ANALISIS PERBANDINGAN PENGGUNAAN BAHAN BAKAR DENGAN RON 92 DARI BRAND X, Y, DAN Z TERHADAP KINERJA DAN EMISI YANG DIHASILKAN

Fadhil Arif
S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: fadhil.22044@mhs.unesa.ac.id

Muamar Zainul Arif
Jurusan Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: muamararif@unesa.ac.id

Abstrak

Sepeda motor injeksi elektronik berkompresi tinggi umumnya mensyaratkan bahan bakar minimal RON 92, namun ketersediaan produk RON 92 dari berbagai merek komersial menimbulkan pertanyaan apakah kesamaan nilai oktan menjamin keseragaman karakteristik pembakaran antar merek. Penelitian ini bertujuan mengkaji secara deskriptif kuantitatif karakteristik kinerja mesin (torsi, daya) dan emisi gas buang (O2, CO, CO2, HC) pada Yamaha Aerox Alpha 155cc menggunakan BBM RON 92 dari Pertamax, Shell Super, dan BP 92, dengan RON 90 sebagai baseline. Penelitian eksperimental dilakukan di Laboratorium Teknik Otomotif Universitas Kristen Petra menggunakan dinamometer SD325 (ISO 1585) pada rentang 2000–10.000 rpm dan gas analyzer Technotest mod 488 pada kondisi stasioner (SNI 09-7118.3-2005), dengan tiga kali pengulangan dan analisis rata-rata deskriptif tanpa uji signifikansi statistik. Hasil menunjukkan ketiga merek RON 92 menghasilkan torsi dan daya lebih tinggi dari baseline, dengan peningkatan rata-rata torsi 14,68–14,94% dan daya 14,47–15,05%. Pada emisi, ketiganya menunjukkan penurunan CO (25,45–72,73%) dan HC (11,94–40,44%) serta peningkatan CO2 (1,28–6,35%) dan O2 (2,44–7,93%), dengan Shell Super paling konsisten. Temuan ini mengindikasikan bahwa formulasi dan aditif antar merek dapat memengaruhi respons pembakaran meski RON nominal sama, sehingga disarankan analisis komposisi kimia bahan bakar pada penelitian lanjutan.

Kata Kunci: RON 92, torsi, daya, emisi gas buang, bahan bakar bensin.

Abstract

High-compression electronic fuel-injection motorcycles generally require fuel with a minimum RON of 92; however, the availability of RON 92 products from various commercial brands raises the question of whether identical octane ratings guarantee uniform combustion characteristics across brands. This study aims to examine, through a quantitative descriptive approach, the engine performance characteristics (torque and power) and exhaust gas emissions (O_2, CO, CO_2, and HC) of a Yamaha Aerox Alpha 155cc using RON 92 fuels from Pertamax, Shell Super, and BP 92, with RON 90 as the baseline. Experimental research was conducted at the Automotive Engineering Laboratory of Petra Christian University using an SD325 dynamometer (ISO 1585) over a range of 2000–10,000 rpm and a Technotest mod. 488 gas analyzer under stationary conditions (SNI 09-7118.3-2005), with three repetitions and descriptive mean analysis without statistical significance testing. The results indicate that all three RON 92 brands produced higher torque and power than the baseline, with average increases in torque of 14.68–14.94% and in power of 14.47–15.05%. In terms of emissions, all three exhibited reductions in CO (25.45–72.73%) and HC (11.94–40.44%), along with increases in CO_2 (1.28–6.35%) and O_2 (2.44–7.93%), with Shell Super being the most consistent. These findings indicate that inter-brand formulations and additives may influence combustion response even when nominal RON is identical; therefore, chemical composition analysis of the fuel is recommended for further research.

Keywords: *RON 92, torque, power, exhaust emissions, petrol fuel.*

UNESA
Universitas Negeri Surabaya

PENDAHULUAN

Dalam era modern saat ini, kendaraan bermotor merupakan sarana utama mobilitas masyarakat, baik di wilayah perkotaan maupun daerah pinggiran. Berdasarkan data Asosiasi Industri Sepeda Motor Indonesia (AISI), distribusi sepeda motor di pasar domestik menunjukkan tren pertumbuhan yang konsisten, dengan total penjualan mencapai 6.236.992 unit pada tahun 2023 dan meningkat menjadi 6.333.310 unit pada tahun 2024 (*Statistic Distribution - AISI*, n.d.). Indonesia memiliki jaringan Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) yang luas, baik yang dioperasikan oleh Pertamina dengan lebih dari 5.000 SPBU yang menyediakan bahan bakar seperti Pertalite dan Pertamax (Yusuf & Koto, 2020), maupun oleh perusahaan energi internasional seperti Shell dan bp yang turut memperluas distribusi bahan bakarnya melalui produk Shell Super dan BP 92 (Piani et al., 2023).

