

Pengaruh Proses Tempa Dingin Terhadap Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Baja Karbon Tinggi Dengan Paduan Rendah 1.92%C-0.73%Cr-2%Ni Berbasis Laterit Untuk Aplikasi *Grinding Ball*

Bill Rewata¹; Andhika W.Pramono²; Bintang Adjiantoro³

^{1, 2} Sekolah Tinggi Teknik – PLN Jakarta

³ Pusat Penelitian Metalurgi dan Material – LIPI
billrewata68@gmail.com

ABSTRACT

The development of Indonesia's steel industry is still constrained by the limitations of raw materials and energy. In terms of raw materials, Indonesia does not have high levels of iron ore in sufficient quantities. The limitation of iron ore will be overcome by the use of laterite iron (nickel) ore. When melted into steel, this type of ore will produce steel with a nickel content between 2-3%. A number promises the emergence of superior traits, especially for producing high strength steel which is very much needed in the construction of infrastructure in Indonesia. The addition of chromium to laterite steel aims to increase strength, hardness, suppleness, wear resistance to rust and acid. Going through the forging process can also cause grain distortion and increase strength and hardness, improve ability. The availability of natural resources makes laterite ore a potential as a basis for independence to meet national steel needs. By carrying out hard tests, wear resistance tests, micro tests can be known the mechanical properties of Cr-Ni laterite steel.

Keywords: *steels laterite, chrome, forging, abrasive test, micro test, hardness test*

ABSTRAK

Pengembangan industri baja Indonesia masih terkendala oleh keterbatasan bahan baku dan energi. Dalam hal bahan baku, Indonesia tidak memiliki bijih besi kadar tinggi dalam jumlah memadai. Keterbatasan bijih besi ini akan bisa teratasi dengan pemanfaatan bijih besi (nikel) laterit. Bila dilebur menjadi baja, bijih jenis ini akan menghasilkan baja dengan kandungan nikel antara 2-3%. Suatu angka menjanjikan munculnya sifat-sifat unggul, khususnya untuk menghasilkan baja kekuatan tinggi yang sangat dibutuhkan dalam pembangunan infrastruktur di Indonesia. Penambahan kromium pada baja laterit bertujuan untuk meningkatkan kekuatan, kekerasan, kekenyalan, ketahanan aus terhadap karat dan asam. Melalui proses tempa juga dapat mengakibatkan distorsi pada butir dan meningkatkan kekuatan serta kekerasan, memperbaiki kemampuan. Ketersediaan SDA menjadikan bijih laterit berpotensi sebagai basis kemandirian guna memenuhi kebutuhan baja nasional. Dengan melakukan uji keras, uji ketahanan aus, uji mikro dapat diketahui sifat-sifat mekanis dari baja laterit Cr-Ni.

Kata kunci: *baja laterit, kromium, tempa, uji abrasif, uji mikro, uji keras*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara dengan cadangan bijih laterit terbesar di dunia. Kandungan nikel yang berasal dari bijih laterit merupakan salah satu bahan baku dalam industri baja. Dalam sektor ini merupakan peran utama dalam memasok bahan-bahan baku vital untuk pembangunan dalam berbagai bidang. Maka dengan perannya yang sangat penting tersebut, keberadaan industri baja menjadi sangat strategis untuk kemakmuran suatu Negara. Kekayaan mineral yang ada di Indonesia sangat beragam, mulai dari mineral logam fero maupun non-fero. Salah satu mineral yang cukup melimpah di Indonesia adalah bijih logam nikel. Bijih logam nikel ada dua jenis yaitu, nikel laterit dan nikel sulfida. Tetapi, mineral logam yang terdapat di Indonesia yang paling banyak adalah nikel laterit.

