

## **BAB IV**

### **PEMBAHASAN**

#### **4.1. Hasil dan Analisa**

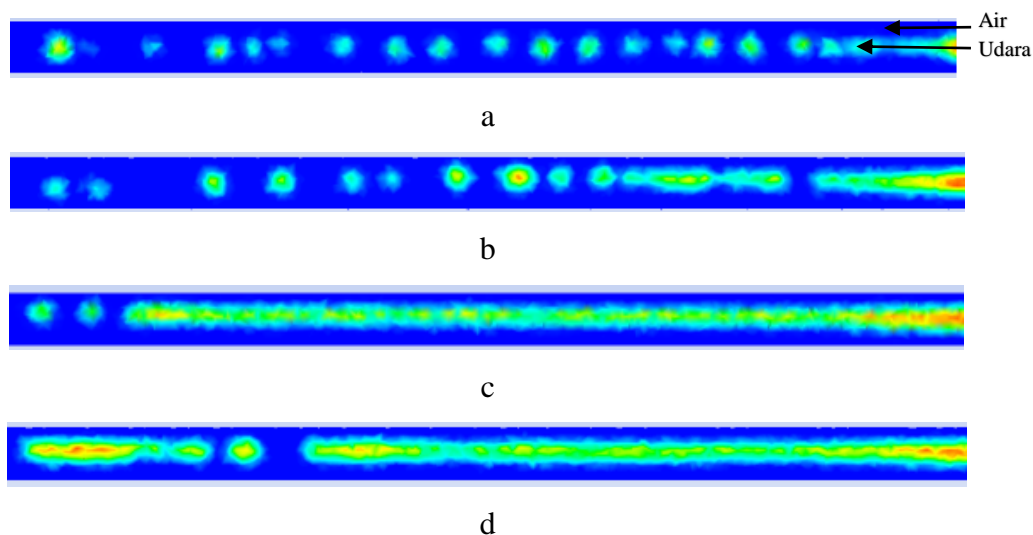
Pada bab ini membahas hasil dari penelitian yang telah dilakukan yaitu pola aliran *bubble* air-udara pada pipa horizontal. Pola aliran *bubble* memiliki ciri yaitu berbentuk gelembung bulat yang bergerak didalam aliran. Simulasi ini menggunakan *software* CFD *Ansys Fluent* 15.0 dengan perbandingan empat variasi kecepatan superfisial air dan empat variasi kecepatan superfisial udara dengan pengambilan tiga waktu yang berbeda. Pada variasi pertama hanya menampilkan satu waktu pada gambar pola aliran yang terjadi. Berikut adalah hasil dari simulasi pola aliran *bubble* dengan arah laju aliran ke sumbu Z.

##### **4.1.1. Variasi $J_G$ terhadap $J_L$ 6 m/s pada waktu 0,1 detik**

Pada variasi pertama ini menampilkan satu besar kecepatan superfisial air ( $J_L$ ) terhadap empat variasi kecepatan superfisial udara ( $J_G$ ) dimana pola aliran yang terbentuk pada Variasi  $J_L$  6 m/s dan  $J_G$  0,5 m/s pada pengambilan waktu ke 0,1 detik pola aliran yang terbentuk pada variasi ini ialah dimana kemunculan gelembung kecil terlihat di sepanjang permukaan aliran, gelembung kecil terbentuk karena dipengaruhi besar kecepatan superfisial udaranya rendah pada 0,5 m/s sehingga udara yang masuk sedikit dan membentuk gelembung berukuran kecil dengan jumlah yang cukup banyak. Pada gambar kedua yaitu pada Variasi  $J_L$  6 m/s dan  $J_G$  1 m/s pada pengambilan waktu 0,1 detik pola aliran yang terbentuk ialah gelembung mulai mengalami peningkatan besar ukuran gelembung dapat dilihat pada gambar 4.1 bagian b bahwa ukuran butiran gelembung meningkat. Pada gambar bagian c pola aliran yang terbentuk pada Variasi  $J_L$  6 m/s dan  $J_G$  1,5 m/s pada 0,1 detik yaitu karena peningkatan besar kecepatan superfisial udara gelembung yang muncul membentuk pola gelembung panjang dimana mencapai pertengahan aliran kemudian memisah menjadi gelembung kecil pada aliran tersebut kemudian pada

