



PENGARUH *HEAT TREATMENT* TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN NILAI KEKERASAN PEGAS DAUN MOBIL UNTUK MATERIAL BILAH PISAU SEMBELIH

Abdul Choliq*, Ahmad Maulana Soehada Sebayang, Tatang Suryana

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Pamulang

Email: dosen02127@unpam.ac.id

Masuk : 8 Mei 2021

Direvisi : 21 Agustus 2021

Disetujui : 15 September 2021

Abstrak: Limbah pegas daun mobil merupakan salah satu material alternatif untuk pembuatan bilah pisau sembelih hewan. Telah dilakukan berbagai percobaan pembuatan pisau dengan berbagai jenis pegas daun, dan hasilnya cukup beragam. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kelayakan dua jenis pegas daun mobil sebelum dijadikan bilah pisau, yaitu untuk mengetahui perubahan nilai kekerasan dan struktur mikro pegas daun setelah diberi laku hardening dan tempering. Percobaan dilakukan pada dua jenis pegas daun mobil yang berbeda. Metode pemanasan menggunakan arang kayu. Temperatur austenisasi hardening 800°C dan tempering 250°C diukur dengan infrared thermometer. Media pendingin yang digunakan berupa air sumur, oli mesin bekas, dan batang pohon pisang. Pengujian yang dilakukan meliputi uji komposisi kimia, uji kekerasan dan pengamatan struktur mikro. Data pengujian menunjukkan struktur mikro yang terbentuk dari sampel hardening adalah martensit serta adanya karbida krom di sekitar martensit. Nilai kekerasan sampel mencapai 63-68HRC. Pada sampel yang telah ditemper, struktur mikro yang terbentuk adalah martensit dan adanya austenit sisa, kekerasan turun menjadi 54HRC. Dengan demikian disimpulkan bahwa pegas daun dalam penelitian ini dapat direkomendasikan sebagai material alternatif bilah pisau sembelih. Karena kekerasan dan struktur mikro yang terbentuk mendekati pisau sembelih buatan pabrik yang umumnya berstruktur mikro martensit dan austenit sisa serta nilai kekerasan 56HRC. Hasil penelitian ini akan dipublikasikan dalam bentuk jurnal atau prosiding baik nasional maupun internasional dan luarannya dapat diproses dalam kekayaan intelektual lain jika diperlukan.

Kata Kunci: Pisau sembelih, pegas daun mobil, hardening, tempering.

Abstract: Car leaf spring waste is an alternative material for the manufacture of animal slaughter blades. Various experiments in making knives with various types of leaf springs have been carried out, and the results are quite mixed. The purpose of this study was to determine the feasibility of two types of mobile leaf springs before being used as blades, namely to determine changes in the value of hardening and microstructure of leaf springs after being given hardening and tempering practices. Experiments were carried out on two different types of car leaf springs. The heating method uses wood charcoal. The hardening austenizing temperature of 800°C and tempering 250°C were measured by an infrared thermometer. The cooling media used are well water, used engine oil, and banana tree trunks. The tests carried out include chemical composition tests, hardness tests and microstructure observations. The test data shows that the microstructure formed from the hardening sample is martensite and the presence of chromium carbide around the martensite. The sample hardness values reached 63-68HRC. In the tempered sample, the microstructure formed was martensite and the presence of residual austenite, the hardness decreased to 54HRC. Thus it is concluded that the leaf springs in this study can be recommended as an alternative material for slaughtering blades. Because the hardness and microstructure formed is close to factory-made slaughtering blades, which generally have a martensite and residual austenite microstructure and a hardness value of 56HRC. The results of this research will be published in the form of journals or proceedings both nationally and internationally and the output can be processed in other intellectual property if necessary.

Keywords: Slaughter knife, car leaf spring, hardening, tempering.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang berpenduduk lebih dari 270 juta jiwa memerlukan hewan potong dalam jumlah besar untuk pemenuhan konsumsi daging. Dengan mayoritas penduduk beragama islam, kebutuhan hewan kurban pada hari raya Idul Adha juga besar. Data yang dirilis Kementerian Pertanian menunjukkan peningkatan kebutuhan hewan kurban di Indonesia dalam 5 tahun terakhir [1-2].

Tabel 1. Kebutuhan hewan qurban 2016-2020

No	Jenis Hewan	Tahun				
		2016	2017	2018	2019	2020
1.	Sapi	279.221	440.323	342.261	376.487	541.568
2.	Kerbau	7.535	9.851	11.781	12.958	15.653
3.	Kambing	650.583	755.288	650.990	716.089	852.212
4.	Domba	82.438	227.479	219.252	241.178	392.185
	Total	1.019.777	1.432.940	1.224.284	1.346.712	1.260.591

Sumber: Kementan RI, 2020, katadata.co.id

Meningkatnya kegiatan penyembelihan hewan membuka peluang pembuatan pisau sembelih yang berkualitas. Mayoritas masyarakat di Indonesia menggunakan pisau lokal dalam kegiatan penyembelihan hewan. Pisau lokal atau yang lebih dikenal dengan golok dibuat oleh tukang pandai besi dengan memanfaatkan limbah-limbah baja, seperti limbah baja pegas daun, bearing, sling, dan cakram rem sepeda motor. Yang menjadi masalah, karakteristik material seperti kemampukerasan serta kesudian tempa limbah baja tersebut belum diketahui, sehingga perlu kajian secara ilmiah untuk mengetahuinya.

