



Optimization Of Use Types Of Plug, Oil, And Ethanol Fuel Mixture Of Gasoline To Increase Temperature And Mileage Of 4 Stroke Motorcycle With Taguchi Method

Optimasi Penggunaan Jenis Busi, Oli, Dan Campuran Ethanol Bensin Terhadap Peningkatan Suhu Dan Jarak Tempuh Sepeda Motor 4 Langkah Dengan Metode Taguchi

Wawan Purwanto^{1*}, Faris Afif¹, Remon Lapisa², Dori Yuvenda², M. Yasep Setiawan¹, Hendra Dani Saputra¹

Abstract

This research will look for optimal results from using the type of spark plug, oil, and gasoline-ethanol mixture to increase the temperature and mileage of a 4-stroke motorbike using the taguchi method, which this research can also be used as a reference for future researchers. The object of research in this research is a modified Yamaha Vega ZR 2010 motorcycle with an injection system. Based on the results of research that has been done, an increase in temperature gets an optimal response, namely factor A1 (Nickel Spark Plug) SNR response (36.2803), B3 (Shell Advance Oil) SNR response (37.8012), C2 (Ethanol gasoline 75%:25 %) SNR response (36.4388). As for the optimal response for mileage, namely factor A2 (Iridium Spark Plug) response SNR (28.5501), B2 (Federal Racing Oil) response SNR (28.5446), C3 (Ethanol Gasoline 80%:20%) response SNR (28, 5446).

Keywords

Optimization, Temperature Boost, Mileage, Taguchi Method

Abstrak

Penelitian kali ini akan mencari hasil optimal dari penggunaan jenis busi, oli, dan campuran ethanol bensin terhadap peningkatan suhu dan jarak tempuh sepeda motor 4 langkah dengan menggunakan metode taguchi, yang mana penelitian ini juga dapat di jadikan sebagai referensi untuk peneliti selanjutnya. Objek penelitian pada penelitian ini adalah sepeda motor Yamaha Vega ZR 2010 modifikasi sistem injeksi. Berdasarkan hasil penelitian yang telah di lakukan, peningkatan suhu mendapat respon optimal yaitu faktor A1(Busi Nikel) respon SNR (36,2803), B3 (Oli Shell Advance) respon SNR (37,8012), C2 (Ethanol bensin 75%:25%) respon SNR (36,4388). Sedangkan untuk respon optimal jarak tempuh yaitu faktor A2 (Busi Iridium) respon SNR (28,5501), B2 (Oli Federal Racing) respon SNR (28,5446), C3 (Ethanol Bensin 80%:20%) respon SNR (28,5446).

Kata Kunci

Optimasi, Peningkatan Suhu, Jarak Tempuh, Metode Taguchi.

¹ Departemen Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

Jln. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar, Padang, Sumatra Barat, Indonesia

² Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

Jln. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar, Padang, Sumatra Barat, Indonesia

* wawan5527@ft.unp.ac.id

Submitted : November 19, 2022. Accepted : November 28, 2022. Published : December 31, 2022



PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di bidang otomotif sekarang ini sangat pesat. Salah satu transportasi yang banyak dipergunakan oleh warga disaat ini yakni sepeda motor. Pada tahun 2020, penggunaan sepeda motor 115.023.451. Kenaikan jumlah pengguna sepeda motor dari tahun 2018 sampai 2020 adalah sebesar 9.682.675 [1]. Masyarakat banyak memilih untuk mengendarai sepeda motor sebagai alat transportasi diakibatkan karna motor didukung oleh kinerja mesin yang efisien. Pada tahun 2019, penggunaan kendaraan mencapai angka 133.617.012 unit yang terdiri dari 15.592.419 mobil penumpang, 231.569 bis, 5.021.888 mobil barang, dan 112.771.136 sepeda motor. Kenaikan pengguna sepeda motor dari tahun 2017 sampai 2019 adalah berjumlah 12.570.891 [1].

Efisiensi kinerja mesin dipengaruhi oleh sistem pengapian, sistem pelumas dan bahan bakar yang diaplikasikan. Sistem pengapian wajib dimiliki oleh sepeda motor, dikarenakan pengapian yang bagus akan menghasilkan pembakaran yang optimal. Sistem pengapian memiliki komponen wajib yaitu busi. Busi dipasang pada mesin-mesin pembakaran dalam dengan ujung elektroda pada ruang bakar. Kegunaan busi adalah memercikkan bunga api untuk melakukan pembakaran kombinasi bahan bakar serta udara yang telah disempatkan kedalam ruang bakar.

Masyarakat umum kebanyakan tidak tahu jika tiap motor memiliki perbedaan, maka dari itu kita harus tau busi apa yang cocok untuk kita gunakan pada sepeda motor kita, jika tidak sepeda motor yang kita gunakan performanya akan menurun atau akan ada kendala seperti susah hidup, dan *knocking* pada mesin. Selain kita harus memperhatikan sistem pengapian, kita juga harus memperhatikan sistem pelumasan. Setiap benda yang bergesekan terutama benda logam harus selalu dilumasi agar tidak terjadi kerugian dari gesekan tersebut. Oleh karena itu, sepeda motor juga ada sistem pelumasan yang berperan buat melumasi komponen mesin sepeda motor. Dikarenakan setiap komponen mesin sepeda motor selalu bergesekan saat bekerja. Sistem pelumasan juga berpengaruh pada efisiensi serta efektivitas kinerja mesin kendaraan bermotor, dimana dalam industri otomotif setiap pabrik selalu berinovasi mengembangkan berbagai macam pelumas agar tercapai kinerja yang efisien.

Pelumas dimesin harus diperhatikan tingkat kualitas, kuantitas dan kekentalan (viskositas). Demi menjaga kualitas minyak pelumas berarti setiap oli yang digunakan dalam mesin harusnya dilakukan pergantian oli dengan oli yang baru, karena oli yang sudah dipakai kualitasnya akan turun, contohnya berubahnya warna oli menjadi hitam. Kuantitas oli pelumas diartikan *volume* yang ada didalam mesin semestinya diselaraskan dengan *volume* yang diestimasi oleh pabrik, karena volume tiap mesin berbeda. Sementara itu kekentalan oli pelumas yakni tingkat kekentalan cairan untuk melumasi tiap-tiap bagian dan celah komponen supaya setiap komponen yang bergesekan tidak meningkatkan keausan tiap komponen sehingga menimbulkan kerusakan dan suara bising.