1.2. Tinjauan Pustaka

Baja adalah logam paduan antara unsur besi (Fe) dengan karbon (C), kadar karbon dalam baja dapat mencapai 2%. Di samping kedua unsur dalam baja terdapat pula unsur-unsur dalam jumlah kecil seperti *mangan (Mn)*, *silicon (Si)*, *fosfor (P)*, *belerang (S)*. Selain itu dapat mengandung unsur-unsur paduan seperti *khrom (Cr)*, *nikel (Ni)*, *wolfram (W)*, *molibden (Mo)* dan sebagainya, bervariasi menurut kebutuhan. Baja mempunyai kekuatan tarik yang tinggi, antara 40 - 200 kg/mm². Di samping itu baja juga mempunyai sifat keras dan ulet. Dengan kombinasi sifat tersebut baja mempunyai kekuatan yang cukup tinggi. Sifat-sifat baja dapat diatur dengan cara pengaturan komposisi kimianya, terutama kadar karbonnya. Semakin tinggi kadar karbon dalam baja, semakin tinggi kekuatannya serta kekerasannya, sementara keuletannya berkurang.

1.3. Tujuan Penelitian

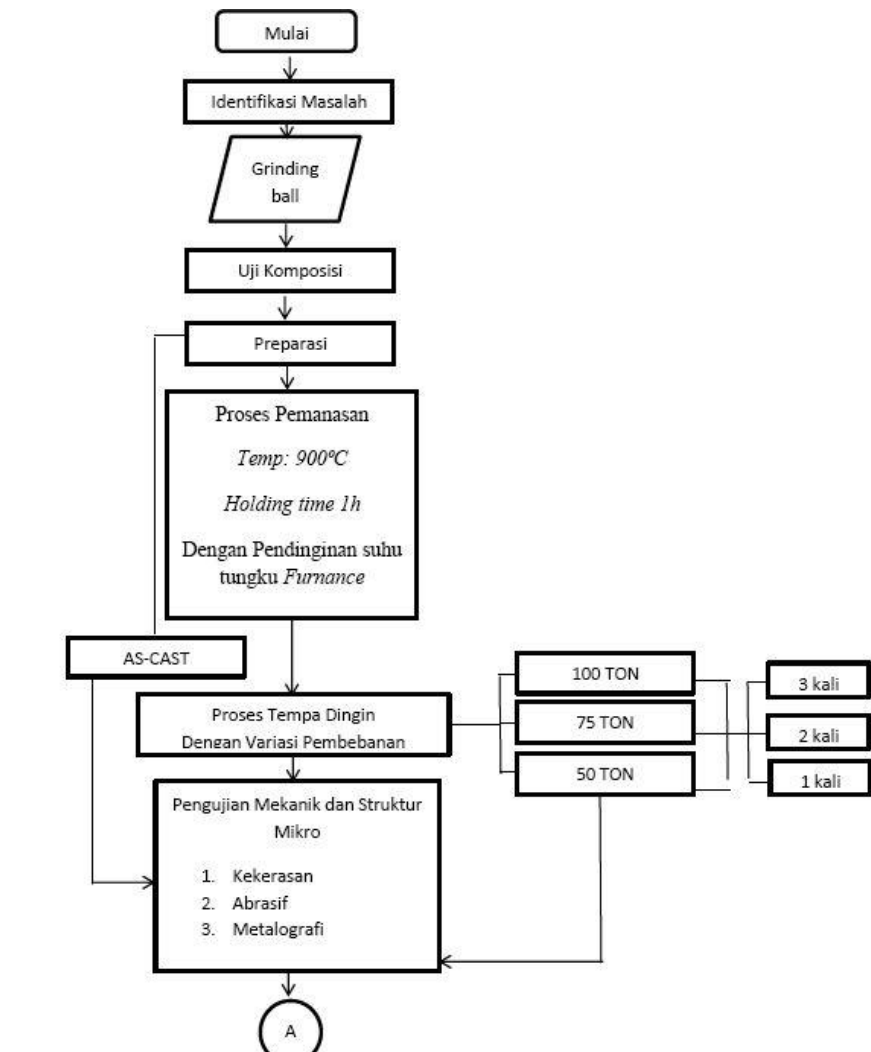
1. Mengetahui prinsip-prinsip tempa dingin.
2. Mengetahui dan menganalisa pengaruh tonase dan penempaan terhadap sifat material.
3. Menghasilkan kekerasan yang merata setelah diberi penempaan.
4. Mempertahankan fasa *cementite* pada baja laterit.
5. Mengkarakterisasi baja laterit untuk aplikasi *grinding ball*.
6. Membandingkan *grinding ball* material baja laterit dengan *grinding ball* TB

