



Analisa Kekerasan dan Komposisi Kimia (XRF) Pada Sprocket Depan Sepeda Motor Merek X, Y, dan Z Dengan Variabel Jarak Pemakaian

Abidurochman Hauna, Ismail

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia
email: abidurochman4@gmail.com

ABSTRAK

Pada sepeda motor, sprocket adalah bagian yang berpasangan langsung dengan rantai dan berfungsi untuk mentransmisikan daya yang dihasilkan dari putaran mesin yang dihubungkan dengan rantai ke roda belakang, sehingga mendapatkan beban kejutan dan gesekan antara rantai dan gigi sprocket. Metode penelitian menggunakan variabel beban jarak pemakaian yaitu 0, 100, dan 250 Km pada sprocket dengan merek X, Y, dan Z. Kemudian spesimen diuji kekerasan menggunakan metode Rockwell pada skala HRC 150 Kg, serta pengujian XRF untuk mengetahui unsur kimianya. Hasil pengujian kekerasan Rockwell menunjukkan sprocket dengan jarak pemakaian 0 Km mempunyai nilai kekerasan terendah 36,3 HRC dan tertinggi 65,7 HRC. Hasil pengujian XRF sprocket X, Y, dan Z unsur mangan (Mn) dan kromium (Cr) memiliki persentase secara berurutan sebesar 0,28 ; 0,93 ; 0,96 % dan 0,21 ; 1,39 ; 1,47 %. Kandungan unsur mangan dan kromium pada sprocket X lebih sedikit jika dibandingkan dengan sprocket Y, dan Z. Terbukti bahwa nilai kekerasan sprocket X yang lebih rendah dari sprocket Y, dan Z. Saat dilakukan beban pemakaian 250 Km, sprocket X mengalami peningkatan nilai kekerasan yang signifikan sebesar 68,2 HRC. Sprocket Y, dan Z yang memiliki kandungan unsur mangan (Mn) dan kromium (Cr) yang lebih banyak dibandingkan sprocket X, dari awal tanpa pembebanan sampai pembebanan 250 Km memiliki nilai kekerasan yang tinggi namun stabil hingga akhir pengujian. Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa jumlah unsur yang terkandung dalam tiap material khususnya baja paduan akan mempengaruhi sifat mekaniknya antara lain kekerasan, kekuatan, keuletan, tahan aus, dan mampu bekerja pada temperature tinggi.

Kata kunci : Sepeda motor, Sprocket, Pengujian kekerasan, Rockwell, XRF (X-Ray fluorescence)

ABSTRACT

On motorcycle, the sprocket is the part this pairs directly with the chain and serves to transmit the power generated from the engine rotation which is connected by a chain to the rear wheel, so that it gets shock loads and friction between the chain and the sprocket teeth. The research method uses a variable load distance of use, namely 0, 100, and 250 Km on sprockets with brands X, Y, and Z. Then the specimens are tested for hardness using the Rockwell method on the HRC scale of 150 Kg, as well as XRF testing to determine the chemical elements. The results of the Rockwell hardness test showed that the sprocket with a usage distance of 0 Km had the lowest hardness value of 36.3 HRC and the highest of 65.7 HRC. The results of the X, Y, and Z sprocket XRF tests for manganese (Mn) and chromium (Cr) elements had a sequential

percentage of 0.28; 0.93 ; 0.96% and 0.21 ; 1.39 ; 1.47 %. The content of manganese and chromium elements in sprocket X is less when compared to sprocket Y, and Z. It is proven that the hardness value of sprocket X is lower than sprocket Y, and Z. When the load is 250 Km, sprocket X experiences a significant increase in hardness value of 68.2 HRC. Sprockets Y and Z which contain more manganese (Mn) and chromium (Cr) than sprocket X, from the start without loading to 250Km loading have high hardness values but are stable until the end of the test. From the results of the study it was concluded that the number of elements contained in each material, especially alloy steel, will affect its mechanical properties, including hardness, strength, ductility, wear resistance, and ability to work at high temperatures.

