

# PENGARUH REGANGAN PADA MATERIAL LOGAM BAJA TERHADAP KEKERASAN DAN SIFAT GETARAN

Helanianto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Politeknik Negeri Ketapang, Jurusan Perawatan dan Perbaikan Mesin  
Jl. Rangge Sentap, Dalong, Sukaharja, Delta Pawan  
Kab. Ketapang Kalimantan Barat, Indonesia

*Email : helanianto@yahoo.com*

## Abstrak

Sejarah menunjukkan perkembangan pola berfikir manusia yang semakin maju dalam mengenal, memanfaatkan dan mengetahui lebih jauh sebab-akibat dari penemuan yang diperoleh terdahulu. Manusia menemukan material yang kuat, dengan fenomena yang rumit dan belum diketahui ketika itu namun merasakan manfaat yang besar. Dan dengan perkembangan pengetahuan, kemudian dilakukan proses-proses yang konvensional hingga modern untuk mencapai tujuan. Yakni dengan metode-metode yang dilakukan, perlakuan pada logam tersebut memberikan dampak yang berbeda dari keadaan sebelumnya sehingga logam-logam tersebut mengalami perubahan secara fisik ataupun non fisik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauhmana hubungan perlakuan fisik logam terhadap kekerasan dan getaran yang terjadi pada material logam yang dimaksudkan. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental pada material dengan perlakuan (*treatment*) dan tanpa perlakuan untuk mengetahui korelasinya, yang didukung dengan metode pengujian material *hardness test* dan *vibration test*. Hasil menunjukkan bahwa peningkatan regangan terhadap kekerasan atau *hardness* logam dan pola getaran/vibrasinya mempunyai kaitan erat atau berkorelasi. Dalam penelitian ini, raw material tanpa beban diperoleh nilai *hardness* rata-rata sebesar 52.28 HRB dengan vibrasi rata-rata 1.448 mm/s. Sedangkan specimen dengan peregang beban tarik diperoleh *hardness* rata-rata sebesar 52.34 HRB dengan pola vibrasi rata-rata 1.7388 mm/s. Hasil ini menunjukkan bahwa ada peningkatan *hardness* sebesar 0.115% dan vibrasi 20.028%, yang merupakan dampak peregang. Dengan demikian bisa disimpulkan, bahwa pemberian beban menimbulkan regangan yang meningkatkan *hardness* dan *vibration* pada logam baja karbon rendah (*low carbon steel*) setara ST-37.

**Kata kunci:** peregang; uji kekerasan; uji getaran

## Abstract

History shows the development of human thinking patterns that are more advanced in understanding, utilizing and further knowing the causes and results of the findings obtained. Humans find strong material, with complex phenomena and unknown compilation yet, but they have felt of great benefit. And with the development of knowledge, conventional and modern processes are carried out to achieve the goal. Namely with the methods carried out, managing the metal has a different impact than before, then the metals change physically and non-physically. This study aims to learn more about the relationship of metals treatment to hardness and the vibration that occurs in metal material that is disputed. This research uses experimental methods on materials with treatment and un-treatment to study the correlation, which is supported by the method of testing the hardness test and vibration test. The results show that increased strain on hardness and vibration patterns of metal have full or correlated. In this study, un-load raw materials was obtained an average hardness value of 52.28 HRB with an average vibration of 1.448 mm / s. While the specimen with tensile load obtained an average hardness of 52.34 HRB with an average vibration pattern of 1.7388 mm / s. These results show an increase in hardness of 0.115% and vibration of 20.028%, which is an increase in stretching effect. It can be concluded, however that increasing strain loads increase the hardness and vibration of low carbon steel equivalent ST-37.

**Keywords:** stretching; hardness test; vibration test

## 1. PENDAHULUAN

Fenomena yang menarik dalam kehidupan sehari-hari; seperti sebuah kejadian pada alat musik gong, gamelan dan perangkat perkusi yang ditabuh memberikan nada-nada khusus yang dibuat oleh si pembuat. Alat-alat tersebut

ternyata tidak dengan mudah dibuat, namun dengan kerja keras pada proses pengerjaan tempa logam untuk mendapatkan nada yang sesuai. Pada kondisi ini bisa dimaknai, bahwa proses pengerjaan logam termasuk tempa diduga menimbulkan regangan-regangan yang menyebabkan dislokasi pada butir logam dan

membuat logam menjadi padat dan keras. Namun demikian, yang menjadi pertanyaan adalah apakah proses tersebut benar-benar memberikan dampak perubahan pada nada yang dihasilkan oleh logam.

