

Implementasi *Low Power* pada Sistem Notifikasi Kantuk pada Pengemudi menggunakan *Finite-State Machine* berbasis Arduino

Muhammad Irvine Fidellio Maiza¹, Agung Setia Budi², Dahnial Syaury³

Program Studi Teknik Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: ¹irvin.maiza21@gmail.com, ²agungsetiabudi@ub.ac.id, ³dahnial87@ub.ac.id

Abstrak

Setiap tahun, tingkat kematian yang disebabkan oleh kecelakaan lalu lintas meningkat tajam. Salah satu penyebab terbesar terjadinya kecelakaan lalu lintas adalah kantuk yang dialami oleh pengemudi kendaraan. Oleh karena itu peneliti tertarik untuk mengembangkan sistem deteksi kantuk menggunakan daya yang rendah dengan harapan dapat mengurangi tingkat kecelakaan lalu lintas yang disebabkan oleh kantuk. Sistem dirancang menggunakan sensor Infrared FC-51 yang disematkan dikacamata sebagai deteksi posisi kelopak mata pada pengemudi. Sistem dibuat dengan threshold parameter yang dapat dikonfigurasi ulang seperti durasi kelopak mata tertutup. Sistem ini juga dibuat dengan menggunakan algoritma finite-state machine yang dimana algoritma ini akan membuat beberapa state dengan mode operasional yang berbeda-beda. Salah satu state tersebut ialah state Low Power On sebagai cara untuk penghematan daya. Hal ini diperlukan karena sistem akan bekerja secara terus menerus. Pada state Low Power On, metode yang digunakan untuk menghemat penggunaan daya adalah membuat modul SIM 800L memasuki sleep mode dengan memperlambat clock yang digunakan. Sistem akan mengirimkan notifikasi berupa buzzer serta pesan SMS berisi koordinat pengemudi kepada kerabat ketika terdeteksi kantuk. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan disimpulkan sistem dapat menjalankan setiap fungsionalitasnya dan berhasil mengurangi penggunaan konsumsi arus sebesar 30% ketika dalam state Low Power On.

Kata kunci: Arduino UNO, Deteksi Kantuk, Rendah Energi, Infrared FC-51

Abstract

Every year, the death rate caused by traffic accidents increases sharply. One of the biggest causes of traffic accidents is drowsiness experienced by vehicle drivers. Therefore, researchers are interested in developing a drowsiness detection system using low power in the hope of reducing the rate of traffic accidents caused by drowsiness. The system is designed using the FC-51 Infrared sensor embedded in the glasses as a detection of the driver's eyelid position. The system is built with a threshold parameter that can be reconfigured such as the duration of closed eyelids. This system is also built using a finite-state machine algorithm, where this algorithm will create several states with different operational modes. One of these states is the Low Power On state to save power. This is necessary because the system will work continuously. In the Low Power On state, the method used to save power usage is to make the 800L SIM module enter sleep mode by slowing down the clock its used. The system will send a notification in the form of a buzzer and an SMS message containing the driver's coordinates to relatives when sleepiness is detected. From the results of the tests that have been carried out, it is concluded that the system can carry out each of its functionalities and succeeded in reducing the use of current consumption by 30% when in the Low Power On state.

Keywords: Arduino UNO, Drowsiness Detection, Low Power, Infrared FC-51

1. PENDAHULUAN

Peristiwa kecelakaan pada lalu lintas didefinisikan ketika sebuah kendaraan bermotor bertabrakan dengan objek lain yang

menimbulkan kerusakan (Dwi, 2017). Menurut (Setyowati et al., 2018) didapatkan data dari World Health Organisation terdapat 1,25 juta orang meninggal serta 50 juta orang mengalami luka serius maupun cacat yang diakibatkan

kecelakaan lalu lintas. Berdasarkan data yang diunggah oleh Korlantas Polri, di Indonesia sendiri terdapat 215.492 kasus kecelakaan lalu lintas dan 50.416 meninggal dunia di sepanjang tahun 2018. Dari seluruh kecelakaan lalu lintas tersebut, faktor utama penyebabnya adalah human error. Menurut studi yang dilakukan American Automobile Association, sekitar 10% penyebab kecelakaan lalu lintas ialah kantuk pada pengemudi.

