

ANALISA VOLUME RUANG BAKAR TURBIN GAS MIKRO KAPASITAS 300W

Eko Prasetyo, Ivan Anindito Arista, Rudi Hermawan, Erlanda Pane

Fakultas Teknik Universitas Pancasila, Jakarta Selatan, Indonesia

Email: eko170424@gmail.com, ivananinditoarista@gmail.com,

hermawanrudi73@gmail.com, erlandaauguptapane@gmail.com

Abstrak

Kebutuhan manusia terhadap energi terus meningkat setiap tahunnya, hal ini berkaitan dengan meningkatnya jumlah populasi masyarakat. Kebutuhan energi dapat terwujud dengan adanya ketersediaan bahan bakar. Turbin Gas Mikro atau yang biasa dikenal dengan *Micro Gas Turbine* (MGT) merupakan suatu alat yang dapat menghasilkan daya listrik dan juga dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit daya listrik dengan kapasitas yang rendah seperti pada bangunan, perkantoran dan komersial. Salah satu komponen utama pada turbin gas mikro adalah ruang bakar, yaitu tempat terjadinya pembakaran sempurna yang merupakan reaksi eksotermik antara oksidator dan bahan bakar untuk menghasilkan gas pembakaran pada tekanan dan suhu tertentu. Pada metode ini ruang bakar yang digunakan adalah *tipe single can* (TUBULAR). Pembangkit listrik turbin gas mikro berbahan bakar *Liquid Petroleum Gas* (LPG). Dengan diameter selubung (*Casing*) 193 mm, diameter tabung api (*Liner*) 150 mm, panjang ruang bakar tabung api 825 mm dan menggunakan material *stainless steel* 316 dengan Tebal *liner* 3,3 mm. Dari hasil perhitungan didapat laju aliran udara 0,2 kg/s dan laju aliran bahan bakar 0,0423 kg/s. Adapun alasan volume ruang bakar dibahas adalah untuk mengetahui diameter dan panjang dari tabung api.

Kata Kunci: ruang bakar; turbin gas mikro; LPG; analisa; volume

Abstract

Human need for energy continues to increase every year, this is related to the increasing number of population. Energy needs can be realized with the availability of fuel. Micro Gas Turbine or commonly known as MGT is a device that can generate electricity and can also be used as a power plant with low capacity such as in buildings, offices and commercial. One of the main components in micro gas turbines is the combustion chamber, which is the place of complete combustion, which is an exothermic reaction between the oxidator and fuel to produce combustion gases at a certain pressure and temperature. In this method the combustion chamber used is the a single can type (TUBULAR). Power generation micro gas turbine (MGT) Liquid Petroleum gas (LPG). With a diameter of the casing 193 mm, the diameter of liner 150 mm, the length of the combustion chamber 825 mm and using 316 stainless steel materail with a thickness of 3,3 mm liner. From the calculation results the air flow rate is 0,2 kg/s

How to cite:	Prasetyo. E., Ivan Anindito Arista, Rudi Hermawan & Erlanda Pane (2021) Analisa Volume Ruang Bakar Turbin Gas Mikro Kapasitas 300w. <i>Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia</i> , 6(11). http://dx.doi.org/10.36418/Syntax-Literate.v6i11.4542
E-ISSN:	2548-1398
Published by:	Ridwan Institute

and the fuel flow rate is 0,0423 kg/s. The reason for discussing the volume of the combustion chamber is to know the diameter and length of the fire tube.

Keywords: *combustion chamber; micro turbine gas; LPG; analysis; volume*

Received: 2021-10-20; Accepted: 2021-11-05; Published: 2021-11-18

Pendahuluan

Kebutuhan energi dapat terwujud dengan adanya ketersediaan bahan bakar. Namun, pada umumnya bahan bakar yang digunakan merupakan bahan bakar konvensional yang berasal dari fosil seperti minyak bumi maupun batu bara. Bahan baku fosil akan terancam habis pada masa mendatang diakibatkan oleh konsumsi bahan bakar konvensional secara berkelanjutan. Permintaan energi yang terus meningkat, seiring dengan kondisi ketersediaan bahan bakar konvensional yang terbatas. Maka dari itu meningkatkan *infrastructure* yang terus berkembang maka diperlukan energi yang bisa dipakai untuk menghasilkan listrik (Hermawan, Prasetyo, Rhakasiwi, Hartanto, & Pane, 2017). Untuk mengatasi masalah tersebut, diperlukannya energi alternatif yang dapat menggantikan energi fosil yang semakin habis. Oleh karena itu pembangkit energi listrik skala mikro juga dapat dikatakan teknologi yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat (Kusnadi, Arifin, Darussalam, & Rajani, 2016).

