R.E.M. (Rekayasa Energi Manufaktur) Jurnal | Vol. 5 (1) | ISSN 25283723 (online)

Performance of Gas Turbine Cooling System (Radiator) at PLTGU XYZ against Environmental Air Temperature

Unjuk Kerja Sistem Pendingin (Radiator) Turbin Gas pada PLTGU XYZ Terhadap Temperatur Udara Lingkungan

Ni Ketut Caturwati1 [*, 1)], Yusvardi Yusuf [2)], Imron Rosyadi [1)], Muhammad Ilham Al Faiz Al Faiz [1)]

[1)] *Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Jurusan Teknik Mesin, Jl. Jenderal Sudirman km 03 Cilegon 42435, Cilegon, Indonesia, Indonesia*
[2)] *Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Laboratorium Konversi Energi, Jl. Jenderal Sudirman km 03 Cilegon 42435, Cilegon, Indonesia, Indonesia*
[*] *Email Penulis Korespondensi: n4wati@untirta.co.id*

Abstract. *The heat exchanger is an important component in the gas and steam power plant (PLTGU) industry. One of the most important heat exchangers in gas turbine cooling systems is the gas turbine radiator. The gas turbine radiator functions to cool the cooling water, which circulated to various components of the gas turbine by using environmental air as the cooling medium. The purpose of this study was to determine the effect of environmental temperature on the performance of gas turbine radiators and to compare operational data in 2017 with operational data when the study conducted in 2019. Data collected for 3 days with 2-3 hour intervals. Data processing and analysis shows that the higher the ambient temperature, the higher the radiator effectiveness value. Data in 2017 shows the highest average value of effectiveness obtained at an ambient air temperature of 35 °C of 71,274%. Meanwhile, data in 2019 shows the highest average value of effectiveness at an ambient air temperature of 35 °C of 58,859%. Thus, the average effectiveness value of gas turbine radiators has decreased by 12,415% from 2017 to 2019.*

Keywords- *heat exchanger; gas turbine radiator; environmental air temperature; effectiveness*

Abstrak. *Alat penukar kalor adalah komponen penting dalam industri pembangkit listrik tenaga gas dan uap (PLTGU), Salah satu alat penukar kalor yang sangat penting dalam sistem pendingin turbin gas yaitu radiator turbin gas. Radiator turbin gas berfungsi untuk mendinginkan air pendingin yang disirkulasikan keberbagai komponen turbin gas dengan menggunakan udara lingkungan sebagai media pendinginannya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh temperatur lingkungan terhadap kinerja radiator turbin gas serta membandingkan data operasional pada tahun 2017 terhadap data operasional saat penelitian dilaksanakan pada tahun 2019. Pengambilan data dilakukan selama 3 hari dengan interval waktu 2-3 jam. Pengolahan data dan analisa menunjukan bahwa semakin tinggi temperatur lingkungan maka nilai efektivitas radiator semakin tinggi . Data tahun 2017 menunjukkan nilai rata-rata efektivitas tertinggi diperoleh pada temperatur udara lingkungan 35 °C sebesar 71.274 %. Sementara data pada tahun 2019 menunjukkan nilai rata-rata efektivitas tertinggi pada temperatur udara lingkungan 35 C sebesar 58.859 %. Dengan demikian nilai rata-rata efektivitas radiator turbin gas mengalami penurunan sebesar 12.415 % dari tahun 2017 sampai dengan tahun 2019.*

Kata Kunci- *penukar panas; radiator turbin gas; suhu udara lingkungan; efektivitas*

How to cite: Caturwati1 Ni Ketut, Yusuf Yusvardi, Rosyadi Imron, Al Faiz Muhammad Ilham Al Faiz (2020) Performance of Gas Turbine Cooling System (Radiator) at PLTGU XYZ against Environmental Air Temperature. R.E.M. (Rekayasa Energi Manufaktur) Jurnal 5 (1). doi: 10.21070/rem.v%vi%i.889

PENDAHULUAN

Pembangkit listrik turbin gas dan uap (PLTGU) merupakan pembangkit listrik yang mengkombinasikan system pembangkit listrik turbin gas dan turbin uap. Pada prinsipnya gas hasil pembakaran bahan bakar dan udara dipergunakan untuk menggerakkan turbin gas, gas yang keluar dari turbin gas masih memiliki temperature yang sangat tinggi sehingga dapat dipergunakan untuk memanaskan air menjadi uap dalam system boiler. Uap yang dihasilkan boiler ini dapat dipergunakan untuk memutar turbin uap sehingga dapat menghasilkan energy/ daya listrik [1] .

