

Rekondisi Alat Uji Turbin Kaplan di Laboratorium Fluida, Termal dan Otomotif Polban

Haryadi¹, Ali Mahmudi², Redi Tian Kustiawan³

¹Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail : haryadi.polban@polban.ac.id

²Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail : alimahmudi@polban.ac.id

³Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail : redi.tian.tme19@polban.ac.id

ABSTRAK

Laboratorium Fluida, Termal dan Otomotif Politeknik Negeri Bandung terdapat alat bantu praktek turbin Kaplan, yang memiliki generator yang dimodifikasi dari motor 3 fasa dengan menambahkan kapasitor berkapasitas 600 W, dan pompa sentrifugal yang berfungsi mensirkulasikan air dengan daya motor nominal sebesar 7,5 kW. Pada alat tersebut terjadi kerusakan seperti kebocoran pada poros pompa dan poros turbin, adanya getaran yang cukup tinggi, kondisi alat instrumen yang kurang baik, kelistrikan tidak aman. Perlu rekondisi untuk memperbaiki kerusakan tersebut. Langkah-langkah yang dilakukan dalam rekondisi meliputi, evaluasi awal, pembongkaran, kemudian pembersihan komponen dan inspeksi atau evaluasi komponen untuk melakukan perbaikan sesuai dengan permasalahan yang terjadi, selanjutnya dilakukan proses perakitan, pengujian operasi dan pengujian kinerja pada alat uji turbin Kaplan. Dalam rekondisi tersebut terdapat pergantian poros, bantalan, *mechanical seal*, *oil seal* dan pergantian gasket. Setelah rekondisi, kerusakan seperti kebocoran pada poros pompa dan poros turbin dapat diperbaiki, Penurunan besaran amplitudo getaran yang cukup signifikan pada pompa dan turbin, kelistrikan telah aman serta efisiensi total tertinggi yaitu sebelum rekondisi 25,57% pada debit 0,030 m³/s meningkat menjadi 46,63% pada debit 0,032 m³/s. Peningkatan performansi pompa sebagai hasil dari rekondisi yang terlihat dari peningkatan debit maksimum.

Kata Kunci

Rekondisi, turbin kaplan, pengujian kinerja.

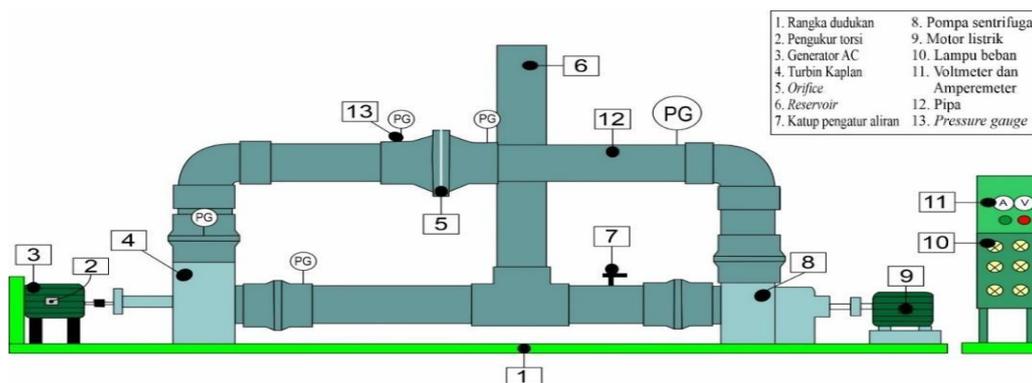
1. PENDAHULUAN

Turbin Kaplan merupakan salah satu jenis turbin air yang banyak digunakan dalam industri khususnya pada PLTA. Turbin Kaplan merupakan turbin tipe impeller yang dikembangkan dari turbin Francis sehingga turbin Kaplan dapat beroperasi pada head yang rendah dengan kapasitas aliran yang tinggi atau beroperasi pada kapasitas yang rendah karena impeller turbin Kaplan dapat diatur secara manual atau otomatis untuk merespon perubahan kapasitas.

Laboratorium Fluida, Termal dan Otomotif Politeknik Negeri Bandung memiliki alat uji yang mensimulasikan turbin air tipe Kaplan dengan menggunakan pompa sentrifugal dengan daya nominal motor sebesar 7,5 kW, pompa tersebut berfungsi sebagai penyedia head dan mensirkulasikan air ke alat uji turbin Kaplan, alat uji ini digunakan sebagai alat praktikum mahasiswa Jurusan Teknik Mesin untuk mengetahui penerapan mekanika fluida di PLTA dan agar mahasiswa mengetahui

karakteristik kinerja serta prinsip dari turbin Kaplan.

