

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data pada sistem *pump-valve* terhadap fenomena *water hammer*, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Waktu penutupan *valve* memiliki pengaruh yang signifikan terhadap besarnya tekanan *water hammer*. Semakin cepat *valve* ditutup, tekanan puncak yang dihasilkan semakin tinggi. Contoh pada debit 38,67 waktu penutupan 1 detik, tekanan puncak tercatat mencapai 1,61 bar, sedangkan pada waktu penutupan 1,5 detik dan 2 detik tekanan menurun menjadi 1,31 bar dan 1,13 bar. Didapatkan *p-value* sebesar $4,36 \times 10^{-7}$ dengan koefisien negatif -0,2697 yang menandakan pengaruh signifikan terhadap *water hammer* dengan nilai negatif atau semakin kecil nilainya maka semakin signifikan pengaruhnya.
2. Debit aliran berbanding lurus dengan besarnya tekanan *water hammer*. Debit yang lebih besar menghasilkan kecepatan aliran dan energi kinetik fluida yang lebih tinggi, sehingga ketika *valve* tertutup, tekanan yang dihasilkan juga meningkat. Pada debit 38,67 L/min, tekanan maksimum eksperimental mencapai 1,61 bar, sedangkan pada debit 33,26 L/min dan 26,61 L/min, tekanan puncak masing-masing menurun menjadi 1,34 bar dan 1,04 bar. Dengan *p-value* sebesar $2,85 \times 10^{-5}$ dengan koefisien positif sebesar 0,0198, menandakan pengaruh yang signifikan tapi masih kurang dari waktu penutupan *valve* namun bernilai positif atau jika nilainya semakin besar maka pengaruhnya akan lebih signifikan.
3. Nilai *head* efektif menunjukkan hubungan yang searah namun kurang signifikan terhadap besarnya tekanan *water hammer* dengan nilai *p-value* sebesar 0,1206 yang jauh dari kedua variabel sebelumnya. Peningkatan *head* efektif yang diperoleh dari penjumlahan *head* statis dan *head* dinamis menyebabkan peningkatan tekanan total sistem. Secara teoritis (penutupan instan) debit tertinggi 38,67 L/min, *head* efektif mencapai 8,7836 m dengan tekanan puncak sebesar 5,861 bar, sedangkan pada debit terendah 26,61 L/min, *head* efektif hanya 7,8606 m dengan tekanan sebesar 4,046 bar.

5.2 Saran

Untuk pengembangan penelitian dan penyempurnaan sistem *pump-valve* pada penelitian selanjutnya, disarankan hal-hal sebagai berikut:

1. Mengembangkan hasil head efektif untuk menentukan nilai kavitasi yang lebih spesifik.
2. Menggunakan jenis pompa dengan kapasitas dan efisiensi lebih tinggi agar tekanan awal sistem lebih stabil dan lebih terukur.
3. Menambahkan perangkat pengatur kecepatan motor pompa (*inverter* atau VFD) untuk menjaga kestabilan debit dan meminimalkan fluktuasi tekanan pada sistem.
4. Menambahkan aktuator berbasis Arduino atau PLC agar variasi waktu penutupan *valve* dapat diatur digital secara konstan tanpa pengaruh operator.
5. Menggunakan pipa PVC dengan kelas tekanan lebih tinggi (misalnya HDPE PN10 ke atas) untuk menahan tekanan yang lebih besar.
6. Mengganti sistem sambungan pipa dari lem PVC biasa ke sistem *threaded joint* atau *compression fitting* untuk mencegah kebocoran.
7. Mendesain ulang tata letak sistem perpipaan agar meminimalkan jumlah belokan (*elbow*) yang berpotensi menambah kehilangan tekanan minor.