

OPTIMASI DAYA POMPA PENDINGIN AIR RADIATOR PADA GENSET 1500 KVA TYPE 4 TURBO ROCHARGED INTERCOOLED DENGAN BEBAN 1100 KW

Kuswara*), Iskendar**)

PT. Swadharma Griyasatya*, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi(BPPT)**)

Email: kuswarawara08@gmail.com, een.iskendar@mail.com

ABSTRAK

Pendinginan pada motor sangat dibutuhkan, karena tanpa pendinginan mesin dan komponen – komponennya akan mengalami *over heating*, sehingga menimbulkan panas dan mengakibatkan kerusakan berupa keausan yang akhirnya umur mesin dan komponen – komponennya tidak tahan lama. Permasalahan yang menjadi fokus, fungsi tekanan pompa air pendingin radiator pada genset 1500 KVA type 4 cycle Turbo rocharged Intercooled dengan beban 1100 KW, agar disaat menerima beban 90% tidak terjadi trip bertujuan juga dari pembahasan sistem pendingin ini adalah untuk mengetahui, memahami cara mengidentifikasi sistem tekanan pompa pendingin. Gangguan yang sering terjadi pada sistem tekanan pompa pendingin air radiator adalah kebocoran, gangguan dan kotoran yang mengendap sehingga aliran air tidak maksimal. Analisa gangguan diperlukan untuk mengetahui yang terjadi saat genset menerima beban 1100 KW dan temperatur diatas 90°C mesin genset memiliki toleransi temperatur kerja, dalam batas suhu itu mesin dapat bekerja secara optimal sehingga juga ke bahan bakar yang ideal. Agar jangan sampai terjadi *Overhead* dalam hitungan detik.

Kata Kunci: *Over Heating, Turbo rocharged Intercooled, Pendingin*

ABSTRACT

Cooling of the motor is needed, because without cooling the engine and its components will overhead. Causing heat and resulting in damage in the form of wear that ultimately the life of the engine and its components are not durable. The problem that becomes the fokus. The fungtion of the radiator cooling water pump on the 1500 KVA generator type 4 cycle Turbo Rocharged Intercooled with load of 1100 KW so that when receiving a 90 % load does not occur aims also from the diccusion of this cooling system is to know, understan how to indentifty the pump pressure pump system is leakage. interfrenc from the dirt that seatles so that water flow is not optimal. Distrubance analysys in needed to find out what happenens when the generator received a load of 1100 KW and temperatur above 90°C the engine generator set has a temperature work. The temperature limit that the engine can work optimally so that its also affects the ideal fuel. So as not overheat in the second.

Keywords: *Over Heating, Turbo rocharged Intercooled, Cooling*

I. PENDAHULUAN

Mesin Genset (Generator Set) banyak digunakan untuk membackup atau gedung – gedung bertingkat maupun operasional pabrik – pabrik disaat PLN padam. Supaya kinerja mesin yang stabil, diperlukan suatu perawatan yang intensif, terutama adalah sistem pendingin. Agar sistem pendingin berfungsi dengan baik temperatur kerja mesin dapat bekerja secara efisien.[1] Pendinginan bekerja secara sirkulasi pada cairan pendingin yang melalui pompa menuju sirip tabung menggunakan air sebagai media pendingin pada genset 1500 KVA dengan beban 1100 KW type 4 cycle turbo rocharged intercooled.[2] Pendingin juga menjaga suhu mesin genset berada pada *thermostat* yang

fungsinya menahan aliran air dari mesin menuju radiator dan aliran air akan berputar di dalam blok mesin saja saat suhu air mencapai 90°C katup *thermostat* akan otomatis terbuka lebar karena saat mesin sudah menjadi panas, air yang panas tadi mengalir masuk ke radiator untuk didinginkan. Selanjutnya air dari radiator yang telah dingin disalurkan oleh *water pump* menuju blok mesin dan katup *thermostat* akan terus membuka selama mesin panas dan menutup kembali saat suhu mesin berubah menjadi dingin. Perlu diingat bahwa mesin yang terlalu dingin atau di bawah suhu ideal kerja atau terlalu dingin hanya akan membuat detonasi, polusi yang berlebih dan boros bahan bakar efeknya *thermostat* harus dilepas karena sirkulasi air

pendingin tidak akan ada yang mengatur lagi menuju radiator saat operasional genset dalam beban dan suhu kerja.

