Monitoring Emisi Gas Polutan pada Mesin Incinerator Rumah Tangga Berbasis IoT menggunakan Sensor MICS-5524

1st Hans Vadrian Nusajati
Penulis-Teknik Elektro
Telkom University
Bandung, Indonesia
hansvadrian@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Uke Kurniawan Usman
Pembimbing-Teknik Elektro
Telkom University
Bandung, Indonesia
ukeusman@telkomuniversity.ac.id

3rd R. Agus Ganda Permana
Pembimbing-Teknik Elektro
Telkom University
Bandung, Indonesia
agusgandapermana@telkomuniversity.ac.id

***Abstrak* — Pengelolaan sampah rumah tangga telah menjadi isu yang mendesak di banyak wilayah, terutama dalam mengurangi dampak lingkungan dari metode penanggulangan yang kurang efektif. Salah satu metode yang digunakan adalah pembakaran sampah, namun cara ini seringkali menyebabkan polusi udara dan emisi gas berbahaya. Oleh karena itu, diperlukan solusi yang lebih ramah lingkungan dalam menangani sampah rumah tangga, yang tidak hanya efisien, tetapi juga aman bagi lingkungan. Penelitian ini menggunakan sensor MiCS-5524 untuk memantau polusi yang dihasilkan oleh mesin incinerator dalam pengolahan limbah. Sensor ini mendeteksi kadar gas CO, C_2H_5OH, CH4, H2, dan NH3 yang dihasilkan selama proses pembakaran. Sistem ini terintegrasi dengan platform IoT untuk pemantauan realtime, yang bertujuan untuk memantau tingkat polusi yang dihasilkan dan memberikan informasi secara langsung. Dengan penerapan teknologi IoT dan sensor canggih, sistem ini bertujuan untuk mendukung pemantauan emisi gas polutan secara cepat selama proses pembakaran pada mesin incinerator rumah tangga. Diharapkan, sistem ini tidak hanya dapat memantau emisi secara efektif, tetapi juga dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap pengurangan dampak polusi dari mesin incinerator rumah tangga. Penerapan sistem pemantauan ini dapat meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya pengelolaan sampah yang ramah lingkungan, serta mendukung upaya pengurangan emisi gas berbahaya yang dapat merusak kualitas udara.**

***Kata Kunci* — Incinerator IoT, Sensor Mics 5524, Pemantauan Real-Time**

I. PENDAHULUAN

Udara adalah salah satu elemen vital dari alam yang sangat dibutuhkan oleh semua makhluk hidup. Namun, dengan pesatnya perkembangan transportasi dan industri di era modern, kualitas udara menjadi terpengaruh. Pencemaran udara yang dihasilkan dari aktivitas manusia dan industri dapat menyebabkan penurunan kualitas udara. Perubahan ini terjadi akibat masuknya zat pencemar, baik dalam bentuk partikel maupun gas, dalam jumlah dan durasi tertentu yang dapat menimbulkan dampak negatif bagi kehidupan. Kondisi ini dikenal sebagai polusi udara. [1]

Polusi udara merupakan salah satu tantangan lingkungan yang paling mendesak di dunia saat ini. Di Indonesia, isu ini semakin sering dibahas karena dampaknya yang serius terhadap kesehatan masyarakat dan lingkungan. Menurut laporan *Air Quality Life Index* (AQLI) yang dirilis oleh *Energy Policy Institute*, *University of Chicago* (EPIC) pada September 2021, rata-rata orang Indonesia diperkirakan kehilangan 2,5 tahun dari usia harapan hidupnya akibat kualitas udara yang tidak memenuhi standar aman yang ditetapkan oleh Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) untuk konsentrasi partikel halus (PM2.5). Oleh karena itu, penanganan polusi udara menjadi prioritas yang mendesak untuk diatasi oleh pemerintah dan masyarakat. [2]