Analisa performa suatu pembangkit daya khususnya PLTU dilakukan dengan memperhatikan kemungkinan rugi-rugi kalor yang terjadi pada berbagai bagian dari sistemnya. [2]

Penggabungan system turbin gas dan turbin uap pada

suatu pembangkit listrik biomassa menunjukkan nilai efisiensi system mencapai 58,19 %, sedangkan jika hanya menggunakan system turbin gas saja maka nilai efisiensi system hanya berkisar pada nilai 30,18% saja . [3]

Dari segi pembebanan operasional pada suatu pembangkit daya semakin tinggi beban operasional (mendekati kapasitas maksimumnya) maka biaya yang harus dikeluarkan semakin kecil sehingga semakin ekonomis. [4] [5]

Salah satu sistem pendinginan yang ditemukan pada system Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) adalah radiator turbin gas. Radiator turbin gas digunakan untuk mendinginkan air yang yang berperan sebagai media pendingin berbagai komponen dalam siklus yang dikenal sebagai ACWS (Auxiliary cooling Water System) pada sistem turbin gas [1] . Pada radiator turbin gas terdapat fan/blower yang berfungsi menghisap udara sekitar dan menghembuskannya melalui sela-sela pipa radiator yang berisi air yang akan didinginkan. Kemampuan radiator dalam membuang panas dari air pendingin sangat penting untuk menjamin keberlangsungan system pendinginan berbagai komponen dalam system turbin gas seperti : system pendinginan minyak pelumas (heat exchanger lube oil), cooler atomizing air dan system pendingin hydrogen [6][5][7]. Dalam pengoperasiannya radiator turbin gas harus selalu dipantau kinerjanya, karena apabila kinerja dari radiator turbin gas menurun maka dapat mengakibatkan gangguan pada sistem produksi pembangkit listrik.

Proses pendinginan pada radiator turbin gas dilakukan dengan bantuan kipas/blower yang berfungsi untuk mengalirkan udara lingkungan (ambient) sebagai media pendi gin yang bertugas menyerap kalor air yang sedang berada dalam radiator [1, 2, 5–7] . Penelitian ini ditujukan untuk mengevaluasi kinerja radiator turbin gas terhadap temperatur udara lingkungan pada PLTGU PT. PJB UP. Muara Karang Blok 1. Evaluasi dilakukan dengan menggunakan data operasional tahun 2017 dan data terbaru yang diambil pada akhir tahun 2019. Hasil evaluasi ini dapat dipergunakan untuk mengetahui kondisi radiator turbin gas saat ini dibandingkan dengan tahun 2017 sehingga dapat digunakan sebagai acuan dalam melakukan perencanaan perawatan atau predictive manintenance.

PLTGU adalah singkatan dari Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap, merupakan pembangkit daya yang menggabungkan prinsip kerja PLTG (Pembangkit Listrik Tenaga Gas) dan PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap) atau yang lebih sering dinamakan pembangkit daya combined cycle. Pembangkit jenis ini dapat menghasilkan daya listrik yang lebih besar dan lebih efisien, karena gas buang dari PLTG dipergunakan untuk memanaskan air pada boiler dari system PLTU.

Penukar Kalor (Heat Exchanger)

Penukar kalor/panas (heat exchanger) adalah suatu alat yang digunakan untuk memindahkan panas antara dua fluida atau lebih yang memiliki temperature berbeda. Klasifikasi penukar kalor berdasarkan susunan aliran fluida :

- Aliran searah (Parallel Flow) : Apabila arah aliran kedua fluida di dalam sistem penukar kalor memiliki arah aliran yang searah/sejajar.
- Aliran berlawanan (Counter Flow) : Apabila kedua fluida mengalir dengan arah yang berlawanan.
- Aliran Silang (Cross Flow) : Apabila arah aliran kedua fluida saling bersilangan.