Saat ini kondisi alat uji turbin Kaplan mengalami berbagai macam masalah ketika dioperasikan dikarenakan pemakaian dalam jangka waktu yang lama sebagai alat praktikum. Oleh karena itu, harus dilakukan rekondisi agar umur pakai dan kinerja alat tersebut dapat meningkat. Permasalahan yang terjadi seperti kebocoran pada sistem pompa dan turbin, adanya getaran tinggi pada turbin, alat instrumen yang kurang baik serta instalasi kelistrikan yang tidak rapi dan tidak aman. Skematik alat bantu praktek tersebut terlihat pada Gambar 1. Diharapkan dengan dilakukannya rekondisi pada alat uji turbin Kaplan permasalahan yang terjadi bisa teratasi dan efisiensi total pada alat uji turbin Kaplan dapat meningkat.



Gambar 1. Skema alat bantu praktek turbin Kaplan

M. Lutfan Zharif Aqil (2018) telah melakukan kegiatan rekondisi alat uji turbin Kaplan dengan mengatasi sistem mekanik. Metode yang dilakukan yaitu perbaikan dan *overhaul* pompa sentrifugal dan turbin. Dengan mengganti poros pompa menggunakan ST 60, setelah rekondisi permasalahan sistem mekanik teratasi dan peningkatan efisiensi total sistem dari 28-30 persen menjadi 30-40 persen.[1] Dzaka Lanaa (2018) telah melakukan perbaikan pada sistem pompa sentrifugal, katup dan pemasangan *inverter*. Dengan memasang inverter putaran motor pompa dapat diatur sehingga debit air pada sistem turbin Kaplan dapat variatif mengikuti putaran pompa [2].

Meirza Muhtadin (2017) Melakukan rekondisi di PT. Pupuk Kujang Cikampek dengan objek utama pompa sentrifugal *between bearing* (3003 j). Metode yang dilakukan yaitu perawatan korektif, yang berfokus pada analisa kerusakan dan evaluasi [3].

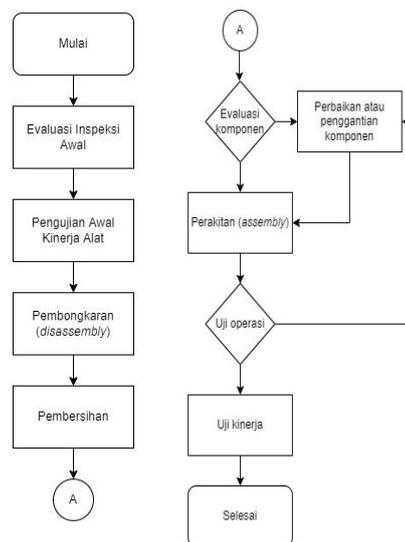
Berdasarkan penjelasan karya ilmiah sejenis diatas dapat digunakan untuk pijakan dalam pemecahan masalah pada kegiatan tugas akhir ini dan bahwa rekondisi pada alat uji turbin Kaplan sudah pernah dilakukan, namun alat uji turbin Kaplan kembali mengalami kerusakan, oleh karena itu penulis melakukan kembali rekondisi sistem mekanik pada alat uji turbin Kaplan

Laboratorium Fluida Termal dan Otomotif di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bandung memiliki alat uji turbin Kaplan, yang digunakan untuk kegiatan praktikum mahasiswa khususnya Jurusan Teknik Mesin, pada mesin ini mahasiswa mempelajari bagaimana prinsip dasar kinerja pada turbin air tipe Kaplan. Bagian-bagian dari alat uji turbin Kaplan ditunjukkan pada Gambar 1.

Alat uji turbin Kaplan memiliki beberapa komponen utama, yaitu turbin Kaplan, pompa sentrifugal, motor induksi dan panel penerima daya. Alat uji turbin Kaplan ini mengalirkan air dengan cara disirkulasikan oleh pompa sentrifugal yang digerakkan oleh motor listrik tiga fasa dan alat uji ini memiliki head yang kecil, head turbin adalah 6 meter.

2. METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penyelesaian masalah penelitian ini secara deskriptif terlihat pada Gambar 2. Terdapat beberapa tahapan yang akan dilakukan yaitu evaluasi awal, pengujian awal kinerja alat, pembongkaran, pembersihan, evaluasi komponen, perakitan, uji operasi dan uji kinerja.



