

**ANALISIS PENGARUH TEMPERATURE *AMBIENT* TERHADAP
EFISIENSI THERMAL PADA MICRO GAS TURBIN SKALA
LABORATORIUM**

SKRIPSI

BIDANG KONVERSI ENERGI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan

Memperoleh gelar Sarjana Teknik



MUHAMMAD ZAKARIA

NIM. 161210131

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK & ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONTIANAK
PONTIANAK**

2022

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS PENGARUH TEMPERATUR AMBIENT TERHADAP
EFISIENSI THERMAL PADA MICRO GAS TURBIN SKALA
LABORATORIUM

SKRIPSI
BIDANG KONVERSI ENERGI

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
Memperoleh gelar Sarjana Teknik



MUHAMMAD ZAKARIA
NIM. 161210131

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh para dosen
Pada tanggal Agustus 2022

Pembimbing I

(Gunarto, ST., M.Eng)
NIDN. 0009097301

Pembimbing II

(Kuaze, ST., MT)
NIDN. 1122087301

Penguji I

(Dr. Doddy Irawan, M.Eng)
NIDN. 1121108001

Penguji II

(Eko Sarwono, ST., MT)
NIDN. 0018106901

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik

(Eko Julianto, ST., MT)
NIDN. 1118078703

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar – benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur – unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang – undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Pontianak, Agustus 2022

Mahasiswa,



Muhammad Zakaria

NIM. 161210131

LEMBAR IDENTITAS TIM PENGUJI SKRIPSI

JUDUL SKRIPSI :

Analisis Pengaruh Temperatur *Ambient* Terhadap Efisiensi Thermal Pada Micro Gas Turbin
Skala Laboratorium

Nama Mahasiswa : Muhammad Zakaria

NIM : 161210131

Program Studi : Teknik Mesin

DOSEN PEMBIMBING :

Dosen Pembimbing I : Gunarto, ST., M.Eng

Dosen Pembimbing II : Fuazen, ST., M.T

TIM DOSEN PENGUJI :

Dosen Penguji I : Dr. Doddy Irawan, M.Eng

Dosen Penguji II : Eko Sarwono, ST., MT

Pontianak, Agustus 2022

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik

(Eko Julianto, ST., MT)

NIDN. 1118078703

RINGKASAN

Muhammad Zakaria, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Muhammadiyah Pontianak, Agustus 2022, Analisis Pengaruh Temperatur Ambient Terhadap Efisiensi Thermal Pada Micro Gas Turbin Skala Laboratorium Dosen Pembimbing : Gunarto dan Fuazen.

Temperatur dan tekanan udara masuk kompresor memiliki peran penting di dalam pembangkitan listrik dan juga merupakan salah satu parameter utama yang mempengaruhi kinerja suatu pembangkit. Tekanan udara masuk kompresor dalam menghasilkan uap panas pada temperature yang tinggi sangat diperlukan turbin gas untuk menggerakkan generator sehingga menghasilkan listrik. Di dalam turbin gas terjadi proses pembakaran dan perpindahan panas, jadi salah satu hal yang mempengaruhi efisiensi turbin gas adalah tekanan udara masuk kompresor.

Pada skripsi ini dilakukan perhitungan serta analisis pengaruh temperatur *ambient* dalam beberapa variasi waktu yaitu pagi hari, siang hari, dan malam hari yang digunakan pada sistem MGT. Penelitian ini menggunakan nilai temperatur *ambient* atau pada saat masuk kompresor ketika pagi hari 302,15 Kelvin, siang hari 308,18 Kelvin, dan malam hari 300,15 Kelvin. Dari hasil penelitian ini menunjukkan adanya perubahan efisiensi turbin gas dengan nilai temperature udara masuk kompresor berbeda.

Setelah dilakukan penelitian, di dapat hasil efisiensi thermal pada system MGT pada pagi hari sebesar 26,02%, siang hari 25,47% dan malam hari 25,96%.

Kata kunci : PLTG, MGT, turbin gas, turbocharger, Holset HX 35, Siklus Brayton, tekanan, temperatur, Efisiensi.

