

Analisa Rotor Cooling Air Temperatur Tinggi Dengan Menggunakan Metode RCFA Pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas

Mochammad Febrianza E.P.^{1*}, Deby Mardiansyah¹, dan Budi Santoso¹

¹ Program Studi Pembangkit Tenaga Listrik, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Abstrak

Rotor Cooling Air adalah suatu alat yang menghubungkan komponen pendingin GT yaitu Turbine Cooling Air dan Stage 1 GT. Saat uji heat rate, pada beban 220 MW terjadi kegagalan RCA Temperatur tinggi yang menyebabkan GT Run Back (operasi setengah beban). Penelitian ini bertujuan untuk investigasi kegagalan RCA Temperatur tinggi. Sampel dari penelitian ini berupa data CCR sebelum dan sesudah overhaul (MI). Hasil investigasi kegagalan RCA Temperatur tinggi dilampirkan menggunakan metode RCFA berupa Why-why Analysis. Penyebabnya dari pergantian Canyster Cilynder Filter di Intake Air Filter dari Donaldson A52030-CI yang pada pemakaiannya mengalami kenaikan Differential Pressure (DP) konstan 0.1 inH₂O /bulan sedangkan Infiltraco 9565 Series mengalami kenaikan DP sebanyak 0.2 - 0.3 inH₂O/bulan sampai data tercatat bulan terakhir April 2019 memiliki rata-rata DP sebesar 2,5 inH₂O GT sudah tidak menyentuh beban penuh untuk menjaga suhu pendinginan tetap pada rata-rata 235°C. Selanjutnya ada pada bukaan IGV dan CBV di bulan Januari dan Februari 2019, beban GT yang paling sering di operasikan daya pada beban 193 MW. Tercatat puncak temperatur rata-rata RCA di 216°C pada bukaan IGV 49.2 % dan bukaan CBV 0.7 % sedangkan yang terendah di beban 193 MW IGV 48 % dan CBV 0.4 % memiliki temperatur rata-rata Rotor Cooling Air 208°C. Yang terakhir penyebab kegagalan ada di pipe line TCA dan RCA kotor. Pada saat di cek di TCA Blow, partikel terbawa keluar selama 1 menit 30 detik. Permasalahan ini di jabarkan untuk mencegah terjadinya kondisi kegagalan RCA Temperatur Tinggi kedepannya.

Kata Kunci: RCA, Filter, IGV, CBV, Temperatur Tinggi

Abstract

Rotor Cooling Water is a device that connects GT cooling components, namely Turbine Cooling Air and Stage 1 GT. When the heat rate test, at a 220 MW load there is a high RCA Temperature failure that causes GT Run Back (half load operation). This study aims to investigate RCA failure in high temperatures. The sample from this study is CCR data before and after overhaul (MI). The results of a high temperature RCA failure investigation are attached using the RCFA method in the form of Why-why Analysis. The reason because the substitute of Canyster Cilynder Filter in the Air Intake Filter of the Donaldson A52030-CI which has a constant increase in Differential Pressure (DP) 0.1 inH₂O / month while the Infiltraco 9565 Series has a DP increase of 0.2 - 0.3 inH₂O / month until the data recorded last month April 2019 has an average DP of 2.5 inH₂O GT that hasnt touched full load to keep the cooling temperature fixed at an average of 235°C. Next is the IGV and CBV openings in January and February 2019, the GT load which is most often operated at 193 MW. The average peak temperature of RCA was 216°C at 49.2% IGV openings and 0.7% CBV openings while the lowest at 48% IGV load 48% and CBV 0.4% had an average temperature of 208°C Rotor Cooling Water. The last cause of failure is the TCA pipe line and dirty RCA. When checked at TCA Blow, the particles were carried out

* Corresponding author E-mail address: Febrian.putra10@gmail.com

for 1 minute 30 seconds. This problem is described to prevent the occurrence of RCA failure conditions High Temperature in the future.

