

Pengembangan Alat Pembakar Sampah Portabel untuk Pengelolaan Sampah Mandiri

*Ignatius Aris Hendaryanto*¹,

*Budi Basuki*²,

*Andhi Akhmad Ismail*³,

*Dani Anggoro Hasan*⁴,

*Y. Bayu Triswantoko*⁵,

*Rudy Hermawan*⁶,

*Dany Setyawan*⁷,

*Haris Setiyo Utomo*⁸

^{1,2,3,4,5,6,7,8}Departemen Teknik Mesin, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

¹Korespondensi penulis: aris.hendaryanto@ugm.ac.id

Article Info: Received: October 30, 2025; Accepted: May 10, 2026; Available online: May 12, 2026

DOI: 10.30588/jeemm.v10i1.2463

Abstract: Suboptimal household waste management remains a problem in various regions. Waste is generally disposed of in landfills (TPA) or burned openly, both of which have negative impacts on the environment. Open burning of waste produces air pollution in the form of carbon monoxide, dioxins, and fine particles that are harmful to health. Therefore, this study aims to design and manufacture a portable, smoke-free waste incinerator as an alternative solution for independent waste management. The research methods used include literature review, design using CAD software, component fabrication, tool assembly, and functional testing. This tool is designed with a combustion system in a furnace with controlled air flow to optimize the combustion process and reduce smoke emissions. The result of this study is a prototype of a portable waste incinerator that is easy to move. Based on the results of functional tests and visual observations, this waste incinerator can burn dry leaves, with the condition that there is still quite a lot of smoke at the beginning of the combustion and the smoke puffs are significantly reduced as the flame grows.

Keywords: portable waste incinerator, waste management, design and fabrication.

Abstrak: Pengelolaan sampah rumah tangga yang tidak optimal masih menjadi permasalahan di berbagai wilayah. Sampah umumnya dibuang ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) atau dibakar secara terbuka, yang keduanya memiliki dampak negatif terhadap lingkungan. Pembakaran sampah secara terbuka menghasilkan polusi udara berupa karbon monoksida, dioksin, dan partikel halus yang berbahaya bagi kesehatan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat alat pembakar sampah portabel yang minim asap sebagai solusi alternatif dalam pengelolaan sampah mandiri. Metode penelitian yang digunakan meliputi studi literatur, perancangan desain menggunakan perangkat lunak CAD, fabrikasi komponen, perakitan alat, dan uji fungsional. Alat ini dirancang dengan sistem pembakaran di dalam tungku dengan aliran udara terkontrol guna mengoptimalkan proses pembakaran dan mengurangi emisi asap. Hasil dari penelitian ini berupa prototipe alat pembakar sampah portabel yang mudah dipindah-pindahkan. Dari hasil uji fungsional dan pengamatan secara visual, alat pembakar sampah ini dapat membakar sampah daun-daun kering, dengan kondisi masih cukup banyak kepulan asap pada saat awal pembakaran dan kepulan asap berkurang sangat signifikan pada saat nyala api sudah membesar.

Kata kunci: pembakar sampah portabel, pengelolaan sampah, desain dan fabrikasi.

I. Pendahuluan

Sampah rumah tangga dan lingkungan kecil masih menjadi permasalahan yang belum terselesaikan secara optimal di banyak wilayah. Metode penanganan sampah yang umum dilakukan, seperti pembuangan ke tempat pembuangan akhir (TPA) atau pembakaran terbuka, sering kali menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan, seperti pencemaran udara akibat asap berlebih dan gas beracun

(Susastrio et al., 2020). Pembakaran sampah secara konvensional tanpa kontrol yang baik menghasilkan emisi berbahaya seperti karbon monoksida (CO), dioksin, dan furan yang dapat berdampak buruk terhadap kesehatan manusia dan lingkungan (Utomo et al., 2024). Oleh karena itu, diperlukan solusi alternatif yang memungkinkan pengelolaan sampah secara mandiri dengan sistem pembakaran yang lebih bersih dan efisien.

