

BAB V

PENUTUP

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan beberapa pengujian yang telah dilakukan, dapatkan beberapa kesimpulan yaitu:

Kekerasan dan ketahanan aus diperoleh oleh sampel ke dengan parameter *temperatur holding* 850 °C, lalu ditahan selama 20 menit. Setelah itu sampel dimasukan ke media pendinginan air, di wadah dengan volume media pendingin, 12:1, yaitu sebesar 0,00335 gram pengurangan massa atau laju keausan 0,0353 mg/menit, serta kekerasan 60 HRC. memiliki fasa martensit yang halus dan distribusi merata.

1. Temperatur pemanasan (*holding*), berfungsi mengubah distribusi fasa dan dinginkan akan mendapatkan mikrostruktur berupa martensit. Temperatur yang lebih tinggi dapat menyebabkan pertumbuhan butir yang lebih besar saat ditahan di Temperatur austenisasi saat *quenching* maka didapat kekerasan yang tinggi namun tidak tahan aus. Sebab butiran besar membuat material rentan terhadap gesekan.
2. Jenis media pendingin. Kecepatan Pendinginan: Air lebih cepat dibandingkan oli yaitu termal konduktivitas 0.606 W/(m·K) terhadap 0.155 W/(m·K). , mempengaruhi pembentukan martensit yang lebih banyak dan memiliki kekerasan lebih tinggi, serta tahan aus.
3. Rasio Volume media pendingin terhadap berat benda. Volume media pendingin yang lebih besar (rasio 12:1 volume media pendingin terhadap berat benda) menghasilkan sampel yang memiliki kekerasan, tingkat ketahan aus yang tinggi, ditambah dengan fasa martensit yang dihasilkan.
4. Baja AISI 1045 Hasil percobaan mampu mencapai kekerasan 48-59 HRC. Namun, tidak mampu menyamai kemampuan Bahan AISI 4340 dari segi ketahanan aus 0,0019 gram pengurangan massa, untuk aplikasi poros *spindle*.

V.2 Saran

1. Untuk proses uji kekasaran direkomendasikan menggunakan pengecekan menggunakan alat uji kekasaran digital.
2. Penelitian dapat dilanjutkan untuk aplikasi J Image material besi cor yang dilaksanakan sebagai tugas akhir d3 pengecoran logam.
3. Untuk peneliti selanjutnya dapat mengembangkan dan penyempurnaan alat uji keausan adaptasi ASTM G99.
4. Peneliti selanjutnya dapat meneliti pengaruh variasi kekasaran terhadap laju keausan, sebab peneliti pada peneliti menggunakan kekasaran seragam pada sampel percobaan.
5. Untuk pengujian sebaiknya dilakukan sebanyak mungkin pengambilan data sehingga mendapat hasil lebih valid.
6. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan lebih banyak variasi rasio volume media pendingin terhadap volume benda untuk melihat efek lanjut jika volume media pendingin lebih banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sularso and K. Sugara, “Dasar Perancangan Dan Pemilihan Elemen Mesin,” *Pap. Knowl. . Towar. a Media Hist. Doc.*, p. 200, 2014.
- [2] F. Nurrafi, “MESIN FRAIS FEHLMANN P18S,” *Politek. Manufaktur bandung*, 2023.
- [3] F. R. Sidiq, G. Anggana, and N. Bilqis, “PRODUK STATIONERY TOOLS BOX FOR OFFICE PRODUK STATIONERY TOOLS BOX FOR OFFICE Oleh Fajar Rizaldi Sidiq Geni Anggana Nadzira Bilqis,” 2022.
- [4] P. Pendidikan and F. Teknik, “J u r u s a n teknik mesin,” 2020.
- [5] Wegst C.W., *Stahlschlüssel 18 edition*. 1998.
- [6] E. F. Cone, “ASM Handbook Volume 1: Properties and Selection Irons Steels and High Performance Alloys,” *ASM Int.*, vol. STP 24, pp. 1–24, 1991, doi: 10.1520/STP38736S.
- [7] D. E. C. Na and C. Hipertensiva, *Failure Analysis of Engineering Materials*. 2022.
- [8] Z. Cai, J. Zhao, and H. Ding, “ASM Handbook Volume 4: Heat Treating,” *USA ASM Int.*, pp. 289–322, 1993, doi: 10.1201/9781315120577.
- [9] G. Kraus, *STEELS: Heat Treatment and Processing Principles*. Material Park, Ohio: ASM International, 1990.
- [10] A. H. Razak and S. Rasyid, “Pengaruh Perbandingan Berat Media Quenching dengan Berat Spesimen Uji terhadap Sifat Mekanik Baja Karbon Sedang (S45C),” *Pros. Semin. Has. Penelit.*, vol. 2018, pp. 182–187, 2018.
- [11] L. Joska, J. Fojt, M. Hradilova, F. Hnilica, and L. Cvrcek, “ASM Handbook Volume 9 Heat Treatment,” *Biomed. Mater.*, vol. 5, no. 5, 2010, doi: 10.1088/1748-6041/5/5/054108.
- [12] V. B. Bhandari, *Machine Elements in Mechanical Design 6th Edition*. 2018.
- [13] A. Karmana, Ismet P. Ilyas, and Ade Ramdan, “Analisis Rancangan Poros Spindle Mesin Auto Level Buff Menggunakan Perangkat Lunak CAE,” *J. Teknol. dan Rekayasa Manufaktur*, vol. 4, no. 1, pp. 25–38, 2022, doi: 10.48182/jtrm.v4i1.86.
- [14] G. E. Totten, “Steel Heat Treatment Metallurgy And Technology Second Edition.,” pp. 1–12, 2006.
- [15] AZO Materials, “AISI 4130 Alloy Steel (UNS G41300),” *Azom*, pp. 1–3, 2012, [Online]. Available: <https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=6742>
- [16] D. Moulton, “AISI 4340 Alloy Steel (UNS G43400),” *Azo Mater.*, pp. 1–4, 2012, [Online]. Available: <https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=6772>

- [17] U. Logostik, “Logistik Politeknik Manufaktur Bandung,” 2022.
- [18] Y. Zamrodah, “Ilmu Bahan Teknik,” vol. 15, no. 2, pp. 1–23, 2016.
- [19] A. Material, “AISI 1045: Medium Carbon Steel,” *Alloy Dig.*, vol. 20, no. 10, p. CS-44, 1971, [Online]. Available: <https://doi.org/10.31399/asm.ad.cs0044>
- [20] G. Hultquist and C. Leygraf, “Material Science and Engineering An Introduction,” *Mater. Sci. Eng. A*, vol. 42, no. 1, p. 181, 1980.
- [21] A. N. Amalia, “Analisis Pengaruh Perlakuan Panas Hardening Dengan Variasi Temperatur Pemanasan, Waktu Tahan, Dan Media Pendingin Pada Peningkatan Kekerasan Baja AISI 1045 Pada Komponen Axle Shaft,” *Skripsi*, pp. 1–111, 2018.
- [22] D. A. DESAI, “Newton ’ s Law of Cooling,” *Scholarship.Claremont.Edu*, pp. 51–54, 2010, [Online]. Available: <http://scholarship.claremont.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1210&context=jhm%0Ahttp://www.cems.uvm.edu/~jmwilson/161samps/pap17.pdf>
- [23] ASTM International, “ASTM E-415 Standart Test Method for Analysis of Carbon and Low-Ally Steel by Spark Atomic Emission Spectrometry,” *American Society for Testing and Materials*. pp. 1–11, 2014.
- [24] nayan, *Introduction to Physical metallurgy*. 2009.
- [25] ASTM International, “ASTM Handbook E-562. Standard Test Method for Determining Volume Fraction by Systematic Manual Point Count,” no. Vlv.
- [26] ASTM International, “ASTM Handbook E-18, Standard Test Methods for Brinell Hardness of Metallic Materials,” 2007, doi: 10.1520/E0010-17.10.1520/E0010-18.2.
- [27] ASTM International, “ASTM Handbook E92 – 17 Standard Test Methods for *Vickers* Hardness and Knoop Hardness of Metallic Materials BT - Standard Test Methods for *Vickers* Hardness and Knoop Hardness of Metallic Materials”, doi: 10.1520/E0092-17.2.
- [28] American National Standard, “ASTM Handbook E18-14 Standard test methods for Rockwell hardness of metallic materials,” *ASTM Int.*, 2008, doi: 10.1520/E0018-15.2.
- [29] K. Hokkirigawa, K. and Kato, *Theoretical Estimation of Abrasive Wear Resistance Based on Microscopic Wear Mechanism, Wear of Materials (ed K.C. Ludema)*,. New York, 1989.
- [30] Gwidon W. Stachowiak, *Wear: Materials, Mechanisms and Practice*. 2000.
- [31] W. Conshoocken, “ASTM Handbook G 99 Standard Test Method for Wear Testing with a Pin-on-Disk Apparatus 1,” *Wear*, vol. 05, no. 2016, pp. 1–5, 2007, doi: 10.1520/G0099-17.Copyright.
- [32] T. Akhir and G. F. Umara, “OPTIMASI PARAMETER PEMOTONGAN CNC PLASMA CUTTING PADA MATERIAL ALUMINIUM 5052 MENGGUNAKAN METODE OPTIMASI PARAMETER

PEMOTONGAN CNC PLASMA CUTTING PADA MATERIAL ALUMINIUM 5052 MENGGUNAKAN METODE,” 2021.

- [33] P. Studi, T. Rekayasa, J. T. Manufaktur, and P. M. Bandung, *PADA PROSES SURFACE GRINDING PADA PROSES SURFACE GRINDING*, vol. 45, no. Aisi 1045. 2022.
- [34] L. Hasya, “TROUBLE REPAIR SPINDLE MESIN *FRAIS* FEHLMANN P 18 S (FR10) Proyek Akhir Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Ahli Madya Diploma III Oleh Luqman Hasya,” 2023.
- [35] G. Arianzas and D. Prayitno, “Pengaruh Media Pendingin Pada Proses Hardening Terhadap Ketangguhan Baja S45C,” *J. Mech. Eng. Mechatronics*, vol. 4, no. 1, p. 1, 2019, doi: 10.33021/jmem.v4i1.655.
- [36] Andre Wijaya, “Variasi Temperatur Dan Media Quenching Air Garam Untuk Aplikasi Sprocket Gear.,” *Anal. Kekerasan Dan Ketahanan Aus Baja AISI 1045 Akibat Heat Treat. Untuk Apl. Sprocket Gear*, vol. 11, pp. 75–80, 2023.
- [37] S. Practice, “Standard Practice for Microetching Metals and Alloys ASTM E-407,” vol. 07, no. Reapproved 2015, pp. 1–22, 2016, doi: 10.1520/E0407-07R15E01.2.
- [38] E.Duka dan Teuta dilo, “Connection Between Micro and Macro Hardness Pearlitic -Ferritic Steel,” 2012.
- [39] G. E. Totten, *Failure Ananlysis of Heat Treated Steel Components*. Ohio: ASM International, 2007.
- [40] ASTM International, “Standard Test Methods for Determining Hardenability of Steel1,” vol. 08, no. Reapproved 1989, pp. 3–4, 2000.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1
Hasil Uji Komposisi

02-OCT-2023 13:15:33 Task:INT. POLMAN Method:FELAST		Sample Identity:Abdul Latif TA D4ME AISI 1045 L111				
C2	Si1	S	P1	Mn3	Ni2	Cr1
AVG	0.47748	0.00380	0.01307	0.71494	0.00617	0.32431
SD	0.002487	0.000186	0.000237	0.001513	0.000039	0.000698
SD*	0.52	4.89	1.82	0.21	0.63	0.22
Mo2	V3	Cu5	W	Ti4	Sn2	Al7
AVG	0.01226	0.00513	!(0.00004	0.00404	0.00040	0.01031
SD	0.000038	0.000849	0.000061	0.000088	0.000016	0.000101
SD*	0.31	16.54	141.42	2.18	3.91	0.98
Pb6	Sb2	Nb	Zr3	Zn5	FE%	
AVG	!(0.00000	!(0.00000	!(0.00000	0.00051	98.1860	
SD	0.000000	0.000000	0.000000	0.000304	0.00274	
SD*	---	---	---	59.13	0.00	

Pengambilan data di lab. Material Teknik Pengecoran Logam

- Silikon

Si Silikon Si terkandung dalam semua baja dengan cara yang sama seperti mangan, karena bijih besi mengandung sejumlah tertentu sesuai dengan komposisinya. Dalam produksi baja itu sendiri sicoris menyerap lelehan dari lapisan tungku tahan api. Namun hanya beberapa baja yang merupakan baja silikon kaliber yang memiliki kandungan Si > 0,40. S bukanlah logam, melainkan metaloid, misalnya fosforus dan belerang. Si mengalami deoksidasi. Ini mendorong pengendapan grafit dan membatasi fase gamma secara signifikan, meningkatkan kekuatan dan ketahanan aus (baja yang dapat diolah dengan panas Si-Mn); peningkatan yang signifikan dalam imiz elastis sehingga elemen paduan berguna dalam baja pegas. Ini secara signifikan meningkatkan ketahanan kerak, sehingga baja tahan panas dipadukan dengannya. Namun kandungan yang mungkin ada terbatas karena merusak sifat mampu bentuk yang panas dan kaku. Dengan 12% Si, ketahanan terhadap asam dapat dicapai secara luas namun kualitas tersebut hanya dapat diproduksi dalam bentuk baja yang sangat keras dan rapuh yang hanya dapat dikerjakan dengan cara digiling. Karena penurunan konduktivitas listrik yang signifikan, intensitas medan koersif, dan kehilangan daya rendah, Si digunakan dalam baja untuk lembaran kualitas listrik.

- Mangan

Mangan Mn terdeoksidasi. Ia bergabung dengan belerang untuk membentuk Mn sulfida, sehingga mengurangi efek yang tidak diinginkan dari besi sulfida. Hal ini sangat penting khususnya pada baja potong bebas; itu mengurangi risiko sesak merah. Mn sangat mengurangi laju pendinginan kritis, sehingga meningkatkan kemampuan pengerasan. Titik luluh dan kekuatan ditingkatkan dengan penambahan Mn dan, sebagai tambahan, Mn mempunyai pengaruh positif terhadap kemampuan tempa dan kemampuan las dan secara nyata meningkatkan kedalaman penetrasi kekerasan. Kandungan > 4% juga menyebabkan pendinginan lambat sehingga membentuk struktur martensit yang rapuh, sehingga rentang paduan hampir tidak digunakan. Baja dengan kandungan Mn 12% bersifat austenitik jika kandungan C juga tinggi, karena Mn sangat memperluas fase gamma. Baja tersebut

rentan terhadap pengerasan regangan tingkat tinggi dimana permukaannya terkena tegangan tumbukan, sedangkan intinya tetap keras. Oleh karena itu, mereka sangat tahan terhadap keausan saat terkena benturan. Baja dengan kandungan Mn 18% tetap tidak dapat dimagnetisasi bahkan setelah pembentukan dingin yang relatif nyata dan digunakan sebagai baja khusus serta baja yang tetap tangguh pada suhu di bawah nol yang mengalami tekanan suhu rendah. Koefisien ekspansi termal meningkat sebagai akibat dari Mn, sementara konduktivitas termal dan listrik berkurang.

- Fosfor

Biasanya dianggap sebagai parasit baja, karena P menghasilkan segregasi primer yang nyata pada solidifikasi lelehan dan kemungkinan segregasi sekunder dalam keadaan padat karena pembatasan fase gamma yang nyata. Akibat laju difusi yang relatif rendah, baik pada kristal alfa maupun gamma, segregasi yang terjadi hanya dapat dikoreksi dengan susah payah. Karena hampir tidak mungkin untuk mencapai distribusi P yang homogen, maka dilakukan upaya untuk menjaga kandungan P tetap rendah dan oleh karena itu, dengan baja bermutu tinggi, diusahakan mencapai batas atas 0,03-0,05%. Besarnya segregasi tidak dapat ditentukan secara pasti. Bahkan dalam jumlah terkecil, P meningkatkan kerentanan terhadap kerapuhan. Pembrittlement meningkat dengan meningkatnya kandungan C, dengan meningkatnya suhu pengerasan, dengan ukuran butir dan dengan penurunan rasio reduksi dengan penempaan. Penggetasan terjadi karena sesak dingin dan kepekaan terhadap tekanan benturan (kecenderungan patah getas). Pada baja struktural paduan rendah dengan kandungan C sekitar 0,1%, P meningkatkan kekuatan dan ketahanan korosi terhadap pengaruh atmosfer. Cu membantu peningkatan ketahanan terhadap korosi (baja tahan karat). Pada baja Cr-Ni austenitik, penambahan P dapat menyebabkan peningkatan titik luluh dan mencapai efek pengendapan.

- Sulfur

Menghasilkan pemisahan paling nyata dari semua elemen baja yang menyertainya. Besi sulfida, menyebabkan sesak merah atau sesak panas, karena eutektik sulfida dengan titik leleh rendah mengelilingi butir secara retikuler, sehingga hanya terjadi sedikit kohesi dan selama pembentukan panas, batas butir cenderung rusak. Hal ini semakin ditingkatkan oleh aksi oksigen. Karena belerang mempunyai afinitas yang cukup besar terhadap mangan, ia bergabung dalam bentuk Mn sulfida, karena ini adalah inklusi yang paling tidak berbahaya dari semua inklusi yang ada, karena terdistribusi dalam bentuk titik-titik di dalam steel. Ketangguhan pada arah melintang berkurang secara signifikan dengan adanya S. S sengaja ditambahkan pada baja untuk pemesinan otomatis hingga 0,4%, karena gesekan pada ujung tombak pahat dikurangi dengan tindakan pelumasan sehingga memungkinkan peningkatan umur antara benda kerja dan pahat. Selain itu, chip pendek terjadi ketika baja potong bebas dikerjakan. S meningkatkan kerentanan terhadap retakan pengelasan.

- Chromium

Cr membuat baja menjadi berminyak dan dapat mengeras di udara. Dengan pengurangan laju kritis T_c Titik leleh $1920\text{ }^\circ\text{C}$ Pendinginan kromium yang diperlukan untuk pembentukan martensit, meningkatkan kemampuan pengerasan. Elemen-elemen ini dengan demikian meningkatkan kerentanannya terhadap pengerasan dan temper. Namun ketangguhan takik hingga separa berkurang, namun keuletannya hanya sedikit berkurang. Kemampuan las yang sangat tajam menurun pada baja kromium murni dengan meningkatnya kandungan Cr. Kekuatan tarik baja meningkat $80\text{-}100\text{ N/mm}^2$ per 1% Cr. Cr adalah pembentuk karbida. Karbidanya meningkatkan kekuatan kualitas penahan tepi dan mengurangi ketahanan aus. Kekuatan suhu tinggi dan sifat hidrogenasi suhu tinggi bertekanan tinggi dipromosikan oleh kromium. Sementara peningkatan kandungan serapan C meningkatkan ketahanan kerak, kandungan minimum sekitar baja.13% kromium diperlukan untuk ketahanan korosi pada baja; ini harus dilarutkan dalam matriks. Elemen tersebut membatasi fase gamma dan dengan demikian memperluas jangkauan ferit. Namun ia menstabilkan austenit dalam baja austenitik Cr-win dan

Cr-Ni. Konduktivitas termal dan listrik berkurang. Ekspansi termal berkurang (paduan untuk penyegelan kaca). Dengan peningkatan kandungan karbon secara bersamaan, kandungan Cr meningkatkan remanensi dan intensitas medan koersif hingga 3%.

- Tembaga

Tembaga ditambahkan ke sangat sedikit paduan baja, karena terkonsentrasi di bawah lapisan kerak dan menembus batas butir, menyebabkan sensitivitas permukaan yang tinggi dalam proses pembentukan panas, oleh karena itu dianggap sebagai parasit baja. Titik luluh dan rasio titik luluh/kekuatan ditingkatkan. Kandungan di atas 0,30% dapat menyebabkan pengerasan presipitasi. Kemampuan pengerasan ditingkatkan. Kemampuan las tidak dipengaruhi oleh tembaga. Pada baja paduan dan baja paduan rendah, Cu menghasilkan peningkatan yang signifikan dalam ketahanan terhadap cuaca. Pada baja paduan tinggi tahan asam, kandungan Cu di atas 1% menghasilkan peningkatan ketahanan terhadap asam klorida dan asam sulfat.

- Molibdenum

Mo biasanya dicampur dengan unsur lain, Mengurangi laju pendinginan kritis akan meningkatkan kemampuan pengerasan. Mo secara signifikan mengurangi kerapuhan temper, misalnya pada baja CrNi dan Mn, mendorong pembentukan butiran halus dan juga mempengaruhi kemampuan las. Peningkatan titik luluh dan kekuatan. Dengan meningkatnya konten Mo, kemampuan forgeability berkurang. Diucapkan bekas karbida, sifat pemotongan dengan baja kecepatan tinggi ditingkatkan dengan demikian. Ini termasuk dalam elemen yang meningkatkan ketahanan terhadap korosi dan oleh karena itu sering digunakan dengan baja paduan Cr tinggi dan baja CrNi austenitik. Kandungan Mo yang tinggi mengurangi kerentanan terhadap pitting. Pembatasan fase gamma yang sangat parah. Peningkatan kekuatan suhu tinggi, ketahanan skala berkurang.

