

MAINTENANCE KERUSAKAN CHECK VALVE POMPA DRAINAGE PUMP

Maintenance Damage to Check Valve Pump Drainage Pump

Ariska Purnama*, Yovan Witanto, Afdhal Kurniawan

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu

Jl. W.R. Supratman, Kandang Limun, Bengkulu, 38371

*) Email: ariskapurnama01@gmail.com

ABSTRACT

A drainage pump function is to pump water from the sump pit to the tail race. The drainage pump has a check valve to operate optimally. A check valve is a type of valve used in a piping system to prevent backflow, contamination between fluids, and isolating low-pressure areas or systems from high-pressure ones. One of the problems is the occurrence of blockages which result in damage to the check valve on the drainage pump. The purpose of this observation is to be able to find out the corrective maintenance process on the check valve in the Tes's Hydroelectric Power Plant, and to find out the effect of check valve damage on the reduction of electric power in the Hydroelectric Power Plant generator unit. At the time before maintenance was carried out on the check valve of the drainage pump, it made a decrease in electric power, thus corrective maintenance was carried out on the check valve on the drainage pump to maximize the electric power from the generator unit.

Keywords: check valve, PLTA Tes, Work Order

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik merupakan kebutuhan umum bagi masyarakat. Saat ini listrik dapat tersedia dari sistem distribusi tenaga listrik dari PT. PLN (persero). Indonesia memiliki sumber energi yang sangat melimpah seperti, panas bumi, batu bara, matahari, angin, dan air. Di Indonesia telah dikembangkan pembangkitan listrik baru terbarukan, karena pembangkit dengan menggunakan energi fosil suatu saat dapat tidak bisa beroperasi karena kebutuhan bahan bakar yang semakin berkurang. Salah satu pembangkit tenaga listrik yang berpotensi di Indonesia adalah pembangkitan listrik terbarukan. Terutama di PLTA Tes lebong, pengembangan sumber daya air merupakan salah satu *alternative* untuk memenuhi kebutuhan listrik di wilayah Bengkulu, tanpa merusak dan mencemari lingkungan [1].

PLTA adalah pembangkit listrik yang sangat ramah lingkungan dan alam dikarenakan PLTA bersifat bersih yang tidak mencemari lingkungan dibandingkan dengan pembangkit listrik jenis lainnya. PLTA Tes merupakan unit pembangkit yang berada di bawah naungan PT PLN (Persero) Sektor Pembangkit Bengkulu yang terletak di desa Turan Tiging Kecamatan Lebong Selatan Kabupaten Lebong Provinsi Bengkulu. Pembangkit ini memanfaatkan danau tes dari dua sumber yaitu air sungai ketahun dan air sungai pau. PLTA Tes ini terdiri atas pembangkit lama dan pembangkit baru, dimana untuk pembangkit lama pada tahun 1953 dengan daya terpasang 2 x 600 kWh. Untuk pembangkit baru yang diresmikan pada tahun 1991 yang berkapasitas sebesar 4 x 4400 kWh. Pada tahun 2014 pengoperasian unit baru dengan kapasitas 4400 kW, jumlah daya terpasang pada saat ini 23,200 Kw [2].

Di PLTA Tes terdapat 2 buah bak penampung atau *sump pit* dimana bak tersebut berfungsi sebagai penampung air *cooling water* setelah mendinginkan oli pada komponen turbin serta menampung air akibat adanya kebocoran pada pipa *spiral case* dan *sump pit* juga merupakan sekaligus *saptic tank* PLTA tes. Yang dimana terletak di bawah ruang pembangkit unit 3, 4, 5, dan 6. Tidak jarang terjadi kerusakan pada *check valvedrainage pump* yang membuat pompa *drainage* tidak dapat membuang air dari dalam *sump pit* menuju *tailrace* yang dapat mengakibatkan banjir di area pembangkit yang tentunya akan menimbulkan kerugian, dengan demikian laporan kerja praktik ini di buat untuk mengetahui penyebab kerusakan pada *ceck valve* dan *sop corrective maintenance*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pada tahun 1958 dilakukan renovasi akibat kerusakan yang diakibatkan oleh pembombardiran sentral pembangkit oleh tentara Jepang, dimana daya yang terpasang setelah renovasi menjadi 2 X 600 kW. Sedangkan unit kedua adalah PLTA Tes baru yang dibangun tepat di belakang gedung PLTA lama yang didirikan antara tahun 1986-1991 dengan daya terpasang 4 X 4400 kW, dan pada tahun 2014 ditambah satu unit dengan kapasitas 4400 kW, jadi total daya terpasang 23.200 kW. Saat ini daya listrik yang dibangkitkan oleh PLTA Tes digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik di Provinsi Bengkulu melalui jaringan transmisi 70 kV [3].

