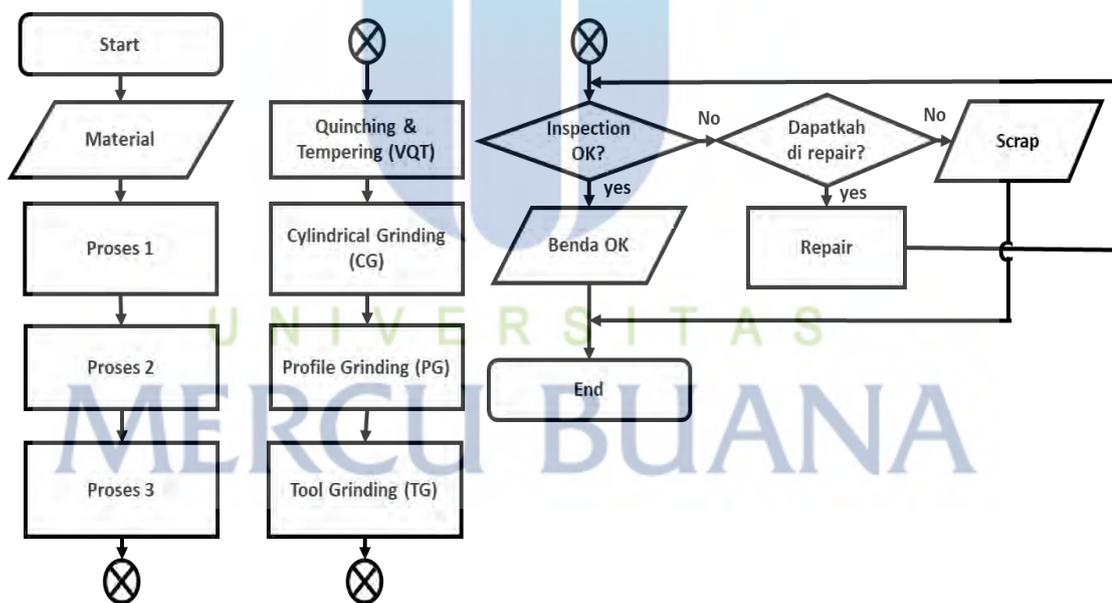


BAB IV

PELAKSANAAN DAN PEMBAHASAN

4.1. ALUR PROSES

Proses pembuatan *chucking collet* melalui serangkaian proses manufaktur yang di mulai dari *CNC lathe* sampai menjadi produk akhir *chucking collet*.



Gambar 4.1 *Flow proses tool chucking collet*

Namun pada kesempatan kali ini penulis akan lebih fokus dalam membahas proses pembuatan *chucking collet* pada *step CNC Lathe* dan *CNC Milling*.

4.2. PEMBAHASAN

Proses pembuatan *chucking collet* saat ini memerlukan waktu yang cukup lama dan melewati 6 kali *setting* menggunakan dua mesin, yaitu dengan mesin *CNC lathe* dan *CNC milling*. Berikut *flow* proses pada pembuatan *chucking collet*.

4.2.1. Material *Chucking Collet*

Chucking collet menggunakan material jenis SKD61 sebagai bahan dasarnya. Jika dilihat, sifat mekanik baja SKD61 sangatlah bagus dikarenakan baja SKD61 adalah baja yang memiliki kadar kromium yang tinggi. Namun, tidak hanya kadar kromium yang tinggi, baja ini juga memiliki campuran unsur lainnya.

Tabel 4.1 Komposisi SKD61

Komposisi	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	P	S
%	0.32- 0.45	0.80- 1.20	0.20- 0.50	4.75- 5.50	1.10- 1.75	0.80- 1.20	≤ 0.030	≤ 0.030

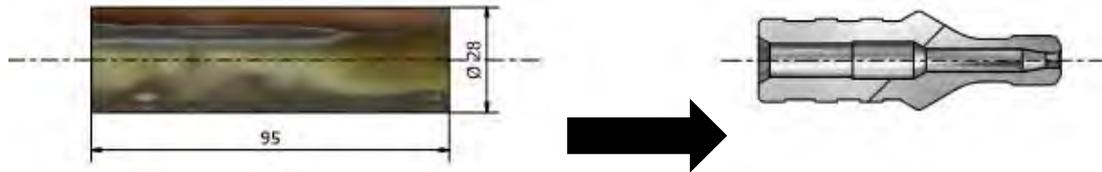
SKD 61 memiliki elemen *Vanadium* dan *Molybdenum* yang tentunya menjadi penguat baja ini. Dan kebanyakan unsur paduan baja ini adalah pembentuk karbida, yang meningkatkan kekerasan material. Dengan jumlah paduan yang makin banyak, maka akan semakin keras material. *Blank* material yang digunakan adalah SKD61 dengan dimensi awal $\varnothing 28,1$ mm dan panjang 95 mm.



Gambar 4.2 Dimensi material setelah dipotong

4.2.2. Proses CNC Lathe

Proses *CNC Lathe* memakai mesin *MORISEIKI SL-20* dalam proses pembubutannya. Tujuan proses ini untuk membentuk profil dari *chucking collet*. Mulai dari material *blank* sehingga membentuk *chucking collet*.