Di masa saat ini seluruh orang berlomba untuk mengembangkan bahan bakar alternatif, dikarenakan sumber utama bahan bakar yaitu minyak bumi sudah mulai menipis. Salah satunya yaitu adalah ethanol, karena sumber bahan baku dari ethanol mudah di dapatkan. Indonesia merupakan negara tropis yang sangat cocok untuk menanam tanaman bahan baku ethanol seperti tebu serta ketela. Bahan baku pembuatan ethanol bisa menggunakan ketela serta tebu. Ethanol merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang mempunyai keunggulan dibandingkan BBM. Keunggulan tersebut diantaranya adalah angka oktan ethanol yang tinggi sehingga lebih tahan terhadap *knocking*, sehingga motor yang menggunakan ethanol bisa beroperasi pada rasio kompresi yang lebih tinggi dengan efisiensi termal yang lebih baik. Ethanol dengan kadar alkohol 70% memiliki angka oktan 118, sementara pertalite yang dijual oleh Pertamina memiliki angka oktan 90. Kelemahan dan masalah yang paling mendasar dari

penggunaan ethanol adalah kemampuan bahan bakar untuk cepat menguap cukup rendah dibandingkan dengan BBM. Hal ini mengakibatkan motor bakar akan sulit hidup pada suhu mesin yang rendah terutama pada saat start awal sebelum motor dihidupkan.

Proses pembakaran ialah proses yang memastikan tenaga yang dihasilkan suatu sepeda motor, disamping faktor-faktor lain semacam kapasitas mesin, metode berkendara, serta umur dari sepeda motor itu sendiri. Ketentuan terbentuknya proses pembakaran di dalam ruang bakar terdapat 3, yaitu kombinasi udara serta bahan bakar, kompresi serta percikan bunga api dari busi. Dari proses pembakaran itu sendiri masih bisa dijabarkan lagi menjadi sebagian aspek antara lain, tipe bahan bakar, mutu bahan bakar yang digunakan, sistem pengapian, serta sistem bahan bakar. Kombinasi bahan bakar pertalite dan etanol pada campuran pertalite 70% dan etanol 30% putaran mesin/rpm sudah tidak satabil namun masih bisa menyala samapai putaran tinggi. Sedangkan pada campuran bahan bakar pertamax 40% dan etanol 60% sepeda motor masih menyala namun suhu mesin tinggi, pada campuran pertamax 20% dan etanol 80% mesin masih menyala pada putaran mesin idle, namun pada saat putaran mesin tinggi sepeda motor tidak mau menyala dan suhu mesin tinggi [2].

Maka dari itu untuk mengoptimalkan peningkatan suhu serta jarak tempuh pada sepeda motor, peneliti akan melakukan optimasi penggunaan jenis busi, oli, dan campuran ethanol bensin, dengan harapan dapat meningkatkan efisiensi pembakaran dan meningkatkan performa mesin dengan kenaikan temperatur normal. Untuk itu pada penelitian kali ini yang akan dilakukan peneliti yaitu mencari faktor optimal dari optimasi penggunaan dari beberapa jenis busi, jenis oli dan campuran bensin ethanol pada kenaikan temperatur serta jarak tempuh pada sepeda motor 4 langkah. Berdasarkan dari latar belakang, penulis melakukan penelitian dengan judul "Optimasi Penggunaan Jenis Busi, Oli, dan Campuran Ethanol Bensin Terhadap Peningkatan Suhu Dan Jarak Tempuh Mesin 4 Langkah Dengan Metode Taguchi".

Prinsip Dasar Motor Bensin

Motor bensin (*spark Ignition*) merupakan tipe mesin pembakaran dalam (*Internal Combustion Engine*) yang bisa mengganti energi panas dari bahan bakar menjadi energi mekanik yaitu daya poros pada putaran poros engkol. Energi panas diperoleh dari pembakaran bahan bakar dengan udara yang terjadi di ruang bakar (*Combustion Chamber*) beserta bantuan bunga api dari busi untuk menghasilkan gas pembakaran. [3]

Berlandaskan siklus kerjanya motor bensin dibedakan jadi 2 tipe yakni motor bensin 2 langkah serta motor bensin 4 langkah. Motor bensin 2 langkah merupakan motor bensin yang membutuhkan 2 kali langkah torak, serta satu kali putaran poros engkol guna menciptakan satu kali daya (usaha). Sebaliknya motor bensin 4 langkah merupakan motor bensin yang membutuhkan 4 kali langkah torak, serta 2 kali putaran poros engkol guna menciptakan satu kali daya (usaha). Motor bensin 4 langkah memerlukan 4 kali langkah piston atau 2 kali putaran poros engkol untuk menghasilkan 1 siklus kerja. Langkah-langkah tersebut yakni: langkah isap, langkah kompresi, langkah kerja serta langkah pembuangan. Langkah isap berlangsung apabila piston berpindah dari titik mati atas mengarah ke titik mati bawah kemudian menciptakan tekanan yang rendah di dalam silinder, sehingga kombinasi bahan bakar udara akan masuk mengisi silinder lewat katup masuk yang terbuka dikala langkah isap, hingga piston meninggalkan titik mati bawah, sebaliknya katup buang tertutup disaat langkah isap. [3]

Langkah kompresi diawali dikala piston bergerak dari titik mati bawah mengarah ke titik mati atas, mengkompresikan kombinasi bahan bakar udara didalam silinder. Bunga api listrik diumpankan lewat busi pada saat piston terletak sebagian derajat poros engkol saat sebelum titik mati atas, kemudian membakar kombinasi bahan bakar udara buat menciptakan temperatur serta tekanan yang besar. Langkah kerja diawali dikala piston bergerak dari titik mati atas mengarah ke titik mati bawah. Aktivitas piston ini terjadi sebab gas panas hasil pembakaran berekspansi sehingga memperbesar volume silinder. Langkah pembuangan,

berlangsung pada saat piston bergerak dari titik mati bawah mengarah ke titik mati atas, piston mendorong gas sisa pembakaran keluar lewat katup buang yang terletak dalam posisi terbuka serta katup masuk dalam kondisi posisi tertutup. Katup buang akan tertutup serta katup masuk akan terbuka pada saat piston kembali melaksanakan langkah isap. [3]

