data pembentukan, penguraian dan kapasitas penyimpanan hidrat. Data yang telah didapat selanjutnya akan dilakukan analisa dan perhitungan sehingga akan didapatkan hasil data yang valid dan akan dibandingkan terhadap hipotesa.

##### 3.5.2.1 Pembentukan Hidrat

Rencana pengambilan data pembentukan hidrat dimulai dari prosedur penelitian berikut:

1. Membersihkan *crystallizer* menggunakan air sehingga tidak terdapat kotoran yang ada di dalamnya.
2. Menyiapkan 50 cm<sup>3</sup> air demin dengan menggunakan gelas ukur. Kemudian air demin tersebut dimasukkan ke dalam *crystallizer*.
3. Membuat *crystallizer* dalam keadaan vakum.
4. Masukkan gas metana ke dalam *crystallizer* sehingga tekanan gas dalam tabung sebesar 2 bar pada temperatur 300 K.
5. Mengalirkan air dari *refrigerator* menuju *cooling bath* setelah sistem mencapai kesetimbangan pada tekanan dan temperatur awal. Temperatur *cooling bath* diatur sehingga sesuai dengan temperatur pembentukan hidrat yaitu sebesar 274 K (Titik kesetimbangan 3 fase).
6. Mengatur kecepatan putaran *crystallizer* sebesar 200 rpm.
7. Mengambil data temperatur, tekanan dan waktu selama pembentukan hidrat butana untuk mendapatkan data laju pembentukan hidrat butana.

Hasil dari penelitian pembentukan hidrat akan terdiri dari beberapa nilai data yang tersusun seperti tabel 3.1 berikut:

Tabel 3.1 Data hasil penelitian pembentukan hidrat

Laju Pembentukan Hidrat				
Variasi Gas	$T_{0B}$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	$P_{0B}$ (bar)	$T_{1B}$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	$P_{1B}$ (bar)
Metana				
Butana				
Propana-Butana				

Keterangan:

$T_{0B}$  : Temperatur awal sistem saat pembentukan hidrat ( $^{\circ}\text{C}$ )

$P_{0B}$  : Tekanan awal sistem saat pembentukan hidrat (bar)

$T_{1B}$  : Temperatur akhir sistem setelah pembentukan hidrat terjadi ( $^{\circ}\text{C}$ )

$P_{1B}$  : Tekanan akhir sistem setelah pembentukan hidrat terjadi (bar)

### 3.5.2.2 Stabilitas Hidrat

1. Menurunkan temperatur *cooling bath* menjadi 268 K. Setelah itu, sistem didiamkan selama 5 jam untuk mencapai kesetimbangan.
2. Membuka katup gas setelah sistem mencapai kesetimbangan. Pembukaan katup ini bertujuan untuk membuang gas sisa yang tidak menjadi hidrat.
3. Menutup katup gas sehingga sistem kembali terisolasi. Setelah itu, sistem didiamkan kembali selama 5 jam untuk proses dekomposisi hidrat.
4. Mengambil data tekanan dan waktu selama proses sistem mencapai kesetimbangan.

Hasil dari penelitian Stabilitas hidrat akan terdiri dari beberapa nilai data yang tersusun seperti tabel 3.2 berikut:

Tabel 3.2 Data hasil penelitian Stabilitas hidrat

Stabilitas Hidrat		
Variasi Gas	$T_S$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	$P_S$ (bar)
Metana		
Butana		
Propana-Butana		

Keterangan:

$T_s$  : Temperatur sistem saat stabilitas hidrat ( $^{\circ}\text{C}$ )

$P_s$  : Tekanan sistem saat stabilitas hidrat (bar)

### 3.5.2.3 Kapasitas Penyimpanan Hidrat

1. Melepaskan *crystallizer* dari *cooling bath* dan mengkondisikannya pada temperatur ruang sehingga hidrat mengalami dekomposisi dan melepas butana yang terjebak pada hidrat.
2. Mengambil data gas hidrat yang terdekomposisi dengan menentukan tekanan maksimum di dalam *crystallizer*.

