

Pengaruh Pengerolan Panas Terhadap Kerusakan Permukaan Rol Pada Proses Pembuatan *Cooperrod*

Eko Edy Susanto¹⁾, Febi Rahmadianto²⁾

Institut Teknologi Nasional Malang

Fakultas Teknologi Industri

Jalan Karanglo Km.2, Malang

E-mail : ekoedys@yahoo.co.id ¹⁾, rahmadianto15@gmail.com ²⁾

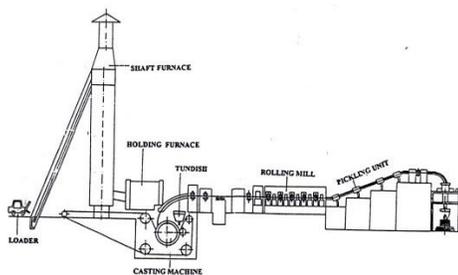
Abstrak

Salah satu kerusakan pada produk *copperrod* disebabkan kerusakan pada rol dan kerusakannya terdapat dipermukaannya. Kerusakan pada permukaan rol karena adanya retak-retak halus akibat *heat cracking*. Penelitian dilakukan untuk mengetahui kerusakan pada permukaan rol yang digunakan untuk pengerolan panas *copperrod*. Terjadinya kerusakan pada permukaan rol karena tingginya temperatur pada waktu reduksi pada proses pengerolan panas dan pengaruh sistem pendinginannya. Tidak meratanya pendinginan yang memakai *soluble oil* pada permukaan rol maka menyebabkan terjadinya tegangan yang tidak stabil pada permukaan dan akibatnya muncul retakan-retakan halus. Pada temperatur pengerolan 705 °C dan volume pendinginan 403,2 l/jam dengan tekanan 6 kg/cm², media pendingin memakai *soluble oil* dapat meningkatkan umur pakai rol nahan baja H13.

Kata kunci: Bahan Rol, Pengerolan, Hot Working, Pendinginan, Kerusakan.

PENDAHULUAN

Produksi *copper rod* dapat dilakukan dengan sistem konvensional dan sistem *Continuous Casting*. Sistem konvensional untuk proses pengerolan dalam memproduksi *copper rod* dilakukan dengan cara memanaskan lebih dahulu batangan tembaga (*wire bars*) di dapur pemanas pada temperatur 880 - 925° C.



Proses sistem *Soutwire Continuous Rod (SCR)* pembuatan *copper rod*.

Sistem *Continuous Casting* pada pembulatan *wire rod* dapat menghasilkan *wire rod* yang panjang tanpa terputus, tembaga cair dari dapur peleburan dengan berkelanjutan dituangkan kedalam mesin cetak untuk dibentuk menjadi *cast*

bar dan seterusnya dilakukan pengerolan panas untuk dijadikan produk *copper rod*.

Pembentukan *cooper rod* yang dilakukan oleh roll dan reduksinya dilakukan tahap demi tahap pada batangan tembaga yang panas sampai ukuran diameter yang dikehendaki.

Mutu produk *copper rod* akan ditentukan didalam proses peleburan, bahan bakunya, proses *continuous casting* dan pengerolan panas, maka terjadinya cacat-cacat pada *copper rod* salah satunya disebabkan adanya penyimpangan pada proses rol atau kerusakan yang terjadi pada rol berupa retak-retak atau kerusakan yang terjadi pada rol berupa retak-retak atau pecah dan lubang-lubang kecil pada permukaannya

Permasalahan kerusakan permukaan rol apakah karena pengerolan panas *copper rod*, serta bentuk dan penyebab kerusakan pada permukaan rol yang digunakan untuk pengerolan panas. Tujuan selanjutnya adalah bagaimana memperkecil kerusakan permukaan rol dan memperpanjang umur pakai rol untuk proses pengerolan panas

METODOLOGI

Bahan Baku *Copeer Rod*.

Bahan baku *copper rod* menggunakan standart ASTM B-49 dan spesifikasi yang

digunakan untuk pengerjaan pengerolan panas yaitu tembaga tipe C11000 dengan komposisi (99,95 Cu – 0,04 O). Tembaga murni merupakan jenis logam yang lunak dan ulet, titik leburnya 1083° C dan temperatur pengerjaan panas 750 - 875° C.