Incinerator adalah perangkat pembakaran yang digunakan untuk mengolah sampah padat dengan mengubahnya menjadi gas dan abu. Dalam konteks ini, mesin incinerator rumah tangga berbasis Internet of Things (IoT) menawarkan solusi yang inovatif, dengan memanfaatkan teknologi sensor gas untuk memantau emisi gas berbahaya seperti karbon monoksida (CO), metana (CH4), hidrogen
(H2), amonia (NH_3), dan etanol (C_2H_5OH) secara *real-time*. Dalam hal ini, sensor gas, seperti MICS 5524, yang berbasis teknologi elektrokimia dan semikonduktor, menjadi komponen penting dalam mendeteksi dan mengukur konsentrasi gas polutan yang dihasilkan oleh proses pembakaran. Data yang diperoleh dari sensor gas ini kemudian diteruskan melalui sistem IoT yang terintegrasi untuk diproses dan dipantau melalui aplikasi berbasis cloud. [3]

Penggunaan teknologi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah, tetapi juga membantu meminimalkan dampak negatif terhadap kualitas udara. Dengan demikian, teknologi berbasis teknik elektro dapat berkontribusi pada konsep pengelolaan lingkungan yang lebih ramah dan berkelanjutan. Pemantauan real-time yang dilakukan dengan bantuan teknologi sensor ini berpotensi memberikan solusi yang efektif dalam mengatasi polusi udara dan mendukung keberlanjutan lingkungan. [4]

Tujuan dari Penelitian ini adalah untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan emisi gas polutan pada mesin incinerator rumah tangga berbasis IoT, dengan fokus pada peningkatan efisiensi dan pengurangan dampak polusi.

II. KAJIAN TEORI

A. Mesin Incinerator

Incinerator adalah teknologi pengolahan sampah yang dirancang untuk mengurangi volume dan berat sampah secara signifikan melalui proses pembakaran. Proses ini mengubah sampah padat menjadi tiga bentuk utama, yaitu gas, cair, dan produk padat yang terkonversi, dengan pelepasan energi panas sebagai salah satu hasil sampingannya. Teknologi incinerator dapat mengurangi volume sampah hingga 97% dan beratnya hingga 70%, menjadikannya solusi yang efektif untuk mengelola limbah. Hasil dari proses pembakaran ini meliputi residu berupa abu, gas sisa pembakaran, partikel-partikel kecil, dan energi panas.

B. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah perangkat komputer mini yang dirancang khusus untuk menjalankan fungsi-fungsi tertentu. Dalam satu chip IC (Integrated Circuit), mikrokontroler menggabungkan prosesor, memori, timer, saluran komunikasi serial dan paralel, port input/output, serta konverter ADC *(Analog to Digital Converter)*. Dengan struktur ini, mikrokontroler mampu menjalankan program untuk mengontrol sistem sesuai kebutuhan. Mikrokontroler memiliki peran penting dalam kehidupan sehari-hari. Penggunaannya dapat ditemukan pada perangkat seperti jam digital, televisi, sistem keamanan rumah, dan berbagai teknologi cerdas lainnya. Mikrokontroler juga banyak digunakan dalam penelitian dan pengembangan, baik oleh mahasiswa, dosen, maupun pelajar untuk menciptakan inovasi berbasis teknologi. Pada penelitian ini, peneliti menggunakan ESP 32 *(Espressif Systems Platform)* sebagai mikrokontroler untuk mengolah data dari sensor gas, mengendalikan proses sistem, serta mengirimkan data ke platform IoT secara real-time. ESP32 adalah mikrokontroler canggih yang dikembangkan oleh Espressif Systems, perusahaan teknologi asal Shanghai, China. Mikrokontroler ini mengintegrasikan WiFi dan Bluetooth Low Energy (BLE) dalam satu chip, menjadikannya pilihan ideal untuk aplikasi berbasis Internet of Things (IoT). Ditenagai oleh prosesor dual-core Xtensa LX16 dengan kecepatan hingga 160 MHz per inti, serta dilengkapi dengan RAM 520 KB dan berbagai antarmuka seperti 34 pin GPIO, 7 saluran ADC, 3 SPI, 2 I2C, dan 3 UART, ESP32 memberikan fleksibilitas tinggi untuk pengembangan perangkat. Konektivitas WiFi dan Bluetooth hemat daya memungkinkan ESP32 digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti alat pemantauan, otomasi rumah, sistem keamanan, dan alat peraga pembelajaran IoT, menjadikannya solusi serbaguna untuk kebutuhan teknologi modern. [8]

