

IMPLEMENTASI PENGGUNAAN ALAT BANTU CENTERING DAN FACING DALAM PEMBUATAN LUBANG PIN STATOR BACK-PRESSURE TURBIN

Alhamdi^{1*}, Anies Saggaf² dan Rosidawani¹

¹ Program Studi Program Profesi Insinyur (PSPPI), Universitas Sriwijaya, Palembang

² Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Palembang

Corresponding author: alhamdibin1@gmail.com

ABSTRAK: Back - Pressure Turbin merupakan salah satu jenis turbin yang fluida buangnya dapat dimanfaatkan untuk keperluan pemanas atau keperluan proses lainnya dalam industri. Turbin jenis ini juga digunakan pada pabrik pupuk di Indonesia sebagai penggerak kompresor SynGas untuk keperluan pembuatan ammonia. Seiring berjalannya waktu pemakaian, diperlukan perbaikan terhadap turbin berdasarkan waktu (*equipment operation hours*) atau berdasarkan hasil evaluasi kinerja. Pada saat pekerjaan perbaikan ditemukan bahwa salah satu bagian turbin yaitu Stator sudah tidak layak untuk digunakan kembali dan harus dilakukan penggantian dengan yang baru, Stator dipasang pada Housing Turbin dengan menggunakan Pin dowel dan Stator yang baru harus dilakukan proses pembuatan lubang Pin dowel. Pembuatan lubang Pin Dowel harus dilakukan dengan presisi yang tinggi terhadap lubang Housing Turbin, baik secara kesejajaran (*centering*) maupun kerataan (*facing*), hal ini sangat sulit dicapai jika menggunakan Dial Indicator secara langsung terhadap benda kerja disebabkan lubang Pin Dowel yang akan dibuat memiliki ukuran diameter kecil dan panjang. Untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukan alat bantu (*jig & fixture*) untuk mempermudah tercapainya kepresisian yang diinginkan. Alat bantu tersebut dipasang terlebih dahulu pada Housing Turbin sehingga Dial Indicator dapat digunakan untuk mencari kepresisian posisi centering dan facing lubang Pin Dowel terhadap Hosing Turbin yang akan dibuat dengan cara di bor dan di reamer. Penggunaan alat bantu (*jig & fixture*) dalam proses pekerjaan bor dan reamer dapat mencapai kepresisian yang diharapkan dengan hasil ukuran lubang Pin Dowel $\varnothing 38.94$ mm dengan toleransi penyimpangan kesejajaran (*centering*) dan kerataan (*facing*) sebesar 0.01 mm, sehingga Pin Dowel dapat terpasang pada stator yang baru.

Kata Kunci: Centering, Dial Indicator, Facing, Jig & Fixture

ABSTRACT: Back-pressure turbine is a type of turbine that has the advantage of using its exhaust fluid for heating or other industrial processes. It plays a crucial role in driving SynGas compressors for ammonia production in fertilizer plants in Indonesia. As time progresses, it is essential to continuously improve the turbine based on equipment operation hours and performance evaluations. During the turbine repair, it was determined that the stator needed replacement. The stator is affixed to the turbine housing using dowel pins, so creating precise dowel pin holes in the new stator was crucial. Achieving this precision is challenging due to the need for perfect alignment and flatness in the small, long dowel pin holes, making it difficult to use a dial indicator directly on the workpiece. To ensure precision in addressing this issue, tools such as a jig and fixture are imperative. These tools will accurately determine the centering and facing position of the dowel pin hole in the turbine housing through a dial indicator. Subsequently, this will facilitate the drilling and reaming processes to achieve the desired outcome. Using Jig and fixture tools in the drilling and reaming can help achieve the desired precision. This results in a $\varnothing 38.94$ mm Pin dowel hole size with an alignment tolerance (*centering*) and flatness (*facing*) deviations of 0.01 mm. This ensures the Pin dowel can be properly installed on a new stator.

Keywords: Centering, Dial Indicator, Facing, Jig & Fixture

PENDAHULUAN

Turbin uap telah digunakan untuk pembangkit listrik selama 100 tahun terakhir, karena efisiensi dan keunggulan biayanya (Chaibakhsh, A & Ghaffari, A,

2008). Peralatan ini sebagian besar digunakan untuk aplikasi kogenerasi dalam sistem utilitas, untuk menyeimbangkan kebutuhan uap, menghasilkan listrik atau menggerakkan rotating equipment (Sun, L & Smith, R, 2015).

