

KARAKTERISTIK BUBBLING DENGAN PERSENTASI CAMPURAN MATERIAL DENGAN ZEOLIT PADA FLUIDIZED BED

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sastra Satu (S-1) Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas HKBP Nommensea

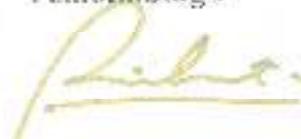
Diajukan Oleh:

ALBOIN PARLINDENGAN SU AEN

NPM: 21320226

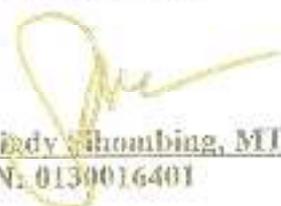


Pembimbing I



Dr. Richard Napitupuluh, ST, MT
NIDN: 0126087301

Pembimbing II



Ir. Suriady Sihombing, MT
NIDN: 0130016401

Pembanding I



Dr. Ir. Parulian Siagian, ST, MT, CRW
NIDN: 020096805

Pembanding II



Siwan Perangin-angin ST, MT
NIDN: 0103068904

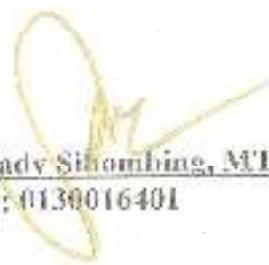


Fakultas Teknik Dekan



Dr. Ir. Timbang Pangaribuan, MT
NIDN: 0121026402

Program Studi Teknik Mesin Ketua



Ir. Suriady Sihombing, MT
NIDN: 0130016401

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Fluidisasi merupakan metoda pengontakan butiran-butiran padat dengan fluida baik cair maupun gas. Dengan metoda ini diharapkan butiran-butiran padat memiliki sifat seperti fluida dengan viskositas tinggi. Sebagai ilustrasi, tinjauan suatu kolom berisi sejumlah partikel padat dengan berbentuk bola.

Melalui fluidized bed aliran gas dari bawah ke atas, laju aliran yang cukup rendah, butiran padat akan tetap diam, karena gas hanya mengalir dari bawah ke atas. Gas hanya mengalir melalui ruang antara partikel tanpa penyebab perubahan susunan partikel tersebut.

Menurut Zenz dan Othmer (1960) secara prinsip menerangkan beberapa keunggulan yang dimiliki oleh fluidized bed dibandingkan dengan teknologi kontak lainnya yakni; (1) aspek kemampuan dalam mengontrol temperatur, (2) aspek kemampuan untuk beroperasi secara kontinu, (3) aspek keunggulan dalam proses perpindahan kalor, dan (4) aspek keunggulan dalam proses katalisis. Keunggulan-keunggulan ini menyebabkan banyaknya pengaplikasian fluidized bed dalam kegiatan industri mulai dari industri farmasi hingga industri makanan (drying, coating), dalam proses catalytic cracking minyak, pembakaran dan gasifikasi biomassa, dan lain sebagainya.

Dalam pengaplikasiannya, fluidized bed pada umumnya tidak hanya menggunakan satu jenis partikel melainkan menggunakan lebih dari satu jenis partikel. Penggunaan lebih dari satu jenis partikel dalam bed menyebabkan munculnya fenomena pencampuran maupun pemisahan partikel ketika fluidized bed beroperasi. Dalam pengembangan fluidized bed, pengetahuan fundamental mengenai proses pencampuran maupun pemisahan partikel sangat diperlukan untuk menjelaskan proses terjadinya fenomena pencampuran dan pemisahan partikel.

Fungsi, Manfaat dan Kegunaan Pasir Zeolit adalah untuk berbagai aplikasi diantaranya pada industri minyak bumi yang digunakan sebagai "cracking", pada industri deterjen sebagai penukar ion, pelunak air sadah, dan pada industri

pemurnian air, serta berbagai aplikasi lain. Pasir zeolit memiliki potensi memberikan pemisahan yang tepat dan spesifik dari gas yang termasuk penghilangan H₂O, CO₂ dan SO₂ dari aliran gas alam kelas rendah. Pemisahan lainnya termasuk gas mulia, N₂, O₂ dan freon dan formaldehida.

Dalam penelitian yang telah dilakukan sebelumnya hanya menggunakan batubara, pasir silika dan tepung, maka pada penelitian ini saya akan meneliti karakteristik bubbling dengan persentasi campuran batubara, pasir silica, sekam/ dedak padi dengan zeolit pada fluidized bed.

Penelitian ini dilakukan pada reaktor fluidisasi dengan variasi material partikel menggunakan partikel batubara, pasir silika, sekam/ dedak padi dan zeolit untuk menentukan karakteristik gelembung pada tekanan yang berbeda. Material partikel yang digunakan untuk proses sirkulasi fluidized bed sangat berpengaruh terhadap proses fluidisasi yang dihasilkan. Pada sistem ini bed material akan di fluidisasi dengan menggunakan dorongan udara dari kompresor.

1.2. Rumus Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka permasalahan yang akan di kaji pada penelitian ini adalah bagaimana pengaruh campuran material partikel batubara, pasir silika, dedak/ sekam padi dan zeolit terhadap bubbling fluidized bed. Penelitian ini menggunakan parameter tekanan udara masuk yang di distribusi kompresor. Material partikel yang digunakan batubara, pasir silika dan sekam padi.