C. Sensor

Sensor adalah perangkat yang berfungsi untuk mendeteksi, mengukur, atau memantau fenomena fisik atau kondisi lingkungan, kemudian mengubahnya menjadi sinyal yang dapat diukur atau dipahami oleh manusia atau sistem elektronik. Sebagai antarmuka antara dunia fisik dan digital, sensor menyediakan data mengenai lingkungan atau sistem yang sedang diamati. [10] Sensor MICS-5524 (Multi-gas) digunakan peneliti untuk mendeteksi emisi gas polutan dari mesin incinerator. MiCS-5524 adalah sensor gas berbasis teknologi MOS yang digunakan untuk mendeteksi konsentrasi gas hidrogen dan nitrogen oksida. Menggunakan teknologi MEMS, sensor ini dapat mendeteksi berbagai jenis gas, termasuk CO, C_2H_5OH, CH4, H2, NH3. Sensor ini dilengkapi dengan kode sampel yang mengintegrasikan rumus konversi konsentrasi gas, memudahkan pengujian dan penggunaan. MiCS5524 beroperasi dengan catu daya 5V dan memberikan keluaran tegangan analog. Dilengkapi dengan pin enable/disable catu daya, sensor ini dirancang untuk mengurangi konsumsi daya. [11]

D. Internet Of Things (IOT)

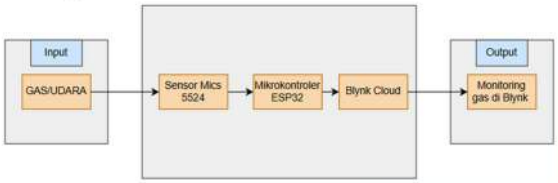
Internet of Things (IoT) adalah konsep di mana objek atau benda dilengkapi dengan teknologi seperti sensor dan perangkat lunak, yang memungkinkan objek tersebut untuk berkomunikasi, mengontrol, menghubungkan, dan bertukar data dengan perangkat lain selama terhubung ke internet. IoT sangat terkait dengan istilah *machine-to-machine* (M2M), di mana perangkat yang memiliki kemampuan komunikasi M2M sering disebut sebagai perangkat pintar atau *smart devices*. Perangkat cerdas ini diharapkan dapat mendukung manusia dalam menyelesaikan berbagai tugas atau pekerjaan yang ada. [12] Pada penelitian ini, peneliti menggunakan Blynk sebagai platform Internet of Things (IoT). Blynk dirancang untuk aplikasi mobile pada sistem operasi iOS dan Android, yang memungkinkan pengguna mengendalikan dan memantau perangkat keras seperti Arduino, Raspberry Pi, ESP8266, WEMOS D1, dan modul serupa melalui koneksi internet. Dengan fitur-fitur seperti tombol, slider, grafik, dan widget lainnya, Blynk mempermudah pengendalian perangkat keras untuk berbagai keperluan, seperti memantau suhu, menghidupkan atau mematikan perangkat, hingga mengontrol sistem secara real-time. Sebagai solusi IoT *end-to-end*, Blynk menyediakan layanan cloud yang menghemat waktu dan sumber daya dengan menghilangkan kebutuhan pengkodean rumit, sehingga pengguna dapat dengan mudah mengakses dan mengelola perangkat mereka melalui smartphone. Platform ini cocok digunakan baik untuk kebutuhan pribadi secara gratis

maupun untuk kebutuhan komersial dengan lisensi khusus. [13]

III. PERANCANGAN SISTEM

A. Desain Sistem

Desain sistem bertujuan untuk menggambarkan alur kerja serta hubungan antar komponen utama dalam sistem pemantauan emisi gas pada mesin incinerator berbasis IoT. Perancangan ini menjelaskan bagaimana data gas dari lingkungan dibaca oleh sensor, diproses oleh mikrokontroler, dan dikirimkan secara real-time ke platform IoT sebagai media tampilan informasi.



