EISSN: 2686-5416

TEKNIKA: Jurnal Teknik
VOL. 7 NO. 2

PENGARUH VARIASI SUHU TEMPERING 200ºC 400ºC 600ºC TERHADAP KEKERASAN DAN KETANGGUHAN BAJA JIS G4801 SUP 9

Septian Pranata*, Asmadi, Tarmizi Husni**, Reny Afriany****
**Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Mesin, Universitas IBA*
***Dosen Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Mesin, Universitas IBA*
e-mail: asmadilby@gmail.com

ABSTRAK
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi suhu tempering terhadap kekerasan dan ketangguhan baja karbon medium SUP 9 yang dilakukan proses tempering. Spesimen dibagi menjadi 2 bagian yaitu spesimen tanpa perlakuan dan spesimen dengan perlakuan pemanasan pada suhu 850ºC dengan waktu penundaan 1 jam, kemudian di quench air. Proses ini menghasilkan baja yang keras, rapuh dan getas. Kemudian spesimen tersebut di temper kembali dengan variasi suhu temper 200ºC, 400ºC dan 600ºC dengan waktu penundaan 30 menit dan selanjutnya dilakukan pendinginan udara. Dengan memanaskan kembali baja tersebut maka akan didapatkan baja yang mempunyai kekerasan yang lebih rendah dari baja yang dilakukan pemanasan pada suhu 850ºC, tetapi mempunyai nilai ketangguhan yang lebih besar dibandingkan dengan baja yang di panaskan pada suhu 850ºC. Dari hasil pengujian menunjukkan nilai kekerasan paling rendah yaitu pada suhu temper 600ºC. Dari hasil pengujian impak menunjukkan nilai ketangguhan bahan paling rendah yaitu pada suhu temper 200ºC. Hal ini menunjukkan semakin besar suhu temper yang digunakan maka semakin menurun kekuatan tariknya dan sebaliknya semakin besar suhu temper yang digunakan maka semakin besar pula nilai ketangguhan baja tersebut. Sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai kekerasan dan ketangguhan baja setelah ditemper berbanding terbalik.

Kata Kunci: *quenching*, suhu *tempering*, kekerasan, ketangguhan.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang.

Seiring dengan perkembangan dunia industri yang semakin maju, mendorong pelaku dunia industri untuk meningkatkan kebutuhan penggunaan dari hasil pengerasan baja yang dibutuhkan konsumen. Perkembangan teknologi terutama dalam pengerasan logam mengalami kemajuan yang sangat pesat. Untuk memenuhi tuntutan konsumen dalam teknik pengerasan logam ini peneliti mencoba mengangkat permasalahan pengerasan logam pada baja JIS G4801 SUP 9. Alasan yang mendasari penelitian ini, karena baja tersebut banyak dipergunakan dalam bidang teknik atau industri. Baja ini memiliki kekerasan yang tinggi sehingga cocok untuk komponen yang membutuhkan kekerasan, keuletan, maupun ketahanan terhadap gesekan. Untuk menghasilkan suatu produk yang menuntut keuletan dan tahan terhadap gesekan perlu dilakukan proses pemanasan ulang atau temper. Tujuan dari penemperan adalah untuk meningkatkan keuletan dan mengurangi kerapuhan. Pengaruh dari suhu temper dan lamanya waktu penemperan ini akan menurunkan tingkat kekerasan dari suatu logam. Kekerasan merupakan sifat ketahanan dari bahan terhadap penekanan. Kekerasan dalam penelitian ini adalah ketahanan dari baja JIS G4801 SUP 9 terhadap penekanan dari hasil pengujian *vickers.*

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

a) Mengetahui dan mendapatkan nilai kekerasan dan ketangguhan dengan variasi suhu *tempering*.
b) Dapat mengetahui hubungan kekerasan dan ketangguhan dengan temperatur *temper*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Baja adalah besi karbon campuran logam yang dapat berisi konsentrasi dari elemen campuran lainnya ada ribuan campuran logam lainnya yang mempunyai perlakuan bahan dan komposisi berbeda. Unsur paduan baja terdiri dari besi (Fe) dan karbon (C), serta unsur–unsur lain seperti mangan (Mn), silicon (Si), nikel (Ni), vanadium (V), molybdenum (Mo) dan lain sebagainya.