Keywords : Motorcycle, Sprocket, Hardness test, Rockwell, XRF (X-Ray fluorescence)

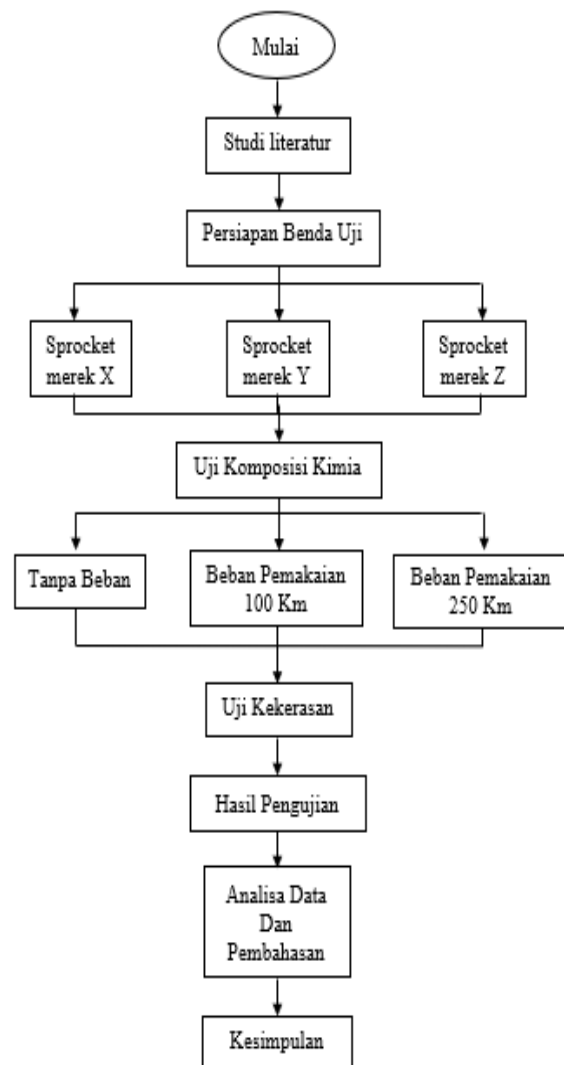
PENDAHULUAN

Pada sepeda motor, sprocket adalah bagian yang berpasangan langsung dengan rantai dan berfungsi untuk mentransmisikan daya yang dihasilkan dari putaran mesin yang dihubungkan dengan rantai ke roda belakang, sehingga mendapatkan beban kejut dan gesekan antara rantai dan gigi sprocket. Sprocket depan dapat mengalami kerusakan berupa gigi patah, aus. Ketahanan sproket depan terhadap beban kejut dan beban gesek adalah hal terpenting yang perlu diperhatikan. Kualitas yang dapat diandalkan merupakan syarat yang harus dipenuhi ketika pemilihan produk. Keandalan produk ditentukan oleh sifat mekanik dari bahan yang digunakan. Sifat yang sangat penting untuk diperhatikan dari suatu material adalah kekuatan, ketangguhan, kekakuan, kekerasan, dan sifat-sifat lain yang diperlukan. Selain itu, perhatian lebih juga harus diberikan pada bentuk produk, cara pembuatannya, dan sifat material yang ideal seperti penyimpanan dan ketersediaan bahan baku yang mudah, dapat didaur ulang, biaya rendah, fungsional, ketahanan terhadap Korosif, dan sebagainya.

Metode Vickers, Rockwell, dan Brinell adalah salah satu metode pengujian yang paling sering digunakan untuk mengetahui kekerasan suatu material (baja).

Pengujian pada material dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat suatu material tersebut. Oleh karena itu pada penelitian ini yaitu mengetahui komposisi kimia penyusun material sproket dengan karakter X, Y dan Z dapat mempengaruhi nilai kekerasan sebelum dan sesudah dikenai jarak pemakaian.

PROSEDUR EKSPERIMEN



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Pada penelitian ini dilakukan pengujian dengan menggunakan tiga merek *Sprocket* berbeda dengan tujuan mengetahui kualitas material *Sprocket* merek X, Y, dan Z sebelum dan setelah dikenai beban pemakaian yang merujuk pada tingkat kekerasan suatu material tersebut dan juga mengetahui komposisi kimia yang terkandung dalam *Sprocket* tersebut. Jarak pemakaian yang diberikan setiap *Sprocket* dengan jarak tempuh 100 kilometer, dan 250 kilometer. Salah satu sprocket dari tiap merek yang berbeda dengan tidak dikenai variabel jarak pemakaian akan dilakukan pengujian analisa komposisi kimia dan juga dilakukan pengujian kekerasan. Pengujian kekerasan menggunakan metode Rockwell. Analisa komposisi kimia menggunakan metode XRF.

