

PENGARUH KEAUSAN PERMUKAAN BAJA 410 AKIBAT IMPLANTASI ION Cr

Sri Widodo

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tidar

Jl. Kapten Suparman No. 39 Magelang 56125

Email: sriwidodo@untidar.ac.id

Intisari

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh implantasi ion Cr terhadap laju keausan baja 410 dalam lapisan Cr diperoleh dengan cara mengimplantasikan ion Cr ke permukaan spesimen. Parameter penelitian meliputi lama implantasi yaitu 21; 27; 33; 39 dan 45 menit, arus berkas dan energi ion Cr dipertahankan tetap yaitu masing masing sebesar 20 μ A untuk arus berkas ion dan 100 keV untuk energi ion. Uji keausan menggunakan alat rotating disk on plate. Hasil pengujian menunjukkan bahwa laju keausan mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya waktu implantasi. Nilai laju keausan material tanpa perlakuan implantasi sebesar $1,40 \cdot 10^{-5} \text{ mm}^3/\text{kgm}$ kemudian nilai keausan optimum dicapai setelah di implantasi selama 39 menit sebesar $7,89 \cdot 10^{-7} \text{ mm}^3/\text{kgm}$.

Kata kunci: baja 410, implantasi ion Cr, laju keausan

1. PENDAHULUAN

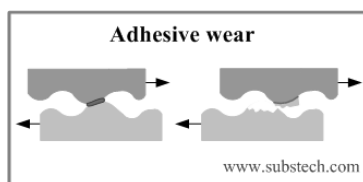
Dalam perkembangan teknologi saat ini diperlukan suatu metode untuk meningkatkan sifat material logam. Salah satu metodenya dengan proses perlakuan permukaan. Metode ini mempunyai tujuan untuk merekayasa permukaan suatu material agar diperoleh material baru yang mempunyai sifat lebih baik, diantaranya ketahanan aus. Baja tahan karat banyak digunakan sebagai bahan pembuatan alat kesehatan karena mempunyai sifat tahan aus. Ketahanan aus pada baja tahan karat lebih rendah dibandingkan dengan baja karbon. Oleh karena itu, perlu dilakukan suatu perlakuan permukaan agar diperoleh peningkatan ketahanan aus pada baja tahan karat.

Baja 410 merupakan material baja tahan karat (Callister, 2001). Oleh karena itu, perlu dilakukan proses perlakuan permukaan salah satunya dengan proses implantasi ion. Proses implantasi ion mempunyai keunggulan dibanding metode konvensional yaitu prosesnya dapat dilakukan pada suhu kamar dan tidak menimbulkan *distorsi* / perubahan struktur mikro pada material dasar. Ion akan menyisip pada permukaan logam dasar secara intertisi maupun substitusi. Implantasi ion tidak menghasilkan lapisan pada permukaan tetapi melalui penetrasi ion ke dalam permukaan material dasar sedalam 0,1 μm dengan energi cukup tinggi dalam ruang hampa (80 - 150 keV). Implantasi ion akan meningkatkan ketahanan aus.

Keausan didefinisikan sebagai kehilangan material secara progresif atau pemindahan sejumlah material dari suatu permukaan dari suatu hasil pergerakan relatif antara permukaan tersebut dan permukaan lainnya. Keausan telah menjadi perhatian praktis sejak lama, tetapi hingga beberapa saat lamanya masih belum mendapatkan penjelasan sebagai halnya pada mekanisme kerusakan akibat pembebanan yang berkaitan dengan gesekan (*friction*) dari permukaan material. Pembahasan mekanisme keausan pada material ini yang dikenal dengan nama ilmu Tribologi. Keausan bukan merupakan sifat dasar material, melainkan respon material terhadap sistem luar (kontak permukaan) (Sok, 2006).

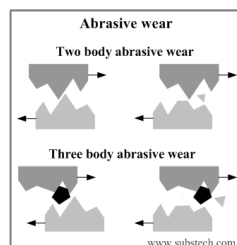
Material apapun dapat mengalami keausan disebabkan mekanisme yang beragam, yaitu:

- a. Keausan *adhesive* terjadi bila kontak permukaan dari dua material atau lebih mengakibatkan adanya perlekatan satu sama lain dan pada akhirnya terjadi pelepasan salah satu material, seperti terlihat pada Gambar 1.