Radiator Turbin Gas

Radiator Turbin GasRadiator turbin gas adalah komponen sistem pendingin turbin gas yang berfungsi untuk mendinginkan air pendingin yang disirkulasikan kebeberapa komponen – komponen pendinginan turbin gas dengan menggunakan udara lingkungan sebagai media pendinginannya. Air pe dingin digunakan untuk mendinginkan berbagai komponen – komponen pada sistem turbin gas. Diantaranya adalah, pendingin heat exchanger lube oil, pendingin udara atomizing dan juga pendingin hydrogen yang digunakan untuk mendinginkan generator. Setelah melewati berberapa komponen tersebut, temperature air pendingin meningkat, sehingga untuk menurunkan temperature air agar dapat disirkulasikan kembali sebagai air pendingin maka air dialirkan kedalam radiator untuk didinginkan oleh udara lingkungan [1, 7] .

Radiator turbin gas pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap di PT. PJB UP. Muara Karang Blok 1 diperlihatkan pada Gambar 1. Pengaruh udara di sekitar radiator akan dievaluasi terhadap kinerja penukar kalor terutama efektivitas dari alat tersebut.

Radiator turbin gas dipergunakan untuk mendinginkan air pendingin yang digunakan untuk menyerap kalor lube oil yang bertugas mendinginkan kaki-kaki turbin, menyerap kalor pada cooler atomizing air serta mendinginkan minyak pelumas/ lube oil yang bertugas melalui bagian-bagian penting sistem pembangkit, baik sebagai pelumas maupun sebagai media pendingin.

Efektivitas Penukar Kalor

Jumlah kalor yang dapat dipertukarkan dalam suatu sistem penukar kalor ideal seharusnya mengikuti hukum kekekalan massa dan energy. Sehingga jumlah kalor yang dilepaskan fluida panas akan sama dengan jumlah kalor yang diserap oleh fluida dingin [8] seperti yang diperlihatkan oleh Persamaan berikut:

$Q = Q_c = Q_h$

$Q_c = \dot{m}_c .(h_{c,o} - h_{c,i}) = \dot{m}_c.Cp_c.(T_{c,o} - T_{c,i})$

$Q_h = \dot{m}_h .(h_{h,i} - h_{h,o}) = \dot{m}_h.Cp_h.(T_{h,i} - T_{h,o})$

Dimana :

Q = Jumlah kalor yang dipertukarkan (kJ/s)

Q_c = Jumlah kalor yang diserap fluida dingin (kJ/s)

Q_h = Jumlah kalor yang dilepas fluida panas (kJ/s)

m_c = Laju massa fluida dingin (kg/s)

$h_{c,o}$ = Enthalpy fluida dingin keluar system penukar kalor (kJ/kg)

$h_{c,i}$ = Enthalpy fluida dingin masuk ke system penukar kalor (kJ/kg)

Copyright © 2020 Author [s]. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Figure 1. Radiator turbin gas PLTGU PT. PJB UP. MuaraKarang Blok 1

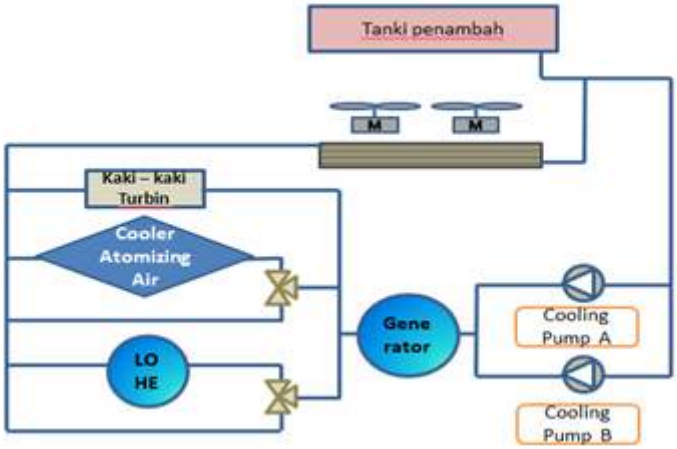

Figure 2. menunjukkan siklus air pendingin pada systempembangkit daya turbin gas.