Deskripsi berasal : C. W. Wegst, Stahlschlüssel. 1995

LAMPIRAN 2 ASTM A 29/ A 29 M



MIL-STD-163 Steel Mill Products—Preparation for Ship-
ment and Storage⁷

TABLE 1 Grade Designations and Chemical Compositions of Carbon Steel Bars

Grade Designation	Heat Chemical Ranges and Limits, %			
	Carbon	Manganese	Phosphorus, max	Sulfur, max ^A
Nonresulfurized Carbon Steels ^{B,C,D,E,F}				
1005	0.06 max	0.35 max	0.040	0.050
1006	0.08 max	0.25–0.40	0.040	0.050
1008	0.10 max	0.30–0.50	0.040	0.050
1010	0.08–0.13	0.30–0.60	0.040	0.050
1011	0.08–0.13	0.60–0.90	0.040	0.050
1012	0.10–0.15	0.30–0.60	0.040	0.050
1013	0.11–0.16	0.50–0.80	0.040	0.050
1015	0.13–0.18	0.30–0.60	0.040	0.050
1016	0.13–0.18	0.60–0.90	0.040	0.050
1017	0.15–0.20	0.30–0.60	0.040	0.050
1018	0.15–0.20	0.60–0.90	0.040	0.050
1019	0.15–0.20	0.70–1.00	0.040	0.050
1020	0.18–0.23	0.30–0.60	0.040	0.050
1021	0.18–0.23	0.60–0.90	0.040	0.050
1022	0.18–0.23	0.70–1.00	0.040	0.050
1023	0.20–0.25	0.30–0.60	0.040	0.050
1025	0.22–0.28	0.30–0.60	0.040	0.050
1026	0.22–0.28	0.60–0.90	0.040	0.050
1029	0.25–0.31	0.60–0.90	0.040	0.050
1030	0.28–0.34	0.60–0.90	0.040	0.050
1034	0.32–0.38	0.50–0.80	0.040	0.050
1035	0.32–0.38	0.60–0.90	0.040	0.050
1037	0.32–0.38	0.70–1.00	0.040	0.050
1038	0.35–0.42	0.60–0.90	0.040	0.050
1039	0.37–0.44	0.70–1.00	0.040	0.050
1040	0.37–0.44	0.60–0.90	0.040	0.050
1042	0.40–0.47	0.60–0.90	0.040	0.050
1043	0.40–0.47	0.70–1.00	0.040	0.050
1044	0.43–0.50	0.30–0.60	0.040	0.050
1045	0.43–0.50	0.60–0.90	0.040	0.050
1046	0.43–0.50	0.70–1.00	0.040	0.050
1049	0.46–0.53	0.60–0.90	0.040	0.050
1050	0.48–0.55	0.60–0.90	0.040	0.050
1053	0.48–0.55	0.70–1.00	0.040	0.050
1055	0.50–0.60	0.60–0.90	0.040	0.050
1059	0.55–0.65	0.50–0.80	0.040	0.050
1060	0.55–0.65	0.60–0.90	0.040	0.050
1064	0.60–0.70	0.50–0.80	0.040	0.050
1065	0.60–0.70	0.60–0.90	0.040	0.050
1069	0.65–0.75	0.40–0.70	0.040	0.050
1070	0.65–0.75	0.60–0.90	0.040	0.050

LAMPIRAN 3

ASTM A 291

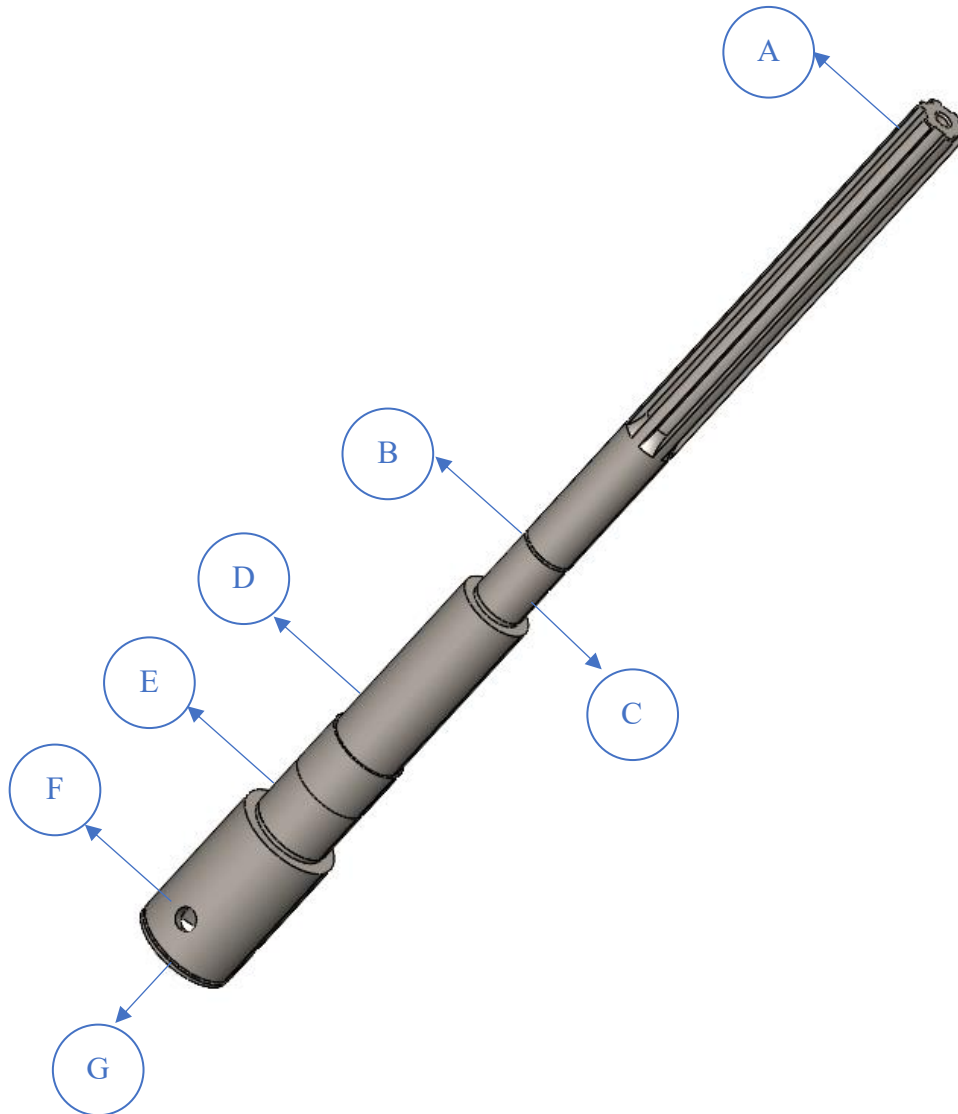


TABLE 2 Mechanical Properties

Grade	Class	Size, Solid Diameter or Thickness, in. ^A		Tensile Strength, min		Yield Strength, 0.2% Offset, min		Elongation in 2 in. or 50 mm, min, %		Reduction of Area, min, %		Charpy V-notch	Brinell Hardness Number Range
		Over	Not Over	psi	MPa	psi	MPa	Longitudinal	Transverse (Tangential)	Longitudinal	Transverse (Tangential)		
1	A	...	10	85 000	585	50 000	345	22	...	45	170 to 223
		10	...	80 000	550	45 000	310	20	16	37	30		
2	B	...	10	95 000	655	70 000	485	20	...	45	201 to 241
		10	20	95 000	655	70 000	485	20	18	45	34		
		20	...	95 000	655	70 000	485	18	16	38	30		
3, 3A	C, D	...	10	105 000	725	80 000	550	19	...	45	223 to 262
		10	20	105 000	725	80 000	550	19	16	45	32		
		20	...	105 000	725	80 000	550	18	14	38	30		
4	E	...	10	120 000	825	95 000	655	16	...	40	248 to 293
		10	20	120 000	825	95 000	655	14	12	35	30		
		20	...	115 000	795	90 000	620	13	10	33	25		
5	F	...	10	140 000	965	115 000	795	16	...	40	285 to 331
		10	20	135 000	930	110 000	760	14	12	35	30		
		20	...	130 000	905	105 000	725	12	10	30	25		
6	G	...	10	145 000	1000	120 000	825	15	...	40	302 to 352
		10	20	140 000	965	115 000	795	14	12	35	30		
		20	...	135 000	930	110 000	760	12	10	30	25		
7	H	...	10	170 000	1375	140 000	960	14	...	35	341 to 415
		10	20	165 000	1140	135 000	930	12	10	30	25		
		20	...	160 000	1105	130 000	905	10	10	25	25		
8	I	...	10	120 000	825	85 000	585	15	...	40	255 to 302
		20	...	170 000	1175	140 000	960	10	10	30	30		
9	J	25	352 to 401	

^A 10 in. = 250 mm. 20 in. = 500 mm.

LAMPIRAN 5
Poros Spindle



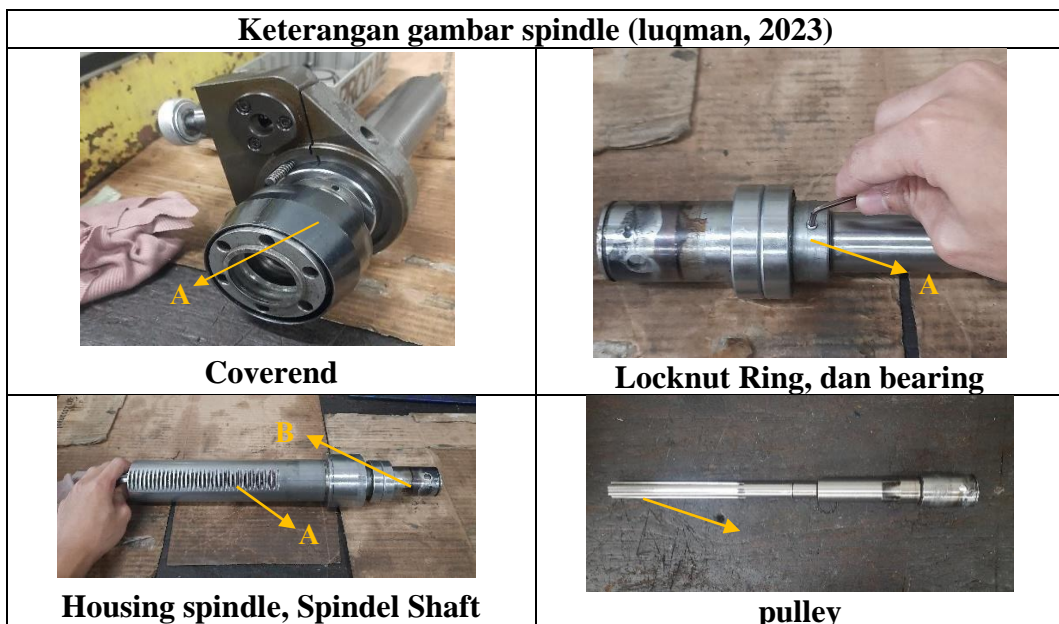
Fitur fitur di poros spindle

POS	FUNGSI	TUNTUTAN MATERIAL
A	Berpasangan dengan roda gigi, dan berputar sebagai transmisi,	Keras, Tahan uas, dan Tahan gaya puntir(kaku)
B	Berpasangan dengan snap ring	Keras
C, D, E	Berpasangan dengan <i>housing</i>	Keras
C	Berpasangan dengan <i>linear bearing</i>	Keras
E	Berpasangan dengan <i>bearing 6004</i> dan <i>bearing 7006C</i>	Keras

F	Pengikat, pasak dengan <i>convered</i>	Keras
G	Sebagaiudukan atau bagian berpasangan dengan arbor	Keras



Sumber: penelitian luqman,2023



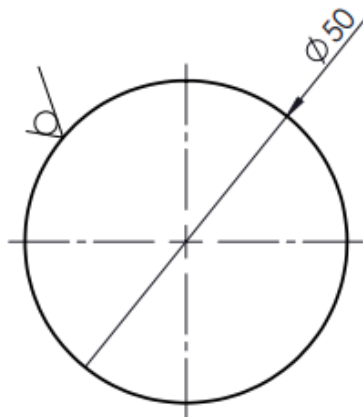
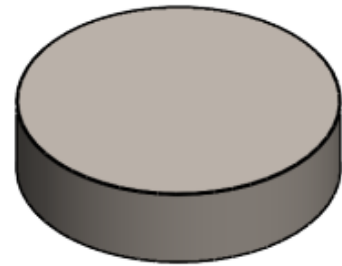
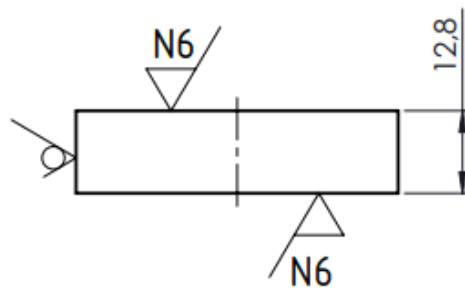
Jadi target dari poros adalah keras (48-58 HRC) berdasarkan penelitian luqman 2023, yang telah menentukan target tersebut, serta data tambahan yang diambil sendiri yaitu dengan kekerasan 52 HRC amterial AISI 4340 yang teah di hardening mendapat pengurangan massa 0,0019 gram (0,0206 mg/menit). Dengan kekerasan bawah tersebut bisa di jadikan batas minu laju keausan. Dan di targetkan bisa mencapai laju keausan tersebut.



LAMPIRAN 6
Formulir Perencanaan Langkah Kerja Sampel Uji Keausan




Nama: Abdul latif	No. Koin: TMM 426	Kelas: 5 MEG
Sektor Kerja: Gerinda	Bahan: AISI 1045	
Gambar: Sampel Uji keausan	Jumlah: 13	



N6


TOL. SEDANG





NO	Langkah Kerja	Visual
1	Bersihkan permukaan meja magnet dalam keadaan <i>OFF</i>	 A close-up photograph showing a person's hand using a tool to clean a metal surface on a green machine. The machine has a green body and a metal worktable. The hand is positioned on the right side of the frame, and the tool is being used to clean the surface of the worktable.
2	Nyalakan <i>power</i> mesin gerinda datar dengan memutar <i>switch power</i> ke arah <i>on</i>	 A close-up photograph showing a person's hand turning a selector switch on a machine. The switch is labeled 'SELECTOR SWITCH' and has 'ON' and 'OFF' positions. The hand is positioned on the left side of the frame, and the switch is being turned towards the 'ON' position.



3	<p>Lakukan proses pencekaman spesimen uji dengan memutar <i>switch</i> sistem magnet listrik ke angka 1</p>	
4	<p>Nyalakan sistem hidrolik pada mesin untuk menghidupkan pergerakan meja dengan menekan tombol <i>hydraulic on</i></p>	
5	<p>Dekatkan batu gerinda pada spesimen uji dengan mengatur <i>handel</i> pengatur kedalaman pemakanan (doc)</p>	




6	Nyalakan pergerakan meja (<i>f</i>) dengan memutar tuas pergerakan meja memanjang	
7	Buka tuas sistem <i>cooling</i>	

8	<p>Nyalakan putaran batu gerinda dan sistem <i>cooling</i> dengan menekan tombol <i>spindle on</i></p>	 A close-up photograph of a person's hand pressing a green button on a control panel of a green industrial machine. The panel also features a red button, a green indicator light, and a digital display showing '00.00'. The machine has a large metal wheel on the left side.
9	<p>Sentuhkan batu gerinda dengan mengatur <i>handel</i> kedalaman pemakanan (<i>doc</i>)</p>	 A photograph of a green industrial machine, likely a grinding machine, in a workshop environment. The machine is positioned on a blue floor. In the background, there are windows and other industrial equipment. The machine has a large metal wheel on the left side and a control panel on the right.

10	<p>Lakukan proses <i>roughing</i> dan <i>finishing</i> pada permukaan spesimen uji dengan memasukkan angka kedalaman pemakanan (<i>doc</i>) sebesar 0,01 mm dan kecepatan pergerakan meja (<i>f</i>) sebesar 2,5 (15 m/min)</p>	
11	<p>Atur <i>handel</i> pergerakan meja secara melintang hingga seluruh permukaan spesimen uji telah selesai di-<i>roughing</i> dan <i>finishing</i></p>	

12	<p>Matikan pergerakan meja dengan mengatur tuas pergerakan meja (<i>f</i>)</p>	 A close-up photograph of a person's hand, wearing a silver watch and a yellow wristband, adjusting a control knob on a green industrial machine. The machine has a blue base and various mechanical components.
13	<p>Tutup tuas sistem <i>cooling</i> sebelum putaran batu gerinda mati guna menghindari ketidakseimbangan batu gerinda</p>	 A close-up photograph of a person's hand, wearing a silver watch, operating a control lever on a green industrial machine. The machine features a large, circular grinding wheel and a cooling system.

14	Matikan putaran batu gerinda dengan menekan tombol <i>spindle off</i>	 A close-up photograph of a person's hand pressing a red emergency stop button on a green industrial machine's control panel. The panel features several other buttons and a glowing green indicator light. The text 'SPINDLE OFF' is visible above the red button.
15	Matikan sistem hidrolik dengan menekan tombol <i>hydraulic off</i>	 A close-up photograph of a person's hand pressing a red emergency stop button on a green industrial machine's control panel. The panel features several other buttons and a glowing green indicator light. The text 'HYD OFF' is visible above the red button.

16	Matikan sistem magnet pencekaman spesimen uji dengan memutar <i>switch</i> ke angka 0	
19	Matikan <i>power</i> mesin dengan memutar <i>switch</i> ke arah <i>off</i>	
20	Bersihkan mesin secara menyeluruh menggunakan majun dan kuas	

17

Cek kekasaran sampel dan cek ketebalan benda.



Pengecekan kekasaran dilakukan oleh 3 orang berbeda.

LAMPIRAN 7

Proses Hardening

Alat : - Oven heat treatment / Tungku Hardening SS-1200 Annealing Furnace

- Apron dan jaket praktikum heat treatment
- Kawat heat treatment
- Penjapit
- box atau wadah heat treatment
- Box heat treatment

Bahan :

- 12 baja AISI 1045 dengan 12 variasi

Variasi:



- Tempertur ($820+30= 850^{\circ}\text{C}$ dan $870+30= 900^{\circ}\text{C}$)
- Media Quenching (Oli dan air)
- Volume media quenching (4: 1, 8:1, dan 12:1)

Specimen Percobaan:

Sesi	Urutan Percobaan	Temperatur pemanasan (T)	Faktor	
			Media Quenching	Rasio volume media Quenching
1.	1.	850	air	4:1
	2.	850	air	8:1
	3.	850	air	12:1
2.	4.	850	oli	4:1
	5.	850	oli	8:1
	6.	850	oli	12:1
3.	7.	900	air	4:1
	8.	900	air	8:1
	9.	900	air	12:1

4.	10.	900	oli	4:1
	11.	900	oli	8:1
	12.	900	oli	12:1

NO	Langkah Kerja	Visual	
1	Ikut benda sampel dengan kawat dan bentuk bagian untuk di kait		
2	Susun benda pada kotak <i>Heattreatment</i>		

1	<p>Pastikan benda kerja bersih dari material lain dan</p> <p>Masukkan sambungan listrik ke sumber listrik</p>		
2	<p>Masukkan spesimen uji ke dalam tungku</p>		


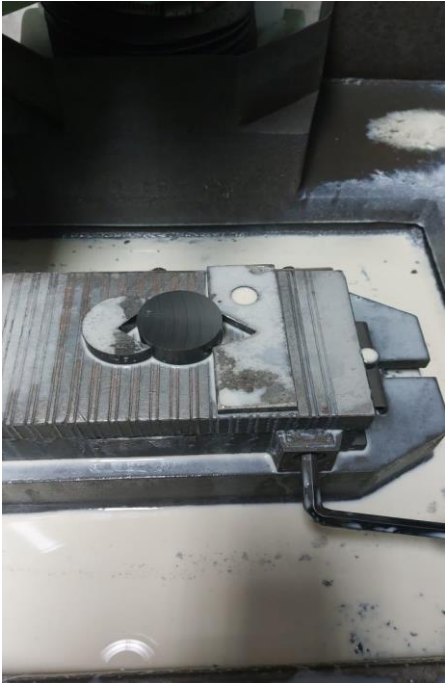
3	Nyalakan tungku dengan menekan tombol <i>ON</i>		
4	Atur temperatur pemanasan menjadi 850°C atau 900		Tergantung variasi yang di rencanakan

5	<p><i>Holding</i> selama \pm 20 menit</p>		
6	<p>Keluarkan spesimen</p>		

6	Matikan tungku dengan menekan tombol <i>OFF</i>		
7	<i>Quenching</i> spesimen uji dengan menggunakan air atau oli tergantung variasi		
8	<i>Proses agitasi selama</i>		<p>Jika temperatur media quenching dengan suhu ruang maka cooling rate $7^{\circ}\text{C} / \text{s}$ maka dari temperatur tertinggi 900°C menuju $27^{\circ}\text{C} = 873^{\circ}\text{C}$</p>



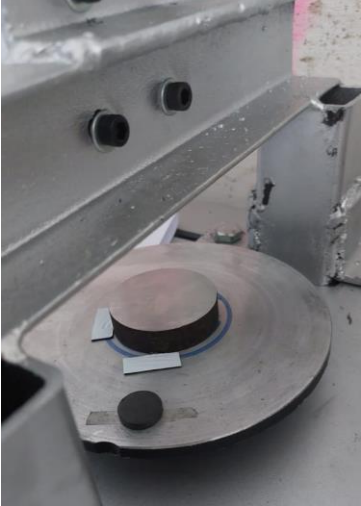
			Waktu agitasi 124. 71 detik = 2 menit
9	<i>Proses pembersihan lanjutan</i>		Proses pembersihan



LAMPIRAN 8
Pembersihan benda uji setelah HT



NO	Langkah Kerja	Visual
1	Spesimen uji diletakkan pada meja magnet mesin	
2	Cekam benda dengan paralel pad	

3	Setting batu gerinda	
4	Nyalakan coolant dan nyalakn gerinda	
5	Gerakan gerindadan turunkan gerinda secara berkala(0,005 mm) sampai memakan setebal 0,05	


LAMPIRAN 9
Proses Pengujian Keausan

NO	Langkah Kerja	Visual
1	Timbang berat awal	
2	Cek kecepatan (rpm) sampel, setting di rpm yang diinginkan.	
3	Setting posisi sampel pada disk	


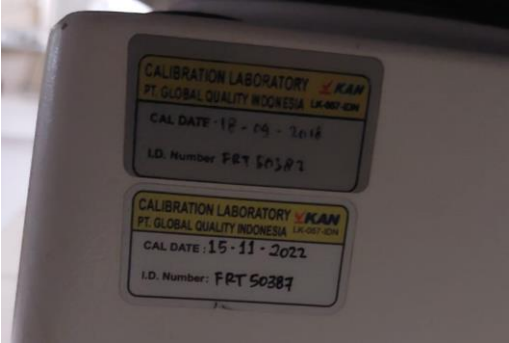
4	Pasang pin, poros, dan pemberat	
5	Nyalakan motor bersamaan timer yang sudah diatur waktunya.	

6	Cek berkala kecepatan	
7	Setelah waktu timer habis matikan motor.	






8	Bersihkan sampel	
9	Timbang dan catat berat akhir benda	

10	Bersihkan dan matikan timbangan	
----	---------------------------------	--




LAMPIRAN 10
Proses Pengujian Kekerasan Luar




Hardness tester	
	
Data kalibrasi	15-11-2022
	

NO	Langkah Kerja	Visual
-----------	----------------------	---------------





1	Sambungkan mesin dengan sumber daya mesin dan tekan tombol nyala	
2	Setting mesin untuk beban 150 kgf dan setting kekerasan HRC	 
3	Spesimen uji diletakkan pada alas mesin	
4	Indentasi spesimen uji	

LAMPIRAN 11
Proses Pemotongan Sampel

NO	Langkah Kerja	Visual
1	Siapkan mesin dan pastikan tersambung dengan listrik	
2	Setting posisi sampel pada ragum dan cekam, pastikan tercekam sempurna	
3	Setting posisi kran coolant	

4	Tutup cover, Nyalakan coolant dan nyalakan mesin	
5	Potong, arahkan gerinda pemotong ke benda, sambil di tekan perlahan.	
6	Ambil hasil gerinda	
7	Bersihkan mesin.	