Dalam pengelolaan hewan potong terdapat berbagai pisau yang memiliki fungsi khusus untuk penyembelihan saja, tidak untuk operasi yang lain. Kekerasan bilah pisau sembelih umumnya mencapai 58 HRC [3]. Bahan bilah pisau diusahakan dari jenis baja tahan karat agar menghindarkan pencemaran logam pada daging [4]. Komposisi kimia material yang terdiri dari berbagai unsur padamu besi sangat mempengaruhi pembentukan karakter bilah pisau yang tangguh (keras dan memiliki keuletan) tahan berkarat. Karbon sebagai unsur paduan Fe meningkatkan kekerasan baja. Mangan menambah kekuatan tarik, *hardenability* dan ketahanan aus. Si membentuk ferit untuk meningkatkan batas luluh baja, kekerasan dan elastisitas [5,6,7,8]. Tabel 1 dan 2 menunjukkan beberapa contoh baja untuk *spring*.

Tabel 2. Chemical Composition of Hot Rolled Si Alloy Spring Steels [9]

Specification	Designation	UNS No.	Steel No.	Weight, %, max, Unless Otherwise Specified								
				C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo	Others
GB/T 18983-2003	Grade FDSiMn	...	...	0.56 - 0.64	0.60 - 0.90	1.50 - 2.00	0.035	0.040	...	...	...	Cu 0.25
	Grade TDSiMn	...	...	0.56 - 0.64	0.60 - 0.90	1.50 - 2.00	0,035	0.040	...	...	...	Cu 0.25
JIS G 4801:2011	Grade SUP6	...	...	0.56 - 0.64	0.70 - 1.00	1.50 - 1.80	0.020	0.030	...	...	...	Cu 0.30

Sumber: *Handbook of Comparative World Steel Standards ASTM DS 67 B* [Book] 5th-Ed, Chapter 9, P.618, 2016

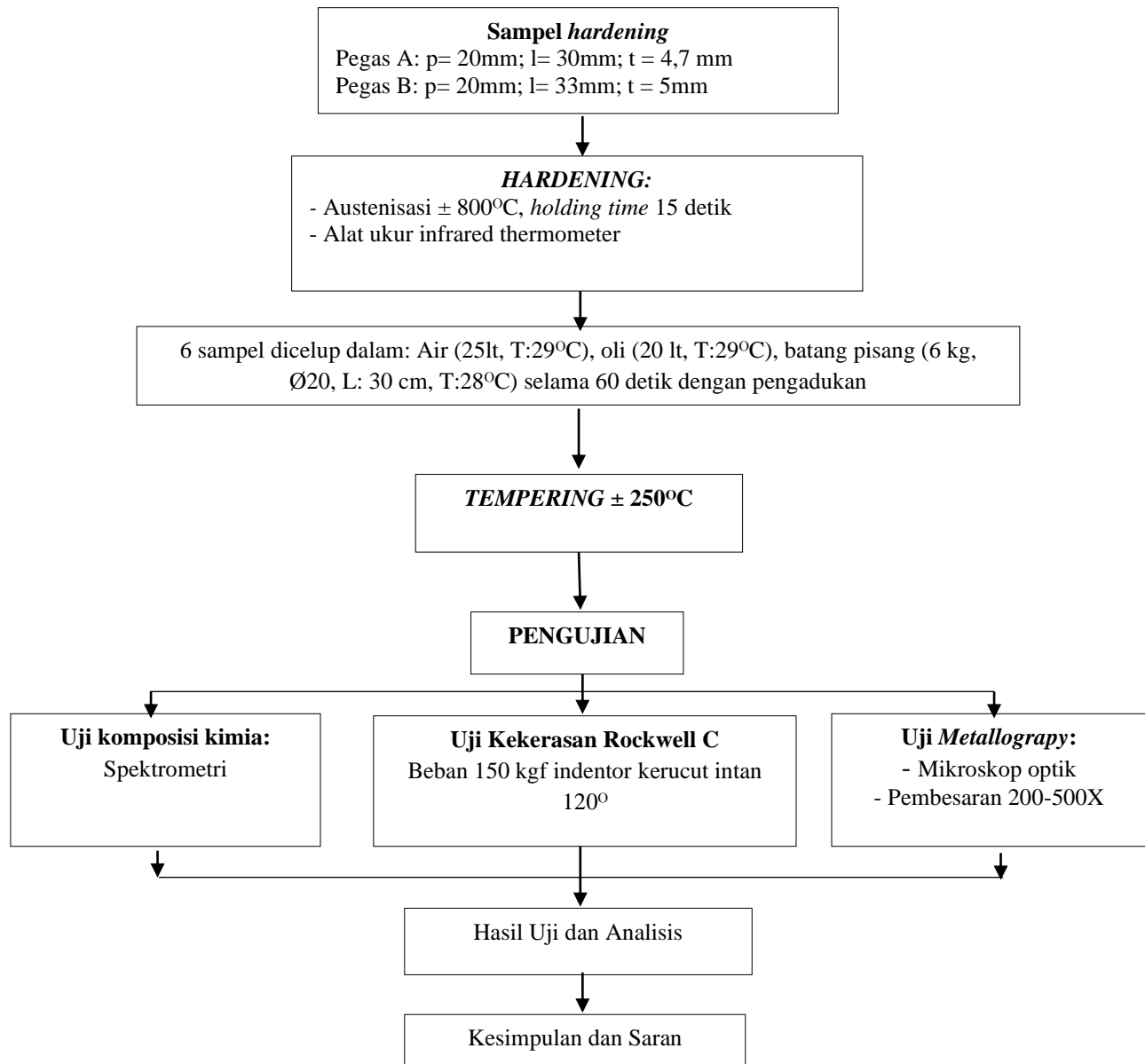
Tabel 3. *Chemical Composition Of Hot Rolled Cr-Mo Alloy Spring Steels [9]*