Imbasnya mesin menjadi lebih lama untuk mencapai suhu kerja yang ideal. Radiator sendiri didesain untuk melepas panas yang dibawa oleh air radiator yang mana panas ini bersumber dari dalam mesin.[3] Air radiator akan masuk dan melewati banyak tabung-tabung yang disusun paralel dan dipisahkan oleh kisi-kisi satu dengan lainnya dan kisi-kisi ini berfungsi untuk mengambil panas dari tabung dan melepaskan ke udara. Informasi terperinci tentang properti udara tekan 1 atm.

Tabel 1. Properti udara pada tekanan 1 atm

Temp. (°C)	Density (kg/m³)	Specific Volume (m³/kg)	Dynamic Viscosity (kg/m·s)	Kinematic Viscosity (m²/s)	Prandtl Number	Thermal Conductivity (W/m·K)	Speed of Sound (m/s)
-100	0.8906	1.1228	1.511E-05	1.698E-05	0.710	0.01405	271.3
-75	0.9070	1.1024	1.480E-05	1.643E-05	0.708	0.01410	277.4
-50	0.9242	1.0819	1.450E-05	1.588E-05	0.706	0.01415	283.5
-25	0.9421	1.0613	1.420E-05	1.533E-05	0.704	0.01420	289.6
0	0.9600	1.0408	1.390E-05	1.478E-05	0.702	0.01425	295.7
25	0.9777	1.0203	1.360E-05	1.423E-05	0.700	0.01430	301.8
50	0.9953	1.0000	1.330E-05	1.368E-05	0.698	0.01435	307.9
75	1.0128	0.9797	1.300E-05	1.313E-05	0.696	0.01440	314.0
100	1.0302	0.9594	1.270E-05	1.258E-05	0.694	0.01445	320.1
125	1.0475	0.9391	1.240E-05	1.203E-05	0.692	0.01450	326.2
150	1.0647	0.9188	1.210E-05	1.148E-05	0.690	0.01455	332.3
175	1.0818	0.8985	1.180E-05	1.093E-05	0.688	0.01460	338.4
200	1.0988	0.8782	1.150E-05	1.038E-05	0.686	0.01465	344.5
225	1.1157	0.8579	1.120E-05	9.83E-06	0.684	0.01470	350.6
250	1.1325	0.8376	1.090E-05	9.28E-06	0.682	0.01475	356.7
275	1.1492	0.8173	1.060E-05	8.73E-06	0.680	0.01480	362.8
300	1.1658	0.7970	1.030E-05	8.18E-06	0.678	0.01485	368.9
325	1.1823	0.7767	1.000E-05	7.63E-06	0.676	0.01490	375.0
350	1.1987	0.7564	9.700E-06	7.08E-06	0.674	0.01495	381.1
375	1.2150	0.7361	9.400E-06	6.53E-06	0.672	0.01500	387.2
400	1.2312	0.7158	9.100E-06	5.98E-06	0.670	0.01505	393.3
425	1.2473	0.6955	8.800E-06	5.43E-06	0.668	0.01510	399.4
450	1.2633	0.6752	8.500E-06	4.88E-06	0.666	0.01515	405.5
475	1.2792	0.6549	8.200E-06	4.33E-06	0.664	0.01520	411.6
500	1.2950	0.6346	7.900E-06	3.78E-06	0.662	0.01525	417.7

