

Pengaruh Penambahan Variasi Ketebalan Kain Pelapis Knalpot (*Exhaust Wrap*) Terhadap Perpindahan Panas Pada Mesin Sepeda Motor 150cc

Zeva Bayu Pradana¹, Khambali Khambali²

Politeknik Negeri Malang, Indonesia

Jl. Soekarno Hatta No. 9, Jatimulyo, Lowokwaru, Kota Malang, Indonesia

Korespondensi penulis: zevabayu99@gmail.com, khambali@polinema.ac.id

Abstract. In motor vehicles, there is heat energy wasted from combustion in the combustion chamber. The temperature in a motorcycle engine has work, if it exceeds the ideal working temperature and is forced, it will be fatal. Because it will damage the cylinder wall components, pistons, and piston handlebars. The purpose of this study is to determine the effect of adding variations in exhaust wrap thickness on heat from exhaust headers and heat transfer rates. The research approach used is Quantitative, Experimental. The data collection method uses thermocouple test equipment and datalogger. The data obtained was processed into graph data and analyzed using the anova one-way method. The results showed that by adding a variety of coating cloth (*exhaust wrap*) to the exhaust header can reduce the temperature that comes out of the exhaust header where by coating 3 layers of exhaust wrap can reduce the most optimal heat and also reduce the heat transfer rate from testing for 1 minute, 2 minutes and 3 minutes with exhaust wrap of 17.99 J/s without exhaust wrap, 6.47 J/s 1 layer exhaust wrap and -28.10 J/s 3 layers exhaust wrap.

Keywords: Temperature, Exhaust wrap, Heat transfer rate.

Abstrak. Pada kendaraan bermotor terdapat energi panas yang terbuang dari hasil pembakaran di dalam ruang bakar. Suhu pada mesin sepeda motor memiliki kerja, jika melebihi suhu kerja ideal dan di paksa, akan berakibat fatal. karena akan merusak komponen dinding silinder, piston, hingga stang piston. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan variasi ketebalan kain pelapis knalpot (*exhaust wrap*) terhadap panas dari header knalpot dan laju perpindahan panas. Pada pendekatan penelitian yang digunakan adalah Kuantitatif jenis Eksperimental. Metode pengambilan data menggunakan alat uji *thermocouple* dan *datalogger*. Data yang diperoleh kemudian diolah menjadi data grafik dan dianalisis menggunakan metode anova one way. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menambah variasi kain pelapis (*exhaust wrap*) pada header knalpot dapat meredam suhu yang keluar dari header knalpot dimana dengan melapisi 3 lapis *exhaust wrap* dapat meredam panas yang paling optimal dan juga menurunkan laju perpindahan panas dari pengujian selama 1 menit, 2 menit dan 3 menit dengan *exhaust wrap* 17,99 J/s tanpa *exhaust wrap*, 6,47 J/s 1 lapis *exhaust wrap* dan -28,10 J/s 3 lapis *exhaust wrap*. sehingga dapat mengurangi merambatnya panas ke bagian mesin sepeda motor.

Kata kunci: Suhu, *Exhaust wrap*, Laju perpindahan panas.

1. LATAR BELAKANG

Pada kendaraan bermotor terdapat energi panas yang terbuang dari hasil pembakaran di dalam ruang bakar. Setelah campuran bahan bakar terbakar di ruang bakar, menghasilkan gas sisa pembakaran bersuhu tinggi, yang kemudian dibuang melalui exhaust manifold menuju knalpot (Prasetyo & Mukhtar, 2022).

Suhu pada mesin sepeda motor memiliki kerja, jika melebihi suhu kerja ideal dan di paksakan, ini akan berakibatkan buruk. karena akan merusak komponen dinding silinder, piston, hingga stang piston. Sementara pembakaran tidak sempurna dapat terjadi pada suhu

tinggi, sepeda motor menghasilkan panas sebagai hasil dari energi yang digunakan dalam pembakaran, yang dikeluarkan pada knalpot (Nasir, Syaida, Rifdarmon, & Wagino, 2023)

Pada penelitian ini pencegahan temperatur pada knalpot akan dilakukan dengan melapisinya dengan kain pelapis (*exhaust wrap*) dengan tebal 1,5 mm. Dengan dilapisi, temperatur dinding luar knalpot tidak tinggi sehingga relatif lebih aman.

