



FABRIKASI MATERIAL AISI 4140 UNTUK PEMBUATAN *BUSHING* PADA DRAGBAR MESIN *CRUSHER*

Ilmawan Suryapradana¹ Masbin Dahlan²

¹Maintenance Engineering Department, Sinar Mas Berau Coal Polytechnic,
Jl. Raja Alam II, Rinding, Tlk. Bayur, Kabupaten Berau, Kalimantan Timur 77315

²Agro-Industrial Manufacture Engineering Department, ATI Makassar Polytechnic,
Jl. Sunu No.220, Suangga, Kec. Tallo, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90211

*ilmawanjie@gmail.com

Diterima: 30 11 2022

Direvisi: 09 12 2022

Disetujui: 25 01 2023

ABSTRAK (Indonesia)

Material AISI 4140 merupakan salah satu baja paduan rendah yang banyak digunakan dalam aplikasinya, dapat dilihat pada komponen gardan otomotif. Berdasarkan aplikasi tersebut, terlihat bahwa material AISI 4140 banyak digunakan pada komponen yang membutuhkan *durabilitas* dan kekerasan tinggi. Penggunaan AISI 4140 di industri pertambangan adalah sebagai *sleeve* untuk drawbar unit *crusher*. Material *sleeve* harus melalui proses produksi berupa pembubutan hingga mencapai dimensi yang dibutuhkan. Komponen *case* harus awet/kuat (*long life*) sehingga tidak menghambat proses produksi pada suatu perusahaan seperti perusahaan batu bara. Merencanakan dan menggunakan peralatan serta memilih bahan yang tepat dapat meminimalkan biaya produksi dan mempercepat proses. Cara ini dapat menghemat biaya produksi karena dapat mengurangi produksi sebanyak 800 gantang per tahun yang dibutuhkan di area penambangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja *case* agar dapat meningkatkan efisiensi kerja unit *crushing* dan mengurangi *downtime* akibat kerusakan *case*.

Kata kunci: Fabrikasi, Bushing, AISI 4140, Mesin Bubut, Dragbar, Crusher

ABSTRACT (English)

AISI 4140 material is a low-alloy steel that is widely used in its applications, which can be seen in automotive axle components. Based on these applications, it can be seen that AISI 4140 material is widely used in components that require high durability and hardness. The use of AISI 4140 in the mining industry is as a sleeve for the crusher unit drawbar. The sleeve material must go through a production process in the form of turning until it reaches the required dimensions. Case components must be durable and strong (with a long life) so that they do not hinder the production process in a company such as a coal company. Planning and using equipment and choosing the right materials can minimize production costs and speed up processes. This method can save production costs because it can reduce the 800 bushels per year needed in the mining area. This study aims to determine the factors that affect the performance of the case in order to increase the work efficiency of the crushing unit and reduce downtime due to damage to the case.