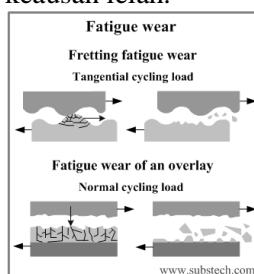
Gambar 1. Ilustrasi skematis keausan *adhesive*

- b. Keausan *abrasive* terjadi bila suatu partikel keras dari material tertentu meluncur pada permukaan material lain yang lebih lunak sehingga terjadi penetrasi atau pemotongan material yang lebih lunak, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2. Tingkat keausan pada mekanisme ini ditentukan oleh derajat kebebasan partikel keras. Sebagai contoh partikel pasir silika akan menghasilkan keausan yang lebih tinggi ketika diikat pada permukaan pada kertas amplas, dibandingkan bila partikel tersebut berada di dalam sistem sluri. Pada kasus pertama partikel tersebut kemungkinan akan tertarik sepanjang permukaan dan mengakibatkan pengoyakan sementara pada kasus terakhir partikel tersebut mungkin hanya berputar (*rolling*) tanpa efek abrasi.



Gambar 2. Ilustrasi skematis keausan abrasif

- c. Keausan lelah merupakan mekanisme yang relatif berbeda dibandingkan dua mekanisme sebelumnya, yaitu dalam hal interaksi permukaan. Baik keausan *adhesive* maupun *abrasive*. Hanya satu interaksi sementara pada keausan lelah dibutuhkan interaksi multi. Gambar 3 memberikan skematis mekanisme keausan lelah.



Gambar 3. Ilustrasi skematis keausan lelah

- d. Keausan oksidasi merupakan keausan yang pada prinsipnya dimulai dengan adanya perubahan kimiawi material di bagian permukaan oleh faktor lingkungan. Kontak dengan lingkungan ini akan menghasilkan pembentukan lapisan pada permukaan dengan sifat yang berbeda dengan material induk. Sebagai konsekuensinya, material pada lapisan permukaan akan mengalami keausan yang berbeda, hal ini selanjutnya mengarah pada perpatahan *interface* antara lapisan permukaan dan material induk dan akhirnya seluruh lapisan permukaan itu akan tercabut (Wen, 2007).

Bayan (2008) melakukan penelitian tentang laju keausan dan laju korosi pada baja F 1272 yang diimplantasi ion Cr dan N sehingga terbentuk lapisan multilayer dengan ketebalan 500 nm, 135 nm dan 55 nm yang diuji dalam larutan NaCl 0,05 M pada temperatur 50° C, frekuensi 50 Hz, beban 200 N dan amplitude 1 mm terbukti dapat meningkatkan kekerasan yang cukup signifikan, ketahanan aus dan ketahanan korosi pada ketebalan 135 nm sebesar 29 GPa.

Menurut Indraswari (2007) bahwa efek implantasi ion AlN pada material ring bantalan bola dengan variasi waktu 30, 60, 90, 120, 150 dan kecepatan putar 3000 rpm mampu meningkatkan kekerasan dan ketahanan aus setelah material induk diimplan sebesar 45 % dan untuk nilai keausan menurun setelah material diimplan dari $1,3 \times 10^{-9} \text{ mm}^3/\text{Nm}$ menjadi $1,2 \times 10^{-9} \text{ mm}^3/\text{Nm}$.

Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh implantasi ion Cr pada baja 410. Variabel dalam penelitian ini adalah pengaruh waktu implantasi ion Cr selama 0 menit, 21 menit, 27 menit, 31 menit, 39 menit, 45 menit terhadap sifat keausan baja 410.

2. METODOLOGI

2.1 Alat dan Bahan Uji

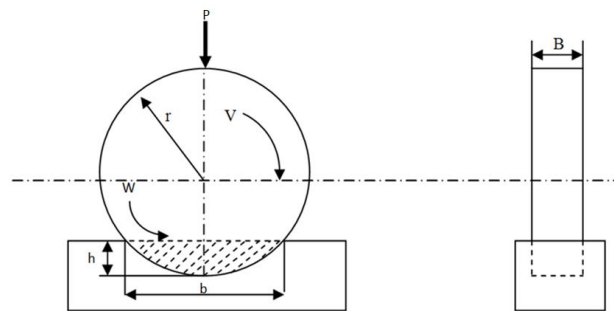
1. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah logam baja 410 berbentuk lingkaran dengan diameter 14 mm dan tebal 3 mm.
2. Bahan dopan berupa chrom berbentuk serbuk.
3. Alat implantasi ion.
4. Alat uji keausan ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. *Rotating disk on plate*

2.2 Cara Kerja Uji Keausan

Pengujian keausan dengan menggunakan putaran 155 rpm. Skema uji keausan sesuai dalam Gambar 5.