gambar bagian d yaitu pada Variasi  $J_L$  6 m/s dan  $J_G$  2 m/s pada 0,1 detik pola aliran yang terjadi yaitu karena peningkatan besar  $J_G$  sebesar 2 m/s pada awal kemunculan gelembung membentuk gelembung panjang dan kemudian membentuk menjadi gelembung yang lebih pendek dengan ukuran yang lebih besar dari variasi sebelumnya.

Berikut ini akan menampilkan pola aliran pada variasi  $J_G$  dan  $J_L$  dengan pengambilan waktu yang sama pada setiap variasinya, berikut pola aliran yang terbentuk pada gambar 4.1.

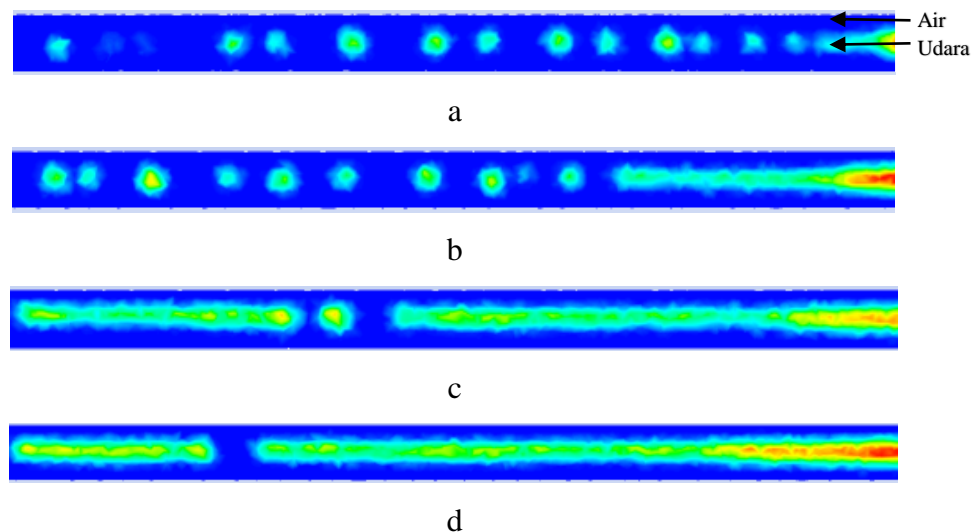


Gambar 4.1 Pola aliran *bubble* pada  $J_L$  6 m/s terhadap variasi  $J_G$  pada 0,1 detik

Keterangan:

- a. Variasi  $J_L$  6 m/s dan  $J_G$  0,5 m/s pada 0,1 detik
- b. Variasi  $J_L$  6 m/s dan  $J_G$  1 m/s pada 0,1 detik
- c. Variasi  $J_L$  6 m/s dan  $J_G$  1,5 m/s pada 0,1 detik
- d. Variasi  $J_L$  6 m/s dan  $J_G$  2 m/s pada 0,1 detik.

#### 4.1.2. Variasi $J_G$ terhadap $J_L$ 7 pada waktu 0,1 detik



Gambar 4.2 Pola aliran *bubble* pada  $J_L$  7 m/s terhadap variasi  $J_G$  pada waktu 0,1 detik.