Keywords: Fabrication, Bushing, AISI 4140, Lathe, Dragbar, Crusher

PENDAHULUAN

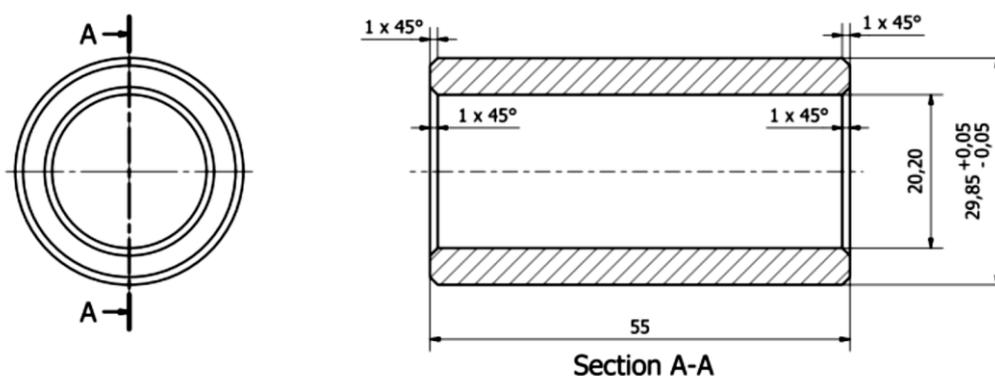
Bushing atau selongsong merupakan komponen yang sangat penting karena komponen ini sering diabaikan karena tersembunyi dan berupa karet gelang kecil [1]. Namun, perlu diperhatikan bahwa selongsong juga mempengaruhi kenyamanan berkendara pengemudi. Pada saat yang sama, selongsong digunakan dalam penambangan batubara sebagai penghubung antara rantai balok penggerak penghancur (*coal crusher*) [2]. Bengkel merupakan suatu entitas yang dibutuhkan perusahaan/pabrik untuk mempertahankan kinerjanya dalam kondisi optimal dan menekan biaya jasa perbaikan peralatan. Dengan mengoptimalkan kinerja mesin bubut maka bengkel dapat bekerja dengan baik sehingga proses produksi pabrik tidak terganggu. Optimalisasi mengharuskan teknisi untuk mengetahui mesin, alat dan bahan yang sedang diproses [3]. Saat melakukan proses pembubutan, waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi suatu produk/komponen harus sesingkat mungkin agar tercapai kapasitas produksi yang tinggi [4]. Tiga parameter utama dalam pembubutan adalah kecepatan spindel (*speed*), pemakanan (*feed*) dan kedalaman pemotongan (*cutting depth*). Faktor lain seperti bahan kerja dan jenis alat juga memiliki pengaruh yang signifikan, namun ketiga parameter di atas adalah yang dapat diatur langsung oleh operator pada mesin bubut [5]. Performa mesin menjadi jaminan kelangsungan perusahaan dalam memproduksi produk seperti terpal. Mengukur produktivitas mesin diperlukan untuk menemukan dan merancang mesin agar bekerja lebih optimal [6]. Dalam industri khususnya industri batu bara banyak peralatan yang dibentuk pada proses pembubutan, diantaranya mulut balok penggerak *crusher*. Seperti yang dapat dilihat pada Gambar [7].

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini ada 3 tahapan yang dilaksanakan yaitu:

Perencanaan

Bushing yang digunakan sebagai mata rantai balok penggerak *crusher* ini memiliki ukuran sebagai berikut: Panjang 55 mm, diameter luar $\varnothing 29,80$ mm, diameter dalam $\varnothing 20,20$ mm dan lintasan 1x450



Gambar 2. Rancangan *bushing* 2D

Pilihan bahan lengan

Berdasarkan sifat-sifat yang dibutuhkan dari *bushing* yaitu ketahanan terhadap korosi, kekerasan dan keseimbangan antara kekuatan dan kelenturan[2], maka diperlukan material *bushing* baja. *Ferrous Steel* merupakan logam yang banyak digunakan dalam paduan antar unsur Besi (Fe), beberapa tabel perbandingan yaitu Perbandingan Jenis SS *Austenitik*, *Feritik* dan *Martensitik*, Komposisi Logam Baja Karbon dan Komposisi Logam SS. Penentuan material yang akan digunakan berdasarkan data material standar 4140 yang memiliki nilai kekerasan sangat baik, hal ini berdasarkan hasil uji kekerasan dan data material AISI-SAE sesuai tabel.

Tabel 1. Komposisi Logam Paduan Baja Komposisi Baja Paduan Standar AISI-SAE

AISI No.	UNS No.	Composition (%)							
		C	Mn	P Total	S	Cr	Ni	Mo	Si
4037	G40370	0.35-0.40	0.70-0.90	0.035	0.040	0.15-0.35	---	---	0.20-0.30
4130	G41300	0.28-0.33	0.40-0.60	0.035	0.040	0.15-0.35	---	0.80-1.10	0.15-0.25
4137	G41370	0.35-0.40	0.70-0.90	0.035	0.040	0.15-0.35	---	0.80-1.10	0.15-0.25
4140	G41400	0.38-0.43	0.75-1.00	0.035	0.040	0.15-0.35	---	0.80-1.10	0.15-0.25
4142	G41420	0.40-0.45	0.75-1.00	0.035	0.040	0.15-0.35	---	0.80-1.10	0.15-0.25
4150	G41500	0.48-0.53	0.75-1.00	0.035	0.040	0.15-0.35	---	0.80-1.10	0.15-0.25
4340	G43400	0.38-0.43	0.60-0.80	0.035	0.040	0.15-0.35	1.65-2.00	0.70-0.90	0.20-0.30
E4340c	G43406	0.38-0.43	0.65-0.85	0.025	0.025	0.15-0.35	1.65-2.00	0.70-0.90	0.20-0.30
E52100c	G52986	0.98-1.10	0.25-0.45	0.025	0.025	0.15-0.35	---	1.30-1.60	---
6150	G61500	0.48-0.53	0.70-0.90	0.035	0.040	0.15-0.35	---	0.80-1.10	0.15 V min
8620	G86200	0.18-0.23	0.70-0.90	0.035	0.040	0.15-0.35	0.40-0.70	0.40-0.60	0.15-0.25
8630	G86300	0.28-0.33	0.70-0.90	0.035	0.040	0.15-0.35	0.40-0.70	0.40-0.60	0.15-0.25
8640	G86400	0.38-0.43	0.75-1.00	0.035	0.040	0.15-0.35	0.40-0.70	0.40-0.60	0.15-0.25
8740	G87400	0.38-0.43	0.75-1.00	0.035	0.040	0.15-0.35	0.40-0.70	0.40-0.60	0.20-0.30

