

Perancangan pembuatan dan pengujian pembangkit listrik tenaga motor gas

Arif Rachman Saputra, Tarsisius Kristiyadi*

Program Studi Magister Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional,
Jalan PH.H Mustofa no 23, Bandung,40124, Indonesia

* Corresponding Author. Email: rachmanarif305@gmail.com ; kristiyadi@itenas.ac.id ;

Received: 18 November 2022; Revised: 15 December 2022; Accepted: 31 December 2022

Abstrak: Pembangkit listrik tenaga motor gas merupakan salah satu pembangkit yang memanfaatkan gas sebagai bahan bakarnya. Pembangkit listrik tenaga motor gas merupakan salah satu pembangkit yang memanfaatkan gas sebagai bahan bakarnya. Pembangkit listrik tenaga motor gas memiliki kadar karbon yang rendah sehingga dapat menekan pencemaran udara. Berbagai penelitian dan pengembangan pembangkit listrik dengan menggunakan bahan bakar gas membuahkan hasil yang baik.. Dengan penggunaan bahan bakar gas pembangkitan dapat dilakukan untuk pembangkitan skala kecil yang menggunakan motor bakar torak sebagai penggerak generator listrik. Pada penelitian ini motor bakar torak dirancang dibuatkan komponen pendukung dan di lakukan pengujian untuk mengetahui efisiensi dari bahan bakar tersebut. Untuk pengujian di gunakan bahan bakar cair yang mudah di dapat untuk perbandingan. Generator yang di gerakan oleh motor bakar memiliki kapasitas pembangkit 2.2 kw. Selama 60 menit dibutuhkan konsumsi bahan bakar yang berbeda dari setiap jenis bahan bakarnya. Pada pengujian ini di gunakan 3 jenis bahan bakar diantaranya, pertalite, pertamax, dan LPG. Dari hasil pengujian di dapat perbedaan yang sangat signifikan pada konsumsi bahan bakar. Dalam waktu 60 menit bahan bakar yang di butuhkan untuk pertalite 1.20 kg sedangkan pertamax 1.13 kg , untuk bahan bakar LPG 0.786 kg. dan kadar karbon yang di hasilkan untuk bahan bakar LPG lebih rendah di bandingkan nahan bakar lainnya, sehingga bahan bakar gas dapat di kategorikan bahan bakar yang ramah lingkungan dan sangat efisien dalam penggunaan.

Kata kunci: Pembangkit, motor gas, LPG, Pertalite, Pertamax

Design of manufacture and testing of gas motor power plants

Abstract: A gas motor power plant is one of the generators that utilizes gas as its fuel. Gas motor power plants have low carbon content so they can reduce air pollution. Various research and development of power plants using gas fuel have yielded good results. Using gas fuel, generation can be carried out for small-scale generation using piston fuel motors as the driving force for electric generators. In this study, the piston combustion engine was designed to make supporting components and tested to drive the generator. For testing, use liquid fuel that is easy to get for comparison. The generator which is driven by an internal combustion engine has a generation capacity of 2.2 kw. For 60 minutes it takes different fuel consumption from each type of fuel. In this test, 3 types of fuel were used, including pertalite, Pertamax, and LPG. From the test results, there is a very significant difference in fuel consumption. Within 60 minutes the fuel needed for Pertalite is 1.20 kg while Pertamax is 1.13 kg, for LPG fuel it is 0.786 kg. and the carbon content produced for LPG fuel is lower than other fuels, so gas fuel can be categorized as an environmentally friendly fuel and is very efficient in use

Keywords: power, plant,LPG, Pertalite,Pertamax



How to Cite: Arif Rachman Saputra, Tarsisius Kristiyadi. (20xx). Perancangan pembuatan dan pengujian pembangkit listrik tenaga motor gas. *Jurnal Taman Vokasi*, 10(2), 181-196. doi:<http://dx.doi.org/10.30738/jtv.v10i2.13519>

PENDAHULUAN

Kebutuhan energy kian hari kian bertambah, supply energy pun di tambah di berbagai daerah dengan fokus untuk mencukupi kebutuhan energy listrik (Hakimah Yusro,2019) . Semakin banyak penelitian dan pengembangan pembangkit listrik. Diantaranya penelitian dan pengembangan pembangkit listrik dengan menggunakan bahan bakar cair dan gas. Berbagai macam jenis pemanfaatan bahan bakar untuk pembangkit listrik dengan menggunakan bahan bakar cair dan gas. Dengan penggunaan bahan bakar cair dan gas pembangkitan dapat dilakukan untuk pembangkitan skala kecil yang menggunakan motor bakar torak sebagai penggerak generator listrik. Pembangkit listrik tenaga motor gas merupakan salah satu pembangkit yang memanfaatkan gas sebagai bahan bakarnya. Pembangkit listrik tenaga motor gas memiliki kadar karbon yang rendah sehingga dapat menekan pencemaran udara. Dan penggunaan bahan bakar gas cenderung lebih irit dan efisien dalam konsumsi

bahan bakarnya (Saputrah,dkk 2015) (Series, 2020) penelitian yang di lakukan *Air Fuel Ratio* dari bahan bakar gas ialah 15,6:1 sedangkan *Air Fuel Ratio* bahan bakar minyak /cair ialah 14,7:1 (Tri, 2019).

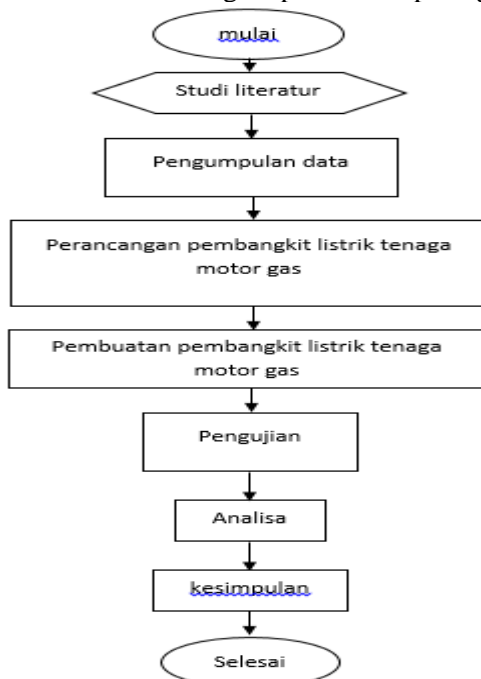
Dalam penelitian ini kedala yang di temukan ialah pada saat pemasangan converter kit. Baud pengunci untuk pemasangan converter kit tidak sesuai dengan intake manipul, sehingga di butuhkan penyesuaian dengan penambahan adaptor yang menghubungkan antara intake manipul dan converter kit agar pemasangan di lakukan dengan baik dan mendapatkan hasil yang memuaskan