Salah satu teknologi dengan energi yang dapat diperbaharui yang dapat digunakan oleh masyarakat adalah pembangkit energi skala mikro. Pembangkit ini biasanya sangat dibutuhkan pada daerah-daerah yang minim kelistrikan atau membutuhkan kelistrikan yang cukup tinggi seperti daerah pedesaan, perkantoran ataupun rumah tangga (Rachmanu, 2018). Keunggulan dari pembangkit energi skala mikro adalah pembangkit ini dapat bekerja dengan bahan bakar cair ataupun gas, memiliki kerapatan daya yang tinggi, serta *environmetal and eco friendly*. Adapun volume ruang bakar masukan juga guna mengetahui diameter dan panjang dari tabung api agar pencampuran bahan bakar lebih merata (Mara, Wirawan, & Ma'bud, 2014).

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Agung. A, 2017), telah diciptakan sebuah turbin gas mikro namun telah disimpulkan bahwa turbin gas mikro yang berada di Laboratorium Universitas Pancasila memiliki kekurangan pada penyaluran panas pada ruang bakar yang tidak merata. Untuk itu pada penelitian ini ruang bakar turbin gas mikro akan dioptimalkan panas pembakarannya dengan cara merubah desain ruang bakar dengan cara merubah diameter selubung, diameter tabung api dan panjang tabung api pada ruang bakar.

Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi bahan bakar fosil yang berupa minyak bumi dan batu bara. Dapat memenuhi kelistrikan di pedesaan dan rumah tangga.

Metode Penelitian

Untuk mendapatkan hasil dari penelitian ini yang akan di artikelkan dalam jurnal maka metodologi penelitian melalui skema diagram alir berikut ini:



Gambar 1
Diagram Alir

A. Perhitungan Dimensi Ruang Bakar

1. Selubung (*Casing*) Ruang Bakar:

Diketahui pada penelitian sebelumnya putaran kompresor turbocharge diasumsikan dengan putaran terendah yaitu 2800 rpm kemudian temperature masuk ruang bakar sebesar 45 °C. Serta m_u sebesar 0,1478 kg/s (Riansyah, 2014).

Laju aliran massa udara untuk proses pendinginan memakai persamaan 1 .

$$m_{\text{udara pendinginan}} = 15\% \times m_u$$

(1)

untuk itu dapat diketahui rumus

$$m_{u \text{ RB}} = (m_u - m_{\text{udara pendinginan}}) \text{ kg/s}$$

2. Luas penampang *Casing* Ruang Bakar

Berdasarkan perhitungan termodinamika diatas diperoleh menggunakan persamaan 2 (Maghsoudi & Sadeghi, 2020).

$$A_{ref} = \left[\frac{R}{2} \left(\frac{m_{uRB} \times T_{O2a}^{0,5}}{P_{O2a}} \right)^2 \frac{\Delta P_{O2a-3a}}{q_{ref}} \left(\frac{\Delta P_{O2a-2a}}{P_{O2a}} \right)^{-1} \right]^{0,5} (m^2) \quad (2)$$

Dimana:

R = Gas Konstanta 287 Nm/kg/.k

A_{ref} = Luas Penampang (m^2)

$\frac{\Delta P_{O2a-3a}}{q_{ref}}$ = tekanan dinamik turbular

3. Diameter *Casing* Ruang Bakar (D_{ref})

Besarnya diameter selubung ruang bakar D_{ref} seperti yang diperlukan dapat dicari dengan persamaan 3 (Liu, Yang, Chen, Zeng, & Wang, 2020).