Turbin uap banyak digunakan untuk menghasilkan listrik menggunakan uap entalpi/energi dan melewati satu atau serangkaian turbin yang bekerja ditekan yang berbeda di banyak negara (Aditya Gadhari, 2022). Di India, pembangkit listrik tenaga uap memasok 57% dari total kebutuhan listrik (Ministry of Power, Govt. of India, 2012)

Secara prinsip umum, pada turbin uap, Energi uap diubah kerja mekanis dengan ekspansi melalui bilah yang biasa disebut *stage*. Bilah yang bergerak berputar pada rotor turbin pusat dan bilah tetap secara konsentris disusun di dalam casing turbin melingkar yang secara substansial dirancang untuk menahan tekanan uap (A.Sudheer Reddy, 2014).

Di Industri Pupuk khususnya Pabrik Pupuk yang ada di Palembang Sumatera Sel adalah jenis Back-Pressure Turbin. Jenis Back Pressure Turbin ini memungkinkan digunakannya kembali fluida buangnya untuk keperluan pemanas ataupun keperluan proses lainnya. Back-Pressure Turbin ini digunakan sebagai penggerak compressor SynGas yang digunakan untuk keperluan pembuatan ammonia. Dalam penggunaannya turbin ini memerlukan proses perawatan atau yang dikenal dengan service berkala berdasarkan waktu EOH (Equipment Operation Hours) untuk meningkat kinerja dari turbin tersebut. Proses perawatan turbin dibagi menjadi Minor OverHaul dengan interval 25.000 EOH atau 3 Tahun pemakaian dan Major OverHaul dengan interval 50.000 EOH atau 6 Tahun pemakaian tergantung produsen Turbin (fabrikan), dan jika EOH sudah mencapai 100.000 maka harus dilakukan cek secara keseluruhan untuk bagian - bagian turbin dikarenakan turbin akan mengalami masalah Fatigue, masalah ini juga terjadi pada bagian turbin yang disebut *Stator (Guide Blade Carrier)* dan harus dilakukan penggantian dengan yang baru.

Stator pada back pressure turbin secara sederhana berfungsi sebagai nozzle dimana sudu - sudu diam ini dapat mengkonversikan energi potensial pada steam menjadi energi kinetik untuk menghasilkan energi mekanik. *Stator* ini terpasang pada Housing Turbin dengan menggunakan alat yang disebut Pin Dowel dan *Stator* harus dilakukan proses pembuatan lubang yang terlebih dahulu sebelum dipasang.

Pada saat proses pembuatan lubang Pin Dowel harus dilakukan dengan kepresisian yang tinggi antara *Stator* dan Housing Turbin baik secara *kesejajaran (centering)* maupun *kerataan (facing)*. Hal ini sangat kecil kemungkinan dicapai dengan menggunakan *Dial Indicator* secara langsung terhadap benda kerja dikarenakan lubang yang akan dibuat mempunyai ukuran diameter berukuran kecil dan panjang. Dalam hal ini diperlukan semacam *alat bantu (Jig & Fixture)* yang membantu pekerjaan agar kepresisian secara *centering*

dan *facing* dapat dicapai. Alat bantu tersebut digunakan dengan cara harus terpasang sempurna pada Housing Turbin sebagai acuan centering dan facing lubang Pin Dowel Stator untuk memudahkan dalam penggunaan *Dial Indicator* yang selanjutnya dilakukan proses pembuatan lubang dengan cara dibor dan direamer. Alat bantu ini dapat digunakan secara berulang untuk setiap pembuatan lubang Pin Dowel sesuai dengan jumlah lubang yang dibutuhkan.

Alat bantu ini dirancang dengan bentuk yang tidak rumit agar mudah digunakan dan harus difabrikasi dengan ketelitian dan toleransi yang tinggi dengan tujuan agar pada saat digunakan dapat menghasilkan settingan yang sesuai dengan kebutuhan kepresisian yang diminta.

METODE PENELITIAN

Untuk mendapatkan hasil pekerjaan yang baik dan benar terlebih dahulu harus dilakukan persiapan dan perencanaan pekerjaan baik dari segi peralatan, langkah kerja maupun dari segi keselamatan kerja.

Sebelum melakukan pekerjaan pembuatan lubang pin dowel adapun hal - hal perlu disiapkan, yaitu :

1. Perencanaan alat bantu

Hal ini dilakukan dengan cara pengamatan langsung bersama terhadap benda kerja yang akan dilakukan proses machining.

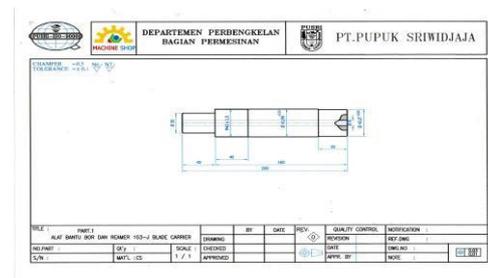
Merancang alat bantu yang akan dibuat untuk dapat digunakan dengan cara yang mudah.

