

Machining Untuk Mengatasi Ovality Pada Cylinder Transition Turbin Gas MW701D Di UP Gresik

Arief Suardi Nur Chairat

Jurusan D3 Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknik – PLN

Email : ariefsuardi.nc@gmail.com

Mahmudi

Jurusan D3 Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknik – PLN

Abstract

In the gas turbine will function cylinder transition is important, therefore, the need for a replacement part is needed. At this time, the condition of the cylinder transition caused a lot of experience working padadaerah keovalan high temperature so that deformation of the material merupakan penyebab keovalan. Akibat keovalan the transition cylinder assembly process between basketball combustors and transition piece cylinder connected with the cylinder transition becomes difficult and takes a relatively longer and yield less than the maximum. Furthermore, the process of turning cylinder oval transition so as to re-round, this process requires a cylinder that has been available in the warehouse and use the Gresik Power Unit 1 set lathe which has existed in the workshop Maintenance Service Unit of the Eastern Region and the measuring instrument. Turning is done through the same transition smallest diameter cylinder with a diameter transition piece ($\varnothing$ 335 mm) After the machining process is done the testing process transition cylinder machining results, the tests performed, among others, hardness test, and penetrant testing test aims to determine whether a decline in the quality of material , and make sure no material defects occur after the machining process. Reduction of the maximum allowable thickness is 3.2 mm atau 30% recommendation from manual book.

Keywords: ovality, cylinder transition, machining (turning).

1. PENDAHULUAN

Inspection adalah suatu kegiatan pemeliharaan yang menyeluruh untuk semua peralatan sistem yang termasuk dalam satu paket inspeksi yang bertujuan untuk memeriksa, mengevaluasi, mengganti atau merekondisi komponen peralatan untuk mencegah terjadinya proses perubahan bentuk dari beberapa komponen peralatan utama yang disebabkan oleh kondisi mesin yang beroperasi secara terus menerus dengan beban yang bervariasi pada kurun waktu tertentu.

Salah satu hal yang sangat diperhatikan dalam pelaksanaan overhaul adalah sistem pembakaran pada *Gas Turbin*. Pada setiap *overhaul*, sistem pembakaran gas turbin selalu dilakukan inspeksi terhadap komponen – komponen peralatannya, hal ini dikarenakan pembakaran yang terjadi pada *combuster chamber* memegang peranan

penting dalam menentukan daya mampu dan efisiensi dari gas turbin.

Salah satu hal yang sangat diperhatikan dalam pelaksanaan overhaul adalah sistem pembakaran pada *Gas Turbin*. Pada setiap *overhaul*, sistem pembakaran gas turbin selalu dilakukan inspeksi terhadap komponen – komponen peralatannya, hal ini dikarenakan pembakaran yang terjadi pada *combuster chamber* memegang peranan penting dalam menentukan daya mampu dan efisiensi dari gas turbin.

Pada saat pelaksanaan overhaul pada *Gas Turbin* baik *Combustor Inspection (CI)*, *Turbine Inspection (TI)*, maupun *Major Inspection (MI)*, komponen pada sistem pembakaran selalu dilakukan inspeksi dan salah satu komponen sistem pembakaran pada *Gas Turbin* adalah *cylinder transition*, dimana *cylinder transition* ini merupakan penghubung antara *combuster basket* dan

transition piece. Saat ini kondisi dari *cylinder transition* banyak yang mengalami keovalan dan tidak sesuai dengan ukuran standar sedangkan part pengganti tidak tersedia mengingat proses pengadaan material pengganti membutuhkan waktu yang cukup lama (± 14 bulan levering), sehingga tidak dimungkinkan untuk dilakukan penggantian part. Dengan adanya keovalan ini, pemasangan *cylinder transition* menjadi lebih sulit dan lama. Hal ini dapat berpotensi terjadinya kemunduran jadwal start unit dan hal ini dapat menyebabkan perusahaan kehilangan keuntungan dari penjualan daya listriknya dan mendapatkan kerugian dari segi kesiapan unit (*Equivalent Availability Factor*).

Berangkat dari permasalahan yang terjadi inilah, dan dengan pertimbangan kemungkinan akan terulang kembali pada waktu yang akan datang, maka dimunculkan pemikiran untuk melakukan *machining* pada *cylinder transition* yang mengalami keovalan sehingga dapat digunakan kembali mengingat stok part *cylinder transition* yang mengalami keovalan banyak tersedia di gudang.

