

Analisis Efisiensi Penyapuan Berdasarkan Variasi Jenis Sampah Pada Mesin Street Sweeper Semi Otomatis Bertenaga Listrik

*¹Glennaldo Yossy Dito M, ²Ali Akbar, ³Yasinta Sindy Pramesti, ⁴Irwan Setyowidodo

¹ Teknik Mesin, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ¹*¹glennaldoyossy@gmail.com, ²[*²aliakbar@umsida.ac.id](mailto:²aliakbar@umsida.ac.id), ³[*³yasitasindy@unpkediri.ac.id](mailto:³yasitasindy@unpkediri.ac.id)
⁴[*⁴irwansetyo@unpkediri.ac.id](mailto:⁴irwansetyo@unpkediri.ac.id)

Penulis Korespondens : Glennaldo Yossy Dito Mukjizad

Abstrak—Sampah jalan seperti botol plastik, kertas, dan daun kering dapat mengganggu kebersihan lingkungan sehingga diperlukan alat penyapu jalan yang bekerja secara efektif. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi jenis sampah terhadap efisiensi penyapuan mesin *street sweeper* bertenaga listrik dengan sistem penyapu otomatis. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan tiga jenis sampah, yaitu botol plastik yang diremas, kertas yang diremas, dan daun mangga kering, masing-masing bermassa 2 kg dan diuji sebanyak tiga kali pada kondisi operasi yang sama. Efisiensi penyapuan dihitung berdasarkan perbandingan massa awal dan massa sampah sisa setelah proses penyapuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa botol plastik menghasilkan efisiensi tertinggi sebesar 92,90 persen, diikuti daun mangga kering sebesar 87,50 persen dan kertas sebesar 87,35 persen. Hasil tersebut menunjukkan bahwa karakteristik fisik sampah memengaruhi kinerja penyapuan sehingga dapat menjadi dasar pengembangan desain mesin pada penelitian selanjutnya.

Kata Kunci— Efisiensi Penyapuan, Sampah Jalan, *Street Sweeper*, Variasi Jenis Sampah

Abstract— Road waste such as plastic bottles, paper, and dry leaves can reduce environmental cleanliness, making an effective street sweeping system essential. This study aims to analyze the effect of different types of waste on the sweeping efficiency of an electric-powered street sweeper equipped with an automatic sweeping system. An experimental method was employed using three types of waste: compressed plastic bottles, crumpled paper, and dry mango leaves. Each waste type weighed 2 kg and was tested three times under identical operating conditions. Sweeping efficiency was determined by comparing the initial waste mass with the remaining waste mass after the sweeping process. The results showed that compressed plastic bottles achieved the highest sweeping efficiency of 92.90 percent, followed by dry mango leaves at 87.50 percent and crumpled paper at 87.35 percent. These findings indicate that the physical characteristics of waste significantly influence sweeping performance and can serve as a basis for improving machine design in future studies.

Keywords— Road Waste, Street Sweeper, Sweeping Efficiency, Waste Type Variation

This is an open access article under the CC BY-SA License.



I. PENDAHULUAN

Sampah merupakan salah satu permasalahan lingkungan yang terus meningkat. Peningkatan jumlah penduduk dari tahun ke tahun menyebabkan produksi sampah meningkat[1]. Sampah yang tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan berbagai dampak negatif, seperti menurunnya

kualitas lingkungan, terganggunya estetika kawasan perkotaan, serta meningkatnya risiko penyumbatan saluran drainase. Keberadaan sampah di tepi jalan yang tidak dikelola dengan baik dapat menutup drainase jalan dan masuk ke dalam selokan sehingga menghambat laju aliran air ketika terjadi hujan[2]. Salah satu jenis sampah yang sering dijumpai di lingkungan perkotaan adalah sampah jalanan yang terdiri atas daun kering, kertas, plastik, debu, dan material padat lainnya. Dalam hal ini, petugas penyapu jalan sangat berperan dalam terciptanya kebersihan jalan kota[3]. Namun, pada kenyataannya beberapa kota di Indonesia masih menggunakan cara manual dengan tenaga manusia untuk melakukan pembersihan sampah[4].