Gambar 4.3 Sebelum dan sesudah proses NC Lathe

Mesin *CNC lathe* yang digunakan untuk pembuatan *chucking collet* adalah *CNC lathe moriseiki sl-20*. Berikut adalah gambar mesin yang digunakan.



Gambar 4.4 MORISEIKI SL-20

Untuk proses *CNC lathe* dilakukan 4 tahap *Setting* dan proses, yaitu:

1. Poses 1

Menentukan dimensi diameter luar dan membuat lubang pada bagian dalam. *Tool* proses yang dipakai adalah:

a. *Roughing OD*

Membuat diameter luar dengan ukuran $\text{Ø}27,75$ mm dari material *blank* serta membuat *chamfer* pada bagian ujung material.

b. *Finishing OD*

Merapikan hasil dari *roughing OD*.



Gambar 4.5 Proses *roughing* dan *Fin OD*

Face dan OD Rough Cutting

- a) *Spindle Speed* : 850min^{-1}
- b) *Feedrate* : 0.35 mm/rev
- c) *Depth of cut* : 0.25 mm

Face dan OD Fin Cutting

- a) *Spindle Speed* : 900 min^{-1}
- b) *Feedrate* : 0.05 mm/rev
- c) *Depth of cut* : 0.1 mm

c. *Center drill*

Membuat lubang awalan sebelum melakuakn *drilling*.



Gambar 4.6 Proses *Center Drill*

Center Drill Cutting

- a) *Spindle Speed* : 750 min⁻¹
- b) *Feedrate* : 0.05 mm/rev
- c) *Depth of cut* : 3.5 mm

d. *Drill* diameter 4 mm

Membuat lubang Ø4 mm sedalam 16 mm.



Gambar 4.7 Proses *drilling* diameter 4

Drill Diameter 4 Cutting

- a) *Spindle Speed* : 750 min⁻¹
- b) *Feedrate* : 0.05 mm/rev

2. Proses 2

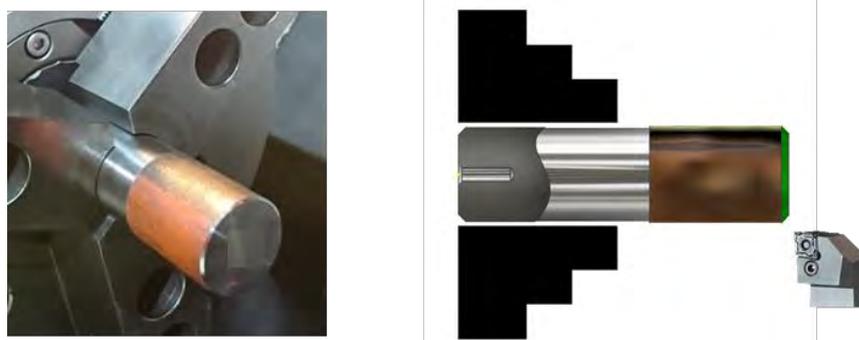
Meratakan permukaan dan membuat lubang dari bagian belakang, prosesnya yaitu:

a. *Roughing* OD

Proses *roughing* bagian belakang seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah.

b. *Finishing* OD

Merapikan hasil dari *roughing* OD.



Gambar 4.8 *Roughing & Fin* OD

Face & OD Rough Cutting

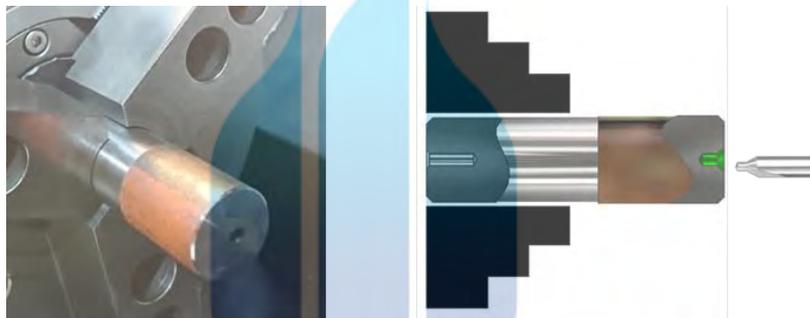
- a) *Spindle Speed* : 850 min^{-1}
- b) *Feedrate* : 0.35 mm/rev
- c) *Depth of cut* : 0.25 mm

Face & OD Fin Cutting

- a) *Spindle Speed* : 900 min^{-1}
- b) *Feedrate* : 0.05 mm/rev
- c) *Depth of cut* : 0.1 mm

c. *Center drill*

Membuat lubang awalan sebelum melakukan *drilling*.



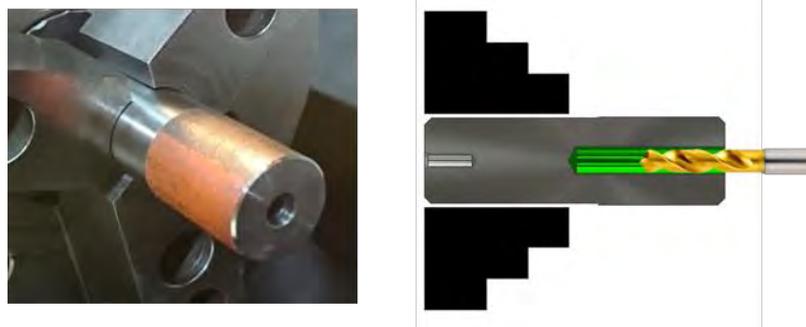
Gambar 4.9 Proses *Center drill*

Center Drill Cutting

- a) *Spindle Speed* : 750 min^{-1}
- b) *Feedrate* : 0.05 mm/rev
- c) *Depth of cut* : 3.5 mm

d. *Drill Diameter 8.7 mm*

Membuat lubang diameter 8.7 mm.



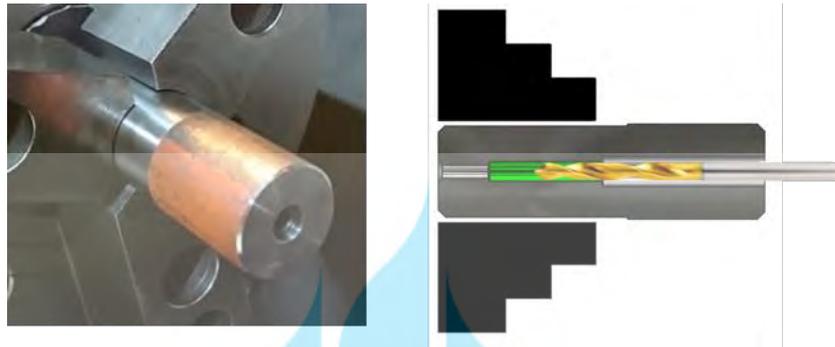
Gambar 4.10 Proses *drilling* diameter 8.7

Drill Diameter 8.7 Cutting

- a) *Spindle Speed* : 750 min^{-1}
- b) *Feedrate* : 0.05 mm/rev

e. *Drill diameter 6.2 mm*

Membuat lubang diameter 6.2 mm.



Gambar 4.11 Proses *drilling* diameter 6.2

Drill Diameter 6.2 Cutting

- a) *Spindle Speed* : 800 min^{-1}
- b) *Feedrate* : 0.05 mm/rev

3. Proses 3

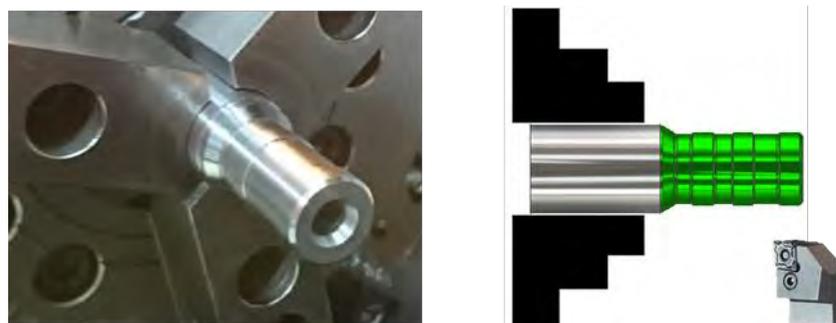
Membuat profil belakang dari *chucking collet*.

a. *Roughing OD*

Membuat profil belakang pada diameter luar.

b. *Finishing OD*

Merapikan profil belakang pada diameter luar.



Gambar 4.12 Proses *roughing* dan *Finishing OD*

Face dan OD Rough Cutting

- a) *Spindle Speed* : 850min⁻¹
- b) *Feedrate* : 0.35 mm/rev
- c) *Depth of cut* : 0.25 mm

Face dan OD Fin Cutting

- a) *Spindle Speed* : 900 min⁻¹
- b) *Feedrate* : 0.05 mm/rev
- c) *Depth of cut* : 0.1 mm

c. *Roughing ID*

Proses *roughing* bagian diameter dalam dari *chucking collet*.

d. *Finishing ID*

Merapikan hasil kerja dari *roughing ID* unruk mencapai diameter yang lebih akurat.



Gambar 4.13 Proses *roughing & Finishing ID*

Face dan OD Rough Cutting

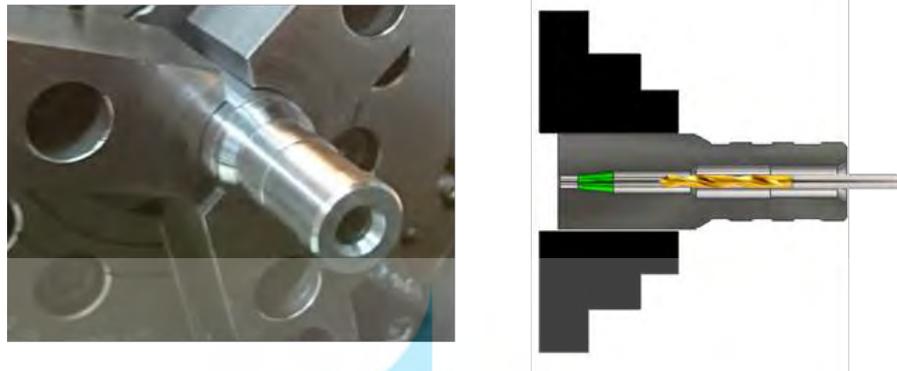
- a) *Spindle Speed* : 750min⁻¹
- b) *Feedrate* : 0.15 mm/rev
- c) *Depth of cut* : 0.15 mm

Face dan OD Finishing Cutting

- a) *Spindle Speed* : 800 min⁻¹
- b) *Feedrate* : 0.04 mm/rev
- c) *Depth of cut* : 0.01 mm

e. *Drill Taper*

Untuk membuat *taper* yang berfungsi sebagai mekanisme ekspansi *chucking collet*. Bagian ini salah satu *critical point* dari proses pembuatan *chucking collet*, yang akan menentukan kinerja *chucking collet*.



Gambar 4.14 Pembuatan *drill taper*

Drill Taper Cutting

- a) *Spindle Speed* : 1000 min^{-1}
- b) *Feedrate* : 0.01 mm/rev

4. Proses 4

Membuat profil bagian depan dari *chucking collet*.



Gambar 4.15 Proses *roughing* profil depan

Face dan OD Rough Cutting

- a) *Spindle Speed* : 850 min^{-1}
- b) *Feedrate* : 0.35 mm/rev
- c) *Depth of cut* : 0.25 mm

Face dan OD Finishing Cutting

- a) *Spindle Speed* : 900 min^{-1}
- b) *Feedrate* : 0.05 mm/rev
- c) *Depth of cut* : 0.1 mm

Rata-rata membutuhkan waktu 75 menit untuk menyelesaikan satu *cycle time* pada proses *CNC Lathe*.

4.2.3. Proses *CNC Milling*

Proses ini memakai mesin OKK MCV 410 sebagai alat pemesinannya, berikut ini gambar dan spesifikasi mesin tersebut:



Gambar 4.16 OKK MCV 410

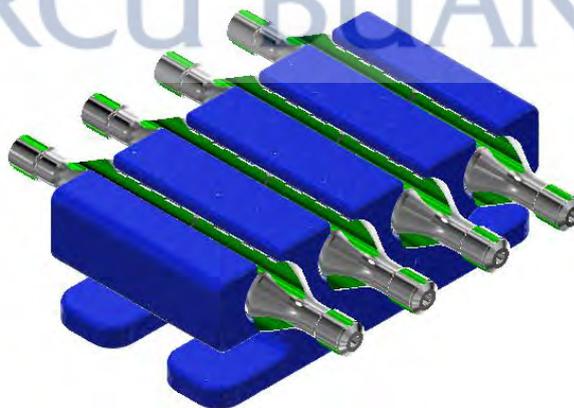
Table 4.2 Spesifikasi OKK MCV 410

Model	MCV-410
Brand	OKK
Type	Vertical Machining Centers
Control	CNC (Mitsubishi M335)
X	30 inch
Y	16 inch
Z	20 inch
Power	10 hp
RPM	6000 rpm
ATC	20
TableW	17 inch
TableL	39 inch
Taper	CAT-40
Weight	12,800 lbs.

Proses *cnc milling* dilakukan untuk membentuk alur pada profil belakang *chucking collet*. Terdapat dua proses pembuatan alur pada *machining center*.

1. Proses 1

Roughing dengan memakai *ballmill* diameter 9 mm. proses pertama untuk membentuk 3 alur pada bagian profil belakang dengan sudut 120°, lalu dilanjutkan dengan *finishing* untuk merapikan hasil *roughing*.



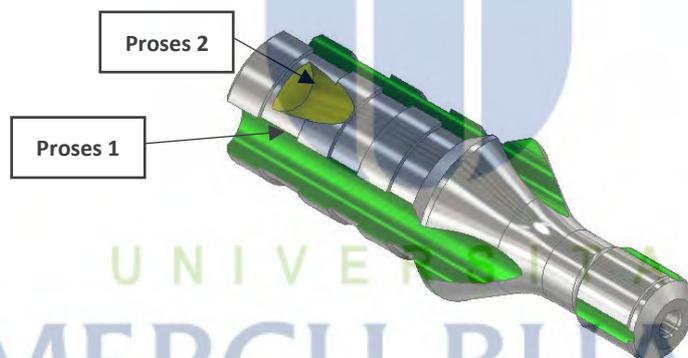
Gambar 4.17 Hasil proses *machining center* proses 1

2. Proses 2

Roughing menggunakan *Endmill* diameter 9 mm, proses kedua untuk membentuk 3 coakan pada bagian profil belakang dengan sudut 120° dan kemiringan 20° , lalu dilanjutkan dengan *finishing* untuk merapikan hasil *roughing*. Berikut adalah gambar *chucking collet* setelah di proses pada *machining center*.



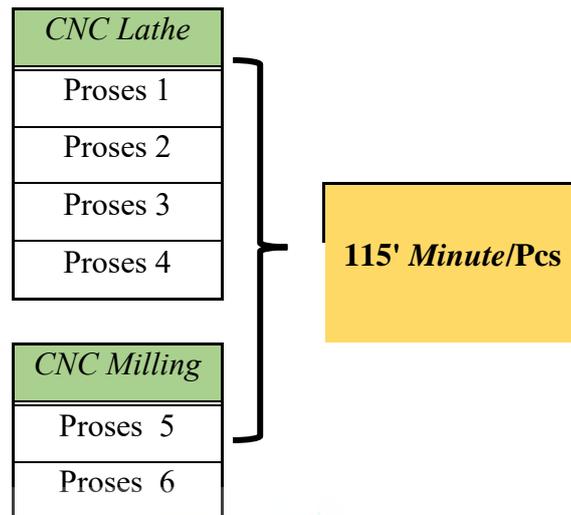
Gambar 4.18 Hasil proses *machining center* proses 2



Gambar 4.19 Hasil proses *machining center*

Rata-rata membutuhkan waktu 40 menit untuk menyelesaikan satu *cycle time* pada proses *machining center*.

Sedangkan proses pembuatan *chucking collet* dengan *step* proses diatas dengan menggunakan proses *CNC Lathe* dengan 4 tahapan proses dan *CNC Milling* dengan 2 tahapan proses membutuhkan waktu 115 menit.



Gambar 4.20 Hasil *manufacturing* proses

Berikutnya kita akan mencoba dan *development* pengerjaan *chucking collet* dengan menggunakan mesin baru yaitu *CNC Lathe NLX 2000|500* yang terdapat *option milling* didalamnya.

4.2.4. Proses *Chucking Collet* Mesin *DMG MORI NLX 2000|500*

A. Pengenalan mesin



Gambar 4.21 *DMG MORI NLX 2000 |500*

DMG MORI NLX 2000|500 adalah sebuah mesin berkekuatan tinggi, berteknologi canggih dan dengan kemampuan presisi yang tinggi dengan ukuran *chuck* standar 8 inci, dan dapat mengerjakan berbagai benda kerja. *NLX 2000|500* ini dilengkapi dengan kinerja milling yang luar biasa dengan BMT yang sempurna (*Built in Motor Turret*). Desain hemat-ruang memungkinkan pembentukan sistem otomasi dengan mudah. *NLX 2000|500* ini sangat luar biasa sudah dilengkapi option 2 *spindle chuck*. Model ini menunjukkan kemampuan luar biasa dalam berbagai bidang termasuk industri suku cadang otomotif yang memproduksi suku cadang produksi massal dan industri pesawat terbang yang membutuhkan kualitas sangat presisi.

Mesin *NLX 2000|500* ini sudah dilengkapi dengan beberapa tambahan *option* yang membuat mesin ini sangatlah spesial. Diantanya adalah :

1. *Sub spindle*



Gambar 4.22 *Sub spindle*

Sub spindle adalah sebutan untuk *chuck* kedua pada mesin *cnc lathe NLX 2000|500*. *Sub spindle* ini digunakan untuk memproses benda-benda yang membutuhkan 2 tahapan proses pengerjaan. Pada proses *chucking collet*, *sub spindle* digunakan untuk mengerjakan proses *step* kedua, seperti halnya pengerjaan proses *center drill*, *drilling*, diameter dalam, dan *special drill*. *Sub spindle* yang digunakan adalah tipe *long strough* yaitu *chuck spindle* yang memiliki range pengekaman yang lebih besar.

2. *Bar feeder*



Gambar 4.23 *Bar Feeder*

Bar feeder yang digunakan adalah merk *ALPS TOOL*. *Bar feeder* berfungsi sebagai penyuplai material secara otomatis. Dengan adanya *bar feeder*, operator tidak perlu untuk setting material secara manual, *bar feeder* inilah yang secara otomatis berfungsi sebagai penyuplai material untuk pengerjaan. Material yang digunakan yaitu material skd 61 dengan diameter 28.5 mm dan panjang satu meter.

3. *Option milling*

Option milling yang digunakan pada mesin *cnc lathe dmg mori nlx 2000|500* untuk proses *chucking collet* adalah tipe *vertical milling spindle*, dan *universal angle milling*.

a. *Vertical milling spindle*



Gambar 4.24 *Vertical milling spindle*

Vertical spindle milling adalah *spindle milling* yang mengarah ke *X axis*. Dalam proses *chucking collet* digunakan untuk membuat alur *ball mill*. *Spindle milling* ini memiliki spesifikasi *maximal* 6000 rpm.

b. *Universal angle miliing spindle*



Gambar 4.25 *Universal angle miliing spindle*

Universal angle milling spindle adalah *spindle milling* yang dapat di *adjust* sudutnya. Dalam pengerjaan *chucking collet* digunakan untuk membuat sudut *flat drill* diameter 9 mm. *spindle* miliing ini juga memiliki spesifikasi *maximal* 6000 rpm.

4. *Holder toll sub spindle*



Gambar 4.26 *Holder toll sub spindle*

Pada umumnya *holder toll turret* mengarah ke *main spindle* saja. Namun *cnc lathe nlx 2000|500* ini memiliki *holder toll* yang mengarah ke *sub spindle*, yang berfungsi untuk proses *step* kedua yang menggunakan pengerjaan dengan memakai *sub spindle (chuck kedua)*.

B. Proses *Machining*

Proses *Chucking Collet* dengan mesin *NXL 2000|500* sangatlah luar biasa yang bisa mengerjakan *chucking collet* yang awalnya awalnya menggunakan 2 mesin dan harus melakukan beberapa kali *setting*. Dengan mesin *NLX 2000|500* ini dapat memproses *Chucking collet* sampai *finish* dengan 2 *step* proses di *spindle 1* dan *spindle 2*, dengan sekali *setting*.

1. Proses *Spindle 1*

a. *Roughing OD*

Proses *roughing* bagian belakang seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah.

b. *Finishing OD*

Merapikan hasil dari *roughing OD*.



Gambar 4.27 *Face* dan *Roughing O.D*

Face dan OD Rough Cutting

- a) *Spindle Speed* : 2000 0min⁻¹
- b) *Feedrate* : 1.2 mm/rev
- c) *Depth of cut* : 2 mm

Face dan OD Fin Cutting

- a) *Spindle Speed* : 2000 min⁻¹
- b) *Feedrate* : 0.08 mm/rev
- c) *Depth of cut* : 0.2 mm

c. *Center Drill*

Membuat lubang awalan sebelum melakukan *drilling*.



Gambar 4.28 Proses *Center Drill*

Center Drill Cutting

- a) *Spindle Speed* : 1000 min⁻¹
- b) *Feedrate* : 0.05 mm/rev
- c) *Depth of cut* : 5.5 mm

d. *Drill Diameter* 4 mm

Membuat lubang diameter 4 mm sedalam 16 mm.



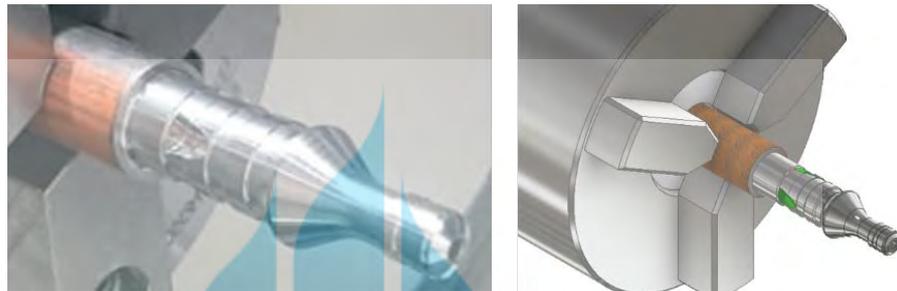
Gambar 4.29 Proses *Drill Diameter* 4 mm

Drill Diameter 4 Cutting

- a) *Spindle Speed* : 1000 min⁻¹
- b) *Feedrate* : 0.07 mm/rev

e. *Flat Drill Diameter 9 mm*

Roughing menggunakan *Endmill* diameter 9 mm, proses kedua untuk membentuk 3 coakan pada bagian profil belakang dengan sudut 120° dan kemiringan 20°.



Gambar 4.30 *Flat Drill Diameter 9 mm*

Flat Drill Cutting

- a) *Spindle Speed* : 3500 min⁻¹
- b) *Feedrate* : 0.08 mm/rev

f. *Ball mill Diameter 9 mm*

Roughing dengan memakai *ballmill* diameter 9 mm, proses pertama untuk membentuk 3 alur pada bagian profil belakang dengan sudut 120°.



Gambar 4.31 *Ball Mill Diameter 9 mm*

Ball Mill Cutting

- a) *Spindle Speed* : 4500 min⁻¹
- b) *Feedrate* : 500 mm/rev

Berikut adalah Proses *step* pertama *main spindle* pada mesin *CNC Lathe NLX 2000|500*.



Gambar 4.32 Hasil proses 1

g. *Transfer Spindle 2 dan Cut Off*

Proses potong dan *transfer* benda kerja ke *chuck spindle 2*.



Gambar 4.33 Proses *Transfer & Cut Off*

Cut Off Cutting

- a) *Spindle Speed* : 1200 min⁻¹
 b) *Feedrate* : 0.04 mm/rev

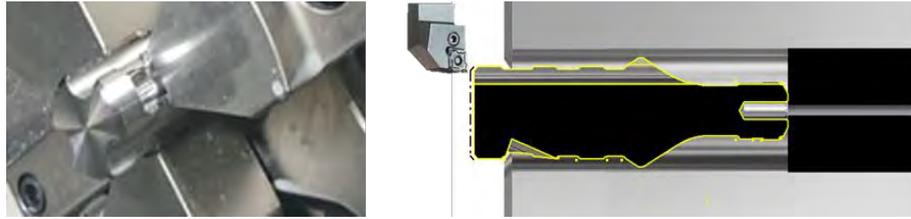
2. Proses *Spindle 2*

a. *Roughing OD*

Proses *roughing* bagian belakang seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah.

b. *Finishing OD*

Merapikan hasil dari *roughing OD*.



Gambar 4.34 *Roughing OD dan Finishing OD*

Face dan OD Rough Cutting

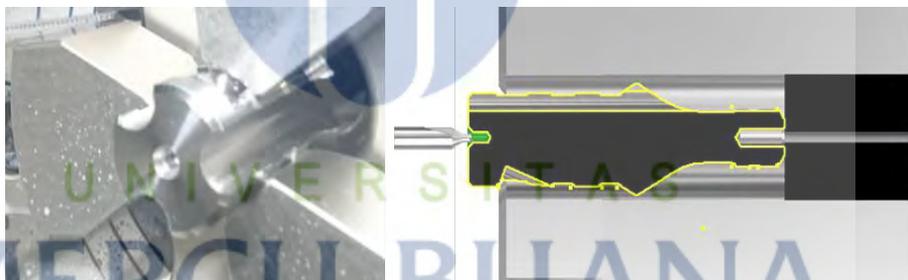
- a) *Spindle Speed* : 2000 0min^{-1}
- b) *Feedrate* : 1.2 mm/rev
- c) *Depth of cut* : 2 mm

Face dan OD Finishing Cutting

- a) *Spindle Speed* : 2000 min^{-1}
- b) *Feedrate* : 0.08 mm/rev
- c) *Depth of cut* : 0.2 mm

c. *Center Drill*

Membuat lubang awalan sebelum melakukan *drilling*.



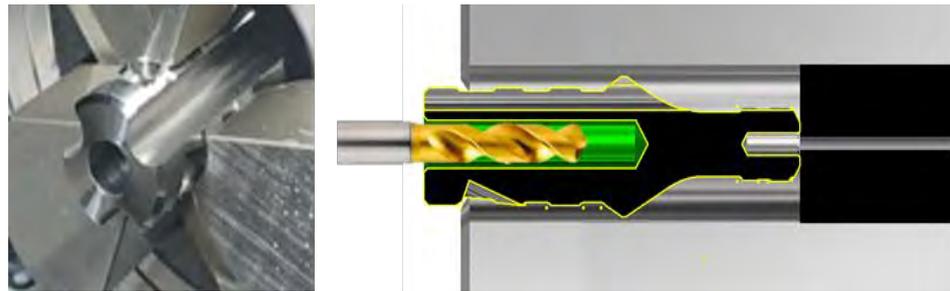
Gambar 4.35 Proses *Center Drill*

Center Drill Cutting

- a) *Spindle Speed* : 1000 min^{-1}
- b) *Feedrate* : 0.05 mm/rev
- c) *Depth of cut* : 5.5 mm

d. *Drill Diameter* 8.7 mm

Membuat lubang diameter 8.7 mm.



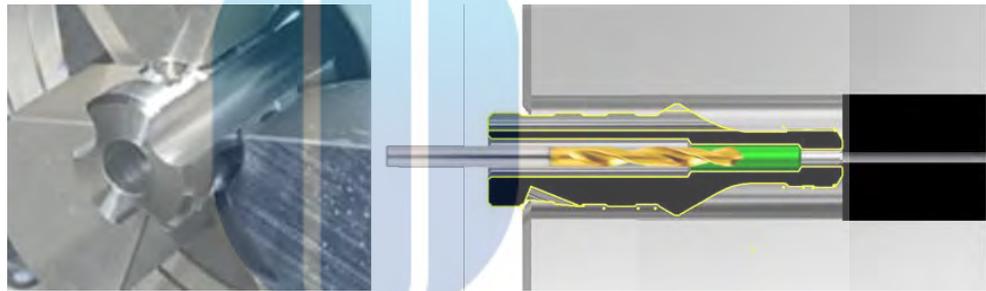
Gambar 4.36 Drill Diameter 8.7 mm

Drill Diameter 8.7 Cutting

- a) *Spindle Speed* : 1000 min^{-1}
 b) *Feedrate* : 0.07 mm/rev

e. *Drill Diameter 6.2 mm*

Membuat lubang diameter 6.2 mm.



Gambar 4.37 Drill Diameter 6.2 mm

Spesial Drill Cutting

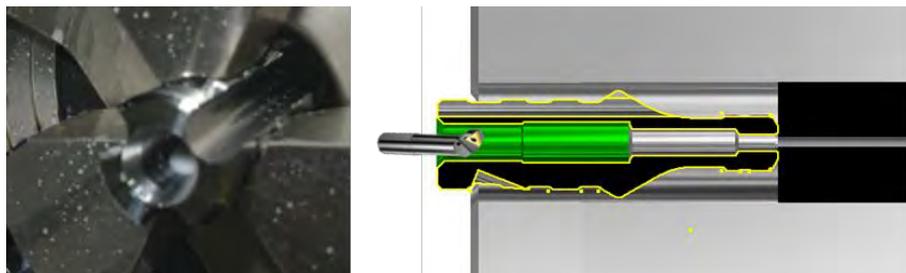
- a) *Spindle Speed* : 1000 min^{-1}
 b) *Feedrate* : 0.07 mm/rev

f. *Roughing ID*

Proses *roughing* bagian diameter dalam dari *chucking collet*.

g. *Finishing ID*

Merapikan hasil kerja dari *roughing ID* unruk mencapai diameter yang lebih akurat.



Gambar 4.38 *Roughing dan Finishing ID*

Roughing ID Cutting

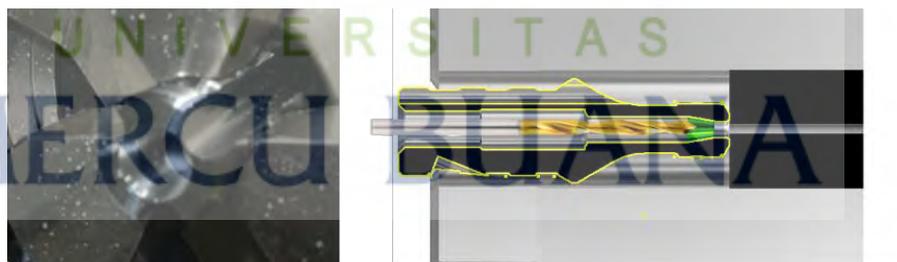
- a) *Spindle Speed* : 1200 min⁻¹
- b) *Feedrate* : 0.15 mm/rev
- c) *Depth of cut* : 0.15 mm

Finishing ID Cutting

- a) *Spindle Speed* : 1000 min⁻¹
- b) *Feedrate* : 0.04 mm/rev
- c) *Depth of cut* : 0.01 mm

h. *Special Drill*

Untuk membuat *taper* yang berfungsi sebagai mekanisme ekspansi *chucking collet*. Bagian ini salah satu *critical point* dari proses pembuatan *chucking collet*, yang akan menentukan kinerja *chucking collet*.



Gambar 4.39 *Spesial drill*

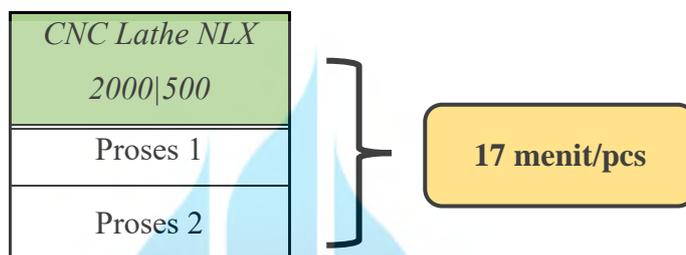
Spesial Drill Cutting

- a) *Spindle Speed* : 1000 min⁻¹
- b) *Feedrate* : 0.07 mm/rev



Gambar 4.40 Hasil proses 2

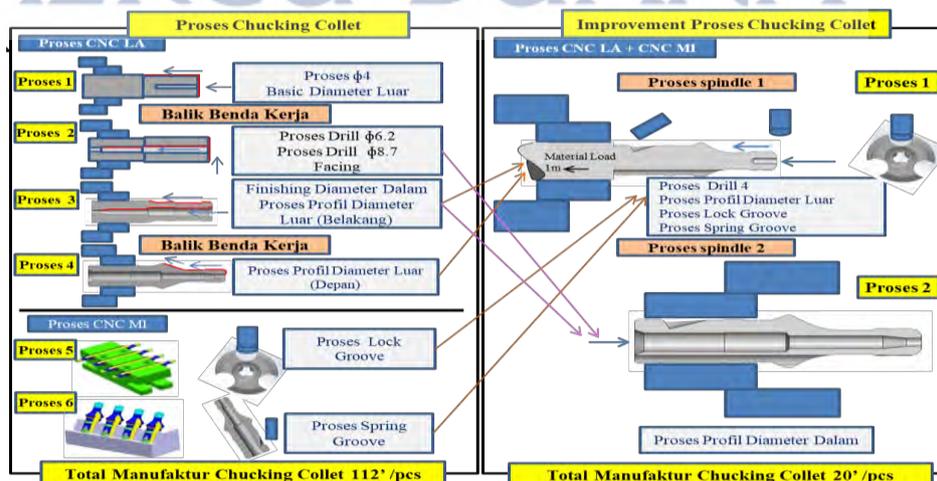
Proses *Chucking collet* dengan menggunakan *New Machine CNC Lathe NLX 2000|500* hanya membutuhkan waktu rata-rata 17 menit.



Gambar 4.41 Hasil *manufacturing* proses

4.2.5. Perbandingan Proses Manufaktur *Chucking Collet*

Perbandingan proses manufaktur *chucking collet* antara proses sebelumnya dengan proses yang baru memiliki banyak perbedaan, yang sebelumnya melalui proses *CNC Lathe Moriseiki SL-20* sebanyak 4 kali proses dan *CNC Milling 2* kali proses, dengan mesin baru *CNC Lathe DMG Mori NLX 2000|500* cukup dengan sekali setting dan 2 kali proses, seperti gambar berikut.



Gambar 4.42 Perbandingan proses manufaktur