Sistem penyalaan merupakan salah satu sistem yang ada di kendaraan bermotor yang menjamin supaya motor dapat bekerja. Sistem pengapian berfungsi untuk menimbulkan api supaya membakar campuran bahan bakar yang dikompresikan di dalam silinde [4]. Oleh karena itu sistem pengapian ini harus mampu membakar kombinasi bahan bakar dengan udara yang ada di dalam silinder. Busi berguna untuk menghasilkan bunga api dengan menggunakan tegangan tinggi yang dihasilkan oleh koil. Bunga api yang dihasilkan oleh busi ini kemudian digukankan untuk memulai pembakaran campuran bahan bakar dengan udara yang sudah dikompresikan di dalam silinder [4]. Untuk mengkategorikan busi panas dan busi dingin bisa dilihat dari panjangnya *insulator porselin* yang terdapat pada busi. Apabila insulatornya panjang maka busi tersebut tergolong busi panas dan begitu juga sebaliknya [4].

Busi yang cepat mengalirkan panasnya disebut busi dingin dan busi yang lambat mengalirkan panasnya disebut busi panas. Elektroda busi harus bisa diterapkan pada suhu kerja, yaitu diantara 400°C - 800°C . Apabila suhu elektroda tengah kurang dari 400°C , maka tidak akan cukup untuk bisa membakar endapan karbon yang ditimbulkan oleh pembakaran, sehingga karbon tersebut akan menepel pada permukaan insulator, lalu akan menurunkan hambatan rumahnya. Karena hal tersebut akan mengakibatkan tekanan tinggi yang di berikan ke elektroda tengah menuju ke massa tanpa meloncatkan dalam bentuk api pada celah elektroda, sehingga mengakibatkan terjadi kesalahan pembakaran (*missfiring*).

Apabila suhu elektroda tengah melebihi 800°C , maka akan terjadi peningkatan kotoran oksida dan terbakarnya elektroda tersebut. Suhu sebesar 950°C pada elektroda busi bisa menjadi sumber panas yang bisa membakar kombinasi bahan bakar tanpa adanya percikan api busi, keadaan tersebut dinamakan *pre-ignition*. *pre-ignition* yaitu campuran bahan bakar serta udara yang terbakar lebih cepat karena panas elektroda tersebut sebelum busi bekerja memercikan bunga api (busi terlalu panas berakibat dapat membakar kombinasi bahan bakar dengan sendirinya). Daya mesin akan turun jika terjadi *pre-ignition* karena, waktu pengapian tidak tepat serta mengakibatkan elektroda busi atau piston dapat retak, meleleh sebagian, atau bisa juga lumer.

Dapat dikatakan sebuah busi itu ideal ketika, busi bisa beradaptasi atas semua segala kondisi operasional mesin, mulai dari kecepatan tinggi hingga kecepatan rendah. Sama dengan yang sudah di paparkan sebelumnya, busi dapat bekerja optimal ketika suhu elektroda tengahnya mencapai 400°C - 800°C . Ketika berada di suhu ini karbon bisa terbakar habis. Limit suhu terendah terendah dari busi disebut *self-cleaning temperature* (busi mendapatkan suhu membersihkan dengan sendirinya), sedangkan limit suhu tertinggi disebut dengan *pre-ignition*. Jadi dalam pemilihan jenis busi ini kembali lagi pada konsumen tergantung spesifikasi mesin yang digunakan, apakah membutuhkan jenis busi panas atau busi dingin.

Oli didapatkan dari proses destilasi yang dilakukan pada minyak bumi, yang mana destilasi ini dilakukan secara bertingkat yang didasari pada titik didihnya [5]. Proses pembuatan yang melewati sekian banyak tahapan ini ialah Deasphalting berguna supaya bisa menghilangkan kandungan aspal yang terdapat pada minyak. Hidrogenasi berguna untuk menaikkan viskositas dan mutu. Pengoplosan katalis digunakan untuk menyingkirkan parafin, serta meningkatkan suhu pelumas paraffin. *Clay or hydrogen finishing* guna memantapkan warna, kestabilan maupun mutu oli pelumas”.

Mutu dari sebuah oli dapat kita lihat dari bahan dasar pembuatan oli serta zat aditif yang ditambahkan selama proses pembuatan, semakin lengkap zat aditif yang ditambahkan dalam proses pembuatan, maka mutu oli yang dihasilkan juga semakin bagus untuk diaplikasikan,

tujuan lain dalam penambahan zat aditif pada oli, yakni agar oli tidak mudah terkontaminasi serta peranan oli selaku pelumas tetap optimal. Bahan bakar mesin yakni persenyawaan hidrokarbon yang diproses menggunakan minyak bumi untuk mesin bensin disebut bensin dan untuk mesin diesel disebut minyak solar [3].

Jenis Bahan Bakar

Pertalite ialah bahan bakar minyak diproduksi oleh Pertamina dengan RON 90. Pertalite didapat dengan penambahan zat aditif dalam proses pengolahannya di kilang minyak, pertalite mempunyai sejumlah keunggulan dibanding dengan premium. Selanjutnya, RON 90 mewujudkan pembakaran pada mesin kendaraan dengan teknologi terkini yang lebih baik dari pada dengan premium yang memiliki RON 88. Sehingga sesuai digunakan untuk kendaraan roda dua, hingga kendaraan multi purpose vehicle ukuran menengah.

Pertamax Bahan bakar yaitu material yang dapat di ubah menjadi energi. bahan bakar menyimpan energi panas yang dapat dilepaskan jika di oksidasi atau dibakar. Sedangkan, ethanol adalah bahan bakar teroksigenasi yang mengandung 35% oksigen, yang mengurangi emisi partikulat dan Nox dari pembakaran. Etanol menyimpan bilangan oktan yang lebih tinggi (108), mudah terbakar, kecepatan nyala yang lebih tinggi dan lebih tinggi penguapan panas. Hal ini memungkinkan untuk yang lebih tinggi rasio kompresi dan waktu pembakaran yang lebih pendek.

