

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Penelitian ini membuat sistem kontrol semi aktif yang terdiri dari sistem massa tetap posisi berubah dan sistem massa berubah posisi tetap. Kedua sistem ini dilengkapi sistem torsi pegas dengan mekanisme orientasi kecepatan rendah menggunakan teknik pemberian momen tambahan.

Momen tambahan diperoleh dengan memindahkan posisi massa pada sebuah *ballscrew* yang diputar oleh motor stepper. Posisi massa tambahan yaitu r (m) dari titik keseimbangan *platform* yaitu 0,2 m dan 0,1 m. Rasio massa tambahan m_t dengan berat *platform* 30% atau 1,9 kg dan $k_t = 6,9$ Nm/rad. Hasil pengujian tanpa gangguan eksternal menunjukkan bahwa kemiringan maksimum sistem adalah $25,40^\circ$ saat mengarah ke timur, $25,80^\circ$ saat mengarah ke barat. Sedangkan, sudut kemiringan maksimum dari hasil simulasi adalah $27,44^\circ$, untuk $k_t = 6,9$ Nm/rad. Selisih antara hasil eksperimen dan simulasi adalah $\leq 10\%$ atau 5,67%.

Berdasarkan hasil simulasi, kecepatan perpindahan massa tambahan merupakan faktor utama terjadinya osilasi. Pada umumnya gangguan eksternal hanya berpengaruh pada maksimum *overshoot*, bukan pada *steady state*. *Overshoot* maksimum pada kondisi gangguan eksternal terjadi tidak selalu pada puncak awal osilasi. Orientasi *platform* panel surya pada kondisi *steady state* tidak terpengaruh oleh gangguan eksternal. Hasil pengujian pada *platform* panel surya menggambarkan peningkatan daya keluaran cukup besar dibandingkan sistem tanpa kendali orientasi yaitu sebesar 25,53%. Di sisi lain, jumlah konsumsi energi pada motor stepper sebagai aktuator adalah 0,23 Wh atau 0,11%.

Massa berubah diperoleh dengan memindahkan air dari penampung 1 ke penampung 2 di sisi kiri dan kanan *platform* panel surya menggunakan motor DC sebagai pompa air dan *solenoid valve* sebagai pengatur arah aliran. Untuk rasio Δm terhadap berat *platform* = 8,85% dan $k_t = 10,45$ Nm/rad. Hasil pengujian tanpa gangguan eksternal menunjukkan bahwa

kemiringan maksimum sistem adalah $20,74^0$ saat mengarah ke timur, dan $20,76^0$ saat mengarah ke barat. Sedangkan kemiringan maksimum hasil simulasi adalah $18,62^0$, untuk $k_{\tau} = 10,45$ Nm/rad. Selisih antara hasil eksperimen dan simulasi adalah $\leq 10\%$ atau $8,9\%$.

Berdasarkan hasil simulasi, perubahan aliran air merupakan faktor utama terjadinya osilasi, sedangkan Δm tidak berpengaruh nyata terhadap terjadinya osilasi. Pada umumnya gangguan eksternal hanya mempengaruhi maksimum *overshoot*, bukan pada *steady state*. Sistem yang lebih ringan lebih mudah tereksitasi. Hal ini, ditunjukkan oleh nilai *overshoot* yang lebih besar pada saat terjadi gangguan eksternal. Hasil pengujian pada *platform* panel surya, peningkatan daya keluaran cukup besar dibandingkan sistem tanpa kendali orientasi pada periode pengukuran yaitu sebesar $21,56\%$. Di sisi lain, konsumsi energi pada pompa air sebagai aktuator selama masa operasi adalah $1,78$ Wh atau $0,79\%$.

Hasil simulasi dan pengujian menunjukkan bahwa kendali orientasi berbasis sistem kendali semi aktif pada dua mekanisme yang ditawarkan memiliki kinerja meyakinkan. Hal ini dapat dilihat dari respon sistem dan orientasi serta konsumsi energi selama periode pengukuran.

5.2. Saran

Pengendalian orientasi *platform* ini dapat dikembangkan sebagai penelitian lanjutan, yaitu pengendalian orientasi kecepatan rendah pada *platform multiaxis* menggunakan dua mekanisme yang ditawarkan pada riset ini. Pemanfaatan redaman variabel juga dapat dilakukan pada sistem kendali orientasi ini. Variabel redaman dapat diperoleh dengan menggunakan *magnetorheological damper* yang dikendalikan oleh medan magnet. Penelitian lanjutan juga dapat dilakukan pada konteks studi ekonomis sistem pengendalian orientasi *platform* dan studi optimasi dua parameter penting yaitu energi yang dihasilkan panel surya dibandingkan energi yang digunakan aktuator menjadi kajian menarik berikutnya. Perlu menjadi pertimbangan untuk penelitian lanjutan bahwa ddalam penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan dalam

implementasi di lapangan yaitu, hanya berfungsi pada siang hari, saat radiasi matahari tersedia, alat sebaiknya ditempatkan di daerah terbuka yang terkena radiasi matahari langsung.