C_{pc} = Panas jenis fluida dingin (kJ/(kg.K))

$T_{c,o}$ = Temperatur fluida dingin keluar system penukar kalor (°C)

$T_{c,i}$ = Temperatur fluida dingin masuk system penukar kalor (°C)

m_h = Laju massa fluida panas (kg/s)

$h_{h,i}$ = Enthalpy fluida panas masuk system penukar kalor (kJ/kg)

$h_{h,o}$ = Enthalpy fluida panas keluar system penukar kalor (kJ/kg)

C_{ph} = Panas jenis fluida panas (kJ/(kg.K))

$T_{h,i}$ = Temperatur fluida panas masuk system penukar kalor (°C)

$T_{h,o}$ = Temperatur fluida panas keluar system penukar kalor (°C)

Kinerja dari suatu alat penukar kalor dapat dinyatakan sebagai nilai efektivitasnya, dimana secara umum efektivitas penukar kalor dinyatakan sebagai perbandingan jumlah kalor yang dapat dipertukarkan terhadap maksimum jumlah kalor yang mungkin dapat dipertukarkan [9] , yang diperlihatkan pada Persamaan (4).

$$\varepsilon = \frac{Q}{Q_{max}}$$

Dimana nilai Q_{max} diperoleh dari hasil perkalian antara selisih temperature fluida panas masuk dan fluida dingin masuk terhadap nilai kapasitas panas minimum dari kedua fluida yang dipertukarkan. Sedangkan nilai kapasitas panas minimum ditentukan berdasarkan nilai terkecil dari hasil perkalian laju aliran massa dengan nilai panas jenis fluida kedua fluida tersebut.

$C_{min} = \dot{m}_h \,.\, Cp_h$ jika $\dot{m}_h \,.\, Cp_h << \dot{m}_c \,.\, Cp_c$

Atau

$C_{min} = \dot{m}_c \,.\, Cp_c$ jika $\dot{m}_c \,.\, Cp_c << \dot{m}_h \,.\, Cp_h$

Sehingga :

$Q_{max} = C_{min} \,.\, (T_{h,i} - T_{c,i})$

METODE

Penelitian dilakukan di PT. PJB UP. Muara Karang Blok 1. Pembangkit Listrik Tenaga Uap dan Gas (PLTGU) UP Muara Karang Blok 1 memiliki pola konfigurasi 3-3-1 yang terdiri dari 3 (tiga) unit paket turbin gas, 3 (tiga) unit HRSG dan 1 (satu) unit turbin uap, dengan daya terpasang 3 x 107 MW (Gas Turbine) dan 1 x 185 MW (Steam Turbine), menggunakan bahan bakar

Copyright © 2020 Author [s]. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

HSD dan gas. Gambar 3 memperlihatkan hubungan antara turbin gas, HRSG dan turbin uap. waktu pelaksanaan penelitian dimulai pada tanggal 1 Oktober 2019 hingga 1 November 2019. Pengambilan data lapangan diantaranya : pembebanan pada generator, temperatur air pendingin inlet dan outlet radiator dan temperatur lingkungan disekitar radiator turbin gas dilaksanakan setiap 2-3 jam

Variabel bebas pada penelitian ini adalah perbedaan temperatur udara lingkungan, temperature air pendingin inlet radiator turbin gas dan temperatur air pendigin outlet radiator turbin gas, yang dalam penelitian nanti berpengaruh terhadap laju perpindahan panas dan efektivitas dari sistem pendingin (radiator) turbin gas [7] . Sedangkan variabel tetap dari penelitian ini adalah laju aliran massa udara, laju aliran massa air, luas area perpindahan panas, jumlah tubes, ukuran tubes yang diperoleh dari data manual book radiator tersebut.