1.3. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini penulis hanya berkonsentrasi pada:

1. Tekanan udara, laju aliran dan temperatur masuk dari kompresor.
2. Material partikel batubara, pasir silika, sekam padi dan zeolit dengan panjang sisi hole segitiga 8 mm dan jumlah hole 5.
3. Perbandingan pengujian setiap material partikel .
4. Variasi tekanan adalah: 8 bar.
5. Diameter tabung 25cm, tinggi tabung 45cm.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui karakteristik pada bubbling dengan peresentasi campuran material partikel batubara, pasir silika, sekam padi dan zeolit.
2. Menentukan diameter bubble yang dihasilkan pada material campuran.
3. Mengetahui dan mendapatkan temperature maximum pada fluidized bed.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberi manfaat yang baik bagi penulis, masyarakat, dunia industri dan dunia Pendidikan, antara lain sebagai berikut:

1. Manfaat bagi ilmu pengetahuan dan teknologi, menghasilkan data-data hasil pengujian, grafik hasil pengujian grafikasi menggunakan fluidized bed dengan variasi material partikel
2. Dapat dijadikan sebagai informasi bagi pihak industri tentang kinerja fluidized bed menggunakan batubara, pasir silika, dan sekam padi di bidang industri pembangkit, terutama boiler.
3. Dapat dijadikan sebagai alat praktikum di laboratorium Prestasi Mesin bagi mahasiswa/i Jurusan Teknik Mesin.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Pustaka

Feri Rudiyanto (2017) “Studi Eksperimen Gasifikasi Pada Reaktor Fluidized Bed Dengan Bahan Bakar Ampas Tebu”. Pada penelitian ini hasil yang didapat adalah semakin besar ukuran partikel maka semakin besar kecepatan minimum fluidisasi nya, kecepatan fluidisasi yang digunakan pada penelitian ini adalah 4 m/s. Temperatur rata-rata tertinggi reaktor pada bahan bakar ampas tebu ukuran 1,54 mm, nyala efektif api yang digunakan untuk mendidihkan 2000 ml (2 l) air tercepat adalah bahan bakar ukuran 1,54 mm dengan waktu 33 menit. Lama reaksi tercepat pada penelitian ini adalah 45 menit dicapai oleh bahan bakar ampas tebu yang berukuran 1,54 mm (Feri Rudiyanto 2017).

Teguh Prasetyo Yuono (2017) “Pengaruh variasi kecepatan udara terhadap unjuk kerja fluidized bed gasifier dengan distributor udara jenis plat”. Pada penelitian ini hasil yang didapat dari pengujian pengaruh kecepatan udara terhadap unjuk kerja fluidized bed gasifier dari pembakaran sekam padi dengan variasi kecepatan udara 1,5 m/s, 2 m/s dan 2,5 m/s dapat disimpulkan semakin besar kecepatan udara yang digunakan maka semakin cepat waktunya nyala efektif yaitu selama 48 menit pada kecepatan 2,5 m/s, semakin besar kecepatan udara yang digunakan maka semakin tinggi temperatur rata-rata pada reaktor yaitu sebesar 485°C pada pengujian dengan menggunakan variasi kecepatan udara, semakin besar kecepatan udara yang digunakan maka semakin besar jumlah kalor yang dihasilkan yaitu sebesar 1466,9788 KJ pada pengujian menggunakan kecepatan udara 2,5 m/s (Teguh Prasetyo Yuono, 2017).

Ganet Rosyadi Sukarno (2015), “Pengaruh kecepatan udara terhadap kerja reaktor bubble fluidized bed gasifier”. Pada penelitian ini hasil yang menunjukkan variasi kecepatan udara mempengaruhi pembakaran suhu, efisiensi nyala dan tungku yang efektif. dalam kecepatan udara 3,5 m/s menghasilkan suhu rata-rata pembakaran pada 1620c, nyala efektif selama 80 menit, dan sebesar 22,63% tungku efisiensi. kecepatan udara 4 m/jam suhu pembakaran tertinggi 3060c, nyala efektif selama 90 menit dan efisiensi tungku sebesar 9,77%. kecepatan 4,5

m/s pembakaran tertinggi suhu 2650c, nyala efektif selama 126 menit dan efisiensi 7,04%. (Sukarno, 2015).

Tianyu Wang, dkk.(2016) “Pengaruh metode partikel non-bola dan koefisien restitus”. Pada penelitian ini perilaku partikel termasuk keadaan fluidisasi keseluruhan gelembung dan fluktuasi partikel di pelajari dengan aturan spesifik dan sulit untuk mendapatkan secara eksperimental yang dihasilkan. Dibandingkan dengan kasus partikel bola, partikel non-bola tampaknya berputar secara acak dengan kecenderungan longgar, sedangkan gerakan rotasi reguler menghasilkan dengan metode bola. Interaksi gas padat keseluruhan yang dilakukan oleh distribusi fraksi kekosongan mungkin tidak menjadi karakter periodik yang ketat dalam system partikel non-bola. Sebagai batas – batas gelembung dengan partikel non-bola tidak sejelas seperti yang dari spherical, tidak mudah untuk membedakan satu gelembung besar tetapi beberapa gelembung yang menyatu dan terpisah (Wang, He, Tang, & Zhao, 2016).

Handoyo (2013), “Pengaruh Variasi Kecepatan Udara Terhadap Temperature Pembakaran Pada Tungku Gasifikasi Sekam Padi”. Pada penelitian ini diawali dengan memodifikasi saluran udara dari blower divariasikan kecepatannya. Kecepatan udara yang digunakan adalah 3,5 m/s, 4,0 m/s, dan 4,5m/s. Kemudian diukur temperature pembakaran dan temperature pendidihan air tiap 3 menit (Handoyo 2013).

Irvandi,P.A.D.(2010), “Studi Karakteristik Pembakaran Cangkang Kelapa Sawit Menggunakan Fluidized Bed Combustor Universitas Indonesia”. Pada penelitian Fluidized bed combustor UI termasuk jenis bubbling fluidized bed (BFB) yang mana saat beroperasi kecepatan aliran udara tidak cukup tinggi untuk membawa partikel hamparan yaitu pasir untuk terbawa keluar dari reactor melewati riser menuju siklon (Irvandi 2010).