Hal menarik yang akan diangkat didalam penelitian ini adalah pengamatan fenomena vibrasi material yang berkorelasi dengan kekerasan material (logam). Dimana kekerasan logam yang dimaksud diperkirakan akibat dari perbedaan secara metalurgi susunan butir-size pada logam, yang kemudian perbedaan tersebut diduga akan merubah pola vibrasi pada material. Sebagai *sample* uji akan dilakukan pengamatan pada plat logam tanpa perlakuan dan plat logam dengan variasi perlakuan (pengerasan regangan).

**2. BAHAN DAN METODE**

**Alat:**

1. Alat potong logam
2. Las listrik
3. Mistar
4. Penggores
5. *Toolkit*
6. Mesin Uji Tarik
7. Vibrameter VM - 6360
8. *Hardness Tester* (rockwell HRD – 150)
9. Kamera *recorder*

**Bahan:**

Baja karbon rendah plat setara (ST-37)

**Metodologi Penelitian**

Pengetahuan tentang fenomena yang terjadi pada suatu logam merupakan dasar pengembangan dalam keilmuan material logam. Fenomena ini tidak dengan mudah untuk diketahui, namun perlu materi yang cukup untuk membuktikan sifat / properties yang dipunyai oleh suatu material. Mengapa material bisa mengalami perubahan baik fisik maupun non fisik.

Logam seperti diketahui mempunyai sifat muai ataupun pengkerutan akibat dari dampak perubahan gaya dan pengaruh lingkungan sekitar. Sedangkan gaya sendiri bisa merambat melalui media padat seperti logam, dan logam akan bergetar akibat keselarasan frekuensi alaminya dengan frekuensi akibat gaya yang datang. Dan pada logam ini bisa terdengar suara (nada), yang tentunya dihasilkan oleh getaran yang dibangkitkan atau terbangkitkan.

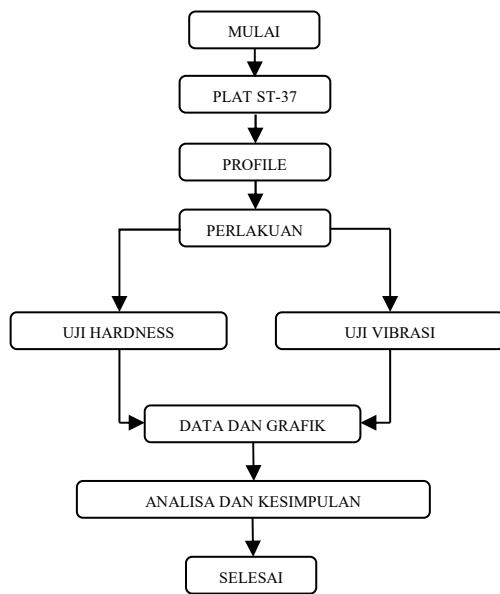
Maka untuk mengetahui korelasi yang akan diteliti, maka perlu diketahui perbedaan fisik logam yang dimulai dari dampak regangan, yang akan berkorelasi dengan kekerasan logam dan kemudian rambatan getaran yang bisa diteruskan pada logam.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental yang didukung Uji Tarik (peregangan logam), dan uji kekerasan logam (*hardness test*). Dengan analisis data dilakukan pengamatan terhadap hasil berupa grafik kekerasan bahan, dan grafik vibrasi material. Berikut mekanisme alur dan olah data secara teknis eksperimen yang dilakukan;

**Tabel 1.** Olah Data

NO	HARDNESS			VIBRASI			ANALISA DATA
	1	2	3	1	2	3	
1	$N_1$	$N_2$	$N_3$	$V_1$	$V_2$	$V_3$	<pre> graph TD     A[Hardness] &lt;--&gt; B[Vibrasi]     A --&gt; C[Kesimpulan]     B --&gt; C                     </pre>
2	dit	dit	dit	dit	dit	dit	
3	---	---	---	---	---	---	
4	---	---	---	---	---	---	
5	dit	dit	dit	dit	dit	dit	
Rerata	---	---	---	---	---	---	

