

1. Pendahuluan

Kebutuhan dalam penggunaan listrik rumah tangga telah meningkat. Dengan semakin bertambahnya jumlah pengguna listrik di Indonesia yang tercatat oleh PLN pada periode September 2020 sebesar 446,757 pelanggan rumah tangga, dibarengi dengan munculnya pandemi virus covid-19 yang secara tidak langsung telah meningkatkan angka konsumsi listrik rumah tangga sebesar 5,46% secara nasional [1], [2].

Penghematan energi listrik adalah hal krusial yang harus dilakukan oleh masyarakat baik dari tujuan ekonomi maupun tujuan penghematan sumber daya alam. Sebagian besar cara penghematan listrik yang diterapkan di Indonesia masih dilakukan dengan cara manual, seperti ajakan untuk mematikan lampu rumah pada siang hari, mematikan alat elektronik jika tidak diperlukan dan sebagainya [3]–[5]. Beberapa kasus sering terjadi ketika pengguna meninggalkan peralatan elektronik menyala tanpa digunakan atau tertinggal tidur hingga pagi yang menyebabkan terbuangnya listrik secara sia-sia. Padahal penggunaan listrik pada jam malam berpengaruh terhadap 10 - 30% dari total rata-rata pemakaian bulanan pada sektor rumah tangga [4]. Oleh karena itu sebuah sistem yang dapat menghentikan pemakaian sia-sia tersebut sangatlah dibutuhkan.

Penelitian dalam langkah penghematan listrik telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya dengan konsep mematikan alat elektronik ketika tidak secara efektif digunakan. Beberapa penelitian menggunakan metode pendeteksian keberadaan pengguna untuk menjadi indikator pemicunya. Peneliti menggunakan gabungan dari beberapa sensor seperti infrared dan counter untuk mendeteksi dan menjadi pemicu langkah penghematan konsumsi listrik berdasarkan keberadaan pengguna di dalam suatu ruangan [5], [6]. Pada penelitian ini penulis menggunakan konsep yang sama seperti penelitian sebelumnya dengan tambahan pada inovasi purwarupa yang tidak hanya menggunakan pendeteksian keberadaan wajah pengguna, melainkan menggunakan parameter tambahan yaitu **status kesadaran pengguna**. Hal ini yang akan menjadi fokus pengembangan penelitian.

Pengestimasi kondisi kesadaran seseorang dalam ranah penghematan listrik masih jarang digunakan. Walaupun pada penerapan metodenya telah banyak dilakukan dengan memanfaatkan teknologi *wearable* yang biasanya disebut *Polysomnography* (PSG) dan *vision-based* yaitu *Videosomnography* (VSG). Terdapat metode turunan dari metode *sleep assessment* pada *Videosomnography* yang berfokus pada klasifikasi kondisi mengantuk dan tertidur pengguna yaitu ***Drowsiness Detection***. *Drowsiness detection* akan melakukan fitur ekstraksi tengara wajah sebagai parameter untuk mengestimasi kondisi terjaga, mengantuk atau tertidurnya pengguna. Biasanya metode ini diterapkan pada pendeteksian kondisi kantuk pengemudi secara *real-time* ketika berkendara di jalan [7]–[9].

Penggunaan metode PSG bersifat *intrusive*, rumit dalam pemasangannya, dan tidak nyaman digunakan dalam pemakaian secara konvensional setingkat rumah tangga [10]. Dipilihlah metode *drowsiness detection* yang berada di ranah *Videosomnography* untuk diadaptasi pada sebuah purwarupa sistem penghematan listrik dengan kelebihanannya yaitu pada kemudahan penerapan dan pemakaiannya [11]. Pada penelitian ini, HOG dan SVM akan diimplementasikan menggunakan python *package* bernama *dlib* pada purwarupa sebagai fungsi estimasi status kesadaran pengguna yang akan menjadi pemicu dimulainya langkah penghematan listrik pada peralatan elektronik yang telah diintegrasikan terhadap purwarupa.

Tujuan yang akan dicapai dari penelitian ini adalah menghasilkan, menerapkan dan mengukur kinerja sistem pendeteksi tidur dengan metode *Histogram of Oriented Gradients* (HOG) dan *Support Vector Machine* (SVM) pada sebuah purwarupa penghematan listrik rumah tangga. Sistem akan dievaluasi dan diukur performanya berdasarkan metrik-metrik pengukuran model dan kWh daya dalam konsumsi listrik peralatan elektronik yang telah diintegrasikan.

Tabel 1. Keterkaitan tujuan, pengujian dan kesimpulan

No	Tujuan	Pengujian	Kesimpulan
1	Merancang model pendeteksi tidur yang dapat mengestimasi status kondisi pengguna secara <i>real time</i>	Model diuji pada dataset dan diukur performansinya menggunakan metrik pengukuran Mean Average Error (MAE) dan <i>Inference Speed</i>	Model dapat mendeteksi tengara wajah pengguna dengan perbedaan rata-rata prediksi terhadap <i>ground truth</i> sebesar 9.6% dengan kecepatan <i>inference</i> 165 gambar/detik pada dataset training dan 344 gambar/detik pada dataset testing.

2	Mengimplementasikan model terhadap purwarupa penghematan listrik sehingga dapat mematikan alat elektronik secara otomatis	Uji coba model dan algoritma secara langsung pada empat buah kondisi dunia nyata dan menyajikannya pada metriks pengukuran <i>confusion matrix</i>	Sistem dapat memprediksi dan mengklasifikasikan kondisi pengguna di dunia nyata dengan akurasi 90%
3	Mengukur unjuk kerja sistem secara keseluruhan terhadap perubahan konsumsi daya listrik	Konsumsi daya akan dihitung dalam satuan kWh menggunakan	Terdapat penurunan konsumsi daya sebelum dan sesudah diterapkannya purwarupa pada penggunaan alat elektronik
	sebelum dan sesudah diimplementasikannya sistem	Stop Kontak Power Meter	sebesar 80% pada pemakaian listrik yang biasanya terbuang sia-sia.

Agar penelitian lebih terfokus dan tidak meluas dari tujuan penelitian yang penulis harapkan, maka penelitian ini membatasi ruang lingkup penelitian berdasarkan poin-poin berikut:

1. Perangkat komputasi yang digunakan pada purwarupa adalah Raspberry Pi 3 Model B.
2. Kamera yang digunakan memiliki resolusi 720 pixel dengan sudut penglihatan 55°.
3. Intensitas pencahayaan pada ruangan uji coba sebesar 90 sampai 120 lux.
4. Jarak penggunaan antara kamera purwarupa dengan pengguna adalah 0,5 sampai 2 meter.
5. Pose subjek penelitian ketika terjaga atau tertidur adalah duduk.
6. Pose kepala subjek penelitian ketika terjaga atau tertidur adalah menghadap kamera, miring kiri, miring kanan, menunduk dan mendongak.
7. Peralatan elektronik yang diintegrasikan pada eksperimen penelitian hanya sebatas tiga buah peralatan elektronik konvensional rumah tangga. Pada penelitian ini digunakan televisi dengan kontrol infrared, lampu dan kipas angin dengan kontrol tombol/saklar.
8. Jumlah objek wajah yang termuat di dalam citra masukan berjumlah satu.
9. Tidak ada objek yang menyerupai wajah pada latar belakang tempat uji coba penelitian.