2. KAJIAN LITERATUR

2.1 Komponen Utama Gas Turbin

Kompresor ini merupakan kompresor aksial bertingkat banyak (multi stages) yang terdiri dari sudu gerak dan sudu diam. Fungsi dari kompresor adalah menghasilkan udara bertekanan untuk digunakan sebagai udara pembakaran, pendinginan, dan perapat.

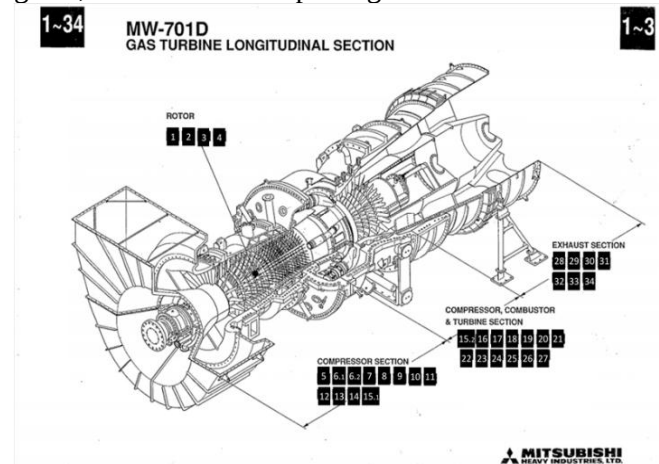
a. Combustion Chamber

Combustion chamber adalah ruangan tempat terjadinya proses pembakaran. Volume gas panas produksi *combustion chamber* jumlahnya besar karena proses pembakarannya memberikan *excessair* yang tinggi. Dikarenakan *part* yang dibahas dalam proyek akhir ini terdapat pada *combustion chamber* maka komponen ini akan dijelaskan lebih lanjut.

b. Turbin Gas

Turbin Gas berfungsi untuk merubah energi panas menjadi energi mekanik. Gas panas hasil pembakaran dari *combustion chamber* diarahkan oleh *transition piece* menuju turbin

untuk memutar poros turbin. Perubahan energi terjadi ketika gas panas melewati sudu diam dan sudu gerak. Ketika melewati sudu diam (*vane segment*) tekanan gas turun tetapi kecepatan naik. Pada saat mendorong sudu gerak, tekanan dan kecepatan gas turun.



Gambar 1. Turbin gas
(Sumber : Turbine Catalogue MW701D)

c. Generator

Generator merupakan peralatan yang memproduksi energilistrik dari sumber energi mekanik, biasanya dengan menggunakan induksi elektromagnetik. Generator terdiri dari rotor dan stator. Listrik yang dihasilkan oleh generator kemudian dialirkan melalui trafo.

d. Auxiliary Unit

Auxiliary unit merupakan komponen dari Gas Turbin yang berfungsi membantu dalam proses start, maupun membantu pada saat unit beroperasi, seperti pada fungsi untuk pelumasan pada bearing – bearing, dan sistem kontrol turbin gas, seperti fungsi dari *starting motor*, *Auxiliary Oil Pump (AOP)*, *Main Oil Pump (MOP)*, *Emergency Oil Pump (EOP)*, *Auxiliary Control Oil Pump (ACOP)*, *Main Control Oil Pump (MCOP)*.

2.2 Combuster Chamber (Ruang Bakar) pada Gas Turbin

Seperti yang dijelaskan di atas, *combustion chamber* adalah ruangan tempat terjadinya proses pembakaran. *Gas Turbin* umumnya mempunyai *part-part* yang terdapat dalam *combustion chamber* yang biasa disebut dengan *hot part*. Salah satu *hot part* adalah *combuster basket* yang dipasang melingkar

compressor discharge dan *transition piece* sebagai pengarah udara panas menuju sudu tetap dan sudu gerak turbin. Volume gas panas produksi *combustion chamber* jumlahnya besar karena proses pembakarannya memberikan *excess air* yang tinggi. Adapun komponen – komponen yang ada pada *combustion chamber* adalah :

a. Combuster Basket

Combuster basket berbentuk silinder yang terdiri dari segment – segment berlubang. Lubang – lubang berfungsi untuk mengalirkan udara sekunder sekaligus sebagai pendingin dinding dan gas hasil pembakaran, selain udara sekunder juga dialirkan udara primer ke dalam *combuster basket* agar aliran menjadi *turbulen*.