Keyword: Rotor Cooling Air, Filter, IGV, CBV, Temperature High

1. PENDAHULUAN

PT. X memiliki kapasitas daya terpasang sebesar 740 MW, yakni 2 x 240 MW GTG dan 260 MW STG. Berkontribusi menyediakan listrik untuk negara sebesar 4 %. Didalam proses pengoperasian *Gas Turbine* difungsikan sebagai penyuplai listrik yang paling besar oleh karena itu ketersediaan dan kehandalan *Gas Turbine* serta komponen bantuannya harus dirawat dan dioperasikan sebaik-baiknya. Di dalam *Gas Turbine* terdapat komponen yang membantu mendinginkan bagian stage 1 pada *Gas Turbine*. Komponen tersebut adalah *Turbine Cooling Air* dan *Rotor Cooling Air*.

Turbine Cooling Air merupakan salah satu komponen penting yang berperan sebagai proses perpindahan panas dari pipa udara ke pipa gas dengan bantuan fluida udara yang dihasilkan dari motor dan fan di TCA. Keluaran pipa udara mengarah ke *Rotor Cooling Air* fungsinya untuk mendinginkan rotor dan stator turbin. Sedangkan keluaran pipa gas akan mengarah ke ruang bakar yang digunakan sebagai gas yang ber temperature dan ber tekanan. [1]

Permasalahan yang terdapat di PLTGU X adalah perbedaan temperatur pada poros pipa udara keluaran *Turbine Cooling Air* 215°C dan yang masuk *Rotor Cooling Air* memiliki temperatur 235°C. Oleh karena itu, perbedaan suhu pada pipa udara keluaran TCA dan masukan RCA dapat menyebabkan dampak buruk pada stator dan rotor pada *Gas Turbine* serta mengakibatkan beban *Gas Turbine* 1 tidak bisa mencapai maksimum di 240 MW. Maka dari itu proposal ini dibuat agar dapat membantu proses investigasi pada permasalahan yang terjadi di *Turbine Cooling Air* karena berdampak langsung terhadap stator dan rotor pada *Gas Turbine* 1.

Tujuan dari penulisan makalah ini:

1. Menentukan penyebab - penyebab *RCA Temperature High* dengan metode metode RCFA.
2. Menentukan besarnya pengaruh penyebab dari *RCA Temperature High* dengan metode *Why-Why Analysis*.

2. METODE

Investigasi

Pada proses investigasi mencari tahu apa penyebab *Rotor Cooling Air* bertemperatur tinggi. Investigasi ini dilakukan untuk mendapatkan data yang membantu proses penyelesaian masalah dan solusi yang terdapat pada GT 1.1, metode yang digunakan untuk investigasi pada *Rotor Cooling Air* bertemperatur tinggi adalah :

Metode RCFA

Pada tahap ini investigasi dilakukan dengan metode RCFA. Apa saja gejala yang menyebabkan di *Rotor Cooling Air* bisa tinggi. Data yang didapatkan akan disajikan untuk investigasi lebih lanjut dengan metode *Why-Why Analysis*. Pada RCFA tingginya temperatur *Rotor Cooling Air* akan di jabarkan dengan alur *Fault Tree Analysis* melalui dari faktor-faktor penyebab tingginya temperatur *Rotor Cooling Air*. [2]

Metode Why-Why Analysis

Pada tahap ini data-data penyebab dari tingginya temperatur *Rotor Cooling Air* akan dimasukkan kedalam *Why-Why Analysis*. Gejala-gejala yang didapatkan sebagai penyebab tingginya temperatur *Rotor Cooling Air* akan dilakukan analisis sebab dan akibatnya. Gejala-gejala tersebut akan di pampangkan dalam bentuk *Why-Why Analysis* dari setiap gejala tersebut akan dilakukan analisis penyebab dan akibatnya. Setelah mengetahui dampak yang berpotensi mungkin terjadi maka dibuat tindakan pencegahannya sehingga dapat meminimalkan kerusakan pada komponen untuk operasi selanjutnya. [3]