Campuran Ethanol dengan bensin secara langsung pada mesin bensin sulit untuk terbakar, maka dari itu dengan Ethanol murni di mesin akan sulit untuk starting. Oleh sebab itu kombinasi Ethanol dengan bensin bisa mempermudah starting pada suhu rendah, mengkombinasikan etanol dengan bensin bisa menghasilkan gasohol. Manfaat dari kombinasi ini yaitu Ethanol cenderung akan menaikkan bilangan oktan serta mengurangi emisi CO₂. Temperature merupakan suatu ukuran dingin atau panasnya keadaan maupun sesuatu lainnya. Definisi temperature yakni satu ukuran energi kinetik rata-rata dari suatu molekul. Apabila temperatur tinggi maka energi kinetik rata-rata akan besar. Satuan ukur suhu yang banyak digunakan di Indonesia adalah °C. Alat untuk mengukur suhu adalah termometer.

METODE

Dalam penelitian kali ini, peneliti menggunakan metode eksperimen Taguchi. Metode Taguchi dicetuskan oleh Genichi Taguchi pada tahun 1959 yang merupakan pengembangan dari *Design of Experiment* yang pertama kali diperkenalkan oleh Genichi Taguchi, yang bertujuan untuk memperbaiki proses manufaktur produk untuk mencapai kualitas yang baik [6]. Eksperimen merupakan sekumpulan pengujian yang dilakukan pada sekelompok variabel yang nilainya bisa berubah berdasarkan perlakuan tertentu dengan tujuan yaitu menganalisis hasil dari perubahan yang terjadi pada variabel tersebut.

Metode Taguchi diperkenalkan oleh seorang konsultan pengendalian kualitas, yang merupakan metodologi baru dalam bidang teknik yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses serta dalam dapat menekan biaya dan resources seminimal mungkin. Sasaran metode Taguchi adalah menjadikan produk robust terhadap noise, karena itu sering disebut sebagai *Robust Design*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penelitian ini bermaksud untuk mengetahui seberapa pengaruh dari optimasi jenis busi, oli dan campuran Ethanol bensin terhadap peningkatan suhu dan jarak tempuh dengan faktor faktor sebagai seperti Tabel 1. Urutan pengujian dapat dilihat pada tabel matriks orthogonal seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Matrik Ortogonal

Kode Faktor	Faktor	Kode Level		
		1	2	3
A	Busi	Busi Nikel (1)	Busi Iridium (2)	Busi platinum (3)
B	Oli	Yamalube Silver Oil 20W-40 (4)	Federal Racing 10W-40 (5)	Shell advance 10W-40 (6)
C	Campuran Ethanol Bensin	70 : 30 (70)	75 : 25 (75)	80:20 (80)

Tabel 2. Matrik Ortogonal

Order	Faktor		
	A	B	C
1	1	1	1
2	1	2	2
3	1	3	3
4	2	1	2
5	2	2	3
6	2	3	1
7	3	1	3
8	3	2	1
9	3	3	2

Setelah peneliti melakukan penelitian, peneliti mendapatkan data hasil penelitian tentang optimasi penggunaan jenis busi, oli, dan campuran Ethanol bensin terhadap peningkatan suhu dan jarak tempuh bisa dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 7.

Tabel 3. Pengujian Suhu Mesin

Order	Faktor			Suhu Mesin (C°)			Rata-rata
	A	B	C	1	2	3	
1	Busi Nikel	Oli Yamalube Silver Oil 20w-40	Ethanol Bensin (70:30)	55,7°C	53,9°C	57,3°C	55,63
2	Busi Nikel	Oli Federal Racing 10w-40	Ethanol Bensin (75:25)	51,3°C	51,5°C	50,1°C	50,97
3	Busi Nikel	Oli Shell Advance 10w-40	Ethanol Bensin (80:20)	50,7°C	50,6°C	50,3°C	50,53
4	Busi Iridium	Oli Yamalube Silver Oil 20w-40	Ethanol Bensin (75-25)	58,7°C	57,9°C	59,6°C	58,73
5	Busi Iridium	Oli Federal Racing 10w-40	Ethanol Bensin (80:20)	52,9°C	51,5°C	50,2°C	51,53
6	Busi Iridium	Oli Shell Advance 10w-40	Ethanol Bensin (70:30)	51,9°C	52,0°C	50,1°C	51,33
7	Busi Platinum	Oli Yamalube Silver Oil 20w-40	Ethanol Bensin (80:20)	57,9°C	55,2°C	54,2°C	55,77
8	Busi Platinum	Oli Federal Racing 10w-40	Ethanol Bensin (70:30)	57,5°C	53,2°C	53,2°C	54,63
9	Busi Platinum	Oli Shell Advance 10w-40	Ethanol Bensin (75:25)	50,1°C	50,4°C	50,8°C	50,43

Selanjutnya menghitung nilai rata-rata dan Signal to Noise Rasio (SNR) dilakukan sesudah melakukan penelitian peningkatan suhu, data yang didapat dihitung nilai rata-ratan serta nilai signal to noise ratio (SNR) dengan karakteristik Nominal The Best seperti yang ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. SNR Pengujian Suhu Mesin