Pada alat bantu (part 2) dibuat lubang dengan diameter Ø 8 mm, yang berfungsi sebagai pengarah pada saat melakukan proses pengeboran awal.

2. Pembuatan gambar kerja



Gambar 1. Assembly Alat Bantu



Gambar 2. Part 1 Alat Bantu



Gambar 3. Part 2 Alat Bantu

3. Pembuatan alat bantu

Mesin yang digunakan untuk pembuatan alat bantu tersebut menggunakan mesin bubut berbasis CNC yang bertujuan untuk mencapai tingkat kepresisian lebih tinggi.

Data Mesin CNC :

Model :

Precision CNC Lathe CHEVALIER FCL-1860

Kapasitas :

Max. machining diameter 460 mm (18,1")

Max. longituinal travel (Z axis) 1400 mm (55,1")

Max. cross-slide travel (X axis) 280 mm (11")

Distance between centre 1500 mm (59,1")

Tahun : 2004

Manufacture : Taiwan



Gambar 4. Mesin CNC



Gambar 5 Alat Bantu

Tabel 1. Hasil Fabrikasi Alat Bantu

No	Nama	Qty	Pengukuran	Dimensi
1	Part 1	1	Outside Micrometer	Sesuai
2	Part 2	1	Ouside Micrometer	Sesuai
3	Assembly Part	1	Outside Micrometer + Dial Indicator	Sesuai

4. Tools yang digunakan

Adapun tools yang digunakan yaitu :

Tabel 2. Daftar Kebutuhan Tools

No	Nama	Qty	Keterangan
1	Bor Ø 8 mm	1	Tersedia
2	Bor Ø 15 mm	1	Tersedia
3	Bor Ø 20 mm	1	Tersedia
4	Bor Ø 25 mm	1	Tersedia
5	Bor Ø 30 mm	1	Tersedia
6	Bor Ø 35 mm	1	Tersedia
7	Bor Ø 38.5 mm	1	Tersedia
8	Reamer Ø 38.9 mm	1	Tidak tersedia (tersedia ukuran Ø 39 mm)

Untuk Reamer ukuran umum yang tersedia adalah Ø 39 mm, maka harus dilakukan modifikasi dengan melakukan proses machining menggunakan mesin gerinda untuk mencapai ukuran Ø 38.9 mm.

Ukuran Reamer dibuat berdasarkan ukuran pin dowel yang akan digunakan yaitu $39_{-0.01}^{-0.02}$ mm dengan toleransi proses machining yang bisa dicapai + 0.04 mm dan suaian sesak (interference fit) yang diminta antara pin dowel dan lubang adalah sebesar -0.04 s/d - 0.05 mm, dengan rumusan sebagai berikut :

$$\text{Ukuran Reamer} = \text{Ukuran Pin Dowel} - \text{Interference Fit} - \text{toleransi mesin}$$

$$\text{Ukuran Reamer} = 38.98 - 0.04 - 0.04 = 38.90 \text{ mm}$$



Gambar 6. Tools yang digunakan



Gambar 7 Proses Machining Reamer



Gambar 8 Pin Dowel

5. Persiapan mesin untuk pembuatan lubang pin dowel

Untuk proses pekerjaan ini menggunakan mesin Horizontal Boring dengan spesifikasi yaitu :

Model :

Heavy Duty Horizontal Boring Machine with Rotary Table

Kapasitas :

Table Size : 64 “ X 72 “

Spindle Stroke Axial / Horizontal : 36 “

Vertical : 72 “

Table Stroke X Travel : 68 “

Y Travel : 100 “

Max Between Spindle - Support : 140 “

Max Weight of Work : 22050 Lbs



Gambar 9 Mesin Heavy Duty Horizontal Boring

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persiapan Stator

Tahapan persiapan ini dilakukan oleh dengan cara mengassembly Stator pada Housing Turbin untuk bisa dipasang pada mesin dan dilakukan proses machining lubang Pin Dowel.



Gambar 10 Pemasangan Benda Kerja

Pembuatan Lubang Pin Dowel

A. Pemasangan Alat Bantu

1. Pastikan alat bantu terpasang sempurna pada lubang housing turbin untuk dapat dilakukan penyetelan *centring* dan *facing* menggunakan *Dial Indicator*



Gambar 11 Alat Bantu Terpasang

2. Lakukan penyetelan *centering* & *facing*



Gambar 12. Proses Centering & Facing

3. Lepas alat bantu dengan menggunakan nut (mur) kontra yang sudah dipasang pada alat bantu.
4. Lakukan proses pengeboran secara bertahap mulai dari bor \varnothing 8 mm sampai dengan bor \varnothing 38.5 mm sepanjang 55 mm dengan tetap *Dial Indicator*

dipasang pada adaptor bor untuk memastikan penyimpangan yang terjadi sesuai dengan toleransi mesin.