Perlunya konsentrasi yang tinggi ketika, sehingga mengemudi dalam jangka waktu yang lama dapat menimbulkan rasa lelah dan mengakibatkan pengemudi mengantuk. Mengemudi pada saat mengantuk berpotensi mengakibatkan pengemudi yang tertidur sehingga kehilangan kontrol kendaraan. Hal ini sangat berbahaya dan berpotensi dapat menyebabkan kecelakaan lalu lintas. Untuk mengurangi kecelakaan di jalan raya akibat tertidur, maka perlu adanya solusi seperti membangun sistem yang dapat mendeteksi kantuk pengemudi, tujuannya untuk segera memperingatkan pengemudi ketika sedang mengantuk.

Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan dalam mendeteksi kantuk pada pengemudi. Metode pertama adalah physiological measures, yang memonitor psikologis pengemudi seperti pergerakan otot, detak jantung, ataupun pergerakan retina (Sahayadhas, Sundaraj and Murugappan, 2012). Yang kedua adalah vehicle-base measures, yaitu dengan memonitor kendaraan seperti dengan tekanan pada pedal gas, pergerakan roda kemudi, ataupun mengukur kecepatan (Liu, Hosking dan Lenné, 2009). Yang terakhir ialah dengan memonitor pergerakan pengemudi, seperti menguap, kedipan mata, atau posisi kepala atau yang disebut behavioral measures. (Fan, Yin dan Sun, 2007).

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah behavioural measures yang dimana sistem akan mendeteksi pergerakan pengemudi yaitu durasi kedipan mata. Monitoring pada kelopak mata untuk deteksi kantuk, dipilih dibanding cara lainnya dikarenakan pada monitoring kelopak mata tidak memerlukan ekstraksi fitur pada wajah pengemudi seperti pada metode lainnya sehingga mengurangi kompleksitas penelitian. Kemudian, Behaviour measure dipilih dalam penelitian ini dikarenakan beberapa alasan salah satunya adalah metode ini yang paling mudah untuk dimonitor parameternya seperti ketika

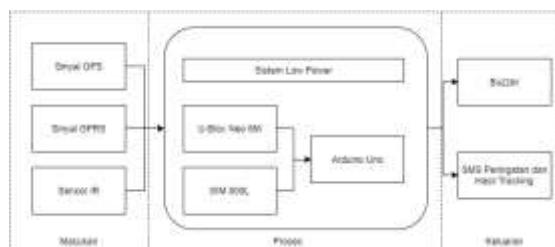
pengemudi mengantuk maka frekuensi mata berkedip akan lebih banyak dan kemungkinan mata tertutup saat ketika mengantuk akan lebih besar (Čolić, Aleksandar; Marques, Oge; Furht, Borko, 2014). Dari hal tersebut maka dibuatlah sistem deteksi kantuk menggunakan Infrared sensor.

Dalam penelitian ini, penulis memanfaatkan perangkat wearable yang dapat memonitor kondisi pengemudi, yaitu kacamata yang telah disematkan eye blink detection berbasis Sensor IR yang berfungsi untuk memonitor durasi kedipan mata penggunanya. Pada penelitian ini digunakan juga algoritma finite-state machine sistem yang akan berjalan dengan membagi tahapan proses kedalam state-state yang alurnya akan ditentukan berdasarkan data input yang diterima baik itu dari sensor-sensor yang ada maupun dari masukan pengguna yang artinya sistem ini akan tidak akan berhenti bekerja menjalani state-state yang ada sampai suplai listrik diputus. Pada penelitian ini juga disematkan metode low power pada SIM 800L dengan tujuan utama sebagai antisipasi penggunaan daya yang berlebihan. Kemudian dari permasalahan yang sudah dijabakan, maka dikembangkan suatu sistem notifikasi kantuk pada pengemudi menggunakan metode hemat daya pada SIM 800L.

2. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM

2.1. Gambaran Umum

Pada sistem ini secara sederhana terdapat tiga buah bagian utama yang menyusun keseluruhan sistem yaitu *input* yang berfungsi menerima masukan, proses yang berfungsi untuk mengolah data serta *output* yang berfungsi sebagai hasil keluaran dari bagian proses.



