

## INTISARI

Aliran dua fase cair-gas banyak ditemui pada berbagai aplikasi industri antara lain proses produksi minyak dan gas di sumur, transportasi fluida menggunakan pipa, proses produksi dan transportasi uap pada pembangkit listrik, alat penukar kalor, proses pada industri kimia, proses pengolahan minyak, reaktor nuklir, sistem refrigrasi, dll. Perbedaan kecepatan antara dua fluida yang mengalir tersebut akan menghasilkan pola aliran yang berbeda-beda, salah satunya adalah pola aliran *slug*. Aliran *slug* merupakan salah satu jenis aliran dua fase yang mendapat perhatian lebih karena memiliki beberapa karakteristik yang unik. Salah satunya adalah besarnya fluktuasi tekanan lokal serta tingginya variasi kecepatan cairan dan gas. Kehadiran aliran *slug* perlu dihindari karena dapat menyebabkan kerusakan struktur akibat resonansi, korosi, dan pipa pecah. Untuk itu perlu dilakukan penelitian lebih dalam mengenai aliran *slug*.

Penelitian ini dilakukan pada pipa akrilik transparan horizontal berdiameter 50 mm dan 26 mm dengan variasi kecepatan superfisial air antara 0,2 m/s sampai 0,77 m/s dan kecepatan superfisial udara antara 0,31 m/s sampai 6 m/s. Aliran *slug* diamati menggunakan *high speed video camera* dan diekstrak menjadi potongan-potongan gambar. Metode visualisasi digunakan untuk mengetahui karakteristik visual dan frekuensi *slug* pada tiap-tiap *sub-regime* aliran *slug*. Selain itu digunakan juga metode CECM untuk mengetahui nilai *slug liquid hold-up*. Data *slug liquid hold-up* digunakan sebagai pendukung analisis visual.

Hasil pengamatan secara visual menunjukkan bahwa aliran *slug* dapat dibagi menjadi empat *sub-regime*, yaitu: aliran *less aerated slug*, aliran *slug and plug*, aliran *highly aerated slug*, dan aliran *slug and wavy*. Pola aliran *less aerated slug* merupakan pola aliran dengan sedikit gelembung pada fase cair *slug*. Pola aliran *slug and plug* ditandai dengan munculnya *slug* dan *plug* pada waktu yang berselang. Pola aliran ini merupakan transisi antara aliran *plug* dan *slug*. Pola aliran *highly aerated slug* adalah pola aliran yang menunjukkan aerasi secara terus menerus pada cairan *slug*. Pada aliran ini juga terlihat bahwa *dispersed bubble* membentuk lapisan tipis pada daerah *slug tail* di bagian atas pipa. Pola aliran *slug and wavy* adalah pola aliran *highly aerated slug* yang batas antarmukanya bergelombang. Secara umum, peta *sub-regime* aliran *slug* untuk kedua ukuran pipa terlihat sama. Namun, pembentukan *slug* untuk kecepatan superfisial air yang sama pada pipa berdiameter 26 mm membutuhkan kecepatan superfisial udara yang lebih tinggi dibanding pipa berdiameter 50 mm. Karakteristik *slug liquid hold-up* menunjukkan kesesuaian dengan hasil pengamatan visual.

**Kata kunci :** Aliran dua fase, air-udara, aliran *slug*, visualisasi, *liquid hold-up*, frekuensi *slug*, peta pola aliran, *sub-regime*.

## ABSTRACT

Two-phase flow of liquid-gas are commonly found in various industrial applications such as in the production of oil and gas wells, fluid transportation using pipelines, production processes and steam transportation at power plants, heat exchangers, processes at chemical industries, oil processings, nuclear reactors, refrigeration systems, etc. The velocity difference between the two flowing fluids produces different flow patterns, one of which is a slug flow. Slug flow is one type of two-phase flow that gets more attention because of its unique characteristics. One of them is high fluctuation of local pressure and variation in velocity of the liquid and gas. The presence of slug flow should be avoided as it causes structural damage due to resonance, corrosion and pipes blast. Therefore, various researches need to be conducted to deepen the study of slug flows.

This research is conducted using horizontal transparent acrylic pipes with diameters of 50 mm and 26 mm with a variation on the superficial velocity of water between 0,2 m/s and 0,77 m/s and superficial velocity of air between 0,31 m/s and 6 m/s. The slug flow is observed using a high speed video camera and extracted into pieces of image. Visualization method is used to determine the visual characteristics and slug frequency in each slug flow sub-regime. In addition, CECM method is also used to determine the magnitude of slug liquid hold-up. It is then used to strengthen the visual analysis.

The result of the visual observation indicates that the slug flow can be divided into four flow sub-regimes, namely: less aerated slug flow, slug and plug flow, highly aerated slug flow and slug and wavy flow. Less aerated slug flow is a pattern of flow with less number of bubbles in the liquid slug phase. Slug and plug flow is characterized by the intermittent appearance of slug and plug. This flow pattern is a transition between plug flow and slug flow. Highly aerated slug flow is a pattern that shows continuous aeration of liquid slugs. In this flow, a thin film of dispersed bubble is observed in the liquid slug tail at the top of the pipe. Slug and wavy flow is a highly aerated slug flow with wavy interface. In general, the maps of slug flow sub-regimes for both pipes look the same. However, the formation of slug for the same superficial velocity of water in the pipe with diameter of 26 mm requires higher superficial velocity of air than that in the pipe with diameter of 50 mm. Characteristics of slug liquid hold-up demonstrate the suitability with the visual observation.

**Keywords:** Two-phase flow, water-air, slug flow, visualization, liquid hold-up, slug frequency, flow pattern map, sub-regime.