b. Transition Piece

Transition merupakan pengarah gas panas dari *combuster basket* menuju ke sudu diam turbin (*vane segment turbin*) yang kemudian digunakan untuk memutar turbin.

c. Cylinder Transition

Cylinder transition adalah part yang mengikat (*mencouple*) dan menghubungkan antara *combuster basket* dan *transition piece*. Gas panas yang berasal dari *combuster basket* sebelum masuk ke *transition piece* terlebih dahulu melewati *cylinder transition*. Pada *cylinder transition* inilah akan dilakukan *machining* pada sisi yang berhubungan dengan *transition piece* dan kemudian diharapkan dapat menghemat durasi waktu proses *assembly*.

d. Fuel Nozzle

Fuel nozzle berfungsi untuk menyemprotkan bahan bakar yang akan dibakar di ruang bakar agar mudah terbakar. Ada dua buah tipe, yaitu *single nozzle* dan *dual nozzle*. Untuk tipe *single nozzle* di gunakan untuk satu jenis bahan bakar yaitu gas atau minyak saja, sedangkan tipe *dual nozzle* digunakan untuk mengabutkan dua jenis bahan bakar, minyak dan gas.

e. Ignitor

Ignitor berfungsi untuk menyulut bahan bakar di ruang pembakaran (*combustion chamber*) agar terjadi pembakaran. *Ignitor* (*spark plug*) adalah dua *electrode* yang

mendapat pasok listrik tegangan tinggi dari *trafo ignitor*.

f. Flame Detector

Fungsi dari *flame detector* adalah mendeteksi adanya nyala api di dalam *combustion chamber*. *Flame detector* dipasang pada dua *combuster basket* yang letaknya berbeda 180⁰ dari *combuster basket* yang dipasang *igniter*.

2.3 Teori Pembakaran

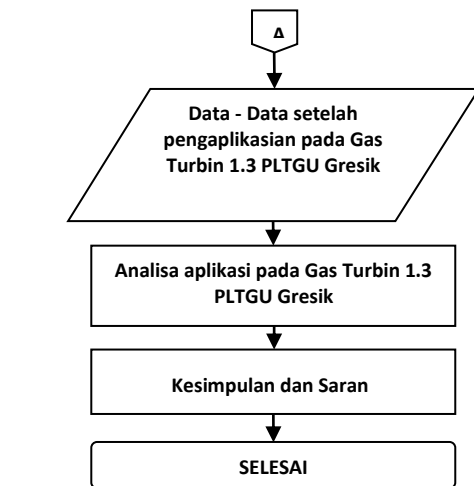
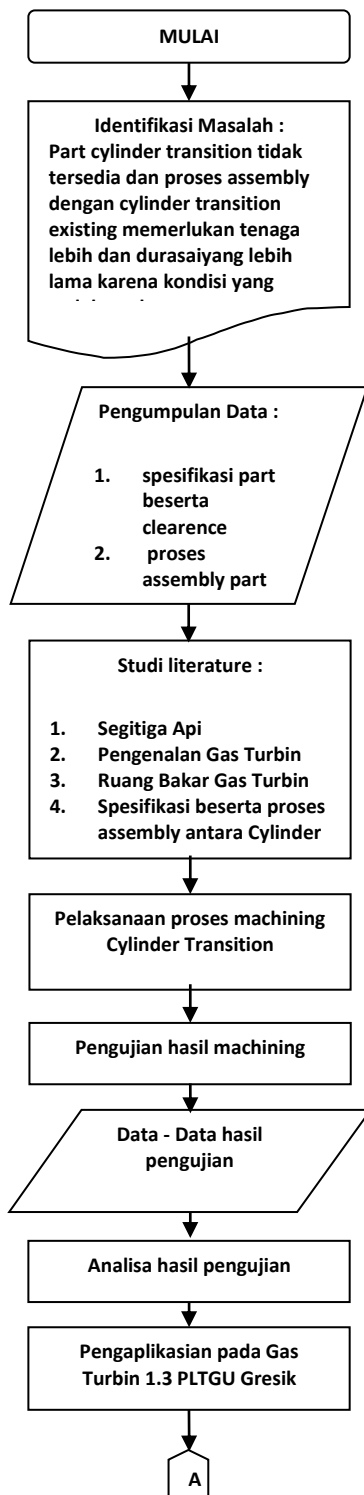
Untuk menghasilkan sebuah pembakaran, ada 3 persyaratan yang harus terpenuhi, yaitu tersedianya bahan bakar, adanya udara bakar, dan tercapainya temperature pembakaran. Sebuah Gas Turbin dilengkapi dengan *compressor* sebagai penyedia udara yang terkompresi, sedang untuk bahan bakar dialirkan melalui *nozzle* bahan bakar, dan untuk memenuhi temperature pembakaran, dilengkapi dengan adanya *igniter*. Semuanya element bertemu pada *combustion chamber* atau ruang bakar pada Gas Turbin.