Data Air Inlet Differential Pressure

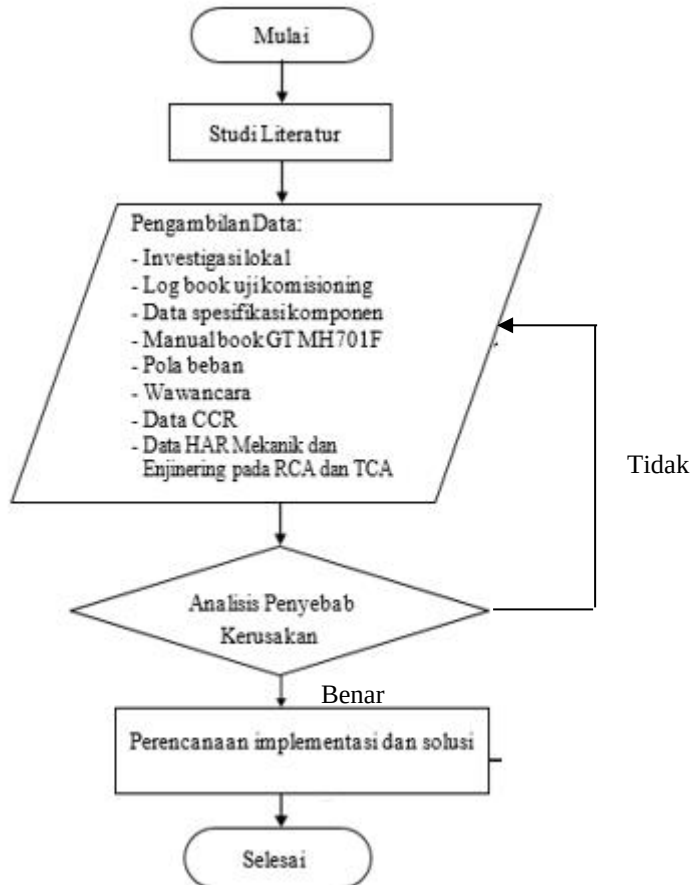
Data *Air Inlet Filter Diff. Pressure* adalah perbandingan inlet dan outlet pressure pada IAF. Data ini di ambil dari *Center Control Room* pada Log Book untuk *Gas Turbine* 1.

Data Temperature RCA

Data *Rotor Cooling Air* adalah data temperatur yang akan masuk ke stage 1 di *Gas Turbine* 1. Data ini diambil dari *Center Control Room* pada Log Book untuk *Gas Turbine* 1.

Data Buka an IGV dan CBV

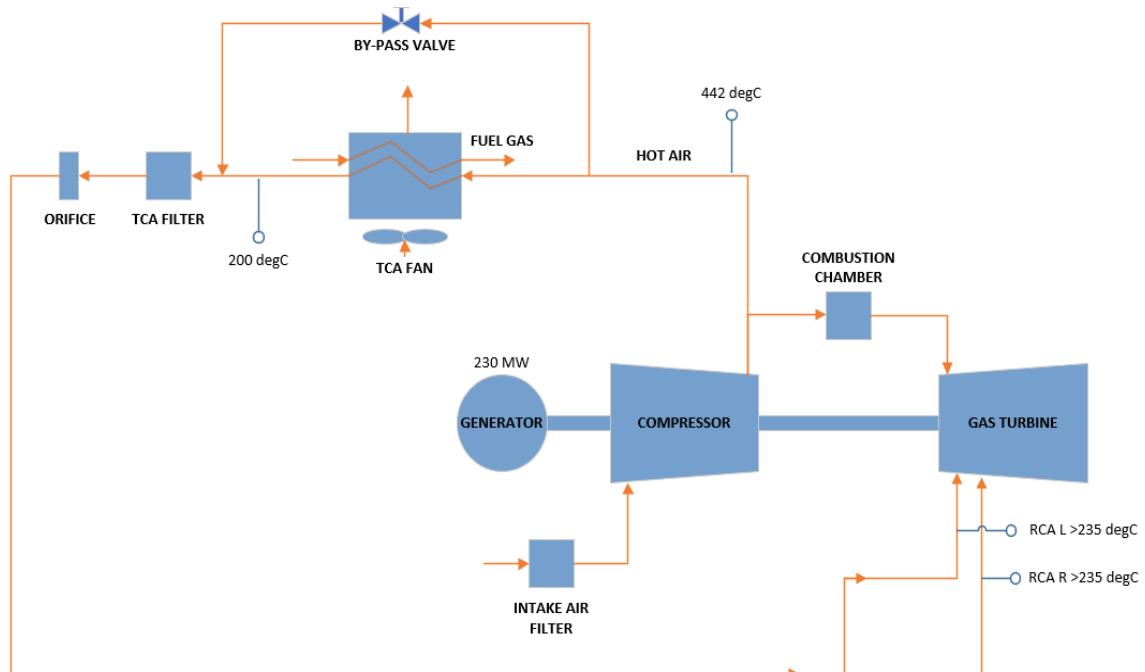
Data ini bertujuan untuk mengetahui apakah bukaan IGV dan CBV mempengaruhi kepada pipa udara yang masuk ke dalam TCA. Data ini diambil dari *Center Control Room* pada Log Book *Gas Turbine* 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