Pemilihan bahan bakar yang sesuai memiliki pengaruh besar terhadap efisiensi konsumsi bahan bakar, performa mesin, serta penurunan emisi gas buang, yang saat ini menjadi fokus utama dalam permasalahan pencemaran udara dan perubahan

iklim (Simsek & Uslu, 2020). Angka oktan merupakan parameter penting yang digunakan untuk menunjukkan kemampuan bahan bakar dalam menahan terjadinya detonasi atau pembakaran spontan di dalam ruang bakar, di mana semakin tinggi nilai oktan suatu bahan bakar maka semakin baik kemampuannya dalam mencegah detonasi yang berpotensi menyebabkan kerusakan pada mesin (Yunus & Fahruddin, 2024).

Berbagai penelitian terdahulu telah mengkaji hubungan antara perbedaan angka oktan bahan bakar dengan karakteristik pembakaran, kinerja mesin, dan emisi gas buang. Beberapa studi menunjukkan bahwa penggunaan BBM dengan angka oktan lebih tinggi cenderung menghasilkan pembakaran yang lebih stabil dan karakteristik emisi yang lebih rendah dibandingkan BBM dengan angka oktan lebih rendah (Ling et al., 2024; Prasetiyo et al., 2022). Salah satu penelitian yang secara khusus membandingkan BBM RON 92 dari berbagai merek komersial dilakukan oleh Anwari et al. (2025), yang menganalisis konsumsi bahan bakar Pertamax, Shell Super, dan BP 92 pada sepeda motor Yamaha Mio Sporty 2008. Hasil penelitian tersebut menunjukkan adanya perbedaan karakteristik konsumsi bahan bakar antar merek meskipun nilai RON yang digunakan identik, mengindikasikan bahwa perbedaan formulasi aditif antar merek berpotensi memengaruhi perilaku pembakaran secara berbeda. Namun demikian, penelitian tersebut dibatasi pada pengukuran konsumsi bahan bakar dan dilakukan pada kendaraan bermesin karburator, sehingga belum mencakup analisis karakteristik kinerja mesin berupa torsi dan daya pada kendaraan berinjeksi elektronik modern. Oleh karena itu, terdapat kebutuhan untuk melanjutkan kajian tersebut dengan pendekatan yang lebih komprehensif, yaitu menganalisis pengaruh penggunaan BBM RON 92 dari berbagai merek terhadap parameter kinerja dan emisi pada sepeda motor tipe skuter matik berteknologi injeksi.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji secara deskriptif dan kuantitatif karakteristik kinerja mesin dan emisi gas buang sepeda motor tipe skuter matik menggunakan BBM RON 92 dari beberapa merek komersial. BBM RON 90 digunakan sebagai baseline operasional untuk memberikan konteks perbandingan awal terhadap karakteristik kinerja dan emisi mesin. Penelitian ini dirancang melalui pendekatan eksperimental dalam kondisi terkontrol dan tidak dimaksudkan untuk merekomendasikan atau menentukan keunggulan suatu produk tertentu, melainkan untuk memberikan kontribusi ilmiah dalam bidang teknik otomotif.