Dari proses pembakaran yang terjadi di *Combuster Chamber* Gas Turbin inilah akan dihasilkan udara panas yang digunakan sebagai penggerak turbin dan selanjutnya menggerakkan generator dan menghasilkan daya listrik, sehingga *part – part* yang terdapat pada *Combustion Chamber* Gas Turbin memiliki fungsi yang sangat penting, termasuk *cylinder transition*.

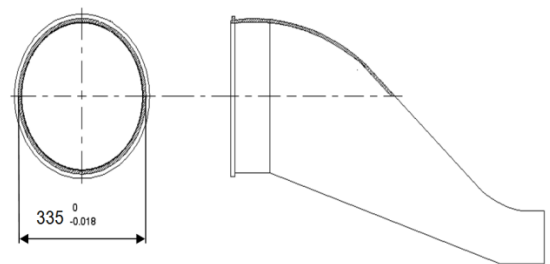
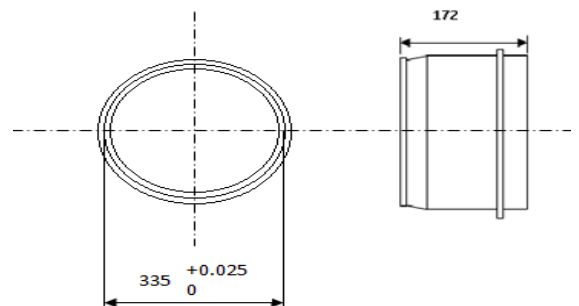
3. METODOLOGI PENELITIAN

Penyusunan proyek akhir ini dilakukan berdasarkan tahapan-tahapan sebagai berikut

- Teknik Pengumpulan Data : Studi Literatur, Wawancara dan Studi Lapangan
- Teknik Perencanaan
- Teknik Pelaksanaan
- Teknik Pengujian
- Analisis Data Hasil Pengujian
- Kerangka Pemecahan Masalah; untuk mempermudah pemahaman yang dilakukan dalam penelitian, maka digunakan skema pemecahan masalah pada gambar 2.



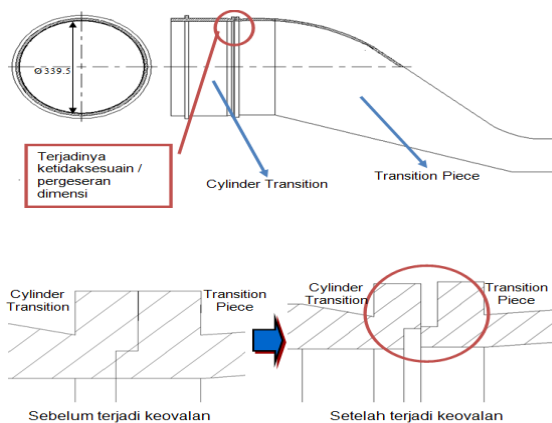
Gambar 2. Flowchart tahap-tahap penelitian

Gambar 3 Diameter standard transition piece (satuan mm)
(Sumber : PT PJB UP Gresik, 2015)Gambar 4 Diameter standard cylinder transition (satuan mm)
(Sumber : PT PJB UP Gresik, 2015)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada *Gas Turbin* fungsi akan cylinder transition sangatlah penting, oleh karena itu kebutuhan akan part pengganti sangat dibutuhkan. Pada saat ini, kondisi dari cylinder transition banyak mengalami keovalan sehingga dengan keovalan ini, proses assembly antara combuster basket dan cylinder transition piece yang digabungkan dengan cylinder transition menjadi sulit dan membutuhkan waktu yang relatif lebih lama. Gambar 3 dan 4 merupakan ukuran diameter standard cylinder transition dan transition piece sebelum terjadi keovalan.