GAMBAR 1
Gambar Diagram Blok Sistem Secara Umum

Gambar 3.1 menampilkan diagram blok sistem pemantauan emisi gas polutan berbasis IoT pada mesin incinerator rumah tangga. Sistem ini dirancang untuk mendeteksi dan memantau konsentrasi gas yang dihasilkan selama proses pembakaran dengan menggunakan komponen utama berupa sensor Mics 5524 dan mikrokontroler yang terhubung ke platform IoT. Sistem menerima input berupa udara emisi dari proses pembakaran incinerator. Udara ini akan diukur oleh sensor MICS-5524, yang mampu mendeteksi berbagai jenis gas polutan. Sensor menghasilkan sinyal analog yang berubah sesuai dengan konsentrasi gas yang terdeteksi berdasarkan perubahan resistansi internal sensornya. Sinyal analog dari sensor kemudian diproses oleh ESP32 sebagai pusat pengolahan data. ESP32 membaca nilai sensor, melakukan konversi data, dan menghasilkan informasi berupa nilai estimasi konsentrasi gas yang lebih mudah dipahami oleh pengguna. Setelah data berhasil diproses, ESP32 mengirimkan informasi tersebut secara real-time ke platform Blynk melalui jaringan Wi-Fi. Pada aplikasi Blynk, pengguna dapat memantau kondisi emisi secara langsung melalui tampilan nilai numerik, sehingga pemantauan dapat dilakukan dari jarak jauh dengan mudah dan praktis.

B. Desain Perangkat Keras

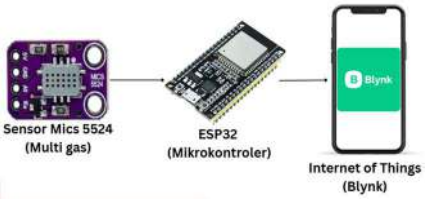
Desain perangkat keras sistem ini mencakup beberapa komponen utama yang saling terintegrasi untuk memastikan kinerja yang optimal. Komponen utama dalam desain perangkat keras adalah sebagai berikut:

1) Sensor MICS-5524

Sensor ini digunakan untuk mendeteksi polutan udara, seperti CO, CH4,H2, NH_3 dan C_2H_5OH Sensor ini mengukur kadar gas yang dihasilkan oleh proses pembakaran pada mesin incinerator dan memberikan data yang akan diproses lebih lanjut oleh mikrokontroler.

2) Mikrokontroler (ESP32)

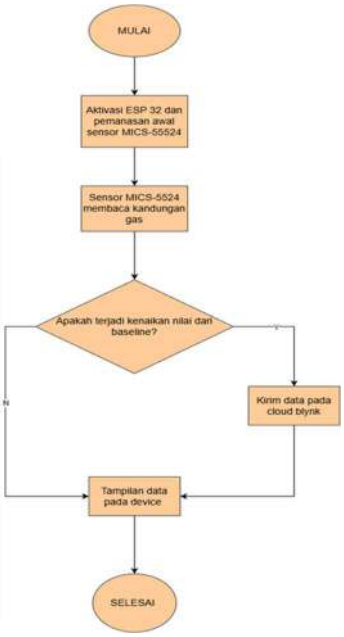
ESP32 berfungsi sebagai pusat pengolahan data pada sistem, menerima sinyal dari sensor MICS-5524 yang mendeteksi gas seperti CO, CH_4, H_2, NH_3, dan C_2H_5OH. Data yang diterima kemudian diproses dan diteruskan ke platform Blynk untuk ditampilkan secara real-time. Dengan demikian, pengguna dapat memantau perubahan konsentrasi gas secara langsung melalui sistem IoT.