METODE

Penelitian eksperimental kuantitatif ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Otomotif Universitas Kristen Petra. Objek penelitian yang digunakan adalah satu unit sepeda motor Yamaha Aerox Alpha 155cc tahun 2025 berteknologi VVA dan sistem injeksi bahan bakar dengan rasio kompresi 11,6:1. Berikut spesifikasi kendaraan:

Tabel 1. 1 Spesifikasi Kendaraan

Parameter		Spesifikasi
Mesin	Merek/Tipe	Yamaha Aerox Alpha
	Tipe Mesin	4 Langkah, Berpendingin Cairan, SOHC 4 Katup, VVA
	Jumlah Silinder	Silinder Tunggal
	Diameter X Langkah	58 x 58,7mm
	Kapasitas Mesin	155,09cc
	Sistem Starter	Elektrik Starter
	Sistem Pelumasan	Pelumasan Basah
	Kapasitas Oli Mesin	0,9 L
	Sistem Bahan Bakar	Fuel Injection
	Tipe Kopling	Kopling Sentrifugal, Kering
	Tipe Transmisi	V-Belt Otomatis
	Perbandingan Kompresi	11,6 : 1
Rangka	Tipe Rangka	Underbone
	Suspensi Depan	Telescopic with 30mm Inner Tubes
	Suspense Belakang	Unit Swing
	Tipe Ban	Tubeless
	Ban Depan	110/80-14/C 53P
	Ban Belakang	140/70-14/C62P
	Rem Depan	Disc Brake
	Rem Belakang	Disc Brake
Dimensi	Kapasitas Tangki Bensin	5,5 L
	P×L×T	1980mm×710mm×1170mm
	Jarak Sumbu Roda	1350mm
	Jarak Terendah ke Tanah	145mm
	Tinggi Tempat Duduk	790mm
	Berat Isi	124kg
Kelistrikan	Sistem Pengapian	TCI
	Tipe Baterai	YTZ76V
	Tipe Busi	NGK/CPR8EA-9

- **Variabel Bebas:** Jenis BBM RON 92 (Pertamax, Shell Super, BP 92) dan Pertalite (RON 90) sebagai *baseline*.
- **Variabel Terikat:** Kinerja mesin Torsi (kgf.m), Daya (HP) serta konsentrasi emisi gas buang (O_2, CO_2, CO, dan HC).
- **Variabel Kontrol:** Variabel kontrol dalam penelitian ini yaitu:
  1. Sepeda motor Yamaha Aerox Alpha 155cc tahun 2025.
  2. Kondisi mesin standar.
  3. Suhu mesin dipertahankan pada 80–85°C
  4. Tekanan ban 29 psi (depan) dan 33 psi (belakang).

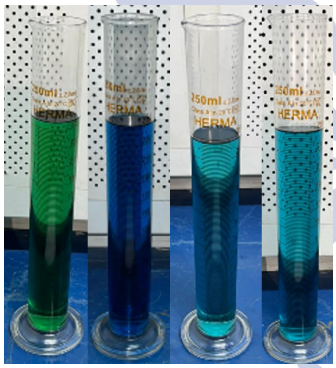
Universitas Negeri Surabaya

5. Servis kendaraan sebelum pengujian.
6. Oli mesin SAE 10W-40.
7. Suhu lingkungan kisaran 15-35°C.
8. Kelembapan udara berada pada rentang 30%-70% RH.

Pengujian torsi dan daya dilakukan menggunakan *chassis dynamometer* SD325 yang menerapkan standar *correction factor* ISO 1585 pada rentang putaran 2.000 hingga 10.000 rpm. Pengujian emisi gas buang dilaksanakan mengacu pada SNI 09-7118.3-2005 pada kondisi stasioner/idle (1.500–2.000 rpm) menggunakan *gas analyzer* Technotest mod 488. Setiap prosedur pengujian diulang sebanyak 3 kali untuk memperoleh nilai rata-rata yang valid. Analisis data dilakukan secara deskriptif dengan menghitung persentase perubahan terhadap *baseline* RON 90.

HASIL

Pada pengujian ini terdapat 4 BBM yang akan diujikan, setiap BBM nantinya akan diketahui hasil torsi, daya, dan emisi yang dapat dihasilkan oleh sepeda motor Yamaha Aerox 155cc. Hasil pengujian torsi, daya, dan emisi adalah sebagai berikut.



Gambar 1. 1 BBM Pertalite dan BBM RON 92 Pertamina, Shell, & BP

a) Hasil Pengujian Torsi

Pengujian torsi mesin menggunakan BBM RON 90 sebagai baseline dan BBM RON 92 Pertamax, Shell Super, dan BP 92 pada sepeda motor Yamaha Aerox 155cc diperoleh 3 hasil data dari 3 kali pengujian torsi dengan satuan N.m kemudian dikonfersi menjadi satuan kgf.m. 1 N.m= 0,102 kgf.m

Peneliti mengambil rata-rata dari 3 data pengujian. Hasil pengujian ditunjukkan pada tabel 1.2 sebagai berikut.

