

Perancangan Alat Smart Trash Bin untuk Pembakaran Sampah Berbasis SMS Gateway

Rummi Sirait^{1}; Muhammad Fauzan²*

1. Fakultas Ketenagalistrikan dan Energi Terbaharukan, Institut Teknologi PLN, Menara PLN, Jl. Lingkar Luar Barat, Duri Kosambi, Cengkareng, Jakarta Barat, DKI Jakarta 11750, Indonesia
2. Fakultas Teknik, Universitas Budi Luhur Jakarta, Jl. Ciledug Raya, Petukangan Utara, Pesanggrahan, Jakarta Selatan, DKI Jakarta 12260, Indonesia

**Email: rummi@itpln.ac.id*

Received: 22 Februari 2023 | Accepted: 29 Januari 2024 | Published: 29 Januari 2024

ABSTRACT

Waste accumulation is one of the problems faced by urban communities, where garbage accumulation can cause environmental pollution and health problems in the community. This research will design a garbage combustion tool that works automatically that can be monitored at the height of the waste and process the burning of the garbage through the SMS Gateway. The working device on the system consists of a power supply, LM35 sensor, AC voltage dimmer, heating element, infrared proximity sensor, SIM9001 GSM/GPRS shield, DC-DC converter, ZMPT101B voltage sensor, ACS712 current sensor, and Arduino UNO R3 microcontroller. Results show the performance of the process of burning the waste is carried out with conditions at the level of the height of waste and conditions based on a load of waste. To the height of waste, PWM is set at 150 at a height of 25%, 200 at a height of 50%, and 255 at a height of 75% for different types of waste, namely plastic, combination, styrofoam, and paper. Overall the tool can work for burning garbage with a 500-gram load/process, with an average of 500 watts of power generated and a burning time of 5 minutes.

Keywords: *Dimmer AC, SMS Gateway, Automatic, SIM900L*

ABSTRAK

Penumpukan sampah merupakan salah satu permasalahan yang dihadapi oleh masyarakat perkotaan, dimana penumpukan sampah dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan permasalahan kesehatan di masyarakat. Penelitian ini akan merancang alat pembakaran sampah yang berkerja secara otomatis yang dapat dimonitor level ketinggian sampah dan melakukan proses pembakaran sampah melalui SMS Gateway. Perangkat kerja pada sistem terdiri dari catu daya, sensor LM35, dimmer tegangan AC, elemen pemanas, sensor infrared proximity, SIM9001 GSM/GPRS shield, DC-DC converter, sensor tegangan ZMPT101B, sensor arus ACS712, dan mikrokontroler Arduino UNO R3. Dari hasil pengujian menunjukkan kinerja proses pembakaran sampah dilakukan dengan kondisi pada level ketinggian sampah dan kondisi berdasarkan beban sampah. Untuk kondisi ketinggian sampah, PWM diatur sebesar 150 pada ketinggian sampah 25%, 200 pada ketinggian sampah 50%, dan 255 pada ketinggian sampah 75% dengan jenis sampah yang berbeda yaitu plastik, kombinasi, styrofoam, dan kertas. Secara keseluruhan alat dapat bekerja untuk pembakaran sampah dengan beban sampah 500 gram/proses, dengan rata-rata daya yang dihasilkan sebesar 500 watt dan waktu pembakaran selama 5 menit.

Kata kunci: *Dimmer AC, SMS Gateway, Otomatis, SIM900L*

1. PENDAHULUAN

Berbagai cara yang telah dilakukan masyarakat dalam memusnahkan sampah, sebagai contoh adalah dengan cara dibakar atau mengolahnya menjadi suatu barang yang dapat digunakan kembali. Namun pemusnahan sampah dengan dibakar ini masih dilakukan secara manual dengan menggunakan korek api untuk membakarnya. Seiring dengan perkembangan teknologi, termasuk perancangan tempat pembakaran sampah juga sudah banyak dikembangkan. Perancangan sistem tempat sampah yang sudah ada adalah dengan sistem membuka dan menutup tempat sampah secara otomatis dengan menggunakan sensor HC-SR04. Pembacaan objek sampah untuk menentukan ketinggian sampah dengan menyalakan lampu indikator LED dan buzzer pada saat ketinggian sampah sudah maksimum. Sensor HC-SR04 ini juga digunakan untuk membuka tempat sampah dengan menggunakan servo motor yang bergerak sebesar 90° ketika sensor mendeteksi objek dalam jarak 30 cm [1, 2].

Dalam sistem monitoring level ketinggian sampah sudah menggunakan sistem IoT (*Internet of Thing*), dengan menggunakan Node MCU Wi-Fi modul ESP8266 yang berfungsi untuk mengirimkan informasi dari pembacaan sensor HC-SR04 dari tempat sampah ke user via internet [3-7]. Sistem monitoring juga dapat dilakukan dengan menggunakan SMS (*Short Message Service*) ke user melalui modul GSM yang dikontrol dengan menggunakan Arduino dan menampilkan level ketinggian sampah pada layar LCD [8-11].