Dimana secara menyeluruh Penelitian ini memiliki diagram alir sebagai berikut;



Gambar 1. Data peregang tarik

Beberapa peninggalan sejarah dimasa lalu memperlihatkan teknologi yang digunakan pada saat itu, seperti pembuatan peralatan rumah tangga dengan bentuk-bentuk cangkir/cawan, dan berbagai macam piring. Barang-barang yang dihasilkan tersebut memiliki desain dan ukiran khusus, serta mempunyai arti dan nilai seni tersendiri.

Proses pembentukan logam dari berbagai macam peralatan tersebut diatas dilakukan oleh para ahli logam yang mempunyai keterampilan khusus. Para ahli logam ini mempunyai keahlian dalam pekerjaan tangan (*handy craft*) yang diperoleh secara turun temurun. Proses pembentukan profil dilakukan sepenuhnya dengan menggunakan keahlian tangan dan dibantu oleh peralatan bantu pembentukan berupa palu, landasan pembentuk serta model-model cetakan sederhana.

Jika pada awalnya proses pembentukan dilakukan secara manual di atas landasan-landasan pembentuk dengan menggunakan palu, maka selanjutnya proses pembentukan dilakukan dengan berbagai macam metode. Perkembangan tersebut ditandai dengan

ditemukannya proses pembentukan dengan menggunakan sistem hidrolik, punch, swage, dies sebagai alat bantu untuk membentuk profil-profil yang diinginkan.

Proses pengerjaan logam berupa pembentukan seperti dikemukakan diatas akan merubah secara fisik dimensi yang akan melibatkan pemuaian dan penyusutan secara permanen. Proses perentangan dan penyusutan memberikan perubahan terhadap bentuk dan ketebalan. Pada proses pembentukan ini juga terjadi proses pengerasan regang yang artinya kekerasan bahan akan meningkat setelah adanya proses peregang.

Studi ilmiah dan penelitian yang berkenaan dengan kekerasan logam sudah dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu yang diantaranya; (Budiarsa dkk, 2008), yang meneliti dampak proses pengelasan terhadap kekerasan logam; (Cary, 1980), tentang perbedaan proses pengerjaan terhadap kekerasan dan kekuatan logam; (Poorhaydari dkk, 2005), tentang pengaruh proses pengelasan terhadap impact dan kekerasan logam; (Basuki Widodo, 2009), tentang pengaruh siklus termal yang menyebabkan perubahan metalurgi berupa tegangan sisa yang bisa menimbulkan pengerasan regangan; (Rubijanto, 2006), pengaruh proses panas dan dingin mempengaruhi sifat mekanis logam; (Surdia dkk, 1996), tentang pelunakan temperatur rendah, penormalan, pengerasan dan penemperan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. HASIL

##### Pembuatan Alat Bantu

Maksud dan tujuan pembuatan alat ini adalah untuk menghasilkan getaran yang relatif stabil, yang dihasilkan oleh motor DC dengan mekanisme putaran bandul. Dimana getaran yang dihasilkan motor DC akan diteruskan kebagian lengan, dan untuk meneruskan ke

bagian yang bersentuhan dengan specimen maka dibentuklah elemen yang berbentuk konus. Konus ini diharapkan bisa memusatkan getaran kesatu titik pada specimen, untuk memastikan sumber getaran hanya berasal dari satu sumber. Berikut elemen-elemen penyusun yang ada pada mesin vibrasi yang dibuat ;

1. Meja plat ketebalan 5 mm.
2. Empat kaki dari baut M10.
3. Struktur tiang vertikal; tinggi 15 cm.
4. Lengan horizontal; panjang 25 cm.
5. Pemusat getaran diameter 3 cm, ujung berbentuk konus.
6. Dudukan specimen silinder rigid 6 cm slot bertingkat.
7. Motor DC beserta dudukannya.
8. Bandul rotasi.



Gambar 2. Alat vibrasi lengkap

### Preparasi Speciment

Bahan yang akan dibuat sebagai speciment dalam eksperimen ini adalah jenis Baja karbon rendah setara ST-37 flat dengan dimensi yang sama pada proses pemotongan.