Tabel 1. 2 Persentase perubahan torsi mesin

rpm	Torsi kgf.m				Persentase Perubahan Δ %		
	Pertalite	Pertamax	Shell Super	BP 92	Pertamax	Shell Super	BP 92
2000	3,34	3,59	3,55	3,53	7,49	6,29	5,69
3000	2,79	3,06	3,07	3,01	9,68	10,04	7,89
4000	2,16	2,48	2,46	2,47	14,81	13,89	14,35
5000	1,76	1,94	1,9	1,92	10,23	7,95	9,09
6000	1,42	1,57	1,6	1,58	10,56	12,68	11,27
7000	1,22	1,37	1,36	1,34	12,3	11,48	9,84
8000	1,02	1,19	1,2	1,17	16,67	17,65	14,71
9000	0,8	0,97	0,97	0,96	21,25	21,25	20
10000	0,48	0,62	0,63	0,68	29,17	31,25	41,67
Rata-rata					14,68	14,72	14,94

b) Hasil Pengujian Daya

Pengujian torsi mesin menggunakan BBM RON 90 sebagai baseline dan BBM RON 92 Pertamax, Sell Super, dan BP 92 pada sepeda motor Yamaha Aerox 155cc diperoleh 3 hasil data dari rata-rata 3 kali pengujian dengan satuan HP. Hasil pengujian ditunjukkan pada tabel 1.3 sebagai berikut.

Tabel 1. 3 Hasil Pengujian Daya Mesin

rpm	Daya HP				Persentase Perubahan Δ %		
	Pertalite	Pertamax	Shell Super	BP 92	Pertamax	Shell Super	BP 92
2000	9	9,9	9,8	9,8	10	8,89	8,89
3000	11,6	12,7	12,8	12,6	9,48	10,34	8,62
4000	12,7	13,7	13,7	13,7	7,87	7,87	7,87
5000	12,1	13,4	13,3	13,3	10,74	9,92	9,92
6000	11,7	13	13,3	13,2	11,11	13,68	12,82
7000	11,7	13,3	13,2	13	13,68	12,82	11,11
8000	11,2	13,1	13,2	13,1	16,96	17,86	16,96
9000	9,9	11,9	12,1	12,1	20,2	22,22	22,22
10000	6,6	8,6	8,7	8,7	30,3	31,82	31,82
Rata-rata					14,48	15,05	14,47

c) Hasil Uji Emisi (O2, CO, CO2, HC)

Pengujian emisi menggunakan BBM RON 90 sebagai baseline dan BBM RON 92 Pertamax, Shell Super, dan BP 92 pada sepeda motor Yamaha Aerox 155cc yang diuji meliputi kadar gas buang O2, CO, CO2 (%vol), dan HC (ppm).

Pengujian gas buang dilakukan sebanyak 3 kali pengujian pada putaran stasioner kemudian hasilnya dirata-rata. Rumus perhitungan rata-rata adalah sebagai berikut.

$$rata-rata\ kadar\ gas\ buang = \frac{pengujian\ 1 + pengujian\ 1 + pengujian\ 3}{3}$$

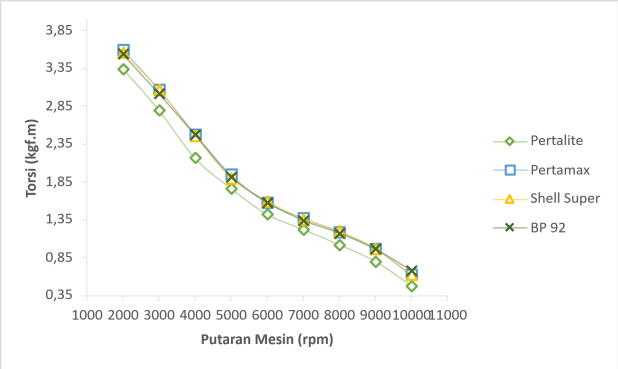
Hasil perhitungan rata-rata dari keseluruhan data pengujian ditunjukan pada tabel 1.4 sebagai berikut.