A. Klasifikasi Baja JIS G4801 SUP 9

Baja pegas daun atau JIS G4801 SUP 9 merupakan baja karbon medium yang banyak digunakan sebagai suspensi kendaraan darat, baik untuk kendaraan roda empat maupun roda enam. Komponen ini biasanya terdiri dari beberapa plat datar yang dijepit bersama untuk mendapatkan efisiensi dan daya lenting yang tinggi.

Baja pegas daun merupakan suatu komponen utama yang digunakan untuk meredam getaran atau guncangan yang ditimbulkan oleh eksitasi – eksitasi gaya luar saat kendaraan bergerak. Karena itu komponen ini harus diperhitungkan dengan baik efek negatif terhadap kenyamanan penumpangnya. Bahan pegas daun termasuk dalam golongan baja pegas, yang sebenarnya memiliki kekerasan tinggi.

Tabel 1. Klasifikasi Baja JIS G4801 SUP 9

Bahan	**JIS G4801 SUP 9**					
Komposisi Kimia	C	Si	Mn	P	S	Cr
	0,52 – 0,60	0,15 – 0,35	0,65 – 0,95	Max 0,035	Max. 0,035	0,65 – 0,95

B. Struktur Mikro

Baja dapat dilakupanas agar diperoleh struktur mikro dan sifat yang diinginkan. Struktur mikro dan sifat yang diinginkan tersebut dapat diperoleh melalui proses pemanasan dan pendinginan pada temperatur tertentu. Jika permukaan dari spesimen baja disiapkan dengan cermat dan struktur mikronya diamati dengan menggunakan mikrosop, maka akan tampak bahwa baja tersebut memiliki struktur yang berbeda–beda. Jenis struktur yang ada sangat dipengaruhi oleh komposisi kimia dari baja dan jenis perlakuan panas yang diterapkan pada baja tersebut.

C. Perlakuan Panas (*Heat Treatment*)

Perlakuan panas adalah proses pemanasan dan pendinginan material yang terkontrol dengan maksud merubah sifat fisik untuk tujuan tertentu. Secara umum proses perlakuan panas adalah sebagai berikut:

1). Pemanasan material sampai suhu tertentu dengan kecepatan tertentu pula
2). Mempertahankan suhu untuk waktu tertentu sehingga temperaturnya merata
3). Pendinginan dengan media pendingin (air, oli atau udara).

Proses perlakuan panas pada dasarnya mempunyai beberapa tahapan, dimulai dari pemanasan sampai ke temperatur tertentu, lalu diikuti dengan penahanan selama beberapa menit, baru kemudian dilakukan pendinginan dengan kecepatan tertentu.

Tempering merupakan proses memanaskan kembali baja yang telah dikeraskan. Dengan proses ini, duktilitas dapat ditingkatkan namun kekerasan dan kekuatannya akan menurun, duktilitas dan ketangguhan yang tinggi. Dengan demikian, proses *temper* setelah proses pengerasan akan menjadikan baja lebih bermanfaat karena adanya struktur yang lebih stabil. Pada dasarnya baja yang telah dikeraskan bersifat rapuh dan tidak cocok sampai memenuhi persyaratan. Kekerasan turun, kekuatan tarik akan turun, sedangkan keuletan dan ketangguhan akan meningkat.