Padahal metode tersebut memiliki beberapa keterbatasan, antara lain membutuhkan tenaga kerja yang relatif banyak, waktu pembersihan yang relatif dan beban kerja berlebih. Sehingga, beban kerja yang berlebih akan mengakibatkan dampak buruk bagi pekerja seperti meningkatnya kelelahan dan stres kerja[5]. Banyak negara yang mulai melakukan pengembangan dan perbaikan terhadap strategi pengelolaan sampah[6]. Oleh karena itu, penggunaan mesin penyapu jalan (*street sweeper*) menjadi salah satu alternatif yang banyak dikembangkan untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi proses pembersihan jalan. Mesin *street sweeper* mampu mengintegrasikan fungsi penyapuan, pengumpulan, dan pemindahan sampah dalam satu sistem sehingga proses pembersihan dapat dilakukan secara lebih cepat dan terorganisir[7]. Perkembangan teknologi mesin *street sweeper* terus mengalami peningkatan dalam beberapa tahun terakhir. Penelitian yang dilakukan oleh pengembang kendaraan penyapu jalan berbasis listrik menunjukkan bahwa penggunaan sistem penggerak listrik mampu menghasilkan alat yang lebih ramah lingkungan dan memiliki tingkat kebisingan yang lebih rendah dibandingkan sistem konvensional[8]. Meskipun demikian, keberhasilan sebuah mesin *street sweeper* tidak hanya ditentukan oleh jenis sistem penggerak dan energinya saja, tetapi juga oleh kemampuan sistem penyapu dalam menangani berbagai karakteristik sampah yang ada di lapangan.

Karakteristik fisik setiap jenis sampah memiliki pengaruh yang berbeda terhadap proses penyapuan[9]. Dengan kondisi tersebut penelitian ini dilakukan untuk menganalisis efisiensi penyapuan mesin *street sweeper* bertenaga listrik dengan sistem penyapu otomatis terhadap tiga jenis sampah yang umum dijumpai pada lingkungan jalan, yaitu daun mangga kering, kertas yang diremas, dan botol plastik yang diremas. Ketiga jenis sampah tersebut dipilih karena mewakili karakteristik sampah organik dan anorganik yang banyak ditemukan di Indonesia serta memiliki sifat fisik yang berbeda sehingga berpotensi menghasilkan tingkat efisiensi penyapuan yang berbeda pula[10]. Pengujian dilakukan pada kondisi operasi yang sama sehingga pengaruh variasi jenis sampah terhadap efisiensi penyapuan dapat diketahui secara lebih objektif. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi bahan evaluasi dalam pengembangan mesin *street sweeper* serta memberikan informasi mengenai jenis sampah yang paling efektif ditangani oleh sistem penyapu yang digunakan.

II. METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi jenis sampah terhadap efisiensi penyapuan mesin *street sweeper* bertenaga listrik dengan sistem penyapu otomatis. Pengujian dilakukan dengan memvariasikan jenis sampah, sedangkan parameter lainnya dibuat tetap sehingga pengaruh masing-masing variasi terhadap efisiensi penyapuan dapat diamati secara objektif. Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei 2026 di halaman rumah yang memiliki permukaan cor halus dan relatif rata sebagai area pengujian. Luas

area yang digunakan adalah $4 \text{ m} \times 6 \text{ m}$ (24 m^2) sehingga setiap pengujian dilakukan pada kondisi yang sama.

A. Alat dan Bahan

Alat utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin *street sweeper* bertenaga listrik dengan sistem penyapu otomatis yang telah dirancang dan dibuat oleh peneliti. Peralatan pendukung meliputi timbangan digital untuk mengukur massa sampah serta *Pulse Width Modulation* (PWM) sebagai pengatur kecepatan putaran motor. Bahan pengujian yang digunakan terdiri atas botol plastik yang diremas, kertas yang diremas, dan daun mangga kering, dengan massa masing-masing sebesar 2 kg pada setiap pengujian.

Tabel 1. Spesifikasi Mesin *Street Sweeper*

No	Spesifikasi Mesin <i>Street Sweeper</i>	
	<i>Parameter</i>	<i>Spesifikasi</i>
1	Jenis penggerak	Motor listrik DC
2	Tegangan	12 V
3	Daya	250 W
4	<i>Gearbox</i>	9,6:1
5	Putaran output	312,6 rpm
6	Panjang mesin	251 cm
7	Lebar mesin	83 cm
8	Tinggi mesin	100 cm
9	Kapasitas	30 kg
10	Jenis sikat	Nilon



Gambar 1. Mesin *Street Sweeper*

Alat utama yang digunakan berupa mesin *street sweeper* bertenaga listrik dengan sistem penyapu otomatis menggunakan motor DC 12 V berdaya 250 W yang dilengkapi *gearbox* reduksi

9,6:1, sehingga menghasilkan putaran keluaran sebesar 312,6 rpm. Sistem penyapu menggunakan sikat berbahan nilon yang dipasang pada rangka penyapu empat sisi. Dimensi mesin memiliki panjang 251 cm, lebar 83 cm, tinggi 100 cm, lebar efektif penyapuan 75 cm, serta kapasitas efektif bak penampung sebesar 30 kg. Selain itu digunakan timbangan digital gantung untuk mengukur massa sampah serta meteran untuk menentukan area pengujian.