Secara geografis, PLTA Tes terletak di daerah perbukitan pada 3°16 LU dan 102° 25 BT yang dikelilingi oleh jajaran pegunungan Bukit Barisan dengan cadangan air yang cukup besar. PLTA Tes berjarak ±180 km sebelah utara kota Bengkulu membujur dari arah timur laut menuju barat daya tepatnya terletak di Desa Turan Tiging, Kecamatan Tes, Kabupaten Lebong, Provinsi Bengkulu, Sumatra [4].

2.1 Maintenance (Perawatan)

Maintenance adalah proses pemeliharaan atau perawatan terhadap sesuatu suatu objek atau serangkaian proses atau praktik yang bertujuan untuk memastikan pengoperasian mesin, peralatan atau aset lainnya yang bisa digunakan secara berkesinambungan dan efisien dalam jangka panjang [5]. Jenis jenis *maintenance* adalah sebagai berikut:

1. *Corrective maintenance*

Perawatan yang dilakukan setelah terjadinya kerusakan atau kelainan pada fasilitas atau peralatan sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik pada saat dilakukan *preventif maintenance*. Tindakan perawatan yang dilakukan biasanya berupa perbaikan atau reparasi [6].

2. *Preventive Maintenance*

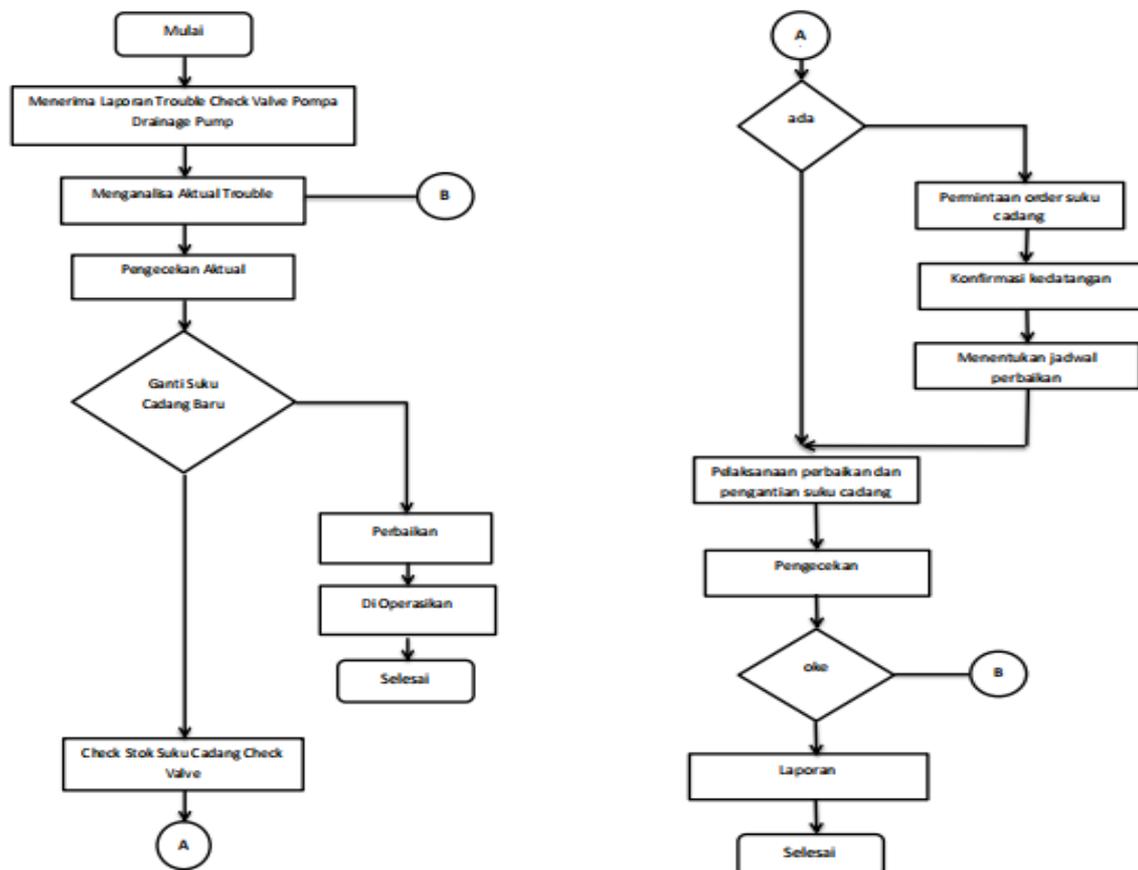
Pemeliharaan pencegahan adalah kegiatan pemeliharaan atau perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan yang tidak terduga dan menentukan kondisi atau keadaan yang menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu yang digunakan dalam proses produksi [7].

