

KARAKTERISTIK MATA PAHAT TERHADAP PEMBUBUTAN KERING

Fahmy Alamsyah, Fadly Ahmad Kurniawan Nasution, Ade Irwan

Program Studi Teknik Mesin, Universitas Harapan Medan 2020

Jalan H.M.Joni No.70 C, Medan

fahmyompong@gmail.com

Abstrak

Pemotongan baja keras telah dipelajari selama lebih dari 30 tahun lalu. Sampai saat ini pemotongan baja yang dikeraskan masih menarik sebagai strategi untuk meningkatkan produktivitas dalam industri pemotongan logam. Karena pemotongan baja yang dikeraskan dilakukan tanpa memotong cairan, pemotongan kering dihitung sebagai bonus tambahan untuk produktivitas di mana menghindari pemotongan cairan berarti mengurangi biaya produksi sekaligus menyelamatkan lingkungan. Permesinan keras sukses dilakukan dengan pahat CBN dan Ceramic, dan akhir-akhir ini studi permesinan keras dengan memanfaatkan pahat karbida berlapis banyak dilakukan. Lazimnya, pemotongan baja dilakukan dengan menggunakan metode pemesisinan basah. Namun mengingat perkembangan seiring berlakunya undang-undang tentang lingkungan hidup, maka metode ini tidak dianjurkan melainkan yang banyak digunakan pada proses saat ini menggunakan metode pemesisinan kering (*Dry Machine*). Pada penelitian ini ditujukan untuk mengetahui karakteristik aus pahat jenis pahat bubut sisipan (*Insert Tips*) yaitu CVD Tcn/al203/TiN dan PVD Compound pada proses pembubutan kering dengan bahan Baja Paduan VCN 155.

Kata-Kata Kunci : *Pemesisinan Kering, CVD Tcn, PVD Compound, Mata Pahat, Pembubutan*

I. Pendahuluan

Pemotongan baja keras telah dipelajari selama lebih dari 30 tahun lalu. Sampai saat ini pemotongan baja yang dikeraskan masih menarik sebagai strategi untuk meningkatkan produktivitas dalam industri pemotongan logam. Karena pemotongan baja yang dikeraskan dilakukan tanpa memotong cairan, pemotongan kering dihitung sebagai bonus tambahan untuk produktivitas di mana menghindari pemotongan cairan berarti mengurangi biaya produksi sekaligus menyelamatkan lingkungan.

Permesinan keras sukses dilakukan dengan pahat CBN dan *ceramic*, dan akhir-akhir ini studi permesinan keras dengan memanfaatkan pahat karbida berlapis banyak dilakukan. Di antara bahan untuk alat pemotong, yaitu karbida, alumina, kubik boron nitrida (CBN), berlian, dan salah satu dari pahat karbida berlapis ialah CVD Tcn/al203/TiN dan PVD Compound. Karbida berlapis, coated cemented carbide pertama kali diperkenalkan oleh KRUPP WIDIA (1968) dan sampai saat ini jenis karbida lapis semakin berkembang dan banyak dimanfaatkan dalam berbagai proses pemesisinan (di Negara-negara maju, pemakaiannya sekitar 40% dari seluruh jenis pahat karbida yang digunakan). Umumnya sebagai material dasar adalah karbida tungsten (WC + Co) yang dilapis dengan bahan keramik (karbida, nitride, dan oksida yang keras tahan temperature tinggi serta non adhesif.

