

RANCANG BANGUN TURBIN UAP PADA MAKET PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP

¹Muhamad Rizky Septianto, ²Massus Subekti, ³Daryanto

^{1,2,3}Teknik Elektro, Fakultas Teknik, UNJ, Jalan Rawamangun Muka, Jakarta, 13220

Email : muhamadrizkyseptianto@gmail.com

Abstract

The purpose of this study was to produce a prototype steam turbine at maket power plant steam generator torque that can play. The research method used in this research is descriptive analysis by type of engineering. Steam turbine is a Primemover that converts potential energy into mechanical energy in the form of rotation of the turbine shaft. Steam turbine constructed dimensions turbine type used single stage impulse turbine, turbine disc diameter of 33mm, the amount of movement of the blade 30 pieces, the distance between the blade 14,6mm, radius 2,63mm blade, the type of nozzle used convergent, area 3,2cm² neck cross-section, the cross sectional area of 3,2cm² side exit. Mockups of the steam turbine can generate 1490 rpm for turbine with a steam generator at a pressure of 4 kg/cm² using a water volume of 19 liters. Maximum pressure that can be accepted by the steam turbine is 8 kg/cm² with 11.000rpm, produced according to the process of heating boiler which is the maximum vapor pressure of 8kg/cm² at a temperature of 170°C. and and be able to turn a generator with a torque of 4.6 Nm with a pressure of 8 kg/cm²

The conclusion of this study is the turbine can be built through the calculations have been carried out and taking into account the performance of the boiler and steam generator. Turbin built to produce 1336.6 rpm to spin the turbine without the steam generator at a pressure of 2 kg / cm². Steam turbines are built to produce 1408 rpm, and generates a voltage 140.8 volts, and be able to play generatoe torque of 0.6 Nm for turbine with the steam generator at a pressure of 4 kg / cm². Maximum pressure received by the steam turbine is 8 kg / cm² at 10 453 rpm for the turbine without a generator, and a voltage of 271.8 volts produces, as well as being able to roll generatoe torque of 0.9 Nm for turbine with a generator on the vapor pressure of the incoming sebesar 8 kg / cm².

Keywords: Design, steam turbine, Electrical Generating Power Plant

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan prototipe turbin uap yang mampu memutar torsi generator. Metode penelitian yang dipakai dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif dengan jenis rekayasa teknik. Turbin uap (*steam turbine*) adalah penggerak mula yang merubah energi potensial menjadi energi mekanis dalam bentuk putaran poros turbin. Turbin uap yang dibangun memiliki dimensi jenis turbin yang digunakan turbin *impuls single stage*, cakram turbin berdiameter 33 mm, jumlah sudu gerak 30 buah, jarak bagi antar sudu 14,6mm, jari-jari sudu 2,63mm, jenis nosel yang digunakan *konvergen*, luas penampang leher 3,2cm², luas penampang sisi keluar 3,2cm². Maket turbin uap tersebut dapat menghasilkan 1490 rpm untuk putaran turbin dengan generator pada tekanan uap 4 kg/cm² menggunakan volume air 19 liter. Tekanan maksimal yang mampu diterima oleh turbin uap ini adalah 8 kg/cm² dengan 11.000rpm, sesuai yang dihasilkan pada proses memanaskan *boiler* yaitu tekanan uap maksimalnya adalah 8kg/cm² pada suhu 170°C. serta mampu memutar generator dengan torsi 4,6 N dengan tekanan 8 kg/cm².

Kesimpulan dalam penelitian ini adalah turbin dapat dibangun melalui perhitungan yang telah dilakukan dan dengan mempertimbangkan unjuk kerja antara *boiler* dan generator. Turbin uap yang dibangun dapat menghasilkan 1336,6 rpm untuk putaran turbin tanpa generator pada tekanan uap 2 kg/cm². Turbin uap yang dibangun dapat menghasilkan 1408 rpm, dan menghasilkan tegangan 140,8 volt, serta mampu memutar torsi generatoe sebesar 0,6 Nm untuk putaran turbin dengan generator pada tekanan uap 4 kg/cm². Tekanan maksimal yang diterima oleh turbin uap ini adalah 8 kg/cm² dengan 10.453 rpm untuk putaran turbin tanpa generator, dan menghasilkan tegangan 271,8 volt, serta mampu memutar torsi generatoe sebesar 0,9 Nm untuk putaran turbin dengan generator pada tekanan uap yang masuk sebesar 8 kg/cm².