Pada Tabel 1. bisa dikatakan bahwa mesin Genset memerlukan sistem pendingin yang mampu bekerja secara sinergi dengan sistem pembakaran dan sistem gerak mesin dibuat agar dapat bekerja pada temperatur normal setelah mesin beroperasi dan juga menjaga mesin dapat bekerja pada temperatur kerja. Temperatur genset bekerja karena operasional berlangsung dan adanya beban seimbang terjadi pada temperatur kerja 90°C. Agar terjadi pembakaran dan menghasilkan energi mekanis yang menggerakkan piston dan *crankshaft* untuk penyempurnaannya putaran roda gila (*flywheel*) diperlukan pemuangan udara untuk pembakarannya. Dimana temperatur kerja genset harus memenuhi standar kerja yang optimal. Dan konsumsi BBM yang tidak boros atau sesuai standar kapasitas genset itu sendiri. Bila terjadi perbedaan ukuran atau tidak sesuai terlalu dingin atau terlalu panas, maka kerja mesin tidak ideal bisa terjadi trip perlu operator yang handal bisa mengatasi apabila terjadi gangguan. Gagalnya pemuangan panas dari mesin ke udara peralatan genset akan mengalami aus karena suhu tinggi, maka pada generator akan langsung terjadi *shutdown* apabila sistem pendingin tidak berfungsi dengan baik, adapun sistem pendingin pada generator menggunakan bahan berupa H₂ (Hidrogen) yang dihasilkan oleh sebuah alat yang di sebut H₂ plant dan bagian utama dari system ini

Hydrogen generator dan *power supply* keduanya bekerja dengan input bahan berupa air murni dan tenaga listrik dengan operasional tanpa teliti star up akan mengakibatkan genset *shutdown* dengan parameter operasional harus di monitor untuk menjaga keamanan dan kemampuan operasi ada 24 kondisi yang menyebabkan genset *shutdown*.

Genset mengalami panas yang berlebih yang menyebabkan melebihi *temperature* kerja mengakibatkan terjadi genset trip di antaranya :

1. Habisnya Air Radiator

Harus selalu diperiksa setiap hari dan sebelum running melakukan penambahan air bersih jangan sampai volume air didalam radiator mulai berkurang dan dimonitor.

2. Penyebab terjadi kebocoran pada Sistem Pendingin Coolant

Dengan adanya permasalahan pompa air kurang optimal atau pipa bocor yang mengakibatkan air tidak dapat bersirkulasi dengan sempurna sehingga habis.

3. Terjadinya minyak pelumas habis

Minyak pelumas habis pada mesin diesel bisa terjadi kerusakan pada mesin karena fungsinya untuk mencegah dan mengurangi keausan yang timbul diakibatkan oleh kontak langsung permukaan logam satu dengan yang lainnya yang terjadi terus menerus untuk bergerak yang menyebabkan linier ataupun piston haus.

4. Putusnya Fanbelt

Untuk menghubungkan putaran mesin dengan kipas radiator yaitu fanbelt. Jika putus, menyebabkan kipas radiator tidak berputar mesin akan mengalami [4].

5. Cek keadaan tutup Radiator

Jika tutup radiator bermasalah, periksa tekanan udara di dalam radiator apakah berkurang karena ada bocor keluar [5,6]. Maka dari itu radiator cap yang buruk dapat juga menurunkan titik didih air pada radiator sehingga cepat menguap dan tidak terjadi pendinginan mesin yang diakibatkan energi listrik yang dihasilkan mengalami gangguan dan tidak stabil dalam performa kerja generator menurun bisa mengalami terjadinya trip. Disinilah peranan operator yang harus jeli dan sigap dari segala kemungkinan terjadi *overheating*.