Data lapangan pada tahun 2017 diperoleh sebagai data sekunder, yaitu dengan mengambil data operasional pada beberapa hari di tahun tersebut yaitu tanggal 2-4 September 2017 yang diperlihatkan pada Tabel 1 – 3

Sedangkan data penelitian pada bulan September - Oktober 2019 diperlihatkan pada Tabel 4-6 berikut ini.

Dimana :

Ti = Temperatur air pendingin masuk radiator

To = Temperatur air pendingin keluar radiator

Te = Temperatur udara sekitar radiator

Data operasional lainnya dikumpulkan dari data monitoring dan manual book, sehingga diperoleh data-data sebagai berikut :

Va = Kecepatan udara melalui radiator = 10 m/s

Ar = Luas permukaan radiator = 7.98 x 12 m2

Qp = Laju aliran air pendingin melalui radiator = 1215 GPM.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kapasitas Panas Minimum

Penentuan kapasitas minimum dilakukan dengan membandingkan kapasitas panas fluida panas (air pendingin), C_h, terhadap kapasitas panas fluida dingin (udara), C_c, nilai C lebih rendah menjadikan nilai kapasitas minimum. [10] [11] .

Laju aliran massa udara ($\dot{m}$c) :

$$\dot{m} = p_\alpha \times v_\alpha \times A_r$$
$$= 1.1316\ kg/m^3\ x\ 10\ m/s\ x\ (7.98\ x\ 12)\ m^2$$
$$= 1083.62\ kg/s$$

Laju aliran massa air ($\dot{m}_h$) :

$$\dot{m}_h = \rho_{air}\ x\ Q_{pompa}$$
$$= 1000\ kg/m^3\ x\ 1215\ GPM$$
$$= 1000\ kg/m^3\ x\ 0.09206\ m^3/s$$
$$= 92.06\ kg/s.$$

Kapasitas panas air pendingin , Ch :

$$C_h = \dot{m}_h\ x\ C_{ph}$$
$$= 92.06\ kg/s\ x\ 4.18\ kJ/kg.K$$
$$= 384.81\ kJ/s.K$$

Kapasitas panas udara, Cc:

$$C_c = \dot{m}_c\ x\ C_{pc}$$
$$= 1083.62\ kg/s\ x\ 1.0129\ kJ/kg.K$$
$$= 1097.598\ kJ/s.K$$

Dengan demikian kapasitas panas minimum, Cmin , adalah kapasitas panas air pendingin sebesar 384,81 kJ/K.

Efektivitas Penukar Kalor

Kalor yang dapat dilepaskan air pendingin ke udara melalui radiator dinyatakan sebagai :

$$Qh = \dot{m}h\ x\ Cph\ x\ \triangle T$$
$$= 384,81\ kW/K\ (Ti - To)$$

Sedangkan kalor maksimum yang dapat dipertukarkan dalam alat penukar kalor dinyatakan sebagai :

$$Q_{max} = C_{min} \times (Thi - Tci)$$
$$= 384.81\ kW/K\ x\ (Ti - Te)\ K$$

Sehingga efektivitas dinyatakan sebagai :

$$\varepsilon \frac{Q_h}{Q_{max}} = \frac{(Ti-To)}{(Ti-Te)}$$

Nilai kalor maksimum semakin kecil saat temperature udara masuk radiator makin tinggi. Sehingga jika kondisi temperature air keluar radiator dibuat konstan, maka akan terlihat bahwa nilai efektivitas radiator semakin besar [10] .

Hasil Penelitian

Data penelitian pada Tahun 2017 selama 3 hari pengamatan dilakukan pengelompokkan berdasarkan temperature udara disekitar radiator turbin gas. Gambar 4 memperlihatkan nilai efektivitas penukar kalor radiator terhadap temperature lingkungan.