2. METODE/PERANCANGAN PENELITIAN

2.1. Metode Penelitian

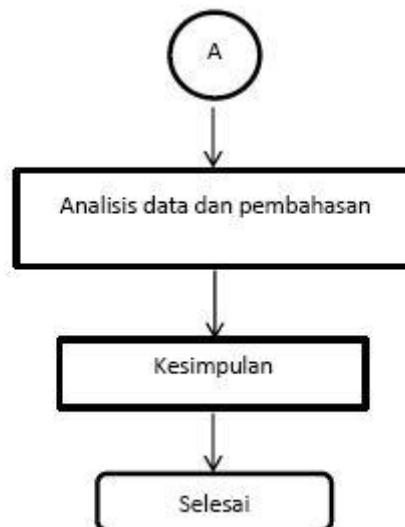
Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, yaitu metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendali. Perlakuan yang dimaksud dalam penelitian ini yaitu berupa proses tempa dingin. Hasil yang didapatkan berupa perubahan yang terjadi pada struktur mikro dengan menggunakan pengamatan metalografi, nilai kekerasan dengan menggunakan metode *Hardness Vickers*, nilai ketahanan aus abrasif dengan menggunakan mesin uji keausan abrasif.

2.2. Kerangka Pemecahan Masalah



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.3. Pemecahan Masalah



3. HASIL DAN PEMBAHASAN

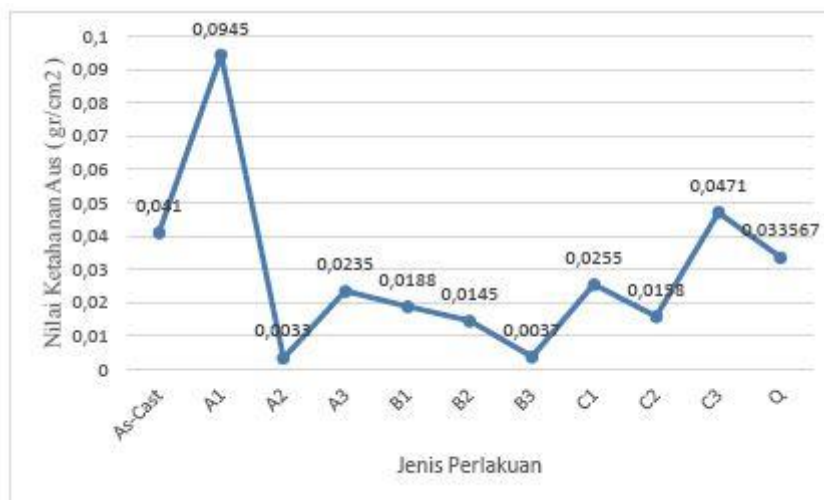
3.1. Hasil Uji SEM Pengaruh Pengecilan Diameter dan Komposisi FeSeTe



Gambar 2. Hasil Pengujian Kekerasan

Dari hasil pengujian kekerasan diatas menunjukkan penurunan sifat mekanik kekerasan dari material sebelum di *cold forging* dengan material yang sudah diproses *cold forging*. Sampel *cold forging* dengan pembebanan 100 ton kodefikasi sampel A1 mempunyai nilai kekerasan yang lebih tinggi yaitu 496,1 HV.