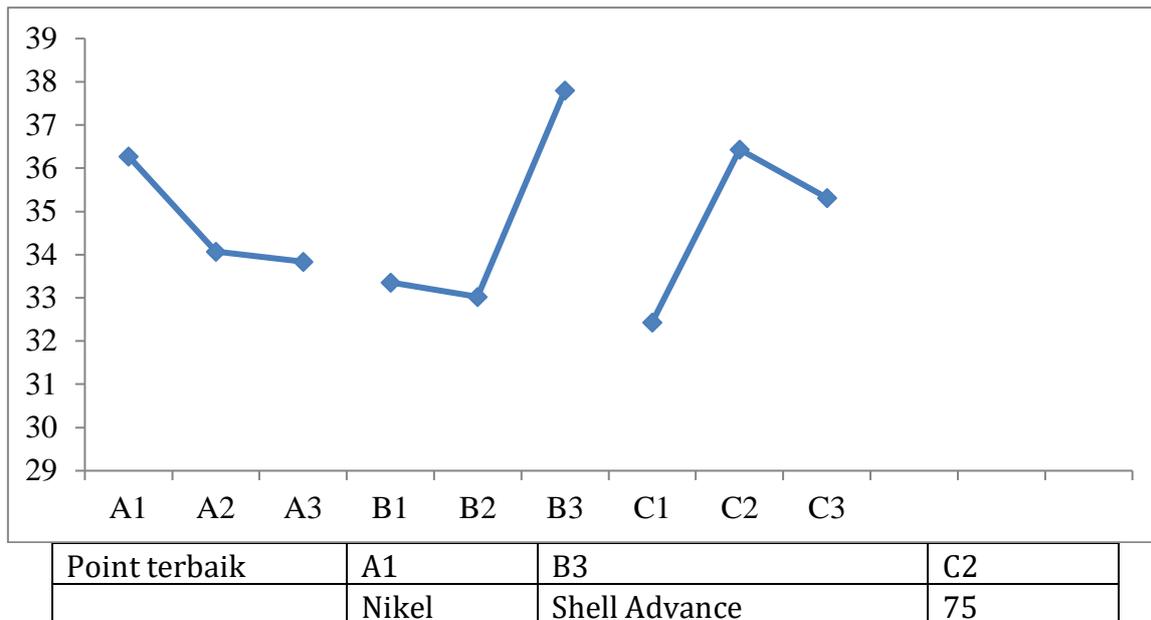
No. Exp	A	B	C	Exp Results 1	EXP results 2	EXP results 3	mean	Standar Dev	NTB
1	1	4	70	55,7	53,9	57,3	55,63	1,70	32,59
2	1	5	75	51,3	51,5	50,1	50,97	0,76	35,35
3	1	6	80	50,7	50,6	50,3	50,53	0,21	40,88
4	2	4	75	58,7	57,9	59,9	58,83	1,01	35,36
5	2	5	80	52,9	51,5	50,2	51,53	1,35	32,93
6	2	6	70	51,9	52	50,1	51,33	1,07	33,92
7	3	4	80	57,9	55,2	54,2	55,77	1,91	32,11
8	3	5	70	57,5	53,2	53,2	54,63	2,48	30,80
9	3	6	75	50,1	50,4	50,8	50,43	0,35	38,59
				Average	54,078		53,30		36,29

Setelah kita mendapatkan nilai rata-rata dan nilai SNR, untuk menentukan faktor yang menghasilkan respon yang optimal dari penelitian peningkatan suhu diperoleh menggunakan software Microsoft excel. Tabel respon tersebut bisa dilihat seperti yang ditampilakn pada Tabel 5.

Tabel 5. Respon SNR Pengujian Suhu

Respon table of quality				average	main effect			
	1	2	3		1	2	3	
A	36,2803	34,0728	33,8357	34,7296	1,5507	-0,6568	-0,8939	
B	33,3572	33,0304	37,8012	34,7296	-1,3724	-1,6992	3,0716	
C	32,4390	36,4388	35,3110	34,7296	-2,2906	1,7092	0,5814	
A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
36,2803	34,0728	33,8357	33,3572	33,0304	37,8012	32,4390	36,4388	35,3110

Untuk lebih jelas dalam menentukan faktor yang menghasilkan respon yang optimal dapat dilihat pada grafik respon seperti Gambar 1.



Gambar 1. Pengujian Suhu

Analysis of variance dilaksanakan demi melihat nilai signifikan faktor dan menghitung persen kontribusi masing-masing faktor. Tabel analisis variansi untuk peningkatan suhu dapat dilihat pada tabel dibawah ini. Dari tabel tersebut jelas bahwa jenis oli (B) memiliki kontribusi paling besar dalam menentukan variasi yaitu sebesar 50,49% yang kemudian diikuti oleh campuran Ethanol pertamax (C) sebesar 30,23%, dan jenis busi (A) sebesar 12,92% seperti yang ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Respon ANNOVA Pengujian Suhu

Parameter	SS	DOF	MS	% Effect
A	10,91	2	5,45264098	12,9202881
B	42,62	2	21,30810238	50,4905461
C	25,52	2	12,75947115	30,2341642
error	5,36			
Sum Square	84,40			
	79,040429			

Tabel 7. Pengujian Jarak Tempuh

Order	Faktor			Jarak Tempuh			Rata-rata
	A	B	C	1	2	3	
1	Busi Nikel	Oli Yamalube Silver Oil 20w-40	Ethanol Bensin (70:30)	21,4 km/l	20,2 km/l	21,3 km/l	20,97
2	Busi Nikel	Oli Federal Racing 10w-40	Ethanol Bensin (75:25)	23,4 km/l	21,3 km/l	23,3 km/l	22,67
3	Busi Nikel	Oli Shell Advance 10w-40	Ethanol Bensin (80:20)	21,1 km/l	21,8 km/l	21,3 km/l	21,47
4	Busi Iridium	Oli Yamalube Silver Oil 20w-40	Ethanol Bensin (75-25)	21,7 km/l	22,6 km/l	22,6 km/l	22,30
5	Busi Iridium	Oli Federal Racing 10w-40	Ethanol Bensin (80:20)	20,5 km/l	23,1 km/l	22,4 km/l	22,00
6	Busi Iridium	Oli Shell Advance 10w-40	Ethanol Bensin (70:30)	21,3 km/l	21,0 km/l	21,4 km/l	21,23

Order	Faktor			Jarak Tempuh			Rata-rata
	A	B	C	1	2	3	
7	Busi Platinum	Oli Yamalube Silver Oil 20w-40	Ethanol Bensin (80:20)	22,0 km/l	23,1 km/l	20,9 km/l	22,00
8	Busi Platinum	Oli Federal Racing 10w-40	Ethanol Bensin (70:30)	20,4 km/l	21,0 km/l	21,1 km/l	20.83
9	Busi Platinum	Oli Shell Advance 10w-40	Ethanol Bensin (75:25)	19,0 km/l	19,7 km/l	19,1 km/l	19,27

