

**PENGARUH PERBEDAAN TEMPERATUR PADA
PERLAKUAN PANAS *TEMPERING* TERHADAP TINGKAT
KEULETAN PADA LOGAM KUNINGAN**

Diajukan Kepada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sriwijaya
Sebagai Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana

oleh

Muhammad Ridho Illahi

06121381924052

Program Studi Pendidikan Teknik Mesin



FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2022

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH PERBEDAAN TEMPERATUR PADA PERLAKUAN PANAS
TEMPERING TERHADAP TINGKAT KEULETAN PADA LOGAM
KUNINGAN**

SKRIPSI

Oleh

Nama: Muhammad Ridho Illahi

Nomor Induk Mahasiswa: 06121381924052

Program Studi Pendidikan Teknik Mesin

Jurusan Ilmu Pendidikan

**Disetujui untuk Diajukan dalam Ujian Akhir Program Sarjana
Mengesahkan**

**Mengetahui,
Koordinator Program Studi
Pendidikan Teknik Mesin**



Drs. Harlin, M.Pd.
NIP.196408011991021001

Pembimbing Skripsi



Drs. Harlin, M.Pd.
NIP.196408011991021001



**PENGARUH PERBEDAAN TEMPERATUR PADA PERLAKUAN PANAS
TEMPERING TERHADAP TINGKAT KEULETAN PADA LOGAM
KUNINGAN**

SKRIPSI

Oleh

Nama: Muhammad Ridho Illahi

Nomor Induk Mahasiswa: 06121381924052

Program Studi Pendidikan Teknik Mesin

Jurusan Ilmu Pendidikan

Disetujui untuk Diajukan dalam Ujian Akhir Program Sarjana

Telah diujikan dan lulus

Hari/Tanggal: Selasa, 27 Desember 2022

Mengesahkan

**Mengetahui
Koordinator Program Studi
Pendidikan Teknik Mesin**



Drs. Harlin, M.Pd.
NIP. 196408011991021001

Pembimbing Skripsi



Drs. Harlin, M.Pd.
NIP. 196408011991021001



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Ridho Illahi

NIM : 06121381924052

Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

Judul TAS : Pengaruh Perbedaan Temperatur Pada Perlakuan Panas
Tempering Terhadap Tingkat Keuletan Pada Logam Kuningan

Menyatakan bahwa skripsi ini merupakan karya milik saya sendiri. Sembari pengerjaan tidak terdapat karya atau pendapat yang diterbitkan atau ditulis oleh orang lain kecuali sebagai acuan kutipan dengan mengikuti tata tulis karya ilmiah yang lazim.

Palembang, 29 Oktober 2022

Yang menyatakan,

A 10,000 Indonesian Rupiah postage meter stamp with a signature over it. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text '10000 METER TEMPAK' and '5A545AJX017204510'.

Muhammad Ridho Illahi

NIM. 06121381924052

ABSTRAK

Pada Logam *common brass* kandungan sengnya adalah sebesar 15-37%, kuningan biasa dipakai pada sebagai pengganti tembaga sebagai fitting pipa, mur, alat musik dan *Shell bullet*, batang penghubung piston dan poros. Upaya agar logam kuningan dapat diturunkan tingkat deformasinya dan dinaikan tingkat keuletan nya ialah dengan cara diberi perlakuan panas *tempering*. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh temperatur pada proses *tempering* terhadap tingkat keuletan pada Logam Kuningan. Penelitian ini menggunakan jenis eksperimen. Spesimen berbentuk *round bar* dengan panjang 55 mm dan berdiameter 17 mm. Spesimen diberi perlakuan panas dengan variasi suhu 800° dan 750°C dengan media pendingin suhu ruangan kemudian akan di uji tekanan deformasinya menggunakan alat uji *vickers* dengan beban 30 kgf. Pada spesimen yang tidak diberi perlakuan deformasi tekan nya memiliki nilai sebesar 115,09 N/mm² Hasil penurunan deformasi tertinggi pada spesimen *tempering* dengan suhu 750°C dengan deformasi tekan 95,68 N/mm² dan peningkatan keuletan sebesar 19,81% , kemudian spesimen *tempering* pada suhu 800° dengan penurunan deformasi 97,64 N/mm² dengan peningkatan keuletan sebesar 17,45%.

