

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Penelitian ini memberikan gambaran mengenai pengaruh variasi volume fraksi partikel terhadap laju erosi, identifikasi area kritis pada dinding pipa dua *elbow* yang paling rentan terhadap keausan, serta efektivitas modifikasi geometri *elbow* dalam mengurangi dampak erosi. Dari hasil analisis tersebut, dapat dirumuskan sejumlah kesimpulan utama yang menjadi dasar dalam peningkatan desain dan keandalan sistem perpipaan.

1. Aliran dua fasa cair – padat pada konfigurasi pipa dua *elbow* yang disusun secara seri dapat menyebabkan peningkatan laju erosi akibat perubahan arah aliran yang menimbulkan percepatan mendadak dan hantaman partikel yang terbawa oleh aliran fluida pada dinding *elbow* berdasarkan simulasi numerik CFD – DPM.
2. Intensitas laju erosi meningkat signifikan seiring meningkatnya volume fraksi. Hasil simulasi laju erosi pada volume fraksi partikel 5% adalah $3,833 \times 10^{-4} \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}$, volume fraksi partikel 7% adalah $5,366 \times 10^{-4} \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}$ dan volume fraksi 9% $6,899 \times 10^{-4} \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}$.
3. Desain *elbow* alternatif dengan modifikasi pada radius kelengkungan dan sudut tikungan terbukti efektif dalam mengurangi percepatan mendadak aliran fluida saat melewati *elbow* dengan penurunan laju erosi sebesar 98,07%. Laju erosi maksimum menjadi $1,33 \times 10^{-5} \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}$, berdasarkan hasil simulasi ulang CFD – DPM dengan volume fraksi partikel 9%.

5.2. Saran

Saran-saran ini disusun sebagai bentuk evaluasi terhadap keterbatasan studi, potensi pengembangan metode, serta peluang optimalisasi desain pipa dua *elbow* agar lebih tahan terhadap kerusakan akibat erosi. Diharapkan saran ini dapat menjadi acuan bagi peneliti selanjutnya maupun praktisi dalam bidang perancangan desain pipa untuk transportasi fluida dua fasa.

1. Disarankan agar penelitian selanjutnya menggunakan simulasi dalam waktu nyata (*transient*) agar dapat menangkap perubahan kecepatan, arah, dan distribusi partikel dari waktu ke waktu secara lebih akurat.
2. Menambahkan parameter variasi material seperti baja tahan karat, atau material komposit, agar dapat diketahui sejauh mana ketahanan masing-masing material terhadap laju erosi yang disebabkan oleh aliran dua fasa.
3. Untuk memperluas wawasan desain, disarankan agar penelitian selanjutnya mengeksplorasi berbagai variasi bentuk dan ukuran *elbow*, seperti *elbow* dengan sudut 60° , 45° , *elbow* beradius besar, atau bahkan penggunaan *pipe bend gradual*. Analisis perbandingan dari berbagai bentuk ini akan membantu dalam menemukan desain paling efisien untuk meminimalisasi laju erosi dan memperlancar distribusi aliran.
4. Mempertimbangkan pengaruh kekasaran permukaan dinding pipa terhadap karakteristik aliran dan laju erosi.