4.1 Analisa Penyebab Terjadi Keovalan pada Cylinder Transition



Gambar 5. Proses Assembly jika cylinder transition oval
(Sumber : PT PJB UP Gresik, 2015)

Keovalan Cylinder Transition dikarenakan bekerja pada daerah bersuhu tinggi, maka cylinder transition mengalami deformasi material yang merupakan penyebab terjadinya keovalan. Sedangkan sisi transition piece yang letak assembly menyatu dengan cylinder transition berbentuk bulat dan assembly kedua bagian ini harus presisi sehingga keduanya harus berbentuk bulat sehingga dapat menyatu sesuai dengan alur original desain. Oleh sebab itu, dengan keovalan yang dialami oleh cylinder transition menjadi tidak bisa presisi dengan sisi transition piece yang berbentuk bulat seperti yang dijelaskan pada dasar teori di atas. Hal ini menjadikan proses dari assembly menjadi lebih sulit dan akibatnya memerlukan durasi waktu yang lama.

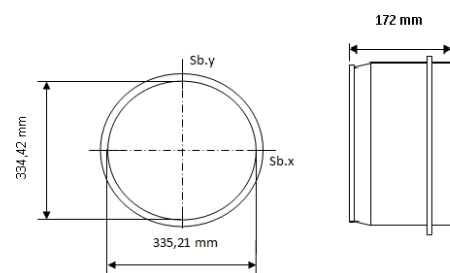
Pergeseran dimensi ini dapat di gambarkan pada gambar 5.

4.2 Proses Pelaksanaan Machining Cylinder Transition

Dalam *machining cylinder transition* ini membutuhkan 1 buah cylinder transition yang mengalami keovalan dan memiliki waktu operasi kurang dari 32000 jam operasi. Cylinder transition yang tersedia di gudang UP Gresik pada saat ini tersedia 25 buah cylinder transition yang mengalami keovalan dan memiliki jam operasi kurang dari 32000 jam, namun pada proyek akhir ini hanya dilakukan machining 1 buah cylinder transition, sedangkan peralatan yang dibutuhkan adalah 1 set mesin bubut, dial indicator, dan mistar sorong yang telah ada di workshop Unit Pelayanan Pemeliharaan Wilayah Timur dan alat ukur.

Pelaksanaan machining :

- Melakukan pemasangan pada mesin bubut, melakukan centering.
- Pemasangan dial indicator pada permukaan cylinder transition yang akan dibubut, Mencari diameter terkecil sebagai sumbu x dan posisi tegak lurus dengan sumbu x adalah sumbu y, pemberian tanda sumbu x dan y.
- Melakukan pengukuran diameter sumbu x dan sumbu y dari cylinder transition untuk mengetahui keovalan dari cylinder transition.



Gambar 6. Ukuran cylinder transition mengalami keovalan.
(Sumber : PT PJB UP Gresik, 2015)

Hasil pengukuran cylinder transition sebelum machining pada table 1.

Tabel 1. Diameter sebelum proses machining
(Sumber : Hasil Pengukuran PT PJB UP
Gresik, 2015)

Posisi	Sumbu y (mm)	Sumbu x (mm)
Diameter	335.021	334.42

- d. Setelah diperoleh hasil pengukuran maka dilakukan perhitungan kedalaman machining pada *cylinder transition* dimana diameter terkecil dari cylinder transition sama dengan diameter dari transition piece ($\varnothing 335$ mm). (maksimal kedalaman pemakaman adalah 3.2 mm)



Gambar 7. Proses machining cylinder transition
(Sumber : PT PJB UP Gresik, 2015)

- e. Melakukan proses pembubutan pada cylinder transition sampai ukuran diameter terkecil menjadi sama dengan diameter transition piece ($\varnothing 335$ mm dengan toleransi -0 dan $+ 0.025$ mm)



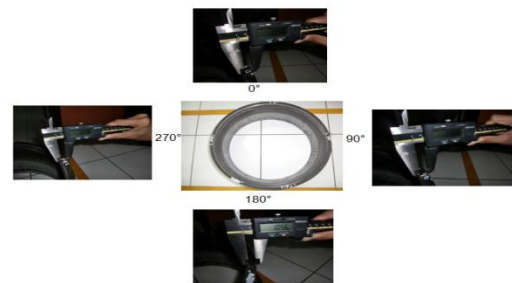
Gambar 8. Hasil machining cylinder transition
(Sumber : PT PJB UP Gresik, 2015)

- f. Melakukan pengukuran diameter dan ketebalan hasil machining. Hasil pengukuran diameter pada table 2.