Berdasarkan data dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN), pada tahun 2024, total timbulan sampah di Indonesia mencapai 32,86 juta ton per tahun, dengan tingkat pengurangan sampah sebesar 13,36% dan penanganan sampah sebesar 46,57%. Hal ini menunjukkan bahwa sekitar 40,07% sampah masih belum terkelola dengan baik, setara dengan 13,17 juta ton sampah per tahun. Secara khusus, untuk propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY), data menunjukkan bahwa dengan jumlah timbulan sampah sebesar 702,14 ribu ton per tahun, capaian pengurangan dan penanganan sampah baru sebesar 40,29%. Artinya masih ada sejumlah 419,25 ribu ton sampah per tahun yang belum tertangani di propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (sumber: <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/>). Data ini mengindikasikan bahwa sebagian besar sampah di wilayah tersebut belum terkelola dengan optimal, sehingga diperlukan upaya pengelolaan sampah yang lebih efektif dan efisien.

Insinerator adalah alat yang digunakan untuk membakar limbah atau sampah dengan tujuan mengurangi volume dan dampak lingkungan dari sampah tersebut. Proses pembakaran dalam insinerator dilakukan pada suhu tinggi sehingga sampah terurai menjadi abu, gas, dan panas. Teknologi ini sering digunakan untuk menangani sampah rumah tangga, medis, dan industri karena dapat meminimalkan limbah yang harus dibuang ke tempat pembuangan akhir (TPA). Menurut Fadilah et al. (2024), insinerator yang dirancang dengan baik dapat mengurangi emisi gas berbahaya dengan menerapkan sistem pembakaran bertahap dan kontrol aliran udara yang optimal.

Insinerator modern umumnya dilengkapi dengan sistem tambahan seperti ruang pembakaran sekunder dan filter gas buang untuk mengurangi emisi polutan berbahaya. Beberapa penelitian telah mengembangkan teknologi insinerator dengan pemanfaatan energi panas buangan untuk meningkatkan efisiensi energi (Lasmana et al., 2021). Selain itu, desain insinerator yang lebih ramah lingkungan juga dikembangkan dengan penggunaan bahan bakar alternatif dan sistem pemurnian gas buang untuk mengurangi dampak pencemaran udara (Santosa et al., 2022).

Beberapa contoh insinerator yang telah dikembangkan dan digunakan secara luas meliputi:

- Insinerator Medis: Digunakan di rumah sakit dan fasilitas kesehatan untuk membakar limbah medis yang berbahaya, seperti jarum suntik, perban bekas, dan sisa obat-obatan. Insinerator ini biasanya dilengkapi dengan sistem penyaringan gas buang untuk mengurangi emisi berbahaya.
 - Insinerator Skala Industri: Banyak digunakan oleh pabrik dan fasilitas pengolahan limbah untuk membakar limbah padat dalam jumlah besar. Beberapa insinerator industri bahkan memanfaatkan energi panas hasil pembakaran untuk pembangkit listrik tenaga sampah (PLTSa) (Aprilani, 2023). Gambar 1 menunjukkan satu contoh instalasi insinerator skala industri.
 - Insinerator Rumah Tangga dan Komunitas: Dikembangkan untuk kebutuhan skala kecil, seperti insinerator yang digunakan di desa-desa atau daerah terpencil untuk mengelola sampah domestik.
- Dengan berbagai contoh di atas, dapat dilihat bahwa teknologi insinerator terus berkembang untuk memenuhi kebutuhan spesifik di berbagai sektor, dari industri besar hingga pengelolaan sampah rumah tangga.



Gambar 1. Insinerator skala industri.