Specification	Designation	UNS No.	Steel No.	Weight, %, max, Unless Otherwise Specified								
				C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo	Others
EN 10089:2002	60CrMo3-1	...	1.7239	0.56 - 0.64	0.70 - 1.00	0.40	0.02 5	0.02 5	0.70 - 1.00	...	0.06 - 0.15	(Cu+10xSn) ±0.60
	60CrMo3-2	...	1.7240	0.56 - 0.64	0.70 - 1.00	0.40	0.02 5	0.02 5	0.70 - 1.00	...	0.15 - 0.25	(Cu+10xSn) ±0.60
	60CrMo3-3	...	1.7241	0.56 - 0.64	0.70 - 1.00	0.40	0.02 5	0.02 5	0.70 - 1.00	...	0.25 - 0.35	(Cu+10xSn) ±0.60
ISO 683-14:2004	Type 60CrMo3-3	...	...	0.56 - 0.64	0.70 - 1.00	0.40	0.02 5	0.03 0	0.70 - 1.00	...	0.25 - 0.35	(Cu+10xSn) 0.60
JIS G 4801:2011	Grade SUP13	...	...	0.56 - 0.64	0.70 - 1.00	0.15 - 0.35	0.03 0	0.03 0	0.70 - 1.00	...	0.25 - 0.35	Cu 0.30

Sumber: *Handbook of Comparative World Steel Standards ASTM DS 67 B [Book] 5th-Ed, Chapter 9,P.619, 2016*

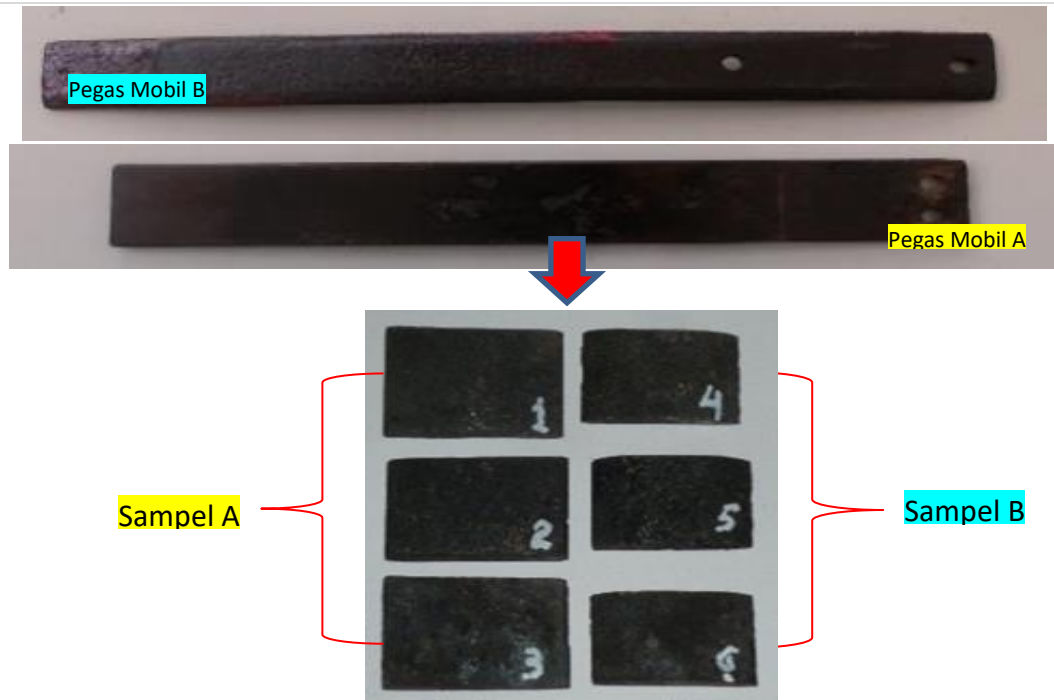
Pegas daun cukup beragam jenis dan dimensinya, sesuai dengan jenis mobil yang menggunakannya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan struktur mikro dan nilai kekerasan sampel dua pegas daun penelitian setelah hardening dengan temperatur austenisasi 800°C dan tempering 250°C dengan menggunakan media pemanas api arang kayu, media pendingin air, oli dan batang pisang dan dilanjutkan dengan laku tempering. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan apakah baja pegas daun tersebut dapat direkomendasikan sebagai material bilah pisau. Hasil penelitian akan dipublikasikan dalam bentuk jurnal atau prosiding agar menjadi sumbangan ilmu pengetahuan untuk khalayak.

METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Material yang diteliti berupa pegas daun Mobil A dan Mobil B yang dipotong seperti dalam gambar 4. Satu sampel dari pegas A dan B diuji tanpa melalui hardening-tempering (raw material). Sedangkan tiga sampel dari diberi laku hardening dan tempering.



Gambar 2. Sampel setelah dipotong

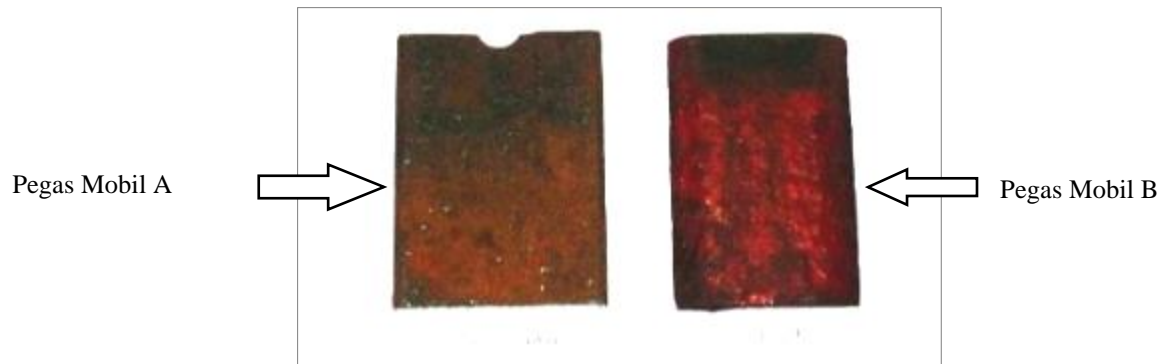
Sampel A berimensi (p x l x t) 33mm x 20mm x 1,7mm sedangkan sampel pegas B berdimensi (p x l x t) 30mm x 20mm x 1,5mm. Pengujian awal yang dilakukan adalah uji komposisi kimia untuk mengetahui kadar karbon kedua jenis pegas sebagai acuan dalam menentukan temperatur austenisasi saat pemanasan untuk hardening.

Peralatan pengapian terdiri dari blower dengan Ø pipa outlet 2", tungku batu bata, arang kayu, korek api, penyapu debu, pengumpan arang. Peranti penyepuhan sampel baja antara lain drum berisi air sumur ± 25liter temperatur 29°C, wadah logam berisi oli bekas ±20liter temperatur 30°C, dua potongan batang pisang Ø20cm dan panjang 20cm temperatur 26,5°C. Sampel *hardening* ditimbun dalam bara api hingga mencapai temperatur 800°C, *holding time* ± 15 detik, kemudian sampel diangkat dan *diquench*. Dua sampel *diquench* dengan air, dua sampel *diquench* dengan oli bekas, dan dua sampel *diquench* dengan batang pisang. Sampel-sampel dipanaskan kembali hingga temperatur 250°C dan dipertahankan selama ±15 detik kemudian didinginkan di udara.

Prosedur pelaksanaan preparasi spesimen meliputi pemotongan, pembersihan, pengamplasan, pemolesan, dan etsa dengan nital 2%. Pengujian kekerasan menggunakan metode Vickers pada bagian dalam specimen, dan bagian luar specimen dilakukan menggunakan metode Rockwell C. Pengujian metalografi menggunakan mikroskop optik dengan perbesaran 50 x - 500 x.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Gambar 3 di bawah ini menampilkan foto makro dari 2 potongan pegas daun kendaraan mobil yang berbeda (A dan B) untuk diuji dan diketahui struktur mikro serta nilai kekerasannya. Pemeriksaan dan pengujian terhadap kedua jenis pegas daun tersebut meliputi pemeriksaan visual, struktur mikro (metalografi), dan kekerasan (hardness).



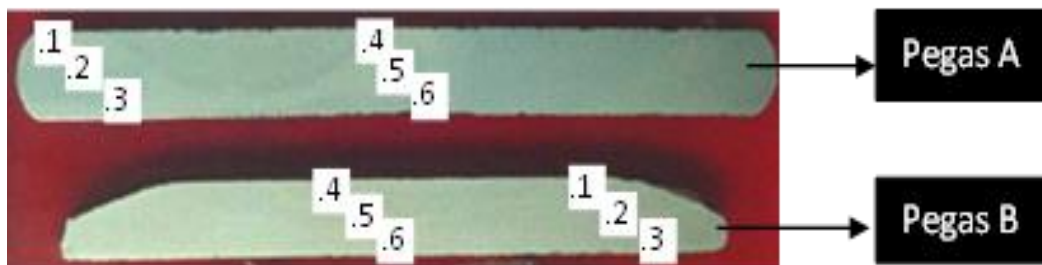
Gambar 3. Foto Makro Material

Hasil uji komposisi kimia pada tabel 4 menampakkan bahwa kedua pegas sama-sama memiliki kadar karbon sedang mendekati tinggi, Pada pegas B unsur paduan yang dominan adalah Si dan Mn. Pada Pegas A Cr lebih dominan.