Hubungan antara efektivitas penukar kalor radiator turbin gas terhadap temperature udara di sekitar radiator pada tahun 2017 dinyatakan sebagai Persamaan (15) dengan nilai maksimum efektivitas sebesar 71.274 % pada temperatur 35 °C .

$$y = 0.3385.x^2 - 18.853\ x + 315.03$$

dimana :

y = efektivitas (%)

x = temperature lingkungan (°C)

Sedangkan dari data penelitian Tahun 2019 selama 3 hari pengamatan dilakukan pengelompokkan data berdasarkan temperature udara disekitar radiator turbin gas. Gambar 5 memperlihatkan hubungan efektivitas penukar kalor radiator terhadap temperature lingkungan. Hubungan antara efektivitas penukar kalor radiator turbin gas terhadap temperature udara di sekitar radiator pada tahun 2019 dinyatakan sebagai Persamaan (16) dengan nilai maksimum efektivitas sebesar 58.859 % pada temperatur lingkungan 35 °C.

$$y = 0.0486\ x^2 - 2.1577\ x + 74.614$$

dimana :

y = efektivitas (%)

x = temperature lingkungan (°C)

KESIMPULAN

Temperatur lingkungan memiliki pengaruh yang cukup penting terhadap efektivitas pertukaran kalor pada radiator. Hasil penelitian menunjukkan efektivitas pertukaran kalor radiator turbin gas meningkat jika temperature udara

Copyright © 2020 Author [s]. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

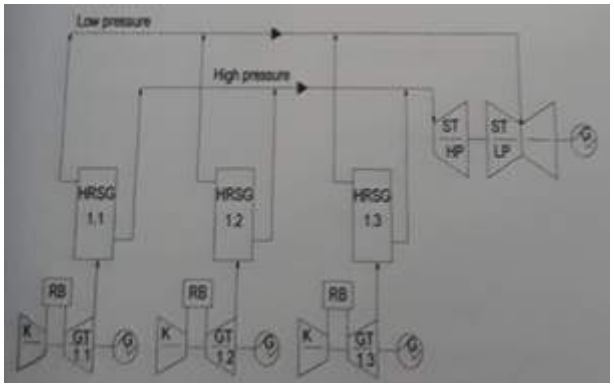

Figure 3. Konfigurasi 3-3-1 (3 Turbin gas, 3 HRSG dan 1Turbin Uap)

Table 1. Data lapangan radiator turbin gas pada tanggal 2September 2017

Jam	1:00	4:00	6:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	19:00	21:00	23:00
Beban (MW)	98.9	99.6	100	97.9	98.2	93.7	93.1	94.9	98.1	98.3	98.4
Ti (°C)	50	50	50	52	52	54	54	50	50	50	48
To (°C)	37	37	37	39	40	40	42	40	39	39	38
Te (°C)	29	28	28	30	31	33	34	34	30	30	29

Table 2. Data lapangan radiator turbin gas pada tanggal 3September 2017

Jam	1:00	4:00	6:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	19:00	21:00	23:00
Beban (MW)	98.4	100.1	100.2	97.8	97.2	93.7	94.1	94.7	97.4	97	97.9
Ti (°C)	48	47	47	50	52	53	54	50	50	50	48
To (°C)	38	37	37	38	40	40	40	40	39	39	39
Te (°C)	29	28	28	30	32	34	35	34	30	30	38

Table 3. Datalapangan radiator turbin gas pada tanggal 4 September 2017

Jam	1:00	4:00	6:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	19:00	21:00	23:00
Beban (MW)	97.8	99.6	99.6	95.7	94.7	93.8	93.4	94.5	95.6	95.4	96.8
Ti (°C)	48	47	47	51	51	52	52	51	50	48	51
To (°C)	39	38	38	40	40	41	41	40	40	41	40
Te (°C)	30	29	28	31	32	33	34	34	33	32	31

Table 4. Data lapangan radiator turbin gas pada tanggal27 September 2019

Jam	1:00	4:00	6:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	19:00	21:00	23:00
Beban (MW)	98	100	98.8	96.7	95	90	92	80	80	96	96.7
Ti (°C)	50	49	50	51	52	52	53	50	51	50	51
To (°C)	39	38.5	39	40	41	41	42	41	41	39	40
Te (°C)	30	28	29	32	33	34	35	35	32	31	31