Riza R (2011), “Studi Variasi Suplai Udara Blower Untuk Pencapaian Pembakaran Mandiri Pada Eksperimen Uji Bahan Bakar Fluidized Bed Combustor” Pada penelitian Fluidized bed combustor UI termasuk jenis bubbling fluidized bed (BFB). Pada penelitian ini digunakan 2 variasi suplai udara 0.085 m/s dan 0.093 m/s guna menganalisa mengenai perbedaan temperature kerja pada saat pemanasan menuju kondisi kerja reaktor gasifikasi (Riza 2011)

Nur, Aklis (2013), "Studi Eksperimen Karakteristik Gelembung Pada Bubbling Fluidized Bed". Pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan instalasi fluidized bed 2 dimensi yang terbuat dari kaca dengan ukuran 260 x 35 x 800 mm. Distributor udara yang digunakan adalah tiga jenis distributor udara yang terdiri distributor tipe 1 (jumlah lubang 3), tipe 2 (jumlah lubang 5), dan distributor tipe 3 (jumlah lubang 7). Sedangkan partikel yang digunakan terdiri dari : partikel 100% pasir kuarsa, partikel campuran 75% pasir + 21,7% kokas + 33,% kapur, dan partikel campuran 80% pasir + 5% kokas +15% kapur. (Aklis and Nur 2013).

Prins, dkk.,(2007) "Menjabarkan beberapa parameter penting yang mempengaruhi efisien gasifikasi. Khususnya pengaruh temperatur dan besarnya nilai dari equivalen ratio gasifikasi. Untuk bahan-bakar biomassa dengan nilai prosentasi karbon yang rendah, temperatur gasifikasi dikondisikan pada 7820C - 9270C pada equivalen ratio 0,244 - 0,295. Pada equivalen ratio yang lebih rendah, jumlah udara menjadi berlimpah menjadikan panas banyak terbuang, efisiensi gasifikasi turun. Untuk memastikan semua karbon bereaksi, temperatur harus tinggi >9270C dan equivalen ratio 0,4. Tetapi, pada kondisi tersebut prosentase tar yang dihasilkan sangat tinggi. Untuk mengatasi hal tersebut, ada dua cara yaitu memanaskan udara masuk gasifier dan memperlama waktu tinggal (residence time) produk gas (Prins, et al. 2007).

Pada tahun (2018) Sheng Cheng, dkk. "Meneliti tentang Analisis dan evaluasi terhadap fluktuasi tekanan pada medium fluidized bed, yang menghasilkan gerakan partikel secara bertahap dapat meningkatkan sig-nal dengan frekuensi yang lebih rendah". Sebagai hasil dari gerakan partikel yang keras, besarnya frekuensi sinyal tekanan mengalami peningkatan ketika kecepatan udara meningkat. Sistem pengukuran dan analisis tekanan yang diberikan memungkinkan peneliti memperoleh dan menganalisis sinyal tekanan secara efektif. (Cheng, Chenlong, Yuemin, Liang, & Zhenfu, 2018).

Diputra (2010), "Studi Karakteristik Pembakaran Cangkang Kelapa Sawit Menggunakan Fluidized Bed Combustor Universitas Indonesia". Pada penelitian Fluidized bed combustor UI termasuk jenis bubbling fluidized bed(BFB) yang mana saat beroperasi kecepatan aliran udara tidak cukup tinggi untuk membawa

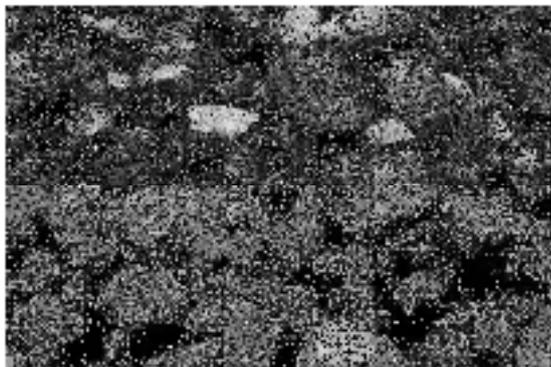
partikel hamparan yaitu pasir untuk terbawa keluar dari reactor melewati riser menuju siklon (Diputra 2010).

2.2. Bed Material Partikel

Material hamparan (Bed Material) yang digunakan pada reaktor bubble fluidized bed gasifier adalah batubara dan pasir silika. Batubara dan pasir silika ini digunakan sebagai media material partikel untuk mendapatkan bubble pada fluidized bed. Salah. Partikel yang umumnya digunakan adalah batubara dan pasir silika. Ukuran pasir silika 0,5 mm dan 1 mm.

2.2.1. Batubara

Batubara adalah bahan bakar hidrokarbon padat yang terbentuk dari tumbuhan dalam lingkungan bebas oksigen yang dipengaruhi oleh panas dan tekanan yang berlangsung lama di alam dengan komposisi yang kompleks. Proses pembentukan batubara (coalification) dimulai sejak Carboniferous Period dikenal sebagai zaman batubara pertama yang berlangsung antara 360 juta sampai 290 juta tahun yang lalu.



Gambar 2.1. Batubara (www.indrotrading.com)

2.2.2. Pasir Silika

Pasir silika Pasir silika adalah mineral utama dari silika dan salah satu mineral pembentuk kristal optik. Struktur atomik dari kuarsa adalah tetra hidron yang satu atom silikon dikelilingi empat atom oksigen. Contoh penting adalah forstart ($MgSiO_2$) dalam $Mg SiO_4$ ion SiO_4 diperoleh empat elektron dari atom magnesium memberikan satu elektron ke satuan dari SiO_4 . Kuarsa (SiO_2) banyak

dipakai sebagai bahan industri seperti keramik, sebagai bahan anorganik yang bukan logam. Bahan dasar kramik berasal dari tambang (alam) yaitu: SiO₂, Al₂O₃, CaO, MgO, K₂O, Na₂O, berwarna putih bening atau warna lain tergantung pada senyawa pengotornya. Pasir silika mempunyai titik lebur yang tinggi hingga mencapai 18000C.