SUMMARY

Muhammad Zakaria, Mechanical Engineering Study Program, Faculty of Engineering and Computer Science, University of Muhammadiyah Pontianak, August 2022, Analysis of the Effect of Ambient Temperature on Thermal Efficiency in Micro Gas Turbine Laboratory Scale Supervisors : Gunarto and Fuazen.

The temperature and pressure of the air entering the compressor have an important role in power generation and are also one of the main parameters that affect the performance of a plant. Air pressure entering the compressor in producing hot steam at high temperatures is very necessary for a gas turbine to drive a generator to produce electricity. In the gas turbine, the combustion process and heat transfer occur, so one of the things that affects the efficiency of the gas turbine is the air pressure entering the compressor.

In this thesis, the calculation and analysis of the effect of *ambient* in several variations of time, namely the morning, afternoon, and evening used in the MGT system is carried out. This study uses the *ambient* or at the time of entering the compressor when the morning is 302.15 Kelvin, during the day 308.18 Kelvin, and at night 300.15 Kelvin. The results of this study indicate a change in the efficiency of the gas turbine with different compressor intake air temperature values.

After doing the research, the results of the thermal efficiency on the MGT system in the morning were 26.02%, during the day 25.47% and at night 25.96%.

Keywords: PLTG, MGT, gas turbine, turbocharger, Holset HX 35, Brayton cycle, pressure, temperature, efficiency.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah serta inayah-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Analisis Pengaruh Temperatur Ambient Terhadap Efisiensi Thermal Pada Micro Gas Turbin Skala Laboratorium” . Penelitian ini disusun sebagai acuan untuk melakukan penelitian. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Kedua orang tua tercinta yang telah banyak memberikan doa dan motivasinya selama penulis menuntut ilmu.
2. Bapak Dr. Doddy Irawan ST., M.Eng, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Pontianak.
3. Bapak Fuazen ST.,M.T, selaku Dekan dan Dosen Pembimbing Fakultas Universitas Muhammadiyah Pontianak.
4. Bapak Eko Julianto.,ST.,M.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak.
5. Saudara serta teman – teman yang selalu memberikan semangat, dukungan serta doa.

Penulis juga menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu, dengan senang hati penulis menerima segala saran dan kritik dari pembaca agar bisa memperbaiki penyusunan rencana penelitian ini. Akhir kata semoga rencana penelitian ini dapat memberikan manfaat dalam memperluas wawasan maupun sebagai ilmu pengetahuan bagi masyarakat untuk memajukan bidang konversi energi.

Pontianak, 19 Januari 2022

Muhammad Zakaria
NIM. 161210131

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR IDENTITAS TIM PENGUJI SKRIPSI	iv
LEMBAR RINGKASAN	v
SUMMARY	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SIMBOL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB V. LANDASAN TEORI	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
1.1.1. Penelitian Tentang Pengaruh Temperatur Ambien	4
2.2 Definisi Turbin Gas	6

2.2.1	Prinsip Kerja Turbin Gas	6
2.2.2	Siklus Turbin Gas	7
2.3	Komponen Utama Turbin Gas	10
2.3.1	Kompresor	10
2.3.2	<i>Combustion Chamber</i>	11
2.3.3	Turbin	12
2.4	Turbocharger	13
2.5	Termodinamika Turbin Gas	14
BAB V.	METODELOGI PENELITIAN	22
3.1	Tempat Penelitian	22
3.2	Alat dan Bahan	22
3.3	Spesifikasi MGT	23
3.4	Diagram Penelitian	24
3.5	Langkah – langkah Penelitian.....	25
3.5.1.	Pengambilan data temperatur lingkungan	25
3.5.2.	Teknik Pengolahan Data	25
3.5.3.	Teknik Perhitungan Data	26
3.5.4.	Analisa Data	26
3.6	Tahap Pengujian MGT.....	26
3.7	Micro Gas Turbin	29
BAB IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1	Kondisi Ideal	30
4.2	Kondisi Aktual	41
4.3	Analisa dan Pembahasan	44
4.3.1.	Kerja Kompresor kondisi ideal dan aktual	45
4.3.2.	Kerja Turbin kondisi ideal dan aktual	46
4.3.3.	<i>Back Work Ratio</i> kondisi ideal dan aktual	46
4.3.4.	Kerja bersih kondisi ideal dan aktual	47
4.3.5.	Efisiensi Thermal kondisi ideal dan aktual	47