Sistem pembakaran sampah dengan *incenerator* sebagai solusi untuk mengatasi polusi udara, yaitu dengan cara menyemprotkan air dengan nozzle spray pada pipa besi, lalu asap dihisap oleh blower dan kemudian asap keluar ke lingkungan [12]. Sistem *incenerator* ini masih memiliki kekurangan dimana pembakaran masih dilakukan secara manual dan memiliki ukuran alat yang sangat besar. Sistem pembakaran sampah berkembang dengan tempat sampah Autoplasbin yang merupakan sistem tempat pembakaran dan potong otomatis. Pembakarannya menggunakan pembakaran plasma dan sensor infrared sebagai pendeteksi ketinggian volume sampah [13-15].

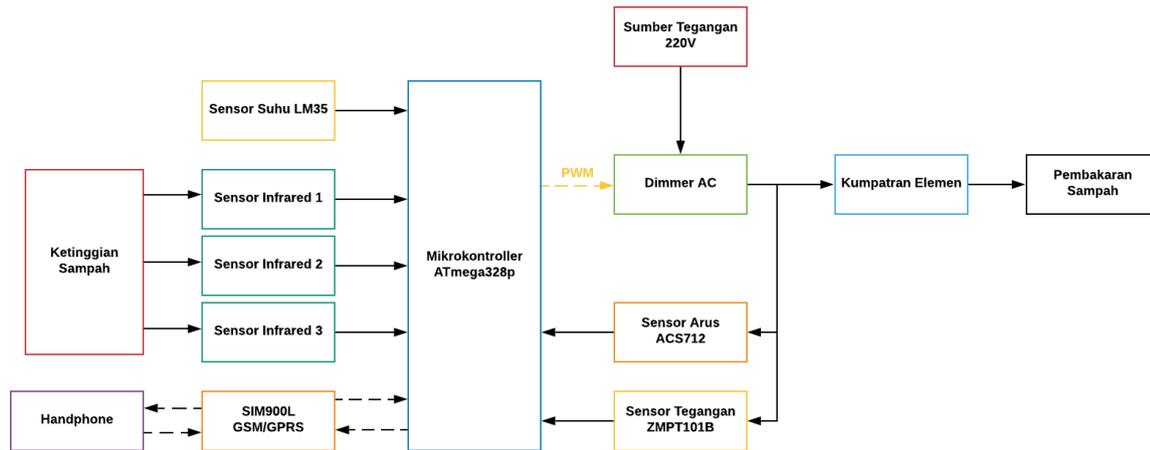
Penelitian ini akan merancang sebuah alat pembakar sampah dengan menggunakan sistem pembakaran sampah yang dapat dikontrol dan dimonitoring berbasis SMS Gateway. Modul SIM9001 GSM/GPRS digunakan sebagai modul GSM dan Arduino Uno R3 sebagai controller untuk mengatur tingkat level pembakaran pada bara coil/ elemen kumparan pemanas dengan mengatur nilai PWM dimmer AC melalui SMS.

2. PERANCANGAN SISTEM

Perancangan sistem pembakaran sampah berbasis SMS Gateway ini meliputi perancangan sistem mekanik dan algoritma pemograman. Pembahasan meliputi diagram blok sistem, prinsip kerja sistem, komponen yang digunakan pada perancangan sistem pembakaran sampah, dan flowchart algoritma utama sistem pembakaran sampah.

2.1. Diagram Blok Sistem

Perancangan sistem pembakaran sampah berbasis SMS Gateway ini dirancang berdasarkan level ketinggian sampah untuk mengontrol nilai PWM dari dimmer AC pada proses pembakaran sampah.



Gambar 1. Diagram Blok sistem pembakaran sampah berbasis SMS Gateway

2.2. Prinsip Kerja Sistem Pembakaran Sampah Berbasis SMS Gateway

Prinsip kerja dari sistem pembakaran sampah ini dapat dijelaskan sebagai berikut, ketika sampah dimasukkan ke dalam tempat sampah maka ketiga sensor infrared akan mulai membaca level ketinggian sampah dimulai dari 25%, 50%, dan 75%. Pada saat sensor sudah mendeteksi objek sampah, maka data hasil dari pembacaan sensor diolah oleh mikrokontroler yang kemudian diteruskan ke modul SIM900L GSM/GPRS untuk mengirimkan data SMS sesuai dengan ketinggian level sampah yang telah dibuat pada program. Setelah *user* mengirimkan SMS balasan ke modul SIM900L GSM/GPRS maka mikrokontroler akan mengirimkan nilai PWM sesuai dengan level ketinggian level sampah ke dimmer AC untuk melakukan proses pembakaran. Pembakaran akan berhenti apabila suhu yang terbaca oleh sensor sudah mencapai nilai acuan yang telah ditentukan tiap level sampah.

2.3. Perancangan Hardware Sistem Pembakaran Sampah Berbasis SMS Gateway

Proses perancangan hardware ini dilakukan berupa pemilihan komponen-komponen yang digunakan, wiring komponen dan rancangan sistem mekanik alat pembakar sampah.