METODE

Metoda yang di gunakan pada penelitian ini adalah dengan metoda eksperimen yang sistematis dan logis(Nurul.2016). Penelitian ini di awali dengan beberapa tahapan yaitu. Pada langkah awal menentukan perancangan pembuatan adaptor yang menghubungkan antara karburator kit dan intake manipul. Dengan mengukur kebutuhan bahan dan jenis bahan yang akan di gunakan. Pada langkah kedua dilakukan pembuatan adaptor dengan bahan alumunium dan menyiapkan peralatan pendukung pengujian lainnya seperti tacho meter, timbangan digital, ampere meter, volt meter, dan temp gun untuk mengukur suhu. Pada langkah ke tiga dilakukan pengujian, pengujian di lakukan dengan cara menghidupkan motor berkapasitas 196cc dengan bahan bakar gas LPG, Peralite dan pertamax. Pengujian tersebut dilakukan dengan putaran mesin yang sama yaitu 1500 putaran per menit. Lalu di ambil data dengan berbagai pembebanan yang di buat sama untuk berbagai jenis bahan bakar. Proses pengambilan data dilakukan dari alat ukur yang di gunakan. Setelah dilakukan pengujian pengaruh bahan bakar terhadap nilai data yang di butuhkan di lakukan analisis dari hasil pengujian tersebut (Saragih, Sungkono,2013)

A. Alur Penelitian

Alur penelitian mengenai proses dan metodologi dapat di lihat pada gambar 1 di bawah ini.

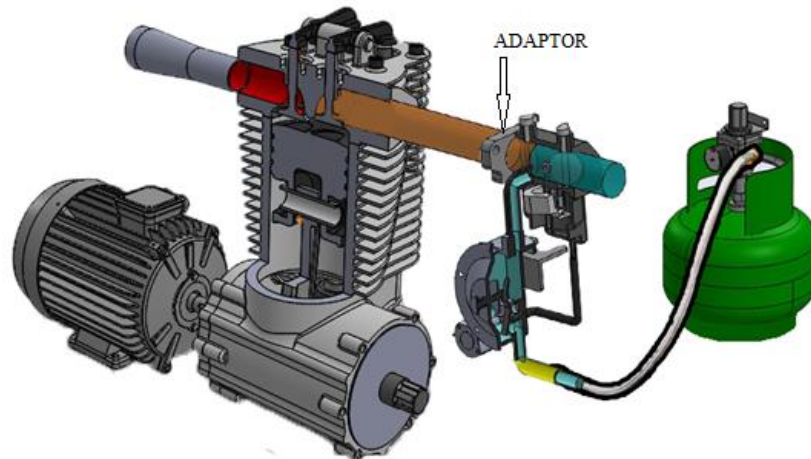


Gambar 1 alur proses dan metodologi penelitian

Proses penelitian di awali dari kajian literatur terhadap beberapa penelitian sebelumnya, kemudian pengumpulan data, setelah dilakukan pengumpulan data melakukan perancangan pembangkit listrik tenaga motor gas. dilanjutkan dengan proses pembuatan pembangkit listrik tenaga motor gas, lalu dilakukan pengujian, dan menganalisa hasil pengujian, dari hasil analisa ditarik kesimpulan dan selesai.

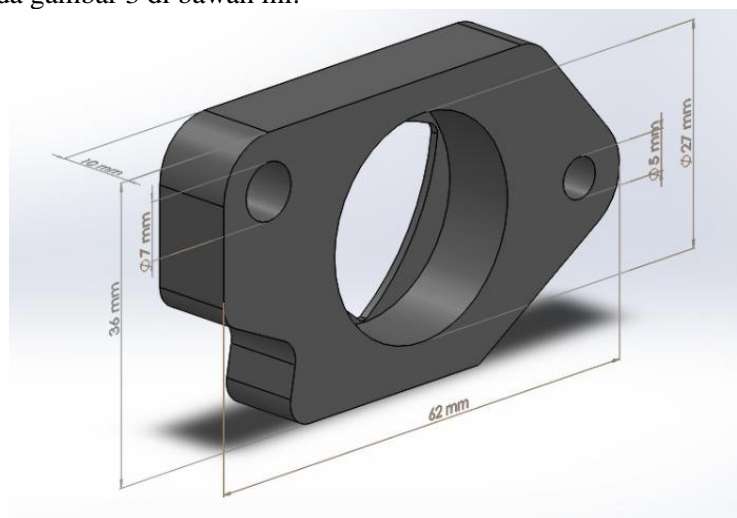
B. Perancangan

Dalam penelitian ini dilakukan perancangan pembuatan pembangkit tenaga motor gas perancangan tersebut dapat dilihat pada gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2 Perancangan pembuatan pembangkit listrik tenaga motor gas.

Untuk menghubungkan intake manifold dengan konverter kit dibutuhkan adaptor sebagai penghubung karena perbedaan posisi baut pengunci. Adaptor penghubung yang telah didesain adalah seperti pada gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Desain adaptor

Adaptor tersebut dipasang di antara intake manifold dengan karburator kit, adapun beberapa peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Motor penggerak

Motor penggerak yang digunakan pada penelitian kali ini menggunakan mesin penggerak dengan pembakaran dalam. Dengan spesifikasi sebagai berikut:

Mesin type	: 4 Langkah, Over Head Valve
Jenis suplai bahan bakar:	Karburator
Sistem pendingin	: Pendingin udara
Sistem pengapian	: Transistor Magneto
Diameter X Langkah	: 68,0 x 54,0 mm
Isi silinder	: 196.01 cc
Perbandingan kompresi	: 8.9 : 1
Daya Max	: 6.5 HP
Torsi Max	: 13.2 N.m

2. Gas analyzer

Gas analyzer untuk mengukur kadar gas buang, gas analyzer yang di gunakan dapat di lihat pada gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Gas analyzer

Spesifikasi gas analyzer sebagai berikut:

Pengukuran kadar CO	: 0 - 9.99% dengan ketelitian 0.01%
Pengukuran kadar HC	: 0 - 9999 ppm dengan ketelitian 1ppm.
Pengukuran kadar CO2	: 0-20.0 % dengan ketelitian 0.01%.
Pengukuran kadar O2	: 0-25.00% dengan ketelitian 0.01%
Pengukuran LAMBDA	: 0-2.000 dengan ketelitian 0.01%.
pengukuran AFR	: 0-99 dengan ketelitian 0.1%
Power Supply	: 220/240Vac 50/60Hz