Gambar 2. Diagram alir

2.1 Evaluasi Awal

Tahap evaluasi awal terdiri dari evaluasi atau inspeksi alat uji dengan cara visual, inspeksi getaran dengan *vibscanner* dan inspeksi geometrik serta pengujian kinerja sebelum

proses rekondisi untuk membandingkan kegiatan sebelum dan sesudah dilakukannya proses rekondisi pada alat uji turbin Kaplan. Hasil evaluasi awal alat bantu praktek dapat dilihat pada Tabel 1 sampai Tabel 3.

Tabel 1. Hasil evaluasi awal sistem

Bagian	Hasil	Remark
Pompa sentrifugal	Terdapat kebocoran pada <i>volute</i> bagian dalam	Perlu pemeriksaan pada bagian dalam pompa
Kebocoran pada turbin	Terdapat kebocoran pada piringan bantalan	Perlu pemeriksaan pada bagian dalam turbin
Kesejajaran kopling motor dengan pompa	Terdapat celah cukup besar antara kopling	Perlu dilakukannya kesejajaran pada kopling
Getaran pada pompa dan turbin	Terdapat getaran yang melebihi standar pada beberapa titik.	Dilakukan pemeriksaan lebih lanjut
Kondisi Alat instrumen	Selang pada <i>pressure gauge</i> sudah kotor karena adanya kerak karat logam, dan keras.	Perlu penggantian komponen
Kondisi kabel kelistrikan	Membahayakan karena sudah mengelupas dan tidak rapi	Perlu penggantian komponen

2.2 Evaluasi Komponen

Evaluasi komponen dilakukan dengan cara pengecekan langsung pada setiap komponen, evaluasi komponen dilakukan agar dapat mendiagnosis kerusakan yang terjadi pada alat uji turbin Kaplan, proses pengecekan dilakukan secara visual, jika komponen tersebut rusak maka akan diperbaiki atau diganti dan jika masih baik maka akan lanjut tahap perakitan.

Tabel 2. Hasil evaluasi awal pompa

Nama Komponen	Metode Pemeriksaan	Hasil	Remark
Kopling	Visual	Baik	

<i>Gasket</i>	Visual	Rusak	Ganti
Rumah bantalan	Visual	Baik	
<i>Casing volute</i>	Visual	Baik	
Penutup <i>casing</i>	Visual	Baik	
<i>Volute</i>	Visual	<i>Gland packing</i> rusak	Ganti
<i>Impeller</i>	Visual	Baik	
Poros	Visual	Terkorosi, bocor	Ganti
Bantalan	Visual dan dimensional	Rusak	Ganti
Dudukan	Visual	Baik	
Mur	Visual	Rusak	Ganti

Tabel 3 Hasil evaluasi awal turbin - generator

Nama Komponen	Metode Pemeriksaan	Hasil	Remark
Kopling turbin dan generator	Visual	Terdapat gap	Perbaiki
Baut Kopling	Visual	Berkarat dan ulir rusak	Ganti
Piringan bantalan	Visual	Baik	
Bantalan	Visual	Rusak	Ganti
Baut pengunci piringan bantalan	Visual	Rusak	Ganti

Pemeriksaan panel listrik dilakukan secara visual. Hasilnya menunjukkan bahwa panel tidak seimbang dan jalur kabel tidak rapi. Perbaikan panel kelistrikan dilakukan dengan cara memodifikasi panel dengan menambahkan plat pada panel kelistrikan untuk memasang terminal blok 30 A, memindahkan posisi kotak panel yang terlalu tinggi dan mengecat ulang rangka panel kelistrikan, hasil dari perbaikan panel kelistrikan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah proses rekondisi selesai, selanjutnya dilakukan uji operasi dengan melakukan tes *running* untuk memastikan kegiatan rekondisi berjalan baik. Hasil dari uji operasi dapat dilihat pada Tabel 4.