$$D_{ref} = \left(4 \frac{A_{ref}}{\pi} \right)^{0,5} \quad (3)$$

4. Luas Penampang Tabung Api Ruang Bakar

Dapat dicari dengan menggunakan persamaan 4 (Grati, n.d.).

$$AL = k_{opt} \times A_{ref}$$

(4)

Dimana:

A_L = Luas penampang tabung api (*Liner*) [m^2]

k_{opt} = perbandingan antara *liner* (luas penampang tabung api) dengan *Casing* (luas penampang selubung)

A_{ref} = Luas penampang selubung (*Casing*) ruang bakar [m^2]

Sedangkan nilai k_{opt} dapat dicari dengan menggunakan persamaan 5 (Yudisworo, 2014).

$$k_{opt} = 1 - \left[\frac{[(1-m_{sn})^2 - \lambda]}{\frac{\Delta P_{O_2 a-2a}}{q_{ref}} - r^2 \lambda} \right]^{\frac{1}{3}} \quad (5)$$

Dimana:

m_{sn} = adalah perbandingan laju aliran udara yang memasuki moncong dengan total laju aliran udara pada ruang bakar.

λ = adalah koefisien tekanan yang hilang.

R = radius atau jarak, perbandingan luas selubung dengan luas aliran yang masuk pada ruang bakar

Parameter/ketetapan diatas dapat ditentukan dengan menggunakan ketetapan sebagai berikut: $m_{sn} = 0,12$, $\lambda = 0,5$ $r = 6$ dan $\frac{\Delta P_{O_2 a-2a}}{q_{ref}} = 37$

5. Diameter Tabung Api Ruang Bakar

Setelah mengetahui mendapatkan hasil perhitungan maka dapat dicari perhitungan diameter tabung api melalui persamaan 6 (Widodo, Lagiyono, & Wibowo, 2014).

$$D_L = \left(4 \frac{AL}{\pi} \right)^{0,5} \quad (6)$$

6. Panjang Tabung Api Ruang Bakar

Setelah mendapatkan perhitungan diameter tabung api maka dapat dicari panjang dar tabung api ruang bakar dengan menggunakan persamaan 7 (Pratiwi, 2019).

$$L_L = D_L \left(A_o \frac{\Delta P_L}{q_{ref}} \ln \frac{1}{1-PF} \right)^{-1} \quad (7)$$

Dimana:

L_L = merupakan panjang tabung api (*Liner*) [m]

D_L = merupakan diameter (*Liner*) tabung api [m]

A_o = 0,07 untuk setiap jenis *tubular*

$\frac{\Delta P_L}{q_{ref}} = 37$ untuk jenis *tubular*

PF = merupakan kepanjangan dari *Pattern Factor*

Dalam menghitung PF digunakan persamaan persamaan 8 (Ali, Ali, & Fauzie, 2019).

$$PF = \frac{T_{max} - T_{3mean}}{T_{3mean} - T_{2mean}} \quad (8)$$

7. Perbandingan Data Ruang Bakar

Telah didapatkan nilai diameter dan panjang dari tabung api, maka untuk mengetahui volume ruang bakar maka dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut 9 (Gusnita, 2017).

$$V = \pi r^2 \times t \quad (9)$$

Dimana:

V = merupakan Volume Ruang Tabung Api (m^3)

r = merupakan jari-jari Tabung api (m)

t = merupakan Tinggi tabung api (m)

Maka untuk mencari panjang ke empat varian tersebut dilakukan perhitungan memakai persamaan 10 (Hermawan et al., 2017).

$$t = \frac{V}{\pi r^2} \quad (10)$$

Tabel 1
perbandingan variasi

No	Variasi	Diameter dalam	panjang
1.	Pertama	0,110 m	1,5 m
2.	Kedua	0,130 m	1,09 m
3.	Ketiga	0,170 m	0,64 m
4.	Keempat	0,190 m	0,511 m

Variasi 1 didapatkan diameter dalam 0,11 m dengan panjang 1,5 m. Variasi 2 didapatkan diameter dalam 0,13 m dengan panjang 1,09 m. Variasi 3 didapatkan diameter dalam 0,17 m dengan panjang 0,64 m. Variasi 4 didapatkan diameter dalam 0,19 m dengan panjang 0,511 m.

Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian terdahulu untuk mencari Dimensi Ruang Bakar harus diketahui Laju aliran massa udara tersebut (Agung. A, 2017); (Riansyah, 2014).

Tabel 2
Hasil Perhitungan Terdahulu [11]

No	Parameter	Satuan	Jumlah
1.	Laju Aliran Massa Udara	kg/s	0,1478
2.	Laju Aliran Massa Udara Ruang Bakar	kg/s	0,1256
3.	Luas Selubung Ruang Bakar	m^2	0,00893

4.	Diameter Selubung Ruang Bakar	m	0,1065
5.	Luas Penampang Tabung Api	m ²	0,00675
6.	Diameter Tabung Api	m	0,0927
7.	Panjang Tabung Api Ruang Bakar	m	0,5687
8.	Volume	m ³	0,0037

Hasil yang diperoleh pada Laju Aliran Massa Udara Ruang Bakar sebesar 0,1256 kg/s, Luas Selubung Ruang Bakar 0,00893 m², Diameter Selubung Ruang Bakar 0,1065 m, Luas Penampang Tabung Api 0,00675 m², Diameter Tabung Api 0,0927 m, Panjang Tabung Api Ruang Bakar 0,5687 m dan Volume 0,0037.



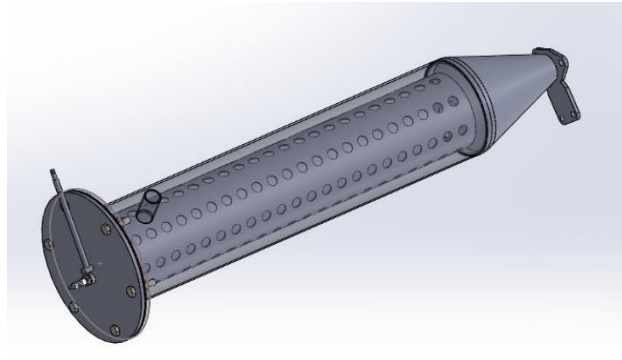
Gambar 2
Desain Ruang Bakar terdahulu

Hasil penelitian saat ini untuk mencari Dimensi Ruang Bakar harus diketahui Laju aliran massa udara tersebut.

Tabel 3
hasil perhitungan yang didapat

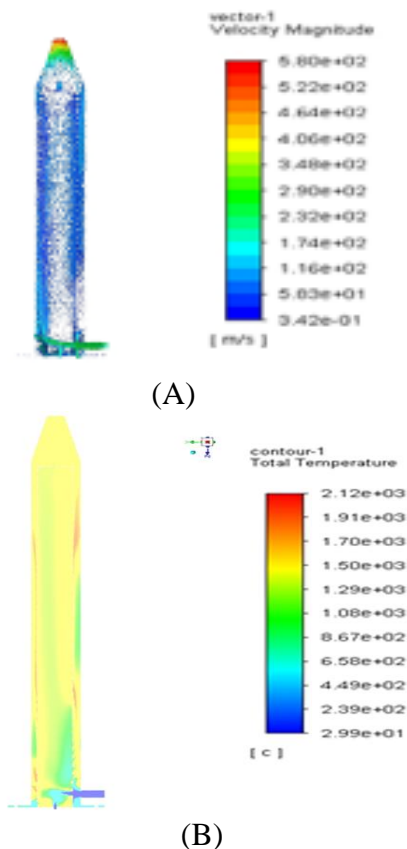
No	Parameter	Satuan	Jumlah
1.	Laju Aliran Massa Udara	kg/s	0,2
2.	Laju Aliran Massa Udara Ruang Bakar	kg/s	0,17
3.	Luas Selubung Ruang Bakar	m ²	0,0353
4.	Diameter Selubung Ruang Bakar	m	0,193
5.	Luas Penampang Tabung Api	m ²	0,02
6.	Diameter Tabung Api	m	0,15
7.	Panjang Tabung Api Ruang Bakar	m	0,825
8.	Volume	m ³	0,0145

Hasil yang diperoleh pada Laju Aliran Massa Udara Ruang Bakar sebesar 0,17 kg/s, Luas Selubung Ruang Bakar 0,0353 m², Diameter Selubung Ruang Bakar 0,193 m, Luas Penampang Tabung Api 0,02 m², Diameter Tabung Api 0,15 m, Panjang Tabung Api Ruang Bakar 0,825 m dan Volume 0,0145.