3. Timbangan digital

Timbangan digital digunakan untuk mengetahui berat gas pada awal motor penggerak di gunakan hingga akhir pengujian, dan mendapatkan data penggunaan gas LPG selama pengujian yang dapat di lihat pada gambar 5 berikut



Gambar 5 Timbangan digital

Timbangan digital memiliki spesifikasi sebagai berikut:

Hasil pendataan cepat dan akurat

Digital LCD : berat, harga unit (\$/kg), jumlah total
Pembacaan max : 30 kg
Pembacaan min : 2 gram

4. Tacho Meter

Tacho meter di gunakan untuk mengukur putaran motor penggerak, putaran motor penggerak di buat seragam dari ketiga jenis bahan bakar yaitu 1500 rpm. Dapat di lihat pada gambar 6 di bawah ini.



Gambar 6 tacho meter

Spesifikasi :

Tegangan Listrik AC 220VAC 50/60Hz

Konsumsi Listrik 2 Watt

Tampilan Utama 5 Digit (00001 s/d 20.000 RPM)

Toleransi Pengukuran 25 RPM

Toleransi SCAN 100 RPM

Panjang Kabel sensor 400 cm

Panjang Kabel Remote 350 cm

Processor NXP LPC 92 Series 12 MHz Flash Technology

5. Temp gun

Temp gun di gunakan untuk mengetahui suhu kerja motor penggerak pada saat motor penggerak di hiduapkan. Bentuk dari temp gun dapat dilihat pada gambar 7 di bawah ini.



Gambar 7. Temp gun

Spesifikasi:

Measuring Range: -50-550°C
Accuracy : -50-0°C ($\pm 3^\circ\text{C}$), 0-100°C ($\pm 1.5^\circ\text{C}$), 100-550°C ($\pm 1.5\%$)
Repeatability: 1°C or 1% of reading
Resolution: 0.1°C or 0.1°F
Response Time : 500ms, 95% response
Emissivity: 0.95 Preset
Distance To Spot Ratio: 12:1
Spectral Response: 8-14 μm
Storage Temperature: -20-60°C
Operating Temperature: 0-40°C
Operating Humidity: 10-95% RH non-condensing, up to 30°C (86°F)
Power Supply : 2 x 1.5V AAA batteries

6. Gelas ukur

Gelas ukur di gunakan untuk mengukur bahan bakar minyak yang di gunakan pada saat motor penggerak di hidupan dengan cara memasukan bahan bakar dan mengukur sisa bahan bakar minyak pada saat pengujian berakhir. Bentuk dari gelas ukur yang di gunakan dapat di lihat pada gambar 8 berikut.



Gambar 8 gelas ukur

7. Mesin gerinda tangan sebagai pembebanan

Gerinda tangan dengan kapasitas 600 watt biasa di gunakan untuk menghaluskan benda kerja namun untuk kali ini di gunakan untuk pembebanan sebesar 600 watt dapat di lihat pada gambar 9 di bawah ini..



Gambar 9 Gerinda tangan

Spesifikasi:
Ac 220 – 240 v 50-60 hz
12000 rpm
600 watt
Ø100 mm

8. Mesin bor tangan sebagai pembebanan

Bor tangan 550 watt biasa di gunakan untuk melakukan pengeboran baik itu tembok. Kayu besi dan lainnya. Untuk kali ini di gunakan untuk pembebanan sebesar 550 watt. Dapat di lihat pada gambar 10 di bawah ini.



Gambar 10 bor tangan

Spesifikasi :
Ac 220 – 240 v 50-60 hz
2600 rpm
550 watt
Ø 13 mm

9. Heat gun

Heat gun dengan beban 1500 watt berfungsi untuk memanaskan PCB atau benda lainnya yang memang butuh perlakuan padan. Pada kali ini heat gun digunakan untuk pembebanan 1500 watt. Dapat di lihat pada gambar 11 di bawah ini.



Gambar 11 Heat gun

Spesifikasi:
220 v 50hz
300/500 °C
240/420 L/menit
1500 watt

10. Generator

Generator yang di gunakan pada penelitian ini menggunakan generator yang sudah terpasang pada genset. Dengan spesifikasi sebagai berikut:

Peak power : 2.5 kw
Rated power : 2.3 kw
Rated voltage : 220 volt
Rated current : 8.7 A
Frequency : 50Hz
Phase : single

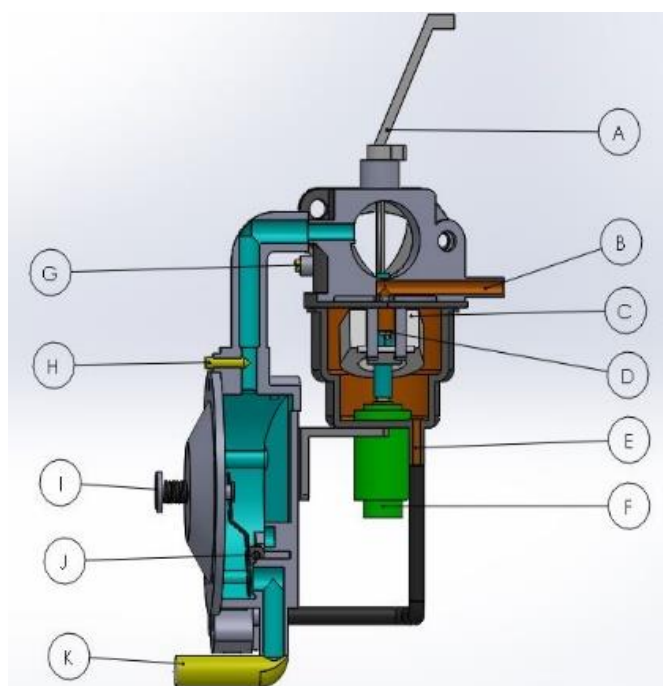
Pole : 4 pole
Power Factor : $\text{COS } \phi = 1.0$

11. Bahan Bakar yang Digunakan

Tiga jenis bahan bakar yang di gunakan dalam penelitian ini untuk di ketahui efisiensi dari masing masing jenis bahan bakar, bahan bakar tersebut adalah Peralite, Pertamina, dan LPG

12. Konverter Kit Bahan Bakar

Converter kit yang di gunakan adalah converter dual fuel yang dapat memutus aliran bahan bakar minyak pada saat menggunakan bahan bakar gas. converter tersebut dapat di lihat pada gambar 12 berikut:



Gambar 12 konverter kit

Masing masing dari komponen konverter memiliki fungsi sebagai berikut:

a. Katup choke bahan bakar minyak

Katup ini di gerakan manual oleh tangan dengan cara menggeser tuas agar menutup saluran udara yang bertujuan untuk mengurangi udara yang masuk dan menambah bahan bakar yang masuk.

b. Pipa saluran masuk bahan bakar minyak

Pipa ini memiliki fungsi sebagai saluran masuknya bahan bakar minyak pada ruang penampungan pada converter kit

c. Pelampung

Pelampung berfungsi sebagai komponen penekan katup saluran bahan bakar pada saat bahan bakar telah memenuhi ruangan bahan bakar.

d. Katup saluran bahan bakar

Katup saluran bahan bakar memiliki fungsi menutup aliran bahan bakar pada saat bahan bakar telah memenuhi ruang penyimpanan. Dan membuka aliran bahan bakar ketika bahan bakar berkurang dari level yang di tentukan

- e. Saluran pembuangan bahan bakar minyak
Saluran pembuangan bahan bakar minyak memiliki fungsi dimana bahan bakar minyak tidak di gunakan, karena yang di gunakan ialah bahan bakar gas, atau untuk menguras bahan bakar yang ada dalam converter kit.
- f. Solenoid valve
Solenoid valve berfungsi sebagai katup untuk menutup saluran bahan bakar minyak agar tidak terhisap pada saat langkah masuk bahan bakar. Ini di fungsi kan pada saat penggunaan bahan bakar gas elpiji atau gas lainnya
- g. Air mixture screw bahan bakar minyak
Air mixture screw berfungsi untuk mengatur campuran bahan bakar minyak dan udara pada saat putaran rendah
- h. Gas mixture screw
Gas mixture elpiji memiliki fungsi untuk mengatur jumlah bahan bakar gas yang masuk dengan cara menghimpit aliran gas oleh screw.
- i. Push button choke bahan bakar elpiji
Push button choke memiliki fungsi untuk memberikan bahan bakar dalam jumlah besar untuk masuk pada ruang bakar dengan mem by pass vacuum tekanan
- j. Katup masuk bahan bakar LPG
Katup bahan bakar gas memiliki fungsi membuka dan menutup saluran bahan bakar gas. katup in bekerja dengan tekanan gas tersebut.
- k. Pipa saluran masuk bahan bakar gas
Pipa saluran bahan bakar gas menyalurkan bahan bakar gas pada vacuum dan flow aliran di atur oleh gas mixture

Rumus Perhitungan

Perhitungan daya yang di hasilkan dari penelitian di gunakan persamaan (Pulkrabek.1997)

$$Bp = V \times I \quad (1)$$

Keterangan

Bp = Brake Power (watt)
V = Voltage (volt)
I = Arus (ampere)

Untuk perhitungan efisiensi sistem yang di dapat dalam pembakaran .di gunakan rumus:

$$Es = \frac{Bp}{mf \times LHV} \times 100 \% \quad (2)$$

Keterangan :

Bp = Brake Power (watt)
mf = Laju aliran Bahan Bakar (kg/jam)
LHV = Lower Heat Value

Untuk menentukan putaran motor gas dibutuhkan perhitungan yang tepat agar pengujian menghasilkan data yang akurat, rumus yang di maksud adalah sebagai berikut:

$$ns = \frac{120 \cdot F}{P} \quad (3)$$

dimana :

ns = kecepatan sinkron motor generator (rpm)
F = Frekuensi (Hz)
P = Jumlah Kutup motor

menghitung faktor Slip pada motor generator

$$\% \text{ slip} = \frac{n_s - n}{n_s} \times 100\% \quad (4)$$

dimana :

n = kecepatan motor (rpm)

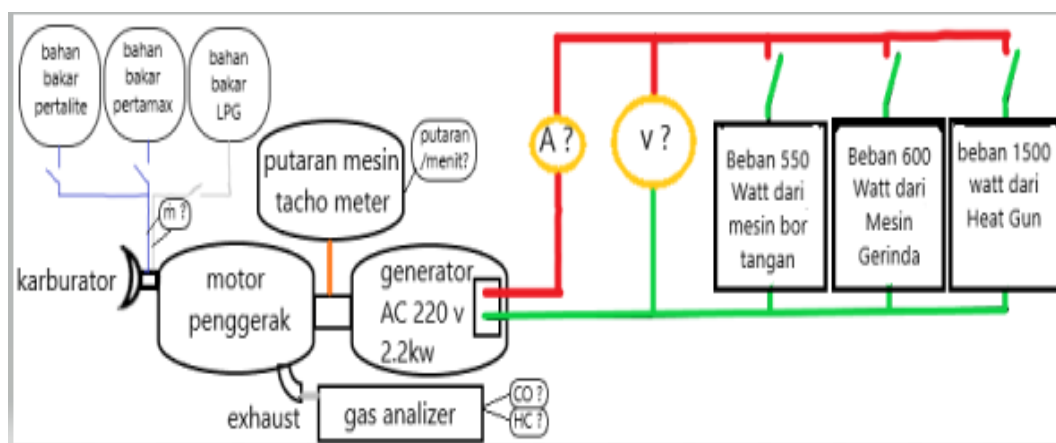
menghitung arus/ampere motor.

$$P = V \cdot I \cdot \cos \phi \quad (5)$$

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \phi} \quad (6)$$

C. Proses Pengujian

Setelah di lakukan pemasangan adaptor dan pemasangan karburator kit dinyatakan ok dilakukan pengujian dengan skema yang telah di tentukan seperti pada gambar 12 di bawah ini.