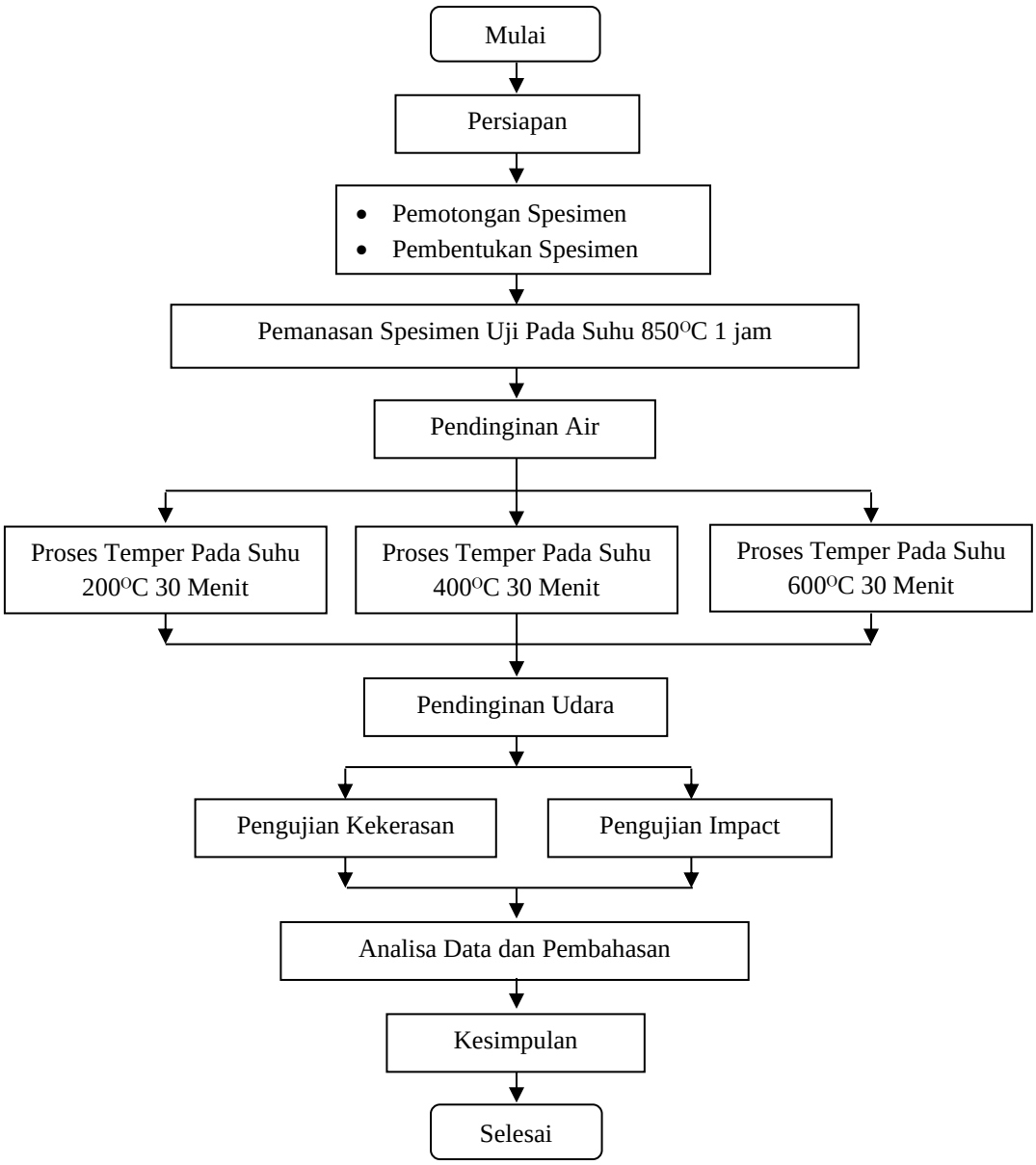
Pada saat tempering proses difusi dapat terjadi yaitu karbon dapat melepaskan diri dari *martensit* berarti keuletan (*ductility*) dari baja naik, akan tetapi kekuatan tarik dan kekerasan

menurun. Sifat – sifat mekanik baja yang telah dicelup dan ditemper dapat diubah dengan cara mengubah temperatur t*empering*.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian

Proses penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada diagram alir berikut ini,



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1. Alat yang digunakan

a) Gerinda potong digunakan untuk pemotongan spesimen yang akan diuji.
b) Mistar digunakan untuk mengukur panjang spesimen yang akan diuji
c) Spidol digunakan untuk menggaris spesimen yang ingin dipotong
d) Amplas digunakan untuk menghaluskan permukaan pada material uji kekerasan
e) Tungku tempering, peralatan ini digunakan untuk proses pemanasan awal dan tempering terhadap spesimen dengan suhu yang telah ditentukan dan waktu penundaan yang telah ditetapkan. Tungku tempering dapat dilihat pada gambar 2.
f) Penjepit spesimen digunakan untuk mengambil spesimen di dalam tungku pemanas

Gambar 3.2. Tungku Tempering

3.2.2. Bahan yang digunakan

Baja merupakan paduan yang terdiri dari besi, karbon, dan unsur paduan lainnya, karbon merupakan unsur paduan terpenting karena dapat meningkatkan kekerasan dan kekuatan baja. Dalam penelitian ini bahan uji yang digunakan adalah baja JIS G4801 SUP 9.