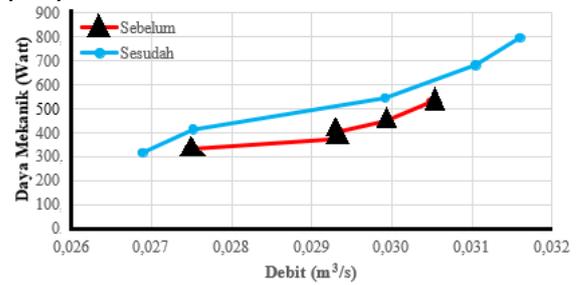
Tabel 4 Hasil uji operasi

Parameter Pemeriksaan	Hasil	Standar	Remark
Kebocoran pada pompa	70 tetes/menit	60-100 tetes/menit [4]	Baik
Kebocoran pada turbin	Tidak ada		Baik
Alignment kopling pompa – motor.	Rata-rata <i>offset</i> horisontal 0,01 mm, vertikal 0,006 mm	<i>Offset</i> horisontal = 0,1 mm <i>Angular</i> = 0,08 mm	Baik
Alignment kopling turbin - generator	<i>Offset</i> horisontal 0,04 mm, vertikal 0,03 mm	<i>Offset</i> = 0,1 mm <i>Angular</i> = 0,08 mm	Baik
Amplitudo Getaran	turun pada Seluruh titik pengukuran	<i>Max limit</i> 4,5 mm/s	Baik
Instrumen	Tidak ada kebocoran		Baik
Kabel kelistrikan	Rapi, seimbang		Baik

Uji kinerja dilakukan setelah uji operasi dinyatakan baik dan alat uji dapat beroperasi secara normal. Pengambilan data ini dilakukan dengan variasi 5 bukaan katup.

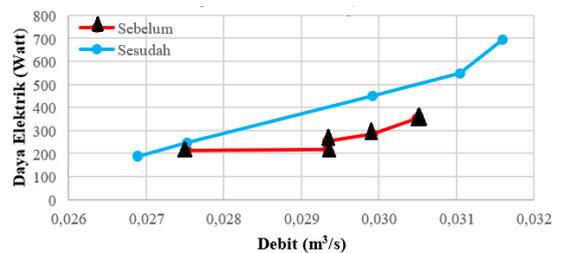
Hasil Pengujian kinerja didapatkan bahwa setelah dilakukannya rekondisi daya mekanik dapat meningkat dikarenakan putaran pada poros turbin seiring bertambahnya debit putarannya semakin cepat dibandingkan dengan sebelum dilakukannya rekondisi. Grafik daya mekanik dapat dilihat pada Gambar 3. Dari gambar tersebut terlihat bahwa daya mekanik pada debit 0,030 m³/s meningkat dari 528,28 watt menjadi sekitar 650 watt (interpolasi). Peningkatan daya mekanik juga terjadi pada debit-debit yang lebih rendah. Bahkan pada bukaan katup maksimum terjadi peningkatan debit sehingga daya mekanik maksimum juga meningkat dari 528,28 watt menjadi 795,94 watt. Peningkatan debit pada bukaan katup maksimum

disebabkan oleh peningkatan performansi pompa.

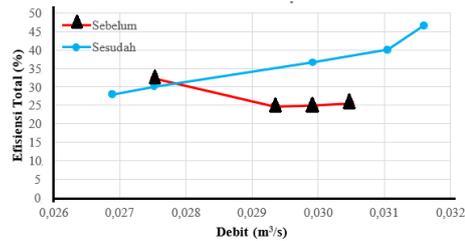


Gambar 3. Daya mekanik sebelum dan sesudah rekondisi

Dari hasil pengujian juga diketahui daya elektrik meningkat sudah dilakukannya rekondisi. Seiring bertambahnya debit semakin besar daya yang dihasilkan dan nyala lampu beban lebih terang. Hal ini karena setelah rekondisi rugi-rugi mekanik berkurang, sehingga daya elektrik lebih besar dibanding dengan sebelum rekondisi. Bila dibandingkan dengan grafik daya elektrik pada pengujian pada awal instalasi [5] juga terdapat peningkatan. Hal ini kemungkinan dikarenakan pada waktu pengujian awal instalasi masih terdapat banyak kekurangan seperti kurang baik dalam *alignment*. Grafik perbandingan daya elektrik sebelum dan sesudah rekondisi dapat dilihat pada Gambar 4. Dari gambar tersebut terlihat bahwa daya elektrik pada debit 0,030 m³/s meningkat dari sekitar 351 watt menjadi sekitar 500 watt (interpolasi). Peningkatan daya elektrik juga terjadi pada debit-debit yang lebih rendah. Bahkan pada bukaan katup maksimum terjadi peningkatan debit sehingga daya mekanik maksimum juga meningkat dari 351 watt menjadi 693 watt.