Gambar 3. Specimen

### Proses Peregangan Logam dan Uji vibrasi

Proses peregangan logam dilaksanakan dengan mekanisme tarik pada mesin uji tarik Instron untuk memudahkan dalam melihat beban yang akan diterapkan pada specimen. Pembebanan dilakukan dengan ukuran yang berbeda, dengan sample sebanyak 3 pembeding; raw material, beban 1 dan beban 2.



Gambar 4. Pembebanan specimen

Sedangkan pengujian vibrasi diawali dengan mempersiapkan specimen berbentuk 2 x 2 cm, dimana raw material dan specimen yang sudah diberi regangan dipotong sesuai dimensi tersebut. Untuk specimen hasil peregangan diambil sample tepat dititik tengah. Hal ini untuk memberikan keyakinan terhadap kemungkinan peregangan yang terjadi selama tarik berada tepat ditengah-tengah specimen.



Gambar 5. Posisi Pengujian Vibrasi



Gambar 6. Vibration meter

Data-data mengenai hasil pengujian vibrasi specimen raw material dan specimen hasil peregangan beban bisa dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Data Uji Vibrasi plat

UJI VIBRASI	mm/s			
SPECIMEN	RAW(mm/s)	BEBAN 1(mm/s)	BEBAN 2(mm/s)	RATA-RATA(mm/s)
1	1,092	1,51	2,086	1,798
2	1,346	1,858	1,638	1,748
3	1,688	1,858	1,642	1,75
4	1,474	1,858	1,686	1,772
5	1,64	1,686	1,566	1,626
RATA-RATA	1,448	1,754	1,7236	1,7388

**Proses Pengujian Hardness**

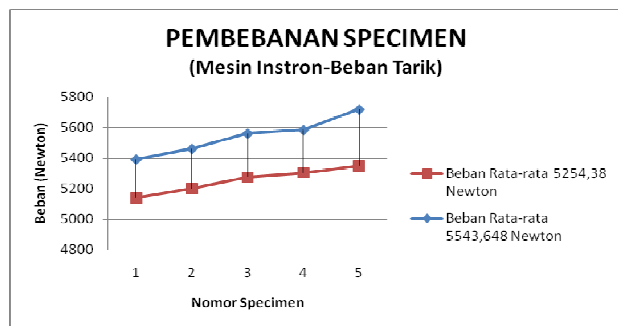
Pengujian hardness dilakukan pasca uji vibrasi. Sample yang sama setelah vibrasi dilanjutkan pengujian hardness pada mesin Rockwell. Yang pertama diuji adalah specimen raw material, dilanjutkan specimen kategori beban 1 dan berikut specimen kategori beban 2. Setiap sample dilakukan 5 titik pengujian dengan total keseluruhan titik uji; raw material 25 sample, beban 1 sebanyak 25 sample, dan beban 2 sebanyak 25 sample. Berikut rekapitulasi setiap sample pada masing-masing specimen.

Tabel 3. Data Uji Hardness plat

UJI HARDNESS				
Mesin Rockwell	Steel Ball (HMB)			
SPECIMEN	RAW	BEBAN 1	BEBAN 2	BEBAN RATA-RATA
1	51,8	52	52,4	52,2
2	52	52,8	52,6	52,2
3	51,8	53,2	52,4	52,8
4	52,6	52,7	52	52,1
5	53,4	52,8	52	52,4
RATA-RATA	52,28	52,2	52,48	52,34

**4.2. PEMBAHASAN**

Gambar 7. dibawah memperlihatkan kedua jenis pembebanan menunjukkan peningkatan tarik specimen. Pembebanan tersebut dikondisikan untuk selalu meningkat pada setiap specimen. Oleh karena itu, gambar tersebut merupakan fakta bahwa yang dilakukan dalam penelitian ini adalah bertitik tolak dari perbedaan pembebanan yang diberikan pada specimen. Mengingat pada dasarnya peningkatan beban yang diberikan sama-sama bergerak secara linier, maka bisa dirata-ratakan untuk keseluruhan beban yang diberikan pada proses peregangan.