2.2 Check valve

Check valve merupakan tipe katup yang digunakan untuk mencegah aliran balik, kontaminasi antar fluida, hingga mengisolasi area atau sistem bertekanan rendah dari yang bertekanan tinggi. Mekanisme kerja *check valve* yaitu, ketika aliran fluida melewati *check valve* dengan arus yang searah maka *valve* akan terbuka dan begitu juga sebaliknya, jika ada aliran yang berlawanan arah yang melewati *valve* akan otomatis tertutup [8].

3. METODOLOGI

Diagram alir penelitian yang dilakukan meliputi melakukan tinjauan lapangan kemudian mencari studi literatur dan pengambilan data dilanjutkan hasil serta pembahasan dan kesimpulan dat dilihat pada gambar



Gambar 1 Diagram Alir

3.1 Objek Penelitian

Check valve merupakan sebuah alat yang digunakan pada sistim perpipaan di PLTA Tes yang digunakan untuk mengatur laju dan arah aliran mengalir ke satu arah saja dan mencegah adanya aliran balik (*back flow*). *Check valve* dapat di lihat sebagai berikut pada Gambar 4.



Gambar 2. *Check Valve*

Tabel 1. Spesifikasi:

Merek	GT
Tipe	<i>Swing</i>
Material	<i>Cast Iron</i>
Rating	10 Kg
Size	6 inch

3.2 Prosedur *Corrective Maintenance*

Corrective Maintenance merupakan kegiatan perawatan yang dilakukan untuk mengatasi kegagalan atau kerusakan yang ditemukan selama masa waktu *preventive maintenance*. Pada umumnya, *Corrective Maintenance* dikenal sebagai *breakdown* dan *run failure maintenance*. Pemeliharaan hanya dilakukan setelah peralatan atau mesin rusak.

3.2.1 Prosedur identifikasi kerusakan *check valve*

Identifikasi bahwa adanya kerusakan pada *check valve* adalah dengan melakukan pengamatan atau identifikasi pada level air di dalam *sump pit*, kondisi pompa drainage pump dan *tail race*.

1. Mengamati *sump pit*

Sump pit merupakan bak penampung yang sengaja dibuat untuk menampung air bekas pemakaian dari *cooling water* setelah mendinginkan komponen sebagai berikut : *sump tank* , *trust bearing*, *side bearing* dan *mechanical seal* dimana setelah air mendinginkan komponen – komponen tersebut selanjutnya air akan diarahkan menuju *sump pit* sebelum nantinya dipompa menuju *tail race*.

2. Mengamati pompa *drainage pump*

Drainage pump merupakan alat bantu yang digunakan PLTA Tes untuk memompa air dari dalam *sump pit* ke *tail race* . dalam pengamatan ini pompa *drainage pump* dapat menyala namun tidak dapat memompa air dari dalam *sump pit*.

3. Mengamati *tailrace*

Tailrace merupakan saluran pembuangan air yang telah melewati turbin yang selanjutnya kembali mengalir ke sungai semula. Di *tailrace* dapat di amati apakah pompa *drainage pump* dapat beroperasi dengan baik atau tidak dengan ditandai ada atau tidaknya air yang di buang melalui pipa *output drainage pump* menuju *tail race*.

