

# PROSES MANUFAKTUR UNTUK PEMBUATAN PART SPOILER PESAWAT

## *Manufacturing Process of Aircraft Spoiler Part*

Fauzi Hibatullah, A. Sofwan F Alqap\*, Helmizar

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu  
Jl. WR. Supratman, Kandang Limun, Kec. Muara Bangkahulu, Bengkulu

\*) Email : sofwan.alqap@unib.ac.id

### **ABSTRACT**

*Manufacture is an activity or process to change the form of material from raw into semi or finished goods. The process begins with designing the product, determining the specifications of the material from which the product is made. A series of manufacturing processes may include cutting, forming, thermal treating, inspection, and finishing. Inspection duties are of the Quality Control section tasks. These duties include visual inspection and measurement that takes place before, during and after the production process. CNC machines that are operated for the cutting processes still use memory in the form of punched paper as a medium for transferring G and M codes to the control system. There are two programming methods in CNC machines, namely incremental method and absolute one. The first is where the reference point is always changing, i.e. the last point is to be used as a new reference for the next. The second is where the reference point is fixed, i.e. the first position is used as a reference for all steps. Spoilers are panels mounted on the upper surface of the wing that, when extended, both increase drag and decrease lift by disrupting the airflow over the wing. Manufacturing steps of the spoiler actuator are material verification, turning processes, removing burs, precipitation hardening, hardness checking, turning for surface finishing, grinding, honing, hole surface finishing, flaw inspection, and packing.*

**Keywords:** Manufacturing Process, CNC machining, Spoiler actuator

## **1. PENDAHULUAN**

Sebuah kegiatan menghasilkan suku cadang untuk keperluan Industri Dirgantara melibatkan tahap-tahap yang cermat. Suku cadang bagi peralatan kedirgantaraan beragam pada yang berhubungan dengan sistem aktuasi, struktur, sistem manajemen udara, kelistrikan, komponen mesin, sistem kendali, interior, sistem ISR (intelligence, surveillance, and reconnaissance), sistem pendaratan, sistem baling-baling, sensor, roda, rem dan lain-lain [1].

Proses manufaktur sendiri merupakan sebuah kegiatan atau proses produksi mengubah bentuk bahan baku menjadi bahan jadi. Adapun proses manufaktur berawal dari mendesain produk, menentukan spesifikasi bahan dari mana produk tersebut dibuat. Setelah itu, bahan baku dimodifikasi melalui proses manufaktur untuk dibentuk menjadi bagian-bagian yang diperlukan. Perlu kamu ketahui juga bahwa proses pengangkutan, penanganan hingga penyimpanan suku cadang bukan termasuk dalam proses manufaktur. Karena langkah-langkah tersebut tidak melibatkan proses perubahan bentuk bahan baku menjadi barang jadi yang diproduksi

CNC singkatan dari *Computer Numerically Controlled*, merupakan mesin perkakas yang dilengkapi dengan sistem kontrol berbasis komputer yang mampu membaca instruksi kode M dan kode G untuk mengatur kerja mesin. Mesin CNC memiliki banyak kelebihan dari mesin perkakas konvensional. Keuntungan mesin CNC antara lain produktivitas yang tinggi, ketelitian yang tinggi, waktu produksi lebih cepat, biaya pembuatan murah, kapasitas produksi yang besar, dapat digabung dengan sistem lain, yaitu CAD/CAM sehingga pemakaian mesin CNC akan lebih efektif, dan masih banyak lagi keuntungan mesin CNC yang lain. Artikel ini melaporkan langkah-langkah proses manufacturing untuk pembuatan suku cadang *spoiler*, yakni aktuator, dengan menggunakan mesin CNC [2].

## **2. TINJAUAN PUSTAKA**

Proses produksi dapat dilakukan menggunakan mesin perkakas dimana memanfaatkan gerakan antara pahat dengan benda kerja sehingga dapat menghasilkan produk yang geometris. Pada proses pemesinan ini menghasilkan sisa dari pengerjaan sebuah produk yang disebut geram. Ada dua mata pahat dalam proses pemesinan, yaitu pahat bermata potong tunggal (*Single Point Cutting Tool*) dan pahat bermata potong jamak (*Multiple Point Cutting Tool*). Pahat bisa melakukan gerakan potong dan gerakan makan.