Preparasi

Sprocket merupakan bagian penting dalam sepeda motor yang berpasangan langsung dengan rantai untuk mengalirkan energi putar dari mesin ke roda belakang. Sprocket bagian depan merupakan roda gigi yang lurus dengan poros yang sejajar dengan roda gigi belakang. Bagian ini mengalirkan energi dari poros keluaran gigi transmisi ke poros yang digerakkan atau poros belakang roda.

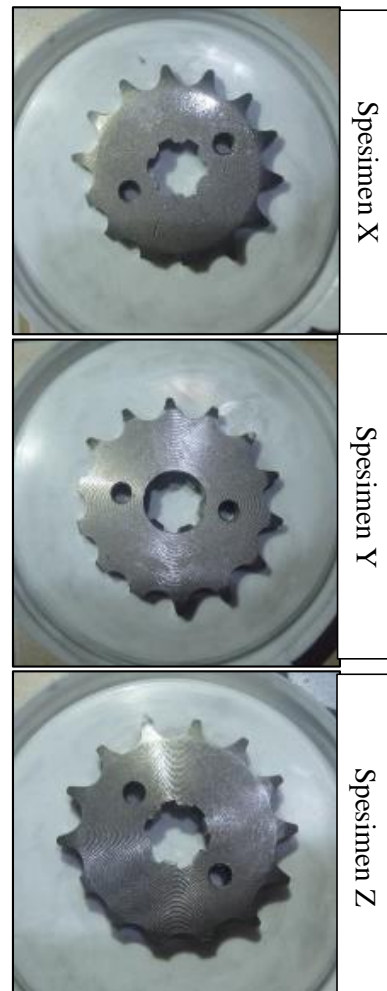
Sprocket depan mentransmisikan daya ke poros roda belakang dengan menggunakan rantai. Saat gigi transmisi dalam keadaan tidak netral, sprocket depan meneruskan daya dari poros roda gigi *out put* ke poros yang digerakkan. Pada keadaan ini kendaraan bermotor bergerak, tapi jika posisi gigi transmisi netral maka kendaraan bermotor tidak bergerak.

Spesimen yang akan dilakukan pengujian terdiri dari 3 produk *sprocket* yang diberi kode X, Y, dan Z. Spesimen dibeli dari *dealer* dan marketplace *onderdil* sepeda motor, artinya pengujian ini menggunakan spesimen/benda uji yang sudah jadi.

Pembagian spesimen pengujian pada penelitian ini dibutuhkan total 9 spesimen atau 3 spesimen untuk tiap merknya.

Tabel 1. Pembagian spesimen

1. Pengujian XR-F dan pengujian <i>rockwell</i> (Tanpa beban pemakaian)	:	Dibutuhkan 1 spesimen untuk tiap merknya. Jumlah total 3 spesimen
2. Pengujian <i>rockwell</i> (Dengan variable jarak tempuh 100 km)	:	Dibutuhkan 1 spesimen untuk tiap merknya Jumlah total 3 spesimen
3. Pengujian <i>rockwell</i> (Dengan variable jarak tempuh 250 km)	:	Dibutuhkan 1 spesimen untuk tiap merknya Jumlah total 3 spesimen



Gambar 2. Sprocket uji dengan 3 merek berbeda

Pemotongan spesimen (*cutting*), yaitu memotong benda uji menjadi 2 bagian. Bagian pertama, yaitu bagian penampang tengah digunakan untuk pengujian kekerasan. Bagian kedua, yaitu yang sisa potongan digunakan untuk spesimen uji XRF



Gambar 3. Pemotongan spesimen pengujian XRF

Proses Pembebanan Jarak Tempuh

Pembebanan yang dimaksud pada pengujian ini yaitu mengaplikasikan *sprocket* secara langsung pada sepeda motor Honda Supra X 125 dan dipakai sesuai jarak tempuh yang telah ditentukan. Variasi pembebanan yang telah ditentukan yaitu jarak tempuh 100 kilometer dan 250 kilometer dengan kecepatan 50 km/h. Sebelum melakukan pengujian, perhatikan beberapa faktor yang menjadi ketentuan pengujian, yaitu :