Gambar 12 skema pengujian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang di peroleh dari penelitian berupa data hasil pengujian dari perancangan pembangkit listrik tenaga motor gas 2.2 kw. data yang di peroleh berupa :

1. Efisiensi sistem pembangkit listrik tenaga motor gas.
2. Kadar gas Buang

Hasil pengujian di lakukan dengan 3 jenis bahan bakar yang berbeda untuk melihat perbandingan yang lebih detail. Beban yang di gunakan ialah sebagai berikut:

1. Hand bor dengan kapasitas 550 watt
2. Gerinda tangan dengan kapasitas 600 watt
3. Heat gun dengan kapasitas 1500 watt

Tabel 1 Hasil pengujian dengan beban menggunakan bahan bakar pertalite

NO	Beban Generator Watt	Arus Amper	Tegangan Volt	Suhu Mesin °C	Laju Alir Bahan Bakar liter/jam	Putaran mesin /menit	kadar HC ppm	kadar CO %
1	tanpa beban	0	240	53	1.20	1500	158	1.28
2	550	0.8	240	53.8	1.32	1500	168	1.63
3	1150	1.9	240	57.8	1.44	1500	181	2.18
4	1500	6.3	230	63.8	1.68	1500	195	3.54
5	2050	7	210	63.5	1.68	1500	217	3.2

Dari data hasil pengujian bahan bakar pertalite pada tabel 1 kadar HC pada pembebanan 2050 di atas ambang batas aturan sebesar 200 ppm, untuk kadar CO terdapat data yang melebihi ambang batas, Data yang diluar ambang batas kadar gas buang ialah dengan beban 550watt, 1150 watt, 1500 watt, dan 2050 watt. Dan hanya 1 yang menghasilkan kadar CO sesuai batas aturan adalah dengan pengujian tanpa beban sebesar 1.28%. sedangkan batas maksimal adalah 1.5%.

Untuk Brake Power dan efisiensi di hitung dari hasil pengujian yang di dapat lalu di bandingkan (Prayitno,2020) dan diambil Brake Power dan efisiensi yang terbesar pada pengujian tersebut. Hasil pengujian tersebut dapat di lihat pada tabel 2 di bawah ini

Tabel 2 Data hasil perhitungan bahan bakar Pertalite

NO	Beban Generator Watt	m bahan bakar liter/ jam	BRAKE POWER watt	EFFISIENSI SISTEM %
1	tanpa beban	1.20	0	0
2	550	1.32	192	1.661694048
3	1150	1.44	456	3.617646416
4	1500	1.68	1449	9.853326423
5	2050	1.68	1470	9.996128255

Pada pengujian bahan bakar pertalite efisiensi tertinggi di dapat hanya sebesar 9.99% untuk pembebanan 2050 watt dan menghasilkan brake power 1470 watt. Untuk hasil pengujian pertamax dapat di lihat dalam tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3 Pengujian konsumsi bahan bakar Pertamax

NO	Beban Generator Watt	Arus Amper	Tegangan Volt	Suhu Mesin °C	Laju Alir Bahan Bakar liter/jam	Putaran mesin /menit	kadar HC ppm	kadar CO %
1	tanpa beban	0	220	58	0.84	1500	137	0.74
2	550	0.9	240	60.5	0.96	1500	142	0.88
3	1150	1.9	240	61.6	1.08	1500	170	1.16
4	1500	6.5	240	63.5	1.44	1500	190	2.58
5	2050	7.7	240	71.4	1.56	1500	208	2.7

Dalam tabel hasil pengujian konsumsi bahan bakar pertamax kadar HC tidak seluruh pengujian memenuhi syarat ambang batas, pada pengujian 2050 menghasilkan HC sebesar 208 ppm. Pengujian pembebanan yang tidak memenuhi syarat ambang batas kadar CO ada pada pembebanan 1500 watt dan 2050 watt Dalam tabel 3 untuk bahan bakar Pertamax arus yang di hasilkan tidak mengalami penurunan seperti pada pengujian pertalite. Arus yang di hasilkan terus mengalami kenaikan sampai pembebanan 2050 watt. Cenderung lebih stabil dibandingkan dengan bahan bakar pertalite. Untuk perhitungan brake power dan efisiensi dapat di lihat pada tabel 4 di bawah ini..

Tabel 4 Data hasil perhitungan bahan bakar Pertamax

NO	Beban Generator Watt	m bahan bakar liter/ jam	BRAKE POWER watt	EFFISIENSI SISTEM %
1	tanpa beban	0.84	0	0
2	550	0.96	216	2.532063948
3	1150	1.08	456	6.357206668
4	1500	1.44	1560	12.19141901
5	2050	1.56	1848	13.33120848

Dalam tabel data hasil perhitungan di atas, bahan bakar pertamax memberikan hasil yang cukup bagus, Brake power yang di dapat meningkat hingga pembebanan akhir dan angka tertinggi yang di dapat ialah 1848 Watt pada pembebanan 2050 watt, dan efisiensi yang di dapat ialah 13.3 % pada pembebanan 2050 watt.

Tabel 5 Pengujian konsumsi bahan bakar LPG

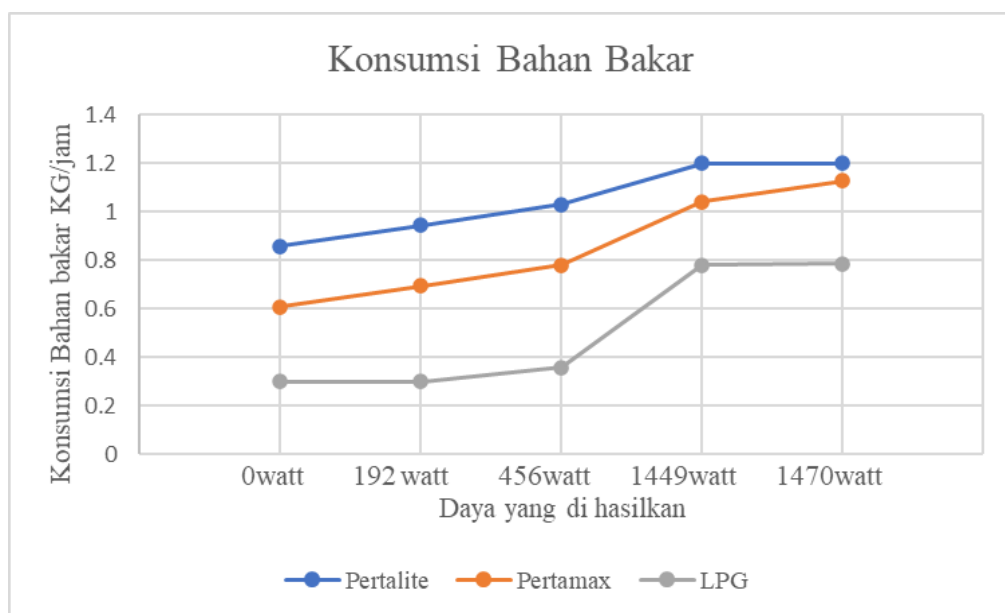
NO	Beban Generator Watt	Arus Amper	Tegangan Volt	Suhu Mesin °C	Laju Alir Bahan Bakar kg/jam	Putaran Mesni /menit	kadar HC ppm	kadar CO %
1	tanpa beban	0	220	60	0.3	1500	21	0.04
2	550	0.7	230	62.3	0.3	1500	22	0.04
3	1150	1.6	240	63.5	0.36	1500	31	0.05
4	1500	6.5	240	74.4	0.78	1500	65	0.04
5	2050	8.1	240	78	0.786	1500	99	0.05