1. Kumparan Elemen Pemanas

Kumparan elemen yang digunakan memiliki kapasitas daya maksimal sebesar 600 watt.

2. Sensor Arus ACS712

Sensor arus pada alat ini adalah sensor ACS712 yang digunakan untuk mendeteksi arus yang mengalir pada output dimmer AC yang memiliki arus maksimum yang dibaca sebesar 20 Ampere.

3. Sensor Tegangan

Sensor tegangan AC merupakan sensor yang mampu mengukur besarnya tegangan AC menggunakan transformator tegangan ZMPT101B yang memiliki akurasi tinggi.

4. Dimmer AC

Dimmer AC merupakan modul pengatur nilai tegangan AC dimana sinyal PWM-nya dapat dikontrol langsung dengan mikrokontroler. Modul ini dilengkapi dengan komponen utama yaitu TRIAC (*Triode for Alternating Current*) dan *zero-crossing detector* yang berfungsi untuk mengsinkronisasi antara modul dimmer dengan sinyal PWM pada mikrokontroler.

5. Sensor Infrared

Sensor infrared berfungsi untuk mendeteksi keberadaan objek berupa sampah pada ketinggian yang sudah ditentukan. Modul sensor infrared yang digunakan adalah IR

proximity sensor yang mampu mendeteksi objek 2 – 20 cm dengan cara mengatur potensiometer pada modul.

6. SIM900L GSM/GPRS

Modem GSM/GPRS berfungsi sebagai alat pengirim dan penerima pesan SMS. Penggunaan modem GSM/GPRS pada penelitian ini adalah untuk berkomunikasi antara pemantau utama atau mikrokontroler dengan user dengan handphone.

7. DC to DC Converter

DC to DC converter yang digunakan pada penelitian ini adalah DC to DC step down converter. Jenis ini dipilih agar tegangan keluaran pada power supply yang nilai outputnya sebesar 24 volt dapat di-step down menjadi lebih rendah sebesar 5 volt.

8. DC Power Supply

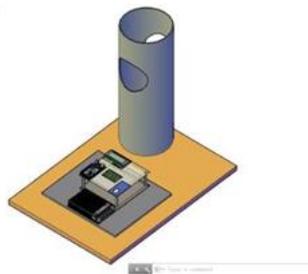
DC power supply yang digunakan adalah DC power supply yang memiliki kapasitas output sebesar 24 Volt. Tegangan output dari power supply akan dihubungkan dengan input DC to DC converter untuk menurunkan tegangan dari 24 volt menjadi 5 volt.

9. Sensor Suhu LM35

Sensor suhu LM35 mempunyai tegangan keluaran yang linier terhadap suhu, dimana setiap kenaikan suhu 1°C maka akan terjadi perubahan tegangan output sensor sebesar 10 mV.

2.4. Rancangan Sistem Mekanik

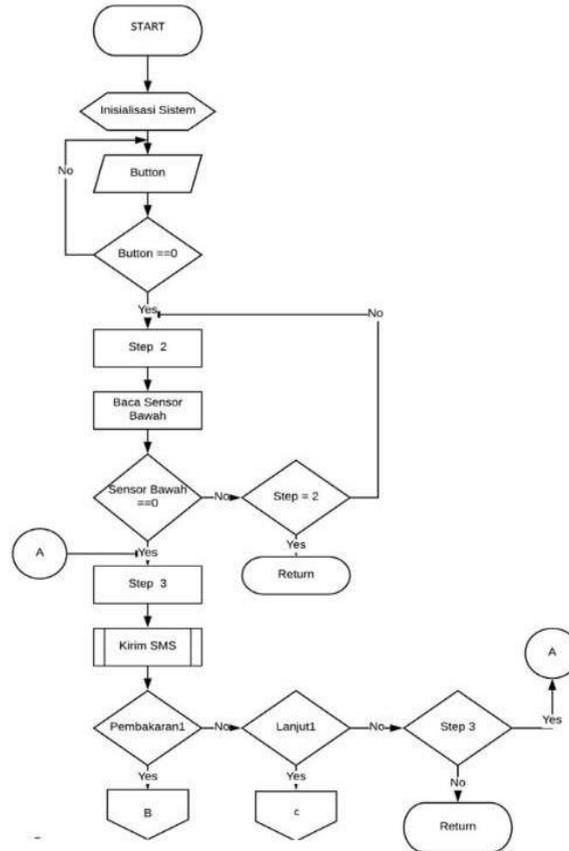
Mekanik sistem pembakaran sampah dirancang dengan ukuran panjang 53 cm, lebar 34 cm dan tinggi 61 cm. Bagian mekanik terdiri dari elemen pemanas/coil, kedudukan elemen pemanas, dan kotak tempat sistem elektronik. Mekanik tempat sampah menggunakan tempat sampah yang sudah jadi yang berbahan stainless yang ada dipasaran dan tempat sampah ini dililitkan lakban peredam panas knalpot/exhaust wrap untuk meredam panas. Kotak tempat catu daya disatukan dengan rangkaian elektronik dan LCD dengan ketebalan 2mm yang berbentuk balok dengan ukuran panjang 32cm, lebar 20 cm, dan tinggi 8 cm.