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	48
5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. <i>Diagram P-V dan diagram T-S (siklus ideal)</i>	8
Gambar 2.2. <i>Diagram T-S untuk siklus Sederhana</i>	9
Gambar 2.3. <i>Komponen Kompresor Sentrifugal</i>	10
Gambar 2.4. <i>Kompresor Axial</i>	11
Gambar 2.5. <i>Komponen – komponen utama ruang bakar</i>	11
Gambar 2.6. <i>Turbin Axial</i>	12
Gambar 2.7. <i>Turbin Radial</i>	13
Gambar 2.8. <i>Komponen Turbocharger</i>	14
Gambar 2.9. <i>Turbin gas sederhana. (a) sistem terbuka. (b) sistem tertutup</i>	14
Gambar 3.1. <i>Diagram alir langkah – langkah penelitian</i>	24
Gambar 3.2. <i>Sistem MGT</i>	30
Gambar 4.1. <i>Grafik Temperatur VS Waktu</i>	33
Gambar 4.2. <i>Grafik Siklus Brayton</i>	45

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Daftar peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian	22
Tabel 3.2. Tabel indikator	28
Tabel 4.1. Data Temperatur pada saat pengujian	30
Tabel 4.2. Data rata – rata temperatur	33
Tabel 4.3. Perbandingan ideal dan aktual	44

DAFTAR SIMBOL

P	Tekanan	Bar
T	Temperatur	K
h	Enthalpy	kJ/kg
Q_{bb}	Debit bahan bakar	L/m
η	Efisiensi	%
A	Faktor Kelebihan udara	%
\dot{m}	Laju aliran massa	kg/s
\dot{W}	Kerja	kJ/kg
ρ	Massa Jenis	kg/m ³
q	Kalor spesifik	kJ/kg
r_p	Perbandingan tekanan	-
rbw	Back Work Ratio	%

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I. Data temperature di Kota Pontianak	51
LAMPIRAN II. Pengujian MGT pada siang hari	52

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Energi listrik merupakan salah satu energi yang mempunyai peran penting bagi kehidupan masyarakat di Indonesia. Untuk menghasilkan energi listrik, dibutuhkan suatu pembangkit listrik. Turbin gas merupakan salah satu komponen atau bagian terpenting dalam Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG). Keunggulan dalam penggunaan turbin gas sebagai pembangkit tenaga listrik adalah karena dalam aplikasinya yang mudah diterapkan, sistem kerjanya yang sederhana, serta dimensinya yang ringkas (Rahman & Anders, 2016).

Pembangkit Energi Skala Mikro merupakan salah satu teknologi energi terbarukan yang sangat bermanfaat khususnya bagi masyarakat di Indonesia. Pembangkit Energi Skala Mikro mempunyai beberapa kelebihan yaitu kerapatan dayanya yang tinggi, dapat dioperasikan dengan bahan bakar cair maupun bahan bakar gas, memiliki dampak yang kecil terhadap lingkungan serta biaya operasi dan perawatan yang rendah (Siswantara et al., 2015).

Pada penelitian ini dipilih pembahasan tentang Pembangkit Energi Skala Mikro jenis *Micro Gas Turbine* (MGT). MGT merupakan prototipe dari mesin turbin gas, diklasifikasikan sebagai mikro gas turbin karena kemampuan daya listrik yang dihasilkan dibawah 200 kW.(Lee, 2007). MGT terdiri dari beberapa komponen utama yaitu rakitan kompressor dan turbin dari sebuah turbocharger, ruang bakar, serta rangkaian sistem pelumasan (Hermawan et al.,2017).