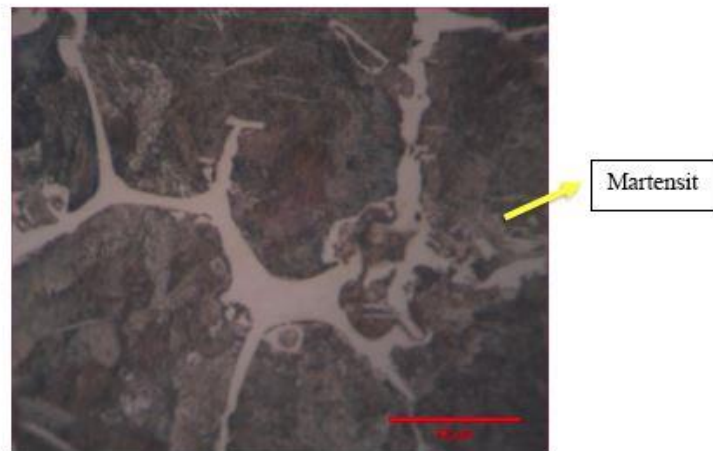
3.2. Ketahanan Aus



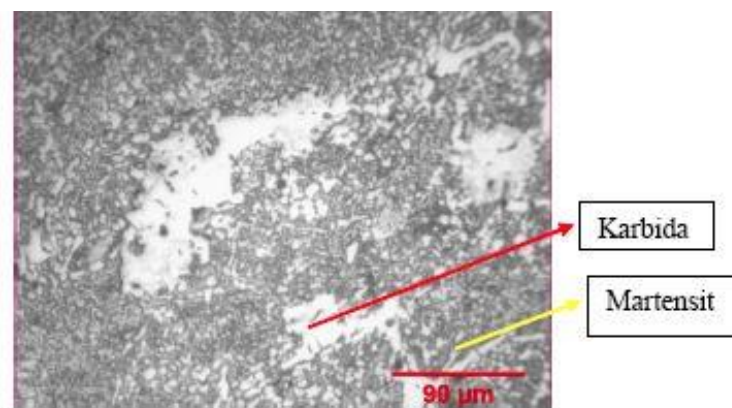
Gambar 3. Katahanan Aus

Pada *forging* beban 100 ton dengan 3x penempaan terjadi ketahanan aus sebesar 0,0945, pada As-cast nilai ketahanan aus sebesar 0,041 karena As-Cast adalah bahan dasar *grinding ball* yang belum *ditreatment*, untuk *forging* beban 100 ton dengan 3x penempaan karena *forging* beban 100 ton dengan 3x penempaan menjadikan struktur baja mengalami keretakan yang mengakibatkan ketahanan ausnya sangat tinggi.. untuk *forging* beban 100 ton dengan 2x penempaan, terdapat ketahanan aus karena kehilangan beratnya kecil sedangkan nilai kekerasanya tinggi, untuk *forging*

beban 100 ton dengan 1x penempaan nilai ketahanan aus 0,0235, untuk *forging* beban 75 ton dengan 3x penempaan nilai ketahanan aus 0,0188, untuk *forging* beban 75 ton dengan 2x penempaan nilai ketahanan aus 0,0145.



Gambar 4. Hasil pengujian metalografi *grinding ball* Awal As-Cast



Gambar 5. Hasil pengujian metalografi *grinding ball* sampel A1

Pada gambar 4 menunjukkan struktur mikro sampel as-cast. Struktur yang terbentuk adalah fasa karbida dan fasa martensit sebagai matriks. Fasa karbida terbentuk karena adanya unsur karbon (C) merupakan unsur utama karbida (Fe-C) berperan didalam membentuk sifat-sifat mekanik baja yang ditunjukkan pada nilai kekerasannya yang tinggi.