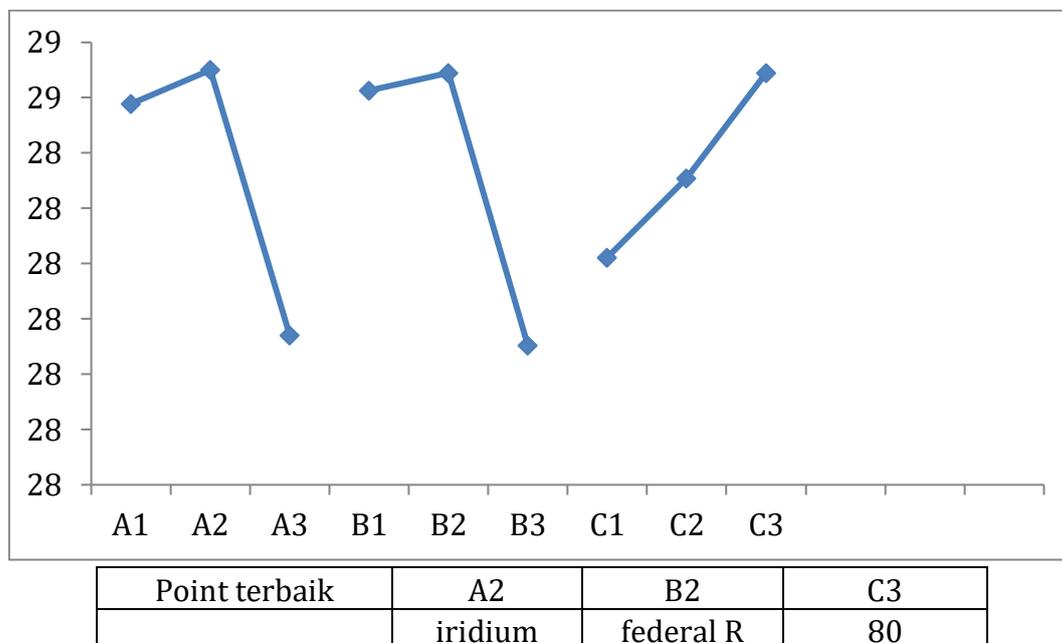
Setelah kita mendapatkan nilai rata-rata dan nilai SNR, untuk menentukan faktor yang menghasilkan respon yang optimal dari pengujian jarak tempuh diperoleh menggunakan software Microsoft excel. Tabel respon tersebut bisa dilihat pada [Tabel 8](#).

Tabel 8. Respon Tabel SNR Pengujian Jarak Tempuh

Respon table of quality				Average	main effect		
	1	2	3		1	2	3
A	28,4893	28,5501	28,0706	28,3700	0,1193	0,1801	-0,2994
B	28,5132	28,5446	28,0522	28,3700	0,1432	0,1746	-0,3178
C	28,2110	28,3544	28,5446	28,3700	-0,1590	-0,0156	0,1746

A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
28,4893	28,5501	28,0706	28,5132	28,5446	28,0522	28,2110	28,3544	28,5446

Untuk lebih jelas dalam menentukan faktor yang menghasilkan respon yang optimal dapat dilihat pada grafik respon seperti terlihat pada [Gambar 2](#).



Gambar 2. Grafik Pengujian Jarak Tempuh

Analysis of variance dilaksanakan demi melihat nilai signifikan faktor dan menghitung persen kontribusi masing-masing faktor. Tabel analisis variansi untuk jarak tempuh dapat

dilihat pada tabel dibawah ini. Dari tabel tersebut jelas bahwa jenis oli (B) memiliki kontribusi paling besar dalam menentukan variasi yaitu sebesar 31,86% yang kemudian diikuti oleh jenis busi (A) sebesar 28,58%, dan campuran Ethanol pertamax (C) sebesar 11,74% seperti yang di tampilkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Respon ANNOVA Pengujian Jarak Tempuh

Parameter	SS	DOF	MS	% Effect
A	0,41	2	0,204472728	28,5865945
B	0,46	2	0,227950096	31,8688805
C	0,17	2	0,084002478	11,7440833
error	0,40			
Sum Square	1,43			
	1,032850604			

Setelah dilakukan pengujian, hasil optimal kombinasi level faktor sudah didapatkan, lalu level faktor yang optimal tersebut akan di uji kembali sebagai uji verifikasi untuk melihat peningkatan terhadap suhu dan jarak tempuh penelitian tersebut. Berikut ini hasil uji verifikasi bisa di lihat pada Tabel 10 dan Tabel 11.

Tabel 10. Level Optimal Suhu Mesin

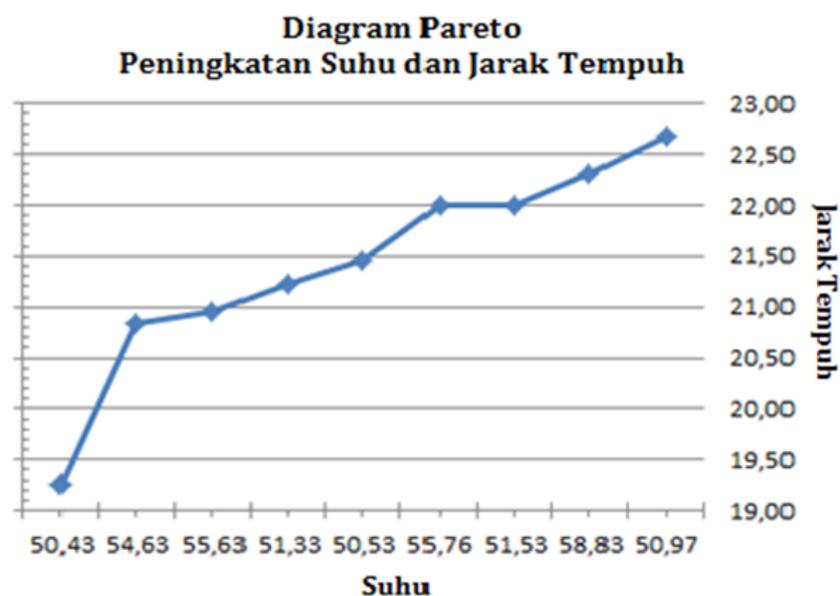
No. Exp	A	B	C	Exp Results 1	EXP results 2	EXP results 3	mean
1	1	6	75	53	51,6	52,7	52,43

Tabel 11. Level Optimal Jarak Tempuh

No. Exp	A	B	C	Exp Results 1	EXP results 2	EXP results 3	mean
1	2	5	80	39,6	38,4	40,3	39,43

Pembahasan

Setelah peneliti melakukan penelitian lalu mendapatkan data hasil penelitian ini, peneliti membuat grafik untuk melihat manakah faktor yang optimal dari pengujian peningkatan suhu dan jarak tempuh ketika sebelum melakukan pengolahan data dengan karakteristik SNR dari masing-masing pengujiannya. Grafik hasil tersebut dapat kita lihat di Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Pareto Pengujian Peningkatan Suhu dan Jarak Tempuh