2. KAJIAN TEORITIS

Knalpot

Salah satu komponen penting dari kendaraan bermotor adalah *Exhaust system*, yang biasa disebut knalpot. Fungsinya adalah untuk meredam suara yang dikeluarkan mesin sampai tingkat kebisingan yang diizinkan, tetapi terjadi penurunan torsi atau daya mesin kendaraan (Saputra, 2022).

Kain Pelapis Knalpot (*Exhaust wrap*)

Kain pembungkus knalpot atau *Exhaust wrap*, merupakan kain yang terbuat dari serat *fiber* yang tahan terhadap suhu tinggi. Kain ini berfungsi sebagai isolasi yang mampu meredam panas, sehingga panas yang dihasilkan akibat suatu perlakuan tidak dapat menembus dibagian luar kain pelapis ini (Saputra, 2022).

Thermocouple Type K

Thermocouple paling cocok digunakan untuk mengukur rentangan suhu yang luas, hingga 2300°C. Sebaliknya, kurang cocok untuk pengukuran dimana perbedaan suhu yang kecil harus diukur dengan akurasi tingkat tinggi (SUHUD, 2015).

Dasar-Dasar Perpindahan Panas

Perpindahan Panas Konduksi

Konduksi terjadi ketika panas mengalir melalui zat padat atau langsung antara dua benda yang saling bersentuhan. (Blandina Agnes Funan, 2023).

Persamaan Hukum Fourier ditulis sebagai berikut:

$$Q_{kond} = \frac{kA \cdot \Delta T}{L}$$

Dimana:

Q_{kond} = laju perpindahan panas (W) K = konduktivitas *thermal* (W/m°C)

A = luas penampang (m^2) $L=\Delta x$ = ketebalan (m)

ΔT = perbedaan suhu (°C)

Perpindahan Panas Konveksi

Perpindahan kalor secara konveksi adalah perpindahan kalor yang terjadi akibat adanya pergerakan molekul pada suatu zat, hal tersebut yang mengakibatkan perpindahan panas secara konveksi. (Nasution, 2019).

$$q = hA(T_w - T_f)$$

Dimana :

q = laju perpindahan panas dengan cara konveksi (Watt)

A = luas penampang (m^2) T_w = Temperatur dinding (K)

T_f = Temperatur fluida (K)

H = koefisien perpindahan panas konveksi (W/ m^2 .K)

Perpindahan Panas Radiasi

Radiasi adalah proses perpindahan panas melalui gelombang elektromagnet atau paket-paket energi (photon) yang dapat dibawa sampai jarak yang sangat jauh tanpa memerlukan interaksi dengan medium. (Wahyono & Rochani, 2019).

$$Q = \sigma \varepsilon A T^4$$

Q = laju perpindahan panas (W) A = luas permukaan benda (m^2)

σ = konstanta boltzman ($5,669 \times 10^{-8} \text{W}/m^2 K^4$) T = suhu permukaan benda (°K)

ε = emisivitas permukaan benda

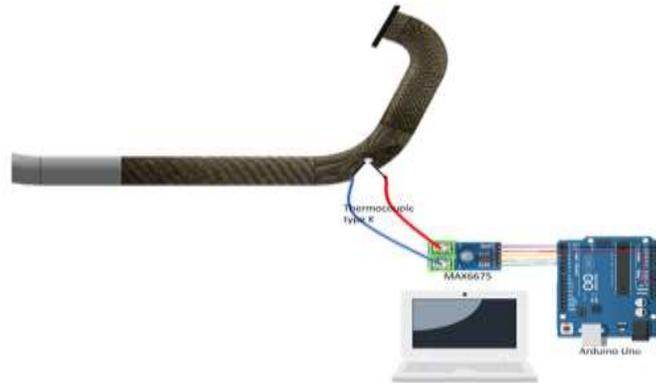
3. METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Pada penyusunan proposal skripsi ini jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimen, yaitu dengan memvariasikan lapisan kain pelapis knalpot (*Exhaust wrap*).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perpindahan panas pada pipa knalpot ke mesin sebelum dilapisi dengan *exhaust wrap* dan kemudian menghitung perpindahan panas setelah diberikan *exhaust wrap*.