3.3. Pembentukan Spesimen

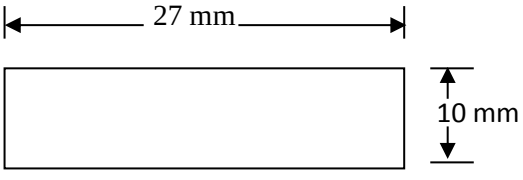
3.3.1. Pemotongan Spesimen

Pemotongan spesimen dilakukan dengan menggunakan gerinda potong. Spesimen yang dipotong pertama untuk pengujian impak dengan panjang 55 mm dan lebar 10 mm, dan untuk pengujian kekerasan dengan panjang 27 mm dan tebal 10 mm. Ukuran spesimen yang dipotong sesuai dengan standarnya masing–masing.

3.3.2. Pembentukan Spesimen

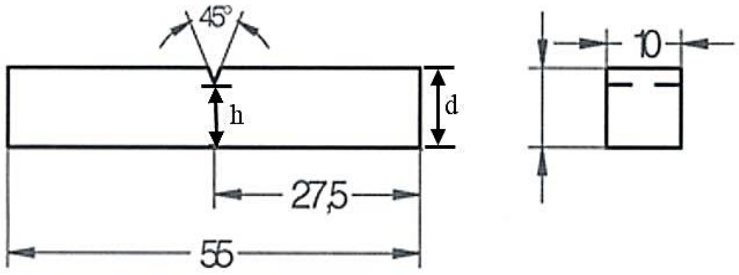
Spesimen uji dibentuk sesuai dengan standar pengujian yang dilakukan, dalam pembahasan kali ini peneliti melakukan dua pengujian yaitu pengujian kekerasan dan pengujian impak.

a) Pembentukan spesimen kekerasan;
Pada proses ini spesimen yang akan dipotong memilki ukuran panjang 27 mm serta dengan ketebalan sebesar 10 mm.



Gambar 3.3. Bentuk Spesimen Uji Kekerasan

b) Pembentukan Spesimen uji impak;
Sama halnya pada pembentukan spesimen untuk pengujian impak, disini spesimen dipotong sesua dengan standar pengujian impak ASTM A370 seperti gambar dibawah ini;



Gambar 3.4. Bentuk Spesimen Uji Impak berdasarkan ASTM A370

3.4. Proses Pengujian

Untuk memenuhi proses penelitian dilakukan tahapan–tahapan yang dilaksanakan untuk memperoleh data–data hasil penelitian. Proses penelitian mencakup sebelum dan sesudah perlakuan panas dalam hal ini tempering sebagai berikut:

a) Sebelum dilakukan proses temper, spesimen tersebut dilakukan perlakuan panas terlebih dahulu dengan suhu 850^{O}C dengan waktu penahanan selama 1 jam, kemudian didinginkan dengan air.
b) Selanjutnya dilakukan proses tempering. Pada proses ini perlakuan panas divariasikan yaitu pada suhu 200^{O}C, 400^{O}C dan 600^{O} dengan waktu penahanan selama ±30 menit. Setelah sampai pada waktu yang ditentukan masing–masing spesimen di dinginkan dengan media pendingin udara sampai mencapai suhu kamar.
c) Setelah dilakukannya proses–proses tersebut maka langkah selanjutnya adalah proses pengujian kekerasan dan pengujian impak

3.4.1. Proses pengujian kekerasan

Untuk mengetahui kekerasan pada masing-masing material. Pengujian kekerasan ini di uji menggunakan alat uji kekerasan *vickers*. Alat uji kekerasan yang digunakan pada penelitian ini adalah Mitutoyo *Micro Vickers Hardnes Testing Machines* HM-200. Standar JIS B 7725 / ISO 6507-2 /ASTM E 384.