Gambar 3
Desain Ruang Bakar saat ini
(Desain tersebut dibuat dari perhitungan penelitian saat ini)

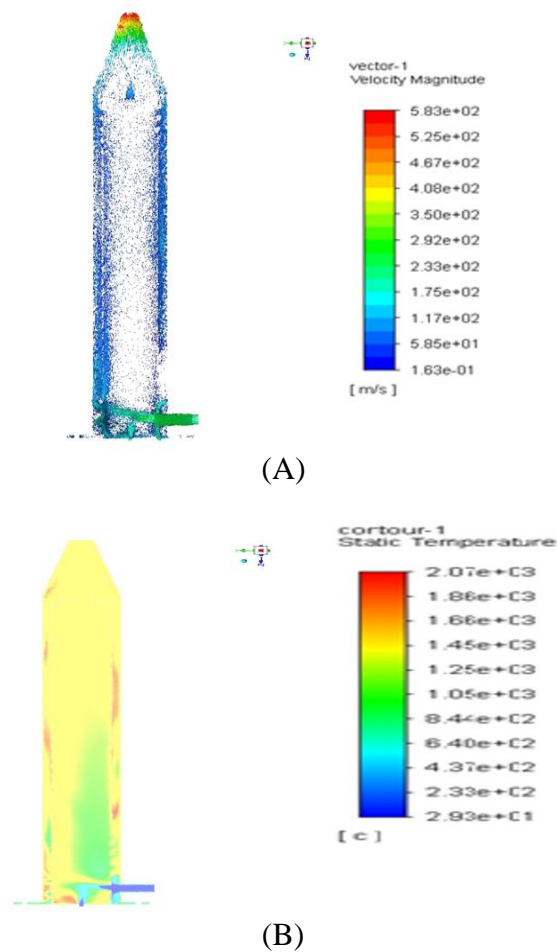
Terdapat 4 variasi diameter dalam dan panjang ruang bakar berbeda yang digunakan pada analisa tersebut.



Gambar 4
Simulasi Ruang Bakar Turbin Gas Mikro (A) Aliran Pada Variasi 1, (B) Temperatur Pada Variasi 1

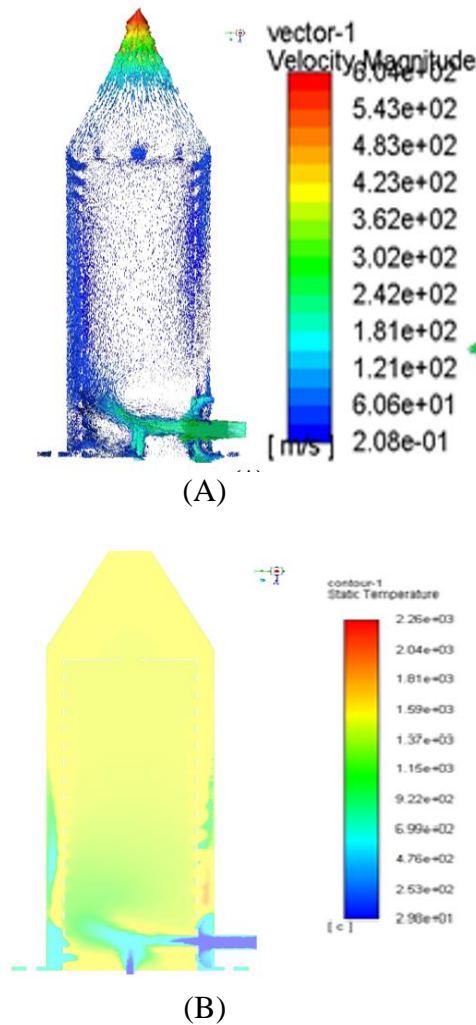
Terlihat bahwa dari variasi 1 memiliki kecepatan aliran paling rendah adalah 0,34 m/s pada beberapa dinding ruang bakar dan kecepatan aliran tertinggi adalah 580 m/s pada output. Suhu terendah adalah 30 °C terjadi pada *fuel inlet*, suhu tertinggi adalah

2120 °C terdapat pada beberapa dinding ruang bakar dan suhu output dari simulasi sebesar 1400 °C.