Gambar 4. Daya elektrik sebelum dan sesudah rekondisi



Gambar 5. Efisiensi total sebelum dan sesudah rekondisi

Dari kedua perbandingan diatas dapat dikombinasikan dalam bentuk perbandingan efisiensi total. Efisiensi total tertinggi sesudah rekondisi yaitu 46,63% pada debit 0,032 m³/s, dibandingkan dengan sebelum rekondisi efisiensi total tertinggi yaitu 25,57% pada debit 0,030 m³/s, sebagaimana terlihat pada Gambar 5. Dapat disimpulkan bahwa pada rekondisi ini efisiensi total meningkat sekitar 21,06%. Dan pada sebelum dilakukan rekondisi efisiensi total semakin turun seiring bertambahnya debit hal ini dikarenakan terdapat rugi-rugi mekanik yang besar akibat kerusakan bantalan pada turbin yang mempengaruhi daya elektrik sehingga ketika daya mekanik besar maka daya elektrik yang dihasilkan kecil.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari pembahasan di atas dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

- 1 Hasil dari evaluasi awal pada alat uji turbin Kaplan dengan menggunakan metode pemeriksaan visual, getaran dan geometris didapatkan hasil yaitu pompa sentrifugal mengalami kebocoran pada bagian masuk poros ke *volut* dikarenakan kerusakan *gland packing* dan keausan poros, turbin Kaplan mengalami kebocoran disebabkan karena kerusakan pada *mechanical seal*, *oil seal* dan bantalan, getaran yang melebihi batas toleransi dengan rata-rata nilai amplitudo berkisar antara 3,77 mm/s – 13,40 mm/s, adanya *misalignment* kedua kopling dengan rata-rata pengukuran *misalignment* pada kopling motor-pompa 0,06 mm dan kopling turbin-generator 0,86 mm, kondisi selang instrumen mengalami kebocoran dan mudah robek menyebabkan ketidakakuratan pembacaan tekanan pada *pressure gauge* dan sistem kelistrikan yang tidak rapi dan tidak aman.
- 2 Langkah-langkah yang dilakukan pada rekondisi alat uji turbin Kaplan yaitu

evaluasi awal dengan metode pemeriksaan visual, getaran menggunakan *vibrometer*, inspeksi geometrik (pengukuran *misalignment*), selanjutnya menentukan komponen yang harus dilakukan proses pembongkaran, selanjutnya dilakukan proses pembersihan komponen terkait menggunakan zat kimia atau non kimia dilanjutkan evaluasi komponen, perakitan, pengujian operasional dan pengujian kinerja.

- 3 Hasil dari uji operasi berdasarkan kerusakan-kerusakan yang timbul dapat dikatakan baik ditunjukkan dengan kebocoran pompa sentrifugal masuk standar tetesan *gland packing* yaitu 70 tetes/menit, tidak adanya kebocoran pada turbin Kaplan, getaran mengalami penurunan pada beberapa titik walaupun tidak semua titik berada dibawah batas toleransi, rata-rata nilai amplitudo getaran berkisar antara 3,3 mm/s – 11,2 mm/s, hasil nilai rata-rata *misalignment* pada kopling motor-pompa 0,006 mm dan kopling turbin generator 0,03 mm, tidak adanya kebocoran pada alat instrumen dan sistem kelistrikan sudah rapi dan aman.
- 4 Setelah dilakukan rekondisi terdapat peningkatan daya mekanik, daya elektrik dan efisiensi total. Sebelum dilakukan rekondisi efisiensi totalnya yaitu berkisar antara 24,70 % - 32,20 % dan efisiensi setelah dilakukan rekondisi yaitu 27,96 % - 46,63 %, kenaikan efisiensi tersebut terjadi karena rugi-rugi mekanis yang sebelumnya timbul sudah teratasi.
- 5 Terdapat peningkatan performansi pompa sebagai hasil dari rekondisi yang terlihat dari peningkatan debit maksimum.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aqil, M Luthfan Zharif, “*Rekondisi Sistem Mekanik Alat Uji Simulasi Turbin Kaplan*”, Bandung : Program Studi Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bandung, 2018
- [2] Lanaa, Dzaka, “*Perbaikan, Modifikasi Pengatur Putaran dan Debit dan Pengujian Kinerja Alat Uji Simulasi Turbin Kaplan*”, Program Studi Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bandung, 2018
- [3] Muhtadin, Meirza, “*Perawatan Korektif Pompa Sentrifugal Between Bearing di PT. Pupuk Kujang Cikampek*”, Jurusan Teknik

Mesin Fakultas Teknik Universitas Pasundan
Bandung, 2017

- [4] Flitney, Robert, "*Seals and Sealing Handbook* (Sixth Edition)".Oxford, UK : Elsevier, 2014.
- [5] Haryadi, Deni Mulyana, "*Pengujian Runner Turbin Propeler yang Dibuat Menggunakan CNC*", Bandung : Jurnal Metrik POLBAN No. 1 Vol. 6.