Adapun langkah pengujian kekerasan sebagai berikut:
1. Menyiapkan *specimen* benda yang akan diuji.
2. Hidupkan mesin uji kekerasan.
3. Meletakkan benda uji di atas landasan.
4. Menentukan beban utama sebesar 0.5 kgf.
5. Menentukan waktu turun indentor, waktu tekan indentor dan waktu naik indentor.
6. Menentukan titik yang akan diuji.
7. Menekan tombol indentor.
8. Lihat hasil pengujian berupa gambar hasil penekanan lalu ukur panjang dan lebar luas penekanan.
9. Lalu tekan ok maka akan muncul hasil data pengujian

3.4.2. Proses pengujian impak

Pengujian impak dimaksudkan untuk mengetahui kekuatan bahan dalam menerima beban kejut. Pengujian impak dilakukan dengan metode pengujian *charpy*. Pelaksanaan pengujian impak metode *charpy* adalah sebagai berikut:

a) Mengukur ulang luasan benda uji sebelum di bentur dengan alat impak, pengukuran terutama pada lebar dan kedalaman takikan
b) Menaikan pengangkat pembentur sesuai dengan sudut yang telah ditentukan dengan memutar *handle* beban bentur, mengunci pengunci dengan benar.
c) Melepaskan kunci dari pembentur setelah beban berada pada puncak yang telah ditentukan, beban berayun tanpa tahanan dari benda uji.
d) Setelah kembali dari puncak ayunan, dapat dihentikan perlahan–lahan dengan cara di rem.
e) Mencatat jarum penunjuk (merah) pada skala yang benar berapa derajat sudut ayunan pembentur tanpa benda uji (sudut α).
f) Menaikkan pembentur sedikit ke atas.
g) Memasang benda uji pada *anvil*, tepatkan dengan penyenteran dan lepaskan penyenter tersebut jika posisi benda uji sudah benar.
h) Pembentur dinaikan perlahan – lahan dengan memutar *handle* tepat pada sudut yang ditentukan. Kuncikan pengunci pembentur dengan baik.
i) Melepas kunci pembentur
j) Biarkan pembentur bergerak jangan menarik *handle* pengereman, karena hal ini akan sangat berpengaruh pada ketelitian hasil pengujian.
k) Setelah pembentur berayun mematahkan benda uji, pembentur dapat dihentikan dengan mengerem secara perlahan – lahan.
l) Mencatat jarum penunjuk pada skala yang benar sebagai sudut β.
m) Memfoto penampang patahan benda uji.
n) Selesai

a). Mesin Uji Kekerasan Vickers ASTM E 384 b). Mesin Uji Impak Metode *Charpy*

Gambar 3.5. Mesin Uji yang digunakan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Hasil Pengujian Kekerasan

Dari uji kekerasan yang telah dilakukan dengan alat uji kekerasan *vickers*, yang mana bahan tersebut telah mengalami proses tempering dengan suhu temper yang bervariasi dan waktu penundaan yang sama. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya kekerasan dari bahan percobaan dengan cara memberikan beban pada bahan tersebut. Hasil pengujian kekerasan yang ditunjukan dari data–data sebelumnya, terjadi penurunan kekerasan pada proses tempering,

semakin besar suhu temper yang diberikan maka besar nilai kekerasannya semakin menurun hal ini terjadi karena perubahan struktur mikro pada baja apabila dilakukan pemanasan, namun komposisi kimia bahan tersebut tidak berubah, hal inilah yang membuat kekerasan pada baja mengalami perubahan yang mempengaruhi sifat baja bukanlah kadar karbon atau paduannya sendiri, tetapi yang lebih penting adalah struktur mikro. Baja dengan komposisi kimia yang sama dapat mempunyai sifat yang berbeda bila struktur mikronya berbeda.

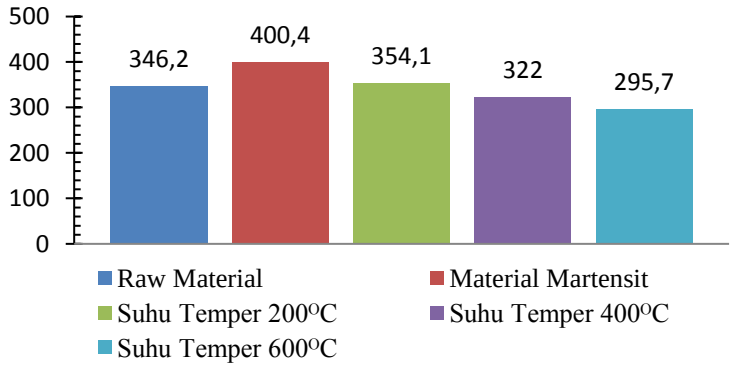
Nilai kekerasan dipengaruhi dengan kecepatan pendinginan, hal ini terbukti dengan meningkatnya harga kekerasan setelah di *quench* air. Harga kekerasan yang tinggi biasanya disertai kegetasan, untuk mengurangi kegetasan adalah dengan mengurangi nilai kekerasan dengan cara di temper. Pada proses temper dengan variasi suhu temper 200^{o}C, 400^{o}C dan 600^{o}C nilai kekerasan yang paling tinggi adalah pada temperatur 200^{o}C dan terus menurun dengan meningkatnya suhu tempering.