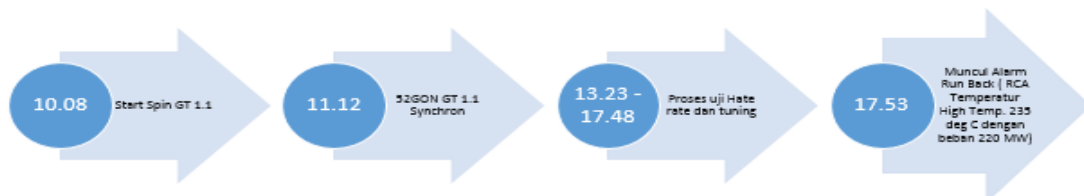
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kronologi Kejadian



Gambar 2. Diagram Alur Sistem Pendingin

Pada tanggal 18 Januari 2019 unit PLTGU X akan melaksanakan Tuning dan uji hate rate pasca MI GT 1 2018. Ketika awal pengujian heat rate dan tuning di beban rendah yaitu 60 MW sampai dengan 220 MW Gas Turbine 1 bisa beroperasi dengan normal dan tidak ada masalah, tetapi ketika melakukan uji hate rate dan tuning menuju beban maximum GT 1 terjadi gangguan RCA temperatur High yang mengakibatkan GT 1 Run Back karena telah menyentuh alarmnya di 235°C sehingga beban akan turun secara auto supaya temperatur RCA bisa turun lagi di bawah 235°C. Berikut kronologi seperti yang terlihat dalam gambar 1 di bawah ini.