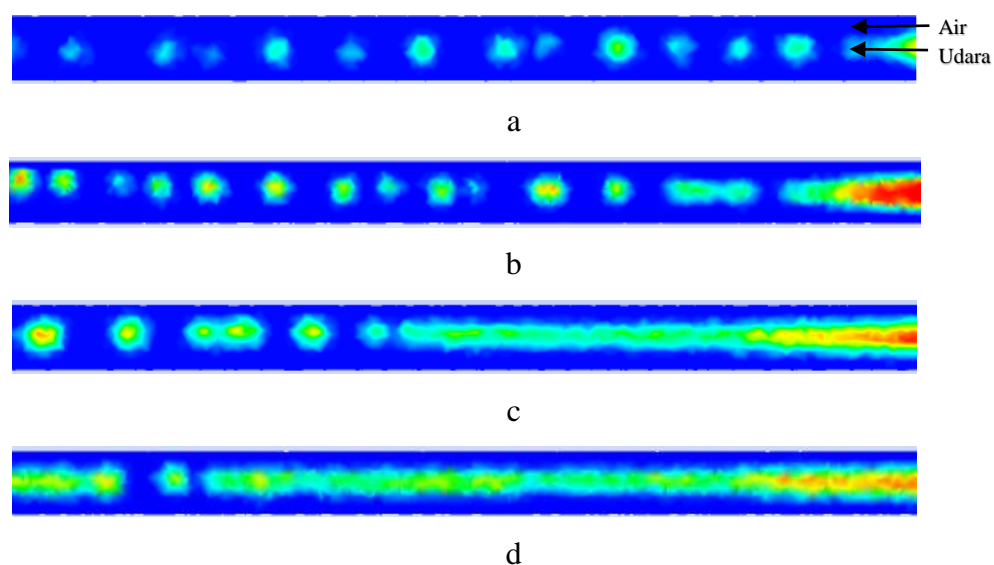
Keterangan:

- Variasi  $J_L$  7 m/s terhadap  $J_G$  0,5 m/s pada 0,1 detik
- Variasi  $J_L$  7 m/s terhadap  $J_G$  1 m/s pada 0,1 detik
- Variasi  $J_L$  7 m/s terhadap  $J_G$  1,5 m/s pada 0,1 detik
- Variasi  $J_L$  7 m/s terhadap  $J_G$  2 m/s pada 0,1 detik

Pada variasi kedua ini menampilkan empat variasi kecepatan superficial udara dengan besar kecepatan airnya ( $J_L$ ) pada 7 m/s gambar bagian a pada gambar 4.2 yaitu pada Variasi  $J_L$  7 m/s terhadap  $J_G$  0,5 m/s pada 0,1 detik menunjukkan bahwa gelembung yang terbentuk berukuran kecil karena besar  $J_L$  bertambah maka kecepatan aliran akan bertambah juga, lalu pada gambar b pada gambar 4.2 pola aliran yang terbentuk pada sisi masuk aliran ini gelembung mulai mengalami peningkatan dimana gelembung pada permukaan inlet masuk sedikit memanjang dan juga bertambahnya jumlah gelembung yang terbentuk pada variasi ini. Pada variasi ketiga yaitu Variasi  $J_L$  7 m/s terhadap  $J_G$  1,5 m/s pada 0,1 detik pola aliran yang terjadi pada sisi masuk aliran gelembung membentuk gelembung panjang karena adanya peningkatan nilai  $J_G$  dan pada bagian tengah pada aliran, gelembung

memecah menjadi ukuran yang lebih pedek namun terlihat lebih besar dari variasi sebelumnya. Pada Variasi  $J_L$  7 m/s terhadap  $J_G$  2 m/s pada 0,1 detik dapat dilihat pada gambar d bahwa pola aliran yang terbentuk semakin meningkat jumlah udaranya sehingga gelembung bertambah panjang pada kecepatan aliran air sebesar 7 m/s ini kemudian gelembung memisah menjadi gumpalan yang lebih besar.