Salah satu bagian komponen terpenting dalam rangkaian MGT salah satunya yaitu bagian kompresor dan turbin, dimana bagian komponen tersebut dapat diterapkan menggunakan komponen turbocharger. komponen pada mesin turbocharger terdiri dari kompresor dan turbin yang memberikan pengaruh yang kuat pada unjuk kerja sistem turbin gas, terutama bagian komponen kompresor yang berfungsi sebagai mensuplai udara bertekanan menuju ruang bakar. Secara umum mesin turbin gas membutuhkan jumlah udara berlebih di ruang bakar yang

jauh lebih tinggi dari mesin thermal lainnya. Namun dalam praktiknya hanya sebagian kecil udara yang disuplai digunakan untuk pembakaran sempurna dan sisanya dimanfaatkan untuk mengencerkan dan mendinginkan gas hasil pembakaran untuk mencegah kerusakan pada turbin (Arismunandar,2002)

Temperature udara ideal yang masuk kedalam ruang bakar sangat dipengaruhi oleh temperature lingkungan sehingga turut mempengaruhi hasil dari proses terjadinya pembakaran (Adib et al.,2019)

Dari hasil pengamatan, diketahui kemampuan kompresor mengalirkan gas sangat baik pada ambient temperature rendah, sedangkan pada ambient temperature tinggi, kemampuan kompresor mengalirkan gas menurun. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan analisis daya yang dihasilkan gas turbin pada beberapa variasi ambient temperature.

Temperatur ambient (Lingkungan) yang berbeda pada waktu dipagi hari, siang hari dan malam hari juga berdampak pada nilai efisiensi thermal yang berbeda, dimana pada waktu siang hari temperatur ambient (lingkungan) lebih tinggi dibandingkan pada waktu malam hari dimana temperatur lingkungan lebih rendah. Saat malam hari kerapatan massa udara lebih tinggi sehingga dapat berpengaruh pada kerja kompresor, panas pada ruang bakar dan juga pada bagian Turbin. Temperature akan sangat mempengaruhi nilai efisiensi pada suatu pembangkit listrik tenaga gas disebabkan Temperature ambient merupakan temperature udara tahap awal yang masuk kedalam kompresor untuk diproses menuju ruang bakar. Temperatur masuk pada sisi kompresor sangat berpengaruh pada nilai efisiensi thermal Turbin Gas (Hizbullah et al.,2014)

Dengan latar belakang masalah yang sudah disampaikan diatas, maka penulis akan melakukan penelitian yang berjudul “Analisis Pengaruh Temperatur Ambient Terhadap Efisiensi Thermal Pada Micro Gas Turbin Skala Laboratorium”.

1.2. Rumusan Masalah

Seperti yang telah disebutkan dalam uraian sebelumnya secara garis besar rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh temperature ambient terhadap efisiensi thermal pada sistem MGT?

1.3. Batasan Masalah

Penulis membatasi pembahasan penelitian ini pada :

1. Analisis hanya difokuskan pada analisa termodinamika siklus turbin gas sederhana.
2. MGT ini hanya bekerja pada sistem turbin gas satu poros sederhana.
3. MGT menggunakan *turbocharger* HOLSET HX35
4. Aliran fluida diasumsikan *steady*.
5. Bahan bakar yang digunakan adalah LPG12 kg.
6. Pembuatan ruang bakar telah didapatkan dari hasil analisis sebelumnya.

1.4. Tujuan Penelitian

Penulisan skripsi dengan judul “Analisis Pengaruh Temperatur Ambient Terhadap Efisiensi Thermal Pada Micro Gas Turbin Skala Laboratorium” bertujuan untuk :