Setting peralatan penelitian



Gambar 3.1 *Setting Peralatan Penelitian*

Pengujian dilakukan pada instalasi penelitian seperti ditunjukkan pada Gambar diatas. Pada awal pengujian, memasang *Thermocouple type k* dibagian *header* knalpot yang sudah dilapisi kain pelapis dan yang belum dilapisi kain pelapis, lalu mesin dihidupkan. Kemudian menjalankan motor pada kecepatan 40 km/jam dengan putaran 4.000-5.000 RPM. Waktu pengujian sejauh 1 menit, 2 menit, dan 3 menit. Setelah waktu yang ditentukan selesai, melihat data logger pada laptop, kemudian mencatat data yang sudah muncul.

Metode Pengolahan dan Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil pengujian merupakan data mentah yang kemudian dicatat dan diproses menggunakan *Microsoft Excel*. Data yang semula berupa tabel dirubah menjadi data grafik. Selanjutnya, hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat akan diperiksa dengan menggunakan metode analisis *anova one way*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 4.1 Hasil Data Uji Temperature Pada Header Knalpot Selama 1 Menit

Waktu Pengujian Detik ke -	Suhu dinding header tanpa exhaust wrap (°C)	Suhu dinding header 1 lapis exhaust wrap (°C)	Suhu dinding header 3 lapis exhaust wrap (°C)
0	0	0	0
10	72,25	53,5	49,5
20	97,5	73	64,5
30	123,25	104,25	83,75
40	149,5	135	104,5
50	174,5	171,25	126,25
60	202,5	208	146,25

Tabel 4.2 Hasil Data Uji Temperature Pada Header Knalpot Selama 2 Menit

Waktu Pengujian Detik ke -	Suhu dinding header tanpa exhaust wrap (°C)	Suhu dinding header 1 lapis exhaust wrap (°C)	Suhu dinding header 3 lapis exhaust wrap (°C)
0	0	0	0
10	48,5	53	48,75
20	69,5	68	64,5
30	98	87,5	80
40	126,25	109,75	96,75
50	149,75	131,75	117,75
60	189,25	152	141
70	213,25	172	161
80	227,75	193,5	185,25
90	237	211,5	206
100	252	229	225
110	242,75	244,5	243,75
120	251,5	260,25	258,75

Tabel 4.3 Hasil Data Uji Temperature Pada Header Knalpot Selama 3 Menit

Waktu Pengujian Detik ke -	Suhu dinding header tanpa exhaust wrap (°C)	Suhu dinding header 1 lapis exhaust wrap (°C)	Suhu dinding header 3 lapis exhaust wrap (°C)
0	0	0	0
10	60	62	54,25
20	97	88	71,75
30	141,75	113,75	96,25
40	178,75	141,25	121,5
50	206,5	168	145,5
60	221,75	193,25	170
70	244,25	216	197,25
80	267,75	235	222,5
90	276,5	255,5	246,75
100	280,5	270,25	268,75
110	286	287,75	289,5
120	288,5	295,75	308,5
130	292,25	302	326,75
140	303,25	306,75	343,75
150	309,75	310,5	359,75
160	309,25	314,25	373,5
170	327,5	317,75	386,25
180	325	325,5	398,5

Berdasarkan tabel data diatas, maka dapat menghitung perpindahan panas yang terjadi pada knalpot apabila dilapisi *exhaust wrap* dan jika tidak dilapisi *exhaust wrap*. Dengan persamaan berikut, maka dapat dihitung laju perpindahan panas pada setiap kondisi:

$$Q = \frac{\Delta T}{R}$$

Dimana:

Q = Laju perpindahan panas (J/s) R = Thermal Resistansi ($^{\circ}\text{C}/\text{W}$)