Bahan penelitian terdiri atas tiga jenis sampah yang umum dijumpai pada lingkungan jalan, yaitu daun mangga kering, kertas yang diremas, dan botol plastik bekas yang diremas. Ketiga jenis sampah dipilih karena memiliki karakteristik fisik yang berbeda sehingga dimungkinkan memberikan tingkat efisiensi penyapuan yang berbeda pula. Seluruh parameter pengujian dibuat tetap agar perbedaan hasil hanya dipengaruhi oleh variasi jenis sampah yang digunakan.

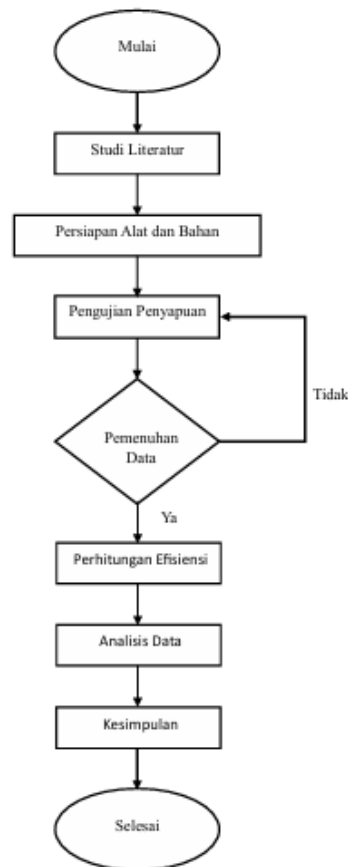
Tabel 2. Parameter Pengujian

No	Parameter Pengujian	
	<i>Parameter</i>	<i>Nilai</i>
1	Jenis permukaan	Cor rata dan halus
2	Luas area	4 m x 6 m (24 m ²)
3	Berat kotoran	2 kg
4	Kecepatan penyapu	PWM 60%
5	Jumlah lintasan	4 kali
6	Jumlah pengulangan	3 kali
7	Variasi sampah	Daun, kertas,botol plastik

Prosedur penelitian diawali dengan menyiapkan mesin dan seluruh peralatan yang digunakan. Masing-masing jenis sampah ditimbang hingga mencapai massa 2 kg, kemudian disebarkan secara merata pada area pengujian seluas 24 m². Mesin dioperasikan menggunakan pengaturan PWM sebesar 60% dan melakukan penyapuan mengikuti pola lintasan bolak-balik sebanyak empat lintasan hingga seluruh area terlewati. Setelah proses penyapuan selesai, sampah yang masih tertinggal pada area pengujian dikumpulkan menggunakan karung dan ditimbang kembali menggunakan timbangan digital gantung untuk memperoleh massa sampah sisa. Sebelum pengujian berikutnya dilakukan, area dibersihkan sehingga kondisi awal setiap percobaan tetap sama. Setiap variasi jenis sampah diuji sebanyak tiga kali pengulangan untuk memperoleh data yang lebih representatif.

B. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir yang digunakan pada penelitian ini diawali dengan studi literatur dan persiapan alat serta bahan, kemudian dilanjutkan dengan proses pengujian menggunakan mesin street sweeper terhadap variasi jenis sampah. Data hasil pengujian berupa massa sampah sisa selanjutnya digunakan untuk menghitung efisiensi penyapuan dan dianalisis secara deskriptif sehingga diperoleh kesimpulan penelitian. Gambar diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar 2 dibawah .



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

C. Analisis Data

Efisiensi penyapuan dihitung berdasarkan perbandingan antara massa awal sampah dan massa sampah yang masih tersisa setelah proses penyapuan menggunakan persamaan berikut.

$$\eta = \frac{W_{awal} - W_{sisa}}{W_{awal}} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

W_{awal} : berat awal kotoran (kg)

W_{sisa} : berat sisa kotoran (kg)

η : efisiensi penyapuan (%)

Data hasil pengujian dianalisis menggunakan analisis deskriptif kuantitatif. Nilai efisiensi dihitung pada setiap pengulangan, kemudian ditentukan nilai rata-rata untuk masing-masing jenis sampah. Selanjutnya dilakukan perbandingan antarvariasi untuk mengetahui jenis sampah yang memberikan efisiensi penyapuan tertinggi pada mesin street sweeper yang diuji.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi jenis sampah terhadap efisiensi penyapuan mesin *street sweeper* bertenaga listrik dengan sistem penyapu otomatis. Jenis sampah yang digunakan terdiri atas botol plastik yang diremas, kertas yang diremas, dan daun mangga kering. Masing-masing sampah memiliki massa awal sebesar 2 kg dan diuji sebanyak tiga kali pengulangan pada kondisi pengujian yang sama. Setelah proses penyapuan selesai, sampah yang masih tertinggal pada area pengujian dikumpulkan dan ditimbang sehingga diperoleh massa sampah sisa (W_s).