Proses pemesinan dapat dibedakan menjadi dua, yaitu proses pemesinan yang digunakan untuk membuat

benda kerja silindris / kronis dengan menggunakan benda kerja (pahat) berputar dan proses pemesinan yang digunakan untuk membentuk benda permukaan datar tanpa memutar benda kerja. Ada beberapa proses pemesinan yang termasuk dalam benda kerja silindris, meliputi proses bubut dan variasi proses yang dilakukan dengan menggunakan mesin bubut, mesin gurdi (*drilling machine*), mesin frais (*milling machine*) dan mesin gerinda (*grinding machine*) [3]. Proses *manufacturing* di *Aerostructure* khususnya pada bagian machining secara sederhana dapat dilihat pada Gambar 1



**Gambar 1.** Bagan alur proses *Manufacturing* [4]

Pada Gambar1 di atas adalah gambaran secara sederhana dalam proses *manufacturing*, terdiri dari *input*, proses dan *output*. *Input* berupa sistem manajemen SDM, siklus buku besar dan pelaporan, manajemen, proses sheet yang berisi tahapan seluruh operasi mulai dari pengambilan material, proses sheet yang berisi tahapan seluruh operasi mulai dari pengambilan material hingga proteksi dan marking. Proses terdiri dari operasi yang merupakan kombinasi dari 4M, E (*man, material, method, machine* dan *environment workplace*).

## 2.1 Mesin CNC

Pada awalnya mesin CNC masih menggunakan memori berupa kertas berlubang sebagai media untuk mentransfer kode G dan M ke system kontrol, setelah tahun 1950, ditemukan metode baru mentrasfer data dengan menggunakan kabel RS232, *floppy disks*, dan terakhir oleh computer jaringan kabel (*computer Network Cables*) bahkan bias dikendalikan melalui internet. Akhir-akhir ini mesin-mesin CNC telah berkembang secara menakjubkan sehingga telah mengubah industry pabrik yang selama ini menggunakan tenaga manusia menjadi mesin-mesin otomatis. Dengan telah berkembang mesin CNC, maka benda kerja yang rumit sekalipun dapat di buat secara mudah dalam jumlah yang banyak [5].

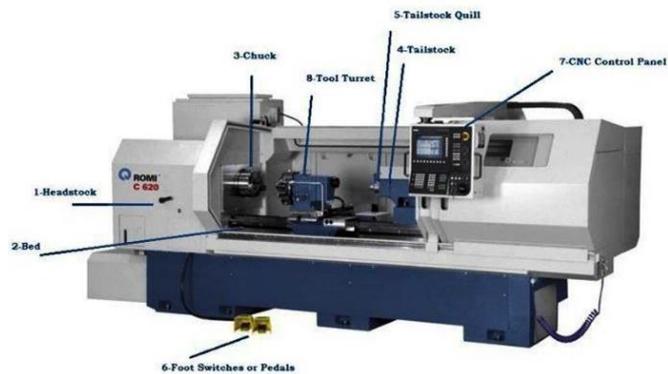
Secara umum kerja mesin CNC tidak berbeda dengan mesin konvensional. Fungsi CNC dalam hal ini lebih banyak menggantikan pekerjaan operator dalam mesin *konvensional*. Misalnya pekerjaan *setting tool* atau mengatur gerakan pahat sampai pada posisi tip memotong, Gerakan pemotongan dan Gerakan Kembali ke posisi awal dan lain-lain.

### a. Mesin Bubut CNC

Secara umum prinsip kerja mesin CNC bubut sama dengan mesin bubut konvensional. Gerakan dasarnya ke arah melintang dan horizontal dengan sistim koordinat sumbu X dan Z, dan pada pemakannya benda kerja diletakkan dicekam yang berputar dan dimakan oleh pahat yang diam. Arah gerakan pada mesin bubut CNC diberikan lambang sumbu X untuk arah gerakan melintang tegak lurus terhadap sumbu putar dan sumbu Z untuk arah gerakan memanjang yang sejajar sumbu putar<sup>[6]</sup>. Bagian-bagian utama Mesin Bubut CNC dapat dilihat pada Gambar 2.