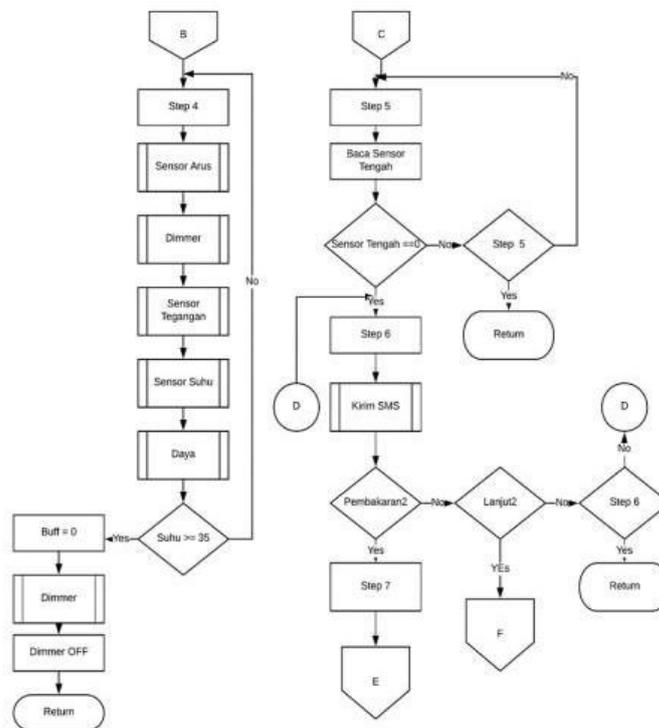
Gambar 2. Tampak Prespektif Alat

2.5. Perancangan Algoritma Sistem Pembakaran Sampah Berbasis SMS Gateway

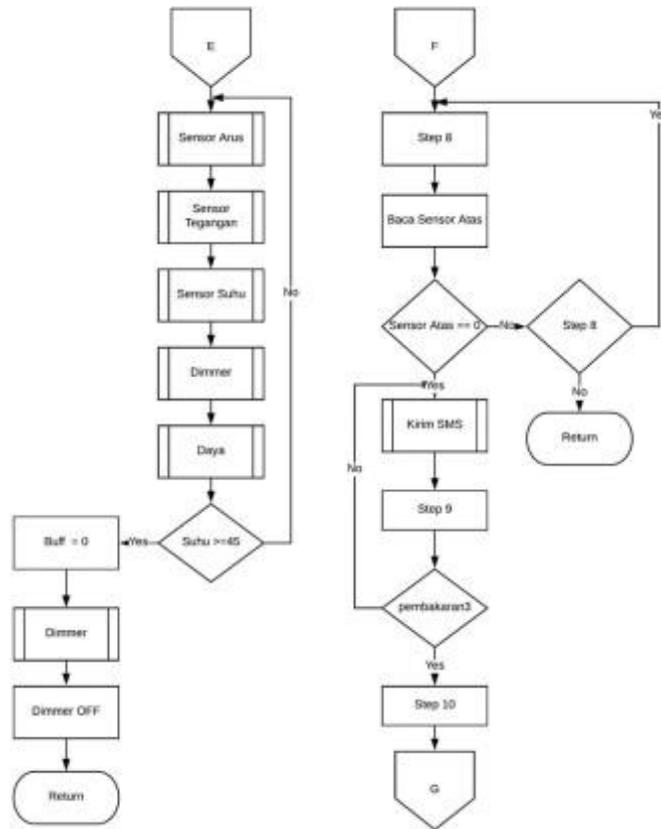
Sistem pembakaran sampah berbasis SMS Gateway menggunakan pemrograman dalam bahasa C. Algoritma kontrol yang mengendalikan keseluruhan sistem pada mikrokontroler arduino ditunjukkan pada Gambar 3 – 6.