3.3 Pengaruh faktor penyebab kerusakan *check valve*

Kerusakan *check valve* akan mempengaruhi keluaran daya listrik dari generator dimana kapasitas daya listrik yang di hasilkan oleh tiap generator di PLTA Tes adalah sebesar 4,4 Mw atau sebesar 4.400 kw. Hasil dari olah data keluaran daya listrik dari generator unit pembangkit unit 3,4,5 dan 6 di peroleh data sebagai berikut

1. Data daya listrik dari generator unit pembangkit, unit 3, 4, 5 dan 6 pada saat *maintenance*.

Data daya listrik dari generator unit pembangkit 3, 4, 5, dan 6 pada saat *maintenance* dimulai pada pukul 09:00 – 12:00, dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1 Data Daya Listrik Generator Sebelum *Maintenance*

Jam	Unit 3	Unit 4	Unit 5	Unit 6
	Daya (MW)			
09.00	3,0	3,0	3,7	3,6
09.30	3,0	2,9	3,7	3,6
10.00	3,0	2,9	3,7	3,6
10.30	3,0	2,9	3,7	3,6
11.00	3,6	3,3	3,7	3,7
11.30	3,5	3,3	3,7	3,7
12.00	3,5	3,3	3,7	3,7
Rata - rata	3,24	3,08	3,7	3,64

3.4 Pelaksanaan *maintenance check valve* menggunakan metode *corrective maintenance*

Di PLTA Tes sering mengalami penyumbatan pada *check valve* pada pompa *drainage pump* yang disebabkan oleh tersumbatnya *check valve* oleh sampah dan rusaknya *check valve* itu sendiri. Pelaksanaan *Maintenance Check Valve* di PLTA Tes dilakukan sesuai SOP. Standar Operasional Prosedur (SOP) pemeliharaan *check Valve* di PLTA Tes Ketika akan dilakukan *maintenance* pada *check valve*, sebelumnya terdapat *Work Order* yang dikirim dari OPHAR UPDK Bengkulu ke Tim Pemeliharaan yang ada di PLTA Tes. *Work order* berisikan informasi tentang objek teknis berupa lokasi, operasi, jadwal mulai, jadwal selesai, dan durasi yang diterima langsung oleh *Supervisor* Pemeliharaan PLTA Tes. Kemudian *Supervisor* tim pemeliharaan memerintahkan ke mekanik untuk melakukan *maintenance* pada *check valve*. Setelah melakukan *maintenance check valve* tersebut, mekanik melaporkan bagaimana kondisi dari *check valve* tersebut (*feedback*) ke *supervisor* lagi. Lalu, *supervisor* menuliskan *feedback* di *Work Order* tersebut untuk disetujui oleh manajer PLTA Tes. Pelaksanaan *maintenance check valve* adalah sebagai berikut:

1. Kepada tim operasi bahwa akan dilakukan perbaikan. Gunakan APD dan pastikan LOTO (*Lock Out Tag Out*) sudah terpasang, sehingga kenyamanan dan keselamatan kerja dapat terjamin.
2. Persiapan *Tool* dan material yang dibutuhkan : kunci kombinasi 30 mm dua buah dan kunci *shock* 24 mm dan *sling belt* 2 buah. Sikat baja, sekrap, *Crane* 1 unit.
3. Membuka celah dengan mengangkat plat penutup yang dirancang untuk mempermudah pekerjaan ketika ada jadwal perawatan dengan menggunakan alat bantu *crane* sebagai pintu keluarnya *check valve* supaya dapat dibersihkan dengan mudah. Setelah membuka plat untuk tempat keluarnya *check valve*, kemudian mengikat *sling belt* pada pipa pompa *drainage pump* dan membuka baut sambungan *flange* pipa yang terhubung ke pompa *drainage pump* dengan kunci ring pass ukuran 30 mm,
4. Proses selanjutnya adalah mengangkat pipa *check valve* dari dalam *sump pit* dengan menggunakan alat bantu *crane*
5. Setelah *check valve* terangkat langkah selanjutnya adalah Membuka baut pada *check valve* dengan menggunakan kunci kombinasi ukuran 24 mm
6. Membersihkan *filter* pada *check valve* dengan menggunakan alat bantu sekrap dan sikat
7. Memasang *check valve* yang baru pada *flange* pipa. Setelah pemasangan *check valve* yang baru, proses selanjutnya adalah pemasangan kembali dengan menggunakan alat bantu *crane*
8. Pemasangan kembali *check valve* pada pompa *drainage pump* dengan menggunakan
9. Setelah terpasang, proses selanjutnya adalah pengisian air sampai penuh pada pipa *check valve* melalui katup yang tujuannya agar bebas dari udara di dalam pipa
10. Setelah air terisi penuh pada pipa proses selanjutnya adalah menghidupkan pompa pada *control panel* secara manual
11. Proses selanjutnya adalah pengecekan apakah *check valve* dapat berfungsi yang ditandai dengan keluarnya air dari pipa output menuju *tail race*
12. Setelah pengecekan dan *check valve* dapat berfungsi proses selanjutnya adalah menutup kembali sekat pada *sump pit*
13. Setelah pekerjaan selesai langkah selanjutnya adalah membuat laporan ke pada operator bahwa pekerjaan telah selesai di laksanakan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengamatan

A. Pengamatan pada *sump pit*

Dari pengamatan yang telah dilakukan level air pada *sump pit* terus mengalami kenaikan dengan di tandai air sudah menyentuh permukaan *level swit* yang berada di dalam *sump pit* dapat dilihat pada gambar 3



Gambar 3. Pengamatan Pada *Sump Pit*

B. Hasil Pengamatan Pada Pompa *Drainage Pump*

Hasil identifikasi yang telah dilakukan didapatkan bahwa pompa *drainage pump* dapat beroperasi ketika air telah mencapai permukaan *level swit* yang paling atas, dimana pompa akan otomatis menyala. Dapat dilihat pada gambar 4 berikut.



Gambar 4. Pengamatan Pada Pompa *Drainage Pump*

C. Hasil Pengamatan Pada *Tail Race*

Dari hasil pengamatan yang dilakukan pada *tail race* diperoleh indikasi rusaknya *chek valve* pompa *drainage pump* yang di tandai dengan tidak adanya air yang keluar dari pipa *out put* saat kondisi pompa beroperasi, dapat dilihat pada Gambar 5.

4.2 Faktor Penyebab Kerusakan Pada *Check Valve*

Pada saat proses *maintenance* ditemukannya sampah yang menyumbat pada saluran *chek valve* sehingga *drainage pump* tidak dapat memompa air yang berada di dalam *sump pit*, dan juga kondisi *chek valve* yang sudah korosi akibat kondisi air yang tidak bagus atau sudah terkontaminasi akan mempercepat laju korosi pada komponen *check valve* dan berisiko terjadinya kebocoran pada *valve* dan pipa, sehingga air atau arus balik tidak dapat tertahan oleh *check valve* dengan itu kekosongan pada pipa akan terisi oleh udara atau biasa disebut *vacuum*, dapat dilihat pada Gambar 6.

4.3 Daya setelah *Maintenance*

Hasil pengamatan pada daya yang dihasilkan oleh pembangkit unit 3, unit 4, unit 5, dan unit 6 pada saat setelah *maintenance*. Dari data tersebut diperoleh rata-rata daya yang dihasilkan per unit dengan durasi jam yang sama dengan durasi *maintenance*. Data tersebut dapat dilihat pada Tabel berikut ini.