### b. Mesin Milling CNC

Proses mesin CNC milling yaitu pengeboran dan pemotongan material. Jadi, jika material bahan sudah dimasukkan ke dalam mesin maka program komputer akan mengendalikan mesin untuk memotong atau mengebor material tersebut sesuai yang diharapkan. Mesin memiliki ketersediaan pilihan sumbu mulai dari tiga sampai 6 sumbu sehingga arah pergerakannya *fleksibel* dan bisa disesuaikan<sup>[7]</sup>. Bagian-bagian utama pada mesin *milling* CNC Dapat dilihat Pada Gambar 3



**Gambar 2.** Bagian-Bagian Mesin Bubut CNC



**Gambar 3.** Bagian-Bagian Mesin Milling CNC

## 2.2 Pemrograman CNC

Pemrograman adalah suatu urutan perintah yang di susun secara rinci tiap blok per blok untuk memberikan masukan mesin perkakas CNC tentang apa yang harus dikerjakan. Metode pemrograman CNC terbagi menjadi dua, yaitu sebagai berikut:

- a. Metode *Incremental* merupakan suatu metode pemrograman dimana titik referensinya selalu berubah, yaitu titik terakhir yang dituju menjadi titik referensi baru untuk ukuran berikutnya. Pada sistem ini titik awal penempatan alat potong yang digunakan sebagai acuan (referensi). Untuk mesin bubut, titik referensinya diletakkan pada sumbu (pusat) benda kerja yang akan dikerjakan pada bagian ujung. Sedangkan pada mesin frais, titik referensinya diletakkan pada pertemuan antara dua sisi pada benda kerja yang akan dikerjakan. Sistem *Incremental* dapat dilihat pada Gambar 4.
- b. Metode *Absolute* merupakan suatu metode pemrograman dimana titik referensinya selalu tetap yaitu suatu titik/tempat dijadikan referensi untuk semua ukuran. Pada system ini titik awal penempatan yang digunakan sebagai acuan adalah selalu berpindah sesuai dengan titik *actual* yang dinyatakan terakhir, untuk mesin bubut maupun mesin frais diberlakukan cara yang sama. setiap kali suatu gerakan pada proses pengerjaan benda kerja berakhir. Maka titik akhir dari gerakan alat potong itu dianggap sebagai titik awal gerakan alat potong pada tahap berikutnya<sup>[8]</sup>. Sistem *Absolute* dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 4.** Sistem *Incremental*



Gambar 5. Sistem Absolute

### 3. METODE PENELITIAN

Dalam pelaksanaan kerja praktik ini terdapat beberapa tahapan untuk mengetahui proses manufacturing untuk pembuatan part *spoiler* CDV. Yang meliputi menggunakan mesin CNC, Pada proses manufaktur meliputi proses pembuatan part *spoiler* CDV, dapat dilihat Langkah-langkahnya sebagai berikut :

1. Pembuatan model komponen *spoiler* dengan software CAD
2. Pembuatan program dan penginputan pada mesin CNC
3. Verifikasi *Material (Material verification)*
4. *Turnmill rough turn and rough mill profile*
5. *Turnmill rough turn and rough mill trunnion*
6. *Remove burrs*
7. *Precipitation harden*
8. *Hardness check*
9. *Turnmill Finish turn, first side*
10. *Turnmill finish turn, second side. Trunnion mill finish*
11. *External grinding Trunnion*
12. *Internal grinding bore*
13. *Honing*
14. *Finish holes, face mill and drive dog removal*
15. *Magnetizing flaw detect*
16. *Kitting*
17. *Assembly pin to part*
18. *Final inspection*
19. *Store Packing*

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Manufaktur

Hasil manufaktur dari proses pembuatan part *spoiler* CDV menggunakan mesin CNC dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Part Spoiler CDV

#### Pembahasan

*Collins Aerospace* merupakan perusahaan yang bergerak dalam perancangan, produksi, perawatan sistem, komponen untuk pesawat dan helikopter komersial, regional, bisnis, serta militer. Pada pembuatan part *spoiler* CDV ini menggunakan mesin CNC Turn mill, Mesin turn-mill adalah jenis mesin multi-tugas yang mampu melakukan operasi benda kerja yang berputar (seperti pembubutan) dan operasi alat putar (seperti penggilingan dan pengeboran).