1. Beban sepeda motor konstan
2. Putaran mesin konstan

3. Kemuluran atau setelan rantai standart.

Urutan prosedur pembebanan :

1. Pengujian dilakukan dengan posisi sepeda motor standar tengah.



Gambar 4. Posisi sepeda motor saat dilakukan pengujian

2. Dilakukan penyetelan gas pada karburator untuk meningkatkan putaran mesin sehingga nantinya tanpa menarik *Handle* gas, putaran mesin akan konstan dan berputar dengan sendirinya. W,



Gambar 5. Setelan gas karburator

3. Pemasangan spesimen yang akan diuji pada sepedamotor.



Gambar 6. Sprocket depan

4. Setelah spesimen terpasang pada kendaraan, dilakukan pengecekan setelan rantai harus dalam keadaan standart dan sesuai buku pedoman kendaraan.



Gambar 7. Setelan rantai

5. Pengujian dilakukan dengan menggunakan jarak tempuh yang tertera pada *speedometer* kendaraan sebagai parameter perhitungan jarak tempuh pengujian.



Gambar 8. Speedometer sepeda motor

6. Catat angka awal pada odometer kendaran dan tambahkan dengan jarak tempuh yang diinginkan. Kemudian

nyalakan kendaraan dan masukan gigi, biarkan kendaraan menyala dan *sprocket* berputar sampai angka di odometer menunjukkan angka hasil jarak tempuh.

Pengujian XRF

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui, memeriksa, dan mengamati persentase unsur - unsur paduan yang ada di setiap masing - masing merek *sprocket*. Alat yang digunakan untuk pengujian XR-F ini adalah *XRF (X-Ray fluorescence)* merek PANalytical dengan tipe Minipal 4.



Gambar 9. Mesin uji komposisi kimia

Pengambilan spesimen dengan pemotongan, kemudian dihaluskan (*grinding*).



Gambar 10. Spesimen uji XRF

Terkandung sedikit dalam besi dan baja. Sisilium berfungsi untuk meningkatkan kekuatan dan sifat elastis pada suhu tinggi, meningkatkan ketahanan listrik, dan meningkatkan ketahanan asam pada suhu tinggi.

- Kobalt (Co)

Kobalt mampu meningkatkan sifat kekerasan, tahan aus, tahan panas, daya hantar listrik yang tinggi dan kejenuhan magnetis.

- Nikel (Ni)

Baja karbon ditambah Ni menjadi baja paduan yang mampu las. Meningkatkan keuletan dan ketahanan korosi. Di sisi lain, dapat mengurangi sifat baja dalam hal laju pendinginan dan deformasi panas.

- Molibendum (Mo)

Meningkatkan kekuatan, keliatan dan ketahanan terhadap suhu yang tinggi.

- Tembaga (Cu)

Memiliki konduktivitas listrik yang tinggi, konduktivitas termal dan sifat fisik anti karat. Cu sangat mudah dibentuk dan ulet serta dapat digulung, diregangkan, ditekan, dan ditempa dengan mudah.

Pengaruh unsur baja antara lain :

- Karbon (C)

Kandungan karbon pada baja dapat menambah nilai kekakuan, kekuatan, kekerasan, tahan panas, ketahanan korosi, dan ketahanan aus. Tapi itu bisa mengurangi ketangguhan, mampu tempa, dan kemampuan las.

- Khrom (Cr)

Khrom merupakan unsur penting dalam produksi baja tahan karat, meningkatkan kekerasan, kekuatan tarik, dan ketahanannya terhadap suhu tinggi.

- Silisium (Si)

- Aluminium (Al)

Terkandung dalam jumlah kecil dalam baja. Berfungsi meningkatkan keuletan mampu mesin dan tahan karat.

- Wolfram (W)

Mampu tahan terhadap suhu tinggi, banyak digunakan untuk produksi alat potong yang disebut *HSS (High Speed Steel)*.