Pada pengujian bahan bakar LPG data yang di dapat lebih memuaskan di dibandingkan dengan bahan bakar minyak pertalite dan pertamax. Untuk kadar HC seluruh pengujian beban dengan bahan bakar LPG di dapat hasil yang memuaskan dengan kondisi di bawah ambang batas. Dan kadar CO yang di dihasilkan pun berada di bawah ambang batas yang di izinkan. Terlihat peningkatan arus hingga 8.1A pada pembebanan 2050 watt. Dan voltage yang didapat pun cenderung lebih stabil. Peningkatan rata rata didapat hampir konstan dan lebih tinngi dibandingkan bahan bakar minyak. Untuk Brake power dan efisiensi yang di dihasilkan dapat di lihat pada tabel 6 di bawah ini.

Tabel 6 Data hasil perhitungan bahan bakar LPG

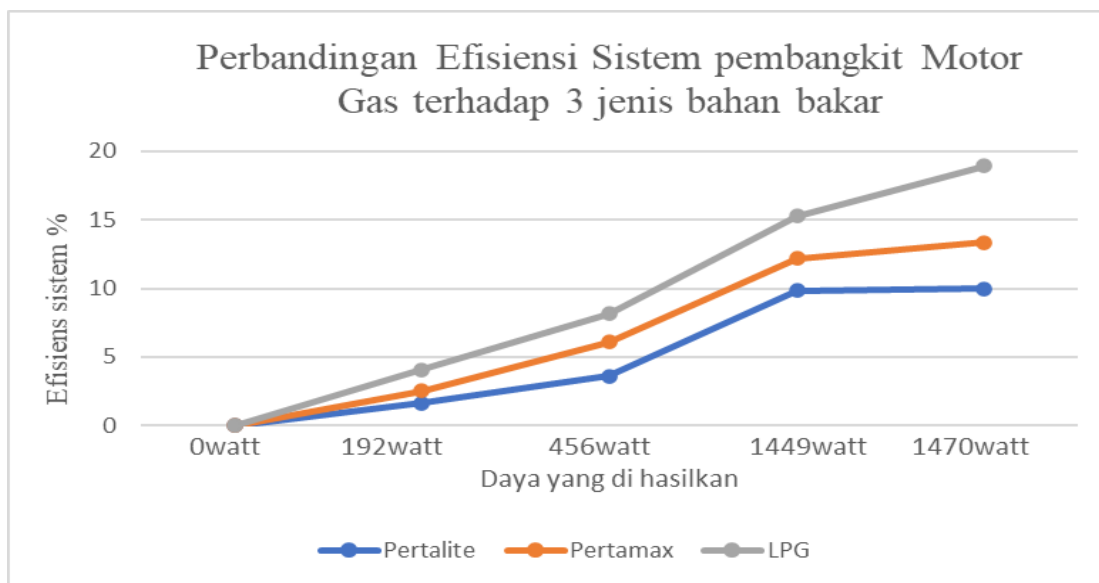
NO	Beban Generator Watt	m bahan bakar Kg/ jam	BRAKE POWER watt	EFFISIENSI SISTEM %
1	tanpa beban	0.3	0	0
2	550	0.3	161	4.10299015
3	1150	0.36	384	8.155011478
4	1500	0.78	1560	15.29064652
5	2050	0.786	1944	18.90904379

Untuk efisiensi pada pengujian bahan bakar LPG sangat tinggi di bandingkan hasil pengujian dari 2 jenis bahan bakar minyak sebelumnya. Tegangan yang di dihasilkan berbeda di tiap pembebanan dan di tiap putaran mesin, itu karena semakin tinggi kecepatan putarnya maka semakin tinggi tegangan dan frekuensinya. Semakin besar bebannya maka semakin rendah tegangan dan frekuensiny (Supardi,Dkk.2016). Dalam emisi gas buang bahan bakar pertalite berada pada urutan paling bawah dan pertamax tidak jauh dari pertalite namun emisi yang paling rendah adalah emisi gas buang dari bahan bakar LPG sesuai dengan apa yang di katakana (Sahruloh,2018) bahwa emisi gas buang LPG rendah hal ini merujuk pada program pemerintah Indonesia Wujudkan Energi Bersih (Azizi, 2018). Untuk mempermudah analisis di buatkan grafik gambar dari tabel hasil perhitungan dan pengujian. Untuk gambar grafik konsumsi bahan bakar dapat dilihat pada gambar 13 dibawah ini.



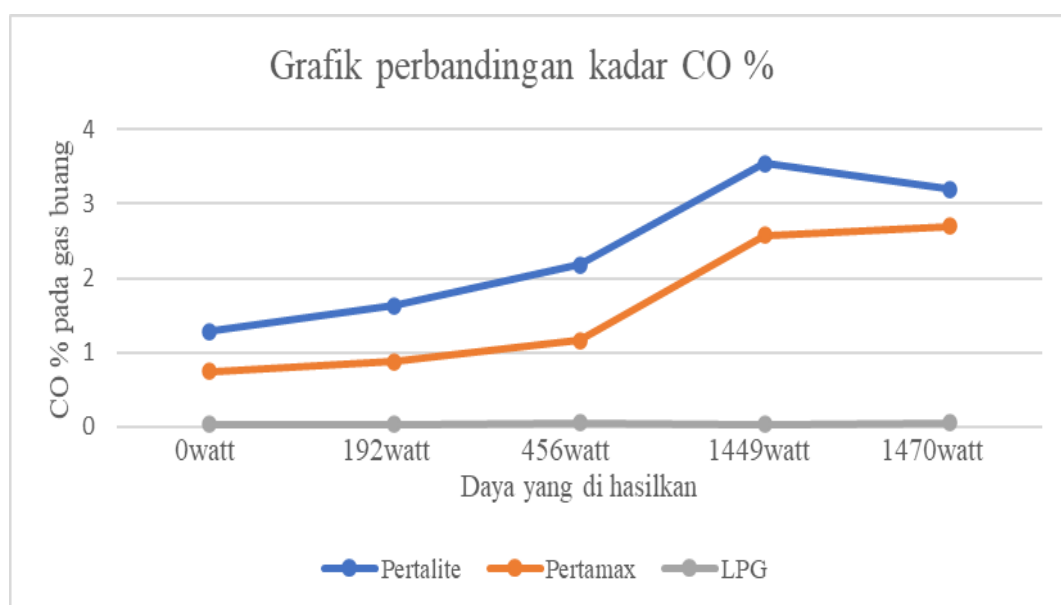
Gambar 13 grafik perbandingan konsumsi bahan bakar