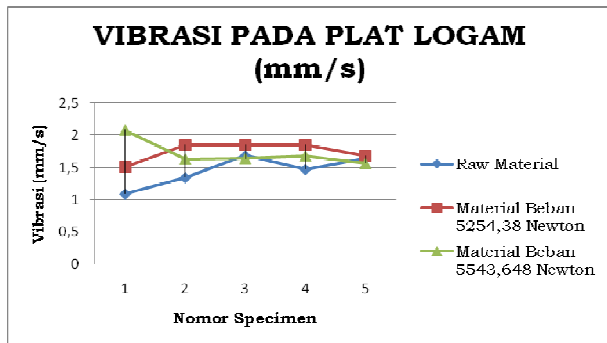
Gambar 7. Garafik Data Peregangan Beban Tarik Specimen

Untuk melihat pembebanan tersebut dalam satu-kesatuan, yang secara prinsip adalah sama (linier), maka secara grafik bisa diperlihatkan continuitas pembebanan sebagai berikut



Gambar 8. Data peregangan Tarik rata-rata

Analisis korelasi beban vs vibrasi, yang mana berdasarkan data pengujian vibrasi, grafik vibrasi pada setiap specimen uji dapat diperlihatkan seperti pada gambar 9. dibawah.

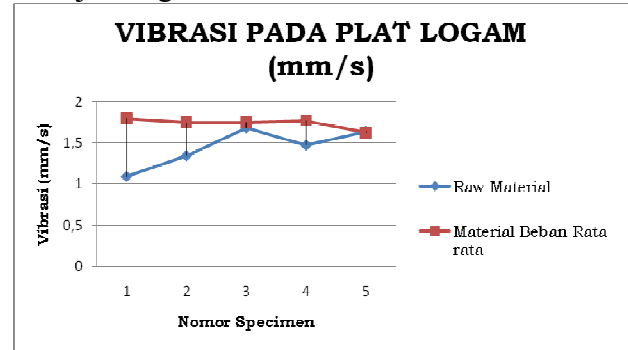


Gambar 9. Garafik Data Vibrasi Specimen

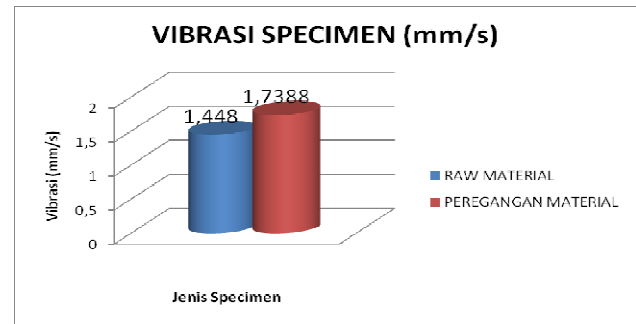
Hasil menunjukkan bahwa ada peningkatan vibrasi untuk tiap-tiap specimen raw material. Sedangkan pada specimen kategori beban 1 ada kecenderungan vibrasi turut meningkat. Sebaliknya pada kategori beban 2, vibrasi specimen cenderung menurun.

Untuk lebih jelas dalam melihat keberhasilan dari perlakuan peregangan plat, maka dibuatlah grafik yang menggabungkan keseluruhan beban terhadap specimen raw material atau tanpa beban. Gambar 13 memperlihatkan bahwa vibrasi specimen yang diberikan peregangan beban berada diatas rata-rata nilai vibrasi pada specimen raw material. Sehingga bisa disimpulkan bahwa peregangan

logam, dalam hal ini baja karbon rendah tipe plat menyebabkan meningkatnya pola vibrasi dengan harga rata-rata 1.7388 mm/s seperti ditunjukkan gambar 10 dan 11 dibawah.