Gambar 5 Pengamatan Tail Race



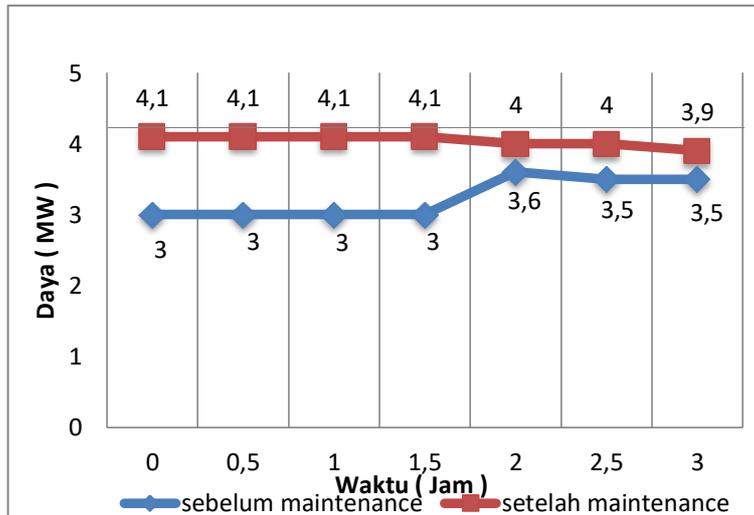
Gambar 6. Faktor Penyebab Kerusakan Pada Check Valve

Tabel 2 Daya listrik Setelah Dilakukan Maintenance

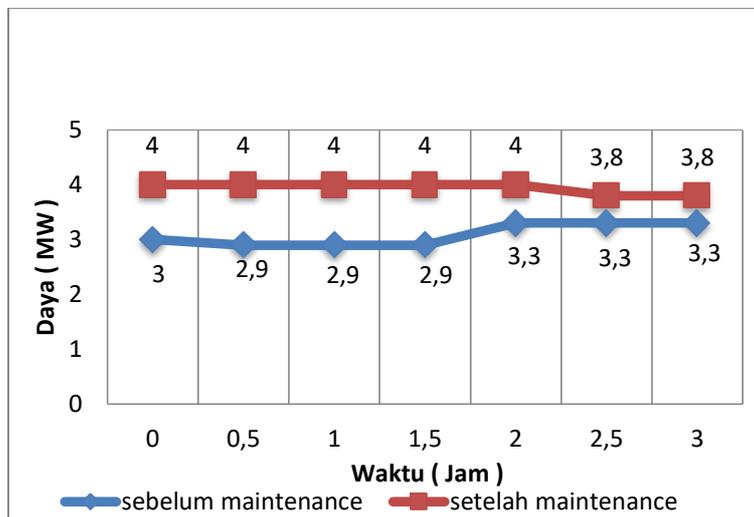
Jam	Unit 3	Unit 4	Unit 5	Unit 6
	Daya (MW)			
12.30	4,1	4,0	3,8	3,8
13.00	4,1	4,0	3,8	3,8
13.30	4,1	4,0	3,8	3,8
14.00	4,1	4,0	3,8	3,8
14.30	4,0	4,0	3,8	3,8
15.00	4,0	3,8	3,8	3,7
15.30	3,9	3,8	3,6	3,7
Rata rata	4,04	3,94	3,77	3,77

4.4 Perbandingan Daya listrik Sebelum Dan Sesudah Maintenance pada pembangkit unit 3, 4, 5, dan 6

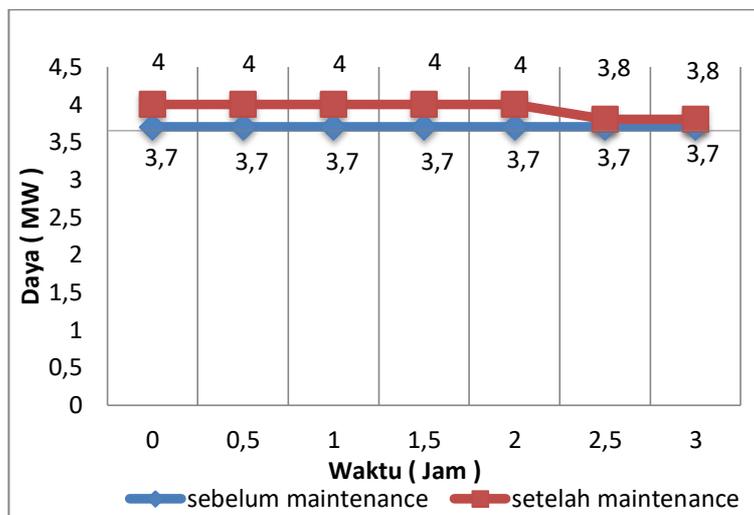
Grafik perbandingan daya sebelum dan sesudah maintenance didapatkan dari Tabel 2 dimana berisi data daya listrik sebelum dilakukan maintenance dan Tabel 4.1 yang berisi data daya setelah maintenance. Grafik perbandingan setiap unit yaitu dapat dilihat pada Gambar berikut. Perbandingan daya listrik sebelum dan sesudah maintenance pada Unit 3 dapat dilihat pada Gambar 7. Perbandingan daya sebelum dan sesudah maintenance pada Unit 4 dapat dilihat pada Gambar 8. Perbandingan daya listrik sebelum dan sesudah maintenance pada Unit 5 dapat dilihat pada Gambar 9. Perbandingan daya listrik sebelum dan sesudah maintenance pada Unit 6 dapat dilihat pada Gambar 10.