Berdasarkan hasil-hasil penelitian keausan dan kerusakan pahat, ada beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya aus pahat diantaranya adalah proses kimiawi, oksidasi, adhesi dan beberapa proses lainnya. Faktor ini sangat berpengaruh dan hal ini dipicu oleh beban mekanik atau termal sehingga terjadi aus tepi (*Flank Wear*),

aus kawah (*Creater Wear*), maupun terjadinya penumpukan geram pada mata potong yang lazim disebut BUE (*Built Up Edge*).^[1]

Panas yang dihasilkan dari proses pemotongan sebagian besar dibawa oleh geram, sebagian merambat melalui pahat dan sisanya mengalir melalui benda kerja dan sekelilingnya. Panas yang dihasilkan tersebut cukup besar pada luas bidang kontak relatif kecil, sehingga temperature pahat pada bidang geram dan geser utamanya akan sangat tinggi. Selain itu, dikarenakan tekanan yang diakibatkan gaya pemotongan serta temperatur yang tinggi maka permukaan yang aktif dari pahat tersebut akan mengalami beban tekanan yang bersuhu tinggi dan sangat berpotensi menyebabkan terjadinya keausan.

Pahat yang mengalami keausan juga akan mempengaruhi gaya pemotongan maupun dapat mengalami kerusakan yang fatal (*Catastrophic Failure*). Dari paparan diatas banyak terlahir banyak kegagalan kerusakan mata pahat seperti misalnya yang dilaporkan oleh^[2] yaitu aus tepi (*Flank Wear*), aus kawah (*Creater Wear*), penumpukan geram (BUE) dan kerusakan katastrofik.

Lazimnya, pemotongan baja dilakukan dengan menggunakan metode pemesisinan basah. Namun mengingat perkembangan seiring berlakunya undang-undang tentang lingkungan hidup, maka metode ini tidak dianjurkan melainkan yang banyak digunakan pada proses saat ini menggunakan metode pemesisinan kering (*Dry Machine*)^[3]. Penelitian pada skripsi ini ditujukan untuk mengetahui karakteristik aus pahat jenis pahat bubut sisipan (*Insert Tips*) yaitu CVD Tcn/al203/TiN pada proses pembubutan kering dengan bahan Baja Paduan VCN 155.

1.1 Batasan Masalah

Adapun masalah yang dikaji pada penelitian ini ialah keausan yang akan dialami pahat bubut sisipan *CVD Ticn/al203/TiN* dan *PVD Compound* pada proses pembubutan baja VCN 155 bohler.

- Bahan yang digunakan adalah Baja VCN 155 bohler dengan kekerasan 40 HRC.
- Pahat yang digunakan adalah pahat berjenis Pahat sisipan tipe CNMG 432 dengan lapisan Al203.
- Proses pembubutan *DRY MACHINING*.

1.2 Tujuan penelitian

- Mengetahui karakteristik keausan pahat berlapis *CVD Ticn/al203/TiN* dan *PVD Compound* pada material VCN 155 40 HRC (Kondisi Pembubutan Kering).
- Melakukan kajian respon daya pemotongan terhadap jenis pahat.
- Mengamati mode dan jenis geram terhadap jenis pahat.
- Melakukan kajian performa pahat *CVD AL203* terhadap *PVD Compound*.

II. Metodologi Penelitian

2.1 Tempat Dan Waktu

2.1.1 Tempat

Proses pembubutan pada penelitian ini dilakukan di Laboratorium mesin Proses produksi Universitas Harapan Medan.

2.1.2 Waktu

Waktu yang diperlukan dalam proses pengujian selama ± 1 bulan.

2.2 Peralatan Dan Bahan

2.2.1 Peralatan

Alat-alat yang akan digunakan pada proses pengujian adalah:

- Mesin Bubut Konvensional
Alat ini digunakan untuk melakukan proses pembubutan.^[4]
- Stopwatch*
alat ini di gunakan untuk menghitung waktu pada proses pembubutan.^[5]
- Kunci L
Digunakan untuk membuka dan memasang mata pahat bubut. Gelas Pelastik.^[6]
- Kunci Chuck
Berfungsi untuk mengencangkan chuck/pencekam.^[7]
- Dudukan Mata Pahat MCLRN 2020
Digunakan untuk dudukan mata pahat *CVD Ticn/al203/TiN*.^[8]
- Pakaian Pelindung
Berfungsi sebagai alat pelindung diri pada saat melakukan proses pembubutan.^[9]

2.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Baja paduan VCN 155
- Mata pahat *CVD Ticn/al203/TiN* dan *PVD Compound*.