Kata Kunci: Rancang Bangun, Turbin uap, Pembangkit Listrik Tenaga Uap

PENDAHULUAN

Pada era modern sekarang ini, energi merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi umat manusia. Energi sangat dibutuhkan untuk melakukan berbagai aktifitas sosial dan ekonomi. Energi akan mendukung untuk pemenuhan kebutuhan-kebutuhan dasar seperti penyediaan

listrik yang digunakan pada berbagai bidang, ide tentang turbin uap sudah ada sejak tahun 120 S.M. Hero di Alexandria yaitu Turbin Hero, pembuat prototip turbin yang pertama yang bekerja berdasarkan prinsip reaksi, yaitu : terdiri sumber kalor, bejana yang diisi dengan air, penampang yang berbentuk bola dengan pipa

penyembur (nosel). Air yang terdapat didalam bejana dipanaskan dan diuapkan yang menghasilkan uap jenuh, mengalir melalui pipa-pipa menuju penampung berbentuk bola. Dengan kenaikan tekanan, uap yang ada di dalam penampung berbentuk bola itu dikeluarkan ke ruang bebas melalui nosel. Semburan uap yang keluar dari nosel ini akan menyebabkan terjadinya gaya reaksi pada nosel itu sendiri dan memaksa bola itu berputar pada sumbu mendatarnya. (P. Shlyakhin,7)

Sejak saat itu teori tentang turbin uap terus berkembang dengan pesat dan hal tersebut juga diikuti oleh perkembangan aplikasi dari turbin. Turbin uap sebagai salah satu mesin konversi energi merupakan salah satu alternatif yang baik karena dapat mengubah energi potensial uap menjadi energi mekanik pada poros turbin. Untuk menghasilkan energi listrik, mekanisme yang digunakan dalam hal ini adalah poros generator. Pada generator energi mekanik yang diteruskan dari poros akan diubah menjadi energi listrik. Selain itu turbin uap mempunyai kelebihan-kelebihan dibanding dengan mesin penggerak lainnya contohnya misalnya mesin uap, maka turbin uap mempunyai keuntungan untuk penerapan, seperti : Untuk daya yang sama, ukuran-ukuran turbin uap lebih kecil dari pada mesin uap torak. Dengan bentuk dan konstruksi yang lebih ringan. (Wilson M.N.Gurning, 2010, Perancangan Turbin Uap untuk Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi, Medan).

Sebuah alat membutuhkan suatu rancangan tentang bagaimana alat tersebut akan dibuat. Dari mulai desain yang tidak hanya dilihat dari sisi depan atau sisi belakang, namun bisa dilihat dari segala sisi. Desain ini bisa berbentuk maket dalam bentuk yang lebih kecil dari aslinya.

Maket adalah model suatu bangunan yang diperkecil dengan perbandingan (skala) tertentu (Amin, 2006: 12). Dengan membuat maket kita dapat mengetahui bentuk ataupun detail bangunan tersebut nantinya. Dalam dunia arsitektur, maket adalah model miniatur atau tiruan dari objek bangunan yang diperkecil dengan skala tertentu. Kriteria dari maket: Bentuk awal dari objek yang akan diproduksi dalam jumlah banyak. Maket dibuat berdasarkan pesanan untuk tujuan komersialisasi. Merupakan hasil penelitian dan pengembangan dari objek

atau sistem yang direncanakan akan dibuat. Mudah dipahami dan dianalisis untuk pengembangan lebih lanjut.

Bertitik tolak dari uraian di atas, maka penulis tertarik untuk membuat turbin uap sederhana sebagai penggerak mula pada maket pembangkit listrik tenaga uap

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif komparatif dengan pendekatan kuantitatif.