(sumber: <https://ppli.co.id/wp-content/uploads/2022/05/PPLI-Incinerator-Indonesia.pdf>)

Teknologi insinerator telah berkembang pesat dalam beberapa dekade terakhir, terutama dalam upaya mengurangi dampak emisi gas berbahaya dari proses pembakaran sampah. Beberapa penelitian menyoroti penerapan insinerator berbasis gasifikasi sebagai metode alternatif untuk meningkatkan efisiensi pembakaran dan mengurangi polusi udara (Susastrio et al., 2020). Selain itu, pengembangan sistem pembakaran berjenjang dan sistem filtrasi asap telah menjadi fokus utama dalam desain insinerator modern untuk mengurangi emisi gas rumah kaca (Santosa et al., 2022). Penelitian sebelumnya telah menghasilkan berbagai inovasi dalam desain dan operasional insinerator. Misalnya, Fadilah et al. (2024) mengembangkan insinerator untuk mengatasi permasalahan tumpukan sampah di wilayah pedesaan, sedangkan penelitian Amirrianda et al. (2023) berfokus pada produksi arang dan asap cair dari insinerator sebagai solusi pemanfaatan limbah sampah yang lebih bernilai guna. Sementara itu, Lasmana et al. (2021) mengembangkan alat pembakar sampah dengan burner oli bekas untuk meningkatkan efisiensi energi.

Beberapa penelitian lain telah mengembangkan teknologi insinerator untuk pembakaran sampah dengan emisi rendah. Praharsa et al. (2023) mengembangkan desain dan analisis kekuatan rangka insinerator dengan variasi beban dari sampah anorganik, sementara Aprilani (2023) meneliti optimalisasi insinerator skala kecil untuk pembangkit listrik tenaga sampah. Namun, sebagian besar alat yang telah dikembangkan berfokus pada skala industri atau komunitas besar, yang kurang sesuai untuk diterapkan dalam skala rumah tangga atau individu.

Beberapa studi awal telah dilakukan untuk memahami kebutuhan dan tantangan dalam pengembangan alat pembakar sampah portabel. Salah satu tantangan utama yang diidentifikasi adalah pengendalian aliran udara dalam proses pembakaran agar dapat mencapai suhu optimal tanpa menghasilkan asap berlebihan. Studi ini juga menunjukkan bahwa sistem filtrasi asap yang sederhana namun efektif dapat secara signifikan mengurangi emisi partikel berbahaya (Said & Hernawati, 2017).

Dalam penelitian ini dilakukan inovasi pengembangan alat pembakar sampah portabel yang dapat digunakan secara mandiri di lingkungan rumah tangga atau komunitas kecil. Desain alat pembakar sampah yang dikembangkan ini mengutamakan efisiensi pembakaran dengan sistem aliran udara yang terkontrol, serta komponen yang lebih sederhana dan mudah dioperasikan oleh masyarakat umum. Selain itu, desain alat ini mempertimbangkan aspek ekonomi agar dapat diimplementasikan dengan biaya yang terjangkau. Keunikan dari penelitian ini terletak pada pendekatan desain yang kompak, ekonomis, serta mudah dipindahkan dan digunakan di berbagai lokasi tanpa infrastruktur khusus. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam pengelolaan sampah rumah tangga yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan.

II. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen rekayasa yang melibatkan perancangan dan pembuatan alat pembakar sampah portabel. Tahapan penelitian disusun secara sistematis agar menghasilkan alat yang sesuai dengan kebutuhan pengelolaan sampah rumah tangga dan komunitas kecil. Gambar 2 di bawah menunjukkan diagram alir tahapan pelaksanaan kegiatan penelitian yang dilakukan.

Tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Studi lapangan dan studi literatur. Mengumpulkan referensi dari jurnal, buku, dan standar teknis terkait teknologi insinerator.
2. Membuat desain alat pembakar sampah portabel. Membuat desain konseptual alat pembakar sampah menggunakan perangkat lunak CAD. Menentukan spesifikasi teknis, termasuk material, sistem pembakaran, dan sistem aliran udara. Penentuan jenis material diarahkan menggunakan material dan komponen standar yang tersedia di pasaran dan mudah diperoleh.
3. Pembuatan alat pembakar sampah portabel. Proses fabrikasi komponen utama, seperti ruang bakar, sistem aliran udara, dan cerobong. Merakit semua komponen menjadi satu sistem alat pembakar sampah. Proses pembuatan alat pembakar sampah dilakukan dengan proses manufaktur berikut:
 - a. Proses pemotongan raw material menggunakan mesin gergaji, gerinda potong atau gunting pelat.
 - b. Proses pembentukan komponen menggunakan mesin bubut, *milling*, *drilling*, *manual tapping*, *bending* pelat, rol pelat, *deburring*.
 - c. Proses penyambungan komponen menggunakan metode pengelasan atau sambungan baut.