Tabel 2. Diameter setelah proses machining
(Sumber : Hasil Pengukuran PT PJB UP
Gresik, 2015)

Posisi	Sumbu y (mm)	Sumbu x (mm)
Diameter	335.021	335,01

- g. Melakukan pengukuran ketebalan cylinder transition dengan menggunakan jangka sorong skala 1/100 mm pada 4 posisi



Gambar 9 Pengukuran ketebalan cylinder transition hasil machining
(Sumber : PT PJB UP Gresik, 2015)

Tabel 3. Hasil pengukuran ketebalan setelah machining
(Sumber : Hasil Pengukuran PT PJB UP
Gresik, 2015)

Posisi	0°	90°	180°	270°
Thickness (mm)	10,9	10,68	10,9	10,54

4.3 Pengujian Hasil Machining

Setelah dilakukan *machining* pada *cylinder transition* kemudian dilanjutkan dengan pengujian – pengujian pada bagian yang dilakukan proses machining, pengujian tersebut antara lain :

- a. Hardness test

Pengujian ini dilakukan sebelum cylinder transition dilakukan machining dan sesudah dilakukan machining. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa tidak terjadi penurunan kualitas material setelah proses machining dengan membandingkan hasil hardness test sebelum dan sesudah machining.

Pengambilan 4 sisi pada posisi dapat dilihat pada tabel 4.

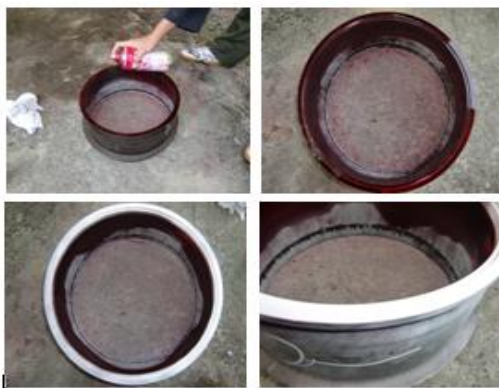
Tabel 4. Hasil pengujian kekerasan
(Sumber : Hasil Pengukuran PT PJB UP
Gresik, 2015)

Posisi	Cylinder Transition Non Machining (HV)	Cylinder Transition Machining (HV)
0°	139	135
90°	142	137
180°	139	134
270°	136	132

Dari tabel 4, dapat dilihat bahwa tingkat kekerasan dari *cylinder transition* yang mengalami *machining* memiliki nilai kekerasan yang tidak jauh berbeda dengan yang tidak dilakukan *machining*. (selisih tidak lebih dari 10)

b. Penetrant test

Penetrant test dilakukan untuk menginspeksi apakah pada permukaan material dari *cylinder transition* terdapat retak atau *crack* pada permukaan. Dari hasil test ini tidak ditemukan adanya *crack* permukaan sehingga *cylinder transition* tersebut dapat digunakan sebagai *part* pengganti.



Gambar 10. Penetrant test
(Sumber : PT PJB UP Gresik, 2015)

4.4 Perhitungan pengurangan ketebalan

Dari pengukuran ketebalan sebelum dilakukan *machining*, diketahui ketebalan dari material adalah 10,90 mm.

