

Kajian Teoritik Pengaruh Hubungan Antara Geometri Jalan Dan Konsumsi Bahan Bakar Pada Unit *Dump Truck*

Dzaki Luqman¹, Habel Mundi², Yudi Kurniawan^{3*}

^{1,2,3}Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Balikpapan

Jl. Soekarno Hatta No. KM. 8, Kel. Batu Ampar, Kec. Balikpapan Utara, Kota Balikpapan, Kalimantan Timur 76129

*E-mail: yudi.kurniawan@poltekba.ac.id

Abstrak

Konsumsi BB (bahan bakar) pada kendaraan bermotor merupakan salah satu indikator utama efisiensi sistem transportasi darat. Selain ditentukan oleh spesifikasi teknis kendaraan dan perilaku pengemudi, efisiensi BB juga sangat dipengaruhi oleh kondisi infrastruktur, khususnya geometri jalan. Geometri jalan mencakup elemen-elemen seperti gradien, lengkung horizontal dan vertikal, lebar lajur, serta kualitas permukaan jalan, yang semuanya memengaruhi dinamika kendaraan saat berkendara. Jalan dengan desain geometrik yang tidak optimal dapat menyebabkan peningkatan kerja mesin, akselerasi yang tidak efisien, serta perlambatan berulang, yang pada akhirnya berdampak pada pemborosan BB. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji sejauh mana elemen-elemen geometrik jalan memengaruhi konsumsi BB kendaraan bermotor. Melalui pendekatan analisis kualitatif dan kuantitatif berbasis literatur serta evaluasi teknis, ditemukan bahwa desain geometrik yang efisien mampu menurunkan konsumsi BB secara signifikan. Temuan ini menekankan pentingnya integrasi aspek efisiensi energi dalam proses perencanaan dan perancangan jalan guna menciptakan sistem transportasi darat yang tidak hanya efektif dan ekonomis, tetapi juga berkelanjutan dan ramah lingkungan.

Kata kunci: Desain jalan, Efisiensi energi, Geometri jalan, Konsumsi bahan bakar, Transportasi darat

1. Pendahuluan

Transportasi darat merupakan tulang punggung sistem mobilitas di banyak negara, termasuk Indonesia. Dengan pertumbuhan populasi dan urbanisasi yang pesat, kebutuhan akan transportasi yang efisien, aman, dan berkelanjutan menjadi semakin mendesak [1]. Dalam konteks ini, efisiensi energi menjadi salah satu indikator utama dalam mengevaluasi performa sistem transportasi secara keseluruhan [2].

Salah satu tantangan utama dalam transportasi darat adalah tingginya konsumsi BB (bahan bakar), yang berdampak langsung pada biaya operasional, ketergantungan terhadap energi fosil, serta kontribusi terhadap emisi karbon dioksida dan pencemaran udara [3]. Oleh karena itu, berbagai upaya telah dilakukan untuk menekan konsumsi BB, baik melalui inovasi teknologi kendaraan, penggunaan energi alternatif, maupun perbaikan infrastruktur transportasi [4].

Infrastruktur jalan, sebagai elemen vital dalam sistem transportasi darat, memiliki pengaruh yang signifikan terhadap efisiensi kendaraan bermotor [5]. Desain dan kondisi jalan yang baik tidak hanya meningkatkan kenyamanan dan keselamatan berkendara, tetapi juga dapat berkontribusi langsung terhadap pengurangan konsumsi BB. Salah satu aspek desain jalan yang sering kali kurang diperhatikan namun memiliki dampak besar adalah geometri jalan [6].

Geometri jalan mencakup elemen-elemen seperti kemiringan (*gradien*), lengkung horizontal dan vertikal, lebar lajur, superelevasi, serta kualitas permukaan jalan. Setiap elemen ini memengaruhi dinamika kendaraan saat melaju, termasuk kecepatan, akselerasi, gaya gesek, dan gaya hambat. Perubahan-perubahan ini secara langsung memengaruhi beban kerja mesin, yang pada akhirnya berdampak pada konsumsi BB [7].