- Setelah proses pengeboran selesai lanjutkan proses pembuatan lubang dengan reamer \varnothing 38.9 mm sepanjang 50 mm dengan tetap *Dial Indicator* dipasang pada adaptor bor untuk memastikan penyimpangan yang terjadi sesuai dengan toleransi mesin.



Gambar 13. Proses Bor & Reamer

- Lakukan tahapan 1 sampai dengan 6 untuk pembuatan lubang pin selanjutnya sesuai dengan jumlah yang ada yaitu 4 lubang.

Tabel 3 Dimensi Lubang Pin Dowel setelah di Reamer

No	Lubang Pin Dowel	Diameter Lubang Pin Dowel	Diameter Pin Dowel
1	No.1	\varnothing 38.94	\varnothing 38.99
2	No.2	\varnothing 38.94	\varnothing 38.98
3	No.3	\varnothing 38.94	\varnothing 38.98
4	No.4	\varnothing 38.94	\varnothing 38.99

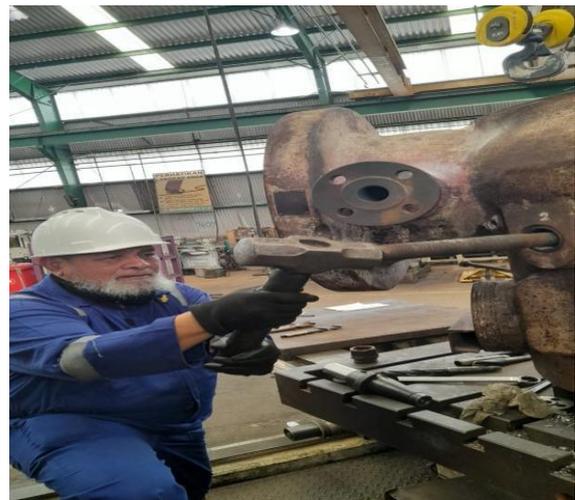


Gambar 14 Hasil Pengukuran

Dari hasil pengukuran setelah dilakukan proses machining didapatkan bahwa suaian sesak (*Interference Fit*) antara Pin Dowel & Lubang telah sesuai dengan yang diminta (*acceptable*).



Gambar 15. Stator Setelah Proses Pembuatan Lubang



Gambar 16. Simulasi Pemasangan Pin Dowel

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa selama proses pekerjaan machining dilaksanakan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- Proses perawatan berkala terhadap turbin harus dilakukan sesuai dengan interfal waktu yang telah ditentukan berdaasrkan fabrikan (*manufacture*) dari turbin tersebut
- Perawatan berkala dengan interval waktu tertentu ini bertujuan untuk menjaga performa dari turbin yang dipakai.
- Stator (*Guide Blade Carrier*) harus dilakukan penggantian untuk mengatasi masalah *fatigue* yang dapat mengganggu performa turbin.
- Proses pekerjaan pembuatan lubang pin dowel ini memerlukan kepresisian yang tinggi oleh kerana itu diperlukan perencanaan yang baik untuk mendapatkan hasil yang maksimal
- Alat bantu pekerjaan yang dibuat harus dapat diaplikasikan dengan mudah agar proses pekerjaan dapat berjalan dengan baik.

6. Special Tool khususnya dalam hal ini Reamer harus dipersiapkan dengan baik berdasarkan ukuran Pin Dowel.
7. Koordinasi tim dalam melakukan pekerjaan harus berjalan dengan baik demi hasil pekerjaan yang sesuai dengan permintaan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada tim dan unit kerja atas kesempatan dan kerjasamanya dalam melakukan kajian dan pengambilan data-data yang diperlukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya Gadkari, Studies on Performance Assessment in Back Pressure Turbine vol. 1, no. 4, pp. 108-113, December 2022
- A.Sudheer Reddy, Analysis Of Steam Turbines, International Refereed Journal of Engineering and Science (IRJES) Volume 3, Issue 2 (February 2014), PP.32-48.
- Chaibakhsh, A & Ghaffari, A 2008. Steam turbine model. Simulation Modelling Practice and Theory 16(9), 1145–1162. doi:10.1016/j.simpat.2008.05.017.
- Ministry of Power, Govt. of India, Web site, www.powermin.nic.in/Indian_electricity_scenario. (Accessed on 7 December 2012)
- Sun, L & Smith, R 2015. Performance Modeling of New and Existing Steam Turbines. Industrial & Engineering Chemistry Research 54(6), 1908–1915. doi:10.1021/ie5032309.