Pada gambar 5 menunjukkan struktur mikro sampel A1 hasil *cold forging* dengan beban 100 ton 3x tempa. Struktur mikro yang terbentuk adalah fasa karbida sebagai unsur utama (Fe-C) dan fasa martensit. Selain itu, baja laterit tersebut dengan beban tempa diatas ternyata memiliki beberapa porositas maupun retak mikro (*micro crack*). Adanya porositas disebabkan oleh kualitas produk hasil cor dari baja laterit yang masih perlu ditingkatkan, sedangkan retak mikro timbul akibat adanya tahapan reduksi ukuran yang terlalu jauh atau beban tempa yang berlebih. Hal ini bila ditinjau secara mikro akan menyebabkan cacat dislokasi yang memicu hambatan deformasi yang akan menimbulkan adanya tegangan dalam (*internal stress*) pada batas butir dan pada akhirnya akan menginisiasi terjadinya retakan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

1. Dari hasil pengujian komposisi kimia baja *grinding ball*, dapat dilihat bahwa komposisi kimia utama yang terkandung dalam baja *grinding ball* (paduan Ni-Cr) adalah Ni = 2,0758%, Ni merupakan unsur penyusun utama. Unsur paduan Cr = 0,7289%. Dan hasil pengujian ini kadar karbon C = 1,9171% menghasilkan fasa martensit dan karbida
2. Dari hasil tempa dingin pada variasi tonase 100 ton dan 3x penempaan dihasilkan nilai kekerasan tertinggi yaitu 496,1 HV dan terendah pada variasi beban 50 ton 1x tempa dengan nilai kekerasan 387,9 HV, semakin tinggi pembebanan dan semakin banyaknya tempaan maka semakin tinggi pula tingkat kekerasan yang diperoleh
3. Semakin besar tonase dan semakin banyaknya penempaan nilai kekerasannya meningkat sedangkan berbanding terbalik terhadap ketahanan aus semakin besar tonase dan semakin banyak penempaan kehilangan berat material semakin banyak.
4. Perbandingan data pengujian terhadap baja *grinding ball* TB, baja laterit *grinding ball* dilihat dari nilai kekerasannya lebih tinggi daripada baja *grinding ball* TB

4.2. Saran

1. Pada proses pengetsaan pada sampel dapat menggunakan variasi etsa lebih variatif seperti larutan kalling atau picral, Agar pada saat pengujian metalografi struktur mikro pada sampel tersebut terlihat dengan lebih jelas pada fasa tertentu.
2. Perlu diperlakukan proses pengujian impak agar mengetahui mineral getas atau ulet dari *grinding ball* tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya Mengucapkan banyak terima kasih kepada bapak Dr. Ing, Andika W. Pramono, M.Sc selaku Pembimbing I dan Bapak Ir. Bintang Adjiantoro, M.T selaku Pembimbing II yang dengan kesabaran memberikan petunjuk, saran-saran serta bimbingan sehingga saya dapat menyelesaikan Skripsi ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Perindustrian Republik Indonesia. 2014.
- [2] Granata, R.D. dan Moore, P.G. 1986. Surface Modification. Dalam metals Handbook, 9th ed. Vol.6. Metals Park, Ohio:ASM.
- [3] Pusat Penelitian Metalurgi dan Material. 2014. Pengembangan Baja Laterit.
- [4] Amstead, B.H & Ostwald, P.F & Myrlon Begemen. 1992. Teknologi Mekanik. (edisi 7). Terjemahan Sriati Djaprie. Jakarta: Erlangga.
- [5] Smallman, R. E. 1985. Metalurgi Fisik Modern. Terj. Sriati Djaprie. Edisi ke 4. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- [6] Schonmetz, Alois dan Karl Gruber. 1985. Pengetahuan Bahan dalam Pengerjaan logam. Bandung: Angkasa
- [7] Tata Surdia, Shinroku Saito. Pengetahuan Bahan Teknik, PT Pradnya Paramita Jakarta, 1985
- [8] Sinha, Anil Kumar. 2003. Phallurgysical metallurgy handbook. London: the McGraw-Hill Int.
- [9] Adams et al. Metallography and Microstructures. Volume 9. ASM Internasional. 2004.