Table 5. Data lapangan radiator turbin gas pada tanggal 5Oktober 2019

Jam	1:00	4:00	6:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	19:00	21:00	23:00
Beban (MW)	96.9	100.4	99.5	97.1	93.8	92.9	92.5	95.5	95.2	97.1	97.7
Ti (°C)	50	49	49	52	53	53	53	51	51	51	50
To (°C)	38.5	37.5	37.5	40	41	42	42	41	40	40	39
Te (°C)	29	28	27	32	35	35	35	33	31	31	30

Copyright © 2020 Author [s]. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Table 6. Data lapangan radiator turbin gas pada tanggal 6Oktober 2019

Jam	1:00	4:00	6:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	19:00	21:00	23:00
Beban (MW)	98.8	99.4	99.7	95.7	96.7	93.2	93.4	94	96.6	97.1	99.7
Ti (°C)	50	49	49	52	52	52	52	52	52	50	50
To (°C)	39	37.5	38	41.5	41.5	42	42	42	41	40	39
Te (°C)	30	28	29	32	33	34	35	36	33	31	29

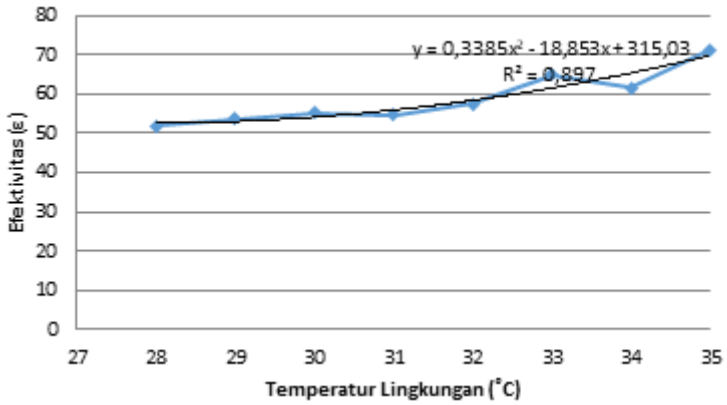

Figure 4. Efektivitas penukar kalor radiator turbin gaspada tahun 2017

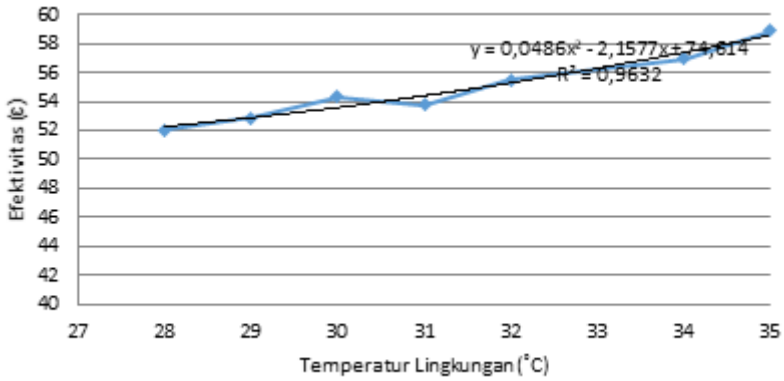

Figure 5. Efektivitas penukar kalor radiator turbin gaspada tahun 2019

sekitar radiator juga bertambah besar. Nilai efektivitas radiator turbin gas pada tahun 2017 dan saat penelitian menunjukan sedikit perbedaan nilai. Dimana rata - rata nilai efektivitas radiator turbin gas pada tahun 2017 lebih tinggi dibandingkan dengan rata – rata nilai efektivitas radiator turbin gas pada saat penelitian. Dimana pada tahun 2017 didapatkan efektivitas rata – rata terendah pada temperatur lingkungan 28 °C sebesar 51.93 % dan tertinggi diperoleh pada temperatur 35 °C sebesar 71.274 %. Sementara pada saat penelitian didapatkan nilai efektivitas rata - rata radiator turbin gas terendah pada temperatur lingkungan 28 °C sebesar 52.005 % dan tertinggi diperoleh pada temperatur 35 °C sebesar 58.859 %. Dengan demikian ditemukan adanya penurunan efektivitas pertukaran kalor pada radiator turbin gas dari tahun 2017 ke tahun 2019 sebesar 12.145 %. Sehingga untuk menjaga kinerja atau performa dari radiator turbin gas agar selalu dalam keadaan optimum perlu dilakukan perawatan dan pengecekan rutin pada seluruh komponen – komponen yang terdapat pada radiator turbin gas. Sehingga diharapkan nilai efektivitas dari radiator turbin gas dapat meningkat kembali.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat terlaksana dengan baik atas bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu kami ucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. PT. Pembangkitan Jawa Bali Unit Pembangkitan Muara Karang, atas perkenankannya pengambilan data lapangan sebagai dasar penelitian ini.