Jalan dengan gradien terlalu curam akan menjadi *energy trap* untuk mesin, pergantian kebutuhan dari deselerasi ke akselerasi sangat cepat di kaki tanjakan serta memaksa penggunaan rem secara berlebihan saat menurun [8]. Begitu pula, lengkung horizontal yang tajam mengharuskan pengemudi untuk mengurangi kecepatan secara signifikan, mengganggu pola laju kendaraan yang efisien. Di sisi lain, jalan dengan permukaan bergelombang atau tidak rata

menimbulkan hambatan tambahan yang meningkatkan konsumsi energi [9].

Selain itu, lebar lajur yang tidak memadai dapat menimbulkan kepadatan lalu lintas dan perlambatan aliran kendaraan, yang secara kumulatif menyebabkan pemborosan BB. Dalam konteks perkotaan maupun jalan antar kota, desain geometri yang kurang ideal dapat menjadi faktor penyebab utama inefisiensi energi, bahkan ketika kendaraan yang digunakan telah dirancang untuk hemat BB[10].

Sejumlah penelitian empiris telah menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang kuat antara geometri jalan dan konsumsi BB kendaraan. Studi-studi tersebut membuktikan bahwa perubahan kecil pada elemen geometri tertentu dapat menghasilkan perbedaan yang signifikan dalam efisiensi energi. Oleh karena itu, pemahaman mendalam mengenai aspek geometrik menjadi penting dalam proses perencanaan dan rekonstruksi jalan [11].

Dalam era transisi menuju sistem transportasi rendah karbon, peran rekayasa jalan dalam menunjang efisiensi bahan bakar menjadi semakin relevan. Di tengah berbagai tantangan energi global dan target penurunan emisi, integrasi prinsip-prinsip efisiensi energi ke dalam desain geometrik jalan merupakan langkah strategis yang patut diprioritaskan [12].

Meskipun perkembangan teknologi kendaraan terus meningkat, performa optimal kendaraan tetap sangat dipengaruhi oleh kondisi eksternal, terutama karakteristik fisik jalan yang dilalui. Dengan kata lain, efisiensi BB tidak hanya ditentukan oleh kualitas kendaraan itu sendiri, tetapi juga oleh kualitas lingkungan operasinya, termasuk geometri jalan [13].

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji secara sistematis pengaruh elemen-elemen geometrik jalan terhadap konsumsi BB kendaraan bermotor. Dengan menganalisis hubungan ini, diharapkan dapat diperoleh dasar ilmiah yang kuat untuk mendukung praktik perencanaan jalan yang tidak hanya aman dan nyaman, tetapi juga hemat energi dan ramah lingkungan [14].

2. Metodologi

Penelitian didasarkan pada pendekatan model matematika metode regresi linier. Konsumsi BB dinyatakan sebagai variabel terikat (Y). Kemiringan jalan, jarak angkut, kecepatan dan waktu tempuh dinyatakan sebagai variabel bebas (X).

2.1 Variabel Terikat (Y)

Adalah variabel yang dipengaruhi atau tergantung pada variabel lain dalam suatu penelitian, khususnya pada eksperimen atau hubungan sebab-akibat. Dalam hal ini variabel terikat pada penelitian ini yaitu:

a. Konsumsi BB

Konsumsi BB (*fuel consumption*) adalah total pemakaian BB untuk alat angkut dalam satu *fleet* yang ditunjukkan dalam volume (liter) per jam [15][16]. Perhitungan kebutuhan BB pada suatu *dump truck* sangat penting, karena digunakan untuk mengetahui besarnya biaya operasional. Untuk menghitung konsumsi BB suatu alat dapat menggunakan Pers.

$$Y = aX + b \quad (1)$$

Konstanta a dan b dihitung berdasarkan persamaan :

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x) - n \sum xy}{(\sum x)^2 - n \sum x^2} \quad (2)$$

$$b = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum xy)(\sum x)}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (3)$$

Dimana :

Y = Variabel Terikat (Konsumsi BB)

X = Variabel Bebas (Kemiringan Jalan, Jarak Angkut, Kecepatan, Waktu Tempuh)

a = Konstanta Regresi

b = Konstanta Regresi

2.2 Variabel Bebas (X)

Variabel bebas adalah faktor penyebab dalam suatu penelitian. Ini adalah hal yang dimanipulasi atau ditentukan lebih dulu, lalu diamati bagaimana pengaruhnya terhadap sesuatu yang lain (variabel terikat). Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini meliputi diantaranya:

a. Jarak angkut

Jarak adalah jarak yang dilalui oleh *dump truck* yang menghubungkan tempat pemuatan (*loading point*) menuju tempat pembuangan (*dumping point*) [17].