Gambar 10. Garafik Data Vibrasi Specimen Rata-rata

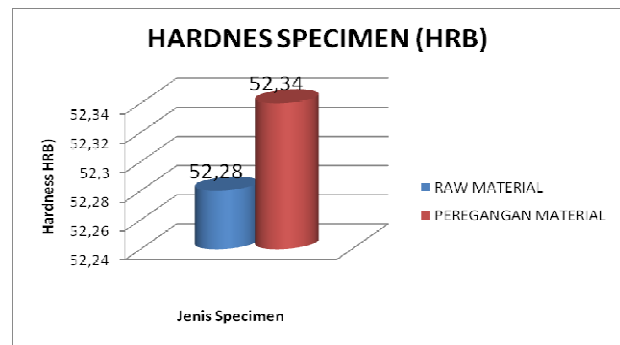


Gambar 11. Grafik Data Vibrasi Rata-rata Keseluruhan

Analisis korelasi beban vs hardness, berdasarkan data pembebanan dan hardness pada masing-masing specimen sebelumnya, maka untuk melihat korelasi keduanya dibuatlah grafik yang merepresentasikan nilai hardness masing-masing seperti diperlihatkan gambar 15 dibawah. Secara terpisah, raw material memperlihatkan kecenderungan hardness meningkat. Material dengan beban peregangan 1 memperlihatkan pada beban awal mengalami peningkatan terhadap raw, kemudian pada saat beban ditingkatkan hardness juga mengalami peningkatan. Namun demikian, pada beban yang lebih tinggi hardness justru mengalami penurunan. Pada material peregangan 2, pemberian beban awal hingga menengah meningkatkan hardness diatas raw material.

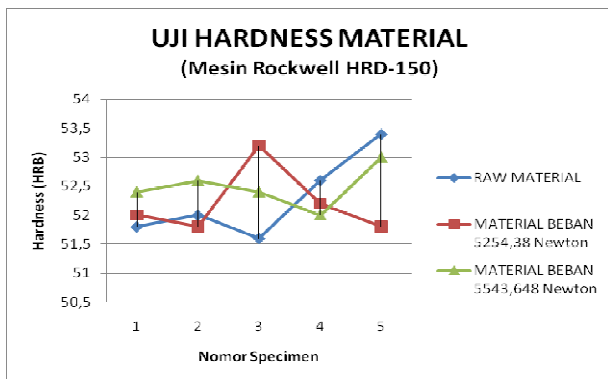
Namun pada beban yang lebih tinggi, hardnessnya justru berada dibawah raw material.

Untuk memudahkan analisa, maka diberikan grafik gabungan antara keseluruhan beban terhadap specimen tanpa beban. Dari hasil tersebut bisa diperlihatkan pengaruh beban terhadap hardness seperti ditunjukkan oleh gambar 12, 13 dan 14. Dari pola yang digambarkan grafik tersebut, ada pengaruh pembebanan yang berharga naik pada pembebanan rata-rata menengah ke bawah. Jika beban ditingkatkan lagi maka harga hardness yang terjadi akan menurun.

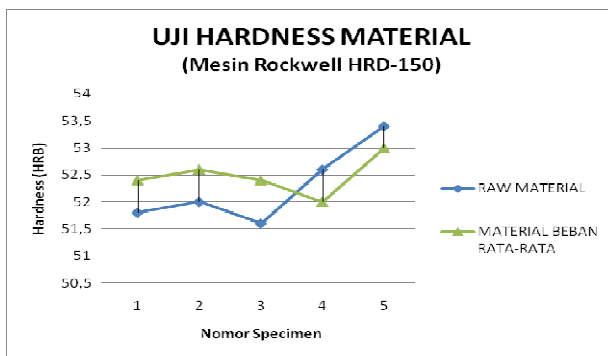


Gambar 14. Grafik Data Hardness Specimen Rata-rata keseluruhan

Dari keseluruhan rangkaian penelitian yang dilakukan, pengaruh perlakuan yang diberikan pada logam baja karbon rendah tipe plat hanya bisa disimpulkan secara menyeluruh dalam satu-kesatuan grafik seperti pada gambar 18 dan gambar 19 dibawah. Kedua grafik menyimpulkan, bahwa pembebanan material melalui mekanisme peregangan akan meningkatkan hardness dari material yang berdampak pada meningkatnya vibrasi. Hal ini sejalan dengan teori yang menyatakan bahwa laku tempa ataupun sifat pembentukan logam dengan melibatkan pemberian gaya akan menyebabkan dislokasi pada butir logam. Dislokasi akan meningkatkan kekerasan atau hardness, hal ini dikarenakan gaya titik yang diberikan terdistribusi secara merata (menyebar). Sebaliknya, tidak terdislokasinya butir menyebabkan gaya menjadi terpusat (tidak menyebar) sehingga butir mengalami penetrasi gaya yang besar. Pada penelitian ini ditunjukkan bahwa specimen raw material rata-rata berharga dibawah specimen hasil peregangan. Dimana hardness yang terukur untuk raw material rata-rata sebesar 52.28 HRB dengan vibrasi 1.448 mm/s, dan hardness hasil peregangan rata-rata sebesar 52.34 HRB dengan vibrasi rata-rata 1.738 mm/s. Dengan demikian ada kenaikan dalam persentase hardness 0.115% dan vibrasi sebesar 20.028% yang merupakan dampak peregangan. Dengan demikian bisa disimpulkan, bahwa pemberian beban akan menimbulkan regangan yang meningkatkan hardness dan