#### 4.1.3. Variasi $J_G$ terhadap $J_L$ 8 pada waktu 0,1 detik



Gambar 4.3 Pola aliran *bubble* pada  $J_L$  8 m/s terhadap  $J_G$  pada waktu 0,1 detik

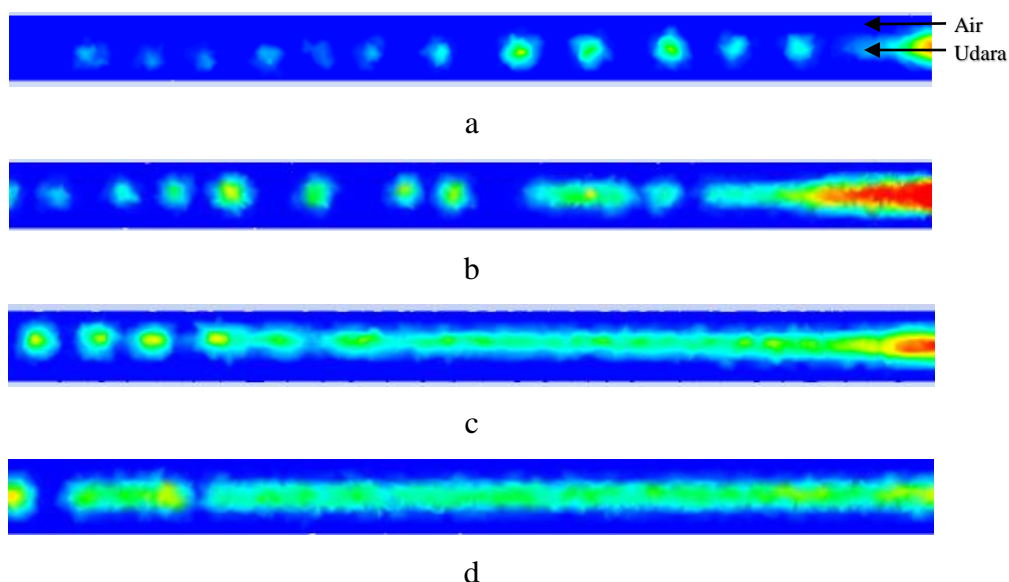
Keterangan:

- Variasi  $J_L$  8 m/s terhadap  $J_G$  0,5 m/s pada waktu 0,1 detik
- Variasi  $J_L$  8 m/s terhadap  $J_G$  1 m/s pada waktu 0,1 detik
- Variasi  $J_L$  8 m/s terhadap  $J_G$  1,5 m/s pada waktu 0,1 detik
- Variasi  $J_L$  8 m/s terhadap  $J_G$  2 m/s pada waktu 0,1 detik

Pada variasi ketiga ini dimana pada gambar 4.3 pada bagian a yaitu pada Variasi  $J_L$  8 m/s terhadap  $J_G$  0,5 m/s pada waktu 0,1 detik pola aliran yang terbentuk yaitu gelembung kecil lebih dominan pada variasi ini karena besar nilai  $J_G$  hanya 0,5 m/s sehingga hanya berpengaruh pada kecepatan aliran yang mengalir karena

$J_L$  meningkat, pada variasi kedua yaitu Variasi  $J_L$  8 m/s terhadap  $J_G$  1 m/s pada waktu 0,1 detik pola aliran yang terbentuk ialah terjadi peningkatan jumlah gelembung yang bertambah banyak pada variasi ini dan pada aliran setelahnya gelembung kecil tersebut beberapa ada yang menyatu kembali sehingga pada bagian ujung gelembung menjadi sedikit lebih besar. Lalu pada Variasi  $J_L$  8 m/s terhadap  $J_G$  1,5 m/s pada waktu 0,1 detik karena nilai  $J_G$  hingga 1,5 m/s pola aliran yang terbentuk meningkat hingga gelembung yang terbentuk juga berukuran lebih besar dengan jumlah gelembung yang bertambah banyak. Serta pada Variasi  $J_L$  8 m/s terhadap  $J_G$  2 m/s pada waktu 0,1 detik karena meningkatnya kecepatan superfisial udara maka pola yang terbentuk ialah gelembung panjang dengan berkurangnya jumlah gelembung bulat pada variasi ini yang berubah menjadi gumpalan gelembung panjang pada aliran ini serta karena besar kecepatan superfisial udaranya 8 m/s maka ini berpengaruh pada aliran airnya yang akan semakin cepat pergerakan laju alirannya.