Gambar 3. Dokumentasi Proses Pengujian Penyapuan

Tabel 3. Hasil Pengujian

Jenis Sampah	Pengujian Massa Sampah Sisa (W_s)			
	$W_s 1$ (kg)	$W_s 2$ (kg)	$W_s 3$ (kg)	Rata-rata (kg)
Botol plastik	0,130	0,145	0,150	0,142
Kertas	0,225	0,225	0,280	0,253
Daun	0,180	0,310	0,260	0,250

Berdasarkan Tabel 3 terlihat bahwa massa sampah sisa rata-rata paling kecil diperoleh pada pengujian botol plastik, yaitu sebesar 0,142 kg, sedangkan massa sampah sisa rata-rata terbesar diperoleh pada kertas sebesar 0,253 kg. Nilai massa sampah sisa yang semakin kecil menunjukkan bahwa semakin banyak sampah yang berhasil dipindahkan ke dalam bak penampung sehingga efisiensi penyapuan semakin tinggi.

B. Perhitungan Efisiensi Penyapuan

Perhitungan efisiensi penyapuan ditentukan menggunakan persamaan (1) dengan massa awal sampah sebesar 2 kg.

$$\text{Botol plastik teremas : } \eta = \frac{2-0,142}{2} \times 100\% = 92,90\%$$

Kertas teremas : $\eta = \frac{2-0,253}{2} \times 100\% = 87,35\%$

Daun kering : $\eta = \frac{2-0,250}{2} \times 100\% = 87,50\%$

Hasil perhitungan efisiensi ditampilkan pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Efisiensi Penyapuan Berdasarkan Variasi Jenis Sampah

Efisiensi Penyapuan Berdasarkan Variasi Jenis Sampah		
<i>Jenis Sampah</i>	<i>Rata-rata W_s (kg)</i>	<i>Efisiensi/ η (%)</i>
Botol Plastik	0,142	92,90
Kertas	0,253	87,35
Daun	0,250	87,50

C. Pembahasan Hasil

Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi jenis sampah memengaruhi efisiensi penyapuan mesin street sweeper. Perbedaan tersebut disebabkan oleh karakteristik fisik masing-masing sampah, seperti ukuran, bentuk, dan massa. Botol plastik yang diremas menghasilkan efisiensi penyapuan tertinggi sebesar 92,90%. Hal ini karena bentuknya yang relatif besar dan cukup kaku sehingga lebih mudah terdorong oleh sikat penyapu menuju bak penampung serta tidak mudah kembali ke area penyapuan. Kertas yang diremas memiliki efisiensi sebesar 87,35%. Meskipun ukurannya cukup besar, massanya yang ringan menyebabkan sebagian kertas masih dapat bergeser atau meluncur kembali ke depan sehingga masih menyisakan sampah pada area pengujian. Daun mangga kering menghasilkan efisiensi sebesar 87,50%. Bobotnya yang ringan membuat daun mudah menumpuk di bagian depan mesin dan sebagian kembali terdorong ke area penyapuan, sehingga tidak seluruhnya masuk ke dalam bak penampung.