a. Pengurangan ketebalan

$$\begin{aligned}\text{Posisi } 0^\circ &= \text{ketebalan awal} - \text{ketebalan akhir} \\ &= 10.90 \text{ mm} - 10.9 \text{ mm} = 0 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Posisi } 90^\circ &= 10.90 \text{ mm} - 10.68 \text{ mm} \\ &= 0.22 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Posisi } 180^\circ &= 10.90 \text{ mm} - 10.9 \text{ mm} \\ &= 0 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Posisi } 360^\circ &= 10.90 \text{ mm} - 10.54 \text{ mm} \\ &= 0.36 \text{ mm}\end{aligned}$$

b. Persentase besar pengurangan ketebalan terhadap ketebalan awal

$$\begin{aligned}\text{Posisi } 0^\circ &= \frac{\text{Pengurangan ketebalan}}{\text{Ketebalan awal}} \times 100 \% \\ &= \frac{0 \text{ mm}}{10.90 \text{ mm}} \times 100 \% = 0 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Posisi } 90^\circ &= \frac{\text{Pengurangan ketebalan}}{\text{Ketebalan awal}} \times 100 \% \\ &= \frac{0.22 \text{ mm}}{10.90 \text{ mm}} \times 100 \% = 2.02 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Posisi } 180^\circ &= \frac{\text{Pengurangan ketebalan}}{\text{Ketebalan awal}} \times 100 \% \\ &= \frac{0 \text{ mm}}{10.90 \text{ mm}} \times 100 \% = 0 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Posisi } 360^\circ &= \frac{\text{Pengurangan ketebalan}}{\text{Ketebalan awal}} \times 100 \% \\ &= \frac{0.32 \text{ mm}}{10.90 \text{ mm}} \times 100 \% = 2.94 \% \\ &= \frac{0.36 \text{ mm}}{10.90 \text{ mm}} \times 100 \% = 3.31 \%\end{aligned}$$

4.5 Analisa Hasil Pengujian dan Perhitungan

Dari hasil pengujian dan perhitungan menunjukkan bahwa :

- Hasil pengujian *hardness test* menunjukkan bahwa beda kekerasan antara sebelum dan sesudah proses *machining* menunjukkan bahwa sedikit perbedaan (perbedaan HV tidak lebih dari 10).
- Perbedaan dapat disebabkan kemungkinan permukaan yang kurang bersih sebelum pengetesan atau pengetesan setelah *machining* suhu dari *cylinder transition* lebih tinggi dari suhu sebelum *machining*.

- c. Dari hasil *penetrant test* menunjukkan bahwa tidak ada crack setelah dilakukan proses machining.
- d. Proses *penetrant test* harus dilakukan sesuai dengan standard agar diperoleh hasil yang baik.
- e. Hasil pengerjaan pembubutan sumbu x masih masuk dalam ukuran toleransi.
- f. Dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa besar pengurangan ketebalan *cylinder transition* tidak lebih dari 3,2 mm atau 30% (batas maksimal *material loss* yang diijinkan) dari ketebalan awal.

5. KESIMPULAN

1. Dengan adanya proses *machining* pada *cylinder transition* akan memudahkan dalam poses pemasangan, tenaga yang dibutuhkan berkurang dari 3 orang menjadi 2 orang dan menghemat waktu pemasangan dari 3 jam menjadi 1.5 jam per *cylinder transition*.
2. Dari hasil pengujian hardness test dan penetrant test diperoleh hasil yang baik, sehingga menunjukkan bahwa *cylinder transition* tersebut dapat digunakan.
3. Dari data hasil perhitungan pengurangan ketebalan *cylinder transition* menunjukkan bahwa *cylinder transition* dapat

digunakan kembali karena tidak melebihi *material loss* yang diijinkan yaitu sebesar 3.2 mm atau 30% (data dari manual book).

4. Dengan proses *machining cylinder transition, part cylinder transition* yang mengalami keovalan di gudang dapat digunakan kembali sehingga dapat mengurangi pengadaan *cylinder transition* baru.

DAFTAR PUSTAKA

Achmad, Z., "Elemen Mesin I", Bandung: Refika Aditama, 2006

Achmad, Z., "Elemen Mesin I", Bandung: Refika Aditama, 2006.

Mitshubishi Heavy Industri, LTD., "Manual Drawing of Gas Turbine MW701D", Japan : Takasago Machinery Works 1992.

Mitshubishi Heavy Industri, LTD., "MW701D Gas Turbine Maintenance Manual", Japan: Takasago Machinery Works, 1993.

Pudjanarsa, A.N.D., "Mesin Konversi Energi. Yogyakarta: ANDI, 2006.

Sato, G. Takeshi, Hartanto, N. Sugiarto, "Menggambar Mesin Menurut Iso", Jakarta : Pradnya Paramita, 2003