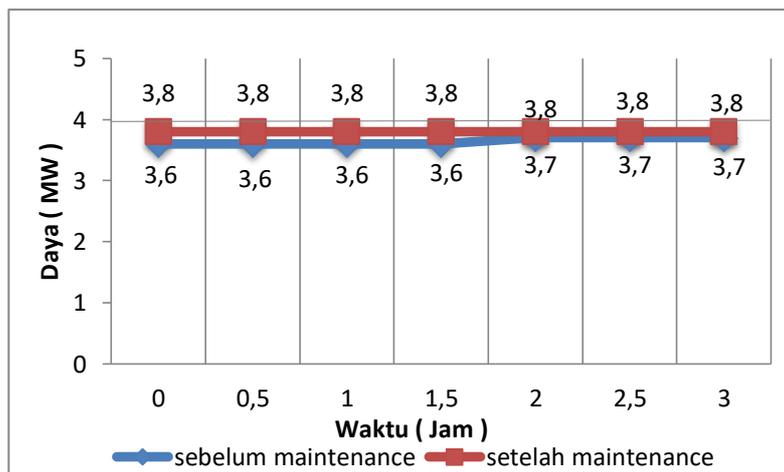
Gambar 7. Perbandingan Daya Unit 3 sebelum dan sesudah *maintenance*



Gambar 8. Perbandingan Daya Listrik Unit 4 Sebelum Dan Sesudah *Maintenance*



Gambar 9. Grafik Perbandingan Daya Listrik Unit 5 sebelum Dan Sesudah *Maintenance*



Gambar 10. Grafik Perbandingan Daya Listrik Unit 6 Sebelum Dan Sesudah *Maintenance*.

4.5 Pembahasan

Kerusakan *check valve* pada pompa *drainage pump* menyebabkan pompa *drainage pump* tidak dapat memompa air dari dalam *sump pit* menuju *tailrace*, sehingga level air dalam *sump pit* terus bertambah seiring beroperasinya unit pembangkit, dimana sistem pendingin pada komponen-komponen di PLTA tes, serta kebocoran yang ada pada sistem perpipaan contohnya kebocoran *mechanical seal* pada unit 5 akan diarahkan menuju *sump pit*.

Proses yang dilakukan sebelum melakukan *maintenance* terhadap *checkvalve* perlu terlebih dahulu mengidentifikasi bagian bagian yang berhubungan dengan kerusakan *check valve*, yaitu dengan mengidentifikasi level air pada *sump pit* kemudian mengidentifikasi kondisi pompa *drinage pump* dalam kondisi menyala, dan mengamati saluran *out put* dari pompa *drinage pump* yang diarah kan menuju *tail race* dan mengamati keluaran daya listrik dari generator.

Dapat dilihat pada grafik perbandingan daya listrik unit 3 secara keseluruhan mengalami kenaikan sebelum dan setelah *maintenance*, untuk setengah jam pertama satu jam dan satu setengah jam mengalami kenaikan daya sebesar 1,1 mW, untuk dua jam mengalami kenaikan daya sebesar 0,4 mW, untuk dua setengah jam mengalami kenaikan daya 0,5 mW, serta tiga jam mengalami kenaikan daya 0,4 mW. Pada hasil perbandingan daya listrik unit 4 secara keseluruhan mengalami kenaikan sebelum dan setelah *maintenance*, untuk setengah jam pertama satu jam dan satu setengah jam mengalami kenaikan daya sebesar 1,1 mW, untuk dua jam mengalami kenaikan daya sebesar 0,7 mW, serta dua setengah jam dan tiga jam mengalami kenaikan daya 0,5 mW.