Kata Kunci : Kuningan, *tempering*, temperatur, deformasi , keuletan

Abstract

In common brass metal the zinc content is 15-37%, brass is commonly used as a substitute for copper as pipe fittings, nuts, musical instruments and shell bullets, connecting rods for pistons and shafts. Efforts to reduce the level of deformation and increase the level of ductility of brass metal is by giving it a heat tempering treatment. The purpose of this study was to determine the effect of temperature on the tempering process on the level of ductility in Brass Metal. This study uses a type of experiment. The specimen is in the form of a round bar with a length of 55 mm and a diameter of 17 mm. The specimens were heat treated with temperature variations of 800° and 750°C with room temperature cooling media and then tested for deformation pressure using a Vickers test kit with a load of 30 kgf. For specimens that were not treated, the compressive deformation had a value of 115.09 N/mm² The highest deformation reduction was found in specimens tempering at 750°C with compressive deformation of 95.68 N/mm² and an increase in ductility of 19.81% , then the specimen is tempered at 800° with a deformation reduction of 97. N/mm² with an increase in ductility of 17.45%.

Keywords : Brass Metal, tempering, temperature, deformation, ductili

PRAKATA

Alhamdulillah puji syukur atas kehadiran Allah SWT, karena berkat limpahan rahmat serta karuniaNya penulis bisa menyelesaikan penulisan proposal penelitian yang berjudul “Pengaruh Perbedaan Temperatur Pada Perlakuan Panas *Tempering* Terhadap Tingkat Keuletan Pada Logam Kuningan”. Dalam pembuatan proposal penelitian ini, penulis menyadari sepenuhnya masih terdapat banyak sekali kekurangan. Dalam pembuatan skripsi ini penulis ingin mengucapkan terima kasih atas bantuan serta dukungannya kepada:

1. Dr. Hartono, M. A selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sriwijaya
2. Elfahmi Dwi Kurniawan, S.Pd, M.Pd.T selaku Kepala Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya
3. Drs. Harlin, M.Pd.selaku Dosen Pembimbing yang telah dengan sabar dan waktu, tenaga serta pikirannya untuk membimbing serta mengarahkan penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.

Penulis sangat menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk menyempurnakan skripsi ini kedepannya.

Indralaya, 29 Oktober 2022



Muhammad Ridho Illahi
NIM. 06121381924052

PERSEMBAHAN

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufiq serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan skripsi yang berjudul “**Pengaruh Perbedaan Temperatur Pada Perlakuan Panas Tempering Terhadap Tingkat Keuletan Pada Logam Kuningan**” serta dapat menyelesaikan Proposal Penelitian ini tepat pada waktunya dan tanpa adanya halangan yang berarti.

Selain untuk menuntaskan mata kuliah yang penulis tempuh, juga memberikan banyak manfaat kepada penulis baik dari segi akademik maupun pengalaman. Dalam penyusunan Proposal ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis ingin mengungkapkan rasa terima kasih sebesar-besarnya kepada banyak pihak diantaranya:

1. Allah SWT, atas berkat dan rahmat-Nya penulis mampu melaksanakan Penelitian dan menyelesaikan Proposal penelitian ini dengan baik.
2. Ibu saya Komalasari yang senantiasa mendoakan dan memberikan dukungan baik moril maupun materil selama saya dalam masa menyelesaikan pendidikan, semoga selalu diberi kesehatan dan dalam lindungan Allah SWT. Aamiin aamiin aamiin Yaa Rabbal’ alamin...
3. Kakak-kakak kandung saya Seftian Ade Darma dan Arief Syuhendra Terimakasih selalu mengerti disaat saya sedang membutuhkan, dan selalu mendukung saya dalam menyelesaikan pendidikan perguruan tinggi. Semoga selalu dalam lindungan Allah SWT. Aamiin aamiin aamiin Yaa Rabbal’ alamin....
4. Bapak Drs. Harlin, M.Pd selaku Koor. Prodi Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sriwijaya Periode 2018-2022, selaku dosen Penasihat Akademik dan sebagai dosen pembimbing saya yang sudah saya anggap sebagai orang tua saya sendiri, yang selalu membimbing, menasehati serta memberi dukungan dan memotivasi saya semenjak saya memasuki dunia perkuliahan sampai dengan akhir perkuliahan saya. Saya sangat berterima kasih dan bersyukur dapat menjadi mahasiswa