Tabel 4. Komposisi Kimia

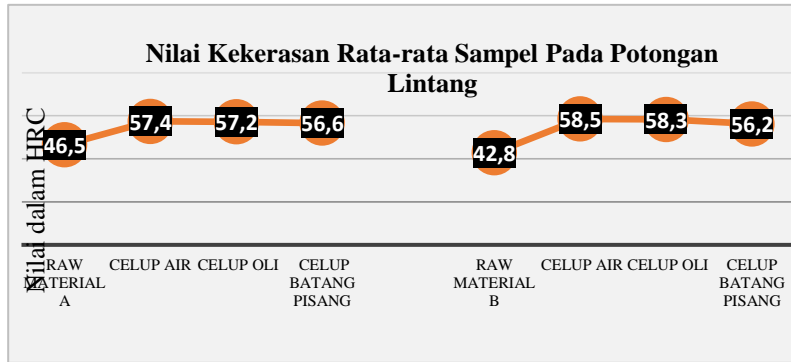
No	Material	Jumlah Unsur Dalam %												
		Fe	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Cu	Al	V	S	P	Co
1.	Pegas A	97	0,58	0,2	0,77	0,82	0,09	0,04	0,14	0,03	0,008	0,007	0,03	0,03
2.	Pegas B	96	0,67	1,8	0,84	0,14	0,05	0,01	0,07	0,01	0,006	0,02	0,02	0,03

Uji Kekerasan pada potongan lintang/bagian dalam spesimen (gambar 7) dan sisi luar sampel (gambar 9). Adapun hasil uji pada potongan lintang dapat dilihat pada (tabel 5).



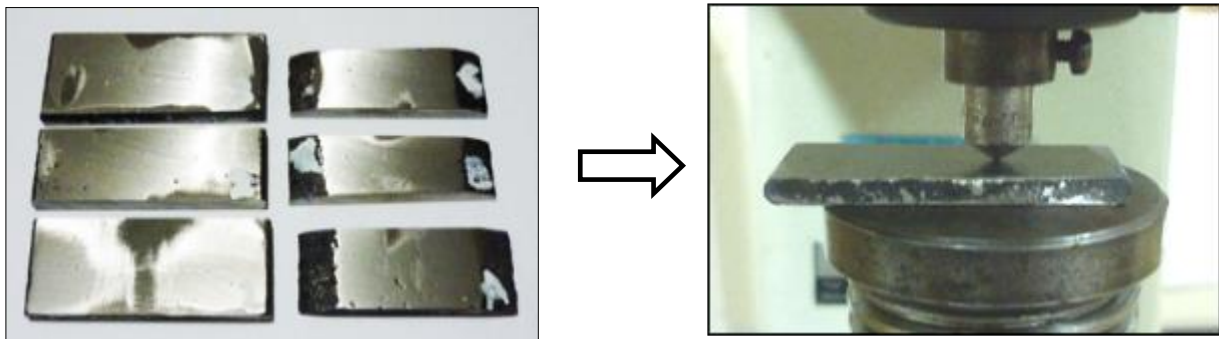
Gambar 4. Daerah indentasi dengan Vickers

Pada grafik (gambar 4) tampak bahwa raw material pegas A memiliki kekerasan $\pm 46,5$ HRC. Setelah *hardening* dengan austenisasi $\pm 800^{\circ}\text{C}$ *quench* air, oli dan batang pisang dilanjutkan temper pada temperatur $\pm 250^{\circ}\text{C}$, terjadi kenaikan kekerasan. Pada sampel *quench* air kekerasan naik menjadi 57,4 HRC. Sampel *quench* oli naik 57,2 HRC. Sampel *quench* batang pisang naik menjadi 56,6HRC. Sedangkan pada raw material pegas B memiliki kekerasan $\pm 42,8$ HRC. Setelah *hardening* dengan austenisasi $\pm 800^{\circ}\text{C}$ *quenching* air, oli dan batang pisang dilanjutkan dengan temper temperatur $\pm 250^{\circ}\text{C}$, maka terjadi kenaikan kekerasan dengan nilai yang bervariasi. Pada sampel *quenching* air naik menjadi 58,5HRC, sampel *quenching* oli naik menjadi 58,3 HRC dan sampel *quenching* batang pisang naik 56,2HRC.



Gambar 4. Grafik perubahan nilai kekerasan potongan lintang sampel

Perubahan kekerasan sampel tertinggi terjadi pada sampel yang dicelup pada air. Air lebih encer dan bersih dibandingkan dengan oli, dengan demikian akan mengakibatkan laju pendinginan yang cepat, membentuk martensit yang lebih banyak dan menjadikan sampel memiliki kekerasan paling tinggi dibandingkan sampel yang dicelup dalam oli. Oli bekas yang digunakan sebagai media quenching lebih kental dan kotor, hal ini tentu menghambat laju pendinginan, sehingga martensit yang terbentuk berkurang, dan nilai kekerasan sampel menjadi lebih rendah daripada sampel yang dicelup dalam air. Sampel yang diquench pada batang pisang memiliki nilai kekerasan paling rendah dibandingkan sampel dengan quenching air maupun oli. Quenching pada batang pisang dilakukan dengan membenamkan sampel pada batang pisang tanpa diikuti pengadukan. Pendinginan yang terjadi berlangsung alamiah (natural). Berbeda dengan sampel yang dicelup pada air dan oli disertai pengadukan, pendinginannya berlangsung secara paksa. Selain itu, volume air pada batang pisang terbatas, tidak sebanyak air dan oli yang ditempatkan dalam wadah. Kedua faktor inilah yang memperlambat laju pendinginan sampel, sehingga kekerasan yang terbentuk menjadi lebih rendah.