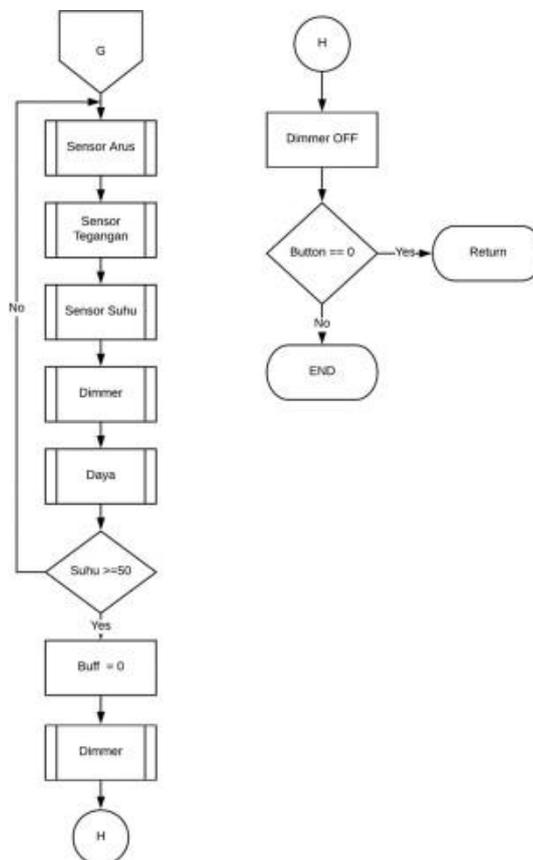
Gambar 3. Diagram alir program utama



Gambar 4. Diagram alir program utama (lanjutan 1)



Gambar 5. Diagram alir program utama (lanjutan 2)



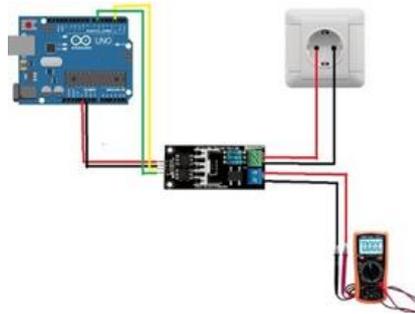
Gambar 6. Diagram Alir Program Utama (lanjutan 3)

3. HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Pengujian pada rangkaian bertujuan untuk mengetahui kinerja dan karakteristik dari setiap bagian dari sistem. Pengujian yang dilakukan meliputi pengukuran terhadap parameter-parameter yang terdapat pada rangkaian dan menganalisis hasil dari pengukuran yang telah dilakukan.

3.1. Pengujian Dimmer AC

Pengujian Dimmer AC dilakukan dengan cara memberikan input PWM dari mikrokontroller dengan nilai 10 sampai 255. Kemudian mengukur tegangan AC pada terminal input dimmer dan mengukur tegangan keluaran pada output dari rangkaian dimmer AC berupa tegangan AC.

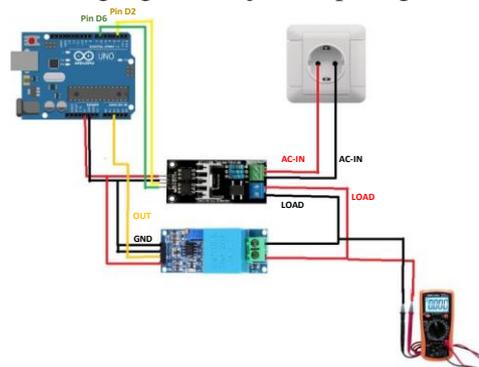


Gambar 7. Rangkaian pengujian Dimmer AC

Pengujian AC light dimmer ini dilakukan pengujian disaat dimmer naik mulai dari nilai PWM 10 hingga 255. Dari perhitungan didapatkan nilai rata-rata selisih tegangan pada AC light Dimmer adalah sebesar 3,269 %. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan pada saat PWM naik terlihat adanya lonjakan pada tegangan, serta sifat tegangan AC yang nilainya selalu berubah-ubah dan juga dikarenakan faktor alat ukur yang kurang akurat dalam pembacaan nilai tegangan.

3.2. Pengujian Sensor tegangan ZMPT101B

Rangkaian pengujian sensor tegangan ditunjukkan pada gambar 8.

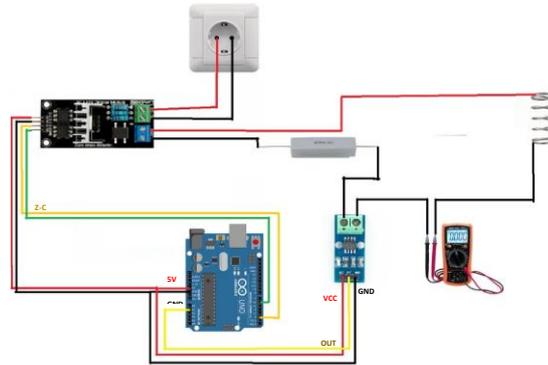


Gambar 8. Rangkaian pengujian Sensor Tegangan

Hasil perhitungan nilai rata-rata error pada sensor tegangan ZMPTB101B adalah 8,98 %. Hal tersebut dikarenakan adanya lonjakan awal pada tegangan awal dimmer AC, tingkat ketelitian pada sensor dan alat ukur yang kurang akurat dan juga karena sifat dari tegangan AC yang selalu berubah-ubah tiap periode waktu. Input sensornya berupa sinyal analog yang dikonversikan menjadi digital dan dikonversikan menjadi nilai tegangan dengan persamaan $Tegangan = 10,488 (ADC) - 5987$ dengan rata-rata nilai error sebesar 8,98%.