- Mangan (Mn)

Terkandung dengan jumlah yang sedikit pada semua material besi. Unsur yang dibutuhkan saat proses pembuatan baja, mangan terkandung pada semua baja. Kandungan mangan sekitar 0,6% tidak

memberikan pengaruh yang signifikan pada sifat mekanis baja, artinya mangan tidak berpengaruh besar pada struktur baja dengan kandungan yang sedikit. Untuk memperbaiki dan meningkatkan kekuatan, kekerasan, keuletan. Dengan membentuk Mn S, sehingga kegetasan dan kerapuhan akan lebih diminimalkan.

Pengujian Rockwell

Pengujian dengan metode rockwell mirip dengan uji kekerasan brinell, dimana angka kekerasan yang dihasilkan merupakan fungsi dari tingkat indentasi. Kondisi pengujian berpengaruh pada pemilihan variasi beban dan indenter yang digunakan. Berbeda dengan pengujian metode Brinell, beban dan indenter yang digunakan lebih kecil, sehingga mendapatkan hasil bekas yang lebih halus dan lebih kecil. Banyak digunakan di dunia industri karena prosedur yang lebih efisien dan cepat. Dengan menguji kekerasan baja, nilai kekerasan akan meningkat berbanding lurus dengan bertambahnya suhu dan waktu penahanan (holding time) pada saat baja mengalami perlakuan panas. (maula dan djoko 2020).

Penekanan indenter dengan gaya tekan yang terjadi pada permukaan material yang bersih dan datar ketika diuji kekerasannya. Hal ini sebagai dasar pengujian dengan metode *Rockwell*

Ketika beban tekan direduksi menjadi gaya minor, lalu bekas kedalaman penekanan yang terjadi diukur dan akan menjadi dasar nilai perhitungan kekerasan *Rockwell*. Hal ini yang menjadi pembeda antara metode pengujian *Rockwell* dengan pengujian kekerasan metode yang lain.

Terdapat tiga jenis umum yang dipakai saat melakukan pengujian dengan metode *Rockwell*, yaitu HRA, HRB, dan HRC.

a. HRA (Dipergunakan pada material yang sangat keras).

- b. HRB (Indenter berupa bola baja dengan diameter 1/6 inchi dengan beban uji 100 Kgf, jenis ini digunakan pada material yang lunak).
- c. HRC (Menggukanan beban uji 150 Kgf dan indenter dengan bentuk kerucut intan yang memiliki sudut lancip 120 derajat, jenis ini digunakan pada material yang memiliki tingkat kekerasan sedang).

Metode pengujian *rockwell* dengan skala kekerasan HRC (Kerucut intan beban 150 Kgf dipilih sebagai metode pengujian kekerasan dalam penelitian ini.

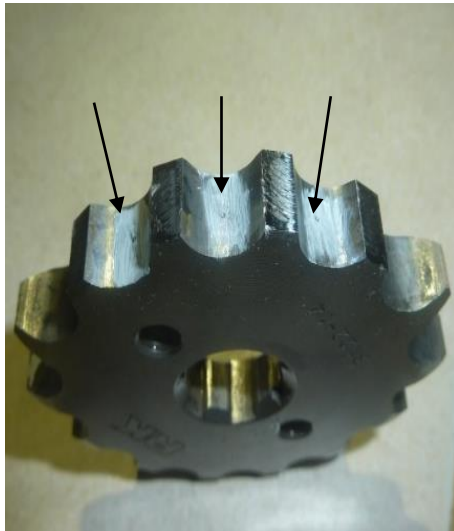


Gambar 11. Alat uji kekerasan

Prosedur pengujian kekerasan *rockwell* :

1. Mempersiapkan spesimen yang akan diuji
2. Memasang indenter kerucut intan
3. Atur pembebanan total pada 150 kg atau HRC
4. Letakan spesimen pada meja landasan dan titik yang akan diuji
5. Kemudian tekan tombol **RESET**
6. Putar pengukit sampai indenter mengenai spesimen dan lampu pada layar monitor menunjukan posisi **SET**
7. Kemudian tekan tombol **START**, tunggu hingga pada layar monitor menunjukan nilai hasil pengujian kekerasan.

8. Catat hasil kekerasan yang ada layar monitor



Gambar 12. Alat uji kekerasan

kodefikasi X250. Dari data yang didapatkan sprocket X mengalami peningkatan nilai kekerasan yang signifikan pada setiap variabel, sedangkan sprocket Y dan Z nilai kekerasaannya cenderung stabil pada setiap variabel.