Gambar 5. Skema uji keausan

Besarnya keausan *adhesive* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (*Manual Instruction Ogoshi High Speed Universal Wear Testing Machine*) sesuai dalam persamaan berikut :

$$W_o = \frac{B \cdot b^3}{12 \cdot r}$$

$$W = \frac{1,5 \cdot W_o}{P \cdot l}$$

dengan :

- W = keausan (mm²/kg)
- B = lebar *revolving disk* (mm)
- b = panjang goresan (mm)
- r = jari-jari *revolving disk* (mm)
- P = beban (kg)
- l = panjang langkah (mm)

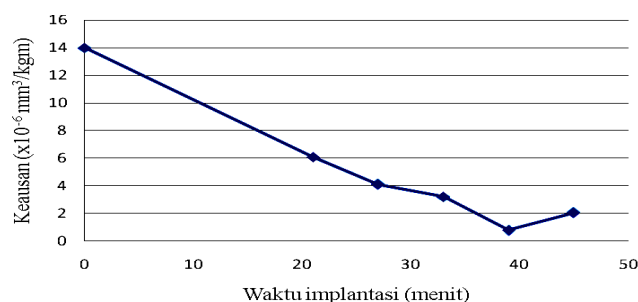
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai laju keausan Cr ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Nilai keausan baja 410 yang telah diimplan Cr

Spesimen	Baja 410 0'	Implan Cr 21'	Implan Cr 27'	Implan Cr 33'	Implan Cr 39'	Implan Cr 45'
Nilai Keausan (mm ³ /kgm)	$1,40 \cdot 10^{-5}$	$6,09 \cdot 10^{-6}$	$4,10 \cdot 10^{-6}$	$3,22 \cdot 10^{-6}$	$7,89 \cdot 10^{-7}$	$2,07 \cdot 10^{-6}$

Keausan baja 410 sebelum diimplan dengan sesudah diimplan ditunjukkan pada Tabel 1. Nilai keausan baja 410 murni sebesar $1,40 \cdot 10^{-5}$ mm³/kgm, kemudian menurun setelah diimplan ion Cr. Hasil uji keausan mempunyai nilai optimum pada spesimen yang diimplan Cr selama 39 menit sebesar $7,89 \cdot 10^{-7}$ mm³/kgm. Fenomena penurunan keausan disebabkan semakin lama proses implantasi menyebabkan semakin banyak atom Cr yang masuk ke dalam material dasar sehingga terbentuk *compound layer* pada permukaan material baja 410. Implantasi ion Cr pada permukaan baja 410 mengakibatkan kerapatan permukaan baja 410 meningkat sehingga ketahanan ausnya juga semakin tinggi. Hasil implantasi ion Cr mempunyai nilai yang optimum pada 39 menit, dan jika waktu implantasi ion Cr melebihi 39 menit mengakibatkan ketahanan aus baja 410 rendah. Hal tersebut disebabkan ion-ion yang diimplantasikan pada permukaan baja 410 mengalami kejenuhan, sehingga merusak ikatan ion-ion pada permukaan baja 410. Rusaknya ikatan ion-ion pada permukaan baja 410 mengakibatkan ketahanan aus baja 410 menjadi rendah. Grafik keausan baja 410 yang telah diimplan Cr ditampilkan dalam Gambar 6.



Gambar 6. Grafik keausan baja 410 yang telah diimplan Cr

4. KESIMPULAN

1. Pengaruh implantasi ion Cr mampu meningkatkan ketahanan aus baja 410.
2. Pengaruh waktu implantrasi ion Cr selama 0 menit, 21 menit, 27 menit, 31 menit, 39 menit, 45 menit pada permukaan baja 410 menunjukkan bahwa nilai optimum ketahanan aus baja 410 setelah diimplan Cr selama 39 menit dengan nilai keausan sebesar $7,89 \cdot 10^{-7}$ mm³/kgm.

DAFTAR PUSTAKA

- Bayan, 2008, Laju keausan dan laju korosi pada baja F 1272 yang diimplantasi ion Cr dan N, Tesis Sekolah Pasca Sarjana Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Callister, W.D., 2001, Fundamentals of Material Science and Engineering. Butterworth Heinemann, Eleventh Edition Oxford.
- Indraswari, 2007., Pengaruh Implantasi Ion AIN terhadap Kekerasan dan Keausan Bahan Bantalan Bola, Tesis Sekolah Pasca Sarjana Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Sok, K.B., Teel, L.S., 2006, Nitrogen Ion Implantation, Proceeding of EPAC, Edinburgh, Scotland.
- Wen, F. L., Yu, Y. C., 2007, Surface Modification of SKD-61 Steel by Ion Implantation Technique.