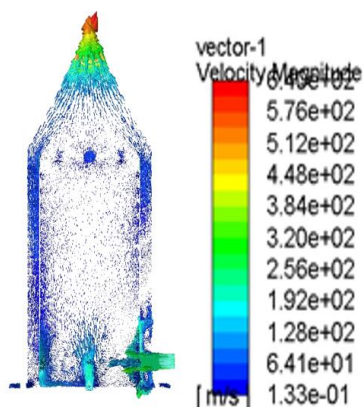
Gambar 5
Simulasi Ruang Bakar Turbin Gas Mikro (A) Aliran Pada Variasi 2, (B) Temperatur Pada Variasi 2

Terlihat bahwa dari variasi 2 memiliki kecepatan aliran paling rendah adalah 0,16 m/s beberapa dinding ruang bakar dan kecepatan aliran tertinggi adalah 583 m/s pada output. Suhu terendah adalah 29 °C terjadi pada *fuel inlet*, suhu tertinggi adalah 2070 °C terdapat pada beberapa dinding ruang bakar dan suhu output dari simulasi sebesar 1400 °C.

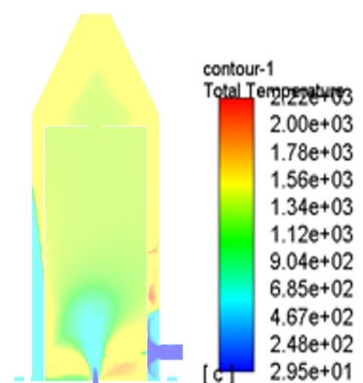


Gambar 6
Simulasi Ruang Bakar Turbin Gas Mikro (A) Aliran Pada Variasi 3, (B) Temperatur Pada Variasi 3

Terlihat bahwa dari variasi 3 memiliki kecepatan aliran paling rendah adalah 0,2 m/s beberapa dinding ruang bakar dan kecepatan aliran tertinggi adalah 603 m/s pada output. Suhu terendah adalah 29 °C terjadi pada *fuel inlet*, suhu tertinggi adalah 2260 °C terdapat pada beberapa dinding ruang bakar dan suhu output dari simulasi sebesar 1400 °C



(A)



(B)

Gambar 7

Simulasi Ruang Bakar Turbin Gas Mikro (A) Aliran Pada Variasi 4, (B) Temperatur Pada Variasi 4

Terlihat bahwa dari variasi 4 memiliki kecepatan aliran paling rendah adalah 0,13 m/s beberapa dinding ruang bakar dan kecepatan aliran tertinggi adalah 640 m/s pada output. Suhu terendah adalah 29 °C terjadi pada *fuel inlet*, suhu tertinggi adalah 2220 °C terdapat pada beberapa dinding ruang bakar dan suhu output dari simulasi sebesar 1400 °C

Kesimpulan

Dari pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa hasil yang diperoleh pada Laju Aliran Massa Udara Ruang Bakar sebesar 0,17 kg/s, Luas Selubung Ruang Bakar 0,0353 m², Diameter Selubung Ruang Bakar 0,193 m, Luas Penampang Tabung Api 0,02 m², Diameter Tabung Api 0,15 m, Panjang Tabung Api Ruang Bakar 0,825 m dan Volume 0,0145

Volume dari keempat varian sebesar 0,0145 m³ dan varian-varian dari ruang bakar didapat sebesar: Variasi 1 didapatkan diameter 0,11 m dengan panjang 1,5 m. Variasi 2 didapatkan diameter 0,13 m dengan panjang 1,09 m. Variasi 3 didapatkan diameter 0,17 m dengan panjang 0,64 m. Variasi 4 didapatkan diameter 0,19 m dengan panjang 0,511 m