Gambar 2.2. Pasir Silika ([www.kreasi karya cipta.online/2017/03](http://www.kreasi.karya.cipta.online/2017/03))

2.2.3. Sekam/ Dedak Padi

Dedak padi merupakan hasil ikutan penggilingan padi yang berasal dari lapisan luar beras pecah kulit dalam proses penyosohan beras. Proses pengolahan gabah menjadi beras akan menghasilkan dedak padi kira - kira sebanyak 10% pecahan -pecahan beras atau menir sebanyak 17%, tepung beras 3%, sekam 20% dan berasnya sendiri 50%. Persentase tersebut sangat bervariasi tergantung pada varietas dan umur padi, derajat penggilingan serta penyosohnya (Grist, 1972). Menurut National Research Council (1994) dedak padi mengandung energy metabolis sebesar 2980 kkal/kg, protein kasar 12.9%, lemak 13%, serat kasar 11,4%, Ca 0,07%, P tersedia 0,22%, Mg 0 ,95% serta kadar air 9 (Dewan Standarisasi Nasional, 2001).

Dedak padi merupakan limbah dalam proses pengolahan gabah menjadi beras yang mengandung “bagian luar” beras yang tidak terbawa, tetapi tercampur pula dengan bagian penutup beras itu. Hal inilah yang mempengaruhi tinggi atau rendahnya kandungan serat kasar dedak (Rasyaf, 1990). Kandungan lemak yang tinggi yaitu 6 - 10% menyebabkan dedak padi mudah mengalami ketengikan oksidatif. Dedak padi mentah yang dibiarkan pada suhu kamar selama 10 - 12 6

minggu dapat dipastikan 75 - 80% lemaknya berupa asam lemak bebas, yang sangat mudah tengik (Amrullah, 2002).



Gambar 2.3. Sekam/Dedak Padi
([www.google.com/search sekam/ dedak padi](http://www.google.com/search%20sekam%20dedak%20padi))

2.2.4. Zeolit

Zeolit adalah senyawa zat kimia alumino-silikat berhidrat dengan kation natrium, kalium dan barium. Secara umum, Zeolit memiliki molekular sruktur yang unik, di mana atom silikon dikelilingi oleh 4 atom oksigen sehingga membentuk semacam jaringan dengan pola yang teratur. Di beberapa tempat di jaringan ini, atom Silicon digantikan dengan atom Aluminium, yang hanya terkoordinasi dengan 3 atom Oksigen. Atom Aluminium ini hanya memiliki muatan 3+, sedangkan Silicon sendiri memiliki muatan 4+. Keberadaan atom Aluminium ini secara keseluruhan akan menyebabkan Zeolit memiliki muatan negatif. Muatan negatif inilah yang menyebabkan Zeolit mampu mengikat kation.

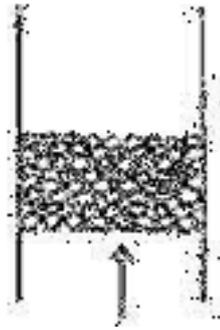


Gambar 2.4 Zeolit
([www.google.com/search Zeolit](http://www.google.com/search%20Zeolit))

2.3 Tahapan Fluidisasi

2.3.1. Fenomena Fixed Bed

Fenomena fixed bed yang terjadi ketika laju alir fluida kurang dari laju minimum yang dibutuhkan untuk proses awal fluidisasi. Pada kondisi ini partikel padatan tetap (Widayati 2010).

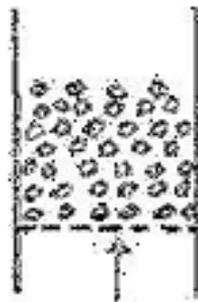


Gambar 2.2.1 Unggun Diam

(<https://id.scribd.com/doc/312394247/labtek-laporan-fluidisasi>)

2.3.2. Fenomena Minimum Or Incipient Fluidization

Fenomena minimum or incipient fluidization yang terjadi ketika laju alir fluida mencapai laju alir minimum yang dibutuhkan untuk proses fluidisasi. Pada kondisi ini partikel-partikel padat mulai terekspansi (Widayati 2010).

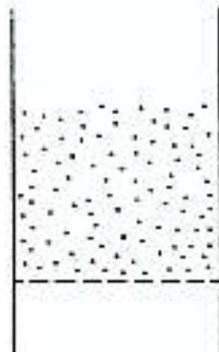


Gambar2.2.2 Unggun Terfluidakan

(<https://id.scribd.com/doc/312394247/labtek-laporan-fluidisasi>)

2.3.3. Fenomena Smooth Or Homogen Yously Fluidization

Fenomena smooth or homogen yously fluidization terjadi ketika kecepatan dan distribusi aliran fluida merata, densitas dan distribusi partikel dalam unggun sama atau homogen sehingga ekspansi pada setiap partikel pada tanseragam (Widayati 2010).



Gambar. 2. 2 . 3 Fenomena Smoothor Homogeny Ously Fluidization

(<https://id.scribd.com/doc/312394247/labtek-laporan-fluidisasi>)

2.3.4. Fenomena Bubbling Fluidization

Fenomena bubbling fluidization yang terjadi ketika gelembung-gelembung pada unggun terbentuk akibat densitas dan distribusi partikel tidak homogen (Widayati 2010).

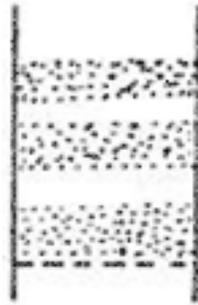


Gambar 2 . 2 . 4 Fenomena Bubbling Fluidization

(<https://id.scribd.com/doc/312394247/labtek-laporan-fluidisasi>)

2.3.5. Fenomena Slugging Fluidization

Fenomena slugging fluidization yang terjadi ketika gelembung-gelembung besar yang mencapai lebar dari diameter kolom terbentuk pada partikel-partikel padat. Pada kondisi ini terjadi penorakan sehingga partikel-partikel padat seperti terangkat (Widayati 2010).



Gambar2 . 2 . 5 Fenomena Slugging Fluidization

(<https://id.scribd.com/doc/312394247/labtek-laporan-fluidisasi>)

Penggunaan fluidisasi secara ekstensif dimulai pada pengolahan minyak bumi, yaitu dengan dikembangkannya proses perengkahan katalik hambaran-fluidisa (fluid-bed catalytic cracking). Walaupun industri dewasa ini banyak menggunakan reaktor penaik (riser) dan pipa-transpor (transport-line) untuk Perengkahan katalitik dan tidak lagi hambaran fluidisasi, namun regenerasi katalis masih dilaksanakan di dalam reactor hambaran- fluidisasi, yang besarnya sampai mencapai diameter 46m. Fluidisasi diigunakan juga di dalam proses katalitik lainnya, seperti sintesis akronitril, dan untuk melaksanakan reaksi zat padat-gas. Demikian pula dewasa ini perubahan batu bara dalam hambaran fluidisasi banyak menjadi perhatian sebagai suatu cara mengurangi biaya pembangkitan uap dan mengurangi emisi bahan pencemar. Fluidisasi juga banyak digunakan untuk memanggang bijih, mengeringkan zat halus, dan absorpsi gas.

Keuntungan utama dari fluidisasi ialah bahwa di sini zat padat itu diaduk keras oleh fluida yang mengalir melalui hambaran itu dan zat padat itu bercampur dengan baik sehingga hampir tidak ada gradien suhu di dalam hambaran, juga dalam reaksi yang sangat eksotermik atau endotermik. Gerakan hebat zat padat juga mengakibatkan laju perpindahan kalor yang cukup tinggi ke dinding atau ke

tabung-tabung pendingin yang ditempatkan didalam hamparan. Oleh karena sudah mendapat sifat fluiditas, zat padat itu dapat dipindahkan dengan mudah dari satu bejana ke bejana lain.

Kelemahan utama dari fluidisasi gas-zat padat ialah adanya kontak yang tidak merata antara gas dan zat padat, Kebanyakan gas mengalir melalui hamparan dalam bentuk gelembung-gelembung dan bersinggungan hanya dengan sejumlah kecil zat padat di dalam selongsong tipis, yang dikenal dengan nama awan gelembung (bubble cloud), di sekeliling gelembung. Sebagian kecil gas itu mengalir melalui fase rapat, yang mengandung hampir keseluruhan zat padat. Antara gelembung dan fase rapat terdapat semacam pertukaran gas karena difusi dan proses-proses turbulen, seperti pembelahan dan penyatuan gelembung, tetapi konversi menyeluruh dari pada pereaksi yang berbentuk gas biasanya jauh lebih kecil dari yang terdapat pada persentuhan seragam pada suhu yang sama, sebagaimana halnya dalam reaktor aliran-sumbat (plug flow reactor) yang ideal. Tingkat pertukaran antara gelembung dan hamparan rapat, demikian juga laju pencampuran aksial, akan berbeda jika diameter tangki berlainan, karena ukuran gelembung tidak sama. Hal ini menyebabkan masalah pembesaran skala terap reaktor fluidisasi seringkali mengandung banyak faktor ketidakpastian, Kerugian lain yang dapat ditangani dengan lebih mudah, yaitu dengan melakukan perancangan yang baik, adalah erosi bagian dalam reactor atrisi (aus gesek) zat padat. Kebanyakan hamparan fluidisasi mempunyai siklon di bagian dalam atau luarnya, yang digunakan sebagai penangkap butir-butir halus, tetapi, kadang-kadang lain dari itu, masih diperluaka lagi filter (penyaring) atau penyerap basuh (scrubber).

BAB III METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang akan dilakukan adalah eksperimen, selanjutnya pada akhir penelitian membuat korelasi dengan hasil penelitian sebelumnya, dalam penelitian yang akan penulis laksanakan dengan judul: **“Karakteristik bubbling dengan persentasi campuran material partikel dengan zeolit pada fluidized bed”**.

3.1. Tempat dan waktu

3.1.1. Tempat

Pelaksanaan penelitian ini di lakukan di Laboratorium Fenomena Mesin dan Prestasi Mesin Jurusan Teknik Mesin di kampus ITM Medan.

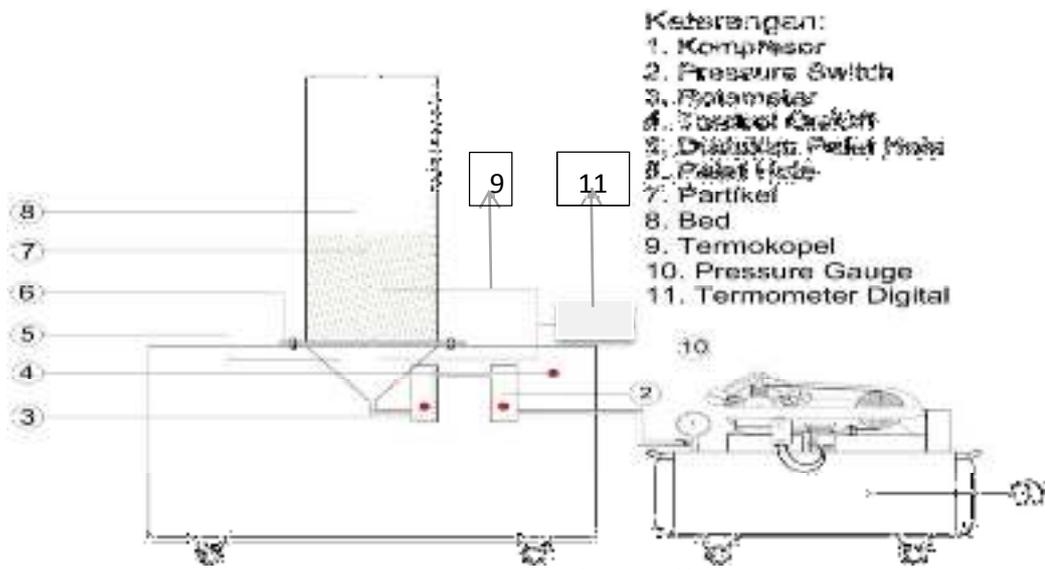
3.1.2 Waktu

Penelitian ini dilakukan selama Lima Bulan yang dimulai dari Bulan Mei sampai Semptember 2023.