Dari tabel diatas dapat diketahui pada saat sebelum dikenai beban pemakaian, sprocket dengan kodefikasi X memiliki nilai terendah yaitu 36,3 HRC yang berbanding jauh dengan sprocket lainnya dengan kodefikasi Y, dan Z dengan nilai berurutan yaitu 56,7 HRC ; 62,2 HRC.

HASIL DAN PEMBAHASAN

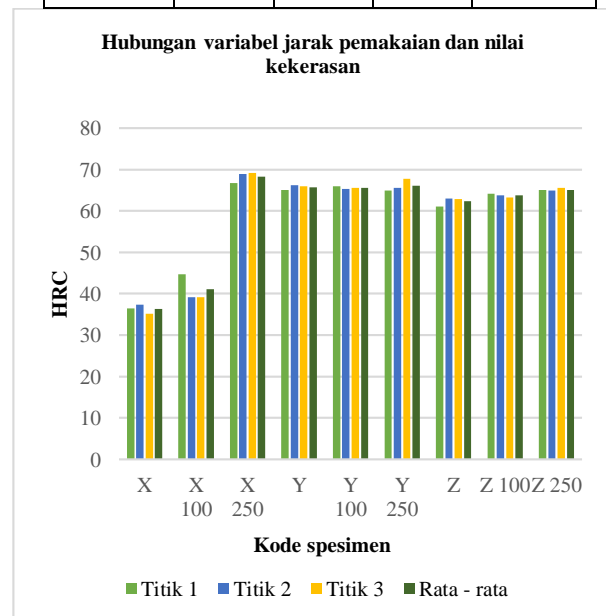
Hasil Uji Kekerasan

Tabel 2. Nilai hasil uji kekerasan rockwell

Y	65	66,2	66	65,7
Y 100	66	65,3	65,5	65,6
Y 250	64,9	65,6	67,7	66,06
Z	61	63	62,9	62,3
Z 100	64,2	63,7	63,2	63,7
Z 250	65	64,9	65,6	64,8

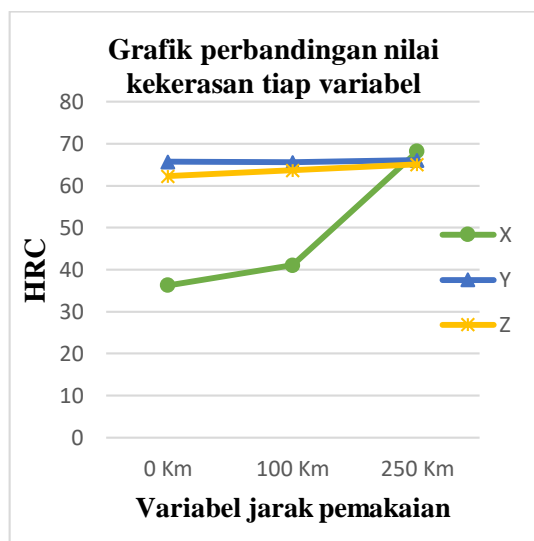
Hasil tabel diatas menunjukkan bahwa spesimen sproket tanpa variabel jarak memiliki memiliki kekerasan rata-rata tertinggi 65,7 HRC, yaitu pada sprocket kodefikasi Y. Sedangkan spesimen dengan variabel jarak pemakaian 100 km memiliki kekerasan rata-rata tertinggi 65,6 HRC, yaitu pada sprocket kodefikasi Y100 . Sementara itu, spesimen dengan variabel jarak pemakaian 250 km memiliki kekerasan rata-rata tertinggi 68,2 HRC, yaitu pada sprocket

Kode Spesimen	HRC			HRC Rata-rata
	Titik 1	Titik 2	Titik 3	
X	36,5	37,3	35,1	36,3
X 100	44,7	39,2	39,2	41,03
X 250	66,7	68,9	69,1	68,2



Gambar 13. Hubungan variabel jarak pemakaian dan nilai kekerasan

Unsur Kimia	Presentase %		
	X	Y	Z
P (Phospor)	0,19	0,2	0,46
Ca (Calcium)	0,21	0,23	0,38
Cr (Chromium)	0,14	1,39	1,47
Mn (Mangan)	0,28	0,93	0,96
Fe (Iron)	97,77	96,52	95,5
Rb (Rubidium)	0,53	0,59	0,5
Sc (Scandium)		0,074	
Br (Bromin)	0,5-3		0,57
Cs (Caesium)	0,29		
La (Lantanum)		0,08	0,2