Suhu merupakan sesuatu besaran yang memberitahukan derajat panas dingin sesuatu barang. Pada pengujian ini ada beberapa faktor yang mempengaruhi dalam peningkatan suhu ialah busi, oli, dan campuran bahan bakar Ethanol bensin. Alat yang digunakan untuk mengukur peningkatan panas pada pengujian ini yaitu thermocouple. Pengujian ini menggunakan beberapa faktor yaitu, busi nikel (A1), busi iridium (A2), busi platinum (A3), lalu menggunakan beberapa jenis oli juga seperti oli Yamalube silver oil (B1), oli federal racing (B2), oli Shell advance (B3), dan juga memakai campuran Ethanol bensin (pertamax) dengan perbandingan 70%:30% (C1), lalu perbandingan 75%:25% (C2), dan terakhir perbandingan 80%:20 (C3). Dari beberapa faktor tersebut hasil yang menunjukkan respon optimal dari optimasi jenis busi, oli, dan campuran Ethanol bensin terhadap peningkatan suhu yaitu faktor A1(Busi Nikel), B3(Oli Shell Advance), C2 (Ethanol bensin perbandingan 75%: 25%). Respon optimal tersebut dapat kita lihat pada tabel respon SNR dengan nilai A1 (36,2803), B3 (37,8012), C2 (36,4388), dan seberapa besar pengaruh tiap faktor dalam penelitian peningkatan suhu ini dapat dilihat pada tabel anova peningkatan suhu yaitu untuk faktor A (Busi) sebesar 12,92%, faktor B (Oli) sebesar 50,49%, dan faktor C (Campuran Ethanol Bensin) sebesar 30,23%.

Pada saat melakukan pengujian peningkatan suhu ini, kendaraan yang digunakan sebagai objek penelitian menggunakan campuran Ethanol bensin sebesar 70%:30% masih mudah untuk dinyalakan namun saat berjalannya pengujian terjadi letupan pada knalpaot kendaraan tersebut tetapi tidak sering terjadi. Setelah itu di lanjutkan dengan menggunakan campuran Ethanol 75%:25% dan 80%:20% sesuai dengan urutan matriks orthogonal pada kendaraan penelitian agak sulit untuk dinyalakan, namun ketika sudah menyala dan di lakukan pengujian, putaran mesin pada kendaraan tidak stabil sesekali, dan juga lebih sering terjadi letupan pada knalpot kendaraan tersebut, walaupun sudah menggunakan beberapa jenis busi seperti busi nikel, iridium, dan platinum namun putaran mesin belum bisa selalu stabil dan juga masih terjadi letupan pada knalpot kendaraan tersebut.

Jarak tempuh adalah jarak yang dapat di tempuh tanpa berhenti oleh kendaraan dengan sejumlah bahan bakar tertentu. Pengujian jarak tempuh ini menggunakan faktor yang sama dengan pengujian peningkatan suhu, yang membedakannya yaitu hasil yang ingin didapat berupa seberapa jauh jarak tempuh yang dihasilkan ketika menggunakan faktor-faktor penelitian ini secara bergantian sesuai dengan matriks orthogonal. Faktor-faktor yang diaplikasikan untuk penelitian ini meliputi, busi nikel (A1), busi iridium (A2), busi platinum (A3), lalu menggunakan beberapa jenis oli juga seperti oli Yamalube silver oil (B1), oli federal racing (B2), oli Shell advance (B3), dan juga memakai campuran Ethanol bensin (pertamax) dengan perbandingan 70%:30% (C1), lalu perbandingan 75%:25% (C2), dan terakhir perbandingan 80%:20 (C3). Dari faktor diatas pengujian peningkatan suhu di lakukan sesuai urutan matriks orthogonal dengan masing-masing 3 kali pengujian tiap run nya, lalu hasil data tersebut kita hitung rata ratanya dan hitung nilai SNRnya dengan karakteristik Nominal The Best yang kita dapat kita lihat pada tabel SNR.

Setelah itu kita akan mendapatkan hasil respon optimal tiap faktor dari perhitungan SNR. Faktor-faktor yang mendapatkan respon optimal dari optimasi penggunaan jenis busi, oli, dan campuran Ethanol bensin yaitu A2 (Busi Iridium), B2 (Oli Federal Racing), C3 (Campuran Ethanol Bensin 80% : 20%). Respon optimal tersebut dapat kita lihat pada Tabel respon SNR dengan nilai A2 (28,5501), B2 (28,5446), C3 (28,5446). Selanjutnya kita melakukan perhitungan Analysis of Variance (Anova) untuk melihat seberapa pengaruhnya tiap faktor dalam optimasi penggunaan jenis busi, oli, dan campuran Ethanol bensin terhadap jarak tempuh yang dapat kita lihat pada tabel Anova yaitu faktor A(Busi) sebesar 28,58%, faktor B (Oli) sebesar 31,86%, faktor C (Campuran Ethanol Bensin) sebesar 11,74%.

Saat melakukan pengujian optimasi jenis busi, oli, dan campuran Ethanol bensin terhadap jarak tempuh, pada kendaraan terjadi kehilangan tenaga beberapa kali. Pada saat

menggunakan faktor campuran Ethanol bensin 70%:30% dengan busi nikel , busi paltinum, dan semua faktor oli secara bergantian sesuai dengan matriks orthgonal ,saat pengujian pada kendaraan terjadi pada mesin pada 10m terakhir lintasan. Sedangkan ketika menggunakan busi iridium dengan campuran Ethanol 70%:30% di semua faktor jenis oli seuai matriks orthogonal pada putaran mesin cenderung stabil dan tidak terjadi kehilangan tenaga.

Saat menggunakan campuran Ethanol bensin perbandingan 75% : 25% dengan seluruh faktor sesuai matriks orthogonal pada saat pengujian yang terjadi pada kendaaran uji hampir sama seperti perbandingan sebelumnya. Setelah itu saat menggunakan campuran Ethanol bensin perbandingan 80%:20% dengan busi nikel, dan platinum dan semua faktor jenis oli sesuai dengan matriks orthogonal yang terjadi saat pengujian yaitu putaran mesin terkadang stabil namun tenaga mesin hilang timbul tetapi saat menggunakan busi iridium rasio terjadinya hal tersebut lebih berkurang dan cenderung stabil.