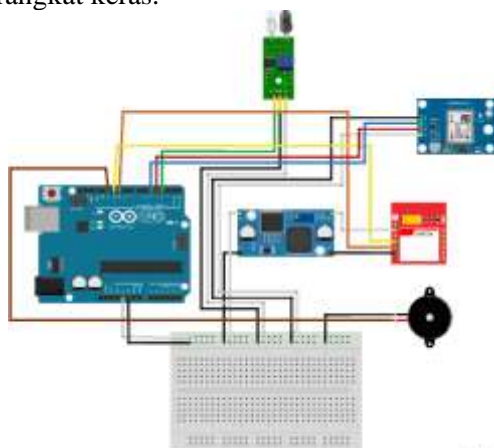
Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Pada Gambar 1. diatas menunjukkan blok diagram sistem yang terbagi mendai tiga bagian. Bagian pertama yaitu input yang terdiri dari sinyal GPS. Sinyal GPS digunakan untuk

mendapatkan lokasi berupa titik koordinat pengendara yang terindikasi kantuk. Sinyal GPS didapat melalui modul U-Blox Neo 6M. Masukan kedua dari sistem ini adalah sinyal GPRS. Sinyal GPRS ini digunakan untuk mengirimkan pesan peringatan berupa SMS ke kerabat pengendara. Sinyal GPRS ini didapat melalui modul SIM 800L. Input terakhir adalah sensor IR yang disematkan pada kaca mata pengendara yang akan mengirimkan sinyal apabila mata pengendara tertutup selama 2 detik atau lebih. Ketiga input ini kemudian di proses oleh Arduino Uno. Pada modul SIM 800L disematkan sistem low power sebagai metode yang digunakan untuk mengurangi penggunaan daya pada modul SIM 800L. Arduino Uno akan otomatis memasuki *low power On* state apabila tidak adanya trigger dari input selama kurang lebih 60 detik. Jika adanya stimulus dari sensor Infrared Proximity FC-51, maka modul SIM 800L akan memasuki state *Low Power Off* yang kemudian Arduino akan mengirimkan sinyal ke buzzer agar menyala serta mengirimkan pesan peringatan melalui SMS berisi lokasi pengendara yang terindikasi kantuk.

2.2. Perancangan Perangkat Keras

Pada perancangan alat ini akan disusun perangkat keras yang terdiri dari beberapa komponen yang terhubung antara satu dengan yang lainnya. Berikut perancangan skematik dari perangkat keras.



Gambar 2. Perancangan Skematik Perangkat Keras

Pada perancangan perangkat keras terdapat 5 komponen utama agar sistem dapat bekerja dengan baik. Komponen pertama adalah mikrokontroler Arduino UNO, Sensor Infrared FC-51, modul GPS U-Blox Neo 6M, modul GPRS SIM 800L, buzzer serta DC Stepdown

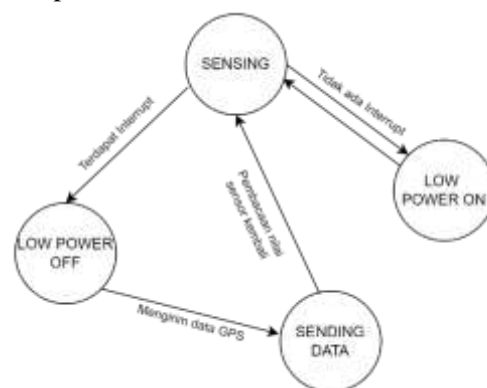
LM2596 untuk mengurangi voltase yang masuk ke SIM 800L. Selanjutnya sistem dapat bekerja ketika seluruh pin pada komponen sudah terhubung satu sama lain. Hubungan pin tersebut dapat dilihat pada **Tabel 1** berikut.

Tabel 1. Hubungan Antar Pin

No	Komponen	Pin Arduino	Pin Komponen
1	Sensor Infrared FC-51	3	OUT
		GND	GROUND
		5V	VCC
2	Modul GPS U-Blox Neo 6M	4	RX
		5	TX
		GND	GROUND
		5V	VCC
3	Modul GPRS SIM 800L	10	TXD
		11	RXD
		GND	GROUND
		5V	VCC
4	Piezoelectric Buzzer	12	VCC
		GND	GROUND

2.3. Perancangan Perangkat Lunak

Pada perancangan perangkat lunak sistem menggunakan algoritma *finite-state machine* dengan menentukan beberapa *state* yang akan mewakili alur kerja dari keseluruhan sistem. Diagram *finite-state machine* dari sistem dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.