Gambar 14 Grafik perbandingan nilai kekerasan tiap variabel

Pada grafik nilai perbandingan kekerasan tiap variabel, saat diberikan pembebanan 100 km terjadi peningkatan nilai kekerasan pada *sprocket* dengan kodefikasi X menjadi 41,03 HRC. Untuk *sprocket* dengan kodefikasi X, dan Z tidak terjadi perubahan nilai kekerasan yang berarti pada pembebanan ini. Pada pembebanan 250 km mulai terjadi sedikit bertambah nilai kekerasan pada *sprocket* kodefikasi Y dengan nilai kekerasan 66,06 HRC dan *sprocket* Z dengan nilai kekerasan 64,8 HRC. Untuk *Sprocket* dengan kodefikasi X mengalami peningkatan nilai kekerasan yang sangat signifikan menjadi 68,2 HRC.

Hasil Uji XRF

Tabel 3. Nilai hasil uji XRF

Berdasarkan tiga merek sprocket yang dilakukan pengujian XRF, dapat diketahui terkandung jenis unsur - unsur yang berbeda. Maka, diambil beberapa jenis unsur yang sama, dominan, dan mempunyai sifat khusus pada baja paduan sebagai perbandingan jumlah persentase untuk tiap merek sprocket. Hal ini karena sifat mekanik pada baja berbeda sesuai dengan persentase unsur yang terkandung didalamnya. Pada *sprocket* dengan kodefikasi X, unsur besi (Fe) sebagai unsur utama pembentuk logam mempunyai nilai persentase tertinggi diantara merek *sprocket* lainnya sebesar 97,77%. Paduan unsur mangan (Mn) 0,28% dan kromium (Cr) 0,14% tidak mempengaruhi sifat mekanik pada sprocket sehingga nilai kekerasan tanpa dikenai beban pemakaian sangat rendah yaitu 36,3 HRC. Unsur mangan (Mn) dan kromium (Cr) yang sedikit tidak dapat meningkatkan nilai kekerasan dan juga kekuatan pada sprocket. Ketika dikenai beban pemakaian 250km nilai kekerasan meningkat sebesar 68,2 HRC dikarenakan unsur kromium yang sedikit tidak bisa membuat bahan tahan terhadap suhu tinggi dan *sprocket* lebih cepat

mengalami aus dan deformasi pada gigi *sprocket* karna kurangnya unsur paduan.

Sprocket dengan kodefikasi Y, dan Z dengan unsur mangan dan juga unsur kromium (Cr) yang cukup tinggi dengan persentase secara berurutan sebesar (Mn) 0,93%, ; 0,96% (Cr) 1,39% ; 1,47%. Ketika dilakukan uji kekerasan tanpa dikenai beban pemakaian memiliki nilai kekerasan yang cukup tinggi yaitu 65,7 HRC, dan 62,3 HRC, begitu juga ketika dikenai beban pemakaian 250 km karena unsur kromium (Cr) yang tinggi sehingga mampu tahan terhadap suhu tinggi dan hanya mengalami perubahan yang tidak signifikan akibat perlakuan panas yang terjadi karena gesekan antara rantai dan *sprocket*. Unsur paduan yang cukup tinggi pada bahan *sprocket* sehingga meningkatkan kekerasan dan keuletan akan berdampak pada umur pemakaian.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang diapat dari hasil penelitian mengenai analisa uji kekerasan dan pengujian XRF material *sprocket* dengan variabel jarak pemakaian adalah sebagai berikut :

1. Dari data pengujian kekerasan *sprocket* X mengalami peningkatan nilai kekerasan yang signifikan pada setiap variabel, dari awal tanpa beban pemakaian dengan nilai kekerasan 36,3 HRC sampai dengan beban pemakaian 250 km nilai kekerasan mencapai 68,2 HRC. Sedangkan *sprocket* Y dan Z nilai kekerasaannya tinggi namun cenderung stabil dari awal tanpa pembebanan sampai dengan beban pemakaian 250 km.
2. Terjadi proses perlakuan panas pada dasar kaki atau bidang bawah *sprocket* yang bergesekan secara langsung dengan rantai dan terjadi konsentrasi

suhu tertinggi pada daerah tersebut ketika mesin sepeda motor dijalankan, Hal ini berbanding lurus dengan semakin jauh jarak pemakaian akan meningkat juga nilai kekerasan pada daerah tersebut.