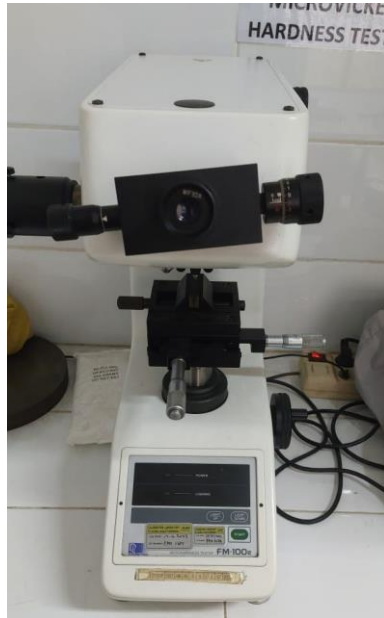
LAMPIRAN 12
Proses Pemolesan Sampel

NO	Langkah Kerja	Visual
1	Siapkan mesin dan pastikan tersambung dengan listrik	
2	Setting kertas amplas (dimulai dari grade terkecil)	
3	Setting kran air dan setting Rpm mesin Polishing	
4	Lakukan berulang sampai sampel di poles dengang kain dan di beri cairan alumnina	

5	Lakukan berulang sampai sampel di poles dengan kain dan di beri cairan alumina	
6	Masukan ke cairan alumina selama 4-5 detik	
7	Bilas dengan air dan etanol	

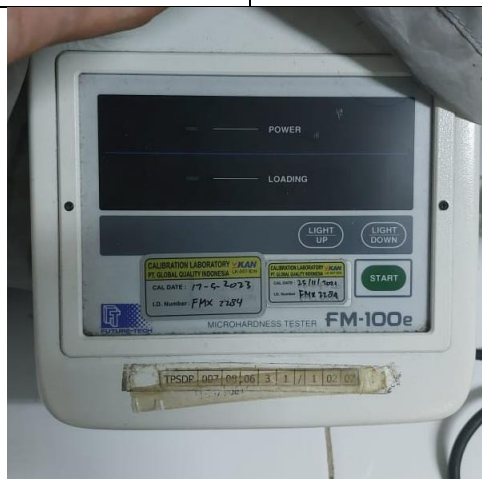
LAMPIRAN 13
Proses Pengujian Kekerasam Dalam

Alat Mickro vickers tester



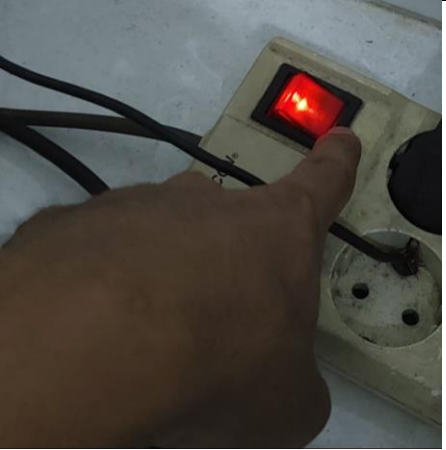

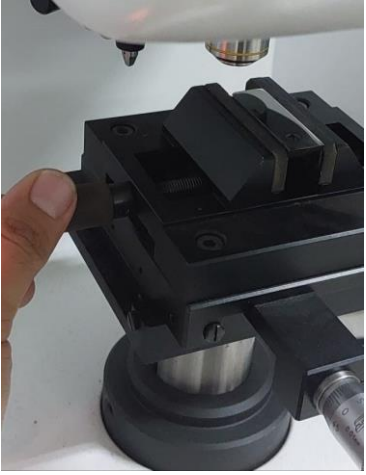
Data kalibrasi

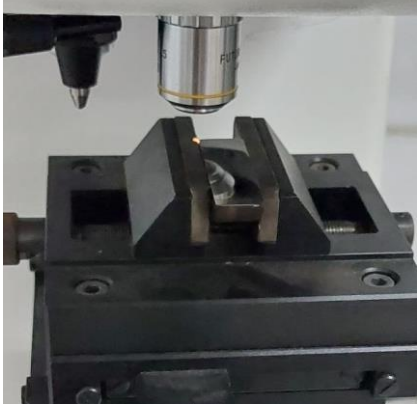
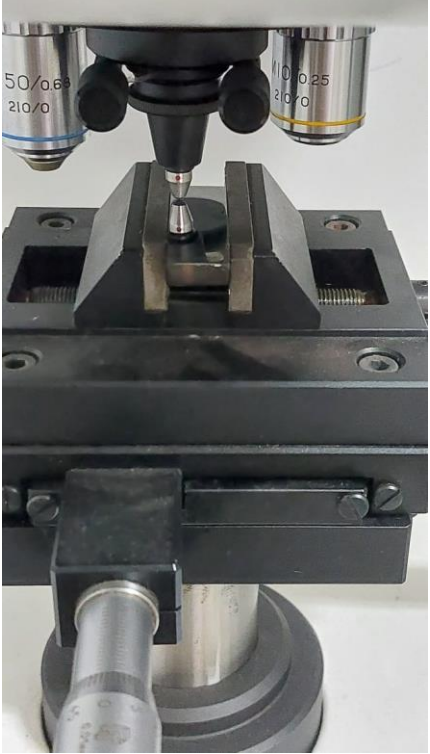
17 Mei 2023





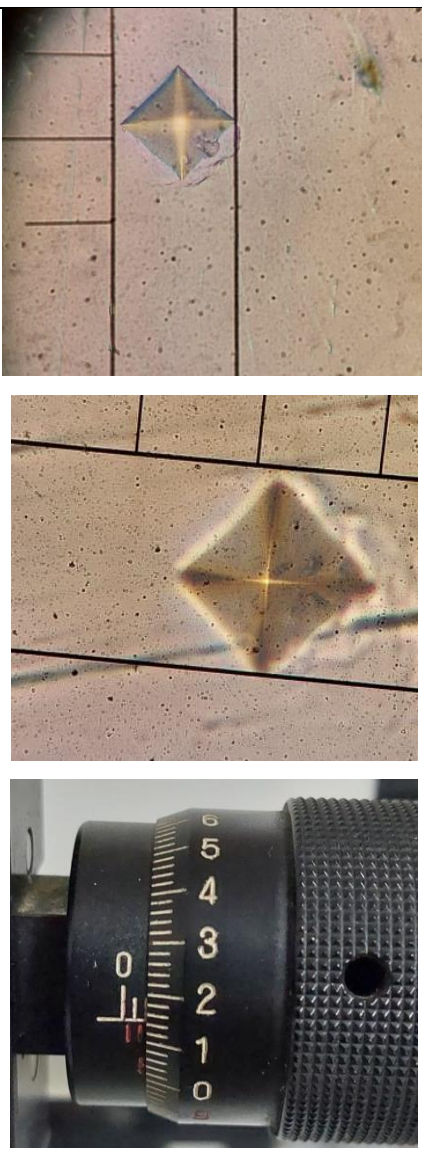
Pengambilan data

**9 November 2023 s/d 10
November 202**


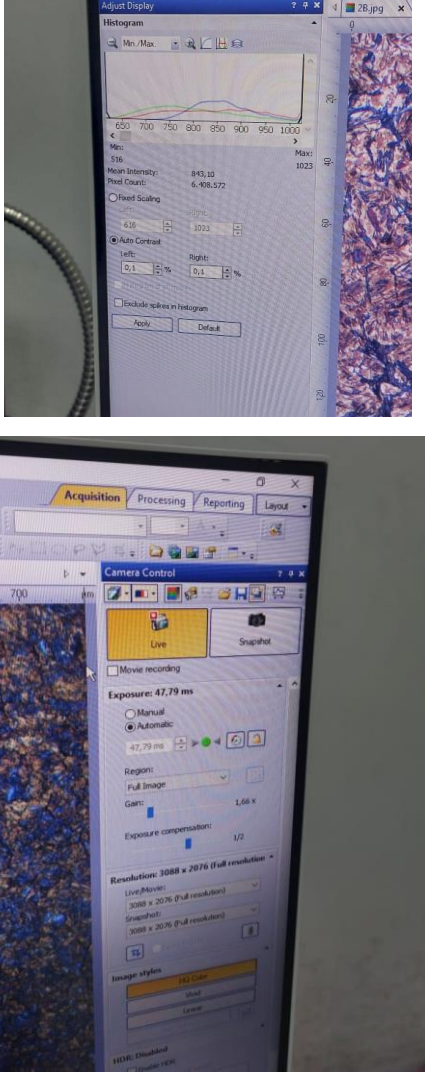
NO	Langkah Kerja	Visual
1.	Pastikan mesin sudah terhubung dengan aliran listrik, dan nyalakan	
2.	Setting beban dari mesin sebesar 500 kgf	
2	Cekam benda yang telah dipoles.	

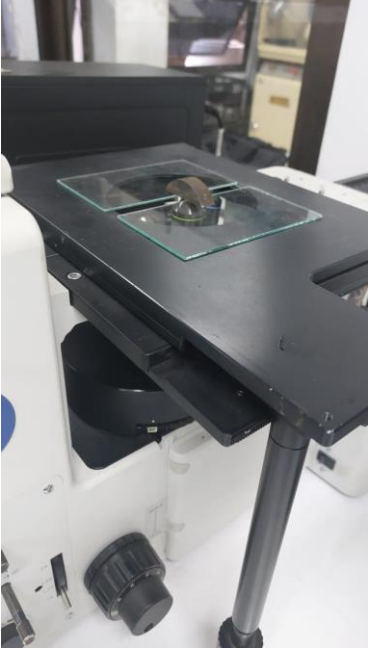
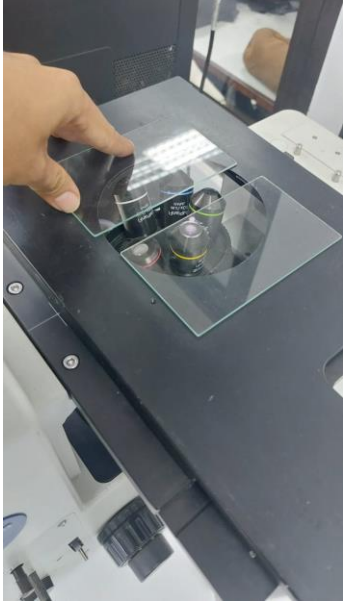
3	Setting lensa perbesaran 100x sampai fokus.	 A close-up photograph of a microscope's objective lenses. The 100x objective lens is selected and positioned over the specimen stage. The lens is marked with '100' and '20/0'.
4	Setting posisi indentor.	 A photograph of a microscope showing the 50x objective lens selected. The lens is marked with '50', '0.65', and '210/0'. The indenter tip is visible on the specimen stage. The stage is mounted on a base with a large silver-colored knob.

<p>5</p>	<p>Klik <i>start</i> untuk memberikan pembebanan pada indentor dan tunggu proses pembebanan.</p>	 
<p>6</p>	<p>Gunkan lensa perbesaran 500x dan hitung panjang diagonal 1 dan 2 dari hasil identasi. Lalu catat.</p>	

		 <p>The top photograph shows a diamond indenter tip on a surface. The middle photograph shows a larger diamond indenter impression. The bottom photograph shows a close-up of a micrometer scale with a reading of approximately 0.15.</p>
7	<p>Setelah itu hitung sehingga di dapatkan nilai dari kekerasn dalam (VHN)</p>	

LAMPIRAN 14
Proses Pengujian Mikro Struktur

NO	Langkah Kerja	Visual
1	Nyalakan komputer dan buka aplikasi Olympus stream beam	
2	Setting Kontras, focus dan setting live mikroskop.	

3	Setting benda di atas kaca (meja objek)	
4	Setting lensa objektif (20x, 50x, 100x) sampai fokus.	

<p>5</p>	<p>Snapshot, dan catat nama objek</p>	
<p>10</p>	<p>Simpan gambar</p>	
<p>11</p>	<p>Selesai , bersihkan mikroskop dan matikan sumber daya mikroskop, dan matikan laptop.</p>	

LAMPIRAN 15
Hasil Uji Keausan

Parameter pengujian keausan

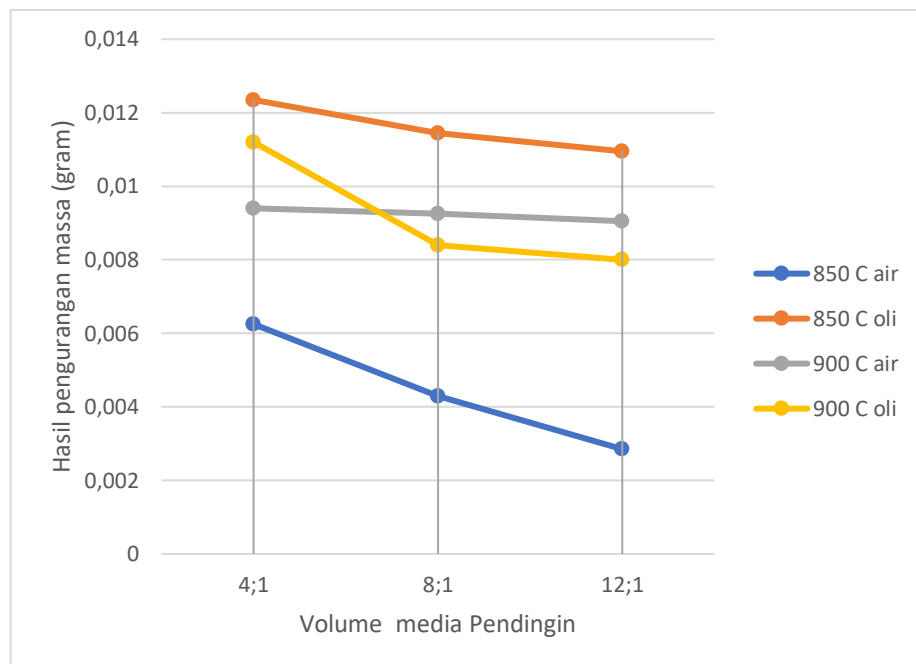
Distance (mm)	1000000	
Diameter Cicin (mm)	42	
π	3,14	
n keliling	$\frac{distance}{\pi \cdot D}$	7582,650895
rpm	80	
waktu	$\frac{n}{rpm}$	94,78313618
	jam	1,579718936

hasil pengujian keausan

No.	Awal	akhir	hasil	Rata-Rata
0	195,9486	195,9224	0,0262	0,0262
	195,9486	195,9224	0,0262	
1	196,4015	196,3965	0,005	0,00625
	195,6074	195,5999	0,0075	
2	196,371	196,3656	0,0054	0,0043
	195,2115	195,2083	0,0032	
3	196,2728	196,2703	0,0025	0,00335
	195,2515	195,2473	0,0042	
4	195,8236	195,8137	0,0099	0,01235
	195,8072	195,7924	0,0148	
5	196,7027	196,6939	0,0088	0,01145
	196,7058	196,6917	0,0141	
6	197,4504	197,4422	0,0082	0,01095
	196,6937	196,68	0,0137	
7	196,7703	196,7615	0,0088	0,0094
	195,7615	195,7515	0,01	
8	196,5425	196,5294	0,0131	0,00925
	195,6932	195,6878	0,0054	
9	196,1411	196,1279	0,0132	0,00905

	195,1711	195,1662	0,0049	
10	197,7318	197,7212	0,0106	0,0112
	196,8383	196,8265	0,0118	
11	197,4129	197,405	0,0079	0,0084
	196,9585	196,9496	0,0089	
12	196,717	196,7095	0,0075	0,008
	196,0668	196,0583	0,0085	
20	17,3145	17,3122	0,0023	0,00195
	17,3122	17,3106	0,0016	

Grafik hasil pengujian keausan

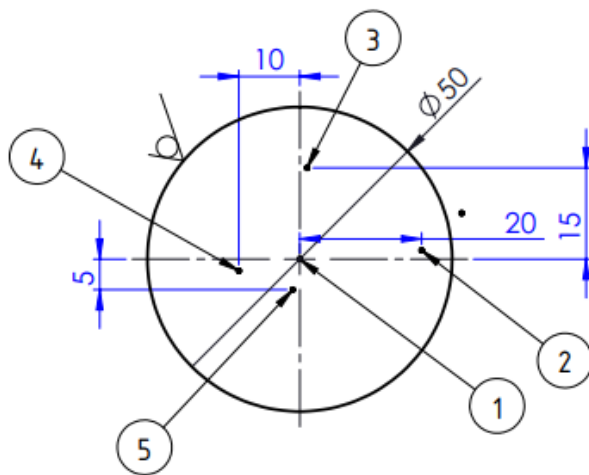
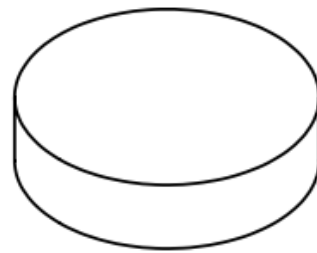
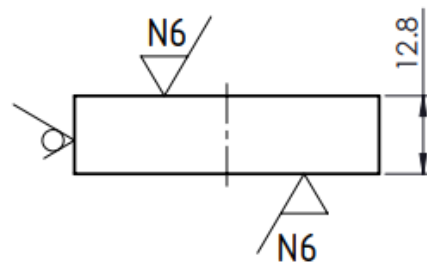


LAMPIRAN 16
Hasil Uji Kekerasan Luar

Pos pengukuran uji kekerasan



TOL. SEDANG



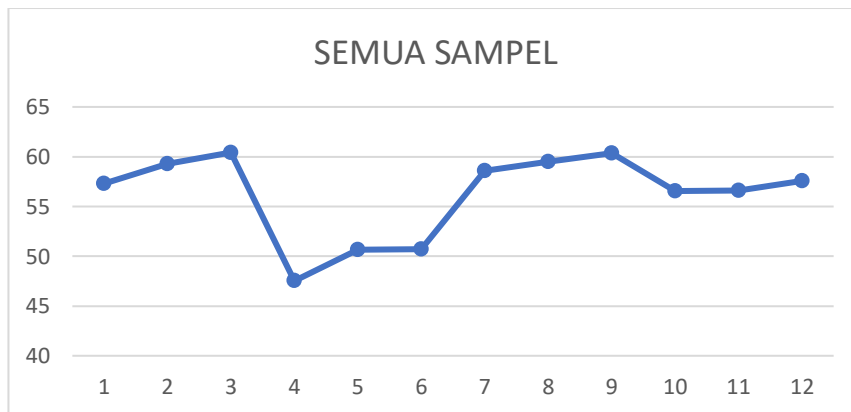
Hasil uji kekerasan sebelum HT

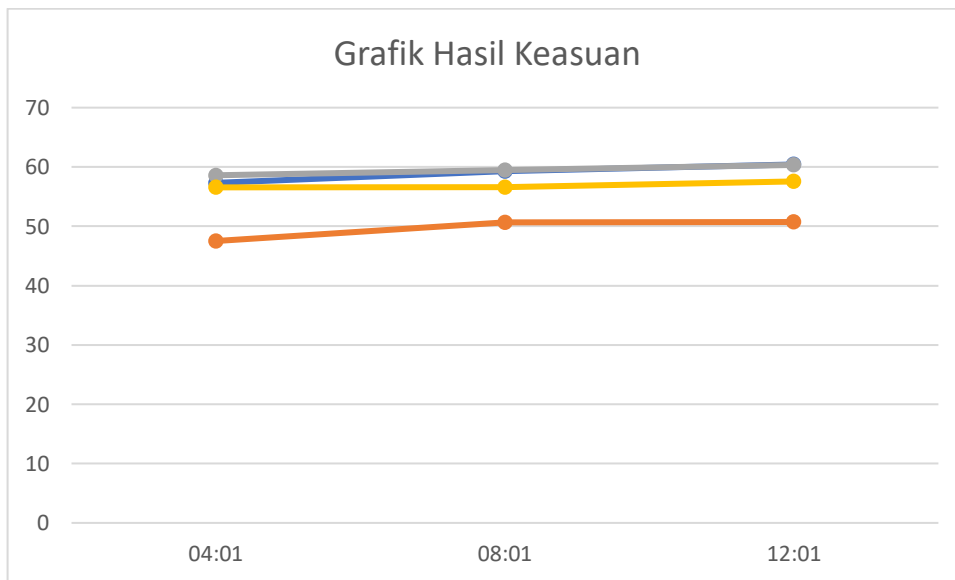
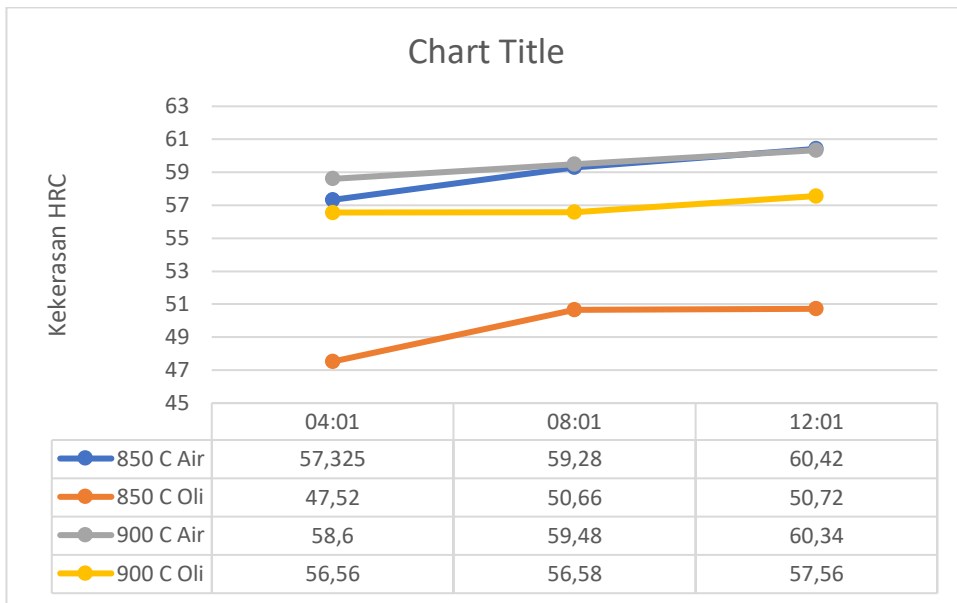
Pos pengukuran (HRB)					Rata-rata	keterangan
1	2	3	4	5		
100,7	95,1	97,2	97,9	99	97,98	

Hasil uji kekerasan setelah HT

NO.	Proses			Pos pengukuran (HRC)					Rata-rata	keterangan
				1	2	3	4	5		
1.	850	air	04:01	61,2	57	57,8	53,3	54,4	57,325	UJI KE 2
2.	850	air	08:01	58,9	57,7	60	59	60,8	59,28	UJI KE 2
3.	850	air	12:01	61,4	59,7	61,5	60,2	59,3	60,42	UJI KE 2
4.	850	oli	04:01	50,5	46,5	49,6	45	46	47,52	
5.	850	oli	08:01	54,3	53,3	49	48,1	48,6	50,66	
6.	850	oli	12:01	49,4	51	51,6	51,8	49,8	50,72	
7.	900	air	04:01	54,7	60,9	57,7	59,8	59,9	58,6	
8.	900	air	08:01	60	58,4	57,4	60,8	60,8	59,48	
9.	900	air	12:01	60,3	59,3	61,2	59,7	61,2	60,34	
10.	900	oli	04:01	54,9	55,9	55,7	57,9	58,4	56,56	
11.	900	oli	08:01	58,2	57,2	59,9	54,5	53,1	56,58	
12.	900	oli	12:01	56,4	57,7	59,3	58,9	55,5	57,56	

- Grafik





Keterangan:

Biru = Temperatur holding 850 °C, media quenching air.

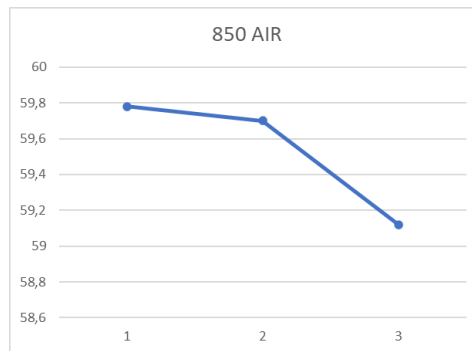
Orange = Temperatur holding 850 °C, media quenching oli.

Abu-Abu = Temperatur holding 900 °C, media quenching air.

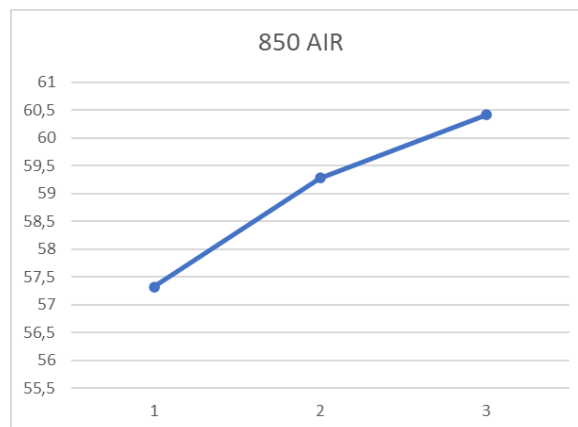
Kuning = Temperatur holding 900 °C, media quenching oli.

PENGUJIAN SESI 1 KE -1

NO.	Proses			Pos pengukuran					Rata-rata	keterangan
				1	2	3	4	5		
1.	850	air	04:01	56	59,8	61,9	61,2	60	59,78	UJI KE 1
2.	850	air	08:01	55,1	60,6	58,2	61,1	63,5	59,7	UJI KE 1
3.	850	air	12:01	58,8	60,6	58,7	58,2	59,3	59,12	UJI KE 2



NO.	Proses			Pos pengukuran (HRC)					Rata-rata	keterangan
				1	2	3	4	5		
1.	850	air	04:01	61,2	57	57,8	53,3	54,4	57,325	UJI KE 2
2.	850	air	08:01	58,9	57,7	60	59	60,8	59,28	UJI KE 2
3.	850	air	12:01	61,4	59,7	61,5	60,2	59,3	60,42	UJI KE 2



LAMPIRAN 17
Hasil Uji Kekerasan Dalam

Hasil jejak identasi

NO.	POS PENGUKURAN KEKERASAN VICKERS								KET.
	1	2	3	4	5	A	B	C	
1	39,6	40,4	42,2	37,9	39,2	36,2	42,2	36,4	D1
	40,5	40,5	43,2	37,8	39,8	35	43,2	36,3	D2
2	38,4	39,2	40,6	37,8	38,2	35,6	40,6	36,6	D1
	39,3	39,3	40,8	37	40	35,4	40,8	35,7	D2
3	38	40	39,6	38,1	39	36,2	39,7	35,1	D1
	38,1	40,5	39,7	38,7	38	34,6	39,6	35,1	D2
4	48,1	50,9	59,3	51,9	49,6	43,3	59	48,6	D1
	48,8	51,1	59	52,9	48,6	44,6	59,3	49,3	D2
5	46,2	51,1	55	48,2	46,9	48,2	55	45,7	D1
	46,7	49,9	54,7	47,5	46,4	49	54,7	45,5	D2
6	47,4	50,6	52,9	51	48,2	43,8	53,4	41,3	D1
	47,6	50,2	53,4	49,8	49,1	44	52,9	40,9	D2
7	41,6	42,7	40,2	40,1	39,9	38	40,2	37,7	D1
	40,9	41,5	40,4	40,2	39,4	37	40,4	37,1	D2
8	41,4	36	38,5	40,5	40,7	36,9	38,5	36,2	D1
	41	36,9	37,9	39,2	39,1	36,5	39,5	35,9	D2
9	40,2	38,2	36,9	38,3	38	38,5	36,9	33,9	D1
	40,8	37,5	36,8	37,9	38	37,5	36,8	34,3	D2
10	47,7	45,6	45,9	46,2	45,7	43,2	45,9	41,7	D1
	47,6	45	45,8	46,8	46,2	43,5	45,8	42,4	D2
11	44,7	46,5	47,2	45,2	43,7	41,8	47,7	42,2	D1
	45,6	46,1	47,5	44,6	44	42	47,5	43,2	D2
12	47	42	49,2	53,2	47,9	43	49,2	41,0	D1
	47	42,6	49	52,6	48,2	42,4	49,8	42,2	D2

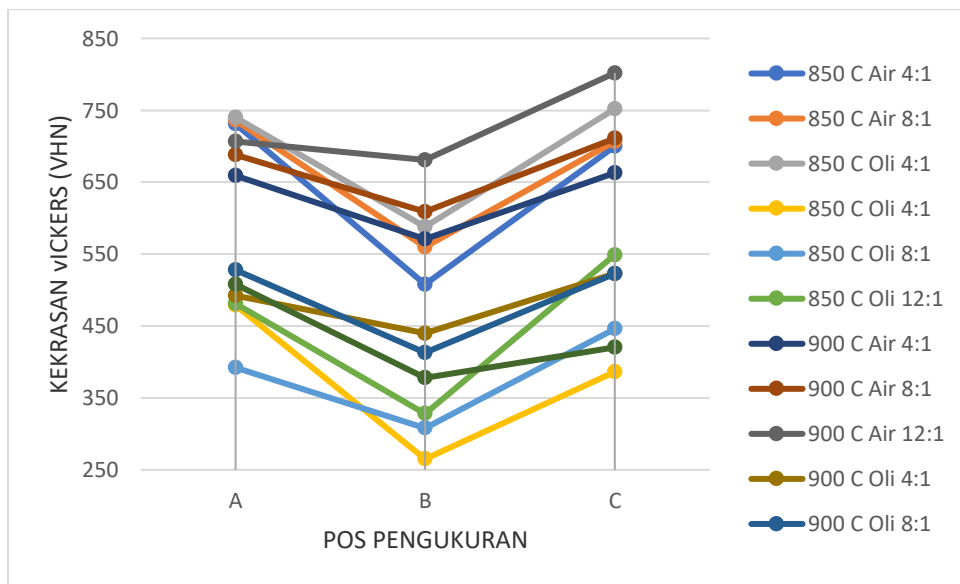
Keterangan:

D1= panjang diagonal 1 dengan satuan μm

D2= panjang diagonal 2 dengan satuan μm

Vickers Hardness Number

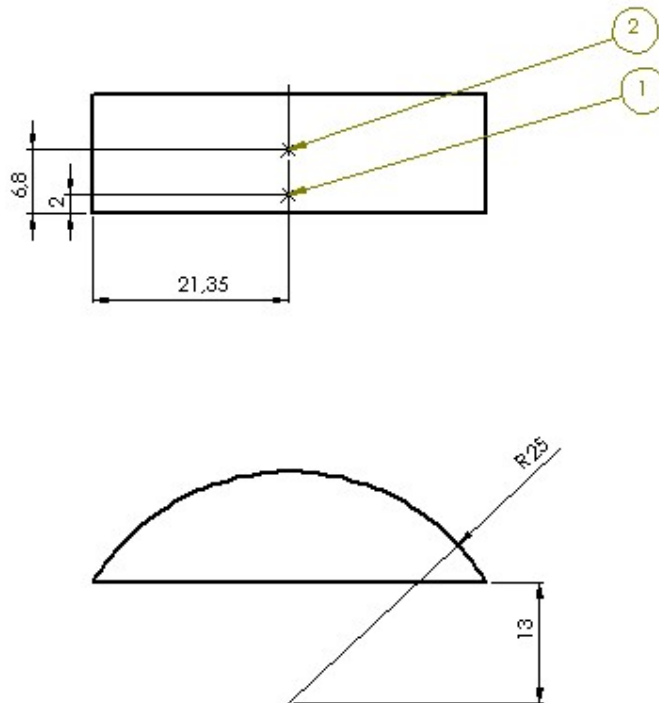
no.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
kekeraasan	1	579	613	639	394	429	411	543	546	565	407	454	420
	2	565	600	571	355	363	365	523	696	645	452	432	518
	3	508	560	508	265	308	328	571	635	681	440	413	385
	4	645	663	629	365	404	365	574	582	639	427	460	331
	5	594	606	625	385	425	391	588	587	642	438	481	401
	A	731	736	740	479	392	481	659	688	642	492	528	508
	B	508	560	588	265	308	328	571	609	707	440	413	508
	C	700	707	752	386	446	549	663	711	802	523	523	549
rata-rata		597	625	639	356	380	394	585	629	659	452	452	479
ket.													



LAMPIRAN 18

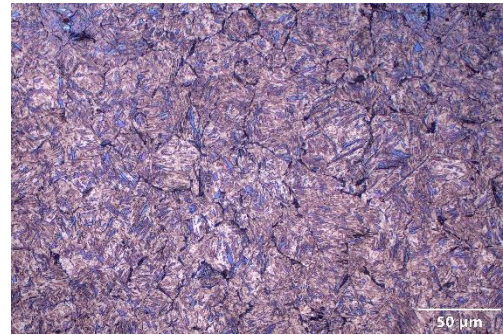
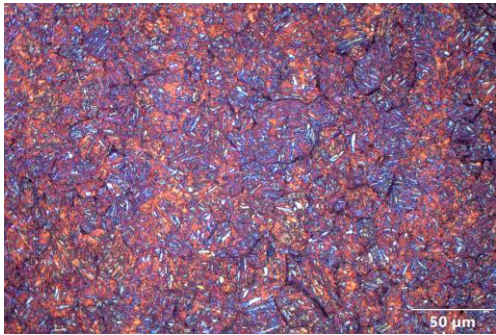
Hasil Mikrostruktur Dalam

Lokasi pengecekan mikrostruktur dalam

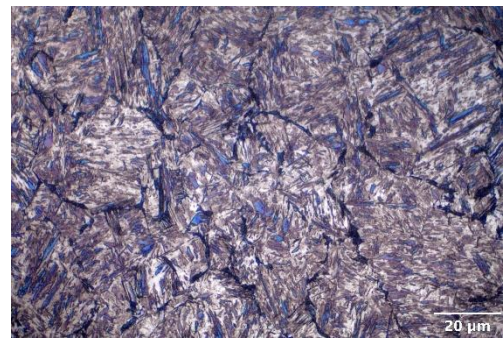
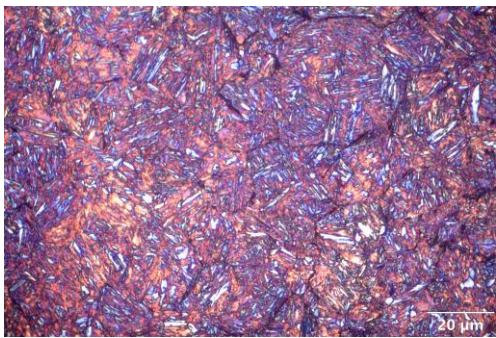


No.	1.	Sampel di temperatur holding 850 °C didinginkan di air dengan rasio 8;1 sampel terhadap media pendingin.
POS 1		POS 2
Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, <i>magnafication</i> = 88x		

Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 176x



Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 440x

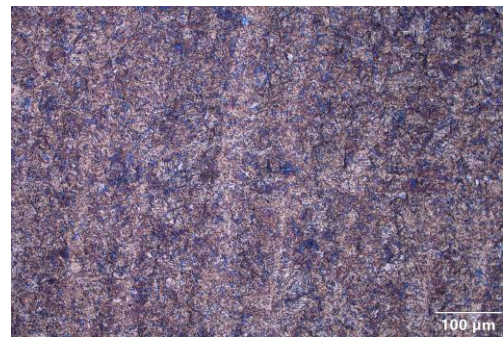
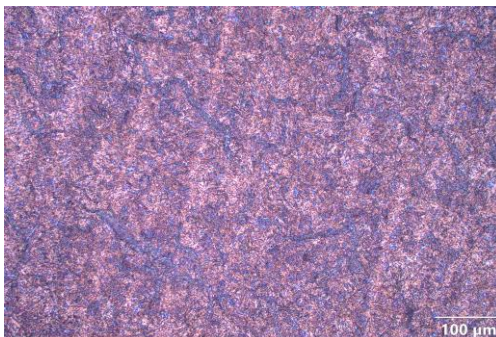


No.	2.	Sampel di temperatur holding 850 ⁰ C didinginkan di air dengan rasio 8:1 sampel terhadap media pendingin.
-----	----	--

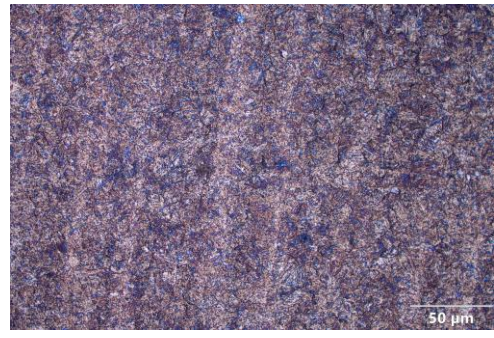
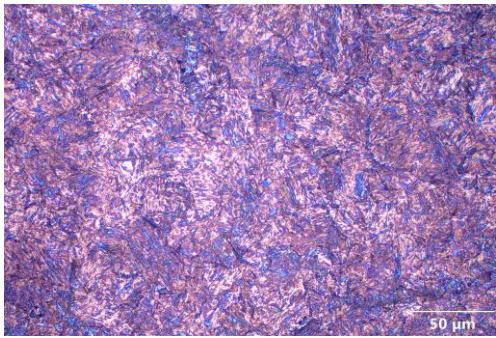
POS 1

POS 2

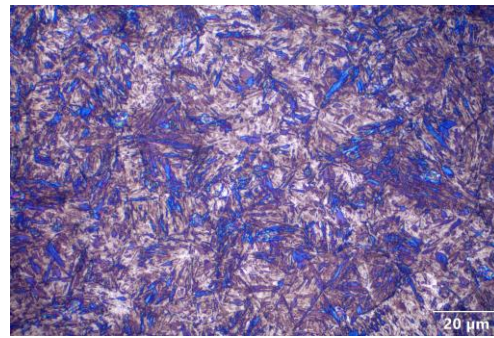
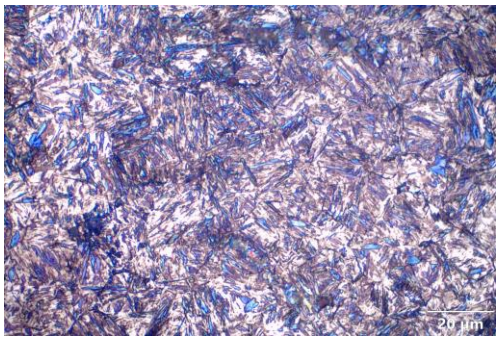
Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 88x



Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 176x



Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 440x

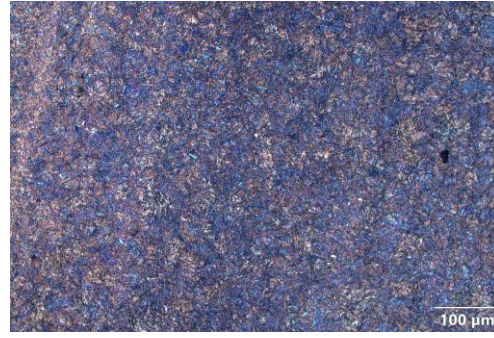
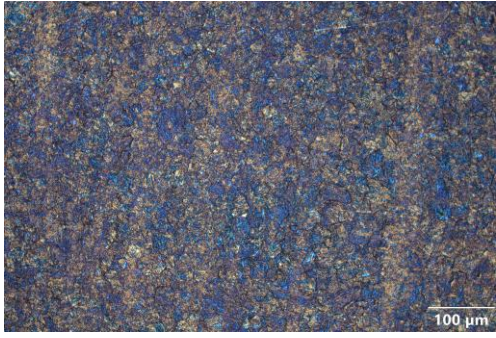


No.	3.	Sampel di temperatur holding 850 °C didinginkan di air dengan rasio 12:1 sampel terhadap media pendingin.
-----	----	---

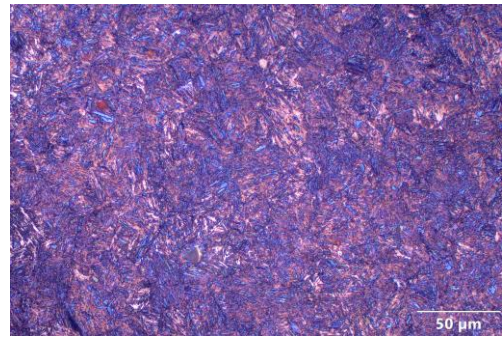
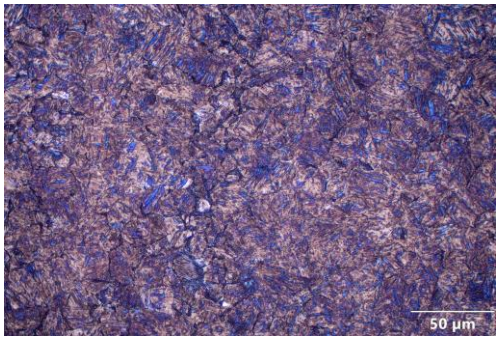
POS 1

POS 2

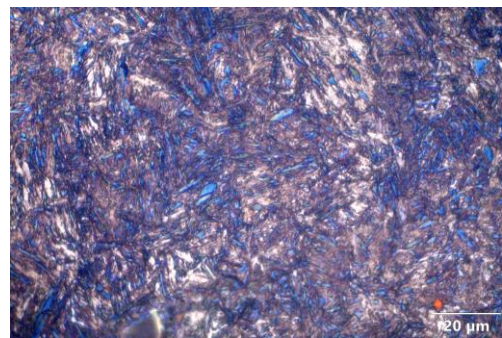
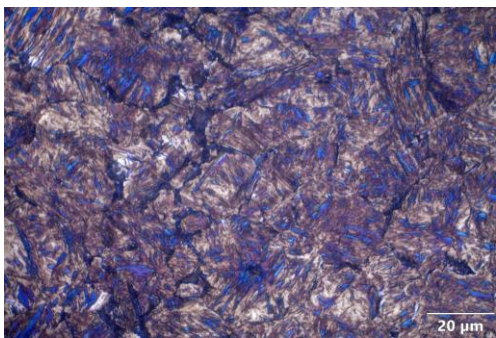
Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 88x



Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 176x



Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 440x

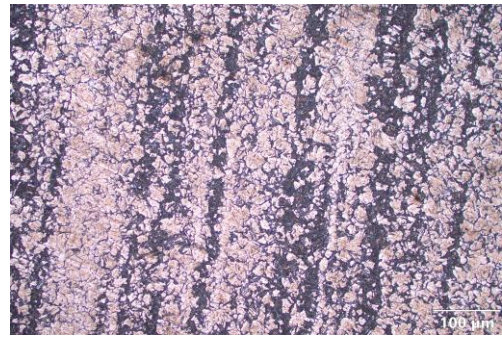
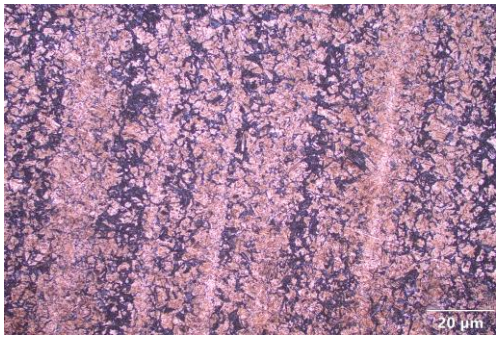


No.	4.	Sampel di temperatur holding 850 °C didinginkan di oli dengan rasio 4:1 sampel terhadap media pendingin.
-----	----	--

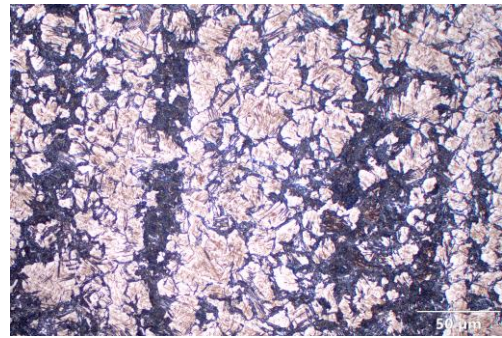
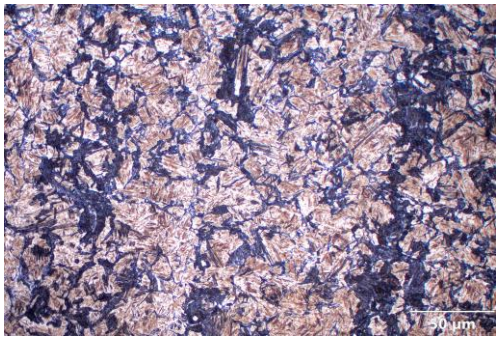
POS 1

POS 2

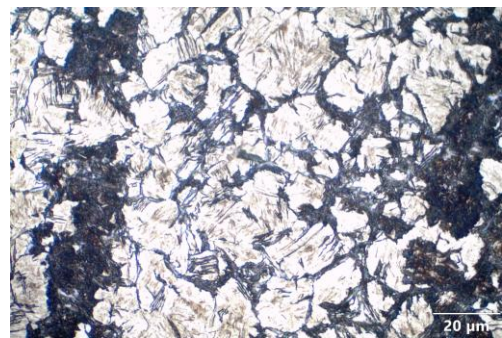
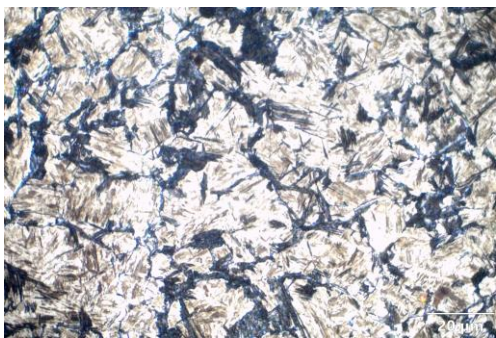
Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 88x



Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 176x



Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 440x

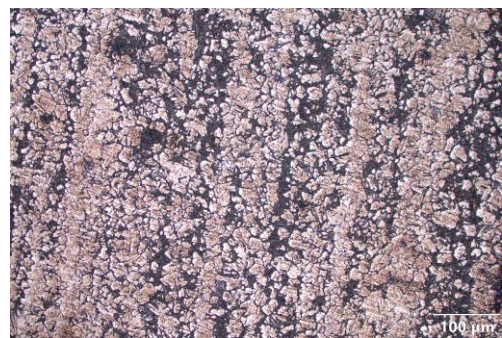
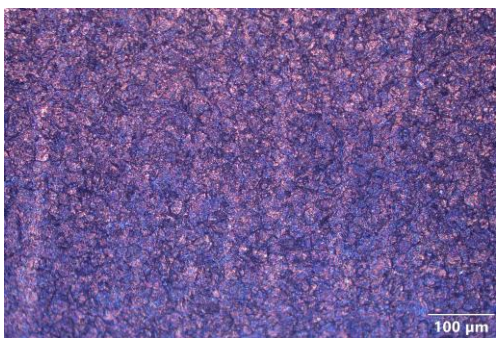


No.	5.	Sampel di temperatur holding 850 °C didinginkan di oli dengan rasio 8:1 sampel terhadap media pendingin.
-----	----	--

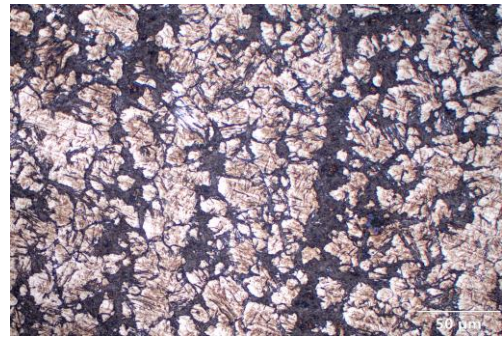
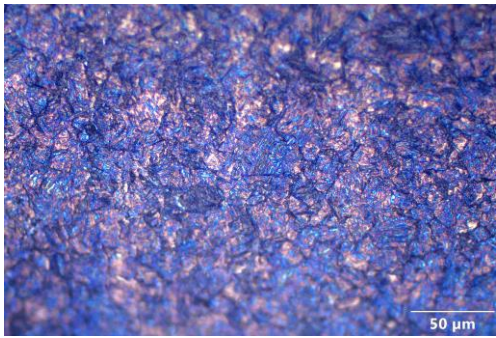
POS 1

POS 2

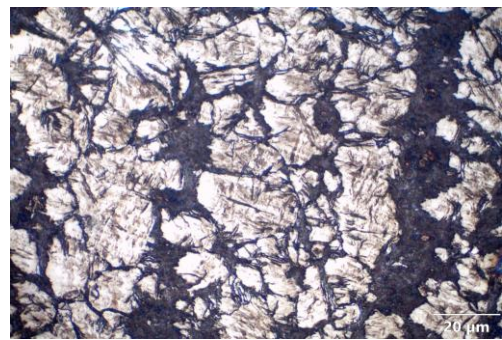
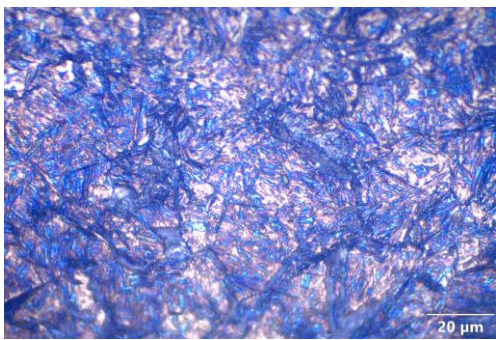
Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 88x



Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 176x



Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 440x

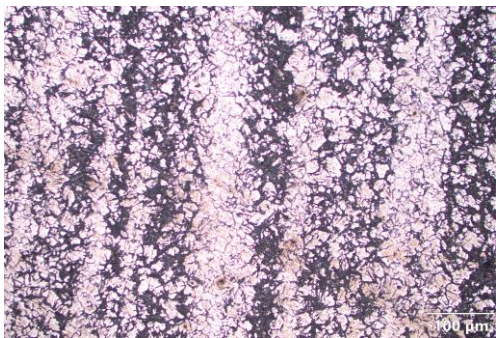


No.	6.	Sampel di temperatur holding 850 ⁰ C didinginkan di oli dengan rasio 12:1 sampel terhadap media pendingin.
-----	----	---

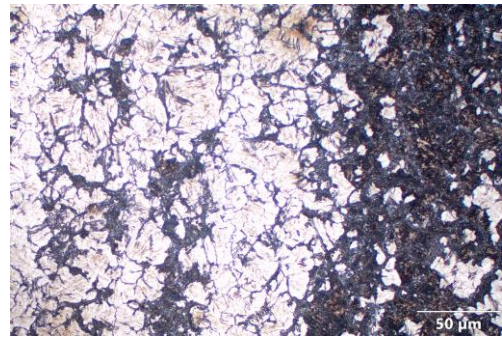
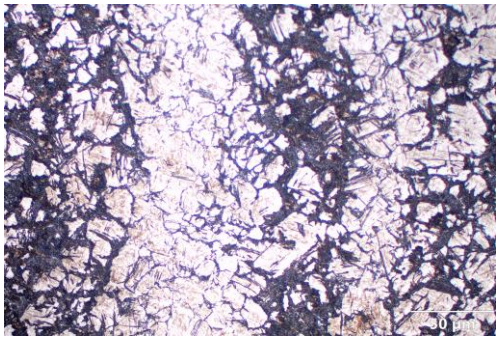
POS 1

POS 2

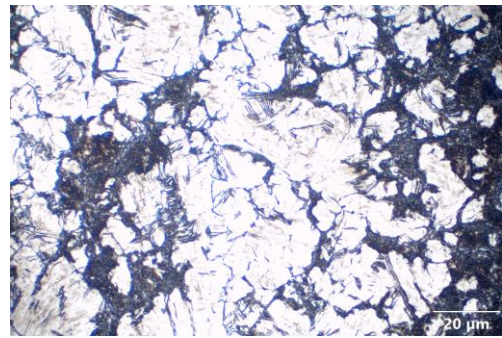
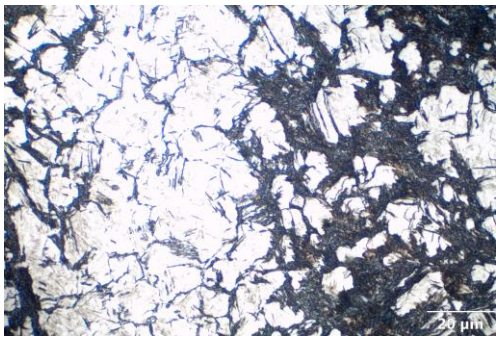
Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 88x



Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 176x



Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 440x

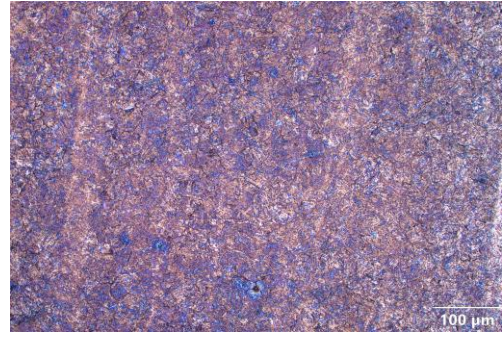
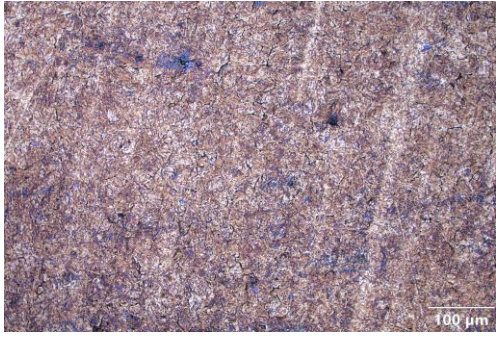


No.	7.	Sampel di temperatur holding 900 °C didinginkan di air dengan rasio 4:1 sampel terhadap media pendingin.
-----	----	--

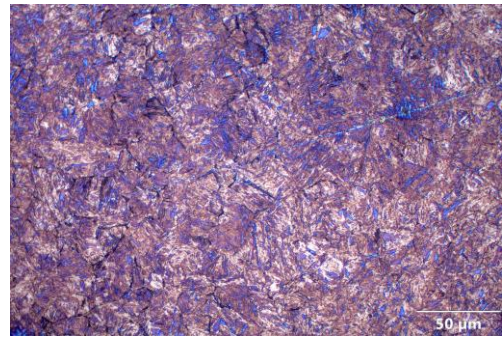
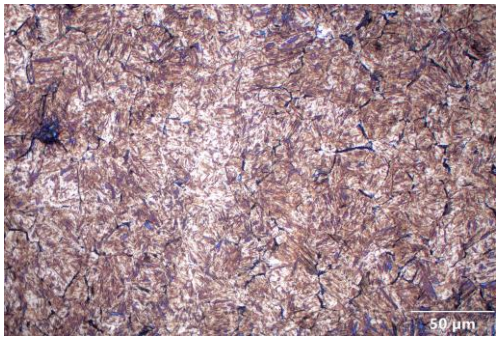
POS 1

POS 2

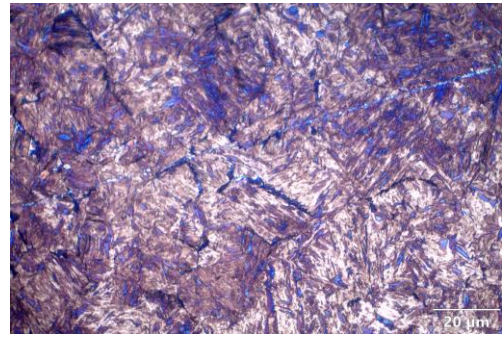
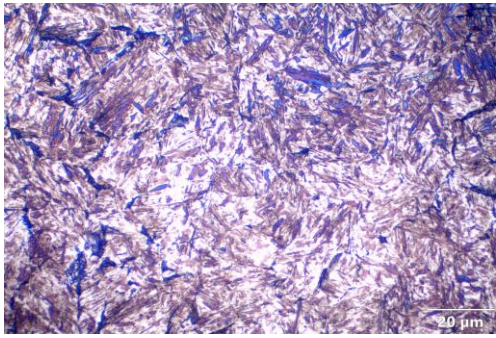
Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 88x



Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 176x



Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 440x

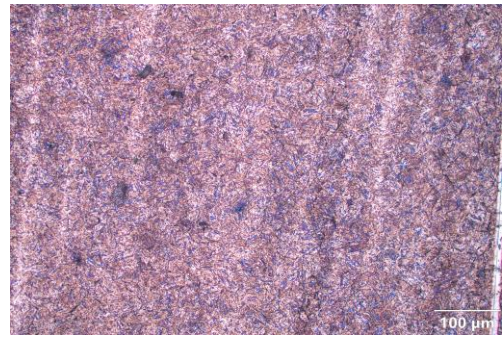
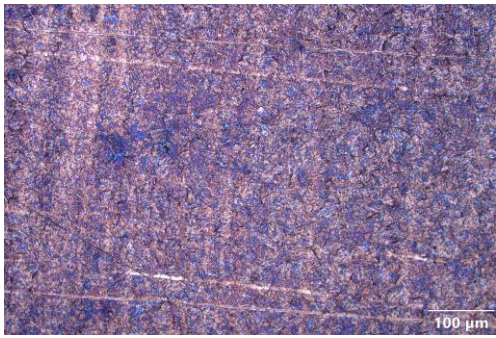


No.	8.	Sampel di temperatur holding 900 ⁰ C didinginkan di air dengan rasio 8:1 sampel terhadap media pendingin.
-----	----	--

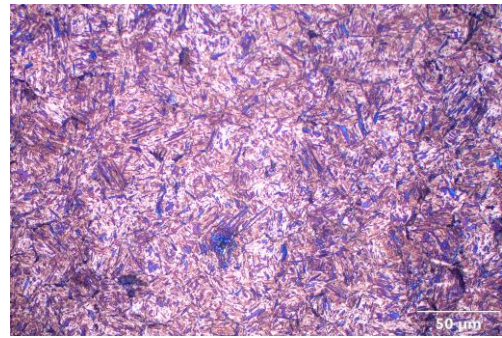
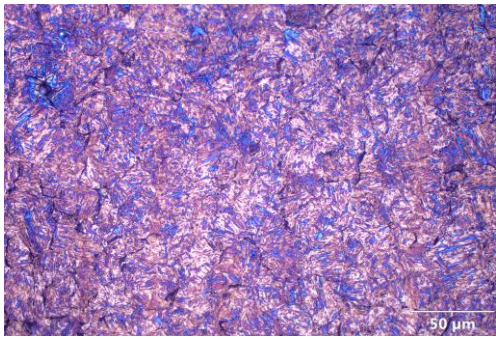
POS 1

POS 2

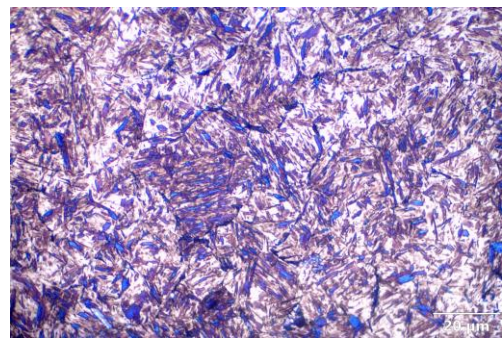
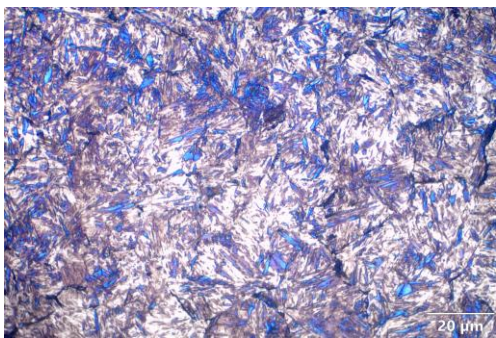
Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 88x



Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 176x



Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 440x

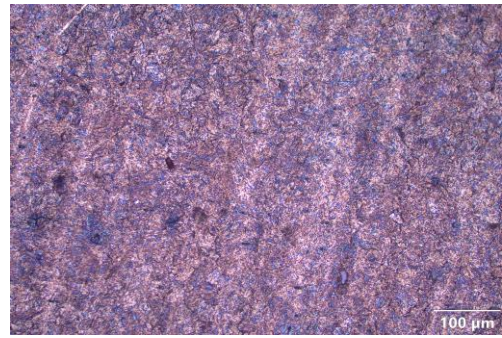
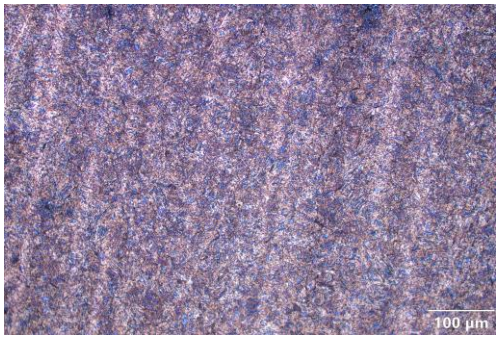


No.	9.	Sampel di temperatur holding 900 °C didinginkan di air dengan rasio 12:1 sampel terhadap media pendingin.
-----	----	---

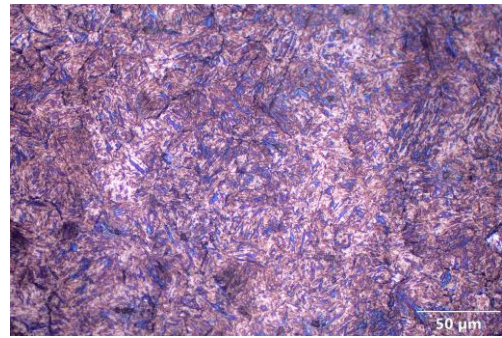
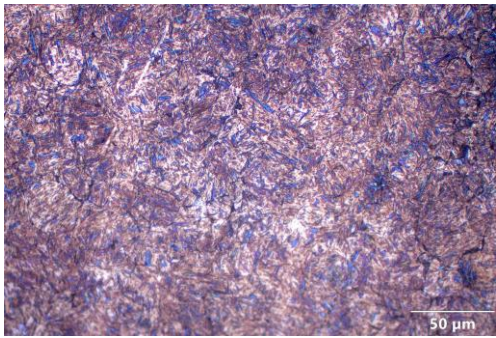
POS 1

POS 2

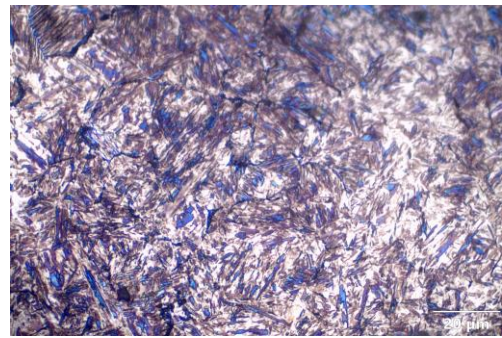
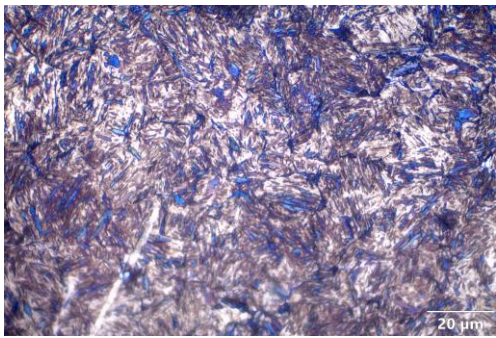
Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 88x



Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 176x



Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 440x

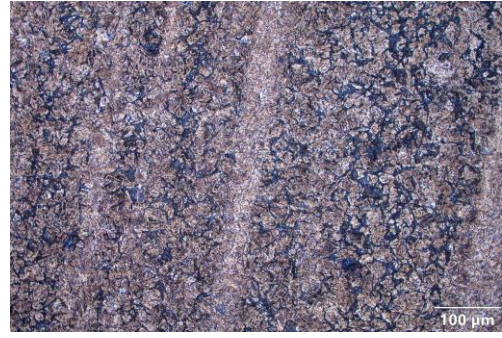
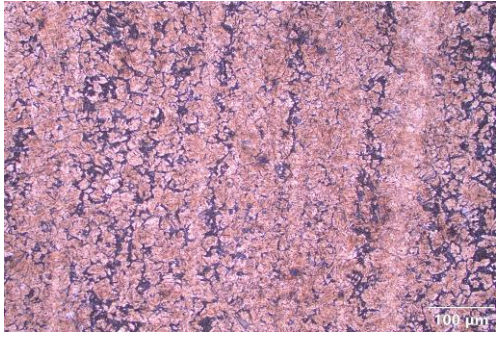


No.	10.	Sampel di temperatur holding 900 °C didinginkan di oli dengan rasio 4:1 sampel terhadap media pendingin.
-----	-----	--

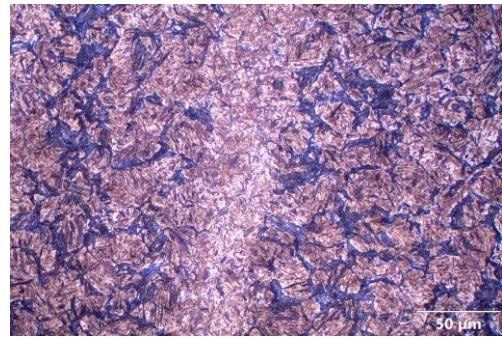
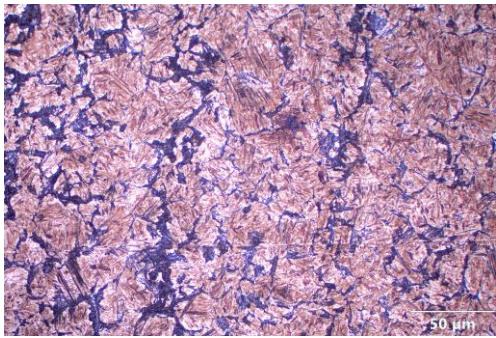
POS 1

POS 2

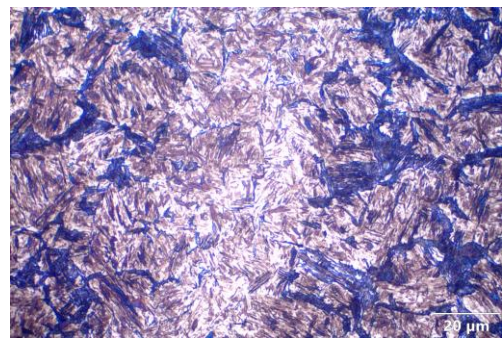
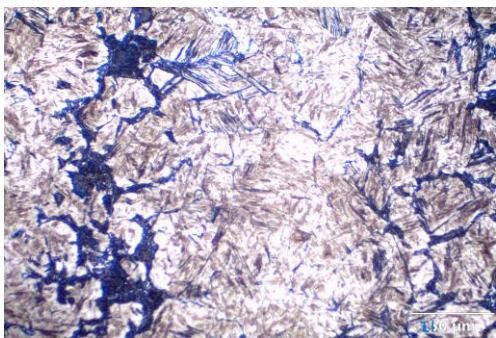
Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 88x



Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 176x



Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 440x

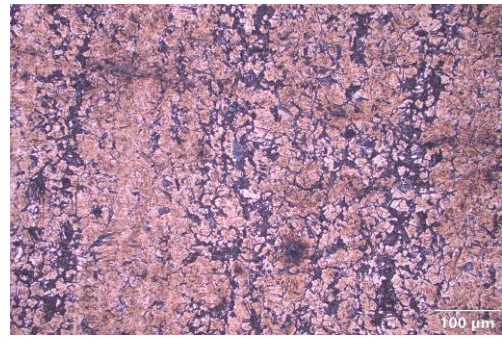
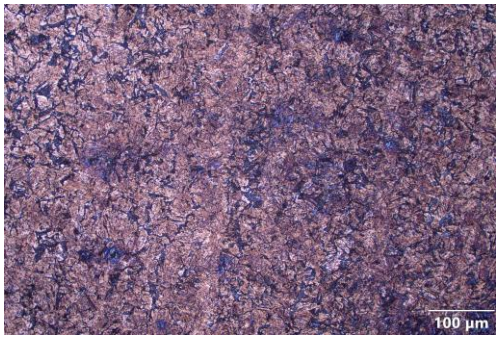


No.	11.	Sampel di temperatur holding 900 ⁰ C didinginkan di oli dengan rasio 8:1 sampel terhadap media pendingin.
-----	-----	--

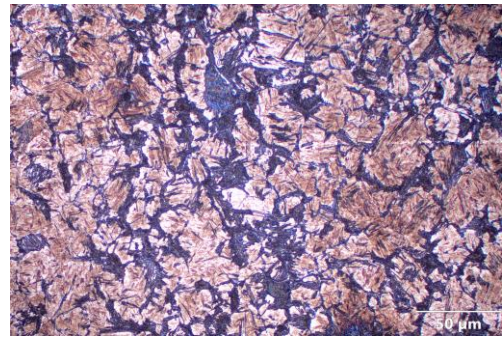
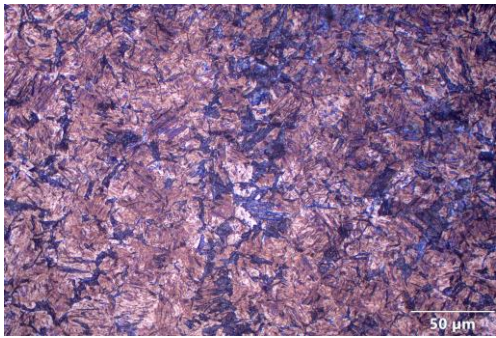
POS 1

POS 2

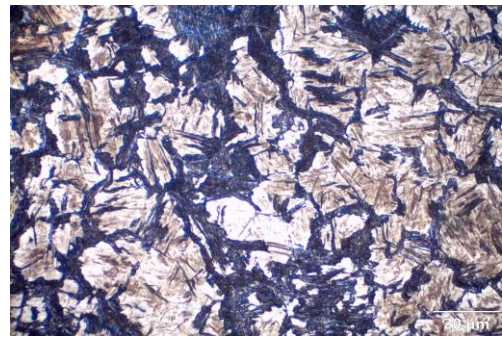
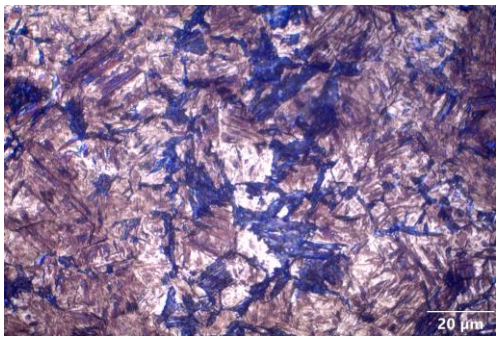
Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 88x



Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 176x



Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 440x

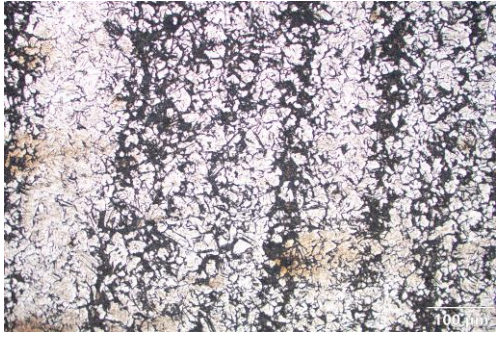


No. 12. Sampel di temperatur holding 900 °C didinginkan di oli dengan rasio 12:1 sampel terhadap media pendingin.

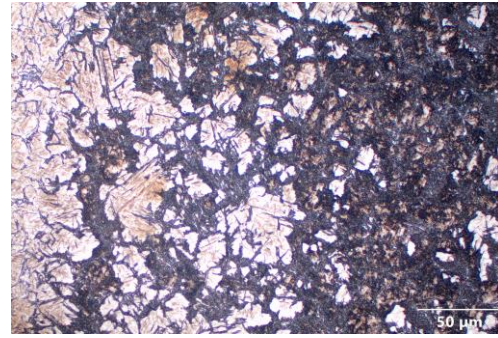
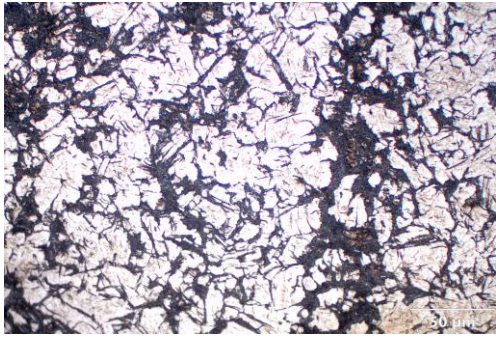
POS 1

POS 2

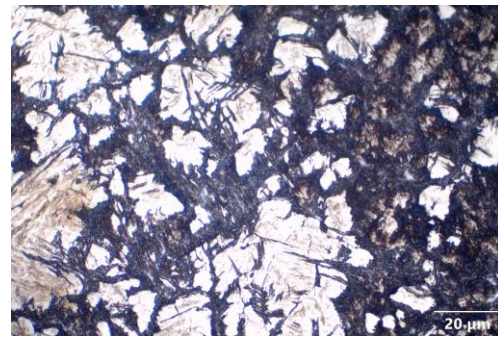
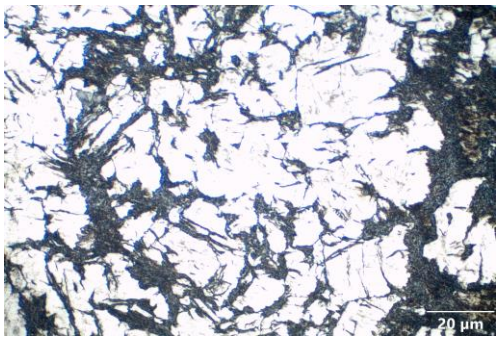
Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 88x



Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 176x



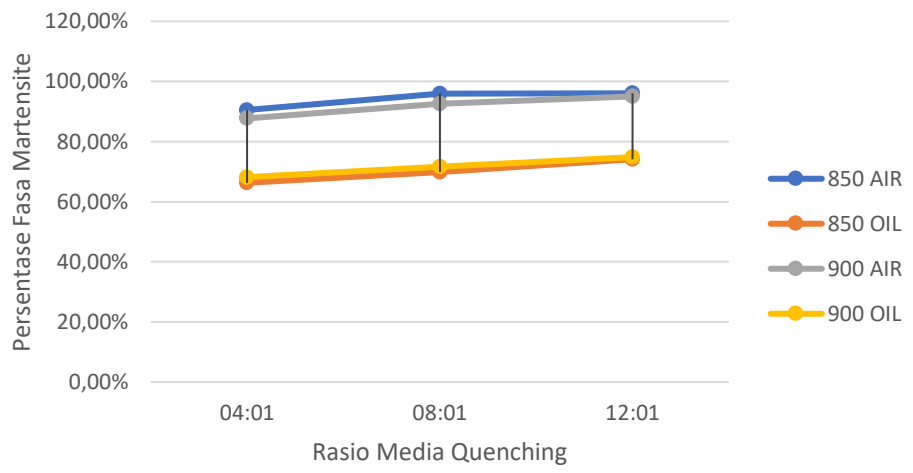
Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 440x



Disini merupakan data hasil tangkapan kamera di mikroskop olympus gx 71, dengan 3 perbesaran di 2 pos pengujian, disini terdapat perbedaan warna. namun fasa dominan masih martensit. Perbedaan ini disebabkan oleh arah martensite yang beragam di sebabkan stress termal, sehingga arah pantul dari cahaya mikroskop berbda beda sehingga menghasilkan warha yang berbeda-beda, dengan komparasi dengan buku metallografi [33],[33].ciri-ciri *lath* martensit berntuk seperti jarum tajam. Namun sebab ada keterlabatan pembekuaan saat didinginkan sampel yang didinginkan oli menjadi ada menjadi fasa bainit. Di buktikan dengan kekerasan di bawah 47 HRC. Bainit terbentuk sebagai struktur campuran antara fase ferit dan karbida. Ini berbeda dengan struktur martensit yang murni yang biasanya terbentuk selama pendinginan cepat. eskipun bainit bukanlah martensit murni, namun struktur bainit seringkali memiliki pola lamellar yang mirip dengan martensit.

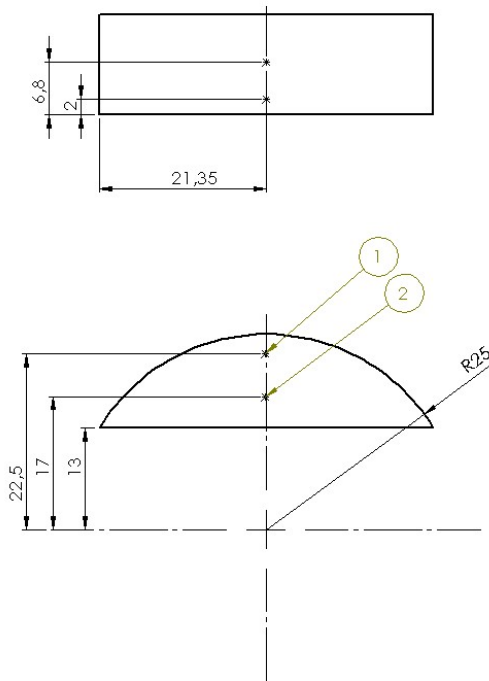
No.	PARAMETER	POS PENGUKURAN		RATA - RATA
		POS 1	POS 2	
1	850 AIR 4:1	93,47%	87,56%	90,52%
2	850 AIR 8:1	94,72%	97,02%	95,87%
3	850 AIR 12:1	98,22%	93,88%	96,05%
4	850 OLI 4:1	74,74%	57,86%	66,30%
5	850 OLI 8:1	77,04%	62,70%	69,87%
6	850 OLI 12:1	78,65%	69,59%	74,12%
7	900 AIR 4:1	92,23%	83,17%	87,70%
8	900 AIR 8:1	95,62%	89,65%	92,64%
9	900 AIR 12:1	96,46%	93,58%	95,02%
10	850 OLI 4:1	70,38%	65,96%	68,17%
11	850 OLI 8:1	83,50%	59,92%	71,71%
12	850 OLI 12:1	74,88%	74,77%	74,83%

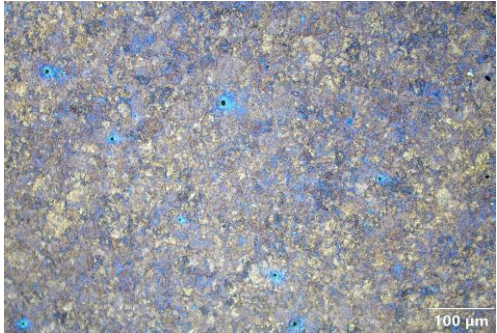
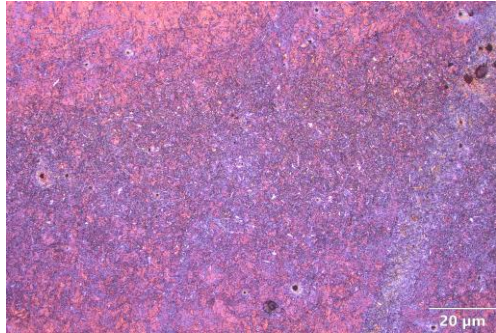
BAGIAN DALAM

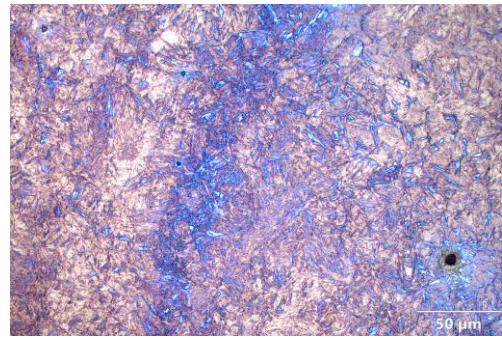
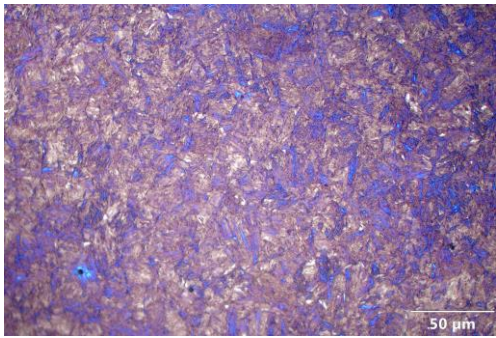


LAMPIRAN 19
Hasil Mikrostruktur Luar

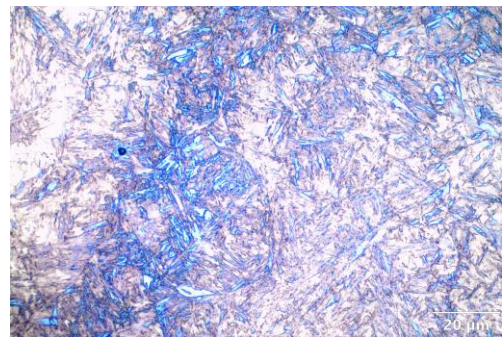
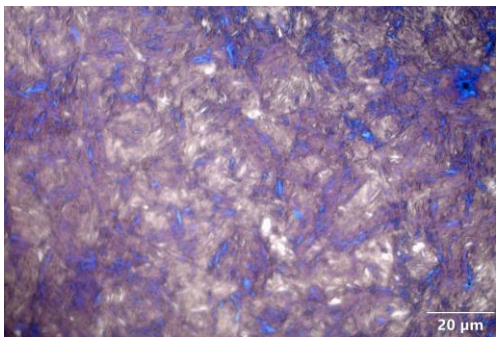
Lokasi pengecekan mikrostruktur luar



No.	1.	Sampel di temperatur holding 850 °C didinginkan di air dengan rasio 8;1 sampel terhadap media pendingin.	
POS 1		POS 2	
Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, <i>magnafication</i> = 88x			
			
Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, <i>magnafication</i> = 176x			



Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 440x

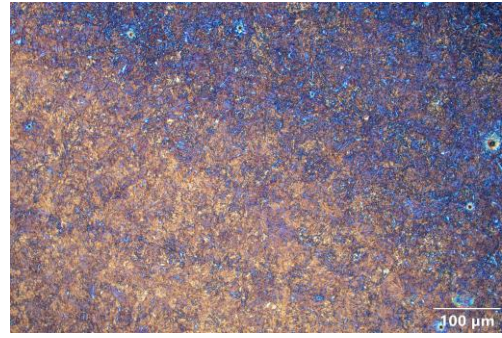
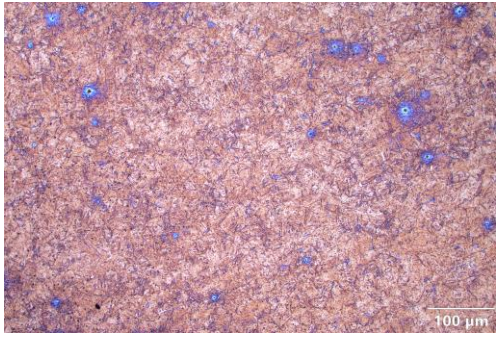


No.	2.	Sampel di temperatur holding 850 ⁰ C didinginkan di air dengan rasio 8:1 sampel terhadap media pendingin.
-----	----	--

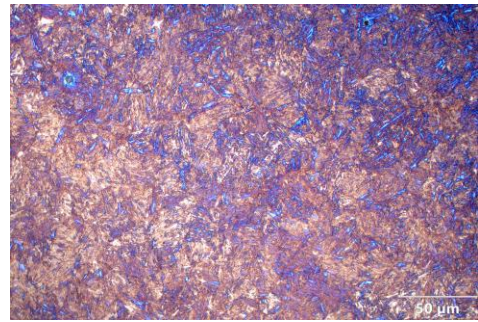
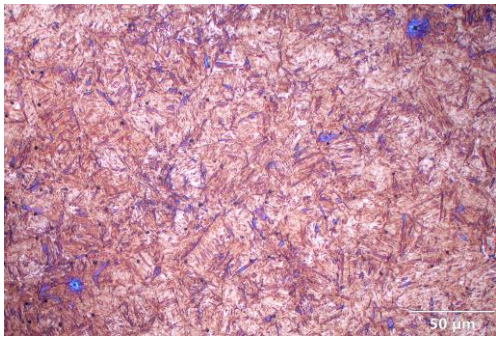
POS 1

POS 2

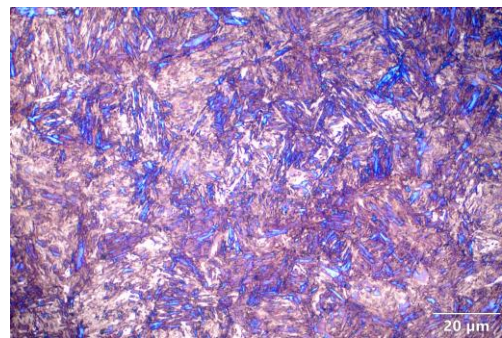
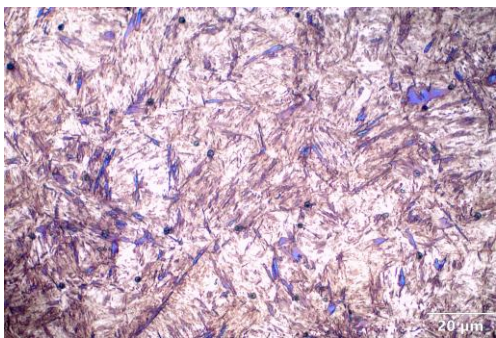
Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 88x



Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 176x



Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 440x



No.	3.	Sampel di temperatur holding 850 °C didinginkan di air dengan rasio 12:1 sampel terhadap media pendingin.
-----	----	---

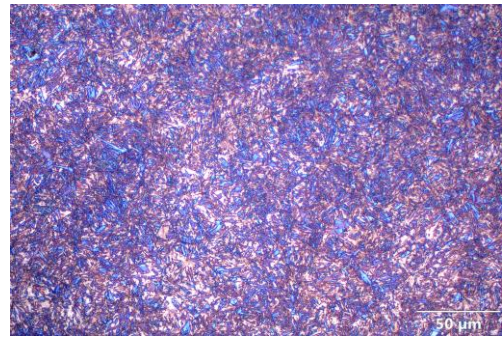
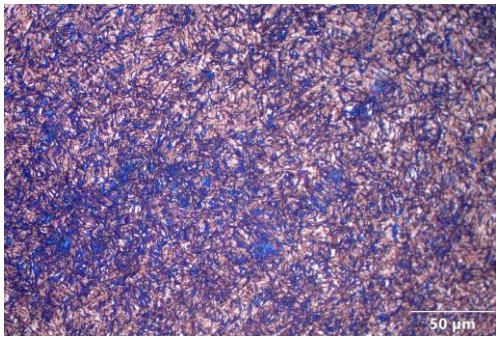
POS 1

POS 2

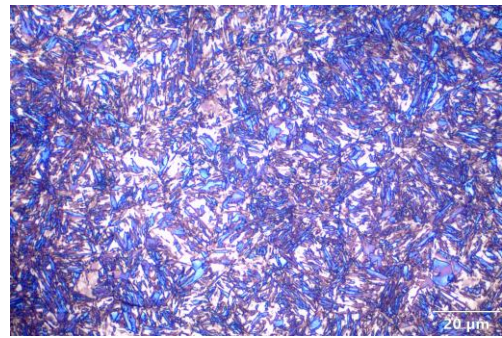
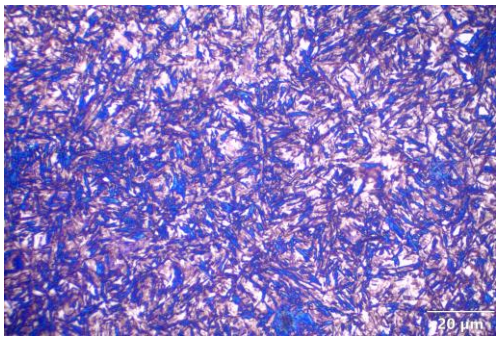
Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 88x



Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 176x



Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 440x

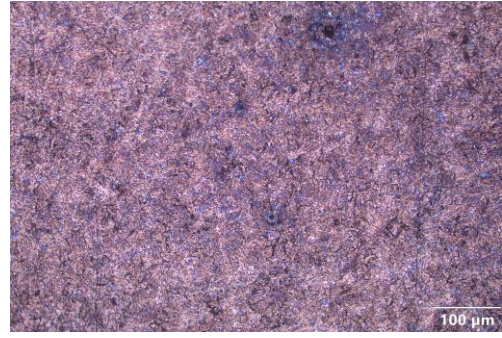
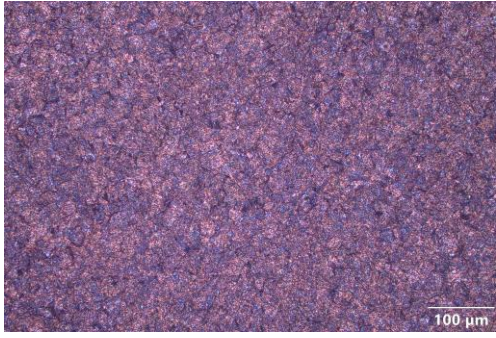


No.	4.	Sampel di temperatur holding 850 °C didinginkan di oli dengan rasio 4:1 sampel terhadap media pendingin.
-----	----	--

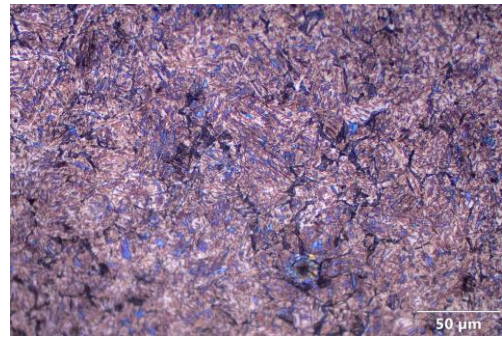
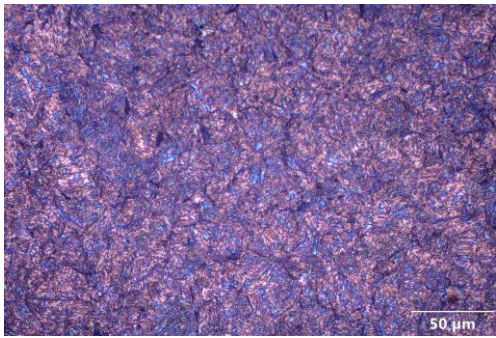
POS 1

POS 2

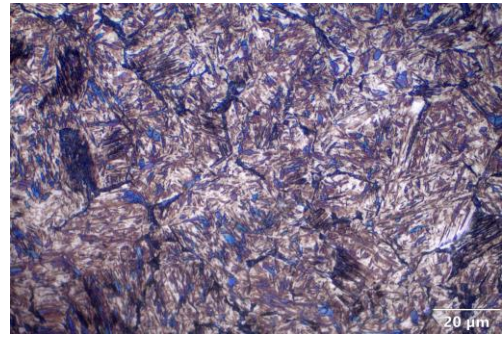
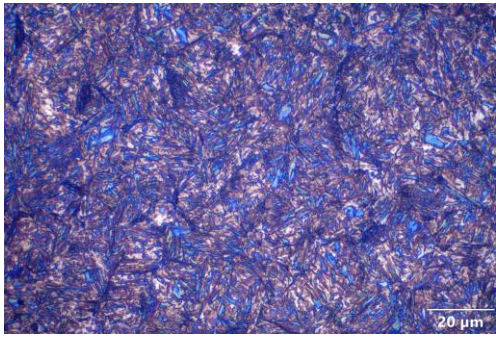
Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 88x



Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 176x



Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 440x

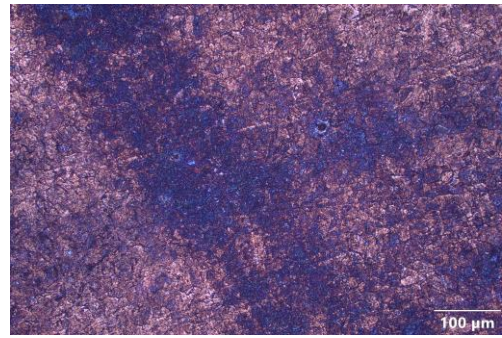
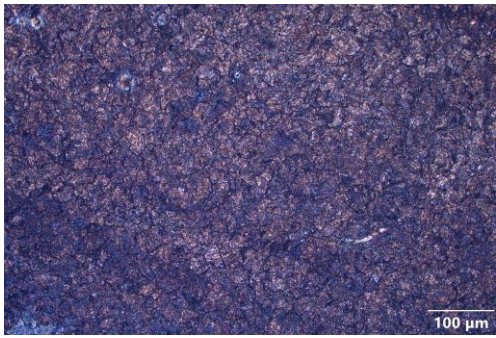


No.	5.	Sampel di temperatur holding 850 ⁰ C didinginkan di oli dengan rasio 8:1 sampel terhadap media pendingin.
-----	----	--

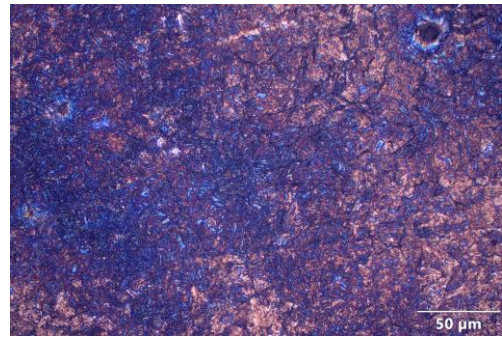
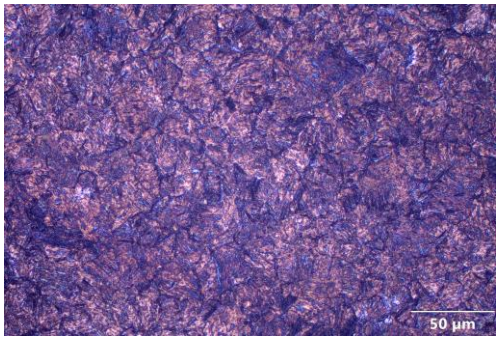
POS 1

POS 2

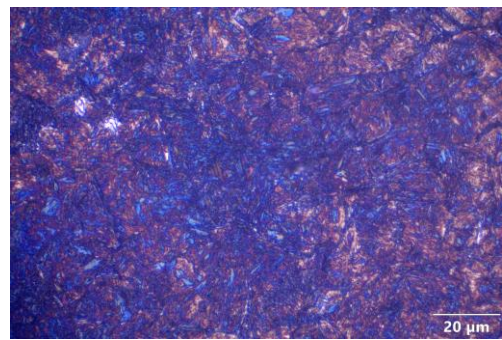
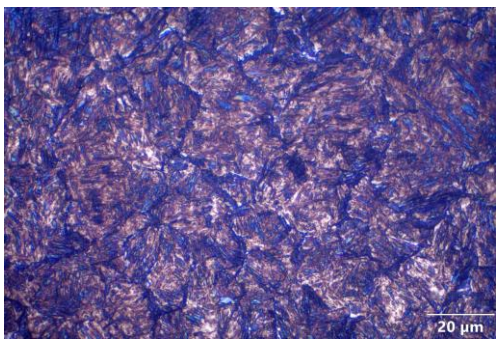
Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 88x



Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 176x



Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 440x

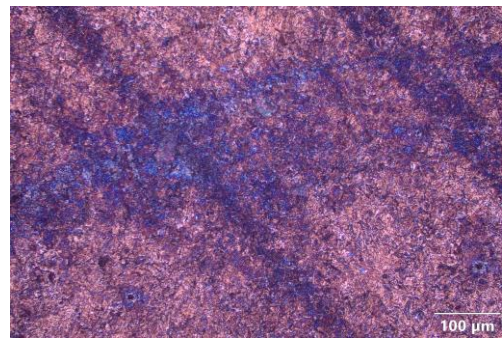
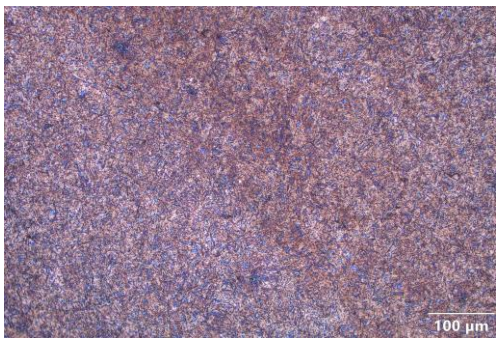


No.	6.	Sampel di temperatur holding 850 ⁰ C didinginkan di oli dengan rasio 12:1 sampel terhadap media pendingin.
-----	----	---

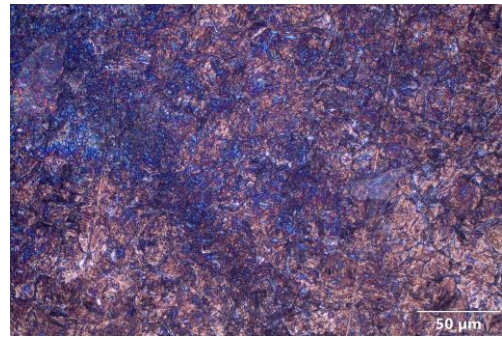
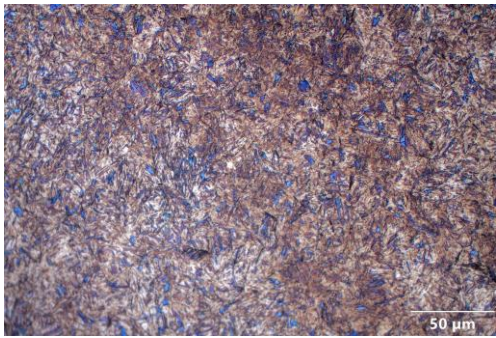
POS 1

POS 2

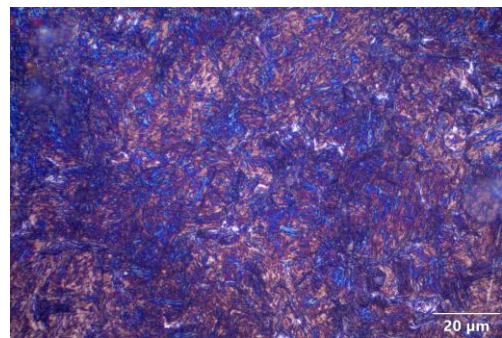
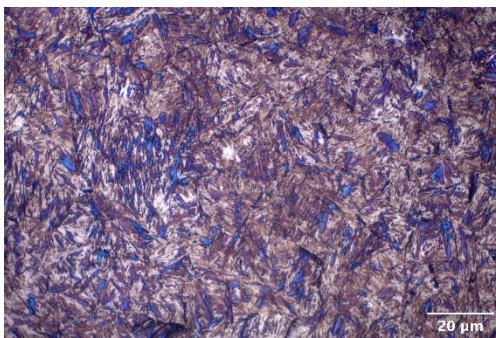
Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 88x



Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 176x



Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 440x

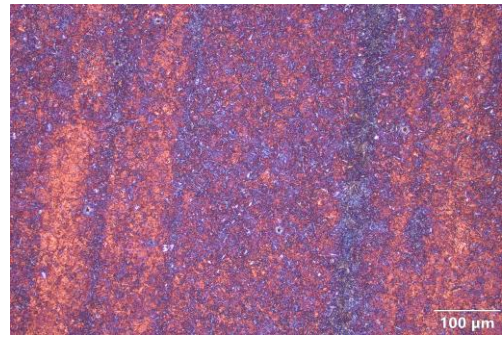
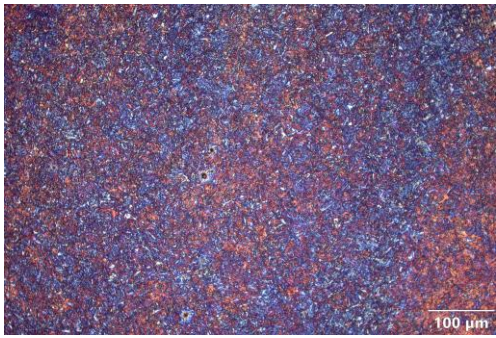


No.	7.	Sampel di temperatur holding 900 °C didinginkan di air dengan rasio 4:1 sampel terhadap media pendingin.
-----	----	--

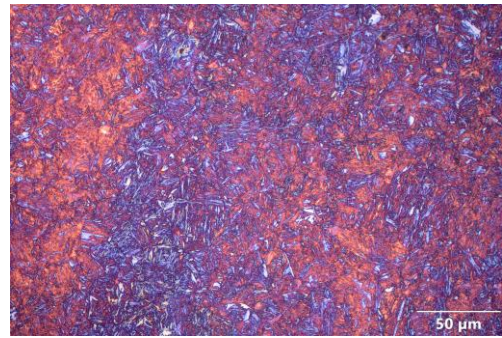
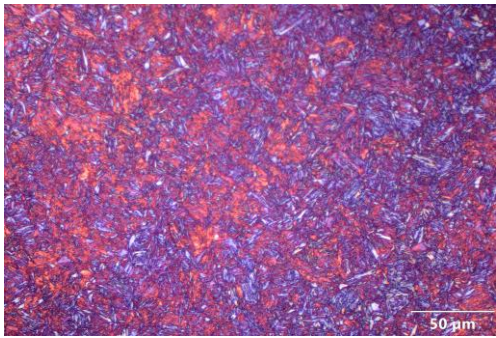
POS 1

POS 2

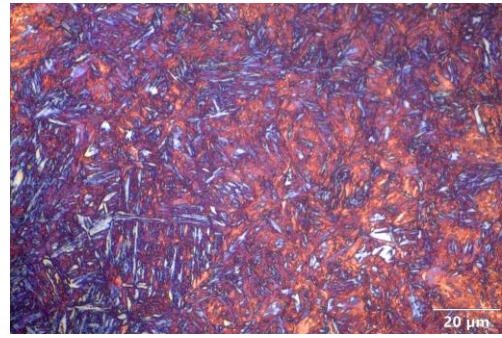
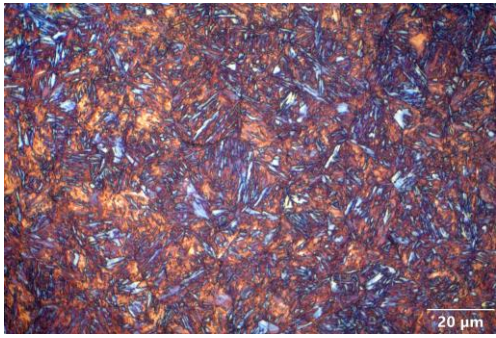
Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 88x



Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 176x



Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 440x

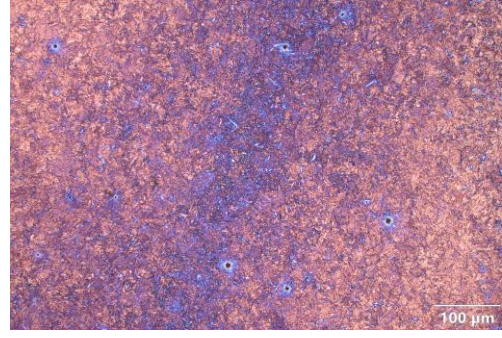


No.	8.	Sampel di temperatur holding 900 °C didinginkan di air dengan rasio 8:1 sampel terhadap media pendingin.
-----	----	--

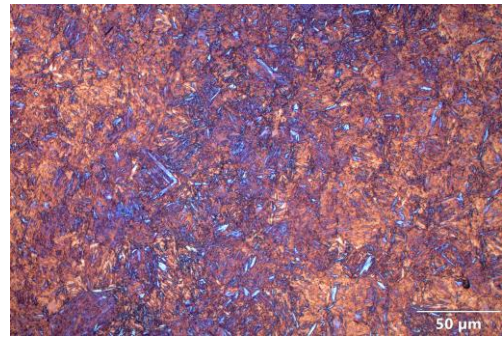
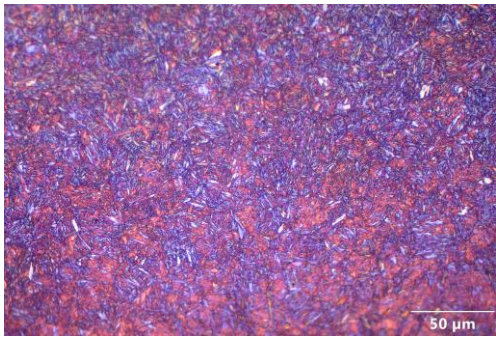
POS 1

POS 2

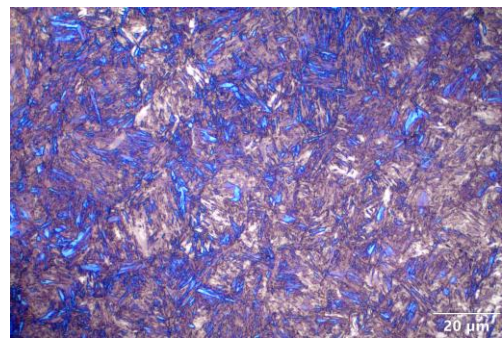
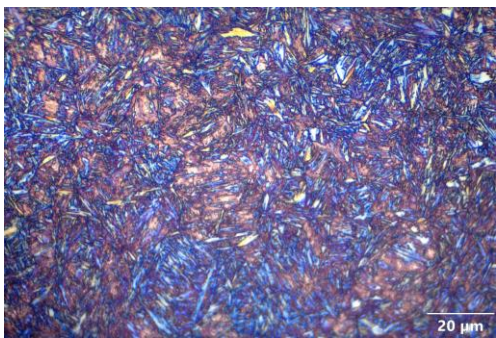
Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 88x



Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 176x



Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 440x

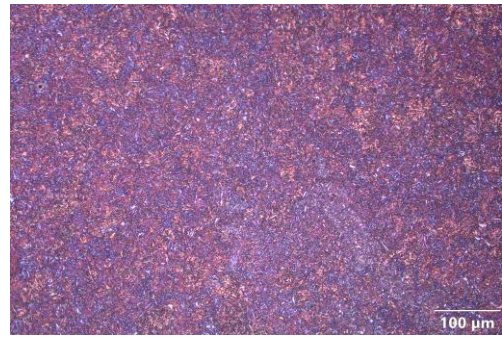
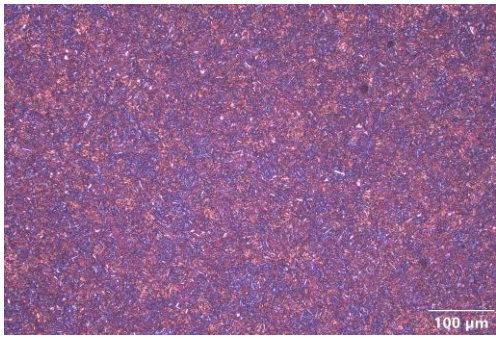


No.	9.	Sampel di temperatur holding 900 °C didinginkan di air dengan rasio 12:1 sampel terhadap media pendingin.
-----	----	---

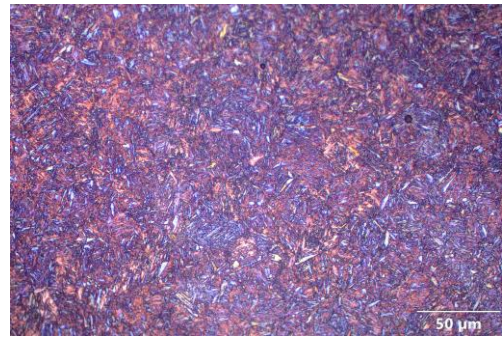
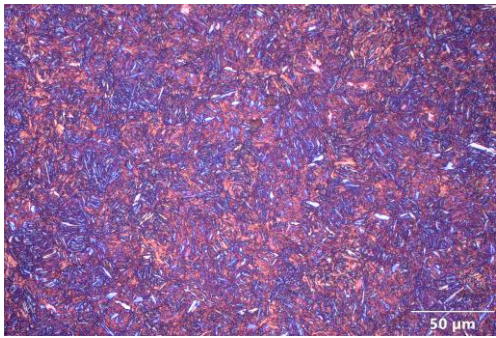
POS 1

POS 2

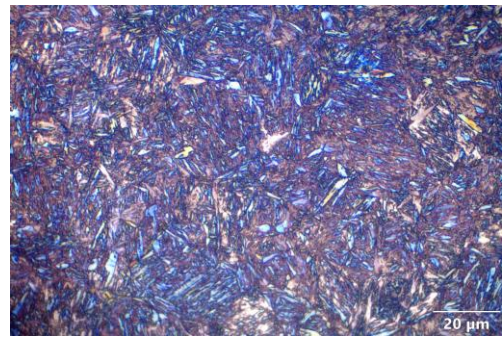
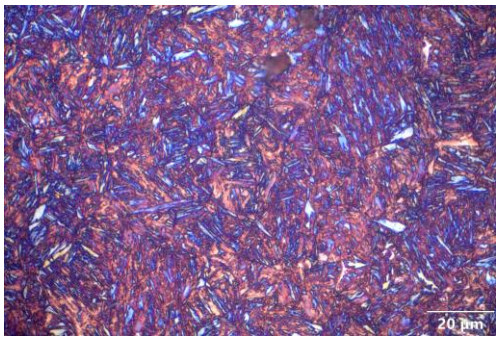
Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 88x



Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 176x



Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 440x

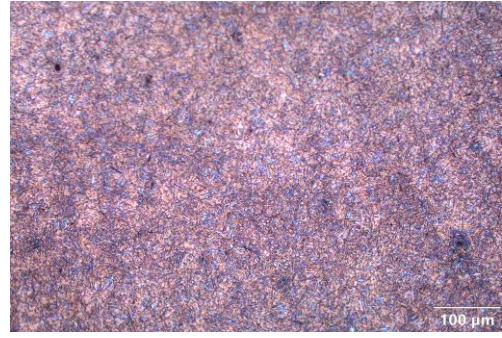
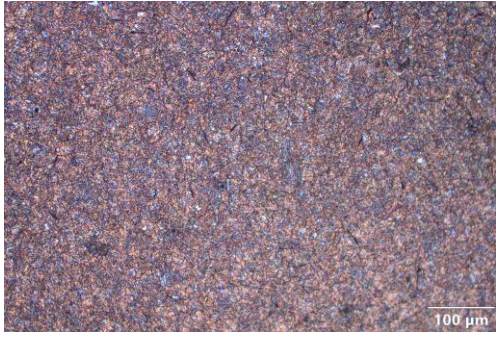


No.	10.	Sampel di temperatur holding 900 ⁰ C didinginkan di oli dengan rasio 4:1 sampel terhadap media pendingin.
-----	-----	--

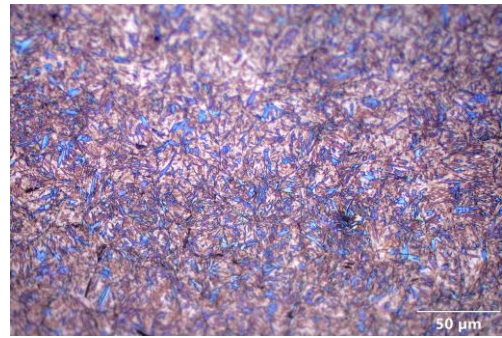
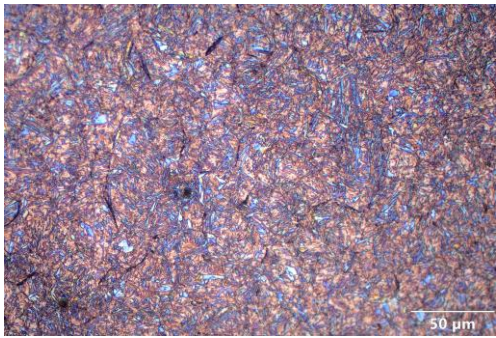
POS 1

POS 2

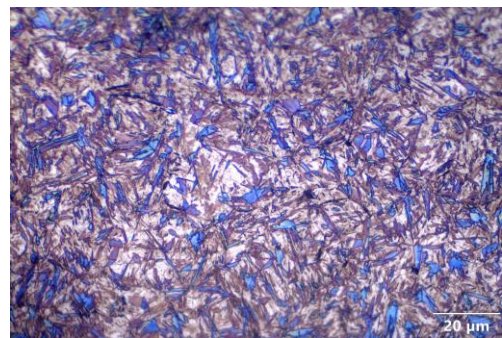
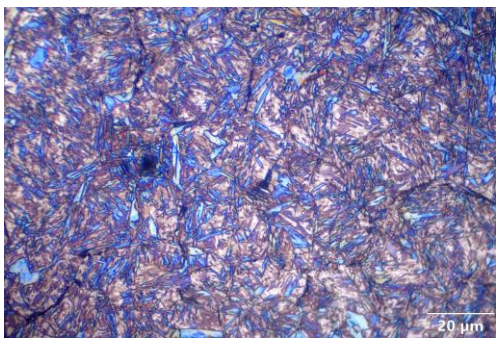
Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 88x



Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 176x



Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 440x

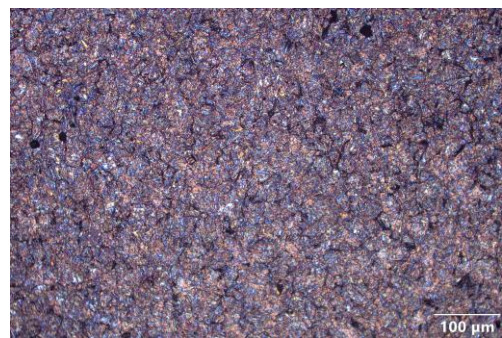


No.	11.	Sampel di temperatur holding 900 °C didinginkan di oli dengan rasio 8:1 sampel terhadap media pendingin.
-----	-----	--

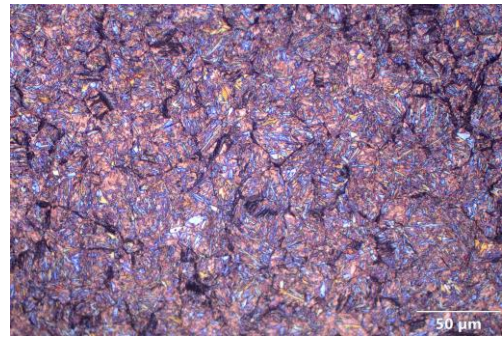
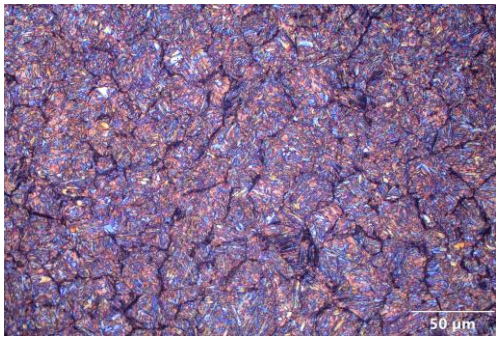
POS 1

POS 2

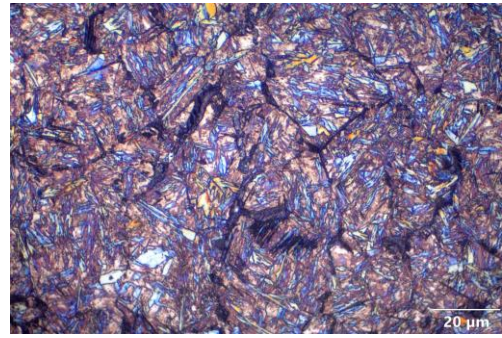
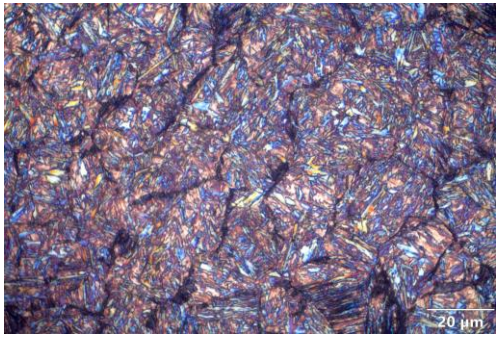
Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 88x



Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 176x



Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 440x

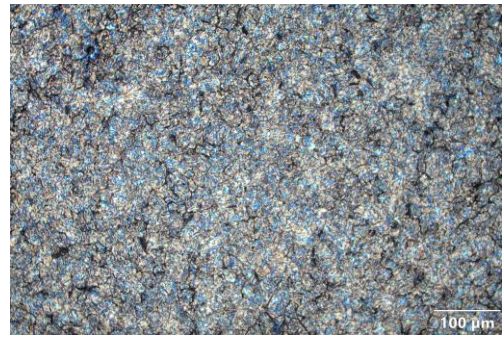
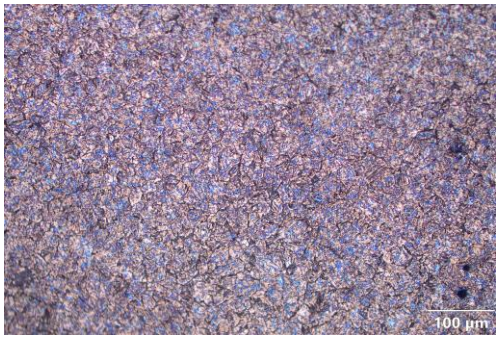


No.	12.	Sampel di temperatur holding 900 °C didinginkan di oli dengan rasio 12:1 sampel terhadap media pendingin.
-----	-----	---

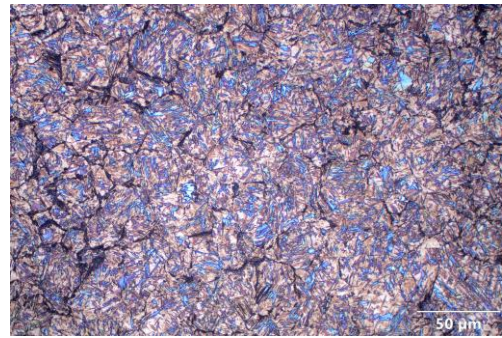
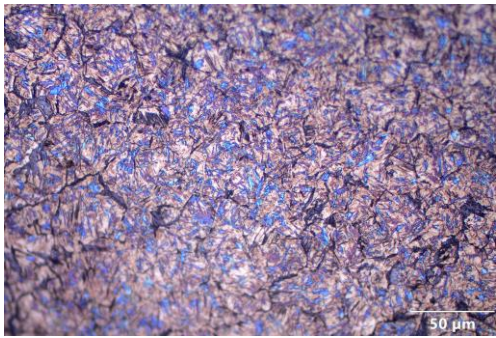
POS 1

POS 2

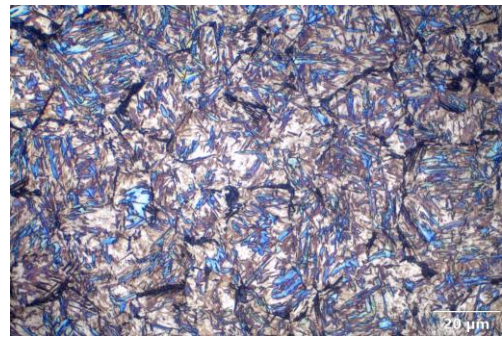
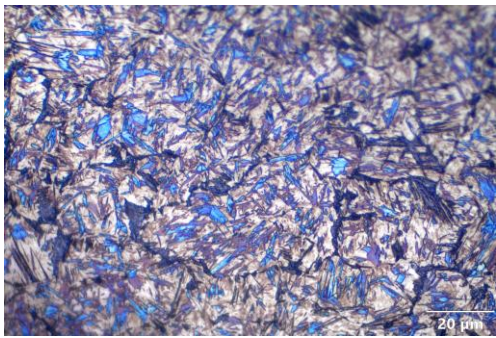
Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 88x



Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 176x



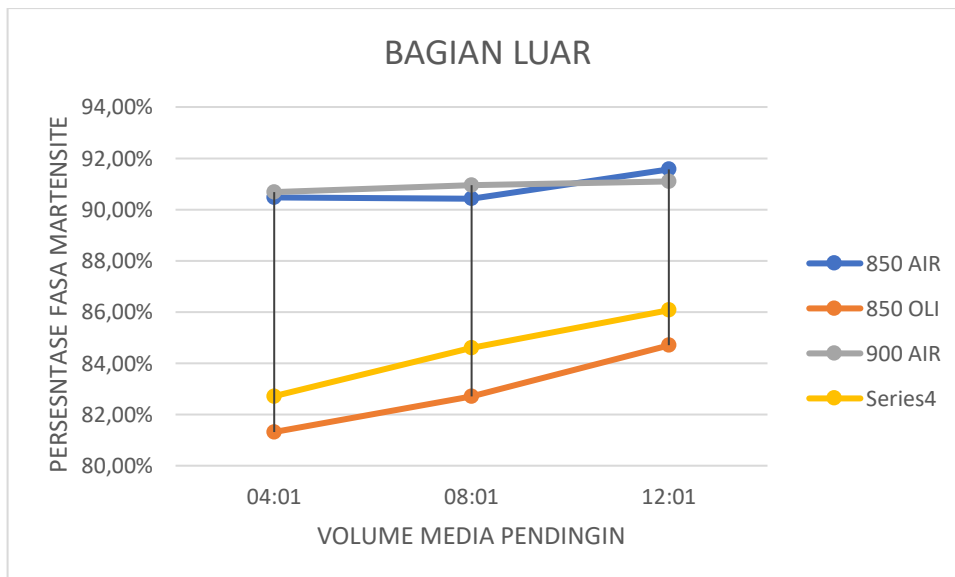
Penggunaan lensa objek 20x, lensa okuler 10x, *magnafication* = 440x



Disini merupakan data hasil tangkapan kamera di mikroskop olympus gx 71, dengan 3 perbesaran di 2 pos pengujian, disini terdapat perbedaan warna. namun fasa dominan masih martensit. Perbedaan ini disebabkan oleh arah martensite yang beragam di sebabkan stress termal, sehingga arah pantul dari cahaya mikroskop berbda beda sehingga menghasilkan warha yang berbeda-beda, dengan komparasi dengan buku metallografi [33],[33].ciri-ciri lath martensit berentuk seperti jarum tajam. Disebabkan bagian luar langsung kontak dengan media pendingin seluruh data mikrostruktur luar dominan *lath* martensit.

No.	PARAMETER	POS PENGUKURAN		RATA - RATA
		POS 1	POS 2	
1	850 AIR 4:1	89,87%	91,06%	90,47%
2	850 AIR 8:1	90,67%	90,17%	90,42%

3	850 AIR 12:1	91,43%	91,70%	91,57%
4	850 OLI 4:1	83,07%	79,56%	81,32%
5	850 OLI 8:1	82,50%	82,93%	82,72%
6	850 OLI 12:1	84,34%	85,05%	84,70%
7	900 AIR 4:1	90,35%	91,01%	90,68%
8	900 AIR 8:1	90,99%	90,92%	90,96%
9	900 AIR 12:1	91,89%	90,30%	91,10%
10	850 OLI 4:1	83,79%	81,64%	82,72%
11	850 OLI 8:1	84,16%	85,05%	84,61%
12	850 OLI 12:1	88,10%	84,04%	86,07%

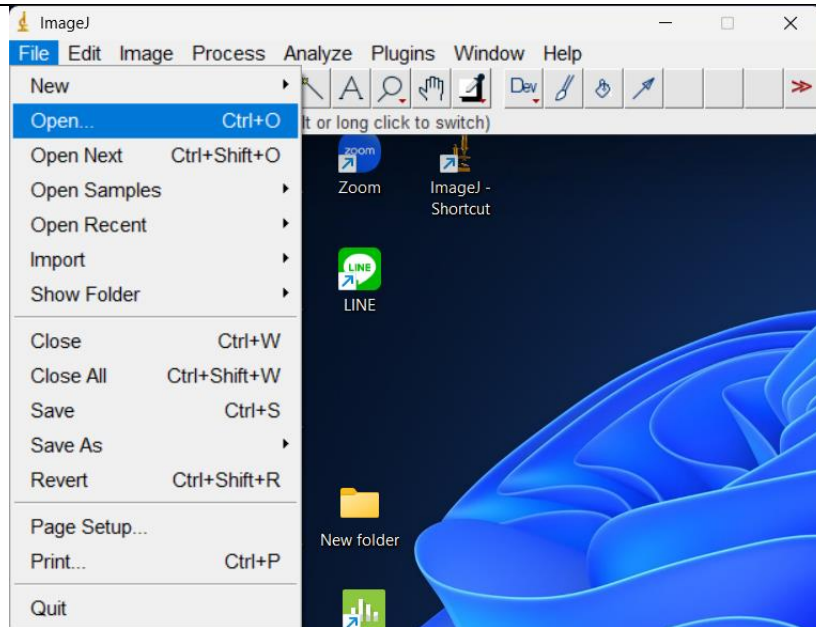


LAMPIRAN 20

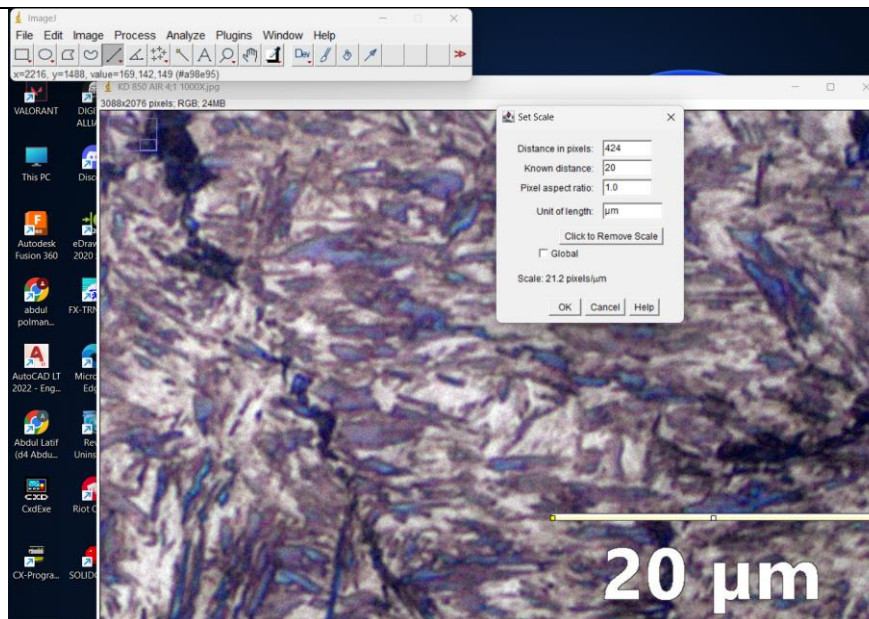
Penggunaan J image

Proses perhitungan fasa dengan J image

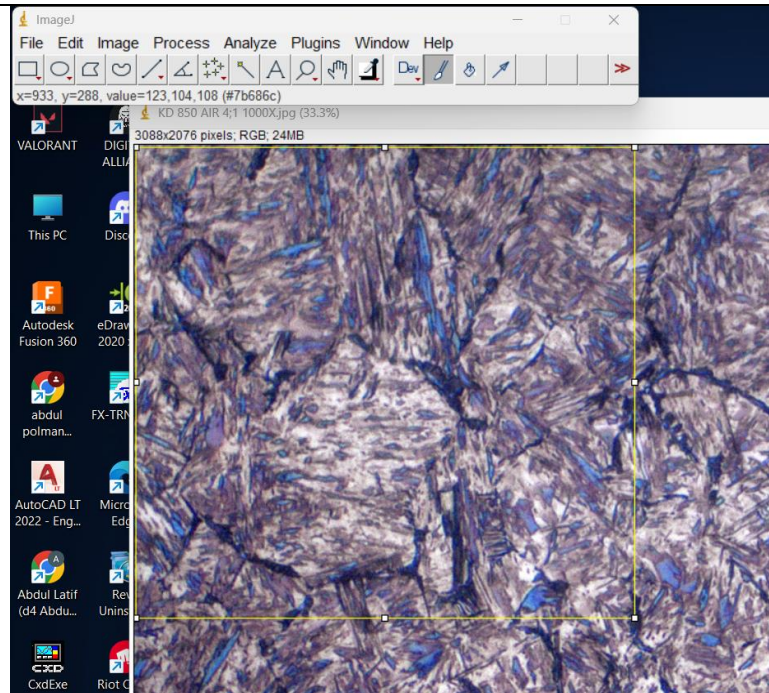
1. Buka aplikasi, lalu buka gambar yang ingin dihitung.



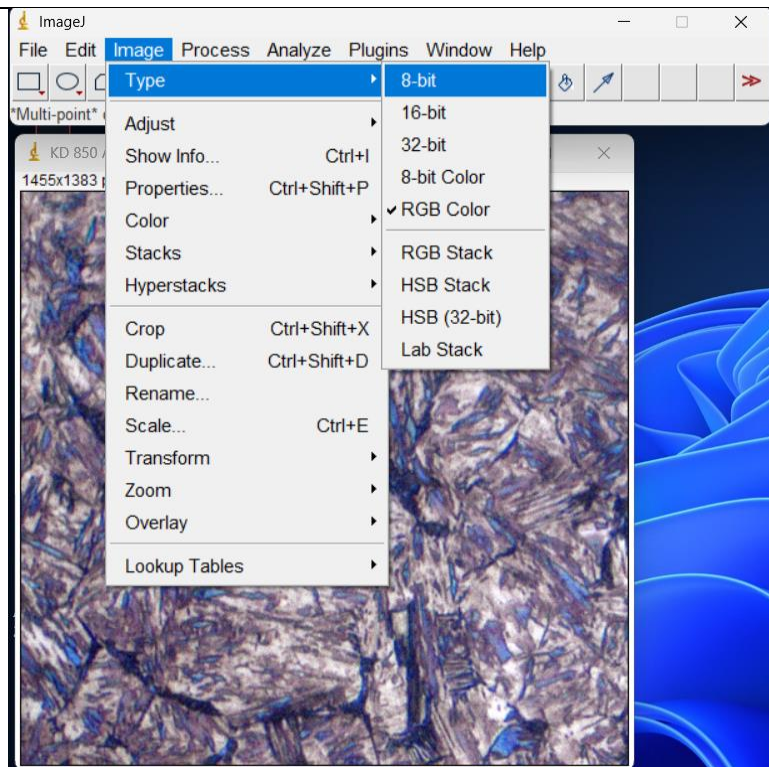
2. Setting Skala, dengan patokan skala *magnification*.

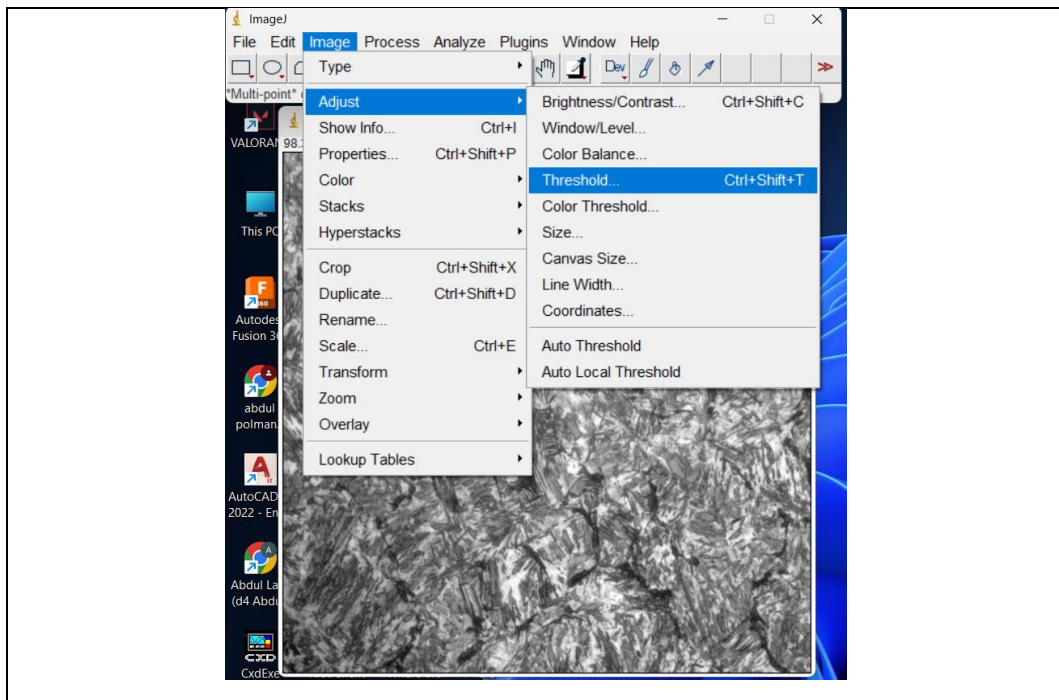


3. Crop area yang ingin di cek

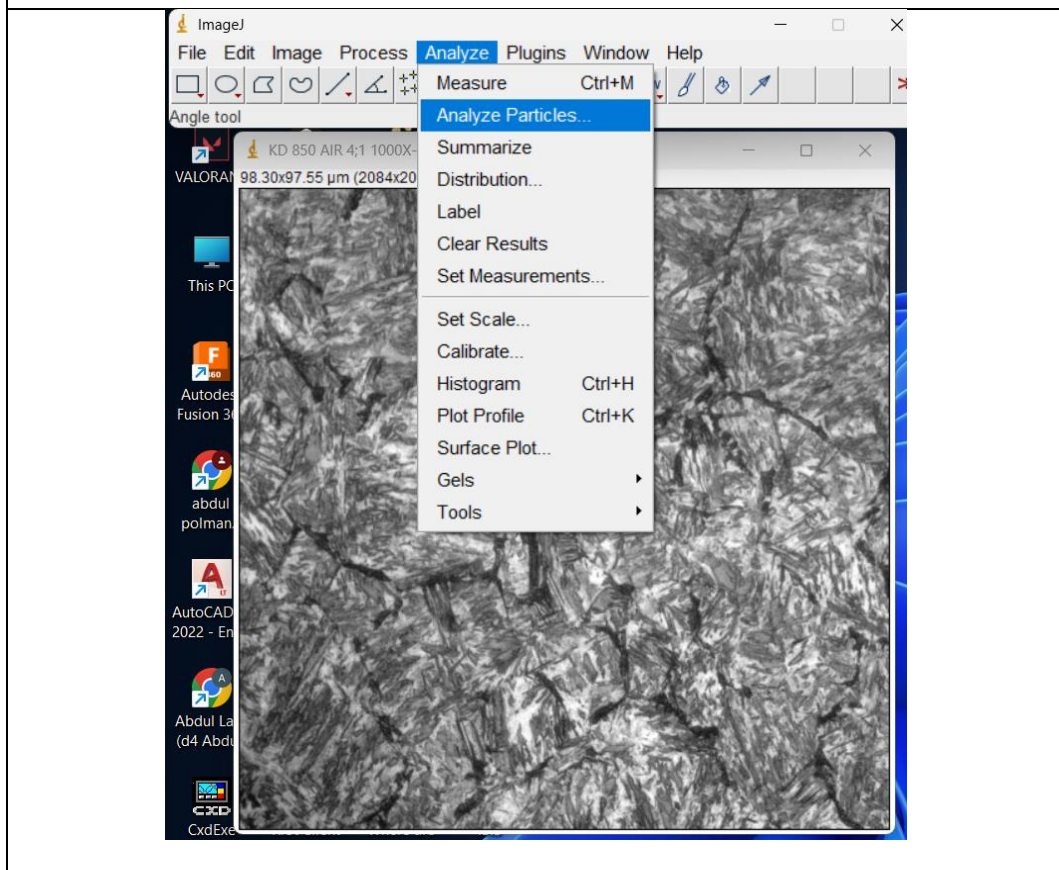


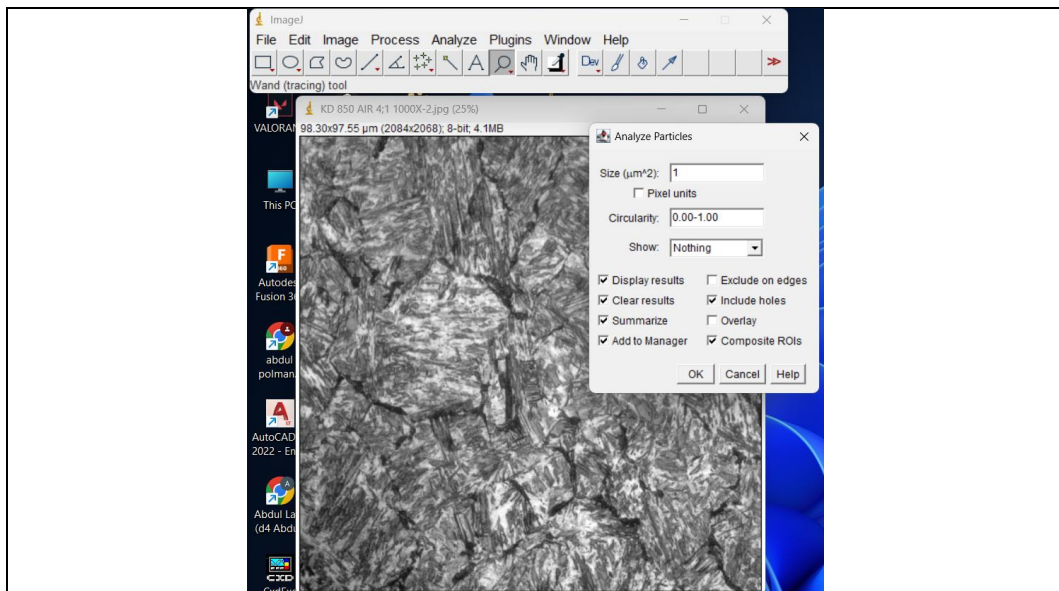
4. Setting gambar jadi hitam putih



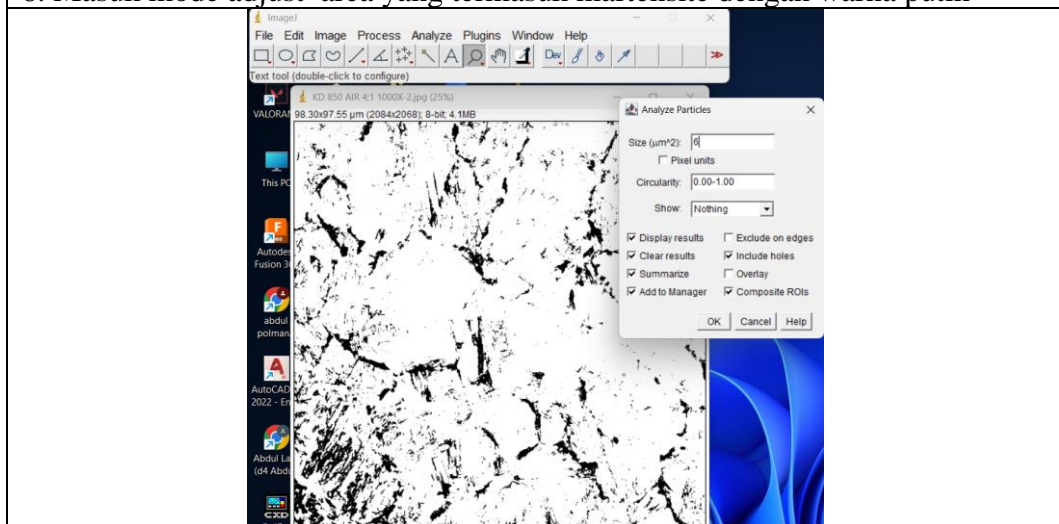


5. MASUK MODE ANALISA

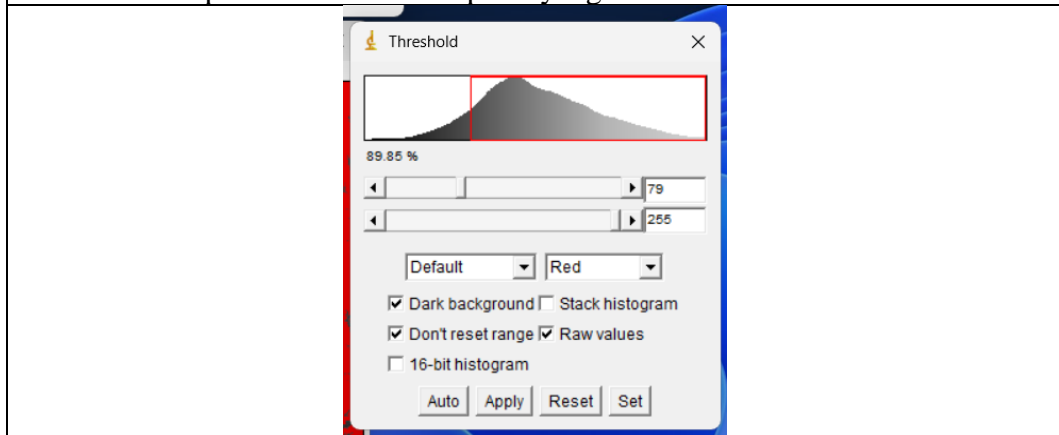




6. Masuk mode adjust area yang termasuk martensite dengan warna putih



7. Ambil data persentase luas area putih yang di identifikasi



LAMPIRAN 21

Harga raw material dan waktu proses material AISI 1045 dan AISI 4340

Harga material AISI 1045 dan AISI 4340

∅ (m m)	L (m m)	volume mm ³	volume m ³	mass a jenis gr/c m ³	gram	kg	harga 1 batang	harga per kg
25	20 00	3928571, 429	3928,57 1429	7,85	30839,2 8571	30,8392 8571	Rp 480.000	Rp 15.565
55	50	475357,1 429	475,357 1429	7,85	3731,55 3571	3,73155 3571	Rp 180.000	Rp 48.237

Harga dari logistik POLMAN Bandung 2022

Perbandingan Harga = $\frac{\text{Harga AISI 1045}}{\text{Harga AISI 4340}}$

Dalam kasus ini:

- Harga AISI 4340 = RP 48.237
- Harga AISI 1045 = RP 15.565

$$\begin{aligned} \text{Perbandingan Harga} &= \left(\frac{\text{Harga AISI 4340}}{\text{Harga AISI 1045}} \right) \\ &= \frac{48.237}{15.565} \\ &= 3.099 \end{aligned}$$

Persentase Perbandingan = $(\frac{\text{Harga AISI 1045}}{\text{Harga AISI 4340}} - 1) \times 100$

Dalam hal ini:

- Harga AISI 4340 = RP 48.237
- Harga AISI 1045 = RP 15.565

$$\begin{aligned} \text{Persentase Perbandingan} &= \left(\frac{\text{Harga AISI 4340}}{\text{Harga AISI 1045}} - 1 \right) \times 100 \\ &= (3.099 - 1) \times 100 \\ &= 2.099 \times 100 \\ &= 209.9\% \end{aligned}$$

Persentase Perbandingan $\approx 209.9\%$

Perkurangan 1 dalam rumus tersebut dimaksudkan untuk menghilangkan komponen "1" yang mewakili harga dasar (AISI 1045) dari persamaan. Dengan

mengurangkan 1, kita sebenarnya mengukur seberapa banyak harga material AISI 4340 lebih besar daripada harga material dasar (AISI 1045).

Dalam rumus tersebut, pembagian oleh harga dasar (AISI 1045) menciptakan faktor pertumbuhan (seberapa kali lipat harga AISI 4340 dibandingkan dengan AISI 1045). Dengan mengurangkan 1, kita menghilangkan nilai dasar atau "1 kali lipat" dari persamaan tersebut, sehingga kita mendapatkan persentase kenaikan atau perbandingan relatif.

Waktu proses

NO	PROSES Pengerjaan	Dimensi			Lv	Ln	Vc	f	z	n	Vf	Lt	a	i	TC
		D	Lw	a											
1	AISI 4340	40	61	10											
2	AISI 1045	40	61	10			60	0,2	1	477,71	95,54	71	1	1	0,74
							135	0,2	1	1074,84	214,97	71	1	1	0,33

Perhitungan dari penelitian PEMBUATAN *TWO PLATE MOULD* PRODUK *STATIONERY TOOLS BOX FOR OFFICE WORK*, Geni dan fajar

$$\begin{aligned} \text{Perbandingan waktu proses} &= \left(\frac{\text{Waktu proses AISI 4340}}{\text{Waktu proses AISI 1045}} \right) \\ &= \frac{0,74}{0,33} \\ &= 2,24 \end{aligned}$$

Jadi waktu proses AISI 4340 2 kali lipat dari proses pemesinan AISI 1045.

Benda kerja :

Keterangan :

- do = diameter awal (mm)
- dm = diameter akhir (mm)
- lt = Panjang proses pemakanan (mm)

Mesin bubut :

$$a = (do - dm) / 2$$

Keterangan :

- a = kedalaman potong (mm)
- do = diameter awal (mm)
- dm = diameter akhir (mm)

f = gerak makan (mm/rev)

n = putaran poros utama (rev/min)

Rumus kecepatan putaran spindle mesin bubut:

$$VC = \pi \times d \times n \quad n = (VC \times 1000) / (\pi \times d \text{ Rpm})$$

keterangan :

n = kecepatan putaran *spindle*
(Rpm)
= *velocity cut / cutting speed*
vc / kecepatan pemotongan
(m/menit)
 π = nilai konstanta (3,14)
d = diameter benda kerja
(mm)

20

Rumus kecepatan pemotongan [13] :

$$V_f = f \cdot n \text{ (mm/min)}$$

keterangan :

F = kecepatan pemotongan
(mm/menit)
f = asutan (mm/putaran)
n = kecepatan putaran benda
kerja (Rpm)

Rumus waktu pemotongan[13]

$$t_c = l_t / v_f$$

Keterangan :

l_t = panjang proses pemakanan
(mm)
v_f = kecepatan pemotongan
(mm/min)

LAMPIRAN 22
Tabel F (0,05 Probabilitas)

Titik Persentase Distribusi F untuk Probabilita = 0,05

df untuk penyebut (N2)	df untuk pembilang (N1)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	161	199	216	225	230	234	237	239	241	242	243	244	245	245	246
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.40	19.41	19.42	19.42	19.43
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.76	8.74	8.73	8.71	8.70
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.94	5.91	5.89	5.87	5.86
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.70	4.68	4.66	4.64	4.62
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.03	4.00	3.98	3.96	3.94
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.60	3.57	3.55	3.53	3.51
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.31	3.28	3.26	3.24	3.22
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.10	3.07	3.05	3.03	3.01
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.94	2.91	2.89	2.86	2.85
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.82	2.79	2.76	2.74	2.72
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.72	2.69	2.66	2.64	2.62
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.63	2.60	2.58	2.55	2.53
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.57	2.53	2.51	2.48	2.46
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.51	2.48	2.45	2.42	2.40
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.46	2.42	2.40	2.37	2.35
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.41	2.38	2.35	2.33	2.31
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.37	2.34	2.31	2.29	2.27
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.34	2.31	2.28	2.26	2.23
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.31	2.28	2.25	2.22	2.20
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.28	2.25	2.22	2.20	2.18
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.26	2.23	2.20	2.17	2.15
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.24	2.20	2.18	2.15	2.13
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.22	2.18	2.15	2.13	2.11
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.20	2.16	2.14	2.11	2.09
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.18	2.15	2.12	2.09	2.07
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.17	2.13	2.10	2.08	2.06
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.15	2.12	2.09	2.06	2.04
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.14	2.10	2.08	2.05	2.03
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.13	2.09	2.06	2.04	2.01