Hasil akhir rata – rata dari hasil pengujian kekerasan yang di dapat dari pembahasan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.1 Hasil Keseluruhan Pengujian kekerasan

No.	Variasi Suhu	Nilai Kekerasan (HV)	Persentase (%)
1.	Raw Material	346,2	
2.	Martensit	400,4	13
3.	Suhu Temper 200^{o}C	354,1	2,2
4.	Suhu Temper 400^{o}C	322	-7,5
5.	Suhu Temper 600^{o}C	295,7	-17

Berdasarkan dari data hasil keseluruhan pengujian kekerasan diatas bahwa nilai HV pada material tanpa perlakuan adalah 346,2 HV dan kekerasan menaik pada saat suhu pemanasan awal yaitu 400,4 HV lalu terus menurun sampai suhu temper 600^{o}C. Nilai kekerasan paling tinggi yaitu pada saat pemanasan awal yaitu sebesar 400,4 HV pada suhu temper 200^{o}C sebesar 354,1 HV pada suhu temper 400^{o}C sebesar 322 HV sedangkan pada suhu temper 600^{o}C adalah sebesar 295,7 HV. Artinya semakin besar suhu temper yang dipakai maka semakin menurun kekerasannya. bisa dilihat pada grafik hasil uji kekerasan dibawah ini.



Gambar 4.1 Grafik Hasil Pengujian Kekerasan

4.2. Data Hasil Pengujian Impak

Dari hasil data pengujian impak memiliki harga berbanding terbalik dengan harga kekerasan, ini berarti material yang keras akan mampu memiliki ketangguhan yang rendah dari bentuk patahan kondisi martensit dihasilkan bentuk patahan kristalin yang dihasilkan oleh mekanisme pada butir – butir logam yang getas dan di tambah dengan bentuk patahan yang datar / lurus begitupun pada temperatur suhu temper 200^{o}C menghasilkan cahaya yang lebih terang, sementara pada temper suhu 400^{o}C dan 600^{o}C memiliki bentuk patahan yang berserat (*Fibrous*).

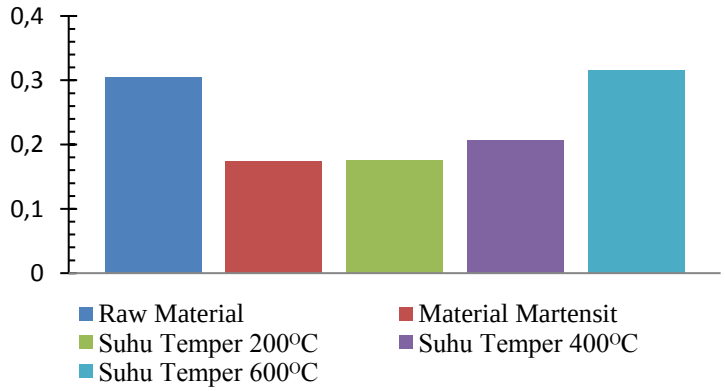
Logam yang ulet di tambah dengan bentuk dumpel yang menghasilkan cahaya dan tampilan yang buram bersamaan dengan bentuk patahan yang tidak rata.