Dalam gambar grafik 13 3 jenis bahan bakar menunjukkan grafik naik seiring dengan penambahan beban. Hal tersebut di karenakan setiap penambahan beban konsumsi bahan bakar ti tambah untuk mempertahankan putaran motor gas di 1500 putaran per menit. Namun pada grafik tersebut bahan bakar pertalite mengkonsumsi bahan bakar yang lebih banyak di karenakan nilai kalor bahan lebih rendah di angka 44073 kj/kg. Dalam grafik konsumsi bahan bakar Pertamina meningkat ,tingkat konsumsi bahan bakar pertamax berada pada posisi di tengah antara LPG dan Pertalite di angka 44245.8kj/kg. konsumsi bahan bakar paling baik pada pengujian ini adalah menggunakan bahan bakar LPG di sebabkan karena nilai kalori yang di kandung oleh bahan bakar LPG jauh lebih tinggi 47087.61kj/kg. sehingga bahan bakar yang di konsumsi lebih sedikit sudah mampu memenuhi kebutuhan bahan bakar pada saat pembakaran. Untuk perbandingan efisiensi sistem pembangkit yang di hasilkan dari 3 jenis bahan bakar dapat di lihat pada gambar grafik 14 di bawah ini



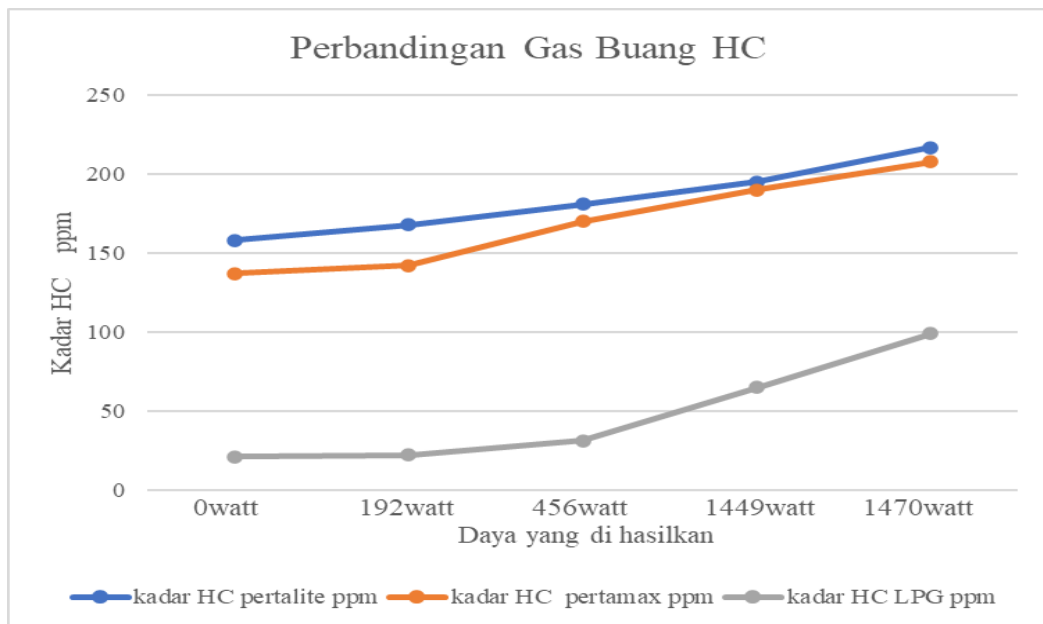
Gambar 14 Grafik perbandingan efisiensi sistem

Dalam gambar grafik 14 grafik efisiensi meningkat seiring penambahan beban. Efisiensi sistem pembangkit ini dipengaruhi oleh daya listrik yang dihasilkan dari bahan bakar yang digunakan. Pada bahan bakar LPG efisiensi terus meningkat dari mulai pembebanan 550 watt hingga 2050 watt, hal ini disebabkan oleh penggunaan bahan bakar yang efisien karena kalori bahan bakar. Untuk bahan bakar pertalite dan pertamax pada pembebanan 1500 dan 2050 watt terlihat pada gambar grafik mengalami penurunan tidak seperti bahan bakar gas. Hal ini disebabkan bahan bakar minyak membutuhkan bahan bakar yang lebih banyak untuk memenuhi proses pembakaran. Karena kalori bahan bakar yang lebih rendah dari bahan bakar gas. Untuk suhu kerja, pada penggunaan bahan bakar LPG suhu kerja yang didapat menunjukkan suhu yang lebih meningkat (Mahmud Dkk, 2021) dibandingkan suhu kerja bahan bakar minyak. Namun suhu tidak boleh melebihi batasan *melting point* suatu bahan agar kinerja dan *durability* tetap dalam kondisi prima (Cornelia Dkk, 2020). Untuk perbandingan kadar CO dapat dilihat pada gambar Grafik 15 di bawah ini,



Gambar 15 grafik perbandingan kadar CO

Pada gambar grafik 15 nampak pada bahan bakar gas kadar CO sangat rendah saat di bandingkan dengan bahan bakar cair, kadar CO paling tinggi di hasilkan dari bahan bakar cair pertalite perbedaan ini sangat signifikan. Hal ini di sebabkan oleh kondisi fisik bahan bakar yang berupa gas, kondisi fisik gas ini memudahkan bahan bakar tercampur dengan homogen pada ruang bakar dan untuk proses pembakaran yang sempurna. Sedangkan bahan bakar cair pada saat proses pencampuran memerlukan waktu untuk berubah wujud dari cair menjadi gas dan bercampur dengan udara. hal tersebut tidak memungkinkan bahan bakar cair mampu homogen seperti bahan bakar gas, yang mengakibatkan bahan bakar cair menghasilkan kadar CO yang lebih tinggi dan ikut terbuang bersama gas buang. Untuk kadar gas HC dapat dilihat pada gambar Grafik 16 di bawah ini.