3.3. Pengujian Sensor Arus ACS712

Pengujian sensor Arus ACS712 menggunakan beban kumparan elemen panas yang dihubungkan ke output dari dimmer. Dari perhitungan didapatkan nilai rata-rata error pada sensor arus ACS712 adalah sebesar 2,18%. Pada sistem pengukuran arus, outputnya berupa sinyal analog yang dikonversikan menjadi digital dan dikonversikan menjadi nilai arus dengan persamaan $Arus = 0,0247(ADC) - 12,603$ dengan rata-rata nilai error yang dihasilkan sebesar 2,18%.



Gambar 9. Rangkaian pengujian Sensor Arus

3.4. Pengujian sensor suhu LM35

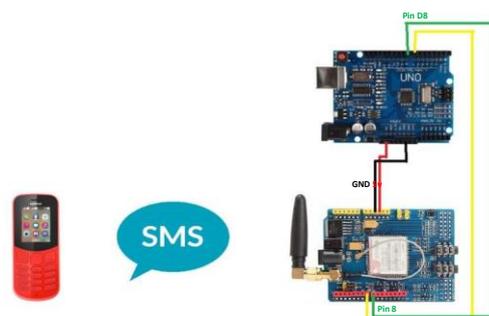
Pengujian sensor suhu LM35 bertujuan untuk mengkalibrasi sensor LM35 agar sesuai dengan pengukuran tegangan output dari multimeter digital dan mengetahui besarnya nilai *error* dari pembacaan suhu sensor LM35. Dari hasil perhitungan didapatkan rata-rata error pada sensor suhu LM35 adalah 2,93 %. Sensor dapat menghasilkan tegangan output maksimal 1,5 Volt pada suhu pembacaan maksimum.

3.5. Pengujian Sensor Infrared

Pengujian sensor IR (infrared) bertujuan untuk mengetahui jarak pembacaan maksimal dari sensor IR dan mengetahui nilai output tegangan yang dihasilkan pada sensor saat kondisi HIGH atau LOW. Hasil pengujian didapatkan tegangan yang dihasilkan oleh tiap sensor infrared memiliki nilai error sebesar 10% hingga 12%. Hal ini disebabkan karena adanya sifat non linear pada sensor ataupun tingkat ketelitian pengukuran sensor dan kondisi transmitter dan receiver pada sensor yang melemah.

3.6. Pengujian GSM SIM900L

Pengujian dilakukan sebanyak 4 kali dengan kondisi waktu yang berbeda, yaitu pada pagi, siang, sore dan malam agar mendapatkan nilai rata-rata waktu pengiriman SMS pada GSM SIM900L.

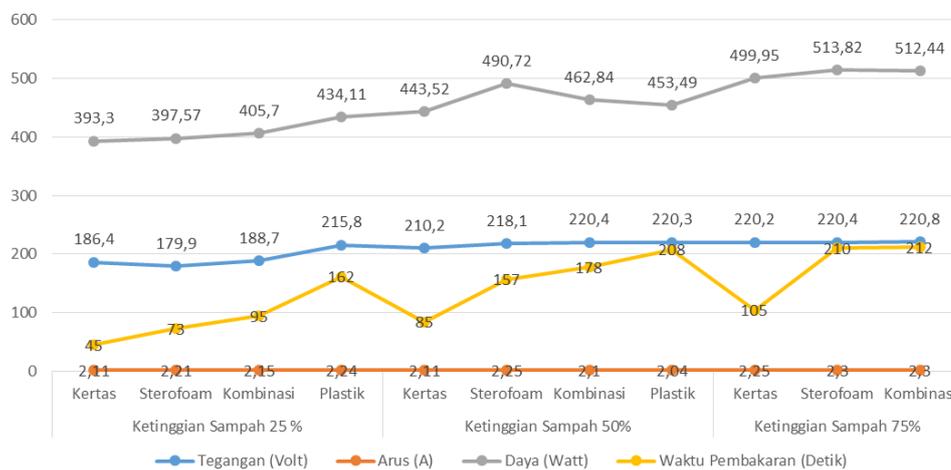


Gambar 10. Rangkaian Pengujian GSM SIM900L

Dari hasil pengujian didapatkan adanya perbedaan nilai waktu pengiriman SMS pada beberapa kondisi waktu. Kondisi rata-rata waktu pengiriman SMS dan penerimaan SMS sebesar 3,18 detik untuk pengiriman dan 3,05 detik untuk penerimaan SMS.

3.7. Pengujian Pembakaran Berdasarkan Level Ketinggian Sampah

Pengujian pembakaran berdasarkan level ketinggian sampah bertujuan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk pembakaran sampah pada sistem dan mengetahui daya yang dihasilkan pada proses pembakaran dengan jenis sampah dan ketinggian level yang berbeda. Tegangan pada elemen kumparan diatur melalui perubahan nilai PWM yang paramater pengaturannya berdasarkan ketinggian sampah yang terbaca oleh sensor infrared. Untuk nilai set point PWM yang diberikan tiap ketinggian level adalah 150 pada ketinggian 25 %, 200 pada ketinggian 50%, dan 255 pada ketinggian 75%. Untuk nilai acuan waktu pembakaran menggunakan nilai pembacaan dari sensor suhu yang disetting berbeda yaitu 38°C pada ketinggian 1, 45°C pada ketinggian 2, dan 50°C pada ketinggian 3. Dari data hasil pengujian didapatkan bahwa nilai daya yang dihasilkan memiliki nilai yang berbeda-beda pada tiap jenis sampah seperti ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Grafik hasil pengujian pada pembakaran tiap level ketinggian dan jenis sampah