Tabel 1 : Komposisi tembaga

Unsur	%	Unsur	%
Cu	99,96	Fe	0,001
O	0,027	S	0,0008
Sb	0,0002	As	0,0002
Bi	0,0001	Ag	0,0015
Ni	0,0001	Sn	0,001
Pb	0,0002		

Material Rol.

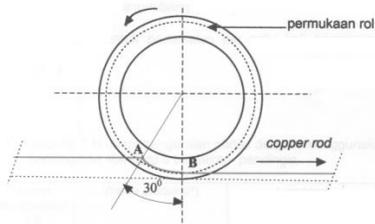
Proses pembuatan *copper rod* dengan pengerolan panas, memerlukan material rol yang tahan untuk temperatur tinggi, keausan dan tidak mudah berubah bentuk. Baja H13 merupakan baja *chromium hot work steels* yang sesuai digunakan untuk bahan rol pada pengerolan panas pembuatan *copper rod*. Umur pakai baja H13 untuk pengerolan panas *copper rod* tergantung penggunaannya, untuk nomor rol besar umur pemakaian lebih pendek dibanding nomor rol yang kecil ± 500 sampai 3000 ton sekali pakai.

Tabel 2 : Komposisi Baja H13

% C	% Mn	% Si	% Cr
0.32-0.45	0.20-0.50	0.80-1.20	4.75-5.50
% Ni	% Mo	% V	
0.30 max	1.10-1.75	0.80-1.20	

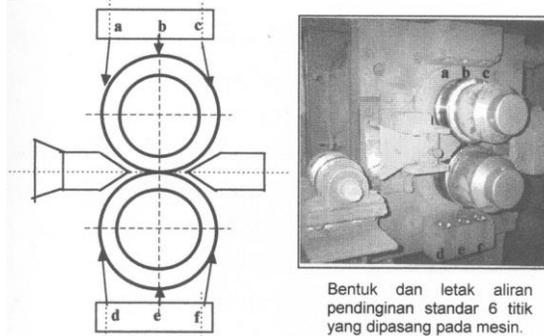
Proses pengerolan.

Proses pembuatan *copper rod* dengan pengerolan panas, memerlukan material rol yang tahan untuk temperatur tinggi, keausan dan tidak mudah berubah bentuk. Baja H13 merupakan baja *chromium hot work steels* yang sesuai digunakan untuk bahan rol pada pengerolan panas pembuatan *copper rod*

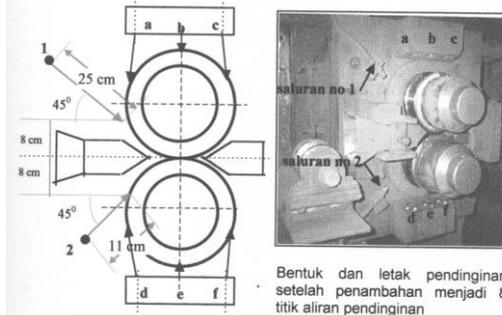


Gambar 1: Reduksi pada proses pengerolan copper rod

Pendinginan rol pada waktu untuk pengerolan panas *copper rod* menggunakan campuran air dengan 2-2,5% *soluble oil* secara terus-menerus disekitar rol dan sebagian mengenai *copper rod*, sekaligus berfungsi sebagai pelumas karena adanya gesekan *copper rod* dengan permukaan rol



Gambar 2: Pengerolan panas dengan 6 titik aliran pendinginan



Gambar 3 : Pengerolan panas dengan penambahan menjadi 8 titik aliran pendinginan

Tabel 3 : Pendinginan menggunakan fluida soluble oil

NO	JUMLAH TITIK ALIRAN	VOLUME FLUIDA	TEKANAN FLUIDA
1	6 titik	259 l/jam	6 kg/cm ²
2	8 titik	403,2 l/jam	6 kg/cm ²

Bentuk dan penyebab kerusakan.

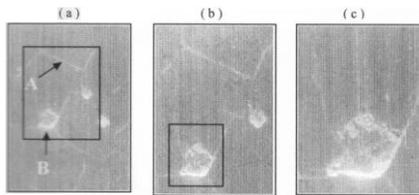
Sifat material dari rol yang dipergunakan untuk pengerolan panas, bisa berubah karena dipengaruhi oleh temperatur, gaya yang terjadi dan kondisi pada waktu pengerolan. Pengaruh kondisi pengerolan (Berhubungan dengan mesin) dan tingginya temperatur yang dipindahkan pada rol, dapat menyebabkan kegagalan pada rol, yaitu jenis kegagalan perpatahan. Model kegagalan perpatahan pada material yang digunakan untuk proses pabriaksi antara lain : patah ulet, patah getas, patah lelah, keretakan.