Dalam proses manufaktur pembuatan part *spoiler*, langkah awalnya

a. Verifikasi *Material (Material verification)*

Pada proses verifikasi *material* ini, langkah yang dilakukan yaitu periksa *shop order* dan periksa stok *material*, setelah itu hitung ketersediaan stok material dengan jumlah *shop order*, dilanjutkan verifikasi dokumen material, bahan, issue gambar dan proses plan issue, Pastikan material sudah kondisi initial harden, selanjutnya periksa secara visual, rilis lembar *shop order* dan rilis lembar *tracking*, setelah itu cap di *tracking sheet* pada operasi ini di sertakan tanggal, jam mulai dan selesai pekerjaan, dilanjutkan isi dan cap *withdwn* pada lembar komponen list sesuai dengan material yang di butuhkan dan di tempatkan *forging material* dan dokumen set pada *box handling*.

b. *Turnmill rough turn and rough mill profile*

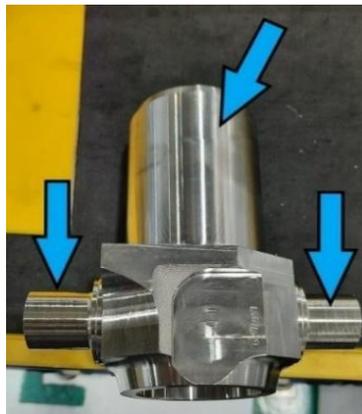
Selanjutnya pada proses *Turnmill rough turn and rough mill profile* ini, langkah yang dilakukan yaitu muat program, selanjutnya cekam part di *hard jaws* dan cek kesesuaian part *loading*, setelah itu *set datum trunnion*, dilanjutkan *turn diameter*  $\varnothing 65.2$  mm, kemudian *rough bore*  $\varnothing 41.8$  mm dan *bore*  $\varnothing 51.8$  mm and  $\varnothing 51.6$  mm setelah itu *rough mill body cut out*  $\varnothing 32$  mm dan *finish mill body cut out*  $\varnothing 20$  mm dilanjutkan turunkan part, inspeksi dan catat hasil inspeksi di lembar *inspection record* setelah itu tempatkan part di *box* pastikan part dan *box* bebas dari koba (kerusakan oleh benda asing), dengan menggunakan kode G73. Pada Gambar 8 dapat dilihat *Turnmill rough turn and rough mill profile*.



Gambar 8. *Turnmill rough turn and rough mill profile*

c. *Turnmill rough turn and rough mill trunnion*

Pada proses *Turnmill rough turn and rough mill trunnion* ini, langkah yang dilakukan yaitu muat program, setelah itu cekam part di *mandrel* dan cek kesesuaian part *loading*, selanjutnya *set datum di trunnion*, setelah itu *turn external diameter and face*, dilanjutkan *mill trunnion*  $\varnothing 41.9$  mm dan  $\varnothing 44.5$  mm, setelah itu *bore* dan *mill trunnion*  $\varnothing 28.4$  mm, selanjutnya turunkan part dan inspeksi catat hasil inspeksi di lembar *inspection record* setelah itu tempatkan part di *box* pastikan part dan *box* bebas dari koba (kerusakan oleh benda asing), dengan menggunakan kode G01. Pada Gambar 9 dapat dilihat *Turnmill rough turn and rough mill trunnion*.