3. Hasil pengujian XRF pada material *sprocket* X,Y dan Z. Semakin banyak campuran unsur mangan (Mn) dan kromium (Cr) pada material *sprocket* akan meningkatkan nilai kekerasan material serta membentuk sifat mekanik material yang kuat, ulet, tahan aus dan ketika diaplikasikan akan mampu bekerja pada suhu tinggi. Hal ini terjadi pada *sprocket* dengan kodefikasi Y,dan Z. Berbanding terbalik dengan *sprocket* dengan kodefikasi X yang memiliki sedikit unsur mangan (Mn) dan kromium (Cr), nilai kekerasan diawal yang rendah dan mengalami peningkatan yang signifikan di daerah tertentu ketika diaplikasikan bekerja pada suhu yang tinggi. Pada gigi *sprocket* dengan kodefikasi X cepat mengalami deformasi karena material tidak kuat, dan ulet yang berdampak pada umur pakai *sprocket*.

Saran tentang penelitian yang sudah dilaksanakan, didapatkan :

1. Penambahan variabel jarak pemakain yang lebih jauh agar hasil penelitian lebih akurat dan terlihat perbedaannya.
2. Penambahan metode pengujian dengan pengujian struktur mikro, dan pengujian keausan, untuk menambah data – data analisa dan keakuratan.

REFERENSI

- Dieter, G. E. 1986. *Metalurgi mekanik*.
Translated by Djaprie, S. 1987.
Jakarta : penerbit Erlangga
- Sularso; Suga, K., 1991, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta, hal. 214.
- Amstead, B.H.; Djaprie, S. (Alih Bahasa), 1995, *Teknologi Mekanik*, Edisi ke-7, Jilid I, PT. Erlangga, Jakarta, hal. 49.
- Beumer, B.J.M.; Anwir, B.S. (Alih Bahasa), 1978, *Ilmu Bahan Logam*, Jilid III , Cetakan ke-2, CV. Bhratara, Jakarta, hal. 52.
- Surdia, T.; Saito, S., 1985, *Pengetahuan Bahan Teknik*, Edisi ke-4, PT. Pradnya Paramita, Jakarta, hal. 76.
- Paul De Garmo, E., 1969, *Materials and Processes in Manufacturing*, Mac Millan Company, New York, hal. 120.
- Davis, H.E., Troxell, G.E., Wiskocil, C.T., 1955, *The Testing and Inspection of Engineering Materias*, McGraw-Hill Book Company, New York, USA.
- Callister, William D. 2007. "Material Science and Engineering An Introduction". New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Nafi, Maula., & Djoko, S. 2020. Analisa Kekerasan dan Strukturmikro Material Gear Sprocket pada Proses Pressing dan Perlakuan Panas Hardening Quenching dengan Variasi Temperatur dan Waktu Penahan. *JURNAL TEKNIK MESIN Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya* Volume 6 No. 2 (2020)
- Ali, M. (2020). *Analisa Kekerasan Dan Strukturmikro Pada Proses Perlakuan Hardening Quenching Dengan Material Sprocket Gear Menggunakan Temperatur Dan Variasi Tekanan Pressing* (Doctoral dissertation, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya).
- Masrukan, dkk. (2007). Studi Komparasi Hasil Analisis Komposisi Paduan ALMGSII Dengan Menggunakan Teknik X - Ray fluorocency (XRF) Dan Emission Spectroscopy. *Jurnal Batan Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir*. Volume 13 (3) nomor 109-110 tahun 2007). Hlm 1.
- Putra, R. C., & Hardono, J. (2018). Analisa Temperatur yang Timbul pada Sproket dan Rantai Sepeda Motor Saat Sedang dijalankan yang Berpengaruh Terhadap Kemuluran Rantai dengan Menggunakan Program Nisa Heat. *PROSIDING SNAST*, 41-52.