b. Waktu tempuh

waktu tempuh adalah waktu yang dibutuhkan oleh alat angkut untuk menyelesaikan satu ritase mulai dari pengisian lapisan penutup, pengangkutan dan penimbunan lapisan penutup pada disposal hingga kembali ke *loading point* [7].

c. Kemiringan jalan

Kemiringan jalan merupakan perbandingan antara beda tinggi dan jarak miring pada setiap segmen yang dilalui oleh alat angkut yang dinyatakan dalam persen (%).Tahanan kemiringan jalan berhubungan langsung dengan besarnya gaya berat melawan atau membantu kendaraan dari kemampuan alat angkut, baik dalam pengereman maupun dalam mengatasi tanjakan [18].

d. Kecepatan

Kecepatan adalah rata-rata jarak yang dapat ditempuh suatu kendaraan pada suatu ruas jalan dalam satu satuan waktu tertentu. Kecepatan dari suatu kendaraan dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti volume muatan, kondisi cuaca dan lingkungan alam sekitarnya [19].

Untuk mengetahui tingkat validitas dari hubungan variabel terikat (Y) dengan variabel bebasnya (X), maka dibutuhkan uji statistik yang meliputi koefisien korelasi (R), koefisien determinasi (F), standar deviasi (SD) dan tingkat konvergensi (C). Adapun bentuk-bentuk persamaan untuk menentukan ke empat variabel ini adalah sebagai berikut :

$$\mathcal{R} = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{n \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}} \quad (4)$$

$$F = \mathcal{R}^2 \quad (5)$$

$$SD = \left| \frac{Y - Y_{reg}}{Y} \right| \times 100\% \quad (6)$$

$$C = 100 - SD \quad (7)$$

3. Hasil dan pembahasan

3.1 Jalan Angkut

Lintasan jalan angkut dibagi menjadi 2 (Tabel 1), yang pertama adalah lintasan berangkat dengan kondisi *dump*

truck bermuatan yaitu pengangkutan dari *front* penambangan menuju tempat penimbunan *temporary stockpile* J. Dan yang kedua adalah lintasan kembali dengan kondisi *dump truck* kosong yaitu pengangkutan dari *temporary stockpile* J menuju ke *front* penambangan.

Tabel 1. Lintasan Jalan Angkut

Berangkat (Bermuatan)				Kembali (Kosongan)			
No.	Segmen	Jarak (m)	Kemiringan (%)	No.	Segmen	Jarak (m)	Kemiringan (%)
1	A-B	110	3,0	1	J-I	90	2,2
2	B-C	220	1,0	2	I-H	560	4,5
3	C-D	95	1,1	3	H-G	720	0,6
4	D-E	200	3,0	4	G-F	145	2,1
5	E-F	150	7,3	5	F-E	150	7,3
6	F-G	145	2,1	6	E-D	200	3,0
7	G-H	720	0,6	7	D-C	95	1,1
8	H-I	560	4,5	8	C-B	220	1,0
9	I-J	90	2,2	9	B-A	110	3,0

3.2 Waktu Tempuh Dan Konsumsi Bahan Bakar

Waktu tempuh kendaraan berangkat (Tabel 2) alat angkut yang di dapatkan pada saat penelitian adalah sebesar 0,22 jam (13 menit) dan waktu tempuh pada saat kendaraan kembali (Tabel 3) adalah sebesar 0,24 jam (15 menit).

Konsumsi BB pada kendaraan berangkat (bermuatan) adalah sebesar 5,34089 liter dengan waktu tempuh 0,222 jam, sedangkan konsumsi BB pada kendaraan kembali (kosong) adalah sebesar 5,83771 liter dengan waktu tempuh 0,234 jam.