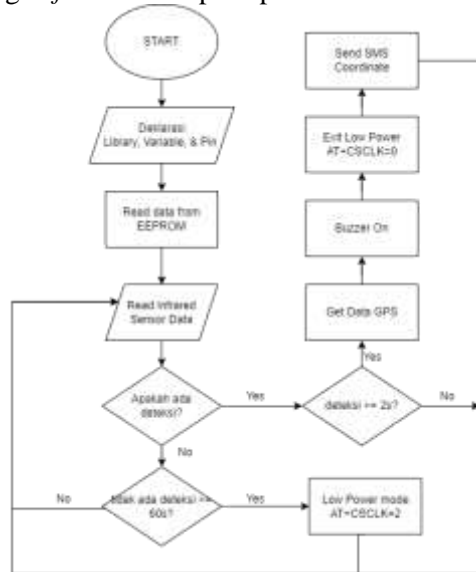


Gambar 3. Diagram *finite-state machine* sistem

Dapat dilihat pada diagram diatas terdapat 4 state yang mewakili alur kerja dari keseluruhan sistem. Pada state *sensing* sistem akan memulai pembacaan sensor infrared dalam pembacaan kantuk. Ketika terdapat interrupt dari sensor infrared, maka sistem akan memasuki state *Low power off* yang dimana state ini mengeluarkan modul SIM 800L dari mode *sleep*. Ketika sistem

sudah memasuki *state Low Power Off*, sistem akan menjalankan state selanjutnya yaitu mengirimkan data koordinat yang nantinya akan memasuki state *Sending Data*. State ini nantinya akan mengirim seluruh data yang berisi koordinat pengendara berupa SMS. Kemudian yang terakhir adalah *state Low Power On* yang dimana state ini dapat ter-trigger ketika tidak adanya interrupt dari sensor infrared selama 60 detik atau lebih. State ini akan terus melakukan pengecekan dengan kembali ke *state sensing*.

Sebagai implementasi rancangan algoritma tersebut kemudian dibuatlah rancangan program dengan *flowchart* seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. *Flowchart* Sistem

. Pada *Flowchart* diatas dapat dilihat bahwa sistem akan melakukan mendeklarasikan variable, library serta pin yang akan digunakan sensor serta modul yang digunakan. Kemudian sistem berlanjut ke tahap pembacaan data yang tersimpan pada EEPROM pada Arduino UNO yang mana data ini mencakup data-data konfigurasi sistem yang dapat diubah seperti durasi sensor infrared melakukan sensing, durasi timeout sistem yang akan memasuki low power state, lama buzzer berbunyi serta nomor handphone yang akan dikirimkan SMS. Setelah data tersebut dibaca dari EEPROM Arduino UNO, Langkah selanjutnya adalah pembacaan sensor Infrared FC-51 apakah terdapat obstacle atau tidak dalam kasus ini adalah kelopak mata yang berkedip. Selanjutnya sistem akan melakukan seleksi kondisi dengan memeriksa apakah terdapat deteksi obstacle, jika benar kemudian sistem akan memasuki seleksi kondisi lagi apakah obstacle berada di depan sensor selama 2 detik. Jika iya, maka sistem akan

mengklasifikasikan bahwa pengendara sedang mengantuk dan mengambil data koordinat GPS yang kemudian akan menyalakan buzzer untuk membangunkan pengendara. Kemudian sistem keluar dari state low power dengan memberi perintah “AT+CSCLK=0” ke SIM 8001 dan mengirimkan SMS berupa lokasi pengendara dan alur sistem akan kembali ke pembacaan dari sensor infrared. Jika tidak terdeteksi obstacle selama 2 detik, maka sistem akan mengulang ke pembacaan sensor infrared. Sistem juga melakukan pembacaan pada sensor infrared apabila tidak terdapat deteksi maka akan memasuki seleksi kondisi apakah tidak terdeteksi selama 60 detik atau lebih. Jika iya maka sistem akan memasuki state Low Power dengan mengirim perintah “AT+CSCLK=2” ke SIM 800L. Jika terdapat deteksi pada sensor infrared pada rentang 60 detik, maka sistem akan kembali ke pembacaan sensor infrared dan tidak akan memasuki state Low Power.