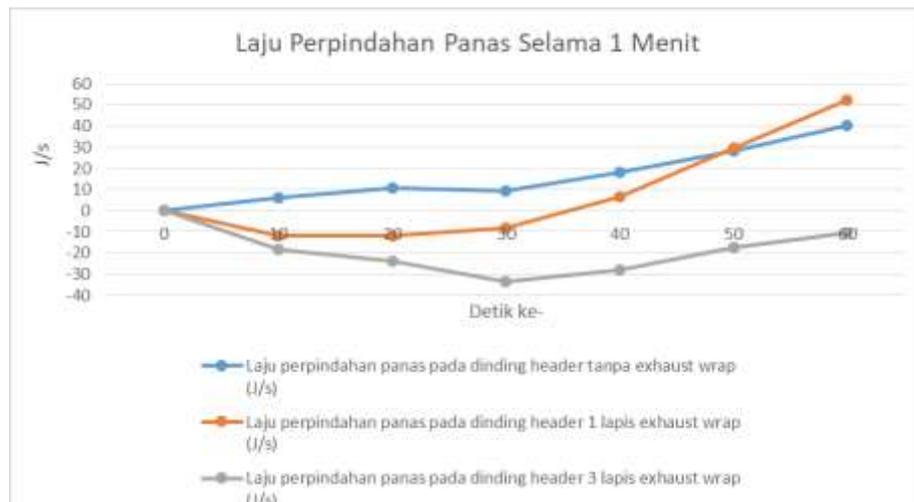
ΔT = Peubahan Suhu ($^{\circ}\text{C}$)

Data Laju Perpindahan Panas Keseluruhan

Adapun hasil perpindahan panas pada header knalpot dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.4 Hasil data Laju Perpindahan Panas pada header knalpot selama 1 menit

Waktu Pengujian Detik ke -	Laju perpindahan panas pada dinding header tanpa exhaust wrap (J/s)	Laju perpindahan panas pada dinding header 1 lapis exhaust wrap (J/s)	Laju perpindahan panas pada dinding header 3 lapis exhaust wrap (J/s)
0	0	0	0
10	6,00	-11,70	-18,44
20	10,93	-11,70	-23,71
30	9,43	-7,96	-33,37
40	17,99	6,47	-28,10
50	28,49	29,86	-17,56
60	40,49	52,51	-10,54



Gambar 4.2 Grafik Laju perpindahan panas selama 1 menit

Grafik diatas merupakan perpindahan panas yang terjadi pada dinding knalpot selama pengujian 1 menit dengan konduktivitas thermal sebesar $0,0146 \text{ W}/\text{m}^{\circ}\text{C}$ untuk kain pelapis (*exhaust wrap*) dan $16,3 \text{ W}/\text{m}^{\circ}\text{C}$ untuk konduktivitas *header* knalpot. Perpindahan panas yang terjadi pada knalpot jika dilapisi 3 lapis *exhaust wrap* dan jika tanpa dilapisi *exhaust wrap* dengan jumlah panas yang keluar menembus dinding dan kain *exhaust wrap* memiliki perbedaan yang sangat besar, dilihat pada detik ke 10 sebesar $-18,44 \text{ J}/\text{s}$ sampai detik ke 30 sebesar $-33,37 \text{ J}/\text{s}$, sedangkan yang tanpa *exhaust wrap* pada detik 30 sebesar $6 \text{ J}/\text{s}$ sampai detik ke 60 sebesar $40,49 \text{ J}/\text{s}$.

Tabel 4.5 Hasil data Laju Perpindahan Panas pada header knalpot selama 2 menit

Waktu Pengujian Detik ke -	Laju perpindahan panas pada dinding header tanpa <i>exhaust wrap</i> (J/s)	Laju perpindahan panas pada dinding header 1 lapis <i>exhaust wrap</i> (J/s)	Laju perpindahan panas pada dinding header 3 lapis <i>exhaust wrap</i> (J/s)
0	0	0	0
10	-9,00	-5,97	-12,00
20	-28,49	-34,59	-44,79
30	-10,71	-22,89	-35,71
40	4,28	-11,45	-28,69
50	6,21	-10,70	-28,98
60	29,78	-2,49	-15,81
70	37,70	2,74	-9,66
80	45,63	18,91	12,59
90	-17,78	-46,04	-60,60
100	-13,07	-38,07	-49,47
110	-22,71	-24,64	-29,86
120	-21,21	-15,93	-20,49

**Gambar 4.3 Grafik Laju Perpindahan Panas selama 2 menit**

Pada grafik perpindahan panas diatas merupakan kondisi dimana yang terjadi pada dinding knalpot selama pengujian 2 menit. Dapat dilihat perpindahan panas yang terjadi pada *header* knalpot dengan jumlah panas yang keluar menembus dinding dan kain *exhaust wrap*

memiliki perbedaan yang sangat besar pada *header* knalpot yang tidak dilapisi dibandingkan yang dilapisi 1 lapis dan 3 lapis *exhaust wrap*, dimana yang semula pada detik ke 20 sebesar -28,49 J/s sampai detik ke 80 sebesar 45,63 mengalami kenaikan yang besar dibandingkan *header* knalpot yang dilapisi 1 lapis dan 3 lapis *exhaust wrap*.