GAMBAR 2
Desain Perangkat Keras

C. Desain Perangkat Lunak

Flowchart berikut menunjukkan alur kerja sistem monitoring gas berbasis sensor MICS-5524 yang dimulai dari proses pemanasan sensor, pembacaan konsentrasi gas, hingga pengiriman data secara real-time ke platform Blynk untuk pemantauan.



GAMBAR 3
Desain Perangkat Lunak

Sistem yang dirancang dimulai dari proses pemanasan awal (pre-heating) pada sensor MICS-5524 agar mencapai kondisi stabil sebelum melakukan pembacaan. Setelah sensor siap, perangkat mulai membaca nilai gas emisi seperti CO, CH_4, H_2, NH_3, maupun etanol yang dihasilkan dari proses pembakaran pada mesin incinerator. Data mentah dari sensor kemudian dikirim ke mikrokontroler ESP32 untuk diproses, disesuaikan dengan baseline, dan disiapkan untuk ditampilkan.

Selanjutnya, ESP32 mengirimkan nilai pembacaan gas tersebut ke platform IoT Blynk secara real-time. Pada aplikasi Blynk, pengguna dapat memantau konsentrasi gas

yang terdeteksi, melihat perubahan nilai dari waktu ke waktu, serta memastikan bahwa sistem monitoring berjalan dengan baik. Dengan alur ini, sistem memungkinkan pemantauan emisi incinerator secara langsung, sehingga pengguna dapat mengetahui kondisi gas buang tanpa harus berada di lokasi mesin.

IV. HASIL DAN ANALISIS

A. Pengujian di Pembakaran Sampah Konvensional

Pengujian pembakaran sampah konvensional dilakukan sebagai tahap awal pengambilan data emisi gas sebelum pengujian pada mesin incinerator. Pengujian ini bertujuan untuk memperoleh gambaran awal karakteristik gas hasil pembakaran tanpa adanya sistem pengendalian emisi, sehingga data yang dihasilkan dapat digunakan sebagai pembanding terhadap hasil pengujian pada sistem incinerator.

Proses pembakaran dilakukan secara konvensional di ruang terbuka, yang merepresentasikan praktik pembakaran sampah pada skala rumah tangga. Pada pengujian ini, sampah dikelompokkan menjadi sampah organik, anorganik, dan campuran untuk mengamati pengaruh perbedaan karakteristik material terhadap jenis dan konsentrasi gas emisi yang dihasilkan.

TABEL 1
Data Hasil Pengujian Sensor pada Sampah Campuran (Konvensional)

Pengujian	CO (PPM)	CH_4 (PPM)	C_2H_5OH (PPM)	H_2 (PPM)	NH_3 (PPM)
1	338.53	16398.45	127.82	228.51	278.68
2	309.65	16950.05	102.26	182.80	283.56
3	247.72	14821.78	81.81	146.24	248.19
4	234.10	15612.14	65.45	116.99	258.25
5	187.28	13615.32	52.36	93.60	225.99

Berdasarkan data pada tabel di atas, pembakaran sampah campuran secara konvensional menunjukkan nilai konsentrasi gas yang lebih tinggi dibandingkan dengan pembakaran sampah organik dan anorganik secara terpisah. Gas metana (CH_4) terukur pada kisaran 13.615,32 -16.950,05 ppm dan menjadi gas dengan nilai paling dominan pada seluruh pengambilan data. Selain itu, gas CO, H_2, NH_3, dan C_2H_5OH juga menunjukkan nilai yang relatif besar serta mengalami perubahan. Tingginya nilai gas pada sampah campuran mengindikasikan bahwa pencampuran material organik dan anorganik menyebabkan peningkatan emisi gas secara keseluruhan, yang dapat dideteksi secara konsisten oleh sensor MICS-5524.