NO.	KEGIATAN	BULAN KE				
		1	2	3	4	5
1	Literatur					
2	Penyusunan Proposal					
3	Seminar Proposal					
4	Pembuatan Alat					
5	Instalasi Alat Pengujian					
6	Pengambilan data dan Analisa					
7	Penyusunan laporan hasil					
8	Seminar Hasil					
9	Sidang Tugas Akhir					

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

3.2. Instalasi Alat Penelitian



Gambar 3.1 Instalasi Pengujian



(a). Batubara



(b). Pasir Silika



(c). Dedak Padi



(d). Zeolit

Gambar 3.2 Material Partikel



Gambar. 3.3 Bed dengan Pelat Hole

3.3. Peralatan Dan Bahan Penelitian

3.3.1. Peralatan Penelitian

1. Kompresor

Kompresor angin (air compressor) adalah sebuah mesin atau alat mekanik yang berfungsi untuk meningkatkan tekanan atau memampatkan fluida gas atau udara. Mesin compressor angina umumnya menggunakan motor listrik, mesin bensin, atau mesin diesel sebagai tenaga penggerak.

Prinsip Kerja Kompresor angin mirip dengan cara kerja paru – paru manusia, misalnya, ketika mengambil nafas dalam – dalam untuk meniup api lilin, maka kita akan meningkatkan tekanan udara di dalam paru-paru, sehingga mampu menghasilkan udara bertekanan yang kemudian di embus kembali untuk meniup api lilin tersebut.



Gambar 3.4 Kompresor (www.kawanlama.com)

2. Pressure Switch kontrol

Pressure Switch adalah komponen yang banyak dibutuhkan pada berbagai aplikasi peralatan, antara lain adalah pada instalasi air bersih, instalasi pompa, kompressor angin, instalasi pneumatik.



Gambar 3.5 Pressure Switch Kontrol (www.Jensby.com)

Pressure Switch berfungsi untuk mempertahankan sebuah tekanan pada peralatan aplikasinya, hal ini berhubungan dengan sumber tekanan buang.

4. Rotameter

Rotameter adalah alat digunakan sebagai besar kecilnya kebutuhan udara/air /steam dengann menyetel valve sehingga mesin yang membutuhkan udara lebih kecil bisa di sesuaikan alirannya dan begitu juga sebaliknya. Sehingga tidak ada lagi kekurangan udara/air atau steam untuk mesin2 yang membutuhkan lebih banyak.



Gambar 3.6 Rotameter (www.Alibaba.com)

Rotameter disini biasa di gunakan sebagai acuan besar kecil nya kebutuhan udara dengan menyetel valve sehingga mesin yang membutuhkan udara lebih kecil bisa di sesuaikan aliran nya dan begitu juga sebalik nya. Sehingga tidak ada lagi kekurangan udara air atau steam untuk mesin yang membutuhkan lebih banyak.

5. Kaca

Kaca atau gelas adalah salah satu alat rumah tangga yang bahan utama penyusunan adalah SiO_2 dengan suhu pelelehan 2000 C. kaca atau gelas merupakan bahan pejal sekata, biasanya terbentuk apabila bahan cair tidak berkerystal disejukan dengan cepat, dengan ini tidak memberikan cukup masa untuk jaringan kekisi kristal biasa terbentuk kaca atau gelas termasuk kelompok vitroida atau termogel, yang merupakan senyawa kimia dengan susunan yang kompleks. Senyawa tersebut diperoleh dengan membekukan lelehan yang lewat dingin. Kaca atau gelas ialah produk yang amorf dan bening dengan kekerasan dan elastisitas yang cukup, tetapi sangat rapuh.



Gambar 3.7 Kaca (www. Satujam.com)

6. Pressure Gauge

Pressure gauge adalah sebuah alat pengukur yang berfungsi untuk mengukur sebuah tekanan fluida yang bias berupa gas atau cairan, dalam sebuah tabung tertutup.



Gambar 3.8 Pressure Gaug (www.gms-instruments.com)

Pressure Gauge Sendiri Biasa digunakan Memantau tiap tekanan udara serta gas yang berbeda dalam sebuah kompressor udara, Berbagai peralatan vakum, jalur proses, hingga tabung gas serta alat pemadaman kebakaran. Tak hanya mampu menunjukkan pengukuran secara visual, pressure gauge juga bisa di square inch, ada juga psf atau pound per square foot, mmHg atau millimeter of mercury, inHg atau inch of mercury, bar, hingga atm atau atmosphere.

7. Plat



Gambar 3.9 Plat (www.Hargadepo.com)

Plat konvensional umumnya tersusun atas komponen pelat lantai, balok anak, balok induk dan kolom. Sedangkan menurut SNI 2847:2013 ada plat jenis lain selain plat konvensional, yaitu plat yang langsung didukung oleh kolom dengan atau tanpa penebalan plat cendawan (flat slab). Dan selain 2 jenis plat yang telah disebutkan juga dikenal beberapa sistem yang umum digunakan dalam perencanaan.

8. Termokopel Type K



Gambar 3.10 Termokopel Type K (www.aliexpress.com)

Pada dunia elektronika, termokopel adalah sensor suhu yang banyak digunakan untuk mengubah perbedaan suhu dalam benda menjadi perubahan tegangan listrik (voltase). Termokopel yang sederhana dapat dipasang, dan memiliki jenis konektor standar yang sama, serta dapat mengukur temperature dalam jangkauan suhu yang cukup besar dengan batas kesalahan pengukuran kurang dari 1C.

3.3.2 Bahan Penelitian

1. Batubara

Batubara adalah bahan bakar hidrokarbon padat yang terbentuk dari tumbuhan dalam lingkungan bebas oksigen yang dipengaruhi oleh panas dan tekanan yang berlangsung lama di alam dengan komposisi yang kompleks. Proses pembentukan batubara (coalification) dimulai sejak Carboniferous Period dikenal sebagai zaman batubara pertama yang berlangsung antara 360 juta sampai 290 juta tahun yang lalu.