1. Mengetahui pengaruh temperature Ambient terhadap efisiensi thermal pada sistem MGT .

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah agar pembaca dapat mengetahui proses analisa, dan pengujian dari sebuah *Micro Gas Turbine* berbahan bakar LPG pada waktu yang berbeda. Kajian teknik dalam analisis penelitian ini diharapkan dapat membantu dalam pengembangan selanjutnya, khususnya analisis dan pembuatan tentang *Micro Gas Turbine* yang lebih baik.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Temperatur lingkungan yang rendah pada saat pagi hari 302,15 K memiliki nilai efisiensi thermal lebih tinggi sebesar 26,02% dibandingkan dengan temperatur lingkungan yang lebih tinggi pada saat siang hari sebesar 308,18 K dengan nilai efisiensi thermal sebesar 25,47%.
2. Temperatur lingkungan berpengaruh signifikan terhadap kerja kompresor, ketika temperatur lingkungan paling rendah 300,15 K pada saat malam hari memiliki nilai kerja kompresor lebih ringan sebesar 376,8 kJ/kg, sedangkan pada saat siang hari ketika temperatur lingkungan paling tinggi 308,18 K kerja kompresor yang dihasilkan jauh lebih berat sebesar 380,9 kJ/kg, artinya semakin rendah temperatur lingkungan menyebabkan kerja kompresor semakin ringan.
3. ketika temperatur pada malam hari r_p optimum yang dihasilkan semakin tinggi sebesar 11,4 sedangkan pada saat siang hari r_p optimum yang dihasilkan rendah sebesar 11,08.
4. Kerja turbin sebagian untuk menggerakkan kompresor atau *Back Work Ratio* dapat dipengaruhi oleh temperatur lingkungan, ketika pada saat temperatur 300,15 K pada malam hari, presentase *Back Work Ratio* sebesar 70,56 %, sedangkan pada saat siang hari sebesar 71,04%.
5. Kerja bersih yang dihasilkan pada saat temperatur 302,15 K ketika pagi hari sebesar 155,76 kJ/kg , sedangkan pada saat malam hari ketika temperatur lingkungan paling rendah sebesar 300,15 K kerja bersih yang dihasilkan lebih tinggi yaitu 158,14 kJ/kg, artinya semakin tinggi temperatur lingkungan kerja bersih yang dihasilkan semakin kecil.
6. Debit bahan bakar yang tidak stabil akibat pembekuan pada gas LPG mempengaruhi kerja kompresor sehingga akan mempengaruhi nilai *pressure ratio*.

5.2. Saran

1. Sistem starting perlu diganti menjadi lebih besar ,sehingga proses kompresi awal lebih tinggi.
2. Jenis bahan bakar perlu dirubah menjadi bahan bakar cair, agar tekanan maksimal dapat tercapai.
3. Sistem instalasi instrument termokopel pada T_2 perlu dirubah mendekati dari output kompresor pada turbocharger, agar mendapatkan data yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Adib, M., Santika, P. M., & Tuapetel, J. V. (2019). *Analisis Pengaruh Ambient Temperature Terhadap Daya Turbin Gas Tipe Centaur 40 di Lapangan Produksi Sepinggan , Chevron Indonesia Company*. 3(2), 29–34.
- Arismunandar, Wiranto. 2007. *Pengantar Motor Turbin dan Propulsi*. Bandung :Ganesha.
- Buana, C., Suwasti, S., Arman, A., & Hafizh, H. (2019). Analisis Pengaruh Tekanan dan Temperatur Udara Terhadap Kinerja Turbin Gas pada Sistem PLTGU pada PT. Consolidate Electric Power Asia. *Jurnal Sinergi Jurusan Teknik Mesin*, 16(2), 172. <https://doi.org/10.31963/sinergi.v16i2.1511>
- Cengel, Yunus A. Boles, Micahel A. *Thermodynamics An Engineering Approach Seventh Edition*. USA: Mc Graw Hill
- Gannesan, V. 2006. *Gas Turbines*. New Delhi: TATA McGraw-Hill Publishing Company Limited.
- Hizbullah, M. (2014). *Kajian Sistem Pendinginan Udara Masuk Turbin Gas Untuk Meningkatkan Daya Output Turbin Gas Pada PLTG Gilimanuk yang Beroperasi pada waktu beban Puncak*. Snttm Xiii, 15–16.
- Iswanto, H., Mesin, J. T., Teknik, F., Riau, U., Bina, K., Km, W., & Baru, S. (2020). *ANALISIS AKTUAL EFISIENSI TURBIN GAS TYPE MS5001PA*. 7, 1–7.
- J. J. Lee and J.E., “Peformance Test and Component Characteristic Evaluation of Micro Gas Turbine,” *J. Mech. Sci. Technol.*, pp. 141–152, 2007.
- Kartono, S. K. dan T. M. G. (n.d.). *:EVALUASI KINERJATURBIN GASABB GT 13.E1 DI PT. INDON-ESIA POWER, UBP PRIOK. 1*.
- Kusnandar, H., Teknik, F., Studi, P., Mesin, T., & Orisinalitas, H. P. (2010). *Pengaruh Kondisi Lingkungan Terhadap Kinerja Turbin Gas Centaur T-4702 Pada Platform Off-Shore North West Java*.