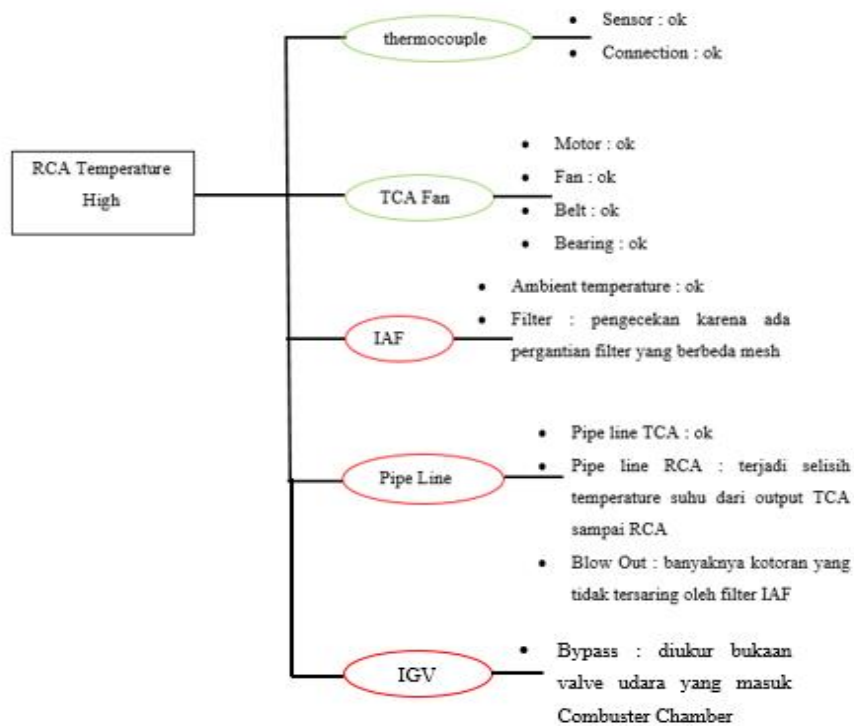
Gambar 3. Alur Kronologi Kejadian

Tabel 1. Data Log Book CCR 18-1-2018

Jam	Beban (MW)	Temperature RCA-L (°C)	Temperature RCA-R (°C)
03.00	50	158	159
06.00	50	157	157
09.00	50	154	154
12.00	-	-	-
15.00	-	-	-
18.00	219	229	230
21.00	239	234	235
24.00	240	234	235

Uji Heat Rate dan Tuning dilakukan pada pukul 13.23 – 17.48 maka dari itu Data Unit GT 1.1 pada pukul 12.00 dan 15.00 tidak terukur.

Analisa Kegagalan Penyebab RCA Temperature High dengan Metode RCFA



Gambar 4. Alur Diagram Penyebab RCA Temperature High

Mengkaji Penyebab Timbulnya RCA Temperature High dengan Metode Why-Why Analysis

Mengapa jenis filter yang berbeda mempengaruhi temperature RCA ?

Tabel 2 Spesifikasi Pemakaian Canyster Cylinder Filter PT. X sebelum dan sesudah OH

Filter	Infiltraco	Donaldson
Type	9565 series	A52030-CI
Pressure Drop (DP) after 3 years	2.2	1.8
Weight	12.13	13.18
Type of media material	Alhstrom	Carbon steel
Frame cell side	Galvanized	Carbon steel
Moisture resistance	100%	99%
Normal volume air flow	2.635 m^3/s	2725.7 m^3/s

Tabel 3 Data Filter Donaldson 10-1-2018

Jam	Daya (MW)	Air Inlet Filter Diff Pressure (inH ₂ O)	Compressor inlet Temp. (°C)	Compressor outlet Temp. (°C)	RCA Temp. Average (°C)
03.00	167	0.9	24,8	399	184
06.00	166	0.9	24,6	397	182
09.00	166	0.9	27,3	403	187
12.00	192	1,1	29,7	421	204
15.00	192	1,0	30,4	424	211
18.00	193	1,1	29,6	423	216
21.00	193	1,1	27,7	418	205
24.00	194	1,0	25,6	400	185

Tabel 4 Data Filter Donaldson 18-2-2018

Jam	Daya (MW)	Air Inlet Filter Diff Pressure (inH_2O)	Compressor inlet Temp.($^{\circ}\text{C}$)	Compressor outlet Temp.($^{\circ}\text{C}$)	RCA Temp. Average ($^{\circ}\text{C}$)
03.00	193	1,0	27,9	419	204
06.00	193	1,0	27,2	418	204
09.00	193	1,0	26,7	417	203
12.00	192	1,0	28,6	420	205
15.00	192	1,0	29,2	421	207
18.00	193	1,0	28,9	421	208
21.00	193	1,0	28,6	420	206
24.00	164	0,9	28,6	405	190

Pada pukul 18.00 pada tanggal 10-1-2018 dan 18-2-2018 memiliki selisih DP sebesar 0,1 inH_2O .