Pembakaran sampah dengan kondisi level ketinggian, rata-rata keluaran daya pada proses pembakaran adalah sebesar 490 Watt dimana setiap level ketinggian sampah memiliki selisih nilai daya sebesar 50 watt. Nilai PWM di setting pada 150 dikarenakan daya minimum yang dibutuhkan untuk membuat elemen pemanas/coil membara adalah sebesar 390 watt. Waktu rata-rata proses pembakaran sampah adalah selama 133 detik.

3.8. Pengujian Pembakaran Berdasarkan Beban Sampah

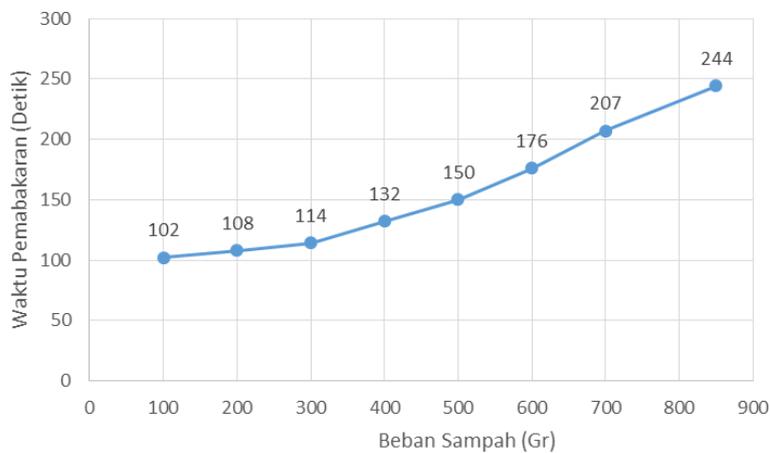
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan beban pada sampah pada waktu proses pembakaran sampah. Cara pengujian ini sama seperti pada proses pembakaran sampah berdasarkan ketinggian level sampah, namun untuk nilai PWM disetting pada nilai 150 dan suhu acuan sebesar 40, agar nilai waktu pembakaran yang didapat valid.

Tabel 1. Hasil Pengujian Pembakaran Sampah berdasarkan Beban

No	Berat Sampah (gram)	Lama Pembakaran Sampah (detik)	Keterangan
1.	850	244	Pembakaran berhasil, kondisi coil putus
2.	700	207	Pembakaran Berhasil dan Kondisi coil putus
3.	600	176	Pembakaran Berhasil dan kondisi coil hampir putus
4.	500	150	Pembakaran berhasil, kondisi coil normal
5.	400	132	Pembakaran berhasil, kondisi coil normal
6.	300	114	Pembakaran berhasil, kondisi coil normal
7.	200	108	Pembakaran berhasil, kondisi coil normal
8.	100	102	Pembakaran berhasil, kondisi coil normal

Nilai rata-rata waktu pembakaran sampah dari hasil perhitungan didapatkan sebesar 154,12 detik pada kondisi nilai beban sampah yang berbeda-beda. Pada kondisi saat diberikan beban sampah yang berbeda-beda terlihat bahwa kekuatan dari elemen pemanas/coil hanya mampu membakar sampah dengan beban maksimum sebesar 500 gr. Hal ini dikarenakan ketika elemen/coil sedang membara maka coil tersebut akan memuai. Apabila pada kondisi coil sedang memuai dan diberikan beban lebih dari 500gr, maka coil akan rusak atau putus.

Berdasarkan hasil pengujian keseluruhan didapatkan bahwa waktu pembakaran dengan kondisi ketinggian sampah dengan kondisi nilai beban sampah yang berbeda menghasilkan selisih waktu pembakaran sebesar 20,82 detik. Hal ini karena pengujian dengan beban yang berbeda memiliki volume sampah yang lebih padat dibandingkan dengan kondisi level ketinggian sampah.