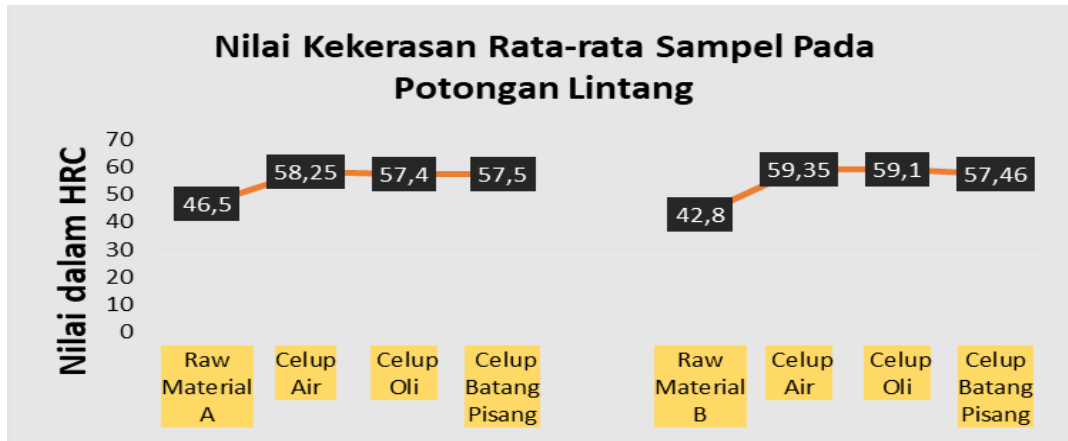


Gambar 5. Sampel uji kekerasan Rockwell C

Gambar 5 menunjukkan sampel *heat treatment* yang diindentasi sisi luarnya dengan diamond Rockwell C pada 6 titik dan diambil rata-rata. Nilai kekerasan tersebut ditampilkan dalam tabel 6. Perubahan nilai kekerasan rata-rata setiap sampel ditunjukkan pada grafik (gambar 6). Pada sisi luar semua sampel terjadi peningkatan nilai kekerasan setelah *hardening-tempering*. Kekerasan Raw material pegas A 46,5 HRC. Sampel quench air kekerasannya meningkat 58,25HRC. Sampel quench oli meningkat 57,4HRC. Sampel quench batang pisang meningkat kekerasannya namun di bawah level sampel quench air dan oli, yaitu hingga 57,5HRC. Raw material pegas B memiliki kekerasan 46,5 HRC, setelah *hardening-tempering* semua sampel meningkat kekerasannya.

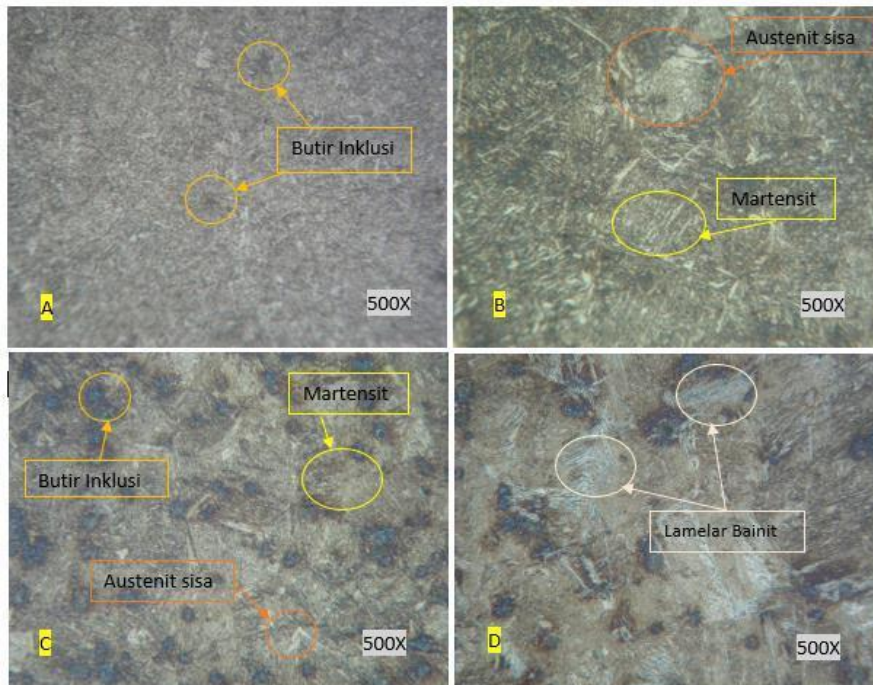
Sampel quench air meningkat menjadi 58,25HRC. Sampel quench oli meningkat menjadi 57,4HRC. Sampel quench batang pisang meningkat hingga 57,5HRC. Dengan temperatur austenisasi dan temper yang sama, quenching air memiliki efek pengerasan paling tinggi, disusul oli, dan batang pisang.