Tabel 5 Data Filter Infiltraco 18-1-2019

Jam	Daya (MW)	Air Inlet Filter Diff Pressure (inH_2O)	Compressor inlet Temp.($^{\circ}\text{C}$)	Compressor outlet Temp. ($^{\circ}\text{C}$)	RCA Temp. Average ($^{\circ}\text{C}$)
03.00	50	0,9	28,9	356	159
06.00	50	0,9	28,4	354	157
09.00	50	0,9	28,9	355	154
12.00	-	-	-	-	-
15.00	-	-	-	-	-
18.00	219	1,5	29,9	434	229
21.00	239	1,5	29,3	440	234
24.00	240	1,5	29,1	440	234

Tabel 6 Data Filter Infiltraco 18-3-2019

Jam	Daya (MW)	Air Inlet Filter Diff Pressure (inH_2O)	Compressor inlet Temp.($^{\circ}\text{C}$)	Compressor outlet Temp.($^{\circ}\text{C}$)	RCA Temp. Average ($^{\circ}\text{C}$)
03.00	238	2,1	28,9	442	237
06.00	239	2,1	28,4	441	235
09.00	240	2,1	27,5	440	234
12.00	237	2,1	29,8	443	235
15.00	236	2,1	29,9	443	236
18.00	237	2,1	29,1	441	235
21.00	237	2,1	28,7	441	234
24.00	239	2,1	28,3	440	233

Tabel 7. Data Filter Infiltraco 18-4-2019

Jam	Daya (MW)	Air Inlet Filter Diff Pressure (inH_2O)	Compressor inlet Temp. ($^{\circ}\text{C}$)	Compressor outlet Temp. ($^{\circ}\text{C}$)	RCA Temp. Average ($^{\circ}\text{C}$)
03.00	235	2,5	27,7	439	232
06.00	239	2,6	27,8	439	233
09.00	237	2,5	28,7	441	236
12.00	232	2,4	31,0	443	236
15.00	235	2,4	31,7	445	237
18.00	237	2,5	28,6	440	233
21.00	239	2,6	28,3	440	232
24.00	238	2,5	28,0	439	232

Data filter infiltraco memiliki kenaikan differential pressure inlet filter yang signifikan perbulannya terhitung dari bulan Januari 2019 pada saat permasalahan *Rotor Cooling Air Temperature High*. Pada Januari rata-rata differential pressure 1,6 inH_2O di beban 240 MW Filter Donaldson kenaikan DP perbulannya sebesar 0,1 inH_2O . Pada bulan Maret 2019 GT. 1 tidak dapat konstan pada full load 240 MW karena pada spesifikasi filter infiltraco harusnya differential pressure pemakaian selama 3 tahun sebesar 2,1 inH_2O akan tetapi pada pemakaian bulan ke 6 bulan besarnya DP sudah menyamai 3 tahun pemakaian. Pada bulan ke 7 pemakaian di April 2019 filter infiltraco rata-rata DP sudah sebesar 2,5 inH_2O melewati batas spesifikasi. Jadi pada kondisi

DP 2,5 in H_2O Gas Turbine sudah tidak menyentuh full load untuk menjaga suhu pendinginan tetap pada rata-rata 235°C.

Mengapa besar bukaan IGV dan CBV berpengaruh pada udara RCA ?

Hubungan *Combuster Bypass Valve* terhadap udara keluaran kompressor yang menjadi pendingin adalah, saat beban meningkat *Combuster Bypass Valve* terbuka mengikuti beban. Karena udara lebih dibutuhkan di *Combustion Chamber* untuk membantu proses pembakaran. Saat GT sudah mencapai kondisi Full Load maka udara yang dibutuhkan adalah udara pendinginan yang masuk ke GT untuk menjaga temperature didalam GT. Maka dari itu *Combuster Bypass Valve* menutup, untuk memaksimalkan udara pendingin yang masuk ke GT.