Mengulangi langkah pengambilan data pembentukan hidrat, penguraian hidrat dan kapasitas penyimpanan hidrat dengan merubah variasi jenis gas dari metana, butana dan LPG. Hasil dari penelitian pembentukan hidrat akan terdiri dari beberapa nilai data yang tersusun seperti tabel 3.3 berikut:

Tabel 3.3 Data hasil penelitian kapasitas penyimpanan hidrat

Kapasitas Penyimpanan Hidrat			
Variasi Gas	t (menit)	$T_p$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	$P_p$ (bar)
Metana			
Butana			
Propana-Butana			

Keterangan:

t : Waktu yang diperlukan hidrat untuk kembali ke temperatur ruang (menit)

$T_p$  : Temperatur sistem pada saat kapasitas penyimpanan hidrat ( $^{\circ}\text{C}$ )

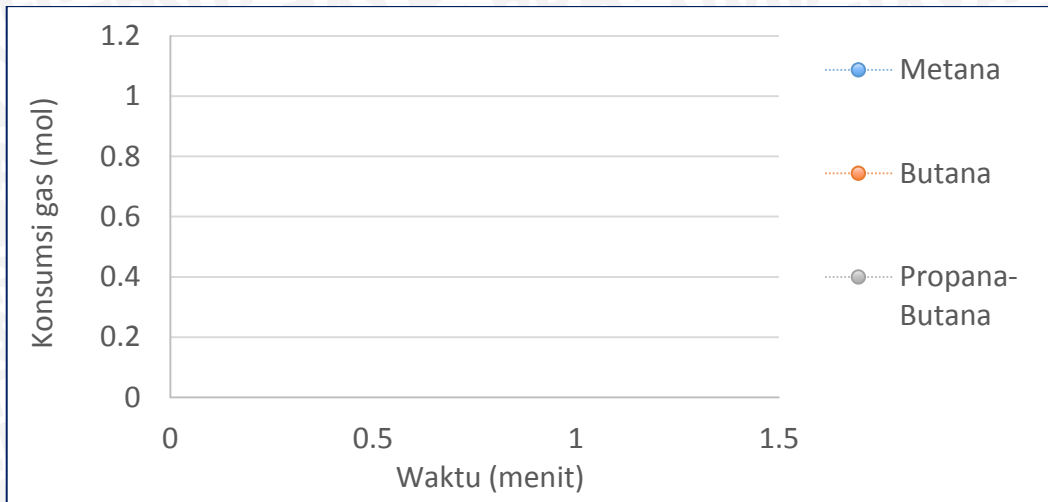
$P_p$  : Tekanan sistem pada saat kapasitas penyimpanan hidrat (bar)

### 3.5.3 Pengolahan Data

#### 3.5.3.1 Pembentukan Hidrat

1. Melakukan perhitungan mol dari pembentukan hidrat dengan menggunakan persamaan gas nyata yang ditunjukkan pada persamaan (2-3).
2. Membuat grafik laju pembentukan hidrat dengan membandingkan waktu dalam berbagai jenis gas terhadap mol yang terbentuk.