Gambar 12. Grafik Hubungan Beban Sampah dengan Waktu Pembakaran

4. KESIMPULAN

Pengujian pada setiap level ketinggian sampah didapatkan nilai daya yang dihasilkan oleh dimmer AC dan lamanya pembakaran sampah yang berbeda-beda. Pada ketinggian 25% daya yang dihasilkan sebesar 396,10 watt dengan lama pembakaran 70,5 detik, pada ketinggian 50% daya yang dihasilkan sebesar 457,79 watt dengan lama pembakaran 145,5 detik, dan untuk ketinggian 75% daya yang dihasilkan sebesar 494,92 watt dengan lama pembakarannya 183,75 detik. Rata-rata keluaran daya dan lamanya proses pembakaran adalah sebesar 490 watt dan lama pembakaran 133 detik, dimana selisih daya tiap level adalah 50 watt. Pada pengujian berdasarkan beban sampah, memiliki

waktu pembakaran selama 154,12 detik dimana maksimum beban yang mampu dibakar oleh elemen pemanas adalah sebesar 500 gr. Pada pengiriman text SMS rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk mengirimkan SMS selama 3,18 detik dan 3,05 detik untuk penerimaan SMS, hal ini dipengaruhi kualitas sinyal pada daerah saat dilakukan pengujian alat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Sukarjadi, A. Arifiyanto, D. T. Setiawan, And M. Hatta, "Perancangan Dan Pembuatan Smart Trash Bin Di Universitas Maarif Hasyim Latif," *Teknika: Engineering And Sains Journal*, Vol. 1, No. 2, Pp. 101-110, 2017.
- [2] A. M. Fikri, M. A. Ramadhan, B. R. Harjanto, And T. P. Fiqar, "Perancangan Desain S-Dumper (Smart Dump) Sebagai Solusi Dalam Pengurangan Sampah Berserakan," *Elektrika Borneo*, Vol. 6, No. 2, Pp. 29-34, 2020.
- [3] J. R. Balbin, I. J. N. Maliban, And J. M. A. Marquez, "Automated Waste Segregation Bin With Iot-Based Mobile Monitoring Application," In 2021 Ieee International Conference On Automatic Control & Intelligent Systems (I2caxis), 2021: Ieee, Pp. 158-162.
- [4] S. R. Thota, S. Neelima, K. Lalitha Pruthvi, K. Mouika, M. Pravallika, And N. Sowmya, "Smart Trash Can Monitoring System Using Iot-Creating Solutions For Smart Cities," *Int. Res. J. Eng. Technol.*, Pp. 238-239, 2018.
- [5] P. Kanade, P. Alva, J. P. Prasad, And S. Kanade, "Smart Garbage Monitoring System Using Internet Of Things (Iot)," In 2021 5th International Conference On Computing Methodologies And Communication (Iccmc), 2021: Ieee, Pp. 330-335.
- [6] A. J. Y. Tan, H. E. Lee, S. M. Ng, And H. S. Chua, "Smart Iot-Based Waste Monitoring System," In 2019 International Unimas Stem 12th Engineering Conference (Encon), 2019: Ieee, Pp. 40-45.
- [7] S. Pargaian, A. V. Pargaian, D. Verma, V. Sah, N. Pandey, And N. Tripathi, "Smart Waste Collection Monitoring System Using Iot," In 2021 Third International Conference On Inventive Research In Computing Applications (Icirca), 2021: Ieee, Pp. 11-16.
- [8] F. Abdurahman, S. Aweke, And C. Assefa, "Automated Garbage Monitoring System Using Arduino," *Iosr Journal Of Computer Engineering (Iosr-Jce)*, Vol. 20, No. 1, Pp. 64-76, 2018.
- [9] N. M. Yusof, M. F. Zulkifli, M. Yusof, And A. Azman, "Smart Waste Bin With Real-Time Monitoring System," *International Journal Of Engineering & Technology*, Vol. 7, No. 2.29, Pp. 725-729, 2018.
- [10] N. H. Kamarudin, N. E. Abdullah, I. S. A. Halim, And S. L. M. Hassan, "Development Of Automatic Waste Segregator With Monitoring System," In 2019 4th International Conference On Information Technology, Information Systems And Electrical Engineering (Icitisee), 2019: Ieee, Pp. 190-195.
- [11] K. Fatmawati, E. Sabna, And Y. Irawan, "Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Menggunakan Sensor Jarak Berbasis Mikrokontroler Arduino," *Rjocs (Riau Journal Of Computer Science)*, Vol. 6, No. 2, Pp. 124-134, 2020.
- [12] P. Pungut, M. Al Kholif, And A. A. P. N. Sugianto, "Pengaruh Tekanan Blower Pada Proses Pembakaran Sampah Medis Menggunakan Insinerator Statis Terhadap Kualitas Abu," *Jurnal Serambi Engineering*, Vol. 7, No. 1, 2022.
- [13] R. Y. Vasilievich, "Pembakaran Limbah Suhu Tinggi. Pembakaran Sampah Pembakaran Sampah Rumah Tangga."

- [14] I. Junaed, F. Fauziah, And R. Nuraini, "Tempat Sampah Pintar Berbasis Sensor Hc-Sr04 Menggunakan Aduino Uno R3," J-Sakti (Jurnal Sains Komputer Dan Informatika), Vol. 5, No. 2, Pp. 666-676, 2021.
- [15] R. A. Ma'arif, F. Fauziah, And N. Hayati, "Sistem Monitoring Tempat Sampah Pintar Secara Real-Time Menggunakan Metode Fuzzy Logic Berbasis Iot," Jurnal Infomedia: Teknik Informatika, Multimedia & Jaringan, Vol. 4, No. 2, Pp. 69-74, 2019.