Tabel 8. Data Bukaan IGV dan CBV filter Donaldson 10-1-2018

Jam	Daya (MW)	IGV Position (%)	Combuster Bypass Valve Position (%)	RCA Temp Average (°C)
03.00	167	22.9	9.4	184
06.00	166	21.6	9.2	182
09.00	166	24.1	9.4	187
12.00	192	48.4	0.5	204
15.00	192	49.9	0.5	211
18.00	193	49.2	0.7	216
21.00	193	47.7	1.0	205
24.00	194	20.4	1.0	185

Tabel 9. Data bukaan IGV dan CBV filter Donaldson 20-2-2018

Jam	Daya (MW)	IGV Position (%)	Combuster Bypass Valve Position (%)	RCA Temp Average (°C)
03.00	193	47.3	0.4	204
06.00	193	46.5	0.5	204
09.00	193	46.1	0.6	203
12.00	192	47.7	0.8	205
15.00	192	48.0	0.4	207
18.00	193	48.0	0.4	208
21.00	193	48.1	0.5	206
24.00	164	23.8	0.5	190

Tercatat pada pukul 18.00 di bulan januari terjadi puncak temperatur rata-rata Rotor Cooling Air di 216°C pada bukaan IGV 49.2 % dan bukaan CBV 0.7 %. Di jam yang sama pukul 18.00 pada 20-2-2018 bukaan IGV 48 % dan CBV 0.4 dengan beban 193 MW memiliki temperatur rata-rata Rotor Cooling Air 208°C.

Mengapa Blow TCA Filter Mempengaruhi Temperature RCA ?



Gambar 5. Blow Out TCA Filter

Saat TCA Blow Out dibuka oleh operator, banyak partikel yang keluar yang durasinya cukup lama kurang lebih 1.30 menit. Kemungkinan terbesarnya banyak partikel yang sudah melewati filter TCA dan terbawa ke pin Turbin. Menghambat lajur udara yang berasal dari RCA.

4. KESIMPULAN

Analisa kegagalan *Rotor Cooling Air Temperature High* dengan metode RCFA dan Why-why Analysis di GT 1 bahwa yang paling memungkinkan menyebabkan kegagalan adalah :

1. hasil investigasi dan analisa penyebab kegagalan dengan menggunakan metode *Why-Why Analysis*. Filter Infiltraco 9565 series memiliki mesh filter yang lebih baik sehingga partikel yang masuk dapat diminimalkan, akan tetapi karena filter ini memiliki mesh yang bagus udara yang masuk juga berkurang ke dalam sistem itu dibuktikan dengan penambahan Differential Pressure (DP) yang signifikan (Sept. 2018-April 2019 2,5 inH₂O) dan Donaldson A52030-CI memiliki kualitas mesh filter dibawah Infiltraco, dibuktikan dengan rata-rata kenaikan DP 0,1 inH₂O perbulannya sejak pemakaian sehingga saat *Major Inspection* proses TCA Blow Out ditemukan partikel-partikel yang kemungkinan menyumbat *Pipe Line Rotor Cooling Air* yang mengarah ke *Gas Turbine 1*.
2. Analisa penyebab *Rotor Cooling Air Temperature High* karena posisi bukaan *Combuster Bypass Valve* terlalu besar mempengaruhi udara keluaran kompresor yang menjadi pendingin. Di buktikan dengan data pada filter Donaldson di bulan januari tercatat pada pukul 18.00 di bulan januari terjadi puncak temperatur *Rotor Cooling Air* di 216°C pada bukaan IGV 49.2 % dan bukaan CBV 0.7 %. Suhu terendah 200°C pada beban 193 MW tercatat pada bulan Februari pada pukul 24.00 dengan bukaan IGV 45.5 % dan CBV 0.6 %. Di jam yang sama pukul 18.00 pada 20-2-2018 bukaan IGV 48 % dan CBV 0.4 dengan beban 193 MW memiliki temperatur rata-rata *Rotor Cooling Air* 208°C. Jadi di jam yang sama 18.00 dengan beban 193 MW data *Combuster Bypass Valve* bulan januari dan februari memiliki selisih posisi sebanyak 0,3 % dan selisih temperatur sebanyak 8°C.

REFERENSI

1. MHI, Mitsubishi Heavy Industri Proprietary Information, Ohio: Ecodyne MRM, 2004.
2. J. F. N. D. S. & R. E. B. SIAM Pub, Reliability And Fault Tree Analysis, Conference On Reliability And Fault Tree Analysis, UC Berkeley, 1975.
3. A. Nugroho, "Why Why Analysis in Life," Shift Indonesia, Jakarta, 2018.