Tabel 2. Waktu Tempuh dan Konsumsi BB Kendaraan Berangkat

Segmen	Jarak (km)	Kemiringan (%)	Rimpull	Kecepatan (km/jam)	Waktu Tempuh (jam)	Konsumsi bahan bakar (liter)
A-B	0,11	3,0	2676,00	7,17	0,01533333	0,36861
B-C	0,22	1,0	1290,00	11,79	0,01866667	0,44875
C-D	0,10	1,1	1551,30	9,83	0,00956667	0,23239
D-E	0,20	3,0	2868,00	7,69	0,02600000	0,62504
E-F	0,15	7,3	5847,00	4,29	0,03500000	0,84140
F-G	0,15	2,1	2052,30	8,06	0,01860000	0,43272
G-H	0,72	0,6	1204,80	13,85	0,05200000	0,25008
H-I	0,56	4,5	3907,50	15,20	0,03633333	0,88547
I-J	0,09	2,2	2121,60	8,44	0,01056567	0,25643
Jumlah	2,29	-	23518,5	-	0,22256567	534,089
Rata-rata	-	-	-	9,59	-	-

Tabel 3. Waktu Tempuh dan Konsumsi Bahan Bakar Kendaraan Berangkat

Segmen	Jarak (km)	Kemiringan (%)	Rimpull	Kecepatan (km/jam)	Waktu Tempuh (jam)	Konsumsi bahan bakar (liter)
J-I	0,09	2,2	582,5	7,17	0,0145000	0,34358
I-H	0,56	4,5	-983,5	11,79	0,0185000	0,44484
H-G	0,72	0,6	-281,5	9,83	0,0763333	1,83505
G-F	0,15	2,1	564,5	7,69	0,0180000	0,43272
F-E	0,15	7,3	-1487,5	4,29	0,0350000	0,84140
E-D	0,20	3,0	-713,5	8,06	0,0260000	0,62504
F-C	0,10	1,1	-371,5	13,85	0,0096663	0,23239
C-B	0,22	1,0	366,5	15,20	0,0241663	0,58097
B-A	0,11	3,0	726,5	8,44	0,0206663	0,49683
Jumlah	2,29	-	-1597,6	-	0,24283333	583,271
Rata-rata	-	2,8	-	10,02	-	-

3.3 Model Matematika

Terdapat dua model matematika untuk analisa pengaruh geometri jalan terhadap konsumsi bahan bakar *dump truck*, yaitu model matematika untuk kendaraan berangkat (model matematika I) dan model matematika untuk kendaraan kembali (model matematika II).

Model matematika I untuk kendaraan berangkat dengan kondisi bermuatan ditunjukkan pada persamaan dan tabel (tabel 4&5) seperti berikut ini :

$$Y = 23,97x(Jr^{0,001})x(Gr^{0,001})x(V^{0,001})x(Wt) + 0,0000628 \quad (8)$$

Dimana :

Jr = Jarak angkut

Gr = Kemiringan jalan

V = Kecepatan

Wt = Waktu Tempuh

Tabel 4. Hasil Uji Statistik Model Matematika I

R	R ²	SD (%)	SD	C
1,00	1,00	0,14	0,0937522	99,86

Model matematika II untuk kendaraan kembali dengan kondisi kosong ditunjukkan pada persamaan seperti berikut ini :

$$Y = 24,004x(Jr^{0,001})x(Gr^{0,001})x(V^{0,001})x(Wt) + 0,000086 \quad (9)$$

Dimana :

Jr = Jarak angkut

Gr = Kemiringan jalan

V = Kecepatan

Wt = Waktu Tempuh

Tabel 5. Hasil Uji Statistik Model Matematika II

R		SD (%)		SD	C
1,00	1,00	0,08	0,000000000000001521	99,92	

Berdasarkan model matematika I dan II maka untuk tiap perubahan geometri jalan angkut dapat dianalisa pengaruhnya terhadap konsumsi BB *dump truck*.

3.4 Analisa Perubahan Jarak Angkut Terhadap Konsumsi BB

Tiap perubahan jarak angkut sejauh 100 meter dengan asumsi kemiringan jalan dan kecepatan kendaraan dibuat sama, maka konsumsi BB akan meningkat sebesar 0,112282 liter dan menambah waktu tempuh sebesar 0,003967 jam.