Hasil akhir rata – rata yang di dapat dari pembahasan dapat dilihat pada Tabel 4.2 dibawah ini:

Tabel 4.2 Hasil Keseluruhan Pengujian Impak

No.	Variasi	Energi yang diserap (J)			Energi Rata-rata (J)	Luas Penampang Patahan (mm)	Is (J/mm^2)
1.	Raw Material	26,8	20,8	25,8	24,4	80	0,305
2.	Martensit	14,3	13,7	13,7	13,9	80	0,173
3.	Suhu Temper 200^{o}C	14,2	13,2	14,5	14,3	80	0,176
4.	Suhu Temper 400^{o}C	15,5	15,9	18,5	16,6	80	0,207
5.	Suhu Temper 600^{o}C	21,9	27,3	26,8	25,2	80	0,316

Dari gambar grafik 4.2. memperlihatkan bahwa ketangguhan bahan pada percobaan 600^0C memberikan nilai yang paling sebesar 0,316 j/mm^2 bahkan melampaui nilai ketangguhan raw material yang dipergunakan, sedangkan pada percobaan 400^0C nilai ketanguhan menurun sampai memiliki harga 0,207 J/mm^2, dan terus menurun pada percobaan 200^0C sebesar 0,176 J/mm^2. Keadaan ini menunjukkan bahwa nilai J/mm^2 yang besar tersebut memberikan tingkat kerapuhan yang tinggi, sehingga semakin suhu temper dinaikkan akan memberikan peningkatan terhadap kerapuhan bahan.



Gambar 4.2. Grafik Harga Ketangguhan Bahan

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan variasi suhu tempering dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Meningkatnya nilai kekerasan dari *raw material* ke suhu tempering 200^{o}C. dengan nilai kekerasan sebesar 346,2 HV menjadi 354,1 HV sedangkan nilai ketangguhan dari *raw material* ke suhu tempering 200^{o}C menurun dari nilai ketangguhan sebesar 0,305 J/mm^2 menjadi 0,176 J/mm^2. Suhu tempering 400^{o}C kekerasannya sebesar 322 HV dan nilai ketangguhannya sebesar 0,207 J/mm^2. Suhu tempering 600^{o}C kekerasannya sebesar 295,7 HV dan nilai ketangguhannya sebesar 0,316 J/mm^2.

2. Proses tempering yang memiliki kekerasan paling besar yaitu pada suhu temper 200^{o}C sebesar 354,1 HV dan nilai ketangguhannya sebesar 0,176 J/mm^{2}.
3. Hubungan dari hasil kedua pengujian tersebut adalah berbanding terbalik antara nilai kekersan dan ketanggungan pada material yang telah di temper dengan variasi suhu tempering, semakin kecil nilai kekerasannya maka semakin besar nilai ketangguhan baja yang telah mengalami proses tempering.

5.2. Saran

Perlu penelitian lebih lanjut dan lebih teliti untuk mengetahui tingkat ketahanan dan kerapuhan bahan hasil temper, sehingga didapatkan hasil yang betul-betul sesuai dengan yang diinginkan.

DAFTAR PUSTAKA

Anrinal, H. 2013. *Metalurgy fisik.* Yogyakarta: CV. Andi offset.

Arziansyah, Budi. 2016. Analisa Proses Karburizing Terhadap Ketangguhan Baja AISI 4340 dengan Memvariasikan Media Pendingin. *Skripsi. Teknik Mesin*. Palembang: FT UIBA.

Asmadi, Ir. 1999. Pelengkungan Baja Strip Pada Pembuatan Pegas Daun. Jurusan Teknik Mesin. Palembang. FT UIBA.

Basar, Kem Achmad. 2003. Pengaruh Temperatur Proses Temper Pada Baja Karbon Medium (HQ 705) Terhadap Sifat Mekanik. *Skripsi*. Teknik Mesin. Palembang. FT UIBA.

Ferdiansyah. 2016. Analisa Pengaruh Proses Tempering Terhadap Kekerasan Pada Baja AISI 4337 Dengan Variasi *Holding Time*. *Skripsi*. Teknik Mesin. Palembang. FT UIBA.

Fitriansyah, Paisal. 2016. Pengaruh Variasi Waktu Tempering terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan Baja AISI 4337. *Skripsi*. Teknik Mesin. Palembang. FT UIBA.

Ir. Hadi, Syamsul, MT. Ph.D.2016. *Teknologi bahan.* Yogyakarta: Andi.

Kozin. Muhammad. 2012. Pengaruh Proses Perlakuan Panas Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Roda Kereta Api Buatan Lokal. *Skripsi*. *Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*. Salemba. Program Studi Ilmu Material