Gambar 16. Grafik Perbandingan Kadar HC

Dari grafik gambar 4.4 kadar HC pada bahan baka cair lebih tinggi di bandingkan dengan bahan bakar gas. Hal Ini di sebabkan oleh bahan bakar cair yang memiliki komposisi Cyclohexsane yang lebih tinggi sekitar 0.22% apabila di bandingkan dengan bahan bakar Gas. Cyclohexsane adalah struktur rantai karbon tertutup yang mengakibatkan bahan bakar Cair sulit untuk terbakar sempurna dalam waktu yang singkat. Untuk bahan bakar LPG dengan struktur rantai karbon Cyclohexsane lebih sedikit menghasilkan pembakaran sempurna dalam waktu singkat.

SIMPULAN

Hasil dari penelitian pada sistem pembangkit menunjukkan bahwa efisiensi sistem pembangkit berbeda dari ketiga jenis bahan bakar, diperoleh dengan penggunaan bahan bakar LPG sebesar 18.9 % kemudian bahan bakar pertamax diperoleh sebesar 13.3% dan bahan bakar pertalite di peroleh sebesar 9.99 % sehingga diperoleh hasil efisiensi system pembangkit tertinggi yaitu pada bahan bakar LPG sebesar 18.9 %. Untuk jumlah 1 kg bahan bakar lpg dapat digunakan selama 76 menit. Sedangkan pertalite dengan jumlah 1 kg hanya dapat di gunakan untuk 50 menit. Dan pertamax 1 kg dapat digunakan selama 53 menit.

Diantara ketiga jenis bahan bakar yaitu pertalite, pertamax, dan LPG. Bahan bakar yang menghasilkan gas buang paling bersih adalah bahan bakar Gas LPG, hasil ini di simpulkan karena dari hasil pengujian kadar gas buang pada nilai CO dan HC bahan bakar gas sangat rendah kadar CO sebesar 0.05%. sedangkan bahan bakar Pertalite menghasilkan 3.5% kadar CO. dan pertamax ada diantara Pertalite dan LPG yaitu 2.7% kadar CO yang di hasilkan. Berdasarkan hasil analis penelitian yang di paparkan pada data diatas, maka dapat disimpulkan bahwa pembangkit listrik tenaga motor gas lebih efektif dan ramah lingkungan dibandingkan dengan pembangkit listrik tenaga motor berbahan bakar minyak..

DAFTAR RUJUKAN

- Azzi, Naufal. (2018) Bukti Komitmen Indonesia Wujudkan Energi Bersih. <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/bukti-komitmen-indonesia-wujudkan-energi-bersih> di akses (16 November 2022)
- Cornelia Bella Tciptadi, Rohman Mojibur, Agus dwi Sudjimat, Ratnawati Dian. (2020). Analisis Tegangan, Deformasi, dan Retak pada Gas Turbin Blade Dengan Metode Elemen Hingga. Jurnal Taman Vokasi. <https://jurnal.ustjogja.ac.id/index.php/tamanvokasi/article/view/8425>
- Mahmud Rizal, Ilminnafik Nasrul, Apip Amrullah, Aminudin Achmad.(2021). Pengaruh Bahan Bakar LPG Sistem Manifold Injeksi Terhadap Performa *Single Cylinder Spark Ignition Engine*. Journal of Mechanical Engineering, Science, And Innovation. https://www.researchgate.net/publication/351849071_Pengaruh_Bahan_Bakar_LPG_Sistem_Manifold_Injeksi_Terdapat_Performa_Single_Cylinder_Spark_Ignition_Engine
- Masyithah Nurul Haq.(2016). Penelitian Eksperimen. https://www.academia.edu/23789855/PENELITIAN_EKSPERIMEN
- Priyanto. (2020). Studi Komparasi Pemakaian Bahan Bakar pertalite dan Premium Dengan Menambahkan *eco racing* Untuk GeneratorSet. <https://eprints.akprind.ac.id/106/1/skripsi%20full.pdf>
- Pulkrabek, W. W. (1997). *Engineering Fundamentals Of The Internal Combustion Engine*. <https://learnengineering.in/engineering-fundamentals-of-the-internal-combustion-engine-by-willard-w-pulkrabek/>
- Rapotan Saragih, Djoko Sungkono Kawano. (2013). Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Premium,Pertamax,Pertamax Plus, dan Spirtus Terhadap Unjuk Kerja Engine Genset 4 Langkah. Jurnal Teknik ITS. <https://ejurnal.its.ac.id/index.php/teknik/article/view/2791>
- Sahruloh Wahyu. (2018). Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Bensin dan LPG Terhadap Emisi Gas Buang Pada Mesin Portable Gas Generator Splay. Jurnal Simki Techsain. https://r.search.yahoo.com/_ylt=AwrO81vaVXZjEooGeYRXNyoA; ylu=Y29sbwNncTEEcG9zAzQEdnRpZANMT0NVSTA4OV8xBHNIYwNzcg--/RV=2/RE=1668728410/RO=10/RU=http%3a%2f%2fsimki.unpkediri.ac.id%2fdetail%2f14.1.03.01.0180/RK=2/RS=1lpqMomDUjKvuCH13TdWvRp.BFg-
- Septian Saputrah,Ozkar Firdausi Homzah, Ambo Intang,(2015). Studi Perbandingan Energi Bahan Bakar Gas (CNG) pada Kendaraan Bermotor. Jurnal Teknologi Pendingin dan Tata Udara Politeknik Sekayu (PETRA). <https://jurnal.polsky.ac.id/index.php/petra/article/view/123/119>
- Series, C. (2020). *Constructive learning through experiments utilization of pandan leaf fiber as a strengthening of composite material* *Constructive learning through experiments utilization of pandan leaf fiber as a strengthening of composite material*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1456/1/012054>
- Supardi A, Budiman A, Rahman Khairudin N, (2016). Pengaruh Kecepatan Putar Dan Beban Terhadap Keluaran Generator Induksi 1 Fase Kecepatan Rendah. Jurnal Teknik Elektro. https://r.search.yahoo.com/_ylt=AwrjdBeMUXZjprkG8s9XNyoA; ylu=Y29sbwNncTEEcG9zAzIEdnRpZANMT0NVSTA4OV8xBHNIYwNzcg--/RV=2/RE=1668727308/RO=10/RU=https%3a%2f%2fjournals.ums.ac.id%2findex.php%2femitor%2farticle%2fdownload%2f2680%2f1754/RK=2/RS=IGIZNeyFdpRnsg8XVn6P_FHWW9Q-
- Yusro Hakimah.(2019). Analisis kebutuhan Energi listrik dan Prediksi Penambahan Pembangkit listrik di sumatera Selatan. Jurnal Desiinasi Teknologi. <https://www.researchgate.net/publication/335391981>