Perbedaan nilai kekerasan juga ditunjukkan dari hasil pengujian kekerasan pada sisi luar sampel. Air memiliki tingkat keenceran yang lebih daripada oli nyata memberikan efek pendinginan yang lebih cepat dan mendorong terbentuknya martensit yang lebih dominan dan memberi efek pegerasan yang paling optimum [10-11]. Sementara oli yang lebih kental memberikan efek pengerasan di bawah air. Batang pisang yang memiliki kandungan air yang lebih sedikit memberikan efek pendinginan yang paling lambat.



Gambar 10. Garfik perubahan kekerasan sampel pada sisi luar

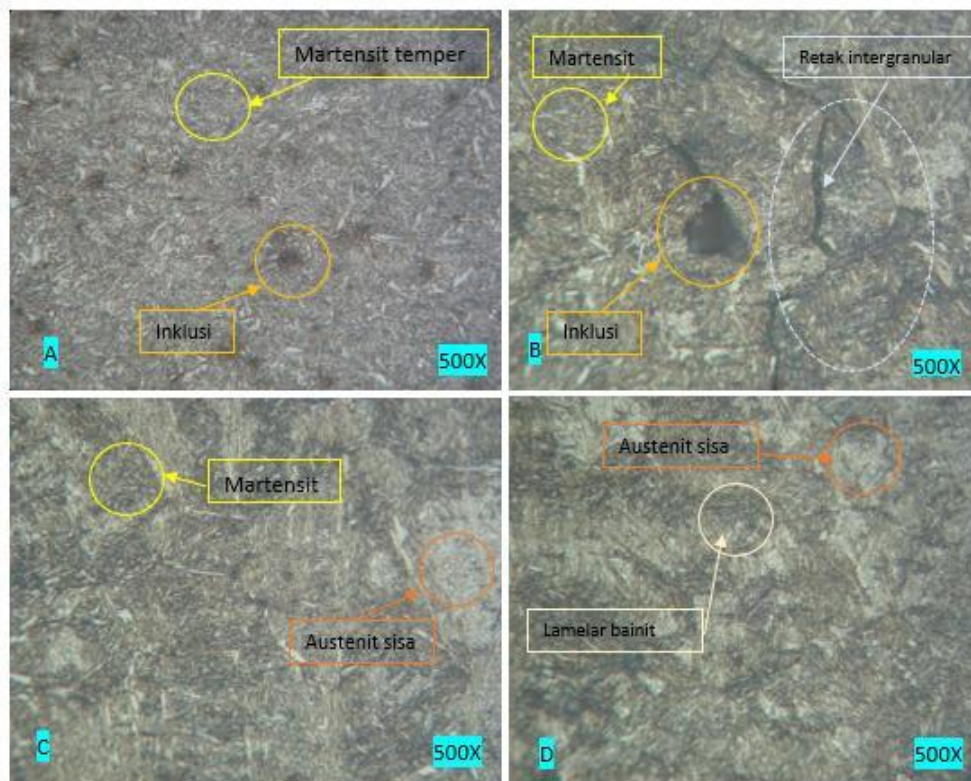
Gambar 7 merupakan foto struktur mikro raw material pegas A dan struktur mikro setelah *heat treatment* dengan perbedaan media pendingin dengan perbesaran 500X.



Gambar 7. Struktur mikro pegas A sebelum dan setelah *heat treatment*

Pada raw material pegas A (A), tampak struktur matrik martensit temper berupa butir yang halus menyebar rata, hal ini dikarenakan pada proses produksi pegas sebenarnya telah dilakukan heat treatment untuk merancang sifat mekaniknya. Butir inklusi yang tampak adalah bawaan material pada saat proses pemurnian. Pada sampel hardening austenit $\pm 800^{\circ}\text{C}$, quenching air (B), dan temper $\pm 250^{\circ}\text{C}$ berstruktur martensit dominan karena efek pendinginan yang cepat bahkan mengakibatkan retak (crack). austenit sisa muncul dari efek pendinginan, hal ini dianggap wajar karena tidak mungkin 100% berupa martensit. Sampel hardening austenit $\pm 800^{\circ}\text{C}$, quenching oli (C), dan temper $\pm 250^{\circ}\text{C}$ berstruktur martensit serta muncul austenit sisa dengan ukuran yang lebih besar dalam jumlah lebih banyak, hal ini dikarenakan laju pendinginan yang berlangsung lebih lambat daripada sampel yang dicelup dalam air. Sampel hardening austenit $\pm 800^{\circ}\text{C}$, quenching batang pisang (D), dan temper $\pm 250^{\circ}\text{C}$ tampak struktur martensit dengan jumlah yang berkurang, muncul lamelar bainit, struktur yang lebih lunak daripada martensit. Ini menandakan bahwa pendinginan dengan batang pisang berlangsung lebih lambat sehingga fase yang terbentuk sampai pada daerah fasa yang lunak, yaitu lamelar bainit.

Gambar 8 berikut ini adalah foto struktur mikro raw material pegas B dan struktur mikro setelah heat treatment dengan perbedaan media pendingin dengan perbesaran 500X.



Gambar 8. Struktur mikro pegas B sebelum dan setelah heat treatment.