Dalam pelaksanaannya, selama proses fabrikasi pembuatan alat pembakar sampah portabel ini diperlukan beberapa perubahan dan modifikasi dari gambar desain yang sudah dibuat, dengan beberapa pertimbangan di lapangan. Gambar 4 menunjukkan proses fabrikasi dan prototipe alat pembakar sampah portabel yang dihasilkan.



Gambar 4. Proses fabrikasi (kiri) dan prototipe alat pembakar sampah portabel (kanan).

Bahan utama pembuatan alat pembakar sampah portabel ini menggunakan drum bekas yang dibentuk sedemikian rupa sehingga dihasilkan tungku pembakaran dengan sistem saluran sirkulasi udara yang memungkinkan proses pembakaran yang optimal dengan emisi asap hasil pembakaran yang minim. Cerobong pembuangan asap dibuat cukup tinggi agar asap yang timbul mengalir ke atas dan keluar terbawa tiupan angin.

Pengujian fungsional alat pembakar sampah portabel dilakukan dengan membakar sampah daun-daun kering dari lingkungan sekitar. Proses penyalaan api pada pembakaran awal cukup dilakukan dengan membakar bahan sampah yang mudah terbakar seperti kertas atau daun kering. Selanjutnya api akan membesar hingga sampah habis terbakar. Gambar 5 menunjukkan proses pengujian.

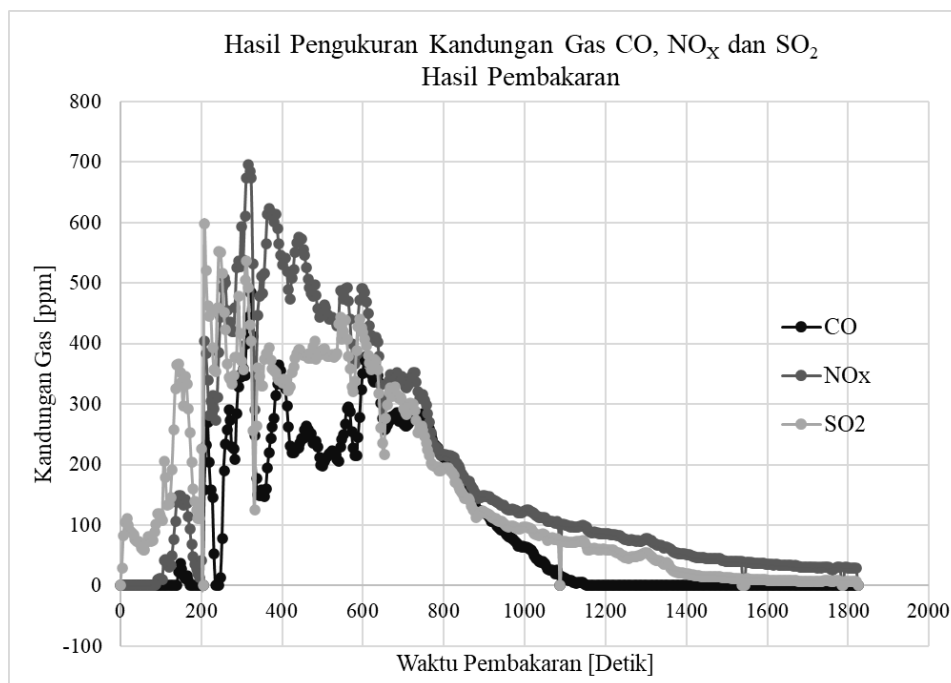


Gambar 5. Proses pengujian fungsional alat pembakar sampah portabel.

- Awal pembakaran, nyala api masih kecil, kepulan asap sangat tebal.
- Nyala api mulai membesar, kepulan asap berkurang.
- Nyala api makin besar, asap minim.