#### 4.1.4. Variasi $J_G$ terhadap $J_L$ 9 pada 0,1 detik



Gambar 4.4 Pola Aliran *bubble* pada  $J_L$  9 m/s terhadap variasi  $J_G$  pada 0,1 detik

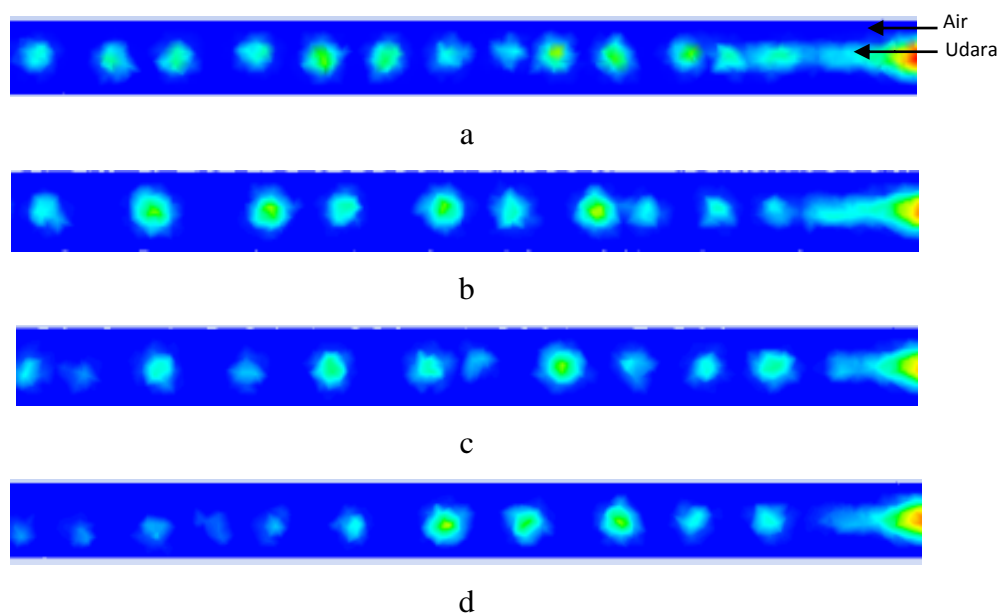
Keterangan:

- a. Variasi  $J_L$  9 m/s terhadap  $J_G$  0,5 m/s pada waktu 0,1 detik
- b. Variasi  $J_L$  9 m/s terhadap  $J_G$  1 m/s pada waktu 0,1 detik
- c. Variasi  $J_L$  9 m/s terhadap  $J_G$  1,5 m/s pada waktu 0,1 detik
- d. Variasi  $J_L$  9 m/s terhadap  $J_G$  2 m/s pada waktu 0,1 detik

Pada variasi ini dimana besar  $J_L$  adalah 9 m/s terhadap  $J_G$  0,5 m/s pada waktu 0,1 detik dapat dilihat pada gambar 4.4 pada bagian a bahwa pola aliran yang terbentuk ialah gelembung tipis dan kecil pengaruh dari sedikit kemunculan gelembung disebabkan karena semakin besarnya  $J_L$  dengan  $J_G$  rendah maka gelembung tidak banyak terbentuk. Pada gambar 4.4 bagian b yaitu pada Variasi  $J_L$  9 m/s terhadap  $J_G$  1 m/s pada waktu 0,1 detik dapat dilihat bahwa pola aliran yang terbentuk ada peningkatan jumlah gelembung kecil pada aliran ini. Dan pada Variasi  $J_L$  9 m/s terhadap  $J_G$  1,5 m/s pada waktu 0,1 detik bahwa pola aliran yang terbentuk ada peningkatan jumlah gelembung dan ukuran gelembung juga bertambah karena  $J_G$  sebesar 1,5 m/s, dan pengaruh dari  $J_L$  9 adalah pada kecepatan alirannya yang akan semakin bertambah seiring adanya peningkatan besar kecepatan superfisial airnya. Serta pada Variasi  $J_L$  9 m/s terhadap  $J_G$  2 m/s pada waktu 0,1 detik pola aliran yang terbentuk ialah terjadi peningkatan besar ukuran gelembung dan panjangnya karena ukuran gelembung yang berukuran besar maka jumlah gelembung yang terbentuk tidak terlalu banyak namun membentuk gelembung yang berukuran lebih besar dari variasi yang lainnya.