Dalam penelitian ini menggunakan studi literatur. Dengan demikian, penelitian harus aktif dalam mendapatkan informasi dan data-data yang menunjang pengukuran penelitian pada tekanan uap yang digunakan terhadap putaran poros turbin. Pengumpulan data dilakukan dengan langkah:

1. Mengembangkan catatan yang didapatkan dari bahan bacaan
2. Mengumpulkan literatur
3. Pengujian dengan berbagai macam tekanan yang diterima dari *boiler*.
4. Mengolah data-data yang telah dikumpulkan
5. Penarikan kesimpulan

Alat ukur yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *pressure guage*, *termometer voltmeter* dan *tachometer*. Setelah semua data telah diperoleh, berdasarkan data perancangan spesifikasi turbin dengan cara perhitungan yang menggunakan masukan pada kajian teori. Lalu data spesifikasi tersebut lanjut pada proses pembuatan, dilanjutkan pada proses pengujian turbin. Tujuan yang ingin dicapai dengan analisis data ini adalah untuk mengetahui rancang bangun turbin uap yang dapat dimengerti dan ditafsirkan, sehingga hubungan-hubungan yang ada dalam variabel dapat dipelajari dan diuji.

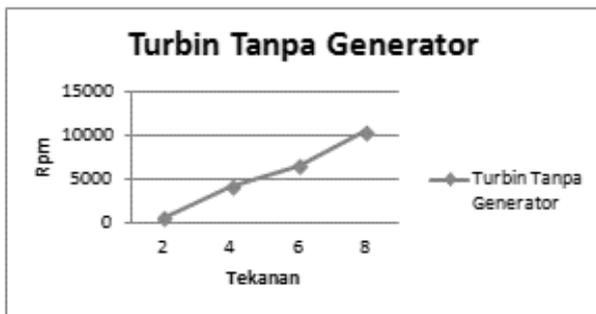
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perencanaan dan perhitungan turbin uap yang dibangun memiliki dimensi jenis turbin yang digunakan turbin *impuls single stage*, cakram turbin berdiameter 33 mm, jumlah sudu gerak 30 buah, jarak bagi antar sudu 14,6mm, jari-jari sudu 2,63mm, jenis nosel yang digunakan *konvergen*, luas penampang leher 3,2cm², luas penampang sisi keluar 3,2cm².

Tabel 1 Pengujian Rpm Turbin Tanpa Generator

No	Tekanan (bar)	Volume Air (lt)	Temperatur (°C)	Waktu (sekon)	Turbin Tanpa Generator	
					Rpm	Keterangan
1	2	19	119	90	531.78	Berputar
2	4	19	144	90	4058.8	Berputar
3	6	19	153	90	6586	Berputar
4	8	19	170	90	10453	Berputar

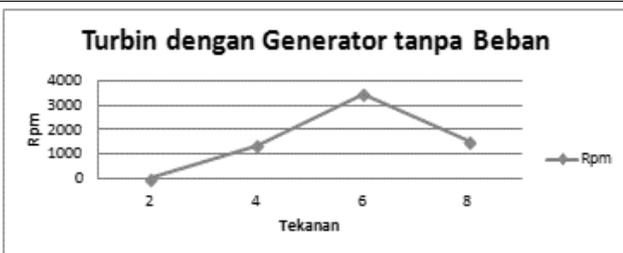
Berdasarkan table 1. perubahan tekanan uap yang memasuki sudu turbin melalui nosel, mempengaruhi putaran pada poros turbin. Semakin rendah tekanan uap yang memasuki turbin maka semakin rendah putaran pada poros turbin. Semakin besar tekanan uap yang memasuki turbin maka semakin tinggi putaran pada poros turbin.



Gambar 1 Grafik Pengujian Rpm Turbin Tanpa Generator

Tabel 2. Pengujian Rpm Turbin Dengan Generator Tanpa Beban

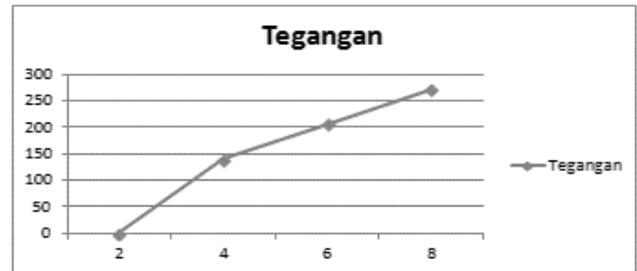
No	Tekanan (bar)	Volume Air (lt)	Temperatur (°C)	Waktu (sekon)	Turbin Generator Tanpa Beban	
					Rpm	Tegangan (V)
1	2	19	119	90	0	0
2	4	19	145	90	1367	140.8
3	6	19	155	90	3460.4	207.6
4	8	19	171	90	1563.6	271.8



Gambar 2 Diagram Perubahan Rpm Turbin Dengan Generator Tanpa Beban

Berdasarkan gambar 2 perubahan tekanan uap yang memasuki sudu turbin melalui nosel, mempengaruhi putaran pada poros turbin.