Pada raw material pegas B (A), terbentuk struktur yang hampir sama dengan pegas A (A) yaitu matrik martensit temper berupa butir halus menyebar rata serta butir inklusi. Struktur ini terbentuk karena proses bawaan dari pabrik. Pada sampel *hardening* dengan austenit $\pm 800^{\circ}\text{C}$, quench air (B) dan ditemper $\pm 250^{\circ}\text{C}$ berstruktur martensit serta adanya austenit sisa, tampak keretakan berjenis *intrgranular*. Sampel *hardening* austenit $\pm 800^{\circ}\text{C}$, quench oli (C) dan temper $\pm 250^{\circ}\text{C}$ berstruktur martensit dan austenit sisa dengan ukuran yang lebih besar dan jumlah yang lebih banyak, seperti pada sampel A(B). Sampel *hardening* austenit $\pm 800^{\circ}\text{C}$, quench batang pisang (D) dan temper $\pm 250^{\circ}\text{C}$ berstruktur mirip sampel A(C), yaitu martensit dengan jumlah semakin berkurang, lamelar merupakan struktur yang lebih lunak daripada martensit menandakan laju pendinginan yang lambat.

Dari penelitian *heat treatment* dengan tiga jenis media pendingin tersebut diketahui bahwa air memberikan efek pendinginan yang lebih dibanding oli maupun batang pisang. Namun efek *quench* air memicu munculnya

keretakan sampel. Penyepuhan bilah dilakukan pada tahap akhir pembuatan bilah. Maka jika terjadi keretakan atau patah akan menjadikan gagal produksi.

KESIMPULAN

Melalui *hardening* dengan austenisasi 800°C dan media pendingin air, oli, dan batang pisang dan tempering dengan pemanasan 250°C terhadap sampel pegas A dengan kadar C 0,58% dan pegas B dengan kadar C 0,67% menyebabkan transformasi sbb:

1. Kekerasan pada sampel A maupun B, perubahan tertinggi dicapai pada sampel quenching air, yaitu hingga $\pm 58\text{HRC}$ pada bagian dalam dan $\pm 57\text{HRC}$ pada bagian luar. Pada sampel dengan quench oli mencapai $\pm 57\text{HRC}$ pada bagian dalam dan $\pm 57\text{HRC}$ pada bagian luar. Sampel dengan quenching batang pisang mencapai $\pm 57\text{HRC}$ pada bagian dalam dan $\pm 56\text{HRC}$ pada bagian luar.
2. Struktur mikro raw material kedua pegas yang semula berupa martensit temper berubah menjadi martensit dengan austenit sisa, serta munculnya lamelar pada sampel dengan quenching batang pisang. Quenching dengan air menimbulkan retak intergranular pada sampel. Maka kurang sesuai untuk media pendingin dalam penyepuhan bilah pisau.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Pertanian Republik Indonesia, Kementan Siapkan 1,7 Juta Ekor Hewan Kurban, Pastikan Stok Cukup [Artikel], <https://www.pertanian.go.id/home/?show=news&act=view&id=4873>
- [2] Badan Pusat Statistik (2018). Jumlah Ternak Dipotong di RPH dan Luar RPH Yang Dilaporkan (Report) BPS Statistic Indonesia. <https://www.bps.go.id>
- [3] Asnawi (2015). *Menyiapkan Peralatan Penyembelihan*. Badan Penyuluhan Dan Pengembangan Sdm Pertanian.
- [4] Drh. Heris Kustiningsih, MSc, Teknik Memilih Dan Mengasah Pisau Modul Ajar], Kementerian Pertanian Badan Penyuluhan dan Pengembangan Sumberdaya Manusia Pertanian. Balai Besar Pelatihan Kesehatan Hewan (BBPKH) Cinagara-Bogor 2020. <https://janaaha.com/wp-content/uploads/2020/07/BA-Teknik-Memilih-dan-Mengasah-Pisau-ok-1.pdf>
- [5] Anrinal (2003). *Metalurgi Fisik [Book]*. ANDI Jogjakarta.
- [6] Dody Prayitno (2010), Teknologi Rekayasa Material, Penerbit Universitas Trisaksti, Jakarta.
- [7] Syamsul Hadi (2016), Teknologi Bahan, Penerbit Andi, Jogjakarta.
- [8] Tata Surdia, Shinroku Saito (2013). *Pengetahuan Bahan Teknik [Book]*. - Jakarta timur : PT. Balai Pustaka - p. 70.
- [9] Bringas, John E.(2016). *Handbook of Comparative Word Steel Standards ASTM DS 67 B [Book]* 5th-ed. P;618-619, USA ; ASTM International, 2016.
- [10] Prihanto Trihutomo (2015). *Analisa Kekerasan Pada Pisau Berbahan Baja Karbon Menengah Hasil Proses Hardening Dengan Media Pendingin Berbeda [Journal]* Jurnal Teknik Mesin, Tahun 23 No. 1. - [s.l.] Universitas Negeri Malang.
- [11] Roymons Jimmy Dimu, Denny Widhiyanuriyawan (2014). *Optimasi Hardening Baja Karbon Sedang dengan Fluida Getah Pohon Pisang Menggunakan Metode Taguchi*. Jurnal Rekayasa Mesin Vol.5 No.2 Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang. ISSN 0216-468X.