bimbingan bapak. Semoga bapak selalu dalam lindungan Allah SWT serta dibalas semua kebaikan-kebaikan yang bapak berikan.

Aamiin aamiin aamiin Yaa Rabbal' alamin....

5. Bapak Elfahmi Dwi Kurniawan, S.Pd., M.Pd.T, selaku Koor. Prodi Pendidikan Teknik Mesin Periode 2022-2026 dan selaku dosen penguji saya.

Terima kasih atas arahan, saran, ceramah, nasihat serta ilmu pengetahuan yang bapak berikan. Bapak sangat tegas dan professional pada saat mengajar di kelas. Semoga bapak selalu dalam lindungan Allah SWT.

Aamiin aamiin aamiin Yaa Rabbal' alamin...

6. Teman-teman Seperjuangan Atthallah Agel Aradhana, Fajar Prayogi, M. Andryan Kurniawan, M. Irvan Sutami, Derry Prananda dan M Rafid Saleh saling mendukung dan membantu hingga penyelesaian skripsi saya. Semoga persahabatan kita sampai ke Jannah.

Aamiin aamiin aamiin Yaa Rabbal' alamin....

7. Seluruh Mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan dan penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun apabila di dalam penyusunan skripsi ini terdapat kekeliruan dalam penulisan dan penyusunannya serta data-data yang digunakan.

Pemberian kritik dan saran pada penyusunan Proposal ini semoga dapat menjadikan Proposal ini menjadi lebih baik lagi. Akhir kata, semoga Proposal Penelitian yang telah penulis susun dapat memberikan banyak manfaat guna menambah wawasan dan pengetahuan bagi kita semua.

MOTTO

*“And the worldly life is not but the amusement
But the home of Hereafter is best for those
Who fear God
So, are we listening?”*

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN	iv
ABSTRAK	v
PRAKATA	ii
PERSEMBAHAN	iii
MOTTO	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
LAMPIRAN	1
BAB I	3
1.1. Latar belakang	3
1.2. Identifikasi Masalah	5
1.3. Pembatasan Masalah	5
1.4. Rumusan Masalah	5
1.5. Tujuan penelitian	5
1.6. Manfaat penelitian	5
BAB II	7
2.1 Landasan Teori	7
2.2 Kajian yang relevan	15
2.3 Kerangka Konseptual	17
BAB III	18
3.1 Jenis Penelitian	18
3.2 Variabel Penelitian	18
3.3 Objek Penelitian	19
3.4 Waktu Dan Tempat Penelitian	19
3.5 Alat dan Bahan Penelitian	19
3.6 Bagan Alir	20

3.7	Prosedur Penelitian.....	22
3.7.1	Tahap Persiapan	22
3.7.2	Tahap Pelaksanaan	22
3.7.3	Tahap Akhir.....	23
3.8	Pengolahan Data.....	24
3.9	Analisis Data	25
BAB IV		26
4.1	Deskripsi Penelitian.....	26
4.2	Langkah Penelitian	26
4.3	Deskripsi Penelitian.....	28
4.4	Hasil Penelitian.....	29
4.5	Pembahasan	34
4.6	Implementasi Penelitian	35
BAB V		37
5.1	Kesimpulan.....	37
5.2	Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA		39
DAFTAR LAMPIRAN.....		40

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel titik didih dan cair logam kuningan	9
Tabel 3. 1 Daftar Alat	19
Tabel 3. 2 Daftar Bahan	20
Tabel 3. 3 Tabel Perubahan Nilai Deformasi.....	25
Tabel 3. 4 Presentase Peningkatan Nilai Keuletan	25
Tabel 4. 1 Data Hasil Penelitian Spesimen Tanpa Perlakuan	30
Tabel 4. 2 Data Hasil Penelitian Spesimen Tempering pada Suhu 750°	31
Tabel 4. 3 Data Hasil Penelitian Spesimen Tempering pada Suhu 800°	32
Tabel 4. 4 Nilai Deformasi pada Setiap Spesimen.....	32
Tabel 4. 5 Data Hasil Presentase Peningkatan Keuletan	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram Fasa Logam Kuningan	9
Gambar 2. 2Skema Uji Deformasi Tekan Menggunakan Alat Uji Vickers.....	14
Gambar 2. 3 Kerangka Konseptual	17
Gambar 3. 1 Bagan Alir	21

Gambar 4. 1 Hasil Uji Vickers pada Spesimen Tanpa Perlakuan.....29
Gambar 4. 2 Hasil Uji Vickers pada Spesimen yang ditemper pada suhu 750°30
Gambar 4. 3 Hasil Uji Vickers pada Spesimen yang ditemper pada suhu800°31

LAMPIRAN

Lampiran 1. Alat dan Bahan40
Lampiran 2. Proses Penelitian.....43
Lampiran 3. Perhitungan Deformasi Tekan48
Lampiran 4. Rencana Pembelajaran Semester Mata Kuliah Perlakuan Panas53

Lampiran 5. Rencana Pembelajaran Semester Mata Kuliah Pengujian Bahan.....	57
Lampiran 6. Lembar Review Proposal	60
Lampiran 7. SK Pembimbing	61
Lampiran 8. izin penelitian di lab. Metalurgi teknik mesin fakultas teknik	63
Lampiran 9. izin penelitian di lab. Pendidikan teknik mesin.....	64
Lampiran 10. Usul judul	65
Lampiran 11. Permohonan SK Penelitian.....	65
Lampiran 12. Verifikasi pengajuan judul skripsi.....	65
Lampiran 13. Permohonan SK Pembimbing	65
Lampiran 14. Permohonan SK Penelitian.....	65
Lampiran 15. Surat keterangan bebas laboratorium	65
Lampiran 16. Persetujuan Sidang Skripsi.....	65
Lampiran 17. Kartu bimbingan Skripsi	65
Lampiran 18. SK ujian akhir.....	65
Lampiran 19. Bukti perbaikan skripsi.....	65
Lampiran 20. Cek plagiarisme	65

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Industri dunia semakin berkembang pesat seiring berjalannya waktu. Material logam merupakan material yang penting dalam industri di dunia. Logam adalah unsur yang memiliki sifat kerapatan yang relatif tinggi dan toksin bahkan pada konsentrasi rendah. Logam berat merupakan logam yang memiliki massa jenis, berat dan nomor atom yang tinggi. Pada logam berat terdapat unsur *arsenic (As)*, *lead (Pb)*, *Zinc (Zn)*, *iron (Fe)*, *merkuri (Hg)*, *Cadmium (Cd)*, *chromium (Cr)*, *silver (Ag)*, *manganese (Mn)*, *cooper (Cu)* dan unsur golongan platina, salah satu paduan logam berat yang cukup berperan dalam perkembangan Industri adalah logam kuningan. Logam Kuningan (*CuZn*) merupakan campuran dari logam berat tembaga (*Cu*) dan seng (*Zn*). Kandungan tembaga dalam kuningan berkisar 60%-96% dan kandungan seng pada kuningan berkisar 32%-39%. Terdapat berbagai variasi pada warna kuningan dari coklat gelap kemerahan hingga kuning cerah keperakan, tergantung pada presentase seng yang dicampur pada kuningan.

Kuningan tidak sekeras baja tetapi lebih kuat daripada tembaga. Kuningan cukup mudah untuk diubah bentuk, sebagai konduktor yang baik, dan lebih tahan korosi dari air garam. Dikarenakan sifat kuningan tersebut membuat kuningan sering dipakai untuk konstruksi pipa, kawat, mur, radiator dan *casting cardridge* untuk senjata api. Banyak alat musik juga terbuat dari kuningan karena merupakan logam yang sangat mudah dikerjakan dan dapat dibentuk menjadi berbagai bentuk yang tepat yang diperlukan untuk terompet, trombon, dan tuba. Secara kolektif instrumen tersebut, umumnya dikenal sebagai bagian kuningan dari sebuah orkestra namun terkadang mudah untuk getas saat pembentukannya. Sifat keuletan menjadi aspek penting untuk membuat hal-hal tersebut. perlakuan panas menjadi salah satu pilihan untuk mengubah sifat mekanik pada logam.

Keuletan (*ductility*) adalah satu sifat material yang digambarkan dengan besar deformasi plastis dapat menahan kekuatan hingga terjadinya patah atau dengan menahan deformasi yang disebabkan oleh penetrasi dari penekanan

permukaan. Material *ductile* harus memiliki sifat lentur dan kuat. Keuletan biasanya diukur dengan periode pada persentase keregangannya. Kualitas suatu bahan dapat di nilai dari tingkat keuletan, namun hubungan langsung antara *ductility* dengan perilaku dalam pemakaian bahan tidak berpengaruh.

Salah satu perlakuan panas yang digunakan untuk mengubah sifat keuletan logam adalah *Tempering*. *Tempering* pada logam menjadikan sifat *martensit* yang mudah getas diubah menjadi *ferit* atau *bainit* pada logam. *Tempering* dilakukan untuk baja yang sebelumnya dinormalisasi. Menurut Sutjipto (2020) dan Purnomo (2019) perlakuan *tempering* dilakukan dengan meningkatkan temperatur logam yang lebih rendah dari temperatur fase kristal logam. Kemudian ditahan pada temperatur tersebut sampai titik waktu tertentu, diikuti dengan pendinginan temperatur. Penurunan temperatur dapat berupa pendinginan oleh cairan pendingin atau dengan pendinginan udara.

Pada salah satu jurnal penelitian yang ditulis oleh Haryadi pada tahun 2017 mengenai penemperan terdapat teori dimana penemperan dapat menurunkan tingkat kekerasan. namun nilai deformasi maksimum akan naik apabila suhu penemperan semakin mendekati temperatur kritis dari logam. Proses penemperan pada baja karbon dapat membentuk martensit untuk menambah atau mengurangi kekerasan baja.

Dari uraian diatas, maka penulis memiliki pertanyaan apakah penemperan juga akan berpengaruh pada keuletan dan kekerasan dari logam kuningan dan bagaimana pengaruh suhu penemperan dapat mempengaruhi keuletan dari logam kuningan dan peneliti memutuskan akan meneliti tentang bagaimana pengaruh suhu *tempering* pada logam kuningan. Apa bila pengaruh suhu pada logam kuningan maka penelitian ini, penulis beri judul **“Pengaruh Perbedaan Temperatur Pada Perlakuan Panas Tempering Terhadap Tingkat Keuletan Pada Logam Kuningan”** Rumusan masalah dari uraian latar belakang diatas adalah. Analisis perubahan sifat mekanik dari *heat treatment*.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian di atas, identifikasi masalah pada penelitian ini adalah perubahan tingkat keuletan dari logam kuningan sebelum dan sesudah diberi perlakuan panas, Perlakuan panas dipisahkan menjadi beberapa jenis antara lain Pengerasan, penemperan, dan penganilan. Penulis memilih perlakuan panas *Tempering* untuk mencapai sifat mekanik keuletan yang diinginkan. Keuntungan melakukan *Tempering* adalah mengurangi kekerasan pada logam sekaligus meningkatkan keuletan pada logam.

1.3. Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah pada penelitian ini adalah :

- 1.3.1. Kandungan tembaga dan seng yang digunakan adalah 37% seng
- 1.3.2. Logam yang digunakan adalah logam *common brass* (kuningan)
- 1.3.3. Suhu penemperan adalah 750 dan 800 ° C
- 1.3.4. Metode perlakuan yang digunakan adalah *Tempering*

1.4. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, rumusan masalah pada penelitian ini adalah Apakah pengaruh perubahan temperatur pada saat proses *Tempering* terhadap deformasi dan tingkat keuletan pada logam kuningan?

1.5. Tujuan penelitian

Berdasarkan uraian dari latar belakang, tujuan penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh dari perubahan temperatur pada saat proses *Tempering* terhadap deformasi dan tingkat keuletan pada logam kuningan.

1.6. Manfaat penelitian

Manfaat yang diharapkan pada penelitian ini adalah :

- 1.6.1. Setelah mengetahui pengaruh perbedaan temperatur *Tempering* pada logam kuningan terhadap tingkat keuletan diharapkan dapat mampu memberi pengetahuan lebih mengenai proses *Tempering* .
- 1.6.2. Setelah mengetahui pengaruh perbedaan temperatur *Tempering* pada logam kuningan terhadap tingkat keuletan diharapkan dapat mampu memberi informasi terhadap perlakuan agar dapat Memperoleh benda kerja yang berkualitas baik

- 1.6.3. Setelah mengetahui pengaruh perbedaan temperatur *Tempering* pada logam kuningan terhadap tingkat keuletan diharapkan dapat menjadi acuan dalam pengembangan industri

DAFTAR PUSTAKA

- Anggoro Sotya. (2016) 'Analisis Perlakuan Panas *Tempering* dan Quenching Terhadap Laju Korosi Pada Baja Aisi 420', *Jurnal Teknik Mesin UNISKA* Vol. 01 No. 02.
- Dwi Joko Purnomo ,Sarjito Jokosisworo, Untung Budiarto. (2019) 'Analisa Pengaruh Holding Time *Tempering* Terhadap Kekerasan, Keuletan, Ketangguhan dan Struktur Mikro Pada Baja ST 70', *Jurnal Teknik Perkapalan, vol. 7, no. 1.*
- Haryadi Gunawan Dwi. (2017). Pengaruh Suhu *Tempering* Terhadap Kekerasan , Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro Pada Baja K-460. *Teknik Mesin FT-UNDIP*, 8(5), 5.
- Muhammad Firman, Firda Herlina, Muhammad Hatif Martadinata. (2016) 'Analisa Kekerasan Baja ST 42 Dengan Perlakuan Panas Menggunakan Metode Tagauchi', *Jurnal Teknik Mesin UNISKA* Vol. 01 No. 02.
- Moch. Syaiful Anwar & Efendi Mabruiri (2019) 'Analisis Perlakuan Panas Terhadap Struktur Mikro, Kekerasan dan Ketahanan Oksidasi Suhu Tinggi Pada Baja Tahan Karat *Martensitik* 13Cr3Mo3Ni-Cast', *Ejournal undip Teknik*, 40 (1).
- Pradipta Kumar Jena. (2014) '*Effect of Tempering Temperature on Microstructure, Texture and Mechanical Properties of a High Strength Steel*', *International Journal of Manufacturing, Materials, and Mechanical Engineering*
- Randi Rifnaldi. (2019) 'Pengaruh Pelakuan Panas Hardening dan *Tempering* Terhadap Kekerasan (Hardness) Baja Aisi 1045', *Ranah Research* 6.1
- Slamet Sutjipto. (2020) 'Studi Proses *AusTempering* dan *Tempering* Baja AISI 1095 Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan', Bandung: Prosiding The 11th Industrial Research Workshop and National.
- Syamsuir, Ahmad Lubi, Ferry Budhi Susetyo (2022) 'Karakteristik Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Baja Karbon Sedang Paska Perlakuan Panas *Tempering*', *Jurnak Kajian Teknik Mesin* Vol. 7 No. 1.
- Satrio Herbirowo, dan Bintang Adjiantoro. (2016) 'Pengaruh Perlakuan Panas terhadap Struktur Mikro dan Kekuatan Mekanik Baja Nikel Laterit', *Widyariset* Vol. 2 No. 2.