6. Terjadinya sumbatan pada radiator akibat adanya kerak

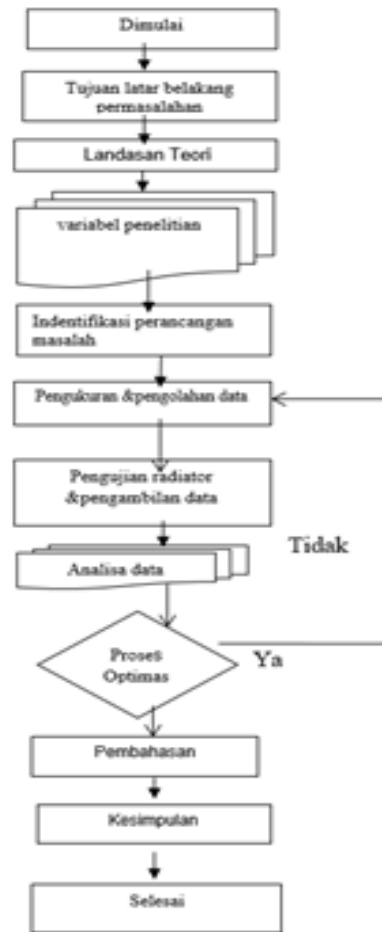
Terjadinya kerak pada radiator yang menyebabkan tersumbat aliran yang menghalangi kisi-kisi yang terjadinya panas yang berlebih mengakibatkan kinerja mesin tidak maksimal dan temperatur mesin naik, ketika mesin *turbocharger* bertindak seperti kipas berkecepatan sangat tinggi yang memaksa lebih banyak udara ke dalam mesin hingga 40 Psi, namun mesin akan tetap dapat diandalkan dan menghasilkan tenaga tiga hingga empat kali lipat dari diesel yang di sedot secara alami rasio kompresi mesin turbo diesel telah menurun hal ini disebabkan daya spesifikasi yang lebih baik dari perilaku emisi buanyang lebih baik dari *engine turbocharged* dengan rasio kompresi yang lebih rendah, mesin injeksi tidak langsung biasanya memiliki rasio kompresi 18,5 atau lebih tinggi maksimum *boost pressure* (relative) [7].

Dari permasalahan yang didapat maka bagaimana pengaruh tekanan air pendingin radiator pada genset 1500 KVA dengan beban 1100 KW *type 4 cycle Turbo recharged intercooled* terhadap suhu atau pendingin radiator dan bagaimana pengaruh tekanan pada pemanfaatan pompa instalasi radiator terhadap kinerja suhu genset 1500 KVA dengan beban 1100 KW *type 4 cycle Turbo recharged intercooled* yang ditunjukkan oleh parameter suhu atas timbulnya trip.

Penelitian ini menitik beratkan pada optimasi tekanan pompa air pendingin dengan beban 1100 Kw pada genset 1500 KVA *Type 4 Cycle Turbo Recharged Intercooled* uraian yang akan di bahas adalah :

1. Analisa Study dan laporan berkaitan dengan optimasi tekanan pompa air pendingin radiator agar cepat mencapai suhu yang diperlukan untuk operasional genset 1500 KVA *Type 4 Cycle Turbo Recharged Intercooled*.
2. Penelitian model optimasi tekanan pompa air pendingin dengan beban 1100 Kw pada genset 1500 KVA *Type 4 Cycle Turbo Recharged intercooled*.

II. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Metode Pengolahan Data

Perolehan data pada penelitian ini berdasarkan penelitian dan pengambilan data secara empiris dengan mengacu pada kaidah metode yang baku dengan acuan perolehan data dari beberapa variabel yang digunakan sebagai nilai perbandingan dalam statistik [8]. Variable juga dapat disebut sebagai atribut dari bidang keilmuan maupun kegiatan tertentu oleh karenanya disebut variabel karena ada variasinya.