BIBLIOGRAFI

- Agung, A. (2017). *Analisa Ruang Bakar pada Pembangkit Listrik Mikro Turbin Gas Kapasitas 3 kW, Skripsi*.
- Ali, M., Ali, Hermanto, & Fauzie, Muhamad Amin. (2019). *Pengaruh Penambahan Water Injection Terhadap Efisiensi Turbin Gas*. 7. [Google Scholar](#)
- Grati, D. I. Pltgu. (2016). *Analisis Isolasi Panas Pada Casing Turbin Gas Tipe M701D*.
- Gusnita, Novi. (2017). *Analisa Efisiensi Dan Pemanfaatan Gas Buang Turbin Gas Alsthom Pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas Kapasitas 20 MW*. *SITEKIN: Jurnal Sains, Teknologi Dan Industri*, 14(2), 209–218. [Google Scholar](#)
- Hermawan, Rudi, Prasetyo, Eko, Rhakasiwi, Damora, Hartanto, Agung, & Pane, Erlanda. (2017). *Analisa Perancangan Ruang Bakar pada Pembangkit Listrik Mikro Turbin Gas Bahan Bakar LPG*. *Prosiding Semnastek*. [Google Scholar](#)
- Kusnadi, Kusnadi, Arifin, Maulana, Darussalam, Rudi, & Rajani, Ahmad. (2016). *Rancangan Mikro Gas Turbin Berbahan Bakar Biogas Untuk Pembangkit Tenaga Listrik Biomass Berkapasitas 2, 5 Kw, Studi Kasus: Ciparay Bandung*. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)*, 5, 1–6. [Google Scholar](#)
- Liu, Aiguo, Yang, Yudong, Chen, Lei, Zeng, Wen, & Wang, Chengjun. (2020). *Experimental study of biogas combustion and emissions for a micro gas turbine*. *Fuel*, 267(January), 117312. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2020.117312> [Google Scholar](#)
- Maghsoudi, Peyman, & Sadeghi, Sadegh. (2020). *A novel economic analysis and multi-objective optimization of a 200-kW recuperated micro gas turbine considering cycle thermal efficiency and discounted payback period*. *Applied Thermal Engineering*, 166(April), 114644. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2019.114644> [Google Scholar](#)
- Mara, Made, Wirawan, Made, & Ma'bud, Towilan. (2014). *Pengaruh Ignition Timing Dengan Bahan Bakar Lpg Terhadap Unjuk Kerja Mesin Bensin Empat Langkah Satu Silinder*. *Dinamika Teknik Mesin*, 4(1), 1–6. <https://doi.org/10.29303/d.v4i1.63> [Google Scholar](#)
- Pratiwi, Irnanda. (2019). *Usulan Penerapan Total Productive Maintenance pada Mesin Turbin Gas*. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 18(1), 37. <https://doi.org/10.25077/josi.v18.n1.p37-47.2019> [Google Scholar](#)
- Rachmanu, Fatkur. (2018). *Studi Kinerja Termodinamika Turbin Gas Model Saturn-20 Menggunakan Excel*. *Jurnal Elektra*, 3(2). [Google Scholar](#)
- Riansyah, Selly. (2014). *Perancangan Mikro Gas Turbin Berbahan Bakar Biogas*. University of Muhammadiyah Malang. [Google Scholar](#)

Widodo, Yudi, Lagiyono, & Wibowo, Agus. (2014). Penentuan Air Fuel Ratio (AFR) Aktual Pembakaran LPG Pada Celah Sempit Tipe Horisontalaris. *UPS Tegal*, 8, 2–8. [Google Scholar](#)

Yudisworo, W. Djoko. (2014). Studi Alternatif Penggunaan Bbg Gas Elpiji Untuk Bahan Bakar Mesin Bensin Konvensional. *E-Journal.Upstegal*, 5(1), 1–8. [Google Scholar](#)

Copyright holder:

Eko Prasetyo, Ivan Anindito Arista, Rudi Hermawan, Erlanda Pane (2021)

First publication right:

Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia

This article is licensed under:

