

## Optimasi Umur Mata Bor Melalui Proses Pelapisan Pada Pembuatan Lubang Baut *Track Frame Dozer D85ess-2*

Chairul Saleh Nasution<sup>\*,\*\*</sup>) D.L Zariatin<sup>\*</sup>)

Program Studi Magister Teknik Mesin, Universitas Pancasila, Jakarta<sup>\*,\*\*</sup>)

PT. Komatsu Indonesia<sup>\*\*</sup>)

Email: [charulsalehnasution@gmail.com](mailto:charulsalehnasution@gmail.com), [dedeliazariatin@univpancasila.ac.id](mailto:dedeliazariatin@univpancasila.ac.id)

### ABSTRAK

Untuk memenuhi jumlah produksi dan mengurangi biaya pembelian tool pada proses pembuatan lubang baut pada komponen Track Frame D85ESS-2, maka dilakukan perbaikan pada tool yang digunakan. Pada proses permesinan dalam pembuatan lubang ini menggunakan tool yaitu mata bor. Tujuan pada proses ini untuk meningkatkan jumlah produksi dan penghematan biaya, maka metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan melakukan perbaikan pada mata bor dengan proses melapisi atau *Coating Alcrona* pada permukaan mata bor yang awalnya telah dilapisi dengan lapisan atau *Coating TiN*. Tujuan proses pelapisan ini adalah untuk meningkatkan kualitas mata bor untuk mampu tahan aus dan meningkatkan ketahanan gesek. Pada saat proses untuk parameter pemmesinan tetap atau tidak berubah sesuai dengan parameter yang telah ditentukan.

**Kata kunci:** mata bor, alat potong, optimasi

### ABSTRACT

*To achieve the expecting productivity and to reduce the cost of purchasing tool on drilling process of thread holes of track frame D85ESS-2, so tool's improvement on machining process of drilling holes is carried out. This hole drilling process is utilizing a drilling bore. This process is purposed to increase the productivity and at the other hand to reduce cost so the research method on this process is conducting improvement on drilling bore with coating Alcrona on its surface even at the beginning has been coated with Tin. This coating process is purposed to increase the quality of the drilling bore to result a better wear resistance and then it can increase the friction resistance. The machining parameter of the process itself is not changed and it still utilizes the existing parameter.*

**Keywords:** drilling bore, cutting tool, optimization.

## I. PENDAHULUAN

Pada industri manufaktur saat ini, kurangnya perhatian kepada perbaikan-perbaikan terhadap alat pemmesinan yang digunakan seperti kurangnya informasi mengenai masalah umur pakai mata bor [1-3]. Umur pakai mata bor dipengaruhi oleh kondisi mesin yang digunakan seperti getaran mesin, rigiditas dan kekakuan mesin, temperatur pada mesin dan lainnya. Masalah lain yang mempengaruhi keausan pada mata bor juga terkait dengan kualitas dan karakteristik mata bor serta dipengaruhi oleh benda kerja itu sendiri, seperti jenis material dan geometri mata bor, kedalaman pemakanan, getaran yang timbul pada mata bor dan benda kerja, serta temperatur yang terjadi akibat proses pemotongan. Keausan pada mata bor juga sangat dipengaruhi oleh parameter pemmesinan yang dipilih seperti kecepatan potong, kecepatan pemakanan, dan kedalaman pemotongan [4-7].

Penelitian dilakukan optimasi umur pakai mata bor dengan memberi *coating* pada mata bor untuk meningkatkan *tool life* mata bor sehingga dapat

meningkatkan jumlah lubang pada benda kerja dan dapat menurunkan biaya pembelian alat-alat untuk proses produksi dan pengujian untuk mengestimasi atau memperkirakan umur mata bor agar dapat memprediksi jumlah mata bor yang dibutuhkan untuk proses pembuatan lubang baut.

Perumusan Masalah yaitu pembahasan masalah pada perbaikan mengenai pelapisan atau *Coating* pada *drill* sebagai alat pemmesinan untuk pembuatan lubang. *Drill* tersebut berawal yang dilapisi dengan lapisan *Coating TiN* (Titanium Nitride) kemudian di lakukan uji dengan dilapisi dengan lapisan *Coating Alcrona* (AlCrN)

## II. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini pengujian memiliki batasan dimana parameter yang di gunakan dibatasi hanya dua parameter saja. Parameter yang digunakan, dibatasi hanya dua buah *drill* yang akan di uji mempunyai ukuran diameter yang sama. Optimasinya adalah membedakan pelapisan atau dengan melapisi permukaan *drill* dengan melapisi

atau *Coating* pada permukaan *drill* saja. Untuk *drill* yang pertama yang akan di uji akan di lapisi dengan lapisan *Coating TiN* dan kemudian untuk *drill* yang kedua yang akan di uji dilapisi dengan lapisan *Coating Alcrona* (AlCrN). Benda kerja yang di gunakan adalah material *SHT560* dengan ukuran panjang 2823 mm dan lebar 72 mm serta tebal 25 mm. Benda kerja atau material ini di gunakan sebagai bahan untuk di uji. Material yang digunakan tersebut sudah di siapkan atau tersedia dengan ukuran yang telah di tentukan. Material yang digunakan *SHT560* [8,9]. Dimensi : p x l x t = 2823 x 72 x 25 mm.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Mata bor yang pertama yang akan digunakan adalah mata bor jenis *SCD 1550-MS*. Mata bor ini menggunakan material *karbide* dan pada ujung mata bora atau *drill* ini dengan *diameter* 15,5 mm. Berdasarkan katalog *S-Cut Drill* di *PT. "X"* karakter dari alat potong *drill* ini yaitu alat potong tahan abrasi, di lapisi dengan *Coating TiN*.



Gambar 1. Spesifikasi *Drill SCD-1550-MS*

Berdasarkan katalog *PT. "X"* *Karbida Tools drills* maka didapatkan Spesifikasi yaitu sebagai berikut:

*Drill* : *Brazing Carbide*

*Diameter* : 15.5 mm

*Coating* : *TiN*

Pada pengujian ini, untuk proses pembuatan lubang menggunakan *drill* yang berdiameter 15.5 mm. Pada pengujian ini menggunakan dua *type* mata bor. Untuk pengujian mata bor Pertama menggunakan mata bor *Carbide drill SCD-1550-MS* yang dilapisi dengan *Coating TiN* (warna Kuning). Pengujian mata bor yang kedua menggunakan mata bor *Carbide drill SCD-1550-MS* yang dilapisi dengan *Coating Alcrona* (warna Grey)



Gambar 2. *Drill D15.5mm* dengan *Coating TiN*



Gambar 3. *Drill D15.5mm* dengan *Coating Alcrona*

Jenis *Coating* dan karakteristiknya kedua *drill* tersebut berbeda pada *Microhardness* (HV) , pada *Maximum service temperature* dan warna. Perbedaan tersebut dapat di lihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jenis *Coating* dan *Characteristics* [10]

No	Material Coating	Microhardness (HV)	Coef. of Friction	Coating Temperature (°C)	Microhardness Temperature (°C)	Color
1.	TiN	2500	0.05	500	500	Yellow
2.	AlCrN	2500	0.05	500	500	Grey

#### Parameter Pemotongan

Pada pengujian ini sebelum proses pemesinan dilakukan maka perlu untuk melakukan proses pembuatan program terlebih dahulu, sebelum pembuatan program dilakukan pada penelitian ini diperlukan untuk menghitung parameter pemotongan, karena parameter pemotongan ini dipakai pada saat proses pemesinan. Untuk parameter pemotongan pada proses pemesinan ini antara mata bor *Coating TiN* dengan *Coating Alcrona* (AlCrN) tidak ada perbedaan. Parameter proses pemotongannya ini adalah terdiri dari, kecepatan pemotongan, Putaran alat potong, kecepatan pemakanan, diameter alat potong. Untuk mendapatkan kecepatan potong (*Vc*), satuannya adalah m/min. Rumus perhitungannya adalah :

Perhitungan kecepatan potong [11];

$$V = \frac{n \cdot d \cdot \pi}{1000}$$

Diketahui:

a. Diameter alat potong (*d*) = 15.5mm

b.  $\pi = 14.3$  (mm)

c. *Cutting Speed* (*V*) = 60 m/min

d. *Feed rate* (*f*) = 0.3 mm/rev

e. Kedalaman Lubang (*l*) = 35 mm

f. Kecepatan Pemakanan (*Vf*) = ? (mm/min)

g. Putaran alat potong (*n*) = ? (rpm)

h. Waktu pemakanan (*tc*) = ? (min)

Perhitungan kecepatan Putaran Alat potong (*rpm*) [12]:

$$n = \frac{V \times 1000}{d \times \pi}$$

$$n = \frac{60 \times 1000}{15.5 \times 3.14}$$

$$n = 1233 \text{ rpm}$$

Perhitungan kecepatan pemakanan (*Vf*) [13]:

$$Vf = f \times n$$

$$Vf = 0.3 \times 1233$$

$$Vf = 370 \text{ mm/min}$$

Perhitungan waktu pemakanan (*tc*) [14]:

$$tc = l / Vf$$

$$tc = 35 / 370$$

$$tc = 0.09 \text{ min}$$

Pada proses perhitungan cutting parameter ini, maka untuk Putaran mata bor pada proses

pemesinan adalah dengan putaran = 1233 rpm. Sedangkan kecepatan pemakanan yg digunakan adalah  $F = 370\text{mm}/\text{min}$ . Dan lamanya waktu proses pembuatan lubang dalam satu lubang adalah  $t_c = 0.09\text{ min}$ . Jika jumlah lubang dalam satu unit benda kerja 48 lubang maka total waktu pembuatan lubang dalam satu unit adalah  $48 \times 0.09 = 4.32\text{ min}$ .

Proses pembuatan lubang ini, pertama-tama dengan menggunakan mata bor yang dilapisi dengan *Coating TiN*. Dari hasil proses pembuatan lubang ini dapat diketahui banyaknya jumlah lubang yang dihasilkan oleh mata bor dengan lapisan *Coating TiN* ini dan banyaknya jumlah lubang yang dapat dihasilkan pada proses pemesian ini sebanyak 960 lubang. Data jumlah lubang yang di hasil dari pengujian ini dapat di lihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Hasil Uji Bor/Drill Coating TiN

No	Jenis Tool	Spesifikasi	Ukuran	Spindel	Kecepatan	Jumlah Lubang	Tinggi Lubang	Perbedaan
<b>TYPICAL DRILL COATING</b>								
1	Drill	Drill	0.50	100	100	4	10	0.0000
2	Drill	Drill	0.50	100	100	4	10	0.0000
3	Drill	Drill	0.50	100	100	4	10	0.0000
4	Drill	Drill	0.50	100	100	4	10	0.0000
5	Drill	Drill	0.50	100	100	4	10	0.0000
<b>TTC</b>						<b>20</b>	<b>10</b>	<b>1.0000</b>

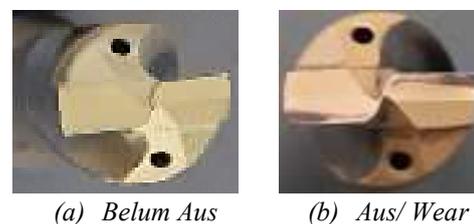
Proses pembuatan lubang dengan menggunakan mata bor yang kedua adalah dengan menggunakan mata bor yang dilapisi dengan *Coating Alcrona (AlCrN)*. Dari hasil menggunakan mata bor yang di lapisi dengan lapisan *Coating Alcrona* dapat menghasilkan lubang lebih banyak dibandingkan mata bor yang dilapisi dengan *Coating TiN*. Dari proses pemesian yang menggunakan mata bor dengan lapisan *Coating Alcrona* mampu menghasilkan lubang dengan jumlah lubang sebanyak 2688 lubang. Dari hasil proses pembuatan lubang dengan menggunakan dua buah drill yang berbeda lapisan *Coating* pada permukaan mata bor dapat dilihat dari hasilnya sangat jaung berbeda. Maka mata bor yang di lapisi *Coating Alcrona* mampu menghasilkan lubang lebih banyak menghasilkan lubang dibandingkan dengan menggunakan mata bor yang dilapisi dengan lapisan *TiN* adalah menghasilkan lubang sebanyak 960 lubang dan dari perbedaan ini terdapat selisih 1278 lubang, lebih banyak lubang yang dihasilkan dengan menggunakan mata bor yang dilapisi dengan *Coating Alcrona* data Hasil Uji Bor/Drill dapat dilihat pada tabel 3.

Pada proses pengujian ini, mata bor yang digunakan ada dua jenis lapisan atau coating pada bor/ drill, yang pertama adalah bor/ drill yang dilapisi atau di *coating* dengan material *TiN* dan

yang kedua adalah bor/ drill yang dilapisi atau di coating dengan material *Alcrona (AlCrN)*. Ciri-ciri mata bor tersebut jika sudah tumpul atau aus (*Wear*) adalah apabila ketika proses menghasikan *chip-chip* atau geramnya panjang-panjang dan pada sisi mata bor kelihatan tumpul atau aus. Berikut foto mata bor yang belum tumpul dan foto mata bor yang sudah tumpul dapat di lihat pada Gambar 4. Dan Gambar 5.

Tabel 3. Data Hasil Uji Bor/Drill Coating Alcrona

No	Jenis Tool	Spesifikasi	Ukuran	Spindel	Kecepatan	Jumlah Lubang	Tinggi Lubang	Perbedaan
<b>TYPICAL DRILL COATING ALCRONA</b>								
1	Drill	Drill	0.50	100	100	4	10	0.0000
2	Drill	Drill	0.50	100	100	4	10	0.0000
3	Drill	Drill	0.50	100	100	4	10	0.0000
4	Drill	Drill	0.50	100	100	4	10	0.0000
5	Drill	Drill	0.50	100	100	4	10	0.0000
6	Drill	Drill	0.50	100	100	4	10	0.0000
7	Drill	Drill	0.50	100	100	4	10	0.0000
8	Drill	Drill	0.50	100	100	4	10	0.0000
9	Drill	Drill	0.50	100	100	4	10	0.0000
10	Drill	Drill	0.50	100	100	4	10	0.0000
11	Drill	Drill	0.50	100	100	4	10	0.0000
12	Drill	Drill	0.50	100	100	4	10	0.0000
<b>TTC</b>						<b>20</b>	<b>10</b>	<b>1.0000</b>



Pada Gambar 4. Dapat dilihat jenis drill yang dilapisi dengan *Coating TiN*



Pada Gambar 5. Dapat dilihat jenis drill yang dilapisi dengan *Coating Alcrona*

**Pengukuran Lubang**

Setelah proses pembuatan lubang, untuk diameter lubangnya di periksa untuk mengetahui ukuran diameter yang telah diproses. Dari hasil pengukuran pada benda kerja ini ukuran

diameternya adalah 15.5mm. Untuk ukuran ini masih masuk toleransi yang di izinkan. Karena toleransinya 0 ~ +0,1.

Pada pengukuran diameter lubang yang telah di proses pemesinan ini di periksa dengan menggunakan alat ukur *Jangka Sorong digital* agar mendapatkan hasil ukuran yang lebih akurat.

Lubang yang akan dilakukan pengukuran pada lubang berjumlah tujuh buah lubang. Metode pengukuran dilakukan dengan cara mengukur tiap-tiap lubang dengan mengukur satu lubang sampai selesai, setelah dapat hasil, dilanjutkan ke lubang berikutnya sampai lubang ke tujuh.

Berikut data hasil pengukuran diameter lubang atau hole dan data kekasaran permukaan. Dari hasil pengukuran pada benda kerja yang menggunakan mata bor yang dilapisi dengan lapisan *Coating TiN*. Dapat dilihat pada Tabel 4. dari hasil pengukuran untuk diameter lubang.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Diameter Dari *Drill Coating TiN*

No	Jenis Mata Bor	Diameter	LUBANG							RATA RATA
			1	2	3	4	5	6	7	
1	Coating TiN	15,5	15,56	15,55	15,54	15,53	15,52	15,51	15,50	15,53

Berikut data hasil pengukuran diameter lubang dari *Drill Coating Alcrona*. Dapat dilihat pada Tabel 5. dari hasil pengukuran untuk diameter lubang.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Diameter Dari *Drill Coating Alcrona*

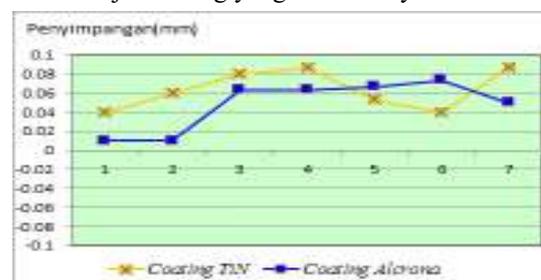
No	Jenis Mata Bor	Diameter	LUBANG							RATA RATA
			1	2	3	4	5	6	7	
1	Coating Alcrona	15,5	15,50	15,49	15,48	15,47	15,46	15,45	15,44	15,47

Kemudian dapat dilihat pada Tabel 6. dari data hasil pengukuran diameter lubang dengan menggunakan *Drill Coating TiN dan Drill Coating Alcrona* Pada Tabel 6. terlihat bahwa hasil diameter lubang yang dihasilkan oleh *Drill Coating TiN dan Drill Coating Alcrona* dari lubang pertama sampai lubang ke tujuh hasil diameternya berbeda. Jika dilihat dari hasil uji mata bor melalui proses pemesinan baik menggunakan mata bor yang di lapisi dengan Coating TiN maupun mata bor yang di lapisi Coating Alcrona, dari hasil pengukuran besar diameter rata-rata 15.56mm, sedangkan standarnya adalah berdiameter 15.5mm.

Tabel 6. Data Hasil *Drill Coating TiN dan Coating Alcrona*

No	Jenis Mata Bor	Diameter	LUBANG							RATA RATA
			1	2	3	4	5	6	7	
1	Coating TiN	15,5	15,56	15,55	15,54	15,53	15,52	15,51	15,50	15,53
2	Coating Alcrona	15,5	15,50	15,49	15,48	15,47	15,46	15,45	15,44	15,47

Dari data di atas bahwa diameter rata-rata hasil *drill coating TiN dan coating Alcrona* adalah diameter 15,56mm. Kalau dibandingkan dengan diameter standarnya adalah 15,5mm. Jadi hanya menyimpang dari standar sebesar 0.06mm, masih masuk toleransi maksimum 0,1mm. Dapat dilihat pada grafik diatas pada Gambar 6. cenderung penyimpangan ke arah *Plus*, tidak ada satu lubang dari ke tujuh lubang yang diameternya *Minus*.



Gambar 6. Grafik Hasil *Drill Coating TiN dan Coating Alcrona*

Pengukuran benda kerja yang kedua, diperlakukan cara pengukurannya sama seperti pada benda kerja yang pertama.

**Hasil Pengukuran Benda Kerja Pertama**

Benda kerja pertama dengan menggunakan lapisan *TiN*. Dari hasil pengukuran kekasaran permukaan benda kerja pertama dapat di lihat kekasaran permukaan lubang yang telah di ukur. Hasil kekasaran permukaanya atau kehalusan permukaan (*Ra*).

Tabel 7. Hasil kekasaran (*Ra*) benda kerja pertama

No	Jenis Mata Bor	LUBANG							RATA RATA
		1	2	3	4	5	6	7	
1	Coating TiN	0,012	0,011	0,010	0,009	0,008	0,007	0,006	0,005

**Hasil Pengukuran Benda Kerja kedua**

Benda kerja kedua dengan menggunakan lapisan *Alcrona*. Dari hasil pengukuran kekasaran permukaan benda kerja kedua dapat di lihat kekasaran permukaan lubang yang telah dilakukan pengukuran. Hasil kekasaran permukaanya atau kehalusan permukaan (*Ra*) setelah dilakukan pengukuran terlihat pada tabel 8.

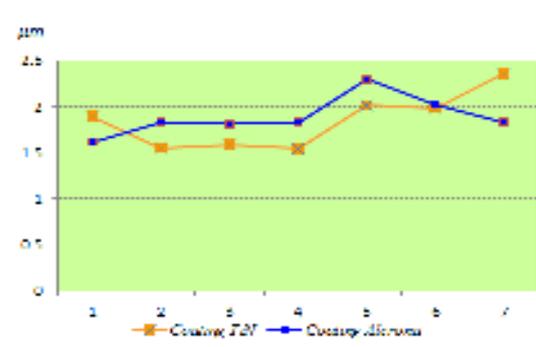
Tabel 8. Hasil kekasaran (*Ra*) benda kerja kedua

No	Jenis Mata Bor	LUBANG							RATA RATA
		1	2	3	4	5	6	7	
1	Coating Alcrona	0,008	0,007	0,006	0,005	0,004	0,003	0,002	0,001

Dari hasil pengukuran kedua benda kerja, secara rata-rata tidak terlalu jauh perbedaannya dimana untuk benda kerja yg pertama untuk rata-rata kehalusannya ( $Ra$ ) = 1.847  $\mu m$ . Untuk benda kerja kedua dimana rata-rata kehalusannya ( $Ra$ ) = 1.889  $\mu m$ . Perbedaan kehalusa permukaan ( $Ra$ ) benda kerja yang pertama dengan benda kerja yang kedua adalah 0.042  $\mu m$ .

Tabel 9. Hasil kekasaran ( $Ra$ ) benda kerja pertama dan kedua

No	Coating	LUBANG							RATA-RATA
		1	2	3	4	5	6	7	
1	Coating Tin	1.894	1.546	1.589	1.544	2.016	1.981	2.362	1.847
2	Coating Alcrona	1.613	1.828	1.810	1.827	2.297	2.018	1.829	1.889



Gambar 7. Grafik Kekasaran Lubang

Dari Gambar 7 dapat di lihat perbedaan kekasaran permukaan pada lubang ke-1 sampai lubang ke-7. Dimana benda kerja yang pertama dengan menggunakan mata bor yang dilapisi dengan lapisan *Coating TiN* dengan benda kerja yang kedua menggunakan mata bor yang dilapisi dengan *Coating Alcrona*.

**Hasil Pengujian Base Material Drill Coating TiN**

Benda kerja pertama adalah *Base Material drill* dengan menggunakan lapisan yang di lapisi dengan *Coating TiN*. Pengujian dilakukan pada *base material drill* atau batang mata bor dapat dilihat pada Gambar 6. Dari hasil pengujian kekerasan pada *base material* ini dapat di lihat pada Tabel 10. Pengujian ini adalah untuk mengetahui kekerasan ( $HV$ ) dalam batang drill yang di lapisi oleh Coating yang berbeda.

Tabel 10. Data Pengujian Kekerasan Base Material Drill Coating TiN.

No	Hardness	Hasil Uji			RATA-RATA
		1	2	3	
1	HV	459	455	459	457.7

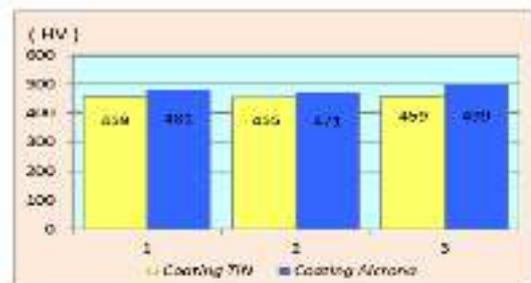
**Hasil Pengujian Base Material Drill Coating Alcrona**

Benda kerja yang kedua adalah *base material drill* yang dilapisi *Coating Alcrona*. Pengukuran dilakukan pada *base material drill*. Proses pengukurannya sama dilakukan seperti proses *base material drill* yang pertama. Dari hasil pengukuran kekerasan ( $HV$ ) pada *base material drill* yang kedua dapat di lihat sebagai berikut:

Tabel 11. Data Pengujian Kekerasan Base Material Drill Coating Alcrona.

No	Hardness	Hasil Uji			RATA-RATA
		1	2	3	
1	HV	481	471	499	483.7

Dapat dilihat pada Gambar 8. Bahwa kekerasan base material batang mata bor setelah dilakukan perubahan *coating* dari *coating TiN* ke *coating Alcrona* tidak terlalu jauh perbedaan kekerasannya.



Gambar 8. Grafik Hardness Coating TiN dan Alcrona

**Hasil Pengujian Base Material yang di Coating TiN**

Benda kerja yang pertama adalah batang mata bor dengan menggunakan lapisan *TiN*. Pengukuran dilakukan pada batang mata bor, dilakukan pada tiga titik. Kemudian untuk menentukan forcenya dengan pertimbangan dari hasil pengukuran lapisan *coating* yang telah dilakukan. Dimana untuk force yang digunakan di *Setting* 0,05 kg. Tujuannya adalah pada saat proses penetrasian tidak terlalu dalam karena terlalu dalam dapat mencapai base material sehingga hasil kekerasan yang didapat untuk lapisan *Coating TiN* tidak sesuai. Dari hasil pengukuran kekerasan pada *base material* mata bor dapat di lihat kekerasan ( $HV$ ) Permukaannya sebagai berikut:

Tabel 12. Data kekerasan Coating TiN

No	Detail Coating	Detail Kekerasan (HV)			RATA-RATA
		1	2	3	
1	Coating TiN	459	455	459	457.7



Gambar 9. Data Pengujian Kekerasan Coating TiN

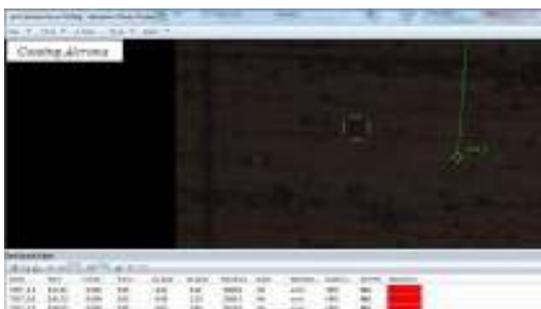
Pada saat proses indentor melakukan proses penetrasian dengan kedalaman sampai 2.1 μm. Dengan kedalaman penetrasian 2.1 μm ini tidak sampai penetrasiannya sampai ke *base material* mata bor sehingga yang di uji adalah benar-benar lapisan Coating saja.

**Hasil Pengujian Base Material yang di Coating Alcrona**

Benda uji yang kedua adalah *base material* mata bor yang dilapisi dengan Coating Alcrona. Pengujian ini dilakukan pada *base material* mata bor yang dilapisi dengan Coating Alcrona dan dilakukan pengujian pada tiga tempat. Proses pengujian sama seperti base material mata bor yang dilapisi dengan Coating TiN. Dari hasil pengukuran kekerasan (HV) dapat di lihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Hasil Pengujian kekerasan Coating Alcrona

No	Momen Coating	Hardness (HV)			RATA RATA
		1	2	3	
1	Coating Alcrona	2615.9	2560.5	2560.5	2579.0

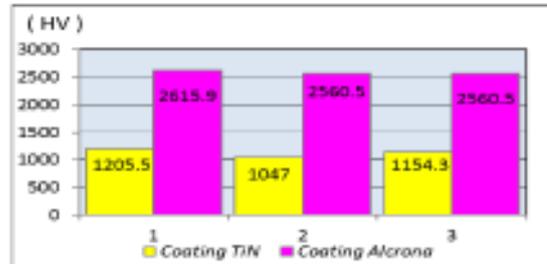


Gambar 10. Data Pengujian kekerasan Coating Alcrona

Pada saat proses indentor melakukan proses penetrasian hanya sampai kedalaman 1,2 μm. Dengan kedalaman penetrasian ini tidak sampai penetrasi ke Coating TiN sehingga yang di uji benar-benar lapisan Coating Alcrona saja

Tabel 14. Data Uji Hardness (HV) Coating TiN dan Alcrona

No	Momen Coating	Hardness (HV)			RATA RATA
		1	2	3	
1	Coating TiN	1205.5	1047	1154.3	1135.6
2	Coating Alcrona	2615.9	2560.5	2560.5	2579.0

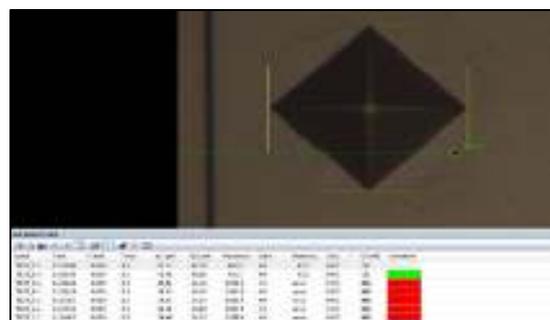


Gambar 11. Grafik Kekerasan (HV) Coating TiN dan Coating Alcrona

Pengujian kekerasan pada batang bor dilakukan pada tiga tempat dan hasilnya untuk Hardness (HV) dapat dilihat pada Tabel 14, bahwa rata-rata kekerasan coating TiN adalah 1,135.6 HV. Kemudian untuk kekerasan Coating Alcrona adalah 2,579.0 HV. Pada grafik diatas dapat di lihat dengan jelas bahwa Coating Alcrona lebih tinggi Hardnessnya di dibandingkan Coating TiN dapat di lihat pada Grafik 11.

**Hasil Pengujian Kekerasan pada Mata Drill**

Pengujian berikutnya yaitu pada material mata drill yang telah di potong atau di belah. Proses pemotongan dilakukan juga pada mesin Micro Cutting agar hasil pemotongan mendapatkan hasil yang baik. Dan kemudian dilanjutkan dengan proses pemolesan agar permukaan mata drill yang di poles rata dan mengkilat. Tujuan dari pada proses pemolesan pada permukaan mata drill yang di potong adalah agar ketika dilakukan proses pengujian menghasilkan data atau hasil yang tepat dan akurat.



Gambar 12. Data Proses Pengujian Material

Pada proses pengujian mata drill ini, menggunakan settingan force pada angka 0.5kg, karena untuk menguji kekerasan base material mata drill.

Tabel 15. Data Hasil Proses Pengujian Material Drill

No	Nama Material	Hasil Uji Hardness (HV)					RATA-RATA
		1	2	3	4	5	
1	Materia/Drill	1558.6	1583.5	1600.3	1583.5	1534.4	1572.1

Hasil pengujian mata bor pada pembahasan di atas tadi dapat di lihat pada Tabel 2. Dan Tabel 3. Masing-masing mata bor mampu menghasilkan sampai mata bor tersebut tumpul. Dapat di lihat bahwa sangat jauh perbedaan jumlah lubang yang dihasilkan masing2 mata bor dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Grafik Jumlah Lubang dihasilkan mata bor Coating TiN dan Coating Alcrona

Pada Gambar 13. Dapat dilihat pada grafik, bahwa kemampuan masing-masing mata bor sangat jauh perbedaan jumlah lubang yang di peroleh. Coating TiN hanya mampu 960 lubang sedangkan mata bor yang di coating Alcrona mampu membuat lubang sebanyak 2,688 lubang. Jadi ada peningkatan jumlah lubang sebanyak 1,728 lubang atau ada kenaikan jumlah lubang sebesar 64.28% dalam satu mata bor.

Dari hasil perbaikan mata bor Coating TiN ke Coating Alcrona, secara kemampuan pembuatan lubang sangat meningkat jumlahnya sehingga dari uji ini dapat menurunkan biaya proses per lubangnya. Awalnya biaya proses Rp 1,657.3/ lubang menjadi Rp 662.0/ lubang. Dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Biaya Proses

No	Material	No-Drill	Biaya per Lubang	Biaya per Lubang	Biaya per Lubang	Biaya per Lubang	Jumlah Lubang
1	Coating TiN	960	1.657.29	-	1.591.000	1.657.29	-
2	Coating Alcrona	2.688	662.01	1.779.500	662.01	662.01	662.01

Pada Tabel 16. dapat di hitung biaya untuk proses satu lubang, jika menggunakan *drill* yang dilapisi dengan *Coating TiN* menghasilkan 960 jumlah lubang dan satu buah *drill* dengan harga atau biaya sebesar Rp 1,591,000. Sehingga biaya dalam

pembuatan satu lubang adalah Rp 1,657.29 berikut perhitungannya;

$$\frac{1,591,000}{960} = 1,657.29$$

Masih pada Tabel 16. untuk *drill* yang di lapisi dengan *Coating Alcrona* dapat di hitung biaya untuk proses satu lubang, dimana untuk *Coating Alcrona* menghasilkan jumlah lubang sebanyak 2,688 lubang dan satu buah *drill* dengan harga atau biaya sebesar Rp 1,591,000. Kemudian di tambah biaya proses melapisi *drill* dengan *Coating* sebesar Rp 188,500 sehingga total biaya sebesar Rp 1,779,500. Maka untuk biaya untuk proses satu lubang sebesar Rp 662.01 berikut perhitungannya:

$$\frac{1,779,500}{2,688} = 662.01$$



Gambar 14. Grafik Perbandingan Cost / lubang

Pada Gambar 14. Grafik diatas dapat dilihat dan di simpulkan bahwa dengan menggunakan *drill* di lapisi dengan *Coating Alcrona* dapat meningkatkan banyaknya jumlah lubang dan dapat menurunkan biaya proses untuk satu lubang. Sebelumnya biaya pada proses pembuatan lubang untuk satu lubang dengan biaya sebesar Rp. 1,657.29 kemudian setelah dilakukan uji coba dengan menggunakan *drill* yang dilapisi dengan *Coating Alcrona* biaya proses dalam satu lubang turun menjadi sebesar Rp. 662.01 dalam satu lubang, sehingga dapat menurunkan biaya dalam satu lubang sebesar Rp. Rp. 995.28 atau *reduce cost* sebesar 60%.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil uji dan analisa yang telah dilakukan serta pembahasan diatas, maka dapat disimpulkan antara lain:

...

1. Hasil perbaikan pada *drill* bor dengan memberi lapisan atau *coating* pada mata bor dari lapisan *coating TiN* di *improve* dengan memberikan *coating Alcrona* dapat memperpanjang umur mata bor.
2. Hasil uji kekerasan base material mata bor yang dipakai antara *coating TiN* dan *Coating Alcrona* dimana untuk *Coating TiN* terdapat kekerasan rata-rata mencapai 457,7 *HV*. Sedangkan *Coating Alcrona* terdapat kekerasan rata-rata mencapai 483,7 *HV*. Tidak terlalu jauh bedanya.
3. Hasil uji kekerasan (*HV*) *Coating* antara *Coating TiN* rata-rata 1135.6 *HV* dan hasil uji kekerasan *Coating Alcrona* rata-rata 2579.0 *HV* dimana untuk *Coating Alcrona* terdapat kekerasannya lebih jauh tinggi dibandingkan *Coating TiN*.
4. Dari hasil penelitian ini bahwa *drill* dengan lapisan *Coating Alcrona* lebih tahan gesekan dan tahan aus sehingga mampu membuat lubang yang lebih banyak di bandingkan dengan lapisan *Coating TiN*. Dimana *Coating TiN* hanya mampu menghasilkan lubang sebanyak 960 lubang. Sedangkan *Coating Alcrona* mampu membuat dan menghasilkan lubang sebanyak 2688 lubang.
5. Dapat menurunkan Biaya/ *Reduce Cost* dari *drill* yang dilapisi dengan lapisan *Coating TiN*, dimana biaya sebesar Rp. 1,657.29 dalam satu lubang menjadi satu lubangnya sebesar Rp. 662.01. Maka penurunan biaya setelah dilakukan perbaikan dapat menurunkan biaya sebesar Rp. 995.28 dalam satu lubang.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Sharif, E.A. Rahim ,2007, "Performance of Coated – And Uncoated-Carbide Tools When Drilling Titanium Alloy-Ti-6Al4V, Science Direct, Journal of Materials Processing Technology, Volume 185, Issues 1-3,30 April 2007, pages 72-76 <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2006.03.142>
- [2] Shin Min Lee, Han Ming Chow, Fuang Yuan Huang, Biing Hwa Yan, Friction Drilling of Austenitic Stainless Steel by Uncoated and PVD AlCrN-and TiAlN-Coated Tungsten Carbide Tools, International Journal of Machine Tools and Manufacture Volume 49, Issue 1, January 2009, pages 81-88
- [3] V.Derflinger, H. Brandle, H.Zimmermann , New hard/lubricant coating for dry machining,Science Direct Volume 113,Issue 3, 31 march 1999, pages 286-292, [https://doi.org/10.1016/S0257-8972\(99\)00004-3](https://doi.org/10.1016/S0257-8972(99)00004-3),
- [4] Sandro Cardoso Santos, Wisley Falco Sales, Flavio Jose da Silva, Sinesio Domingues Franco, Marcio Bacci da Silva , Tribological Characterisation of PVD Coatings for Cutting Tools, ScienceDirect, Surface and Coatings Technology, Volume 184,Issues 2-3, 22 June 2004, pages 141-148
- [5] Wen-Chou Chen, Chung-Chen Tsao , Cutting Performance of Different Coated Twist Drills, Journal of Materials Processing Technology, Volume 88, Issues 1-3, 15 April 1999,Pages 203-207, [https://doi.org/10.1016/S0924-0136\(98\)00396-3](https://doi.org/10.1016/S0924-0136(98)00396-3)
- [6] Wen-Chou Chen, Xiao-Dong Liu , Study on The Various Coated Twist Drills for Stainless Steels Drilling, ScienceDirect, Journal of Materials Processing Technology, Volume 99, Issues 1-3, 1 March 2000,pages 226-230,
- [7] Manabu Yasuoka, Pangpang Wang, Ri-ichi Murakami , Comparison of the Mechanical Performance of Cutting Tools Coated by Either a TiCxN1-x single-layer or a TiC/TiC0.5N0.5/TiN Multilayer Using the Hollow Cathode Discharge Ion Plating Method, ScienceDirect, Surface and Coatings Technology, Volume 206, Issues 8-9, 15 January 2012, pages 2168-2172,
- [8] T.R.Lin, R.-F.Shyu, Improvement of Tool Life and Exit Burr using Variable Feeds when Drilling Stainless Steel With Coated Drills, Springer Link, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, April 2000, Volume 16, Issue 5,pages 308-313
- [9] B. Navinsek, Improvement of Cutting Tools by TiN PVD Hard Coating, Journal Materials and Manufacturing Process, Volume 7, 1992-Issue 3, <https://doi.org/10.1080/10426919208947426>, publish 2007,
- [10] Klocke F, Krieg T , "Coated Tools for Metal Cutting—Features and Applications", CIRP Annals – Manufacturing Technology 48(2):515–525.
- [11] Taufik Rochim, "Teori dan Teknologi Proses Pemesinan", Bandung, Lab. Teknik

- Produksi Jurusan Teknik Pemesinan FTI-ITB, Mei 1993.
- [12] George Schneider, Jr. CMfgE, "Engineering Technology", Lawrence Technological University.
- [13] Hari Agung Yuniarto, Viktor Malau, Mudjijana, Adika, "Pengaruh Deposisi Lapisan Tipis TiN Pada Ujung Mata Bor Terhadap Laju Pengeboran Pada Bahan Baja Karbon Rendah", Media Teknik No.4 Tahun Edisi November 2003.
- [14] PT Komatsu Indonesia, "Teori Dasar Machining", Jakarta 2002