2.3. Implementasi Sistem

Setelah rancangan perangkat lunak dibuat Langkah selanjutnya adalah membuat purwarupa sistem yang dibuat dengan *box* plastic berukuran 14,5 cm x 9,5 cm x 5 cm untuk menampung seluruh komponen yang digunakan yang dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6. Terdapat juga diluar *box* sebuah kaca mata yang disematkan sensor infrared yang dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 5. Tampak Luar Implementasi Sistem



Gambar 6. Tampak Dalam Implementasi Sistem



Gambar 7. Kacamata Dalam Implementasi Sistem

3. PENGUJIAN DAN ANALISIS

Terdapat 6 pengujian yang kemudian hasilnya akan di analisis.

3.1. Pengujian Sensor Infrared FC-51

Pengujian dilakukan dengan memasang kacamata yang sudah disematkan sensor Infrared dan terdapat 2 skema yaitu posisi mata terbuka dan tertutup. Kemudian diperoleh data seperti pada Tabel 2. Berikut.

Tabel 2. Hasil pengujian sensor Infrared FC-51

Percobaan	Posisi kelopak mata	Nilai sensor Infrared FC-51	Presentase Keberhasilan Deteksi Obstacle
1	Terbuka	HIGH	100%
	Tertutup	LOW	
2	Terbuka	HIGH	100%
	Tertutup	LOW	

3	Terbuka	HIGH	100%
	Tertutup	LOW	
4	Terbuka	HIGH	50%
	Tertutup	HIGH	
5	Terbuka	HIGH	100%
	Tertutup	LOW	
6	Terbuka	HIGH	100%
	Tertutup	LOW	
7	Terbuka	HIGH	100%
	Tertutup	LOW	
8	Terbuka	HIGH	100%
	Tertutup	LOW	
9	Terbuka	HIGH	50%
	Tertutup	HIGH	
10	Terbuka	HIGH	100%
	Tertutup	LOW	

Presentase Keberhasilan 90%

Dari 10 data pada Tabel 2 diatas, dapat diketahui presentase keberhasilan sensor Infrared dalam mendeteksi *obstacle* dapat dihitung menggunakan cara (1).

$$Presentase = \frac{\text{Presentase Keberhasilan Deteksi}}{\text{total percobaan}} (1)$$

Dari perhitungan diatas didapatkan nilai presentasi keberhasilan deteksi adalah sebesar 90%.

3.2. Pengujian Nilai Akurasi Modul GPS

Pengujian dilakukan dengan membandingkan 5 data koordinat dari lokasi yang berbeda-beda yang didapat dari modul GPS U-Blox Neo 6M dengan Aplikasi Google Maps pada *smartphone*. Kemudian didapatkan data sebagai Tabel 3. berikut.

Tabel 3. Hasil data koordinat modul GPS

Modul GPS		Google Maps	
Latitude	Longitude	Latitude	Longitude
-6.218711°	106.613349°	-6.218712°	106.613329°
-6.220577°	106.612007°	-6.220582°	106.612001°
-6.219679°	106.608911°	-6.219687°	106.608900°
-6.219161°	106.613278°	-6.219164°	106.613261°

-6.223365°	106.613601°	-	106.613638°
		6.223353°	

Pada 5 data diatas kemudian didapatkan nilai *error* dari latitude dan longitude menggunakan MAPE atau *Mean Absolute Percentage Error* yakni dengan cara (2).

$$= \frac{\sum \left(\frac{\text{Selisih nilai latitude atau longitude}}{\text{Nilai latitude atau longitude google maps}} \right) \times 100}{n}$$

Dari cara tersebut didapatkan nilai MAPE dari modul GPS adalah $\pm 0,00014786\%$ dengan nilai keakuratan dalam pembacaan posisi adalah $\pm 99,99981891\%$ akurat.

3.3. Pengujian Modul GPRS

Pengujian dilakukan dengan mengirimkan 10 pesan denga isi yang berbeda-beda melalui modul SIM 800L. Kemudian didapatkan Tabel 4 . sebagai berikut.

Tabel 4. Hasil Pengujian Modul SIM 800L

No Percobaan	Status SMS
1	Terkirim
2	Terkirim
3	Terkirim
4	Terkirim
5	Terkirim
6	Terkirim
7	Terkirim
8	Terkirim
9	Terkirim
10	Tidak Terkirim

Dapat dilihat dari 10 pengujian SIM 800L mengirimkan pesan SMS, 14 pesan berhasil terkirim yang membuat presentase keberhasilan modul SIM 800L dalam pengiriman SMS adalah 90%.

