

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Operasi Multi-Pompa Meningkatkan Pemanfaatan Daya Surya

Sistem berhasil mengoperasikan pompa secara bertahap sesuai ketersediaan daya PLTS.

- a. Satu pompa: membutuhkan daya surya minimum ± 203 W, dengan debit rata-rata 0,66 L/menit dan kenaikan ketinggian tandon atas sekitar 0,2 cm dalam ± 44 menit.
- b. Dua pompa: daya meningkat pada kisaran 208,9–309,8 W (rata-rata 242 W), dengan arus rata-rata 19,45 A, tegangan rata-rata 12,42 V, debit rata-rata 13,2 L/menit, serta volume air yang berhasil dipompa ± 412 liter dalam ± 34 menit.
- c. Tiga pompa: menyerap daya rata-rata 227,5 W dengan puncak 329 W, arus rata-rata 22,9 A, tegangan rata-rata 10,3 V, debit rata-rata 19,3 L/menit (maksimum 26,9 L/menit), dan volume air yang berhasil dipindahkan ± 420 liter dalam ± 24 menit.

Penambahan jumlah pompa terbukti meningkatkan debit dan mempercepat pemindahan volume air ke tandon atas, sehingga energi surya berlebih dapat tersimpan lebih efektif. Namun, untuk operasi tiga pompa penuh dibutuhkan kapasitas panel lebih besar (± 450 –500 W), karena pada pengujian kapasitas panel membatasi daya maksimum yang terserap.

2. Kinerja Turbin-Generator Seri vs Paralel

Konfigurasi paralel menunjukkan performa lebih baik dengan debit rata-rata 22,95 LPM, energi listrik 4,884 Wh, dan efisiensi 95,83%. Sebaliknya, konfigurasi seri menghasilkan debit rata-rata 15,27 LPM, energi listrik 3,25 Wh, dan efisiensi 63,98%. Performa paralel lebih unggul karena setiap turbin menerima head penuh, sedangkan pada seri head terbagi sehingga daya lebih rendah akibat rugi-rugi. Dengan demikian, konfigurasi paralel lebih optimal dalam memanfaatkan energi air yang tersimpan.

3. Pencapaian Tujuan dan Potensi Sistem

Sistem *PHS* berbasis PLTS dengan pengaturan multi-pompa dan turbin ganda telah mencapai tujuan penelitian. Prototipe ini terbukti mampu menyimpan kelebihan energi surya dalam bentuk energi potensial air, lalu mengonversinya kembali menjadi listrik secara efektif. Integrasi multi-pompa memungkinkan penyesuaian beban *real-time* terhadap fluktuasi daya PV, sementara konfigurasi turbin paralel memaksimalkan ekstraksi energi saat fase generasi. Hal ini menunjukkan potensi penerapan sistem *PHS* skala kecil untuk meningkatkan pemanfaatan energi terbarukan, menjaga suplai listrik lebih stabil, serta mengurangi ketergantungan pada baterai konvensional.

5.2 Saran

Agar penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut, maka diajukan beberapa saran sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan pengambilan data dalam periode yang lebih panjang dengan variasi kondisi cuaca untuk memperoleh gambaran performa sistem *PHS* yang lebih komprehensif.
2. Sistem dapat ditingkatkan dengan menambahkan algoritma kontrol otomatis berbasis daya PV estimasi dan level air, sehingga operasi pompa dan katup dapat berjalan lebih adaptif tanpa perlu banyak intervensi manual.
3. Kinerja turbin-generator hanya dapat optimal jika debit aliran (*flowrate*) yang tersedia cukup tinggi serta ketinggian (*head*) dan volume air pada reservoir atas memadai. Oleh karena itu, pada pengembangan lanjutan perlu diperhatikan aspek desain hidrolis agar daya yang dihasilkan cukup untuk menyalakan beban nyata.