B. Pengujian di Mesin Incinerator

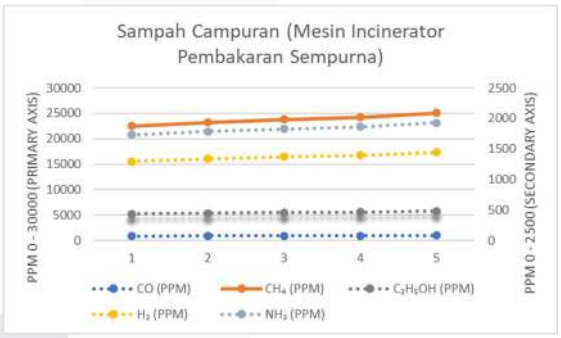
Pengujian sensor dengan mesin incinerator dilakukan setelah pengujian pembakaran konvensional untuk mengevaluasi kinerja sensor MICS-5524 pada kondisi pembakaran sempurna yang lebih terkontrol. Sensor dipasang pada saluran gas buang (exhaust) mesin incinerator untuk mendeteksi gas hasil pembakaran dari ruang bakar tertutup dengan aliran udara yang lebih stabil. Data yang diperoleh digunakan sebagai pembanding terhadap pembakaran konvensional guna menilai kemampuan mesin incinerator dalam menurunkan emisi gas serta mengevaluasi kepekaan dan kestabilan respons sensor MICS-5524 terhadap perubahan konsentrasi gas.

TABEL 2
Data Hasil Pengujian Sensor pada Sampah Campuran (Mesin Incinerator pembakaran sempurna)

Pengujian	CO (PPM)	CH_4 (PPM)	C_2H_5OH (PPM)	H_2 (PPM)	NH_3 (PPM)
1	865.78	21644.56	432.89	865.78	432.89
2	892.63	22315.65	446.31	892.63	446.31
3	914.10	22852.52	457.05	914.10	457.05
4	931.28	23282.01	465.64	931.28	465.64
5	964.82	24120.39	482.41	964.82	482.41

Hasil pengukuran emisi gas pada pembakaran sampah campuran menggunakan mesin incinerator menunjukkan konsentrasi gas yang relatif tinggi, khususnya CH_4, CO, H_2, NH_3, dan C_2H_5OH, namun dengan fluktuasi antar pengukuran yang kecil. Kondisi ini menandakan bahwa proses pembakaran berlangsung lebih stabil dan terkontrol. Dibandingkan dengan pembakaran konvensional, emisi pada incinerator memang lebih tinggi, tetapi perubahan nilainya lebih konsisten, sehingga menunjukkan kemampuan mesin incinerator dalam menjaga kestabilan pembakaran serta memungkinkan sensor MICS-5524 mendeteksi emisi gas secara andal selama proses berlangsung.

C. Grafik Tren



GAMBAR 5
Grafik tren sampah campuran (mesin incinerator pembakaran sempurna)

Grafik ini memisahkan data menggunakan dua sumbu, yaitu Primary Axis (kiri) yang digunakan khusus untuk gas CH_4 dengan garis tebal, dan Secondary Axis (kanan) untuk gas lainnya yang ditampilkan dengan garis titik-titik. Penggunaan skala ganda ini memastikan tren gas dengan konsentrasi rendah (2500 PPM) tetap terbaca dengan jelas meskipun ditampilkan berdampingan dengan gas CH_4 yang memiliki konsentrasi sangat tinggi (di atas 24.000 PPM).

D. Tampilan Blynk dan Data Serial Monitor

```
DATA GAS MONITORING
--------------------------------
CO (PPM)        : 211.88
CH4 (PPM)       : 5760.00
C2H5OH (PPM)    : 107.02
H2 (PPM)        : 209.40
NH3 (PPM)       : 115.63
--------------------------------
```

GAMBAR 6
Tampilan Serial Monitor

GAMBAR 7
Aplikasi Blynk

Hasil pengujian menunjukkan bahwa data gas yang dibaca sensor MICS-5524 dapat dikirimkan ke platform Blynk tanpa jeda yang signifikan. Nilai yang tampil pada Blynk sama dengan hasil Serial Monitor, sehingga sistem dapat digunakan untuk pemantauan gas secara real-time dan akurat.

V. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian, sistem monitoring emisi gas berbasis sensor MICS-5524, ESP32, dan platform IoT Blynk mampu mendeteksi perubahan konsentrasi gas pada berbagai kondisi pembakaran, baik secara konvensional maupun pada mesin incinerator. Sistem menunjukkan kinerja yang stabil, ditandai dengan pengiriman data secara real-time dari ESP32 ke Blynk yang konsisten dengan pembacaan Serial Monitor. Sensor MICS-5524 mampu merespons berbagai jenis gas akibat karakteristik cross-sensitivity, sehingga memungkinkan pemantauan multigas secara efektif. Secara keseluruhan, sistem yang dirancang telah memenuhi tujuan pemantauan emisi gas secara real-time dengan akurasi dan keandalan yang baik pada pengoperasian mesin incinerator.

REFERENSI

1. Diah Kartikasari, "Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi level polusi udara dengan metode regresi logistik biner," 2020. [Online]. Tersedia: https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/mathunesa/article/download/32853/29803
2. Humas, "Peningkatan polusi udara di Indonesia: Perspektif ekonomi berdasarkan teori Freakonomics," Sekretariat Kabinet Republik Indonesia, 2023.
3. A. Ganda Permana dan M. Iqbal, "Mesin pengolah sampah portabel multiguna dengan teknik termocontrol dan termocouple," n.d.
4. J. T. Lingkungan, N. Gusdini, N. Mediana, dan R. Pratiwi, "Uji kinerja insinerator dan alat pengendali pencemaran udara untuk meminimalkan dampak limbah B3," vol. 24, no. 1, 2023.
5. D. Hidajat, F. G. Tilana, dan I. G. B. S. A. Kusuma, "Dampak polusi udara terhadap kesehatan kulit," Unram Medical Journal, vol. 12, no. 4, 2023. [Online]. Tersedia: https://doi.org/10.29303/jku.v12i4.1021
6. D. Wahyu Utomo, A. Indra Syahputra, M. Syahirul Alim, C. Amalia, dan E. Japar Sidik, "Pengolahan limbah padat menggunakan teknologi incinerator di Desa Pulo Ampel Kabupaten Serang Banten," n.d. [Online]. Tersedia: https://doi.org/10.21107/pangabdhi.v10i1.11428
7. S. Imardi, D. Wahyuni, F. Arifandi, dan J. Akbar, "Pengenalan mikrokontroler dan peluang kerjanya kepada siswa SMK Bina Profesi Pekanbaru," n.d.
8. H. Kusumah dan R. A. Pradana, "Penerapan trainer interfacing mikrokontroler dan Internet of Things berbasis ESP32 pada mata kuliah interfacing," n.d.
9. Dimas Nurhilman, "ESP32," Universitas Raharja, 2021. [Online]. Tersedia: https://raharja.ac.id/2021/11/16/esp32-2/
10. A. Mukhtar, R. Hermana, A. Burhanudin, dan Y. Setyoadi, "Sensor dan aktuator: Konsep dasar dan aplikasi," n.d. [Online]. Tersedia: www.freepik.com
11. DFRobot Fermion MEMS Gas Sensor – MiCS-5524 (Breakout), Mouser Electronics, 2022. [Online]. Tersedia: https://www.mouser.co.id/new/dfrobot/dfrobot-fermion-mems-gas-sensor/
12. Rony Setiawan, "Memahami apa itu Internet of Things," Dicoding, 2021. [Online]. Tersedia: https://www.dicoding.com/blog/apa-itu-internet-of-things/
13. F. Supegina dan E. J. Setiawan, "Rancang bangun IoT temperature controller untuk enclosure BTS berbasis microcontroller

Wemos dan Android," vol. 8, no. 2, hlm. 145, 2017.
14. Endik Eko, "Download logo Blynk PNG," Enkosa, 2022. [Online]. Tersedia: https://www.enkosa.com/download-logo-blynk-png.html