Alat

Tabel 2. List Alat dan bahan yang dipersiapkan

No	Nama Alat dan Bahan	Karakteristik	Jumlah
1	Generator set(genset)	1500Kva/1500Hp	1 Unit
2	Temperatur Engine	40 - 120°C	1 Set
3	Handhobl	Rfm -2020	1 Unit
4	Lread bank	Kapasitas 2000 lca	1 Unit

Data Pengamatan Permulaan

Data pada kondisi pengujian engine sekarang hanya terdapat satu *Thermocouple* untuk membaca Suhu udara yang keluar dari *Intercooler* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Pengamatan Permulaan

No	Parameter	Standar	Unit	Hasil
1	Fluik Udara (Pemas - Ibar)	-	-	-
	a. Temperatur IN Radiator	Min. 50	°C	65
	b. Temperatur OUT Radiator	-	-	-
	c. Debit IN Radiator	-	-	-
2	Fluik Air (Persegi - Cold)	-	-	-
	a. Temperatur IN Radiator	-	-	-
	b. Temperatur OUT Radiator	-	-	-
	c. Debit IN Radiator	-	-	-
3	Diameter Pipa Udara IN - OUT	-	-	-
4	Diameter Pipa Air IN - OUT	-	-	-
5	Lama Area Pengalihan Panas	-	-	-
6	Type Tube-Fin	-	-	-
7	Jumlah Tube-Fin	-	-	-

aliran (0,025, 0,029, 0,035) m³/menit.[9]. Hanya pada 5 menit pertama dilakukan mengingat pertimbangan *safety simulator tester* yang digunakan objek penelitian seperangkat alat ukur berupa radiator tester yang digunakan dari beberapa komponen dan alat ukur yang terintegrasi dan merupakan hasil yang digunakan untuk mengambil data berdasarkan pengambilan data yang telah dilakukan terdapat pengaruh beban dan debit air terdapat *effectivitas* radiator dimana semakin meningkat beban yang diberikan load bank begitupun debit air semakin meningkat secara otomatis meningkat pula *effectivitas* radiatornya.

Tabel 4. Data hasil pengukuran

Waktu	Debit	T ₁	T ₂	P ₁	P ₂	Flow	Aliran	Kecepatan
menit	lpm	°C	°C	Bar	Bar	lpm	lpm	m/dt
000	0	65	65	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
001	0	65	65	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
002	0	65	65	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
003	0	65	65	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
004	0	65	65	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
005	0	65	65	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
006	0	65	65	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
007	0	65	65	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
008	0	65	65	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
009	0	65	65	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
010	0	65	65	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Penelitian

Genset yang digunakan kapasitas 1500 *KVA type 4 cycle Turbo rocharged intercooler* dengan beban yang digunakan Load bank, beban 50%, 75%, dan 90% dengan bukaan valve untuk sirkulasi pompa pendingin radiator 50%, 75%, dan 100 % pengambilan data ini dengan mengukur suhu disaat beban load bank mulai bekerja pada radiator suhu tersebut:

- T₁ = Temperatur air yang ke luar radiator
- T₂ = Suhu air yang masuk radiator
- t₁ = Tekanan udara (fan) sebelum melewati radiator
- t₂ = Suhu udara (fan) setelah melewati radiator

Pengukuran suhu T₁ dan T₂ dilakukan dengan menggunakan thermo air raksa sedang pengukuran suhu t₁ dan t₂ menggunakan thermo digital anemometer. Menghitung *effectifitas* radiator dengan rumus: pengambilan data secara keseluruhan Variasi beban genset dengan bukaan valve 50%, 75% dan 100% untuk variasi debit

Pengujian pengukuran kecepatan tekanan pompa pendingin air radiator

Dalam perhitungan dan pemilihan pompa diketahui debit aliran (Q) = 3 m³/jam, Fluida yang dialirkan adalah air dengan masa jenis = 1000 kg/ m³ diameter pipa 3 inchi Tekanan desain pompa (P) = 709,1 kpa kondisi aliran dalam pipa dengan ukuran sama dan terdapat beda ketinggian karena posisi valve 50%, 75% dan 100%. Di ketahui tekanan aliran fluida paada bukaan valve 50% yaitu 2,2 Bar atau 2,2 x 2,205 lbf = 4, 851

Perhitungan kecepatan aliran fluida disaat beban load bank 50% dan bukaan valve 50 %