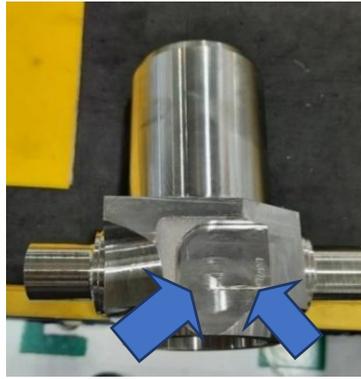


Gambar 9. *Turnmill rough turn and rough mill trunnion*

d. *Remove burrs*

Pada tahap ini untuk membuang sisi tajam pada benda dengan radius 0,1 atau 0,4 Pada Gambar 10

dapat dilihat *remove burrs*



**Gambar 10.** *Remove burrs*

e. *Precipitation harden*

Pada tahap *precipitation harden* ini langkah yang dilakukan yaitu *document and system verification* setelah itu *degrease part dan test piece* di proses pada pembebanan sesuai dengan persyaratan spesifikasi AMS 2759 dan 2759/3 dan spesifikasi *internal WS-NDT-027* atau *BDG-OE-0240 WI* di tangani dengan hati hati dan bebas inspeksi dari kotoran, korosi dilapisi pencegah korosi, setelah itu racking sesuai spesifikasi *internal 2* rak pastikan rak itu bersih, kering dan bebas dari minyak sebelum digunakan masukan benda uji ke dalam tungku dan periksa kondisi tungku sebelum menutup pintu dan masukan program tungku Pada Gambar 11 dapat dilihat *Precipitation harden*



**Gambar 11.** *Precipitation harden*

f. *Hardness check*

Pada tahap *Hardness check* ini pengecekan kekerasan suatu benda kerja mendapatkan sifat mekanik kekerasan 34-42 HRC, *sampling hardness* permukaan dengan matrix 2 bagian jika memuat 50 pcs, bagian 4 jika memuat 51 hingga 80 pcs, jika 7 bagian memuat 81 sampai 100 pcs. Pada Gambar 12 dapat dilihat *Hardness check*.

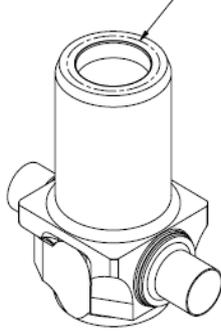
g. *Turnmill Finish turn, first side*

Pada tahap ini *turnmill finish turn, first side* ini langkah yang dilakukan yaitu muat program, setelah itu cekam *part* di *internal soft jaws*, selanjutnya set datum di *trunnion*, kemudian *rough turn front face* dan *finish turn front face*, setelah itu *rough bore* 0,2 mm stock, selanjutnya *finish*  $\varnothing 54$  mm dan  $\varnothing 53.55$  mm bores, kemudian *rough bore*  $\varnothing 55.7$  mm reces, setelah itu *specialslot drill*  $\varnothing 6$  dan C/drill, selanjutnya *special*  $\varnothing 7$  Drill- $\varnothing 7$ mm x 47.5 deep, kemudian *internal groove* 5mm-form  $\varnothing 57.95$  mm recess dan *finish bore*  $\varnothing 55.7$ mm recess, setelah itu *internal groove*-4mm (2mm rad), selanjutnya *rough mill*  $\varnothing 32$  mill body cut out dan *finish mill*  $\varnothing 20$  kemudian *finish em*  $\varnothing 16$  mill outer profile. Pada Gambar 13 dapat dilihat *Turnmill Finish turn, first side*

h. *Turnmill finish turn, second side. Trunnion mill finish*

Pada tahap *turnmill finish turn, second side.trunnion mill finish* ini, langkah yang dilakukan yaitu muat program, setelah itu cekam *part* di *mandrel* dan set datum di *trunnion*, kemudian *rough turn* dan *rough back turn od*, selanjutnya *finish turn od* dan drill  $\varnothing 12$  mm+*chamfer*, setelah itu c/drill dan slot drill  $\varnothing 6$  mm, kemudian drill  $\varnothing 8.5$  mm dan mill trunnions  $\varnothing 26.725$ , selanjutnya mill trunnions  $\varnothing 42.45$  dan mill trunnions  $\varnothing 39.85$ , setelah itu *combi drill trunnions*  $\varnothing 11$  dan  $\varnothing 15$ , dilanjutkan *spot face*  $\varnothing 8$  dan *from chamfer trunnions*, kemudian *finish drill*  $\varnothing 8.5$  mm, setelah itu turunkan *part* dan inspeksi catat hasil inspeksi di lembar *inspection record* dan tempatkan *part* di *box* pastikan *part* dan *box* bebas dari koba (kerusakan oleh benda asing), Dengan menggunakan kode G01. Pada Gambar 14 dapat dilihat *turnmill*