Tabel 1. 4 Persentase Perubahan Emisi

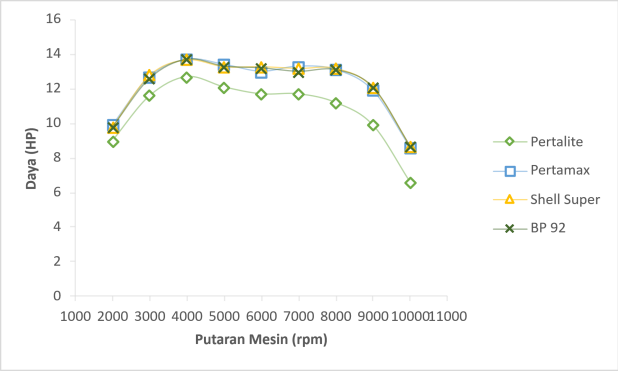
Kadar Emisi	Pertalite	Pertamax	Shell Super	BP 92	Persentase Perubahan Δ %		
					Pertamax	Shell Super	BP 92
O_2	1,64	1,68	1,77	1,71	2,44	7,93	4,27
CO	0,55	0,19	0,15	0,41	-65,45	-72,73	-25,45
CO_2	13,23	13,87	14,07	13,4	4,84	6,35	1,28
HC	276,67	171,67	163	241	-37,95	-41,09	-12,89

UNESA Universitas Negeri Surabaya

PEMBAHASAN



Penggunaan bahan bakar minyak (BBM) RON 92 (Pertamax, Shell Super, dan BP 92) secara konsisten menghasilkan peningkatan torsi dan daya mesin dibandingkan baseline Pertalite (RON 90) pada rentang 2.000–10.000 rpm tanpa mengubah karakteristik dasar mesin. Pada putaran 2.000 rpm, torsi Pertalite sebesar 3,34 kgf·m mengalami kenaikan sebesar 7,49% pada Pertamax, 6,29% pada Shell Super, dan 5,69% pada BP 92. Peningkatan torsi tercatat sebesar 10,56%–12,68% pada 6.000 rpm dan melonjak hingga 29,17%–41,67% (setara 0,14–0,20 kgf·m secara absolut) pada 10.000 rpm. Rata-rata peningkatan torsi ketiga merek RON 92 relatif ekuivalen (14,68%–14,94%) dengan deviasi antar-merek di bawah 0,3%.



Sementara itu, daya mesin pada 4.000 rpm meningkat 7,87% (dari 12,7 HP menjadi 13,7 HP), naik 11,11%–13,68% pada 6.000 rpm, serta meningkat 30%–32% (setara 2,0–2,1 HP) pada 10.000 rpm. Rata-rata kenaikan daya pada Pertamax (14,48%), Shell Super (15,05%), dan BP 92 (14,47%) tergolong homogen, dengan Shell Super mencatatkan peningkatan tertinggi. Temuan ini selaras dengan studi Putri & Muhaji (2023) serta Setiawan & Muhaji (2023), di mana ketahanan BBM beroktan tinggi terhadap knocking mampu mengoptimalkan proses pembakaran sekaligus memberikan variasi respons performa yang halus antar-merek.

Pada pengujian emisi stasioner mengacu SNI 09-7118.3-2005, penggunaan BBM RON 92 terbukti memperbaiki kualitas gas buang secara signifikan. Kadar oksigen (O2) meningkat dari baseline 1,64% sebesar 2,44% pada Pertamax, 7,93% pada Shell Super, dan 4,27% pada BP 92, yang mengindikasikan pergeseran rasio campuran menuju kondisi yang lebih lean namun tetap berada pada rentang pembakaran stabil. Peningkatan (O2) tersebut berkorelasi dengan penurunan emisi karbon monoksida (CO) dari baseline 0,55% pada Pertamax (-65,45%), Shell Super (-72,73%), dan BP 92 (-25,45%). Sebaliknya, konsentrasi (CO2) mengalami kenaikan sebesar 1,28%–6,35% dari baseline 13,23%, menandakan kelengkapan reaksi oksidasi karbon. Fenomena ini diperkuat oleh reduksi emisi hidrokarbon (HC) dari baseline 273,67 ppm sebesar 37,27% pada Pertamax, 40,44% pada Shell Super, dan 11,94% pada BP 92. Secara komprehensif, Shell Super mencatatkan tingkat perbaikan emisi yang paling dominan. Hasil ini mendukung temuan Rachman & Muhaji (2023) serta Kurnia & Muhaji (2022) bahwa optimalisasi rasio pembakaran dan ketersediaan oksigen secara efektif meningkatkan laju oksidasi karbon pada kondisi idle.