3.4. Pengujian Piezoelectric Buzzer

Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali dengan memberikan nilai awal pada buzzer adalah HIGH yang dimana buzzer akan menyala. Pada Tabel 5. Dapat dilihat data hasil pengujian piezoelectric buzzer.

Tabel 5. Hasil Pengujian Piezoelectric Buzzer

No	Nilai Buzzer	Hasil Pada Buzzer	Keterangan
1		Menyala	Berhasil
2	HIGH	Menyala	Berhasil

3	Menyala	Berhasil
4	Menyala	Berhasil
5	Menyala	Berhasil
6	Menyala	Berhasil
7	Menyala	Berhasil
8	Menyala	Berhasil
9	Menyala	Berhasil
10	Menyala	Berhasil

Pada Tabel 5. Dapat dilihat bahwa dari 10 percobaan dengan mengirim perintah ke buzzer untuk bernilai *HIGH* yang seharusnya menyala dan menimbulkan suara, presentase keberhasilan yang dihasilkan oleh *buzzer* adalah 100%.

3.5. Pengujian Low Power Mode

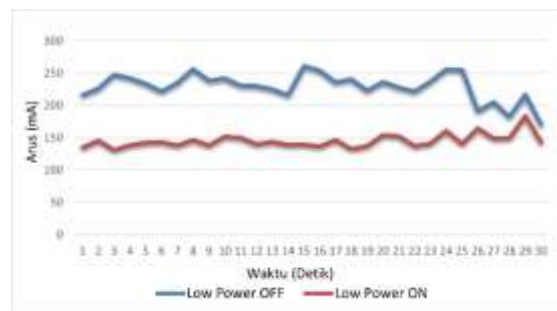
Pengujian dilakukan dengan membandingkan arus yang digunakan ketika sistem dalam *State Low Power Off* dengan *State Low Power On* yang dimana modul SIM 800L dalam keadaan “AT+CSCLK=2” atau sleep mode. Berikut pada Tabel 6. Pengujian deilakukan selama 60 detik untuk masing-masing *state*. Hasil pengujian perbandingan arus dari kedua state tersebut.

Tabel 6. Hasil Pengujian Modul SIM 800L

Detik (t)	Arus (mA)	
	Low Power OFF	Low Power ON
1	216,3	135,1
2	226,9	146,2
3	248,3	131,4
4	242,6	139,1
5	233,9	142,6
6	222,1	143,5
7	235,3	138,3
8	256,8	147
9	238,7	138,5
10	242,3	152,4
11	230,8	150,4
12	230,5	140,4
13	225,2	144,3
14	216,4	139,4
15	261,2	139,7
16	254,3	136,8
17	236,3	147
18	240,8	133
19	223,2	137,6
20	236,8	154,4
21	228,2	152,8
22	221,8	137,5
23	237,1	141,1
24	256,4	161,3
25	255,3	140,9
26	191,5	164,8
27	205,2	149,4
28	182,5	149,9
29	217,2	183,8
30	170,8	143,3
Rata-Rata	229,49 mA	145,3967 mA

. Dapat dilihat dari hasil pengujian pada Tabel 6. terdapat 30 sampel data berupa nilai arus dari masing-masing state. Pada state Low Power Off, rata-rata arus yang digunakan sistem adalah 229,49 mA dan pada state Low Power On, rata-rata arus yang digunakan adalah 145,3967 mA.

Gambar 7. Perbandingan Arus dari Kedua State



Untuk mengetahui selisih arus serta presentase efisiensi ketika sistem dalam *state Low Power Off* maka menggunakan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{(\text{Rata2 arus Low Power OFF} - \text{Rata2 arus Low Power ON})}{\text{Rata2 arus Low Power OFF}} \\
 &\times 100\% \\
 &= \frac{(229,49 \text{ mA} - 145,3967 \text{ mA})}{229,49 \text{ mA}} \times 100\% \\
 &= \frac{84,09 \text{ mA}}{229,49 \text{ mA}} \times 100\% \\
 &= 36,64\%
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas dapat dilihat terdapat selisih arus yang digunakan ketika *state Low Power Off* dibandingkan dengan *state Low Power On* sebesar 88,09 mA. Kemudian pada *state Low Power On* menggunakan arus 36,64% lebih rendah daripada *state Low Power Off*.