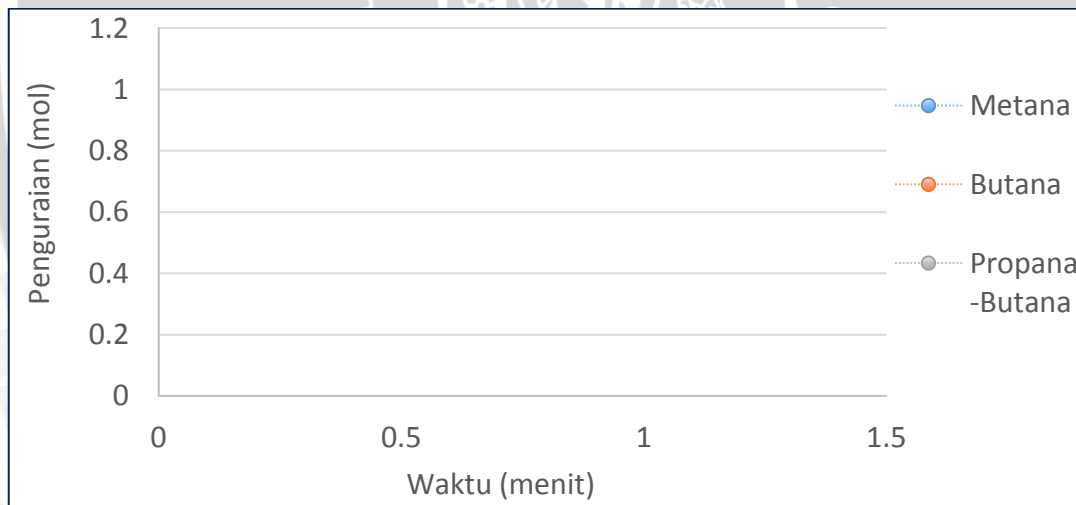




Gambar 3.2 Grafik laju pembentukan hidrat

### 3.5.3.2 Penguraian Hidrat

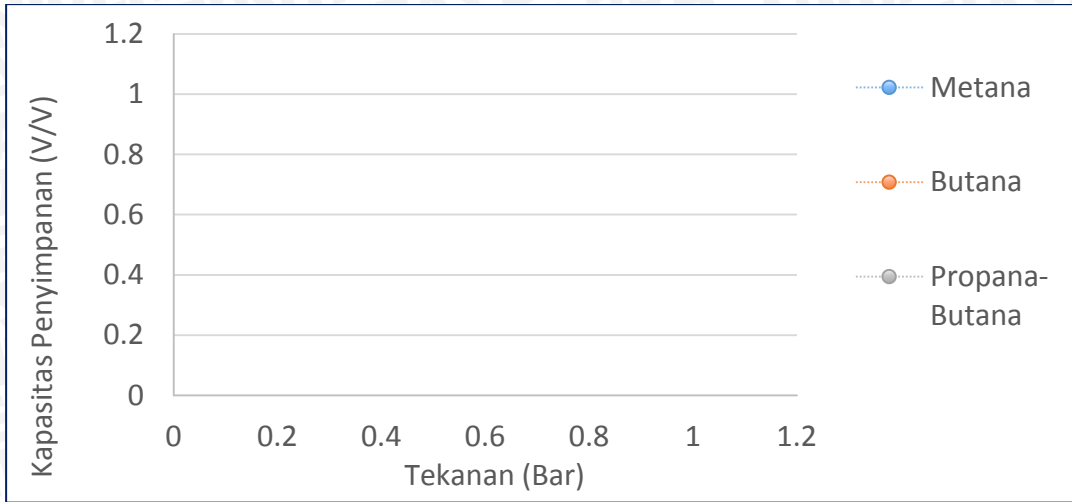
1. Membuat grafik laju penguraian hidrat dengan membandingkan pengaruh waktu terhadap berbagai jenis gas yang terjadi.