2. Pasir silika

Pasir silika Pasir silika adalah mineral utama dari silika dan salah satu mineral pembentukkristal optik. Struktur atomik dari kuarsa adalah tetra hidron yang satu atom silikon dikelilingi empat atom oksigen. Contoh penting adalah forstart ($MgSiO^2$) dalam $Mg SiO^4$ ion SiO^4 diperoleh empat elektron dari atom magnesium memberikan satu elektron ke satuan dari SiO^4 . Kuarsa (SiO^2) banyak

dipakai sebagai bahan industri seperti keramik, sebagai bahan anorganik yang bukan logam. Bahan dasar kramik berasal dari tambang(alam) yaitu: SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MgO , K_2O , Na_2O , berwarna putih bening atau warna lain tergantung pada senyawa pengotornya. Pasir silika mempunyai titik lebur yang tinggi hingga mencapai 18000C.

Bed material yang digunakan untuk proses sirkulasi fluidized bed pada dual reaktor sangat berpengaruh terhadap proses fluidisasi yang dihasilkan. Bed material (material hapanan) adalah suatu jenis bahan yang digunakan pada sistem gasifikasi sirkulasi fluidized bed sebagai media fluidisasi dan media penyimpanan panas. Pada sistem ini bed material akan di fluidisasi dengan menggunakan dorongan udara dari blower dan kompresor.

3. Dedak Padi

Dedak padi merupakan hasil ikutan penggilingan padi yang berasal dari lapisan luar beras pecah kulit dalam proses penyosohan beras. Proses pengolahan gabah menjadi beras akan menghasilkan dedak padi kira - kira sebanyak 10% pecahan -pecahan beras atau menir sebanyak 17%, tepung beras 3%, sekam 20% dan berasnya sendiri 50%. Persentase tersebut sangat bervariasi tergantung pada varietas dan umur padi, derajat penggilingan serta penyosohnya (Grist, 1972). Menurut National Research Council (1994) dedak padi mengandung energy metabolis sebesar 2980 kkal/kg, protein kasar 12.9%, lemak 13%, serat kasar 11,4%, Ca 0,07%, P tersedia 0,22%, Mg 0,95% serta kadar air 9 (Dewan Standarisasi Nasional, 2001).

4. Zeolit

Zeolit adalah mineral kristal alumina silikat berpori terhidrat yang mempunyai struktur kerangka tiga dimensi terbentuk dari tetrahedral $[\text{SiO}_4^{4-}]$ dan $[\text{AlO}_4^{5-}]$. Fungsi zeolit pada penelitian ini adalah untuk memisahkan suatu zat yang terkandung pada batubara, pasir silika dan sekam/ dedak padi dari zat lainnya yang molekulnya lebih besar atau lebih kecil. Zeolit mempunyai beberapa sifat antara lain: mudah melepas air akibat pemanasan, tetapi juga mudah mengikat kembali molekul air dalam udara lembap. Oleh sebab sifatnya tersebut

maka zeolit banyak digunakan sebagai bahan pengering. Disamping itu zeolit juga mudah melepas kation dan diganti dengan kation lainnya, misal zeolit melepas natrium dan digantikan dengan mengikat kalsium atau magnesium. Sifat ini pula menyebabkan zeolit dimanfaatkan untuk melunakkan air. Zeolit dengan ukuran rongga tertentu digunakan pula sebagai katalis untuk mengubah alkohol menjadi hidrokarbon sehingga alkohol dapat digunakan sebagai bensin

3.4. Parameter Penelitian

Parameter	Desain
Kaca Bed	45x10x100 cm
Tebal Kaca	5 mm
Kompresor	8 bar
Batubara	15%
Pasir Silika	15%
Sekam/ Dedak Padi	50%
Zeloit	20%

Parameter	Desain
Kaca Bed	45x10x100cm
Tebal Kaca	5cm
Kompresor	8bar
Lobang Segitiga	8mm

Tabel 3.2. Parameter Penelitian

3.5. Sampel Penelitian

Sampel	Batu Bara	Pasir Silika	Dedak/ Sekam Padi	Zeolit
Campuran 1	15%	25%	15%	45%
Campuran 2	25%	15%	15%	45%
Campuran 3	10%	30%	15%	45%
Campuran 4	10%	30%	5%	55%
Campuran 5	25%	20%	15%	40%

Tabel 3.3. Sampel Campuran

Sampel	Ukuran Mesh	Densitas	Titik Lebur	Titik Didih	Massa Molar	Rumus Kimia
Batubara	40	1506 Kg/m ³	1300°C	3.550°C-3.823°C	98,08 gr/mol	C137H97O9NS untuk bituminus dan C240H90O4NS untuk antrasi
Pasir Silika	40	2.648 (α -quarz), 2.196 (amorphous) g.cm ³	1,713°C (3,115°F; 1,986K)	2,950°C (5,340°F; 3,220 K)	60,08gr/mol	SiO ₂
Dedak/ Sekam padi	60	853	77-863°C	340°C		NaMg ₅
Zeolit	70	2,0-2,3 g/cm ³	1600-1725°C	2230°C	10-100 gr/mol	M ₂ n (A ₁₂ O ₃) _x SiO ₂) _y

Tabel 3.4. Sampel Penelitian

3.6. Spesifikasi Alat

Alat Ukur	Spesifikasi
Pressure Switch Control	-Switch Pengatur 0-12 bar Max 8 Bar -Konverter Bar dan Psi -Diameter 4 inchi
Rotameter	-Flow meter -LSW Rotameter DH4500 Series -Polisulfon (PSU) atau badan PC, pas terbuat dari PVC ABS atau SS Mengapung Mampu menahan suhu tinggi, Thread bersama dan panel - mount pas.
Pressure Gauge	-0-12 bar Max 8 Bar -Konverter Bar dan Psi -Diameter 4 inchi
Kompresor	-Tekanan Udara Max 8 bar -Tegangan 220 volt / 50 Hz -Kapasitas Tangki 50 liter -Merk: Pro-Quip
Termokopel	Tipe K -Menggunakan MAX6675 12bit (rentang suhu 0C hingga 1024C) -Tegangan operasi: 3.0V ~ 5.5V
Termometer	-Merk: Lutron TM-946 -Type: J/K