Pada hasil perbandingan daya listrik unit 5 secara keseluruhan mengalami kenaikan sebelum dan setelah *maintenance*, untuk setengah jam pertama satu jam satu setengah jam, dan dua jam mengalami kenaikan daya sebesar 0,3 mW, serta dua setengah jam dan tiga jam mengalami kenaikan daya 0,1 mW. Pada hasil perbandingan daya listrik unit 6 secara keseluruhan mengalami kenaikan sebelum dan setelah *maintenance*, untuk setengah jam pertama, satu jam dan satu setengah jam mengalami kenaikan daya sebesar 0,2 mW, untuk dua jam ,dua setengah jam dan tiga jam mengalami kenaikan daya 0,1 mW.

Dari grafik perbandingan daya listrik keseluruhan mengalami kenaikan setelah dilakukan *corective maintenance* terhadap *check valve* pompa *drainage pump*, sehingga pompa *drainage pump* dapat memopa air dari dalam *sump pit* menuju *tail race*.

5. KESIMPULAN

1. *Corective Maintenance* pada *check valve* yang dilakukan di PLTA Tes dimulai dari mengidentifikasi hal-hal yang berhubungan dengan *corektivemaintenance check valve* yaitu mengidentifikasi level air pada *sump pit* dan mengidentifikasi kondisi mesin pompa *drainage pump*, pengamatan pipa *out put* pada pompa *drainage pump* yang di arahkan menuju *tail race* dan juga pengamatan daya keluaran dari generator apakah mengalami penurunan yang signifikan. Setelah adanya indikasi kerusakan pada komponen *checkvalve* langkah selanjutnya melakukan *corective manitenance* terhadap komponen *chek valve*.
2. Pengaruh rusaknya *chek valve* pada pompa *drainage pump* membuat daya listrik pada generator

mengalami penurunan dari kapasitas daya listrik dari generator sebesar 4,4 MW. Pada saat sebelum dilakukan *maintenance* terhadap *check valve* pompa *drainage pump* membuat penurunan terhadap daya listrik, dengan demikian dilakukan *corektive maintenance* untuk memaksimalkan daya listrik dari unit pembangkit (generator).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Lutfi and D. Sodik, "Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Air Di Bendungan Cipanas Sumedang," *J. Tek. Energi*, vol. 11, no. 2, pp. 18–23, 2022, doi: 10.35313/energi.v11i2.3534.
- [2] Ahmad, N. W. A., Projek, P. S., & Ekky, N. B. (2018, December). Pengaruh *Water Hammer* Terhadap Pipa dan *Check Valve* Pada *Discharge Pump* TPL 1-PM-002C (Studi Kasus PT. Pertamina TBBM Tuban). In *Proceedings Conference on Piping Engineering and its Application* (Vol. 3, No. 1, pp. 325-330).
- [3] Riwu, D. B., Pah, J. C., & Akoit, S. F. (2020). Pengaruh Variasi Jarak *Check Valve* Katup Limbah Terhadap Efisiensi Pompa Hidram. *Jurnal Fisika: Fisika Sains Dan Aplikasinya*, 5(1), 57-60.
- [4] Aditya, M. Y. (2021). Rancang Bangun Alat Penguji *Relay 220 Vac Portable* Pada *Cubicle Panel* Unit 6 PLTA Tes. *Jurnal Teknik Elektro Raflesia*, 1(1), 23-29.
- [6] Indrawan arik, 2021. Pengaruh kerusakan *gate valve* terhadap kinerja *colingwater system* pada unit 4 plta tes. Fakultas teknik universitas Bengkulu.
- [7] Kurniawan Sandi. 2021. Studi Operator Produksi Lisrik PLTA TES Turbin *Francis* unit 3. Fakultas Teknik. Universitas Bengkulu.
- [8] Setiyana, B., & Kurniawan, A. J. (2020). Investigasi Numerik Kekuatan Struktur *Check Valve ½" 9k Psi* Menggunakan *Finite Element Software*. *Majalah Ilmiah Momentum*, 16(2).