Gambar 3.3 Grafik laju penguraian hidrat pada temperatur 268 K

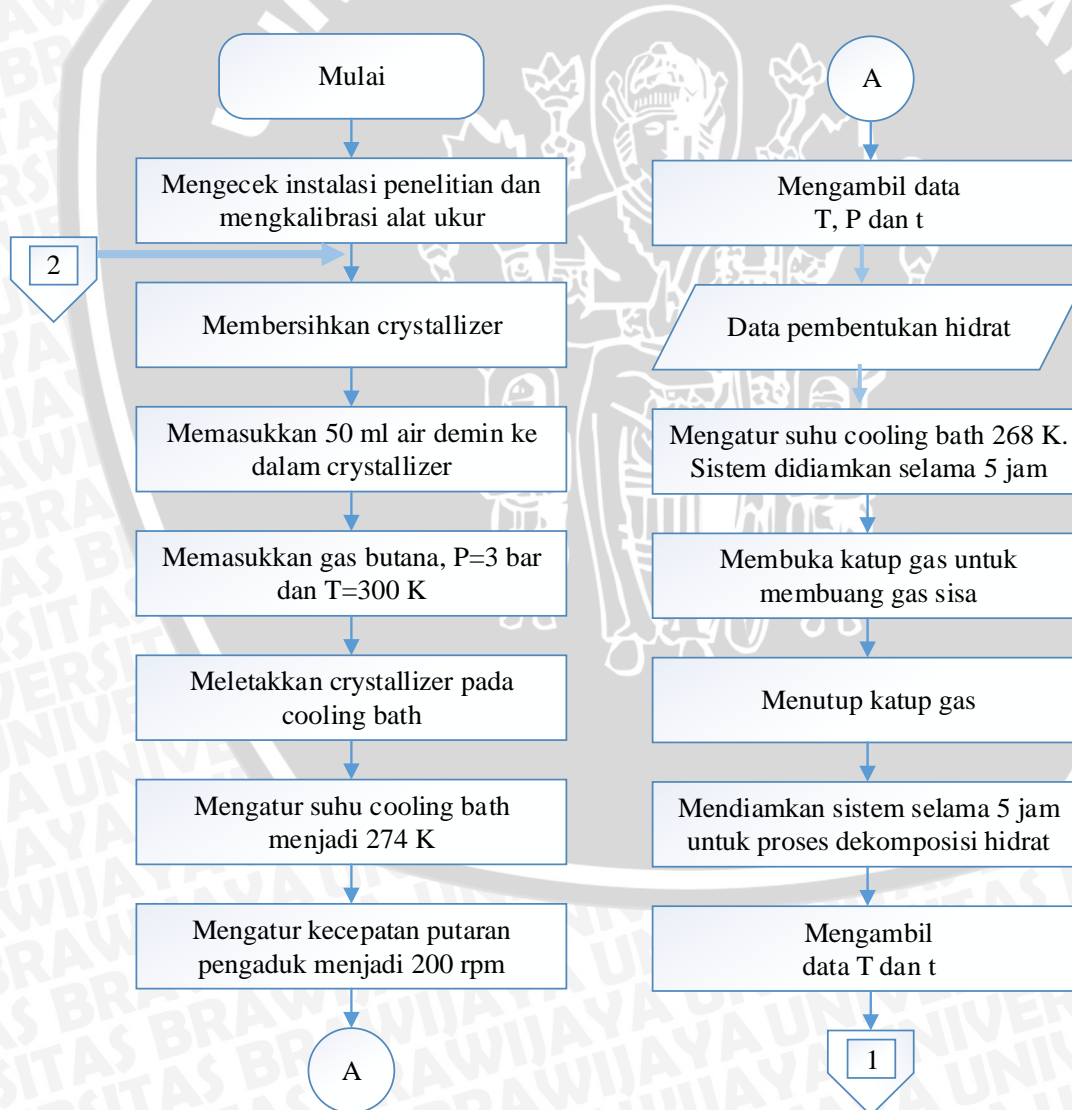
### 3.5.3.3 Kapasitas Penyimpanan Hidrat