Tabel 3.5. Spesifikasi Alat Ukur

3.7. Teknik Pengumpulan Data

Percobaan dilakukan dilaboratorium Fenomena Dasar Mesin Pada awalnya Kompresor harus di uji Untuk memastikan udara dapat masuk melalui distributor secara merata. Selain itu juga penting memeriksa rotameter sebagai tujuan untuk memastikan jumlah aliran udara bisa di tampilkan dengan benar

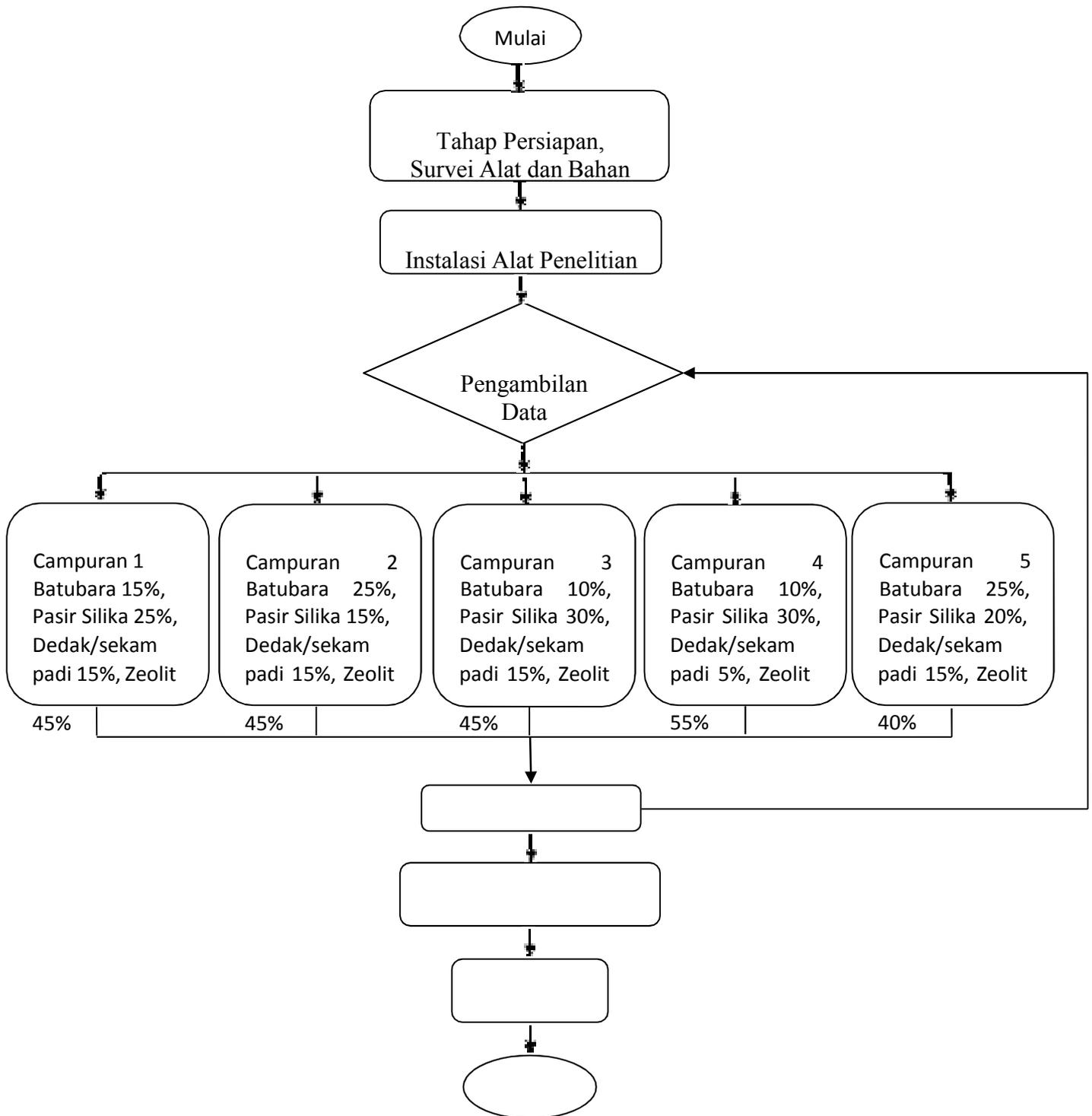
untuk mendapatkan kualitas photo dan video dengan baik. Beberapa parameter dari kamera photo dan video penting untuk diatur dengan cara yang benar sebelum memulai eksperimen, hal yang harus di perhatikan yaitu dari sudut pandangnya, jarak pemotretan. Untuk setiap variasi material partikel, percobaan dilakukan dengan meningkatkan tekanan, Laju aliran udara. Laju aliran udara disesuaikan untuk mencapai fluidisasi minimum.

Laju aliran udara pada titik ini dicatat sebagai kecepatan fluidisasi minimum percobaan dari variasi material partikel. Selain itu aliran udara di naikan secara bertahap sampai mendapatkan karakteristik gelembung yang berbeda. Selain itu, video diambil dengan waktu 10 - 15 detik untuk mendapatkan masing-masing hamparan material partikel.

3.8. Analisa Data

Analisa data dalam hal ini adalah dengan menggunakan Teknik analisis kuantitatif deskriptif, yaitu Teknik yang digunakan untuk mendeskripsikan atau menyampaikan hasil penelitian dalam bentuk grafik. Data yang diambil dalam penelitian ini adalah Tekanan, Laju aliran dan temperatur. karakteristik gelembung dengan menggunakan 4 variasi material partikel (batubara, pasir silika, sekam/ dedak padi dan zeolit).

3.9. Diagram Alir Penelitian



Analisa Data

Hasil dan Pembahasan

Kesimpulan

Selesai

Gambar 3.11. Diagram Alir Penelitian