

BAB V

KESIMPULAN, IMPLIKASI DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berlandaskan pada hasil pengolahan data dan interpretasi yang telah dikemukakan, penelitian ini mengemukakan simpulan sebagai berikut

1. Berdasarkan analisis profil beban harian, konsumsi listrik terendah terjadi pada pukul 01.00–07.00 dengan rata-rata 560 kWh dan dikategorikan sebagai *off-peak*. Pada pukul 08.00–11.00, konsumsi meningkat hingga 816 kWh, masuk kategori *mid-peak*. Puncak konsumsi tercatat pada pukul 12.00–15.00, menandai periode *peak load* harian.
2. Hasil simulasi melalui algoritma *bee colony* didapat tarif dinamis pada *peak* sebesar Rp 2867, 54/kWh, pada *mid* sebesar Rp 2690, 14/kWh, dan pada *off peak* yaitu Rp 2298, 48/kWh.
3. Setelah penerapan tarif dinamis, terjadi *penurunan konsumsi sebesar 50%* pada kategori *peak* dan *middle*, serta *kenaikan 47%* pada kategori *off-peak*. Hal ini menunjukkan bahwa strategi TOU berhasil mengalihkan beban dari jam sibuk ke waktu tarif rendah, menciptakan pola konsumsi yang lebih merata sepanjang hari.
4. Nilai elastisitas menunjukkan respons berbeda pada tiap periode: $-0,51$ pada *peak* (tidak elastis), $-0,58$ pada *medium* (cukup responsif), dan $-0,80$ pada *off-peak* (paling elastis). Artinya, konsumen lebih responsif terhadap tarif murah pada jam beban rendah.

5. Skema TOU berhasil menurunkan konsumsi pada semua kategori waktu: *off-peak* turun 47% (dari 560 kWh ke 280 kWh), *middle* turun 50% (816 kWh ke 408 kWh), dan *peak* juga turun 50% (880 kWh ke 440 kWh). Hasil ini menunjukkan efektivitas TOU dalam mengubah pola konsumsi listrik secara efisien.

5.2 Implikasi Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan kebijakan tarif dinamis berbasis waktu, yaitu *Time of use (TOU)* mampu mengubah pola konsumsi listrik secara signifikan. Konsumen merespons secara rasional terhadap sinyal harga, yang terlihat dari terjadinya *load shifting* sebesar 46–50% dari jam puncak ke jam non-puncak. Selain itu, nilai elastisitas tarif yang negatif pada semua kategori waktu (*peak*, *medium*, dan *off-peak*) menegaskan bahwa kenaikan tarif mendorong konsumen untuk menurunkan konsumsi, sehingga kebijakan TOU efektif sebagai alat pengendali beban puncak dalam sistem tenaga listrik.

Di sisi lain, penerapan Algoritma *Artificial Bee colony (ABC)* dalam optimasi sistem menunjukkan performa konvergensi yang cepat dan stabil, dengan nilai *fitness* terbaik tercapai dalam kurang dari 60 iterasi. Ini memberikan bukti bahwa metode metaheuristik seperti ABC sangat potensial untuk digunakan dalam menyelesaikan persoalan optimasi pada sistem kelistrikan, seperti penentuan ukuran kompensator daya reaktif, penjadwalan beban, hingga pengaturan pengoperasian pembangkit secara efisien.

Implikasi praktis dari keseluruhan hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi antara kebijakan tarif dinamis dan pendekatan algoritma optimasi cerdas dapat

dijadikan strategi terpadu dalam manajemen energi modern. Di tingkat teknis, strategi ini memungkinkan operator sistem tenaga untuk menurunkan kebutuhan pembangkit cadangan, mengurangi biaya operasional harian, serta memperpanjang umur infrastruktur kelistrikan melalui perataan beban. Di tingkat kebijakan, hasil ini mendukung perlunya penerapan regulasi tarif listrik berbasis waktu (*Time of Use/TOU*) yang dikombinasikan dengan edukasi konsumen serta pengembangan infrastruktur pendukung seperti *smart meter*, sistem kontrol otomatis, dan jaringan distribusi pintar (*smart grid*).

Bagi sektor industri, implementasi skema tarif dinamis yang dioptimalkan dengan algoritma cerdas memberikan peluang efisiensi operasional melalui pengaturan jadwal produksi berdasarkan tarif listrik yang lebih rendah. Hal ini berdampak langsung pada penurunan biaya energi dan peningkatan daya saing produk. Selain itu, pengurangan konsumsi pada jam puncak juga dapat menghindarkan industri dari sanksi akibat melebihi kapasitas kontrak daya (*contracted demand limit*).

Sementara itu, bagi rumah tangga, strategi ini dapat mendorong kebiasaan konsumsi energi yang lebih cerdas dan hemat biaya. Pengguna dapat diarahkan untuk mengoperasikan peralatan berdaya tinggi seperti mesin cuci, AC, atau pemanas air pada waktu *off-peak*, sehingga tagihan listrik dapat ditekan secara signifikan. Efisiensi ini akan semakin optimal jika disertai dengan perangkat otomatisasi rumah tangga (*smart home*) yang dapat menyesuaikan operasional perangkat berdasarkan informasi tarif yang berubah-ubah sepanjang hari.

Secara keseluruhan, penerapan strategi ini membuka jalan bagi ekosistem kelistrikan yang lebih adaptif, efisien, dan berkelanjutan, baik dari sisi penyedia maupun pengguna energi.

Secara akademik, penelitian ini memperkaya literatur di bidang optimasi energi, manajemen beban, dan pemanfaatan algoritma cerdas dalam sistem kelistrikan. Penelitian ini juga membuka peluang pengembangan lanjutan, seperti integrasi dengan teknologi *Internet of Things (IoT)* dan *machine learning* dalam sistem pengelolaan energi yang adaptif dan berkelanjutan.

5.3 Saran

Berdasarkan temuan dan hasil analisis yang diperoleh dari penelitian ini, terdapat beberapa saran yang dijukan guna mendukung optimalisasi implementasi skema tarif dinamis, khususnya *time of use (TOU)*, yaitu

- 1) Skema TOU terbukti efektif dalam menggeser konsumsi listrik dari jam puncak ke jam non-puncak, sehingga disarankan untuk memperluas implementasinya ke berbagai segmen pelanggan, termasuk sektor komersial dan industri.
- 2) Perlu dilakukan sosialisasi dan edukasi yang lebih intensif kepada pelanggan agar mereka memahami manfaat serta cara merespons sinyal harga melalui perubahan perilaku konsumsi listrik.
- 3) Diperlukan percepatan penyediaan teknologi pendukung seperti *smart meter* untuk memantau dan mengelola konsumsi energi secara *real-time*.
- 4) Penelitian ini masih belum sempurna dan memiliki keterbatasan, terutama dalam cakupan data konsumsi aktual yang hanya mencakup profil beban harian serta

penggunaan algoritma versi standar tanpa integrasi metode prediksi atau pengolahan multi-objektif. Oleh karena itu, disarankan agar penelitian selanjutnya mengembangkan pendekatan yang lebih komprehensif, seperti penerapan *Hybrid ABC* atau metode optimasi multi-objektif, serta memperluas data simulasi mencakup periode mingguan atau musiman agar hasilnya lebih representatif dan aplikatif secara sistem tenaga listrik nyata.