Dari hasil pengujian fungsional tersebut dapat dilihat bahwa prototipe alat pembakar sampah portabel dapat digunakan untuk membakar sampah sebagaimana yang diharapkan. Pada awal pembakaran, nyala api masih kecil dan temperatur masih rendah, terlihat kepulan asap sangat tebal. Ketika api makin membesar, temperatur makin tinggi, kepulan asap makin lama makin berkurang. Untuk mengkondisikan agar di dalam tungku terjadi pembakaran yang baik, maka ruang pembakaran membutuhkan suplai oksigen dari udara luar yang bisa masuk secara maksimal. Oleh sebab itu komponen-komponen penyusun konstruksi tungku pembakaran harus dibuat sedemikian rupa sehingga mampu mengalirkan udara dari luar semaksimal mungkin.

Untuk mengetahui kandungan gas berbahaya dari asap hasil pembakaran, dilakukan pengukuran dengan memasang sensor pada cerobong asap. Sensor-sensor tersebut digunakan untuk mendeteksi dan mengukur kandungan gas karbon monoksida (CO), sulfur dioksida (SO₂) dan nitrogen oksida (NO_x). Hasil pengukurannya ditunjukkan pada Gambar 6. Secara umum, dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa pada awal waktu pembakaran terjadi peningkatan signifikan kandungan gas CO, SO₂ dan NO_x. Hal ini terjadi pada awal pembakaran, saat nyala api masih kecil dan kepulan asap sangat tebal seperti kondisi pada Gambar 5a. Selanjutnya kandungan gas CO, SO₂ dan NO_x berangsur turun hingga kadar minimum seiring dengan kondisi nyala api yang makin membesar dan kepulan asap makin berkurang, seperti kondisi pada Gambar 5b dan Gambar 5c.



Gambar 6. Grafik hasil pengukuran kandungan gas CO, NO_x dan SO₂ hasil pembakaran.

Secara umum prototipe alat pembakar sampah portabel yang dihasilkan dari penelitian ini sudah sesuai dengan yang diharapkan. Alat ini mudah dioperasikan dan bisa dipindah-pindahkan dengan mudah karena konstruksinya yang kompak dan ringan. Alat ini dibuat dengan biaya yang relatif terjangkau dan proses fabrikasi yang relatif mudah. Dari hasil uji fungsional awal alat ini dapat digunakan untuk membakar sampah dengan emisi asap hasil pembakaran yang minim, setelah nyala api membesar. Pengujian lebih detail bisa dikembangkan dengan pengukuran temperatur pembakaran dan pengukuran emisi asap hasil pembakaran secara kuantitatif, serta membandingkannya dengan metode pembakaran tanpa alat pembakar ini, agar diketahui kekurangan dan kelebihanannya. Pengembangan lebih lanjut untuk optimalisasi desain sistem sirkulasi udara bisa dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak simulasi CFD (*Computational Fluid Dynamics*) agar diperoleh suplai oksigen dari udara luar ke dalam ruang pembakaran lebih maksimal.

IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian fungsional dan pengamatan secara visual serta didukung dengan data pengukuran kandungan gas pada penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa prototipe alat pembakar sampah portabel dapat membakar sampah daun-daun kering, dengan kondisi masih cukup banyak kepulan asap pada saat awal pembakaran dan kepulan asap berkurang sangat signifikan pada saat nyala api sudah membesar. Upaya pengembangan lebih lanjut dapat dilakukan melalui pengukuran lebih detail pengaruh temperatur pembakaran terhadap emisi asap hasil pembakaran, serta optimalisasi desain saluran sirkulasi udara untuk memaksimalkan suplai oksigen dari udara luar ke dalam ruang pembakaran.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Departemen Teknik Mesin, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada, atas dukungan pendanaan, sarana prasarana dan pendampingan dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

<https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/>, diakses pada 15 Maret 2025

Amirrianda, R., Setiawan, B., Azriadi, E., & Fiatno, A. (2023). Pembuatan Alat Insinerator Ramah Lingkungan Penghasil Arang dan Asap Cair. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 6(1), 71–80. <https://doi.org/10.31004/jutin.v6i1.11980>.