3.5 Analisa Kemiringan Jalan Angkut Terhadap Konsumsi BB

Tingkat konsumsi BB dan waktu tempuh akan berubah seiring dengan adanya perubahan kemiringan. Setiap ada pertambahan kemiringan 5% dengan kecepatan dibuat tetap dan mengalami perubahan jarak maka dapat menambah konsumsi BB sebesar 0,0562 liter dan menambah waktu tempuh sebesar 0,0017 jam.

3.6 Analisa Perubahan Kecepatan *Dump Truck* Terhadap Konsumsi BB

Kecepatan *dump truck* juga mempunyai pengaruh terhadap tingkat konsumsi BB dari alat tersebut. Setiap perubahan kecepatan (V) sebesar 5 km/jam dengan jarak yang sama dan kemiringan (*gradien*) sama dapat menghemat bahan bakar sebesar 0,006196 liter.

4. Kesimpulan

Terdapat dua model matematika untuk analisa pengaruh geometri jalan terhadap konsumsi bahan bakar *dump truck*, yaitu model matematika untuk kendaraan berangkat (model matematika I) dan model matematika untuk kendaraan kembali (model matematika II). Berdasarkan model matematika dapat diketahui bahwa yang paling besar pengaruhnya terhadap konsumsi bahan bakar *dump truck* adalah perubahan jarak angkut. Tiap perubahan jarak sebesar 100 meter akan menambah konsumsi bahan bakar sebesar 0,112282 liter.[20]

Daftar Pustaka

- [1] M. Trianah, D. Wijaya Saputra, and S. Irnaningsih, "Pengaruh Sejarah Perkembangan Alat Transportasi Darat, Laut, dan Udara di Indonesia serta Dampaknya terhadap Masyarakat," *Semin. Nas. Pendidik.*, pp. 2584–2592, 2024, [Online]. Available: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/SEMNASFIP/article/view/24066>
- [2] F. Nugrayolanda, "Moda Transportasi yang Efektif dan Efisien Bagi Mahasiswa ITB," *Pros. Temu Ilm. IPLBI*, 2016, [Online]. Available: <https://www.academia.edu/download/51992930/IPLBI2016-D-197-202-Moda-Transportasi-yang-Efektif-dan-Efisien-bagi-Mahasiswa-ITB-0.pdf>
- [3] Zola, G., Nugraheni, S. D., Rosiana, A. A., Pambudy, D. A and N. Agustanta, "Inovasi kendaraan listrik sebagai upaya meningkatkan kelestarian lingkungan dan mendorong pertumbuhan ekonomi hijau di Indonesia," *Ekonomi. Sumberd. dan Lingkung.*, vol. 11, no. 3, pp. 159–170, 2023.
- [4] H. W. Sudarwanto, I. W. Utami, R. Asmoro, and A. A. Wulandari, "Bahaya Emisi Gas Buang Kendaraan Berbahan Bakar Bensin dan Menumbuhkan Lingkungan Hijau di Perkotaan," *Semin. Nas. Call Pap. Hubisintek 2020*, pp. 101–105, 2020.
- [5] D. I. Prasetya, I. Nuraini, and H. Kusuma, "Pengaruh Pembangunan Infrastruktur Jalan Raya Dan Listrik