Copyright © 2020 Author [s]. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

2. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa yang telah memberikan keleluasaan bagi kami untuk melakukan penelitian.

References

[1] E. Kusuma and A. S. Pramono, "The Effect of Fan Blade Radiator Gas Turbin Generator Angle on Auxiliary Cooling Water System Performance," *IPTEK The Journal of Engineering*, vol. 5, no. 1, pp. 18–22, 2019. [Online]. Available: 10.12962/joe.v5i1.5023;https://dx.doi.org/10.12962/joe.v5i1.5023

[2] N. Tiwari, A. Gautam, and R. Sarkar, pp. 461–467, 2016.

[3] I. B. Rahardja and W. Paryatmo, "ANALISA DAN OPTIMASI SISTEM PLTGU BIOMASSA GAS METAN DENGAN DAYA 20 MW," *Jurnal Teknologi*, vol. 9, no. 2, pp. 65–65, 2017. [Online]. Available: 10.24853/jurtek.9.2.65-76;https://dx.doi.org/10.24853/jurtek.9.2.65-76

[4] H. Bu, P. hong Wang, and F. Shen, "Economic Analysis of Power Plants Under Different Loads Based on Structural Theory," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 168, no. 1, pp. 012 024–012 024, 2018. [Online]. Available: 10.1088/1755-1315/168/1/012024;https://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/168/1/012024

[5] S. O. Oyedepo, R. O. Fagbenle, S. S. Adefila, and S. A. Adavbiele, "Performance evaluation and economic analysis of a gas turbine power plant in Nigeria," *Energy Conversion and Management*, vol. 79, pp. 431–440, 2014. [Online]. Available: 10.1016/j.enconman.2013.12.034;https://dx.doi.org/10.1016/j.enconman.2013.12.034

[6] I. Munadhif, N. Rinanto, and M. Afiqi, "Pengendalian Otomatis Cooling Water System pada Proses Pendinginan Turbin Gas," *Rekayasa*, vol. 12, no. 1, pp. 36–36, 2019. [Online]. Available: 10.21107/rekayasa.v12i1.4389;https://dx.doi.org/10.21107/rekayasa.v12i1.4389

[7] S. Sofariyah, A. Syuriadi, and S. Prasetya, pp. 547–552.

[8] T. U. H. S. G. Manik, T. B. Sitorus, and R. Irfandi, "ANALISA DAN UJI EKSPERIMENTAL PERFORMANSI ALAT PENUKAR KALOR KOMPAK JENIS RADIATOR KENDARAAN BERKAPASITAS MESIN 1300 CC," *Jurnal Sistem Teknik Industri*, vol. 20, no. 2, pp. 1–8, 2018. [Online]. Available: 10.32734/jsti.v20i2.482;https://dx.doi.org/10.32734/jsti.v20i2.482

[9] Harini, "Alat Penukkar Kalor tipe pipa ganda di Jakarta," *J. Konversi Energi dan Manufaktur*, vol. 2, no. 8368, pp. 51–61, 2017.

[10] D. P. D. W. F. P. Incropere, *Fundamental heat and mass transfer*. New York: John Wiley & Sons, 2002.

[11] K. Thulukkanam, *Heat Exchanger Design Handbook Second Edition*, New York, 2013.

Conflict of Interest Statement:
The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Article History:
Received: 8 Mei 2020 | Accepted: 5 Juni 2020 | Published: 30 Juni 2020

Copyright © 2020 Author [s]. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.