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$= \frac{3,14 \cdot 4}{4} \times 0,0254^2 = 5,0645 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$V = \frac{4,851}{5,064} = 0,957 \text{ m/dt}$$

Perhitungan daya pompa disaat beban load bank 50% dan bukaan valve 50%

Daya yang dibutuhkan pompa kita bisa peroleh :

$$p = \frac{Q.H.P}{367.n} \dots kw$$

$$p = \frac{2,2 \times 40 \times 1}{367 \times 50\%} = 0,479 w$$

$$p = \frac{2,2 \times 40 \times 1}{270 \times 50\%} = 0,651 HP$$

Dari perhitungan diatas maka untuk memilih pompa air pendingin radiator dengan melihat debit aliran pompa diketahui debit air (Q) =3,2 m³ / jamt, fluida yang dialirkan adalah air dengan massa jenis (p =1000 kg / m³. Tekanan desain pompa (P) n= 709,1 kPa,

Hasil penelitian 3,2 x2.205 = 7.056 lbf

Kemudian:

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$A = \frac{\pi}{4} d^2 = \frac{3,14^4}{4} \times 0,0254^2 = 5,0645^{-4} m^2$$

$$V = \frac{7.056}{5,064} = 1.393m/dt$$

Perhitungan Daya Pompa Disaat Beban Load Bank 75% dan Bukaan Valve 75%

Daya yang dibutuhkan pompa kita bisa peroleh :

$$p = \frac{Q.H.P}{367.n} \dots kw$$

$$p = \frac{3,2 \times 40 \times 1}{367 \times 75\%} = 0,465 w$$

$$P = \frac{3,2 \times 40 \times 1}{270 \times 75\%} = 0,632 Hp$$

Dari perhitungan diatas maka untuk memilih pompa air pendingin radiator dengan melihat debit aliran pompa diketahui debit air (Q) =4,2 m³ lg t, fluida yang dialirkan adalah air dengan massa jenis (p =1000 kg / m³. Tekanan desain pompa (P) n= 709,1 kPa, hasil penelitian 4,2 x2.205 = 9.261 lbf

Kemudian:

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$A = \frac{\pi}{4} d^2 = \frac{3,14^4}{4} \times 0,0254^2 = 5,0645^{-4} m^2$$

$$V = \frac{9.261}{5,064} = 1.828m/dt$$

Perhitungan daya pompa disaat beban load bank 90% dan bukaan valve 100%

Daya yang dibutuhkan pompa kita bisa peroleh :

$$p = \frac{Q.H.P}{367.n} \dots kw$$

$$p = \frac{4,2 \times 40 \times 1}{367 \times 100\%} = 0,457 w$$

$$P = \frac{4,2 \times 40 \times 1}{270 \times 100\%} = 0,622 HP$$

Maka dapat dihasilkan perhitungannya seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Penelitian

No	Konsep Aliran Fluida	V debit m ³ /dt	Bukaan valve %	Perhitungan daya pompa w	Daya pompa dalam Hp	Beban Gawat %	Tekanan aliran, lb ()
1		5,0645	50	0,479	0,651	50	4,851
2		1,393	75	0,465	0,632	75	7,056
3		1,828	100	0,457	0,622	90	9,261



Gambar 2. grafik Hasil Penelitian

Dilihat dari gambar Grafik 2 bahwa di saat beban puncak atau 90 % terjadi trip karena temperatur langsung naik