Aprilani, M.Y. (2023). Optimalisasi Insinerator Kapasitas 5kg Sampah Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) Di Kampus Unsika. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, Juni, 2023(12), 55–61.

Fadilah, M. Y., Irawadi, I., Akbar, M. F., & Oktavian, A. F. (2024). Rancangan Insenerator Pembakar Sampah Upaya Menanggulangi Tumpukan Sampah di Desa Cisolak. 4(4). <https://doi.org/10.59818/jpm.v4i4.914>.

Lasmana, A., Junaidi, & Kurniawan, E. (2021). Rancang Bangun Alat Pembakar Sampah (Incinerator) Dengan Burner Oli Bekas. *Jurnal Teknologi Rekayasa Teknik Mesin*, 2(1), 35–40.

Praharsa, R., Surono, B., Mesin, P. T., Teknik, F., Metro, U. M., Ki, J., Dewantara, H., Metro, A. K., Mesin, J. T., Teknik, F., Metro, U. M., Ki, J., Dewantara, H., Metro, A. K., Sampah, P., Limbah, B., Pslb, K., & Rosa, K. (2023). DESIGN , MODELLING DAN STRESS ANALYSIS PADA FRAME INCINERATOR DENGAN VARIASI BEBAN DARI SAMPAH ANORGANIK masing-masing wilayah Kota Metro sehingga ramah lingkungan tanpa adanya serta perangkat lunak yang semakin maju , lebih mudah dan cepat [8]. *Aplikas. Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 12(02), 421–425.

Rachmasari, D., Marbun, R., Kirani, N. S., Ramadhan, M. I. R., & Utomo, A. P. Y. (2022). Upaya Konservatif UNNES dalam Menyikapi Urgensi Krusial Climate Change di Lingkungan Kampus. *Indonesian Journal of Conservation*, 11(1), 22–28. <https://doi.org/10.15294/ijc.v11i1.36913>.

Said dan Hernawati, M. L., Fisika Fakultas Sains dan Teknologi, J., & Alauddin Makassar, U. (2017). Rancang Bangun Insinerator Dua Tahap (Solusi Mengatasi Polusi Udara Pada Pembakaran Sampah). *JFT. No.1*, 4(1), 38–48.

Santosa, I. D. M. C., Suprpto, P. A., & Sudirman, S. (2022). Aplikasi Insinerator Hemat Energi Solusi Timbunan Sampah Residu Rumah Tangga: Studi Kasus di Desa Adat Galiukir, Kabupten Tabanan. *Bhakti Persada*, 8(2), 117–124. <https://doi.org/10.31940/bp.v8i2.117-124>.

Susastrio, H., Ginting, D., Sinuraya, E. W., & Pasaribu, G. M. (2020). Kajian Incinerator Sebagai Salah Satu Metode Gasifikasi Dalam Upaya Untuk Mengurangi Limbah Sampah Perkotaan. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 1(1), 28–34. <https://doi.org/10.14710/jebt.2020.8137>.

- Suwarno, A. (2020). Perbandingan Incinerator Bak Sampah Rumah Dengan Incinerator Mesin Untuk Penanggulangan Sampah Dengan Metode Weighted Product (WP). *Kilat*, 9(2), 277–285. <https://jurnal.polban.ac.id/proceeding/article/view/652>.
- Utomo, D. W., Syahputra, A. I., & Alim, M. S. (2024). Pengolahan Limbah Padat Menggunakan Teknologi Incinerator di Desa Pulo Ampel Kabupaten Serang Banten. *Jurnal Ilmiah Pangabdhi*, 10(1), 8–12.
- Yerry Soumokil, & Siti Rochmaedah. (2022). Pemanfaatan Drum Bekas (Incenerator) Dalam Penanganan Masalah Sampah Pada Masyarakat Negeri Waai. *Jurnal Ilmu Kedokteran Dan Kesehatan Indonesia*, 2(3), 206–214. <https://doi.org/10.55606/jikki.v2i3.1253>.