*finish turn, second side. trunnion mill finish.*



**Gambar 12.** Hardness check



**Gambar 13.** Turnmill Finish turn, first side



**Gambar 14.** Turnmill finish turn, second side. trunnion mill finish

*i. External grinding Trunnion*

Pada tahap *External grinding trunnion* ini, langkah yang dilakukan yaitu muat *program*, setelah itu muat *part* di *center-to-center* dan *probe part* di bore  $(z,x)=(0,0)$ , selanjutnya *dressing grind wheel* 01 dan *dressing grind wheel* 02 kemudian *grind trunnion* 1 (*drive-dog*) dan *grind trunnion* 2, setelah itu turunkan *part* dan *inspeksi* catat hasil *inspeksi* di lembar *inspection record* dan tempatkan *part* di *box* pastikan *part* dan *box* bebas dari koba (kerusakan oleh benda asing). Pada Gambar 15 dapat dilihat *external grinding trunnion*



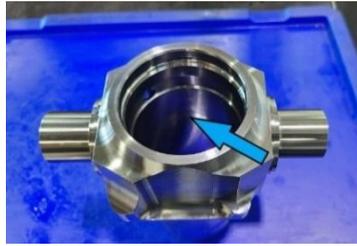
**Gambar 15.** External grinding trunnion

*j. Internal grinding bore*

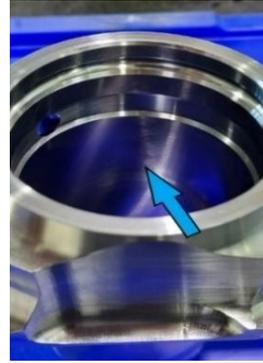
Pada proses *internal grinding bore* ini, langkah yang dilakukan yaitu muat *program*, setelah itu muat *part* di *mandrel* dan *dressing grind wheel* 01, selanjutnya *dressing grind wheel* 02 dan *dressing grind wheel* 03, kemudian *grind*  $\varnothing 53.817$  dan *grind*  $\varnothing 53.817$  and *face*, setelah itu *grind*  $\varnothing 44$ , selanjutnya turunkan *part* dan *inspeksi* catat hasil *inspeksi* di lembar *inspection record* dan tempatkan *part* di *box* pastikan *part* dan *box* bebas dari koba (kerusakan oleh benda asing). Pada Gambar 16 dapat dilihat *internal grinding bore*.

*k. Honing*

Pada proses *honing* ini, langkah yang dilakukan yaitu muat *program*, setelah itu muat *part* di *fixture* selanjutnya *honing bore*, kemudian turunkan *part* dan *inspeksi* catat hasil *inspeksi* di lembar *inspection record* dan tempatkan *part* di *box* pastikan *part* dan *box* bebas dari koba (kerusakan oleh benda asing). Pada Gambar 17 dapat dilihat honing.



**Gambar 16.** *Internal grinding bore*



**Gambar 17.** *Honing*

*l. Finish holes, face mill and drive dog removal*

Pada proses *finish holes, face mill and drive dog removal* ini, langkah yang dilakukan yaitu muat *program*, setelah itu cekam *part* di *fixture*, selanjutnya *drill*  $\varnothing 5.6$  mm dan *special c.drill+chamfer*, kemudian *mill semi finish*  $\varnothing 5.7$  dan *bore semi finish*  $\varnothing 5.9$ , setelah itu *reamer finish*  $\varnothing 5.9$  dan *step drill*  $\varnothing 16$ , selanjutnya *mill finish special spot face*  $\varnothing 16$  dan *reamer finish*  $\varnothing 12.325$ , kemudian *mill face finish*  $\varnothing 40$ . Setelah itu turunkan *part* dan *inspeksi* catat hasil *inspeksi* di lembar *inspection record* dan tempatkan *part* di *box* pastikan *part* dan *box* bebas dari koba (kerusakan oleh benda asing). Pada Gambar 18 dapat dilihat *finish holes, face mill and drive dog removal*.