IV. KESIMPULAN

Dari proses analisa dan pengukuran yang telah dilakukan menulis hal – hal yang menyangkut suatu kerja dari daya pompa pendingin radiator yang disaat genset beban 90% atau 1100 kw dari kapasitas 1500 KVA atau 1200 KW type 4 cycle Turbo rocharged intercooled terjadi trip dan temperatur di atas kerja radiator 90 °C yang dimana tekanan fluida beban 50% 0,957 m / detik dan daya pompa 0,497 w atau 0,651 Hp, $T_1 = 85\text{ }^\circ\text{C}$, $T_2 = 86\text{ }^\circ\text{C}$, $t_1 = 33\text{ }^\circ\text{C}$, $t_2 = 32,5\text{ }^\circ\text{C}$, pada beban 75%. 1,828 m / detik dan daya pompa 0,645 w atau 0,632Hp, $T_1 = 87\text{ }^\circ\text{C}$, $T_2 = 90\text{ }^\circ\text{C}$, $t_1 = 36\text{ }^\circ\text{C}$, $t_2 = 34\text{ }^\circ\text{C}$, pada beban 90%.. 1,828 m / detik dan daya pompa 0,457 w atau 0,622Hp, $T_1 = 92\text{ }^\circ\text{C}$, $T_2 = 99,4\text{ }^\circ\text{C}$, $t_1 = 38,8\text{ }^\circ\text{C}$, $t_2 = 34,2\text{ }^\circ\text{C}$. Disini mencerminkan terjadi perbedaan suhu pompa-pompa air 1 dan 2 yang memompakan air ke bagian bagian mesin yang diperlukan pendinginan dan kealat pendingin (Intercooler) ke radiator, Hanya sebagian dari energi yang terkandung dalam bahan bakar yang diberikan mesin dapat di ubah menjadi tenaga mekanik dan sebagian lagi tersisa sebagai panas yang di serap oleh bahan pendingin yang ada pada dinding – dinding tabung silinder. Melihat dari hasil perhitungan hal 63 yaitu $qr = 12,035$ dan $Qm = 14$ ini menunjukkan kondisi genset masih sehat karena nempet mesin dari pabrik yaitu 16 jadi masih di bawah kondisi yang sesuai nempet genset. Nempet tertera di lampiran- lampiran.

Jenis material radiator (tergantung nilai konduktifitas thermal K). Semakin tinggi nilai konduktifitas thermal akan semakin baik. Efisiensi dari design fisik radiator (seluruhnya tergantung dari kemampuan pabrikan) baik itu fasilitas mesin mempunyai konfigurasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Selatan, “C hampir mendekati temperatur panas mesin yaitu ± 90 ,” vol. 06, pp. 2–6, 2018.
- [2] O. Performa, G. Sebagai, C. Daya, and D. Di, “Optimasi Performa Genset,” vol. XIV, no. 1, 2017.
- [3] P. Seminar, N. Teknologi, R. Nuklir, and P. Tahun, “Kata kuncil: perbaikan, sistem pendingin, gemet BRV20 RSG-GAS,” 2016.
- [4] P. A. Ma’sudi, W. Pracoyo, F. Azharul, and W. Wilarso, “Analisis Pengaruh Kegagalan Sistem Pendingin Genset Caterpillar 3500 Series,” *J. Rekayasa Mater. Manufaktur dan Energi*, vol. 2, no. 2, pp. 131–139, 2019, doi: 10.30596/rmme.v2i2.3666.
- [5] P. P. Data, “(12) United States Patent,” vol. 2, no. 12, 2012.
- [6] E. Purwanto, “Motor Bakar Mesin konversi Energi.” http://edyp-purwanto.blogspot.com/p/blog-page_28.html.
- [7] C. D. Rakopoulos, A. M. Dimaratos, E. G. Giakoumis, and D. C. Rakopoulos, “Study of turbocharged diesel engine operation , pollutant emissions and combustion noise radiation during starting with bio-diesel or n -butanol diesel fuel blends.”
- [8] D. Arepally, S. Ravula, G. Malik, and V. Kamidi, “Mathematical Modelling, Energy and Exergy Analysis of Tomato Slices in a Mixed Mode Natural Convection Solar Dryer,” *Chem. Sci. Int. J.*, vol. 20, no. 4, pp. 1–11, 2017, doi: 10.9734/csji/2017/34878.
- [9] S. Takeuchi, O. Kurihara, and P. E. J. Richter, “United States Patent (19),” no. 19, 1979.