Mata pahat *CVD Ticn/al203/TiN* di gunakan untuk melakukan proses pembubutan Baja paduan VCN 155.

Tabel 1. Data Pengujian

No	Rpm	Kedalaman potong (mm)	Kecepatan potong (mm)	Jenis Pahat
1	210	0.1	0,05	CVD Ticn/al203/TiN
		0.2	0,08	
		0.3	0,1	
2	440	0.1	0,05	CVD Ticn/al203/TiN
		0.2	0,08	
		0.3	0,1	
3	720	0.1	0,05	CVD Ticn/al203/TiN
		0.2	0,08	
		0.3	0,1	
4	210	0.1	0,05	PVD <i>Compound</i>
		0.2	0,08	
		0.3	0,1	
5	440	0.1	0,05	PVD <i>Compound</i>
		0.2	0,08	
		0.3	0,1	
6	720	0.1	0,05	PVD <i>Compound</i>
		0.2	0,08	
		0.3	0,1	

III. Analisa Dan Pembahasan

3.1 Kondisi Pemotongan Operasional.

Pada bagian ini dipaparkan pengujian awal untuk memperoleh kondisi pemotongan operasional yang memenuhi kriteria bahwa pahat dapat digunakan untuk memotong baja paduan *CVD Ticn/al203/TiN* dan *PVD Compound* dengan panjang pemotongan 200 mm, aus pahat yang terjadi terbatas pada aus tepi (*flank wear*) dan tidak di sertai dengan aus getas (*brittle wear*), kekasaran permukaan Ra lebih kecil dari 3.6 micron (*smooth to medium finish*). Pengujian sudah dilakukan pada rentang kondisi pemotongan : laju pemotongan (v) (210-720)m/min, pemakanan (f) (0,05-0,08-0,10) mm/rev dan kedalaman potong (a) (0,1-0,2-0,3) mm. Di mana :

1. Kecepatan Potong

Kecepatan potong adalah panjang geramyang terpotong dalam sauan waktu tertentu. Satuan waktu yang digunakan adalah meter per-menit (m/mnt).^[10]

3. Kecepatan Makan

Merupakan jarak tempuh penyayatan oleh pahat terhadap benda kerja setiap satu kali benda kerja berputar, dalam satuan mm/rotasi.^[10]

4. Waktu Pemotongan

Waktu pemotongan bisa diartikan dengan panjang permesinan tiap kecepatan gerak pemakanan.^[10]

5. Kecepatan Penghasilan Geram

Geram adalah potongan dari material yang di pindahkan dari benda kerja oleh pahat potong.

3.2 Penetapan Kondisi Pemotongan Operasional

Dari hasil pengujian untuk memperoleh kondisi pemotongan operasional, ditetapkan bahwa berdasarkan pertimbangan karakteristik performa pahat yang meliputi aus pahat, mekanisme aus pahat, umur pahat (waktu potong), daya pemotongan, dan terlebih lagi kekasaran permukaan sebagai tolok ukur kualitas produk, kondisi pemotongan operasional yang di tetapkan adalah : laju pemotongan (v) (210, 440, 720) m/menit, laju pemakanan (0,05 - 0,08 - 0,10) mm/rev dan kedalaman potong (a) (0,1 - 0,2 - 0,3) mm.

3.3 Pengujian keternesinan pada kondisi pemotongan operasional.

Pengujian keternesinan dilanjutkan pada kondisi pemotongan operasional dengan rancangan percobaan metode taguchi. Dari kondisi pemotongan operasional, dipilih 3 nilai laju pemotongan (210, 440, 720) m/mnit, 2 nilai pemakanan (0,05 - 0,08 - 0,10) dan 3 nilai kedalaman potong (0,1 - 0,2 - 0,3) yang diujikan terhadap 2 jenis pahat PVD berlapis (pahat A dan pahat B) sehingga memenuhi rancangan percobaan taguchi (4¹ dan 2³) atau taguchi L16. Pengujian keternesinan dengan metode ini dilakukan terhadap 3 variable respon yaitu VB, Ra, P manakala kriteria pengujian masih dengan pengujian penetapan kondisi pemotongan operasional.^[11] Namun demikian, pada pengujian kali ini dilakukan secara intensif dengan memperhatikan keterulangan (presisi) data sehingga pengujian dilakukan sekurangnya 3 kali untuk setiap kondisi pemotongan yang sama. Hasil pengujian adalah sebagaimana di tunjukan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil dari pelaksanaan pengujian pemesinan material CVD Ticn/al203/Ti danPVD Coumpound.

v (m/menit)	a (mm)	F (mm)	PVD Coumpound	CVD Ticn/al203/TiN.	SNRA1	SNRA2
210	0.1	0.05	0.54	0.25	12.0412	12.0412
210	0.2	0.08	0.24	0.26	11.7005	11.7005
210	0.3	0.1	0.11	0.24	12.3958	12.3958
440	0.1	0.08	0.39	0.42	7.535	7.535
440	0.2	0.1	0.29	0.36	8.8739	8.8739
440	0.3	0.05	0.13	0.07	23.098	23.098
720	0.1	0.1	0.34	0.5	6.0206	6.0206
720	0.2	0.05	0.35	0.45	6.9357	6.9357
720	0.3	0.08	0.17	0.09	20.9151	20.9151

Tabel 3. Data Pemesinan Dan Hasil Daya, pemotongan dan tebal geram.

CT	rpm	V (m/menit)	A (mm)	Tc (mm)	Power (HP)
A	210	0.05	0.1	0.54	303.05
A	210	0.08	0.2	0.24	337.84
A	210	0.1	0.3	0.11	355.82
A	440	0.05	0.1	0.39	309.55
A	440	0.08	0.2	0.29	387.94
A	440	0.1	0.3	0.13	389.305
A	720	0.05	0.2	0.34	394.72
A	720	0.08	0.3	0.35	419.34
A	720	0.1	0.1	0.17	307.83
B	210	0.05	0.3	0.25	309.55
B	210	0.08	0.1	0.26	341.35
B	210	0.1	0.2	0.24	300.41
B	440	0.05	0.2	0.42	386.91
B	440	0.08	0.3	0.36	366.84
B	440	0.1	0.1	0.71	389.31
B	720	0.05	0.3	0.5	414.245
B	720	0.08	0.1	0.45	365.312
B	720	0.1	0.2	0.9	385.768



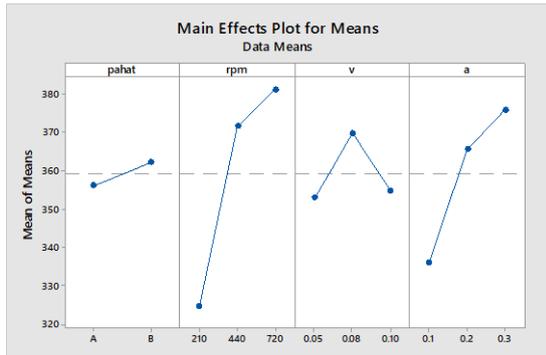
Gambar 1. Data hasil perhitungan statistik respon dari Tebal Chip terhadap kondisi pemotongan.

Pada Gambar 1 hubungan antara tebal geram/chip terhadap jenis pahat, kecepatan makan, kedalaman potong memberikan hasil di mana jenis pahat yang terbaik di informasikan dimiliki oleh pahat A. Kecepatan potong ditetapkan pada 210 rpm dan kedalaman potong 0,1 mm. Dapat disimpulkan pada pengaruh tebal chip nilai yang terbaik dimiliki pada pahat A, di mana hasil datanya dilampirkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Smaller is better Tebal Chip Hasil Pengujian.

Level	Pahat (mm)	Rpm	v (m/menit)	a (mm)
1	356.2	324.7	353.0	336.1
2	362.2	371.6	369.8	365.6
3		381.2	354.7	375.8
Delta	6.0	56.5	16.8	39.8
Rank	4	1	3	2

Dari Tabel 3 menginformasikan tebal geram terhadap kondisi pemotongan respon paling memperengaruhi berada pada rpm dimana pada level ke-3 dengan nilai mean/ rata-rata 381.2 selanjut pengaruh yang ke-2 pada kedalaman potong pada level ke 3 dengan nilai mean/rata-rata 375.8 dari Tabel 3 dapat diambil kesimpulan bahwa faktor yang sangat mempengaruhi tebal chip adalah rpm.



Gambar 2. Data hasil perhitungan statistik respon dari Tebal Chip terhadap kondisi pemotongan

Pada Gambar 2 hubungan antara tebal geram/chip terhadap jenis pahat, kecepatan makan, dan kedalaman potong memberikan hasil dimana pada jenis pahat yang terbaik diinformasikan dimiliki oleh pahat (B), kecepatan potong ditetapkan pada 720 Rpm dan kedalaman potong 0,3 mm. Dapat disimpulkan pada pengaruh power nilai yang terbaik dimiliki pada pahat (B) dimana hasil datanya dilampirkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Larger is better Power Hasil Pengujian.

Level	Pahat (mm)	rpm	v (m/menit)	a (mm)
1	0.2844	0.2733	0.4067	0.4200
2	0.4544	0.3833	0.3250	0.4050
3		0.4517	0.3767	0.2833
Delta	0.1700	0.1783	0.0817	0.1367
Rank	2	1	4	3

3.4 Analisis Morfologi Geram

Morfologi geram yang terjadi pada setiap kondisi berbeda – beda seperti ditunjukkan pada Tabel 5 dan 6 sebagai berikut :

Tabel 5. Morfologi geram mata pahat CVD Tcn/a1203/TiN.

v/f/a	0.1 mm			0.2 mm			0.3 mm		
	0.05 mm			0.08 mm			0.1 mm		
210 m/menit									
	C2 0.23 mm			C1 0.26 mm			C2 0.24 mm		
	C6 0.42 mm			C4 0.36 mm			C4 0.07 mm		
440 m/menit									
	C6 0.50 mm			C6 0.45 mm			C2 0.09 mm		
	C6 0.50 mm			C6 0.45 mm			C2 0.09 mm		
720 m/menit									
	C6 0.50 mm			C6 0.45 mm			C2 0.09 mm		
	C6 0.50 mm			C6 0.45 mm			C2 0.09 mm		

Tabel 6. Morfologi geram mata pahat PVD Compound.

v/f/a	0.1 mm			0.2 mm			0.3 mm		
	0.05 mm			0.08 mm			0.1 mm		
210 m/menit									
	C4 0.54 mm			C1 0.24 mm			C2 0.11 mm		
	C2 0.39 mm			C2 0.29 mm			C2 0.13 mm		
440 m/menit									
	C2 0.39 mm			C2 0.29 mm			C2 0.13 mm		
	C2 0.39 mm			C2 0.29 mm			C2 0.13 mm		
720 m/menit									
	C2 0.34 mm			C2 0.35 mm			C2 0.17 mm		
	C2 0.34 mm			C2 0.35 mm			C2 0.17 mm		

Dari tabel morfologi geram di atas maka didapat hasil perbandingan yang ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Morfologi geram mata pahat

E/a	0.05 mm	
	CVD Tcn/a1203/TiN	PVD Compound
0.1 mm		
	C2 0.25 mm v = 210	C4 0.54 mm v = 210
0.1 mm	C6 0.42 mm v = 440	C2 0.39 mm v = 440
	C6 0.50 mm v = 720	C2 0.34 mm v = 720

Tabel 8. Morfologi geram mata pahat

E/a	0.08 mm	
	CVD Tcn/a1203/TiN	PVD Compound
0.2 mm		
	C1 0.26 mm v = 210	C1 0.24 mm v = 210
0.2 mm	C4 0.36 mm v = 440	C2 0.29 mm v = 440
	C6 0.45 mm v = 720	C2 0.35 mm v = 720

Tabel 9. Morfologi geram mata pahat

f _a	0.1 mm	
	CVD TiCN/Al ₂ O ₃ /TiN	PVD Compound
0.3 mm		
	C2 0.24 mm v = 210	C2 0.11 mm v = 210
		
	C4 0.07 mm v = 440	C2 0.13 mm v = 440
	C2 0.09 mm v = 720	C2 0.17 mm v = 720

Keterangan :

- C1 = Ribbon Chips (Snarled)
- C2 = Tubular Chips (Snarled)
- C2 = Tubular Chips (Long)
- C4 = Washer-type helical chips (Short)
- C4 = Washer-type helical chips (snarled)
- C6 = Arc chips (connected)
- C6 = Arc chips (loose)

Dari tabel morfologi 4 dan 5 maka didapat untuk kondisi pemotongan n = 210 rpm geram membentuk Tubular Chips (Long), Ribbon Chips (Snarled), Tubular Chips (Snarled), dan Washer-type helical chips (snarled). untuk kondisi pemotongan n = 440 rpm geram membentuk Arc chips (connected), Washer-type helical chips (Short), Washer-type helical chips (snarled), Tubular Chips (Snarled), dan Tubular Chips (Long). untuk kondisi pemotongan n = 720 rpm geram membentuk Arc chips (connected), Arc chips (loose), Tubular Chips (Snarled), dan Tubular Chips (Long).

IV. Kesimpulan Dan Saran

4.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diambil dari penelitian ini adalah :

1. Dalam penelitian untuk pahat jenis A bentuk geram yang dihasilkan dipengaruhi oleh rpm, sedangkan untuk pahat jenis B bentuk geram yang dihasilkan dipengaruhi oleh power.
2. Dari tabel morfologi geram maka di dapat untuk kondisi pemotongan n = 210 rpm geram membentuk Tubular Chips (Long), Ribbon Chips (Snarled), Tubular Chips (Snarled), dan Washer-type helical chips (snarled).

3. Dari tabel morfologi geram maka di dapat untuk kondisi pemotongan n = 440 rpm geram membentuk Arc chips (connected), Washer-type helical chips (Short), Washer-type helical chips (snarled), Tubular Chips (Snarled), dan Tubular Chips (Long).
4. Dari tabel morfologi geram maka di dapat untuk kondisi pemotongan n = 720 rpm geram membentuk Arc chips (connected), Arc chips (loose), Tubular Chips (Snarled), dan Tubular Chips (Long).
5. Dari tabel morfologi geram maka di dapat untuk segala jenis kondisi pemotongan didominasi oleh bentuk geram Tubular Chips (Snarled).

4.2 Saran

Penelitian lebih lanjut tentang kajian fundamental proses pemesinan disarankan untuk dilakukan dengan menggunakan mesin bubut CNC agar dapat diperoleh kondisi pemotongan kontinu yang dihasilkan motor servo pada mesin CNC.

Daftar Pustaka

- [1] A. K. Sahoo and B. Sahoo, "Performance studies of multilayer hard surface coatings (TiN/TiCN/Al₂O₃/TiN) of indexable carbide inserts in hard machining: Part-I (An experimental approach)," *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, vol. 46, no. 8, pp. 2854–2867, 2013, doi: 10.1016/j.measurement.2013.03.024.
- [2] E.M Trent.PhD, Dmet,FIM, "Butterworth-Heinemann L.td. Los Angeles.," "Metal Cutting" Third Edition, 1991.
- [3] B. K. A. N. P.S. Sreejith, "Journals of Materials Processing Technology. pp. 287-291.," *Dry Machining: Machining of the future*, 2000.
- [4] "(No Title)." <https://core.ac.uk/download/pdf/12349351.pdf> (accessed Sep. 09, 2020).
- [5] "Stopwatch - Google Penelusuran." https://www.google.com/search?q=Stopwatch&tbm=isch&ved=2ahUKEwj62IqJ3NnrAhXzkksFHbpVDkgQ2-cCegQIABAA&oeq=Stopwatch&gs_lcp=CgNpbWcQAzIHCAAQsQMqQzICCAAyAggAMgIIADICCAAyAggAOgYIABAHEB46CAGAEAgQBxAeUKMZWM4aYPknaABwAHgAgAGMAYgBlgKSAQMwLjKYAQCgAQGqAQtd3Mtd2l6LWltZ8ABAQ&sclient=i mg&ei=b45XX7rIFfOlrtoPuqu5wAQ&bih=630&biw=664&safe=strict&hl=id#imgrc=wsg49KkDVjQECM (accessed Sep. 08, 2020).

- [6] “kunci L - Google Penelusuran.”
https://www.google.com/search?q=kunci+L&tbm=isch&ved=2ahUKEwjC1Ojs3NnrAhXCIUsFHb2pA00Q2-cCegQIABAA&oq=kunci+L&gs_lcp=CgNpbWcQAzIECCMQJzICCAyAggAMgIIADICCAyAggAMgIADoFCAAQsQM6BAgAEENQ6Q5YpxlgzSNoAHAAeACAAfgDiAG7BJIBBTEuNS0xmAEAoAEBqgELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE&sclient=img&ei=QI9XX8K0H8KrrtoPvdOO6AQ&bih=630&biw=664&safe=strict&hl=id&hl=id#imgrc=WPkjgnVNqQCmNM (accessed Sep. 08, 2020).
- [7] “Kunci chuck - Google Penelusuran.”
https://www.google.com/search?q=Kunci+chuck&tbm=isch&ved=2ahUKEwin687v3NnrAhVYHCsKHeG6AKMQ2-cCegQIABAA&oq=Kunci+chuck&gs_lcp=CgNpbWcQAzICCAyAggAMgIIADIGCAAQCBAeUPzKD1j8yg9g79QPaABwAHgAgAFhiAFhkgEBMZgBAKABAaoBC2d3cy13aXotaW1nwAEB&sclient=img&ei=Ro9XX6ewF9i4rAHh9YKYCg&bih=630&biw=664&safe=strict&hl=id&hl=id#imgrc=jqukQjbuILY9sM (accessed Sep. 08, 2020).
- [8] “Dudukan Mata Pahat MCLRn 2020 - Google Penelusuran.”
https://www.google.com/search?q=Dudukan+Mata+Pahat+MCLRn+2020&tbm=isch&ved=2ahUKEwjloY3r3dnrAhWJn0sFHb-qCgcQ2-cCegQIABAA&oq=Dudukan+Mata+Pahat+MCLRn+2020&gs_lcp=CgNpbWcQA1DTqAVY06gFYKi4BWgAcAB4AIABiQGIAyKbkgEDMC4xmAEAoAEBqgELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE&sclient=img&ei=SZBXX6XZFYm_rtoPv9WqOA&bih=630&biw=664&safe=strict&hl=id&hl=id#imgrc=y93V0SnvVuFgAM (accessed Sep. 08, 2020).
- [9] “Pakaian pelindung las - Google Penelusuran.”
https://www.google.com/search?q=Pakaian+pelindung+las&tbm=isch&hl=id&hl=id&safe=strict&safe=strict&tbs=rimg%3ACZ41V30Iua4hYYGTdEQB7YK3&sa=X&ved=0CCQQuIBahcKEwiAvrPq3tnrAhUAAAAAHQAAAAAQBw&biw=664&bih=630#imgrc=BsovIptL4_BQUM (accessed Sep. 08, 2020).
- [10] S. M. Janosik, “*濟無*No Title No Title,” *NASPA Journal*, vol. 42, no. 4, p. 1, 2005, doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- [11] S. Kumar Patel Associate Professor, “CERTIFICATE.”