#### **4.2. Pengaruh $J_L$ terhadap $J_G$ pada waktu 0,1 detik**

Dengan menggunakan empat variasi kecepatan superfisial air ( $J_L$ ) dengan besar kecepatan superfisial udara ( $J_G$ ) yaitu 0,5 m/s pada waktu 0,1 detik. Berikut pola aliran *bubble* yang terjadi pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5. Perbandingan variasi  $J_L$  terhadap  $J_G$  pada waktu 0,1 detik

Keterangan:

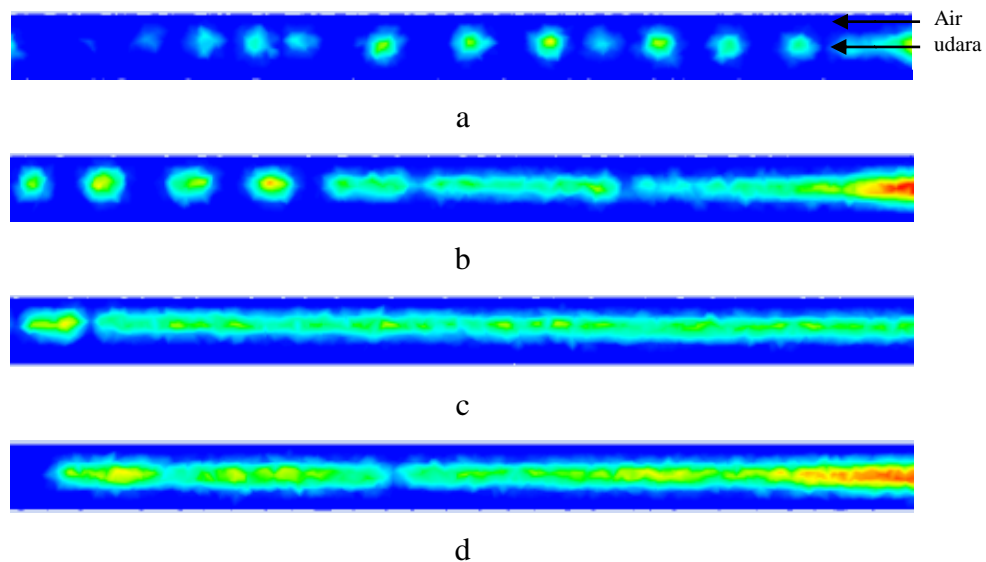
- Variasi  $J_L$  6 m/s dan  $J_G$  0,5 m/s pada waktu 0,1 detik
- Variasi  $J_L$  7 m/s dan  $J_G$  0,5 m/s pada waktu 0,1 detik
- Variasi  $J_L$  8 m/s dan  $J_G$  0,5 m/s pada waktu 0,1 detik
- Variasi  $J_L$  9 m/s dan  $J_G$  0,5 m/s pada waktu 0,1 detik