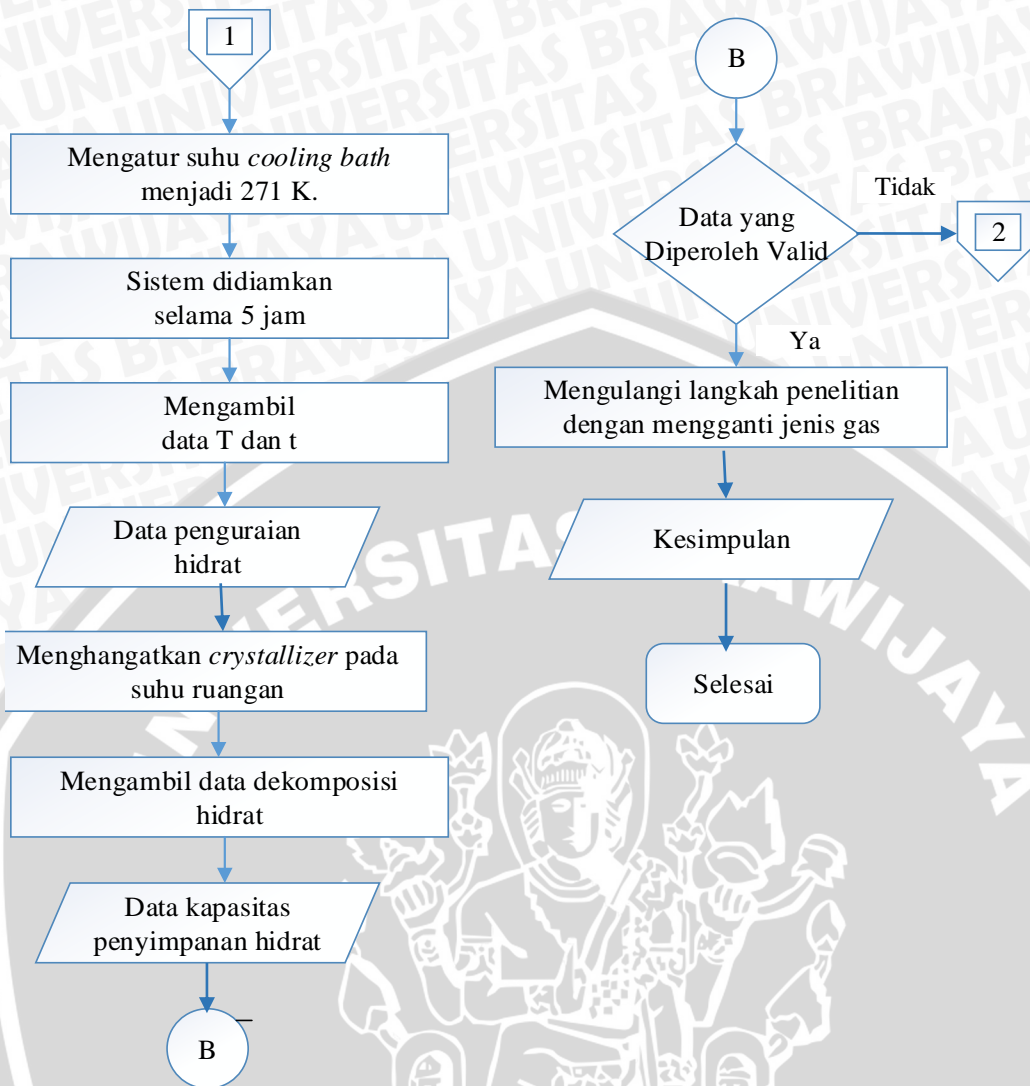
1. Membandingkan banyaknya gas butana yang terlepas dari hidrat secara aktual dan teoritis untuk mendapatkan kapasitas penyimpanan hidrat berdasarkan tekanan maksimum dalam crystallizer.
2. Melakukan perhitungan volume dengan menggunakan persamaan gas nyata.
3. Membuat diagram kapasitas penyimpanan hidrat.



Gambar 3.4 Diagram batang kapasitas penyimpanan hidrat pada berbagai jenis gas

### 3.6 Diagram Alir Penelitian





Gambar 3.5 Diagram alir penelitian