Semakin rendah tekanan uap yang memasuki turbin maka semakin rendah putaran pada poros turbin. Semakin besar tekanan uap yang memasuki turbin maka semakin tinggi putaran pada poros turbin.



Gambar 3. Diagram Perubahan Tegangan Turbin Dengan Generator Tanpa Beban

Berdasarkan gambar 3 perubahan tekanan uap yang memasuki sudu turbin melalui nosel, mempengaruhi tegangan yang dihasilkan generator melalui putaran poros turbin. Semakin rendah tekanan uap yang memasuki turbin maka semakin rendah tegangan yang dihasilkan generator melalui putaran poros turbin. Semakin besar tekanan uap yang memasuki turbin maka semakin tinggi tegangan yang dihasilkan generator melalui putaran poros turbin.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Turbin uap pada maket pembangkit listrik tenaga uap yang dibangun dan mampu menghasilkan torsi untuk memutar torsi generator. Turbin uap yang dibangun menggunakan jenis turbin *impuls single stage*, memiliki spesifikasi: cakram turbin berdiameter 33 mm, jumlah sudu gerak 30 buah, jarak bagi antar sudu 14,6 mm, jari-jari sudu 2,63 mm, jenis nosel yang digunakan *konvergen*, luas penampang leher 3,2cm², luas penampang sisi keluar 3,2 cm².
2. Turbin uap yang dibangun dapat menghasilkan 1336,6 rpm untuk putaran turbin tanpa generator pada tekanan uap 2 kg/cm². Turbin uap yang dibangun dapat menghasilkan 1408 rpm, dan menghasilkan tegangan 140,8 volt, serta mampu memutar torsi generator sebesar 0,6 Nm untuk putaran turbin dengan generator pada tekanan uap 4 kg/cm². Tekanan maksimal yang diterima oleh turbin uap ini adalah 8 kg/cm² dengan 10.453 rpm untuk putaran turbin tanpa generator, dan menghasilkan tegangan 271,8 volt, serta

mampu memutar torsi generatoe sebesar 0,9 Nm untuk putaran turbin dengan generator pada tekanan uap yang masuk sebesar 8 kg/cm².

Saran

1. Dalam membuat alat ini, diperlukan pengkajian terhadap fluida yang digunakan berdasarkan kebutuhan yang akan diperlukan.
2. Dalam penelitian ini penulis masih menggunakan alat kendali manual, dimana dalam penelitian berikutnya dalam menggunakan kendali semi otomatis ataupun kendali otomatis menggunakan *software* kendali
3. Dibutuhkan pemeriksaan terlebih dahulu untuk mengoprasikan atau pengujian, sehingga didapat hasil yang sesuai dengan perencanaan. Terutama pada bagian bantalan poros atau *bearing* turbin, karena uap panas yang masuk pada turbin dapat menyebabkan pelumas pada *bearing* mongering atau habis.
4. Dalam penelitian ini dibutuhkan daya tampung uap yang lebih besar, sehingga memudahkan pembaca dalam pengujian dan pengambilan data dengan variable yang beragam
5. Dalam penelitian ini dibutuhkan generator yang sesuai dengan daya semu yang dihasilkan turbin, sehingga memudahkan pembaca dalam pengujian dan pengambilan data dengan variable yang beragam

Wilson M.N.Gurning. 2010. Perancangan Turbin Uap untuk Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi [jurnal]. Medan

DAFTAR PUSTAKA

- Agfinansyah, Windrawan. 2015. Desain Turbin Uap *Impuls Single Stage Velocity* Untuk Sistim *Organic Rankine Cycle* [skripsi]. Semarang: Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- Anonymous, “*Rateau, Curtis, Reaction Stage*,” [www. irnco.com](http://www.irnco.com), diakses: 3 Agustus 2016.
- Moran Michael J, Shapiro Howard N, Nugroho Sulistyoyo Yulianto. 2004. “*Termodinamika Teknik Edisi 4 Jilid 2*”. Jakarta : Erlangga.
- Shlyakhin, P, “Turbin Uap (*Steam Turbines*) Teori dan Rancangan”, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1990.
- Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif Kulaitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- M, Suyitno, 2011. *Pembangkit Energi Listrik* . Jakarta:Rineka Cipta.