- Terhadap Pdrb Di Kota Mojokerto,” *J. Ilmu Ekon. JIE*, vol. 5, no. 2, pp. 233–246, 2021, doi: 10.22219/jie.v5i2.14016.
- [6] J. R. Husain and A. Nurwaskito, “Analisis geometri jalan di tambang utara,” vol. 04, no. 1, pp. 39–43, 2016.
- [7] I. A. P. Hadi, *BAHAN BAKAR HAULER DI PT ANTAREJA MAHADA SKRIPSI Irza Azzahra Putri Hadi PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN 2022 M / 1443 H. 2022.*
- [8] N. Rochim, A. Triantoro, and R. N. Hakim, “Evaluasi Kondisi Jalan Tambang Berdasarkan Geometri Untuk Meningkatkan Produktifitas Alat Angkut Pada Pt Madhani Talatah Nusantara,” *J. Himasapta*, vol. 6, no. 1, p. 27, 2021, doi: 10.20527/jhs.v6i1.3437.
- [9] S. Adha, A. Nelvi, and H. Rahmi, “Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar Mitsubishi Fuso 220 Pada Setiap Segmen Jalan Dan Berdasarkan Rpm,” *J. Sains dan Teknol. J. Keilmuan dan Apl. Teknol. Ind.*, vol. 23, no. 1, p. 132, 2023, doi: 10.36275/stsp.v23i1.604.
- [10] Ikbāl Amru, Yuliadi, and Elfida Moralista, “Kajian Pengaruh Geometri Jalan terhadap Konsumsi Bahan Bakar dalam Optimasi Pengangkutan pada Kegiatan Penambangan Andesit di PT Mandiri Sejahtera Sentra (MSS) Desa Sukamulya, Kecamatan Tegalwaru, Kabupaten Purwakarta, Provinsi Jawa Barat,” *Bandung Conf. Ser. Min. Eng.*, vol. 2, no. 1, pp. 223–234, 2022, doi: 10.29313/bcsme.v2i1.2210.
- [11] F. Joel *et al.*, “Site Perambahan Kota Sawah Lunto Provinsi Sumatera Barat,” vol. 04, no. 02, pp. 125–137, 2022.
- [12] B. A. Indarto, D. A. Ani, A. R. Tantra, and F. D. Jayanti, “Pengembangan Model Pengukuran dan Pelaporan Carbon Footprint di Bidang Green Accounting dalam Transisi Menuju Ekonomi Rendah Karbon,” *J. Ekon. Manajemen, Akuntansi, Bisnis Digit. Ekon. Kreat. Entrep.*, vol. 5, no. 1, pp. 119–130, 2024, doi: 10.56456/jebdeker.v5i1.796.
- [13] Afni Nelvi, “Analisis Konsumsi Bahan Bakar Truck Mitsubishi Fuso 220 Pada Pengangkutan Batubara Berdasarkan Rimpull (Studi Kasus: PT. Haswi Kencana Indah),” *J. Tek. dan Teknol. Tepat Guna*, vol. 2, no. 1, pp. 1–9, 2023, doi: 10.62357/j-t3g.v2i1.141.
- [14] Sri Widyati, “Analisis pengaruh *grade* jalan terhadap konsumsi bahan bakar alat angkut pada pengupasan *overburden* PT Tata Bara Utama Provinsi Sumatra Selatan,” *J. Pertambangan* vol. 1, No 1, pp. 4–6, 2024.
- [15] B. P. Octaviani, “Analisa Kewajaran Atas Penggunaan Bahan Bakar Pada Alat Gali-Muat Dan Alat Angkut Menggunakan Uji Dua-Ujung,” *Pros. Tpt Xxix Perhapi 2020*, pp. 293–308, 2020.
- [16] G. Winukir, I. Inmarlinianto, and E. Winarno, “Kajian Geometri Jalan Angkut Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Alat Angkut Dump Truck Pada Penambangan Batu Andesit Di Kabupaten Kulon Progo Yogyakarta,” *J. Pertamb. dan Lingkungan.*, vol. 3, no. 1, p. 25, 2022, doi: 10.31764/jpl.v3i1.8954.
- [17] V. Shelendia, M. Oktavia, and I. S. Permana, “Overburden Di Pt. Surya Anugerah Sejahtera Kabupaten Bungo,” vol. 2, no. September, 2021.
- [18] Pradita Nurhakim, Iswandaru, and Yunus Ashari, “Pengaruh Geometri Jalan terhadap Konsumsi Bahan Bakar dalam Optimasi Pengangkutan Batubara,” *Bandung Conf. Ser. Min. Eng.*, vol. 4, no. 1, pp. 92–101, 2024, doi: 10.29313/bcsme.v4i1.11476.
- [19] A. L. E. R. Cindy Irene Kawulur, T.K. Sendow, E. Lintong, “Analisa Kecepatan Yang Diinginkan Oleh Pengemudi (Studi Kasus Ruas Jalan Manado-Bitung),” *J. Sipil Statik*, vol. 1, no. 4, pp. 289–297, 2013.
- [20] R. Fanani, Yazid, Destinaba, “Analisa Model Matematika Pengaruh Geometri Jalan Angkut Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Dump Truck (Studi Kasus: Pt. Bukit Asam Tbk. Sumatera Selatan),” 2019.