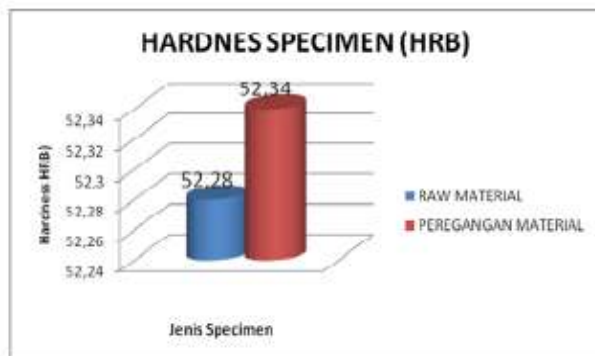
Gambar 12. Grafik Data Hardness Specimen



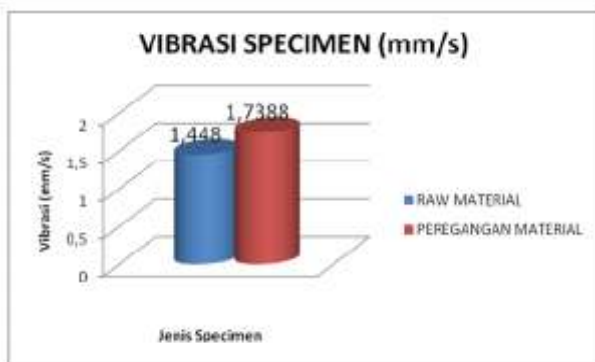
Gambar 13. Grafik Data Hardness Specimen Rata-rata

vibrasi pada logam baja karbon rendah (low carbon steel).

Dari serangkaian Penelitian yang telah dilakukan, hasil menunjukkan bahwa peningkatan regangan terhadap kekerasan atau hardness logam dan pola vibrasinya mempunyai kaitan erat atau berkorelasi. Berikut data grafis yang memperlihatkan korelasi;



Gambar 15. Data grafik Hardness



Gambar 16. Data grafik Vibrasi

#### 4. KESIMPULAN

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan: Pemberian beban menimbulkan regangan pada logam. Regangan tersebut menyebabkan adanya peningkatan hardness spesimen 0.115%. Peningkatan hardness menyebabkan vibrasi logam juga meningkat (mm/s) sebesar 20.028%.

Dengan demikian, peregangan pada logam menyebabkan peningkatan hardness dan peningkatan hardness menyebabkan meningkatnya harga vibrasi pada logam.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih yang sebesar-besarnya kepada segenap pihak yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung dalam skema penelitian ini, khususnya DRPM dan institusi Politeknik Negeri Ketapang. Segala kekurangan dan kelebihan penulis serahkan dan apresiasi untuk kemajuan ilmu pengetahuan dimasa yang akan datang.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ambiyar, dkk. 2008. *Teknik Pembentukan Plat Jilid 1*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta.
- [2] Amanto, Hari dan Daryanto. 2003. *Ilmu Bahan*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- [3] Avitzur, Betzalel, 1977. *Metal Forming: Processes and Analysis*. New York: Mc Graw Hill.
- [4] Beumer, B. J.M dan B. S Anwir. 1985. *Ilmu Bahan Logam, Jilid I*. Jakarta: Penerbit Bhratara Karya Aksara.
- [5] Purwantono. 1991. *Dasar-dasar Kerja Plat*. Padang: UPT Pusat Media Pendidikan FPTK IKIP Padang.
- [6] Surdia, Tata dan Kenji Chijiwa. 1984. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.