Baja AISI 4140 merupakan baja paduan menengah dengan komposisi kimia C (0.380.43%), Mn (0.75-1.00 %), Si (0.20-0.35 %), Cr (0.80-1.10 %), Mo (0.15-0.25 %), P (=0.035%) dan S (=0.04 %). Paduan Cr dan Mo pada bahan bushing, menyebabkan bahan mempunyai sifat tahan karat [4]. Proses pengerjaan logam merupakan salah satu masalah yang sangat penting dalam pembuatan komponen mesin, khususnya proses pengerjaan logam dengan menggunakan mesin bubut [7]. Untuk mendukung produksi, fungsi pemeliharaan harus memastikan bahwa peralatan yang memenuhi standar cukup untuk menghasilkan produk dalam jumlah dan kualitas yang dibutuhkan.

Kualitas pekerjaan

Berikut ini adalah alat dan bahan, serta alur kerja yang terlibat dalam pembuatan selongsong, sebuah. Alat yang digunakan: Bubut, Titik balik, Titik bor, Tekan, Pahat, Pisau, Bor \varnothing 20 dan \varnothing 13. Bahan: Besi padat kode AISI 4140, diameter 32 Proses kerja:

1. Siapkan mesin dan peralatan yang akan digunakan.
2. Pasang besi padat ke dalam chuck mesin bubut sehingga sepatu mesin bubut dibuat sependek mungkin.
3. Membalik permukaan benda kerja agar permukaannya rata. Kemudian matikan ujung bubut muka lainnya hingga panjangnya 55mm.
4. Bor bagian tengah kedua ujung benda kerja.
5. Bor benda kerja dengan mengubah obor putar ke bor tengah, mulailah mengebor dengan diameter bor terkecil dari 8mm ke terbesar hingga diameter lubang 20mm.

Uji kekerasan yang digunakan dalam penelitian ini merupakan salah satu dari sekian banyak pengujian, terdapat 3 metode yang cocok, karena dapat dengan mudah dilakukan pada sampel kecil.

1. Metode *Scratch* Pengujian kekerasan dengan metode *scratch* dilakukan dengan cara mengukur kemampuan material dengan menggosokkan material uji di atas sampel. Skala uji yang digunakan adalah skala *Mohs* yang terdiri dari standar 10 bahan yang cocok untuk digaruk, dimana 1 adalah yang paling lembut sampai 10 adalah yang paling keras.
2. Metode kekerasan dinamis dengan pengujian dinamis (kekerasan menghitung energi yang dihasilkan oleh lekukan yang dilepaskan dari permukaan sampel. Metode *reflektansi* dilakukan dengan alat *Shore Scleroscope* yang digunakan dalam pengujian ini
3. Metode Indentasi Pengukuran kekerasan dengan metode *gage* dilakukan dengan mengukur ketahanan material terhadap gaya tekan yang diberikan oleh indentasi, dengan memperhitungkan beban yang diberikan dan ukuran label. Uji kekerasan menggunakan metode identitas terdiri dari beberapa metode.