Pada variasi  $J_L$  6 m/s dan  $J_G$  0,5 m/s pada waktu 0,1 detik gelembung yang muncul pada aliran terbentuk cukup banyak dengan gelembung berukuran kecil mengalir ditengah permukaan pipa, pada gambar 4.5 bagian b yaitu pada Variasi  $J_L$  7 m/s dan  $J_G$  0,5 m/s pada waktu 0,1 detik terlihat gelembung yang terbentuk berukuran sedikit lebih besar dibandingkan pada gambar bagian a, lalu pada gambar 4.5 bagian c yaitu pada Variasi  $J_L$  8 m/s dan  $J_G$  0,5 m/s pada waktu 0,1 detik terlihat ada peningkatan jumlah gelembung namun untuk ukuran gelembung tidak jauh berbeda dengan variasi yang lain, sedangkan pada gambar bagian d yaitu pada Variasi  $J_L$  9 m/s dan  $J_G$  0,5 m/s pada waktu 0,1 detik ada salah satu gelembung yang ukurannya lebih besar dengan yang lain namun secara keseluruhan hampir sama untuk ukuran dan bentuk gelembung. Memilih perbandingan  $J_L$  9 m/s terhadap satu  $J_G$  pada 0,5 m/s dengan pengambilan waktu yang sama karena

pada variasi ini dapat menganalisa perbedaan kecepatan besar kecepatan airnya serta pola aliran yang terbentuk pada  $J_G$  0,5 m/s masih membentuk gelembung kecil dan bulat serta jumlah gelembung yang banyak.

### 4.3. Perbandingan $J_G$ terhadap $J_L$ pada waktu 0,2 detik

Dengan menggunakan 4 variasi inlet superfisial udara ( $J_G$ ) dengan kecepatan superfisial air ( $J_L$ ) yang sama yaitu m/s. Berikut pola aliran pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6. Perbandingan  $J_G$  terhadap  $J_L$  pada waktu 0,2 detik

Keterangan:

- a. Variasi  $J_G$  0,5 m/s dan  $J_L$  7 m/s pada waktu 0,2 detik
- b. Variasi  $J_G$  1 m/s dan  $J_L$  7 m/s pada waktu 0,2 detik
- c. Variasi  $J_G$  1,5 m/s dan  $J_L$  7 m/s pada waktu 0,2 detik
- d. Variasi  $J_G$  2 m/s dan  $J_L$  7 m/s pada waktu 0,2 detik

Pada gambar 4.7 bagian a yaitu pada Variasi  $J_G$  0,5 m/s dan  $J_L$  7 m/s pada waktu 0,2 detik terlihat pola aliran gelembung yang terjadi dimana bentuk gelembung muncul masih sangat sedikit karena pada variasi ini kecepatan superfisial udaranya masih sangat rendah sehingga kemunculan gelembung cukup sedikit walaupun pada waktu telah mencapai 0,2 detik. Pada gambar



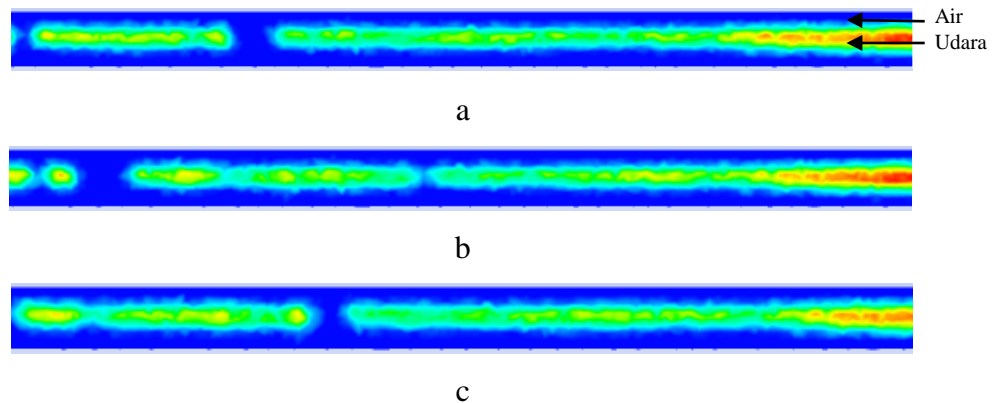
4.7 bagian b yaitu pada Variasi  $J_G$  1 m/s dan  $J_L$  7 m/s pada waktu 0,2 detik terlihat ada beberapa gelembung dengan ukuran mulai bertambah besar dan ada yang berbentuk oval menyambung pada permukaan aliran dekat dengan sisi masuk aliran serta bertambahnya jumlah gelembung karena adanya peningkatan kecepatan superfisial udaranya, lalu pada gambar bagian c yaitu pada Variasi  $J_G$  1,5 m/s dan  $J_L$  7 m/s pada waktu 0,2 detik terlihat pada sisi inlet aliran memanjang dan pada bagian ujung gelembung membentuk butiran-butiran udara yang berukuran sedang pada gambar gambar d yaitu pada Variasi  $J_G$  2 m/s dan  $J_L$  7 m/s pada waktu 0,2 detik terlihat peningkatan kecepatan laju alirannya karena kecepatan superfisial udaranya mencapai 2 m/s maka gelembung yang terbentuk lebih besar dari yang lainnya dan terlihat bahwa gelembung juga membentuk gelembung datar dimana ukurannya tidak terlalu bulat dan juga tidak terlalu panjang serta aliran pada variasi ini mengalir lebih cepat dari variasi sebelumnya.