Siswantara, A.I., Asyari Daryus., Steven Darmawan., Gunadi, G.G.R. & Rovida, C. 2015. Analisis unjuk kerja sistem turbin gas mikro bioenergi proto x-3 berbahan bakar LPG. Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV (SNTM XIV), Banjarmasin, 7-8 Oktober.

Widyastuti, A. A. W. (2012). *Analisa Termodinamika Pengaruh Ambient Temperature Terhadap Unjuk Kerja Turbin Gas TEG 6210 dan TEG 6220 (Tipe Centaur 40 - 4501) Pada Tambora Field Operation , Total E&P Indonesia. 1(2), 1-5.*

LAMPIRAN I

Data Temperatur di Kota Pontianak

Bulan	Suhu Udara (Derajat Celcius)								
	Minimum			Maksimum			Rata-rata		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017
Januari	22,2	24,0	22,6	32,8	32,6	35,2	26,5	27,5	27,8
Februari	22,4	24,4	22,8	33,6	32,4	35,2	26,7	27,3	27,1
Maret	21,8	24,7	23,0	35,2	33,7	35,4	27,6	28,2	27,6
April	22,5	24,8	23,6	35,5	33,8	35,4	27,9	28,4	28,0
Mei	22,8	24,7	23,4	36,0	33,9	36,2	28,2	28,0	28,1
Juni	23,0	24,3	23,1	36,7	33,9	36,4	28,5	28,2	28,4
Juli	22,2	24,7	23,2	36,8	34,4	36,1	28,7	28,5	27,8
Agustus	22,6	25,1	22,4	36,2	35,8	35,8	28,8	29,5	27,7
September	23,8	24,5	23,3	36,0	34,4	36,2	28,7	28,5	27,9
Oktober	21,3	24,4	23,9	35,5	33,4	35,7	28,1	27,8	27,8
November	23,0	24,4	22,7	34,0	32,5	34,4	27,1	27,1	27,4
Desember	22,6	24,2	23,2	34,8	31,7	34,2	27,6	27,3	27,4
Jumlah	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rata-Rata	22,5	24,5	23,1	35,3	33,5	35,5	27,9	28,0	27,7

Sumber: Stasiun Meteorologi Maritim Pontianak

Bulan	Suhu Udara (Derajat Celcius)								
	Minimum			Maksimum			Rata-rata		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020
Januari	24,4	23,2	24,0	31,5	34,1	33,1	27,0	27,2	27,1
Februari	24,2	23,2	23,6	32,8	34,0	33,2	27,3	27,2	27,3
Maret	24,3	23,3	23,4	33,1	35,7	35,0	27,7	28,2	27,9
April	24,7	23,0	24,3	33,6	36,4	35,2	28,0	28,2	28,1
Mei	24,4	23,0	24,0	33,2	37,1	35,4	28,3	28,9	28,3
Juni	24,4	22,9	23,6	33,6	37,0	35,4	28,0	28,0	27,2
Juli	25,2	22,8	22,4	34,5	35,6	34,5	28,8	28,3	27,7
Agustus	24,0	22,2	23,1	35,0	36,6	35,2	28,9	28,4	27,7
September	24,3	23,2	22,9	34,0	35,8	35,1	27,8	27,9	27,0
Oktober	24,0	22,0	23,5	32,4	34,3	35,2	27,0	26,9	27,5
November	24,3	23,2	23,6	32,2	35,1	34,3	27,1	27,4	27,1
Desember	24,1	23,6	23,6	31,7	32,8	34,2	26,8	26,9	27,3
Jumlah	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rata-Rata	24,4	23,0	23,5	33,1	35,4	34,7	27,7	27,8	27,6

Sumber: Stasiun Meteorologi Maritim Pontianak

LAMPIRAN II
Pengujian MGT pada siang hari