3.4. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian dilakukan dengan mengintegrasikan seluruh komponen menjadi sebuah kesatuan sistem yang berjalan sesuai fungsinya yaitu sistem dapat mendeteksi kantuk dan mengirimkan notifikasi berupa buzzer dan pesan SMS berisi koordinat pengendara. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali dengan 3 skema yang berbeda yaitu kelopak mata terbuka, berkedip dan tertutup. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 7. berikut.

Tabel 7. Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

Posisi kelopak mata	Deteksi Kantuk	Memperoleh Koordinat GPS	SMS Terkirim	Status Buzzer	Keterangan
Terbuka	×	Berhasil	×	Tidak Menyala	Sukses
	×	Berhasil	×	Tidak Menyala	Sukses
	×	Berhasil	×	Tidak Menyala	Sukses
	×	Tidak Berhasil	×	Tidak Menyala	Sukses
	×	Berhasil	×	Tidak Menyala	Sukses
Berkedip	×	Berhasil	×	Tidak Menyala	Sukses
	✓	Berhasil	✓	Menyala	Gagal
	×	Berhasil	×	Tidak Menyala	Sukses
	×	Tidak Berhasil	×	Tidak Menyala	Gagal
	×	Berhasil	×	Tidak Menyala	Sukses
Tertutup	✓	Berhasil	✓	Menyala	Sukses
	✓	Berhasil	✓	Menyala	Sukses
	✓	Berhasil	✓	Menyala	Sukses
	✓	Berhasil	×	Menyala	Gagal
	✓	Berhasil	✓	Menyala	Sukses

Pada Tabel 7. Diatas dapat dilihat dari 15 percobaan dengan 3 skema yang berbeda sistem dapat menjalankan fungsinya sebanyak 12 kali. Hal ini membuat presentase keberhasilan sistem dalam mendeteksi kantuk serta mengirimkan notifikasi buzzer dan SMS adalah 80%.

4. PENUTUP

Dari seluruh pengujian yang sudah dilakukan pada sistem dengan mikrokontroler Arduino UNO dapat disimpulkan bahwa sistem dapat mendeteksi kantuk pada pengendara dengan memonitoring posisi kelopak mata serta mengirimkan notifikasi berupa buzzer dan pesan SMS yang berisi koordinat pengendara. Hal ini dibuktikan dari hasil pengujian keseluruhan sistem dengan nilai keberhasilan sebesar 80%. Sistem juga dapat disimpulkan dapat menghemat penggunaan arus yang digunakan dengan menggunakan *sleep mode* yang terdapat pada modul SIM 800L. Hal ini didukung dengan perbandingan ketika sistem dalam state *Low Power Off* menggunakan arus rata-rata sebesar 229,49 mA dibanding ketika sistem dalam state *Low Power On* yaitu sekitar 145,40 mA yang memberikan kesimpulan bahwa sistem dapat bekerja 30% lebih hemat arus ketika dalam state *Low Power On* yang dimana SIM 800L memasuki *sleep mode*.

Dari keseluruhan hasil penelitian ini dapat dikatakan bahwa sistem yang dirancang pada awal penelitian berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Namun terdapat juga hal-hal yang perlu disarankan pada pengembangan selanjutnya yaitu pendeteksian kantuk dengan parameter tambahan seperti EKG dan

penggunaan model Arduino yang *capable* dalam penggunaan low power sehingga penggunaan daya pada sistem dapat lebih berkurang.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Caffier, P. P., Erdmann, U., & Ullsperger, P. (2005). The spontaneous eye-blink as sleepiness indicator in patients with obstructive sleep apnoea syndrome-a pilot study. *Sleep Medicine*, 6(2), 155–162. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2004.11.013>
- Fan, X., Yin, B.-C., & Sun, Y.-F. (2007). Yawning detection for monitoring driver fatigue. 2007 International Conference on Machine Learning and Cybernetics. <https://doi.org/10.1109/icmlc.2007.4370228>
- Liu, C. C., Hosking, S. G., & Lenné, M. G. (2009). Predicting driver drowsiness using vehicle measures: Recent insights and future challenges. *Journal of Safety Research*, 40(4), 239–245. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2009.04.005>