Secara keseluruhan, seluruh jenis sampah menunjukkan efisiensi penyapuan di atas 87%, sehingga mesin memiliki kinerja yang baik. Namun demikian, karakteristik fisik sampah masih memengaruhi kemampuan penyapuan, sehingga pengembangan desain sistem penyapu dan bak penampung perlu dilakukan untuk meningkatkan kinerja, terutama terhadap sampah yang ringan seperti daun kering.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, variasi jenis sampah berpengaruh terhadap efisiensi penyapuan mesin street sweeper bertenaga listrik dengan sistem penyapu otomatis. Botol plastik yang diremas menghasilkan efisiensi penyapuan tertinggi sebesar 92,90%, sedangkan daun mangga kering dan kertas yang diremas masing-masing menghasilkan efisiensi sebesar 87,50% dan 87,35%. Secara keseluruhan, mesin mampu melakukan penyapuan dengan efisiensi di atas 87% untuk seluruh jenis sampah yang diuji. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa mesin memiliki kinerja yang baik dan dapat menjadi alternatif alat pembersih jalan, sekaligus menjadi dasar untuk pengembangan desain sistem penyapu agar efisiensinya semakin meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Aji Kurniawan and A. Zaenal Santoso, "PENGELOLAANSAMPAH DIDAERAH SEPATANKABUPATENTANGERANG," vol. 1, no. 1, pp. 31–36, 2021, doi: <https://doi.org/10.34306/adimas.v1i1.247>.
- [2] A. B. Pratama, S. Sugiyanto, R. Krisnaputra, B. T. Prayoga, Y. A. K. Prayitno, and I. Djati, "Kinerja Sistem Penyapu Tipe Gutter Brooms Pada Prototipe Kendaraan Penyapu Jalan," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 14, no. 2, pp. 499–512, 2023, doi: [10.21776/jrm.v14i2.1288](https://doi.org/10.21776/jrm.v14i2.1288).
- [3] L. N. Ulanda Nita Kurnia, Asparian, "Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Pada Petugas Penyapu Jalan Dinas Lingkungan Hidup Kota Jambi Tahun 2020," *Medic*, vol. 4, no. 1, pp. 185–197, 2020, doi: <https://doi.org/10.22437/medicaldedication.v4i1.13473>.
- [4] R. T. K. Kuncoro, S. Sugiyanto, S. D. Kurniawan, and R. Ikhsan, "Integrasi Sistem Hidrolik Vessel Double Cylinder dan Lengan Penyapu pada Electric Road Sweeper," *J. Teknol. dan Rekayasa Alat Berat*, vol. 1, no. 1, pp. 01–05, 2024, doi: [10.22146/jtrab.v1i1.8604](https://doi.org/10.22146/jtrab.v1i1.8604).
- [5] I. Maulana, W. Widhiarso, and G. S. Dewi, "Analisis Pengaruh Beban Kerja terhadap Tingkat Kelelahan Pekerja Industri Rumah Tangga Keripik Tempe," *J. INTECH Tek. Ind. Univ. Serang Raya*, vol. 9, no. 1, pp. 33–41, 2023, doi: [10.30656/intech.v9i1.5619](https://doi.org/10.30656/intech.v9i1.5619).
- [6] M. Chaerul and S. U. Zatadini, "Perilaku Membuang Sampah Makanan dan Pengelolaan Sampah Makanan di Berbagai Negara: Review," *J. Ilmu Lingkung.*, vol. 18, no. 3, pp. 455–466, 2020, doi: [10.14710/jil.18.3.455-466](https://doi.org/10.14710/jil.18.3.455-466).
- [7] O. V. Bereziuk and E. S. Garbuz, "SURVEY OF THE CONSTRUCTIONS AND WORKING ELEMENTS OF THE ROAD SWEEPERS AND STREET SWEEPING ATTACHMENTS FOR THE DUSTCARTS (Eng)," *Sci. Work. Vinnytsia Natl. Tech. Univ.*, no. 3, pp. 1–10, 2023, doi: [10.31649/2307-5392-2023-3-30-39](https://doi.org/10.31649/2307-5392-2023-3-30-39).
- [8] S. Jamil, T. Mukhtar, R. H. Ali, I. Qaiser, and B. Ahmed, "Design and Development of an Electric Remote-Controlled Road-Sweeper Vehicle," *Eng. Proc.*, vol. 12, no. 1, 2022, doi: [10.3390/engproc2021012089](https://doi.org/10.3390/engproc2021012089).
- [9] D. Ariefahnoor, N. Hasanah, and A. Surya, "Jurnal kacapuri," *PENGELOLAAN SAMPAH DESA GUDANG Teng. MELALUI Manaj. BANK SAMPAH*, vol. 3, no. 1, pp. 14–30, 2020, doi: <https://dx.doi.org/10.31602/jk.v3i1.3594>.
- [10] Rayhan Fadilah, Lisna Anggia Fortunata, Della Fazera, Iin Arsenna Br. Sembiring, and Alvin Pratama, "Analisis Penyalahgunaan Kawasan Tepi Jalan menjadi Tempat Pembuangan Sampah Liar di Jalan Sipirok Area, Kec. Percut Sei Tuan, Kab. Deli Serdang," *SOSMANIORA J. Ilmu Sos. dan Hum.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–8, 2024, doi: [10.55123/sosmaniora.v3i1.2938](https://doi.org/10.55123/sosmaniora.v3i1.2938).