Tabel 4.6 Hasil data Laju Perpindahan Panas pada header knalpot selama 3 menit

Waktu Pengujian Detik ke -	Laju perpindahan panas pada dinding header tanpa <i>exhaust wrap</i> (J/s)	Laju perpindahan panas pada dinding header 1 lapis <i>exhaust wrap</i> (J/s)	Laju perpindahan panas pada dinding header 3 lapis <i>exhaust wrap</i> (J/s)
0	0	0	0
10	-8,78	-8,21	-18,74
20	-7,71	-17,92	-40,11
30	29,56	6,47	-12,88
40	44,34	14,18	-6,44
50	54,20	24,64	2,63
60	49,49	29,12	7,03
70	52,27	32,60	16,39
80	61,27	38,57	30,74
90	53,56	41,31	38,35
100	45,42	42,55	48,30
110	48,41	57,98	70,26
120	44,56	58,98	84,31
130	56,77	75,65	117,97
140	73,26	88,59	147,54
150	58,05	68,19	137,88
160	70,69	87,10	171,84
170	77,34	80,13	174,47
180	69,19	80,88	180,62



Gambar 4.4 Grafik Laju Perpindahan Panas selama 3 menit

Grafik perpindahan panas diatas merupakan kondisi dimana yang terjadi pada dinding knalpot selama pengujian 3 menit. Dapat dilihat perpindahan panas yang terjadi pada *header* knalpot dengan jumlah panas yang keluar menembus dinding dan kain *exhaust wrap* memiliki perbedaan yang sangat besar pada *header* knalpot yang dilapisi 3 lapis *exhaust wrap*. Dimana yang semulanya turun sampai -40,11 J/s kemudian naik secara signifikan pada detik ke 100 sebesar 48,30 J/s sampai detik ke 180 sebesar 180,62 J/s, perubahan yang besar dialami *header* knalpot yang dilapisi 3 lapis kain *exhaust wrap*, perubahan ini diakibatkan panas yang didalam *header* knalpot yang dilapisi 3 lapis kain *exhaust wrap* tidak bisa keluar karena diredam oleh kain *exhaust wrap* tersebut.

Analisa Data

Hasil pengujian pada penelitian ini dilakukan analisis data dengan menggunakan metode *Anova One Way* dengan *software Minitab Statistical Software 2021*. Berikut merupakan hasil analisis data pada penelitian ini:

Tabel 4.7 Hasil Analisa Data

Factor Information

Factor	Levels Values
Factor	4 Waktu; Laju perpan tnp pelapis; Laju perpan 1 lapis; Laju perpan 3 lapis

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Factor	3	8870	2956,7	8,56	0,000
Error	24	8287	345,3		
Total	27	17157			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
18,5815	51,70%	45,66%	34,26%

Berdasarkan tabel ANOVA di atas menunjukkan bahwa nilai p-value dapat mempengaruhi variabel yang sudah ditentukan. Berikut penjelasan pengambilan keputusan dari tabel ANOVA di atas:

a. Hipotesis

1. Hipotesis Null (H_0)

Tidak terdapat pengaruh penambahan variasi ketebalan kain pelapis knalpot (*exhaust wrap*) terhadap perpindahan panas pada mesin sepeda motor 150cc.

2. Hipotesis Alternatif (H_1)

Terdapat pengaruh penambahan variasi ketebalan kain pelapis knalpot (*exhaust wrap*) terhadap perpindahan panas pada mesin sepeda motor 150cc.

b. Keputusan

1. Jika $p\text{-value} < 0,05$, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.
2. Jika $p\text{-value} > 0,05$, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak.

c. Penjelasan

Dari nilai data yang muncul pada **Tabel 4.7**, menunjukkan bahwa hasil $p\text{-value}$ sebesar 0,000 yang artinya nilai tersebut $< 0,05$, maka hal tersebut membuktikan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima. Dengan kata lain Terdapat pengaruh penambahan variasi ketebalan kain pelapis knalpot (*exhaust wrap*) terhadap perpindahan panas pada mesin sepeda motor 150cc.