#### **4.4. Pengaruh waktu terhadap $J_L$ dan $J_G$**

Pada variasi ini akan menganalisa perbandingan waktu terhadap  $J_G$  dan  $J_L$ . Dimana pada variasi ini apakah akan terdapat perbedaan pola yang terjadi pada salah satu dari beberapa variasi yang disimulasikan. Pada tahap ini ada tiga pengambilan waktu yang berbeda dimana pengambilan waktu dimulai pada 0,1 detik lalu 0,2 detik dan 0,3 detik kemudian dari pengambilan waktu tersebut akan menganalisa hasil dari bubble yang terbentuk.

Pengaruh waktu biasanya hanya menimbulkan perbedaan pada saat mengalirnya dimana bubble tidak akan berubah ukuran diameternya karena dipengaruhi besar kecepatan superfisial udaranya yang telah di atur besar berdasarkan pengambilan data dari peta pola aliran yang menjadi data utama dari pemilihan pola aliran ini.

Dengan menggunakan tiga waktu yang berbeda pada satu variasi  $J_G$  dan  $J_L$ . Berikut pola aliran bubble yang terjadi pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7. Perbandingan waktu terhadap  $J_L$  dan  $J_G$

Keterangan:

- Variasi  $J_L$  7 m/s dan  $J_G$  2 m/s pada waktu 0,1 detik
- Variasi  $J_L$  7 m/s dan  $J_G$  2 m/s pada waktu 0,2 detik
- Variasi  $J_L$  7 m/s dan  $J_G$  2 m/s pada waktu 0,3 detik

Pada Gambar 4.7 bagian a yaitu pada variasi  $J_L$  7 m/s dan  $J_G$  2 m/s pada pengambilan waktu pertama di 0,1 detik terlihat bahwa aliran dengan gelembung panjang pada sisi inlet terbentuk kemudian memutus menjadi gumpalan gelembung dengan bentuk panjang pada pertengahan aliran kemudian gelembung bermisah menjadi beberapa butiran gelembung bulat dan sebagian masih membentuk gumpalan gelembung lonjong kemudian pada gambar 4.8 bagian b yaitu pengambilan waktu kedua pada 0,2 detik terlihat bahwa gelembung panjang pada sisi inlet terlihat pemisahan gelembungnya kemudian memisah lagi menjadi butiran gelembung bulat juga namun gumpalan gelembung lonjong juga masih tetap terbentuk hingga ujung aliran. Lalu pada waktu 0,3 detik terlihat bahwa aliran yang terbentuk juga masi sama dimana gelembung panjang masih terbentuk dan hanya ada sedikit perubahan dimana gelembung bulat mulai berkurang terhadap waktu.