**Gambar 18.** *Finishholes, face mill and drive dog removal*

*m. Magnetizing flaw detect*

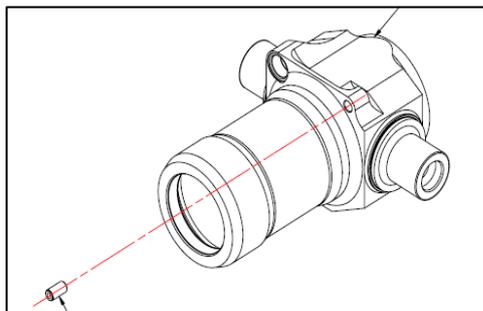
Pada proses *magnetizing flaw detect* ini, langkah yang dilakukan yaitu putar komponen 90 derajat (min 3x memutar) untuk memastikan seluruh bagian termagnetisasi. Pastikan id terlumuri irik dan periksa semua permukaan sesuai persyaratan. Pada Gambar 19 dapat dilihat *magnetizing flaw detect*.



**Gambar 19.** *Magnetizing flaw detect*

*n. Kitting*

Pada proses *kitting* ini langkah yang dilakukan yaitu *part* yang dirakit selanjutnya cek visual kedua *part* tidak ada burr di area *assy*, seperti terlihat pada Gambar 20.



**Gambar 20. Kittin**

*o. Assembly pin to part*

Proses memasukan pin doel ke lubang part spoiler CDV, seperti terlihat pada Gambar 21.



**Gambar 21. Assembly pin to part**

*p. Final inspection*

Proses pemeriksaan barang terutama visual seperti cacat, goresan atau fibrasi dan juga pengecekan seluruh dokumen.

*q. Store Packing*

Area penyimpanan barang yang sudah finish sebelum dikirim ke pelanggan/customer

## 5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Langkah-langkah manufacturing yaitu, pertama verifikasi material, *turnmill rough turn and rough mill profile, turnmill rough turn and rough mill trunnion, remove burs, precipitation harden, hardness check, turnmill finish turn first side, turnmill finish turn second side trunnion mill finish, external grinding trunnion, internal grinding bore, honing, finish hole face mill drive dog removal, magneting flaw detect, kitting, assembly pin to part*, proses pemeriksaan, *store packing*.
2. Cara mengoperasikan mesin CNC yaitu dengan memasukan perintah numeric melalui tombol-tombol yang ada pada panel instrument di tiap tiap mesin

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Safitri, N. (2018) "proses manufactur" [https:// www.massoftware. Com /blog/author/aini](https://www.massoftware.com/blog/author/aini)
- [2] Mreza, F. (2018). "MesinCNC" [https:// teknikece.com/ author/Muhammad reza furqoni](https://teknikece.com/author/Muhammad%20reza%20furqoni) Diakses pada 23 Agustus 2022
- [3] Priharto, (2020). "Perusahaan Manufaktur : Pengertian, Jenis, Proses, dan Contohnya .<https://ruangpedia.my.id/>. Diakses pada 20 Maret 2022
- [4] Dandi, H. (2013)"Laporan Pratek industri" [https://www.slideshare.net/ DandiYakuza/laporan-praktek-industri-dandi-heryana](https://www.slideshare.net/DandiYakuza/laporan-praktek-industri-dandi-heryana)
- [5] Muhamad Edie.(2012)"pengertian mesin CNC dan jenis mesin CNC"http://Muhammedie-tp2.blogspot.com/2012/03/pengertian-mesin-cnc.html yang direkam pada 2012
- [6] Mreza, F. (2018)."Bagian Mesin bubut CNC" [https://teknikece.com/author/ Muhammadreza](https://teknikece.com/author/Muhammadreza)

- furqon* Diakses pada 23 Agustus 2022
- [7] Mreza, F. (2018). "Bagian Mesinmilling CNC" [https://teknikece.com/author/ Muhammadreza furqon](https://teknikece.com/author/Muhammadreza_furqon) Diakses pada 22 Agustus 2022
- [8] Rudy. (2019). "metode pemrograman CNC" [https://www.etsworlds.id/2019/03/ metode-pemrograman-cnccomputer](https://www.etsworlds.id/2019/03/metode-pemrograman-cnccomputer). Diakses 20 maret 2019.