Uji Kekerasan Meyer Uji Meyer merupakan peningkatan dari uji sebelumnya, yaitu uji Brinell. Meyer menyebutkan bahwa nilai kekerasan harus memperhitungkan tekanan rata-rata permukaan indentasi (tidak dapat dicek dengan Brinell). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji kekerasan Brinell menurut J.A. Brinell (1900) menyatakan bahwa uji kekerasan ini paling banyak digunakan dan distandarisasi [5]. Brinell mengujinya dengan mengindentasi permukaan sampel. Bola karbida digunakan untuk bahan yang sangat keras yang meminimalkan distorsi lekukan. Tes ini memanfaatkan ketersediaan alat kami dan sangat populer di industri ini.

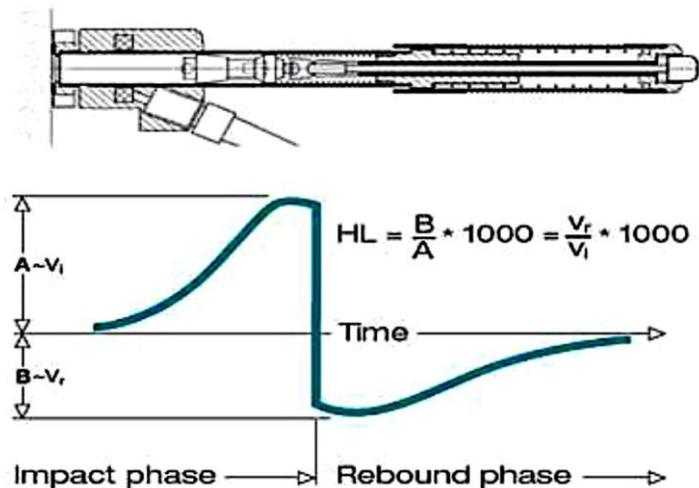
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada alat uji berdasarkan prinsip pantulan, pegas mendorong benda uji melalui tabung pemandu sehingga mengenai benda uji. Badan tumbukan mengenai benda uji tanpa hambatan, magnet yang ada menghasilkan tegangan pada sistem kumparan yang mengelilingi tabung timah dari badan tumbukan. Di ujung probe, lekukan, biasanya terbuat dari "tungsten carbide" atau "bola berlian", mengenai benda uji, menyebabkan probe memantul dari permukaan benda uji lebih lambat.



Gambar 3. Uji kekerasan *Brinell Test*

Alat uji kekerasan yang digunakan adalah alat uji merk *DEKKO* milik Politeknik Batu Bara Sinar Mas Berau Kalimantan Timur seperti terlihat pada gambar. Nilai kekerasan (HL) dihitung dari rasio dampak dan kecepatan kembali. Nilai kekerasan (HL) ini selanjutnya dapat diubah oleh perangkat lunak untuk menampilkan nilai kekerasan konvensional pada skala HRC, HV atau HB.



Gambar 4. Konsep dasar perhitungan dalam skala Leeb (HL)

Konversi angka kekerasan HL ke skala Brinell

Seperti yang telah dijelaskan di atas, skala *Brinell* masih merupakan skala yang cukup banyak digunakan yang dapat Anda gunakan untuk mengubah Angka Kekerasan Leeb (HL) menjadi *Brinell* (HB) logam menggunakan tabel.

Tabel 2. Komposisi Logam Paduan Baja Komposisi Baja Paduan Standar AISI-SAE

<u>Leeb Hardness Type D</u> Impact Device (HDL)	<u>Rockwell C Hardness</u> 150 kgf (HRC)	<u>Vickers Hardness</u> 10mm Ball 3000kgf (HBS)	<u>Brinell Hardness</u> 10mm Steel Ball 300kgf (HBS)
828	62	762	(721)
819	61	737	(699)
809	60	711	(675)
800	59	688	(654)
791	58	667	634
782	57	645	614
773	56	625	595
764	55	605	577
755	54	586	559
746	53	568	542
737	52	550	526
729	51	534	511
720	50	517	496
712	49	503	482
703	48	487	467
695	47	473	455
687	46	460	442
679	45	447	430
671	44	434	416
663	43	422	407
655	42	410	395
647	41	398	385
640	40	388	375
632	39	377	365
625	38	368	356
618	37	358	347
611	36	349	338
603	35	339	328
596	34	330	320
590	33	323	313
583	32	314	305
576	31	306	297
570	30	299	291
563	29	291	283
557	28	284	276
551	27	277	270
545	26	271	264
539	25	264	258
533	24	258	252
527	23	251	246
521	22	245	240
516	21	240	235
510	20	234	229

Dalam penelitian ini pada pembubutan luar maupun pengeboran menggunakan putaran mesin (low) n = 70 - 300 rpm dan pada putaran tinggi (high) n = 460 - 2000 rpm.