Setelah dilakukan pengujian verifikasi terhadap kombinasi level faktor yang optimal dari optimasi jenis busi, oli, dan campuran Ethanol bensin terhadap peingkatan suhu dan jarak tempuh, hasil dari kombinasi level faktor yang optimal tersebut menunjukkan peningkatan yang signifikan terhadap suhu dan jarak tempuh. Pada peningkatan suhu hasil yang di dapat yaitu dengan rata-rata suhu 52,43°c, hasil tersebut lebih kecil dari kondisi awal yang sebesar 55,63°c, kondisi tersebut mengalami penyusutan sebesar 6%, penyusutan kenaikan suhu ini diakibatkan kerana pembakaran yang terjadi lebih baik sehingga suhu mesin yang dihasilkan cenderung lebih kecil di banding dengan kondisi awal, maka dari itu dapat dikatan hasil tersebut optimal dikarenakan meningkatkan performa dengan peningkatan suhu yang normal.

Pada kondisi optimal jarak tempuh hasil yang di dapat rata-ratanya yaitu sebesar 39,43Km/L, sedangkan kondisi awal jarak tempuh yang didapat rata-ratanya sebesar 20,97Km/L, hasil tersebut menunjukkan peningkatan sebesar 88%. Berikut merupakan perbandingan dari kondisi awal dengan kondisi optimal dari peningkatan suhu dan jarak tempuh seperti pada [Tabel 12](#) dan [Tabel 13](#).

Tabel 12. Perbandingan Peningkatan Suhu

	Rata-rata Suhu Mesin	Penyusutan	% Penyusutan
Kondisi awal	55,63	0,06	6%
Kondisi Optimal	52,43		

Tabel 13. Perbandingan Jarak Tempuh

	Rata-rata Jarak Tempuh	Peningkatan	% Peningkatan
Kondisi awal	20,97	18,46	88%
Kondisi Optimal	39,43		

Dari tabel perbandingan peningkatan suhu baha peningkatan suhu mengalami penyusutan sebesar 6%, lalu dapat juga kita lihat pada tabel perbandingan jarak tempuh mengalami peningkatan sebesar 88%. Hasil dari kedua data uji verifikasi tersebut sejalan dengan penelitian Dhande. D. Y., dkk [7] bahwa efisiensi pembakaran meningkat seiring dengan penambahan Ethanol pada bahan bakar. Hal itu karena ketersediaan molekul oksigen dalam kandungan Ethanol lebih tinggi dari pada bensin murni, dengan demikian membantu pembakaran campuran udara dan bahan bakar secara sempurna untuk meningkatkan peforma dengan kenaikan temperatur normal.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Hasil dari pengujian yang telah peneliti lakukan, kemudian dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut: Untuk hasil optimasi penggunaan jenis busi, oli, dan campuran Ethanol bensin terhadap peningkatan suhu mendapatkan respon optimal yaitu faktor A1 (Busi Nikel), B3 (Oli Shell Advance), C2 (Ethanol Bensin 75%:25%) dengan nilai respon SNR yaitu A1 (36,2803), B3 (37,8012), C2 (36,4388), lalu untuk faktor yang paling berpengaruh dalam penelitian peningkatan suhu berdasarkan tabel respon ANNOVA adalah Oli dengan nilai 50,49%, yang kedua yaitu Campuran Ethanol bensin sebesar 30,23%, dan yang terakhir adalah Busi sebesar 12,92%.

Untuk hasil optimasi penggunaan jenis busi, oli, dan campuran Ethanol bensin terhadap jarak tempuh mendapatkan respon optimal yaitu faktor A2 (Busi Iridium), B2 (Oli Federal Racing), C3 (Ethanol Bensin 80%:20%) dengan nilai respon SNR yaitu A2 (28,5501), B2 (28,5446), C3 (28,5446), lalu untuk faktor yang paling berpengaruh pada penelitian jarak tempuh berdasarkan tabel respon ANNOVA adalah Oli dengan nilai 31,86%, kedua Busi sebesar 28,58%, dan terakhir campuran Ethanol bensin sebesar 11,74%.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah didapatkan pada penelitian ini pada dasarnya masih memiliki kekurangan, disebabkan hal itu maka peneliti menyarankan hal-hal sebagai berikut : Pertama untuk menjaga keakuratan alat uji konsumsi bahan bakar sebaiknya langsung menggunakan stopwatch yang langsung dengan sistem berbasis arduino-uno. Kedua untuk penelitian selanjutnya alat ini bisa dikembangkan untuk membaca jumlah konsumsi bahan bakar pada semua merk.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Badan Pusat Statistik. (2020). Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis Tahun 2018-2020.
- [2] Suhaimi, M. Y.(2022). Pengaruh Mapping Ecu Racing BRT Vega ZR Modifikasi Injeksi Terhadap Torsi Dan Daya Dengan Variasi Injection Timing dan Ignition Timing. (Skripsi). Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia.
- [3] Jama, Jalius. (2008). Teknologi Sepeda Motor Jilid 2 Untuk Sekolah Menengah Kejuruan. Jakarta: Direktorat Pembinaan SMK.
- [4] Suyanto, Wardan. (1989). Teori Motor Bensin. Jakarta: Depdikbut, Dirjen Pendidikan Tinggi PPLPTK.
- [5] Effendi, M. Syafwansyah, Adawiyah Rabiatul. (2014). "Penurunan Nilai Kekentalan Akibat Pengaruh Kenaikan Temperatur Pada Beberapa Merek Minyak Pelumas". Jurnal Intekna, Tahun XIV, No. 1, Mei 2014 : 1 – 101
- [6] Setyanto, Nasir Widha & Lukodono, Rio Prasetyo. (2017). Teori dan Aplikasi Desain Eksperimen Taguchi. Malang: UB Press.
- [7] Dhande, D. Y., Sinaga, N., & Dahe, K. B. (2021). Study on combustion, performance and exhaust emissions of bioethanol-gasoline blended spark ignition engine. Heliyon, 7(3),

Halaman ini sengaja dikosongkan