PENUTUP

Simpulan

Penggunaan BBM RON 92 (Pertamax, Shell Super, BP 92) pada sepeda motor skuter matik 155cc terbukti meningkatkan karakteristik performa mesin dibandingkan *baseline* Pertalite (RON 90), dengan rata-rata peningkatan torsi sebesar 14,68%–14,94% dan daya sebesar 14,47%–15,05% pada rentang 2.000–10.000 rpm.

Pada pengujian emisi stasioner (SNI 09-7118.3-2005), BBM RON 92 mampu memperbaiki kualitas emisi gas buang secara signifikan melalui penurunan kadar (CO) (25,45%–72,73%) dan (HC) (11,94%–41,09%), serta peningkatan kadar (CO2) (1,28%–6,35%) dan (O2) (2,44%–7,93%).

Terdapat variasi respons pembakaran antar merek BBM RON 92, di mana Shell Super secara konsisten menunjukkan perbaikan performa dan reduksi emisi paling dominan, diikuti oleh

Pertamax, sedangkan BP 92 menunjukkan perbaikan yang relatif lebih moderat

Saran

Penelitian selanjutnya disarankan melakukan pengujian laboratorium terhadap komposisi kimia, tekanan uap, nilai kalor, dan kandungan aditif spesifik masing-masing BBM RON 92 untuk mengidentifikasi senyawa spesifik yang memengaruhi efektivitas pembakaran.

Pengujian dapat dikembangkan pada berbagai tipe kendaraan, variasi rasio kompresi mesin, serta kondisi pengujian dinamis (berbeban) untuk memperluas generalisasi hasil penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Ling, Z., Slaymaker, J., Zhou, Z., Yang, Y., Brear, M., Leone, T. G., Anderson, J. E., & Shelby, M. H. (2024). Impact of octane numbers on combustion performance and driving cycle fuel consumption of turbocharged direct-injection spark-ignition engine. *Fuel*, *374*, 132287. https://doi.org/10.1016/J.FUEL.2024.132287

Piani, K. D., Dwinata, I. F., & Mandefa, U. (2023). Analisis Pola Sebaran Spasial Stasiun Pengisian Bahan Bakar (SPBU) Kota Jakarta Timur. *Jurnal Sains Geografi*, *1*(1), 33–46. https://doi.org/10.21009/JSG.V1I1.38000

Prasetiyo, D. H. T., Muhammad, A., Baihaqi, M. A., Abdillah, H., & Supraptiningsih, L. K. (2022). PENGARUH NILAI RON PADA BAHAN BAKAR JENIS BENSIN TERHADAP EMISI GAS BUANG. *CERMIN: Jurnal Penelitian*, *6*(2), 561. https://doi.org/10.36841/CERMIN_UNARS.V6I2.2446

Simsek, S., & Uslu, S. (2020). Investigation of the impacts of gasoline, biogas and LPG fuels on engine performance and exhaust emissions in different throttle positions on SI engine. *Fuel*, *279*. https://doi.org/10.1016/J.FUEL.2020.118528

Statistic Distribution - AISI. (n.d.). https://www.aisi.or.id/statistic/

Yunus, M., & Fahruddin, A. (2024). Analisa Pengaruh Variasi Bahan Bakar A, B, dan C terhadap Konsumsi Bahan Bakar, Emisi Gas Buang dan Daya pada Mesin 1300 cc. *Innovative Technologica: Methodical Research Journal*, *3*(1). https://doi.org/10.47134/INNOVATIVE.V3I1.96

Yusuf, A., & Koto, A. G. (2020). ANALISIS SEBARAN LOKASI STASIUN PENGISIAN BAHAN BAKAR UMUM (SPBU) DI KABUPATEN GORONTALO (Distribution Analysis of The Location of Public Fuel Filling Stations (SPBU) in Gorontalo District). *JURNAL SAINS INFORMASI GEOGRAFIS*, *3*(2), 108. https://doi.org/10.31314/JSIG.V3I2.662

UNESA Universitas Negeri Surabaya