Tabel 3. Hasil perbandingan antara jenis fluida variasi kecepatan dan hasil kekerasan

Speed	Fluida Dromous/Bubut Basah	Withot Fluida /Bubut Kering
Low70	773 HL	755 HL
High 460	774 HL	746 HL
High 755	767 HL	737 HL

Uji kekerasan dilakukan pada akhir setiap pembubutan lengan, setelah pengumpulan data, proses pemesinan baru dilakukan dengan kecepatan yang berbeda dan mengubah proses pelumas pendingin menjadi pembubutan basah atau kering. Pekerjaan menyimpulkan bahwa kecepatan tinggi spindel berbanding lurus dengan angka kekerasan, yang meningkat karena panas yang dihasilkan oleh spindel.



Gambar 5. *Bushing* setelah pembubutan

Data kekerasan dengan atau tanpa dopan tidak jauh berbeda, namun bila menggunakan cairan (*wet turning*), umur alat HSS atau mata pisau yang digunakan lebih lama dan hasil pemotongan permukaan material sampel lebih halus. karena ada lebih sedikit serpihan. dari bahan potong. Kasing membutuhkan waktu 15 menit / kasing, ditambah setiap pengukuran kekerasan.



Gambar 6. Pembubutan basah dengan *cutting fluid dromous*

KESIMPULAN

Pemilihan bahan yang digunakan sesuai spesifikasi standar yang mampu menjadikan material tersebut digunakan sebagai bushing sehingga mampu berperan sebagai penghubung chain pada dragbar mesin crusher. Mesin bubut tools dan metode yang digunakan dalam percobaan ini, khususnya aspek waktu lebih efisien, tanpa mengurangi kualitas produk dan maintenance engine pun tetap terjaga. Ketersediaan material yang terjangkau konsumtif dan banyak tersebar di tempat penyedia barang menjadikan cara kerja inipun dapat meningkatkan efisiensi biaya sesuai kebutuhan akan produksi bushing.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya serta karunia yang tak ternilai harganya yang tidak dapat dibalas oleh siapapun. Tidak lupa penulis sampaikan shalawat dan salam kepada Nabi SAW atas segala hadits dan sunnah yang sering penulis bantah. Sujud dan terima kasih kepada kedua orang tua yang menunjukkan cinta yang tulus dan tanpa pamrih. Karya ini kami persembahkan kepada mereka berdua sebagai tanda komitmen kami kepada mereka.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pujiyulianto., 2019. *E Fabrikasi dan Surface Finishing Minitube dengan Mesin Bubut untuk Bahan Baku Ring Jantung*. 35-46. Departemen Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada.
- [2] Nasution M., 2020. *Analisa Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja Aisi1020*, Dosen Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik UISU.
- [3] Perdana D., 2017. *Pengaruh Variasi Temperatur Pada Proses Perlakuan Panas Baja Aisi 304 Terhadap Laju Korosi*, Tek. Eng. Sains J.,
- [4] Wibolo A, 2011. *Optimasi Parameter Pemotongan Mesin Bubut CNC Terhadap Kekasaran Permukaan Dengan Geometri Pahat Yang Dilengkapi Chip Breaker*.

- [5] Lubis, R. R. B., Daryanto, A., Tambunan, M., & Rachman, H. P. S. 2016. *Analisis Efisiensi Teknis Produksi Nanas: Studi Kasus di Kabupaten Subang, Jawa Barat*. Jurnal Agro Ekonomi, 32(2), 91.
- [6] Lesmono I., 2013. *Pengaruh Jenis Pahat, Kecepatan Spindel, Dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Tingkat Kekasaran Dan Kekerasan Permukaan Baja ST. 42 Pada Proses Bubut Konvensional*. JTM, Vol 1, No. 3.
- [7] Kholid Al-Ghofari A. dkk., 2012. *Upaya Peningkatan Performansi Mesin pada Industri Manufaktur*. Jurnal Spektrum Industri, Vol. 10, No.2.