Kemudian dari hasil uji koefisien determinasi (R Square), menunjukkan bahwa nilai R Square sebesar 51,70%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen sebesar 51,70%, sedangkan sisanya sebesar 48,3% dipengaruhi oleh variabel lain selain variabel dalam penelitian.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari variasi ketebalan kain pelapis (*exhaust wrap*) dengan tebal 1 lapis, 3 lapis dan tanpa *exhaust wrap* terhadap *temperatur* dan perpindahan panas pada *header* knalpot, dapat disimpulkan bahwa variasi dengan ketebalan 3 lapis mampu meredam panas dari *header* knalpot secara optimal dimana suhu *header* yang dilapisi dengan 3 lapis *exhaust wrap* paling rendah selama pengujian 1 menit suhu yang diperoleh *header* yang dilapisi 3 lapis *exhaust wrap* hanya 146,25°C didetik 60 dibandingkan *header* yang dilapisi 1 lapis memperoleh suhu 208°C dan tidak dilapisi *exhaust wrap* memperoleh suhu 202,5°C didetik ke 60, sedangkan pada perpindahan panas yang diperlihatkan dengan turunnya laju perpindahan panas dari pengujian selama 1 menit, 2 menit dan 3 menit dengan *exhaust wrap* 17,99 J/s tanpa *exhaust wrap*, 6,47 J/s 1 lapis *exhaust wrap* dan -28,10 J/s 3 lapis *exhaust wrap*. Laju perpindahan panas yang menurun sangat signifikan menunjukkan bahwa *exhaust wrap* berfungsi sebagai *isolator* sehingga knalpot yang dilapisi mampu meredam panas dari knalpot agar tidak merambat ke mesin sepeda motor.

Saran

1. Pada penelitian selanjutnya, perlu membuat alat yang lebih akurat untuk mengetahui suhu baik dalam *header* maupun luar *header* knalpot yang sudah dilapisi *exhuast wrap* maupun tidak dilapisi *exhuast wrap*.
2. Pada penelitian selanjutnya, perlu mencari bahan yang lain selain *exhuast wrap* untuk merendam panas dari *header* knalpot.

DAFTAR REFERENSI

- Wahyono, W., & Rochani, I. (2019). Pembuatan alat uji perpindahan panas secara radiasi. *Eksergi*, 15(2), 50. <https://doi.org/10.32497/eksergi.v15i2.1506>
- Thamrin, I., & Hadi, S. (2014). Studi eksperimental pemanfaatan temperatur gas buang dari kendaraan bermotor roda dua untuk pemanas kotak makanan (delivery box) pada layanan pesan antar. *Jurnal Energi dan Manufaktur*, 6(2), 143–150.
- Syarifuddin, M., Elektro, T., & Lamongan, U. I. (n.d.). System pengendali gain speaker audio otomatis berdasarkan jumlah orang berbasis Arduino. *Jurnal*, 33–38.
- Suhud, M. D. (2015). Design of burner system on mini plant Stirling engine based Atmega 8535. *Jurnal*, XX(X), 123-145.
- Prasetyo, Y., & Mukhtar, A. (2022). Pengaruh pola pelapisan isolator di bagian header terhadap temperatur knalpot sepeda motor. *V-MAC (Virtual of Mechanical Engineering Article)*, 7(1), 10–13. <https://doi.org/10.36526/v-mac.v7i1.1947>
- Nasir, M., Syaida, Y., Rifdarmon, R., & Wagino, W. (2023). Perbandingan jenis knalpot standar dengan knalpot racing terhadap back pressure, temperature, dan suara pada sepeda motor 4 tak. *JTPVI: Jurnal Teknologi dan Pendidikan Vokasi Indonesia*, 1(1), 27–36. <https://doi.org/10.24036/jtpvi.v1i1.4>
- Fathulrohman, Y. N. I., & Saepuloh, A. S. (2018). Alat monitoring suhu dan kelembaban menggunakan Arduino Uno. *Jurnal Manajemen dan Teknik Informatika*, 2(1), 161–171. Retrieved from <http://jurnal.stmik-dci.ac.id/index.php/jumantaka/article/viewFile/413/467>