Kegagalan rol untuk proses pengerolan panas *copper rod* banyak dipengaruhi oleh kondisi pengoperasiannya terutama temperatur kontak antara

temperatur *copper rod* dengan rol. Pengaruh temperatur pada permukaan rol akan mempengaruhi umur rol maka komponen mesin jika mendapatkan tekanan dan gesekan pada temperatur tinggi akan menyebabkan *thermal fatigue cracking* (membentuk keretakan kecil pada permukaan karena pengaruh panas).

Kerusakan permukaan rol

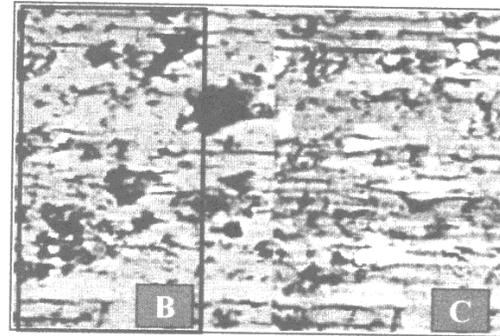
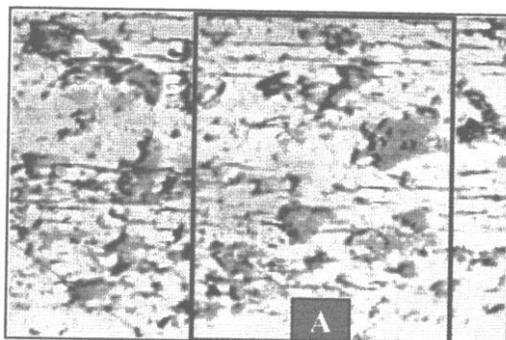
Pada gambar (a) diberi tanda (A) terlihat bahwa awal retakaan terjadi pada permukaan rol yang berhubungan langsung dengan *copper rod* saat proses pengerolan panas *copper rod* terjadi



Gambar 4: Kerusakan permukaan rol berupa lubang-lubang kecil (B) dan garis retaan (A). (a) gambar diperbesar 32x, (b) merupakan pembesaran dari kolom gambar (a) 55x, (c) merupakan pembesaran dari kolom gambar (b) 150x.

Kerusakan pada permukaan rol karena , maka terjadi retakan membentuk garis garis berlubang. Setiap lubang terjadi rambatan retakan kesekeliling lubang, akibat rambatan retakan yang terjadi maka menyebabkan retakan dalam dan lebar pada permukaan rol.

Ukuran memperjelas kerusakan permukaan rol akibat pengaruh reduksi *copper rod* dan hubungan langsung antara permukaan rol dan *copper rod* yang panas, maka dilakukan suatu pengujian *Scanning Electron Microscope* (SEM) pada permukaan rol. Dari pengujian SEM tersebut, dapat dilihat bahwa pada permukaan rol terjadi retakan-retakan lembut yang menyebar pada seluruh permukaan dan dari bentuk retakan-retakan tersebut, termasuk kelelahan panas dapat dilihat pada jenis *het cheking*



Gambar 5 : Pengamatan permukaan dengan SEM, pembesaran 500X, 25 KV, lokasi 10 mikrometer. Gambar B pembesaran gambar A dan gambar C pembesaran gambar B. Dari gambar A,B dan C memperlihatkan retakan permukaan karena kelelahan panas

Tabel 4: Kerusakan retakan permukaan rol

No	TEMPERATUR REDUKSI	Volume retakan kelelahan panas (%) dan Jumlah aliran soluble oil	
		6 titik	8 titik
1	600 °C	68	60
2	650 °C	70	63
3	700 °C	75	65
4	750 °C	80	68
5	800 °C	83	70

PEMBAHASAN

Pengoperasian rol pada proses pengerolan panas copper rod.

Aliran pendinginan titik 1 dan 2 menggunakan saluran ¾ in (19.05 mm) dan titik aliran pendinginan standar a, b, c, d, e dan f menggunakan saluran ½ in (12,7 mm) semua saluran pendinginan tersebut rata-rata besarnya tekanan aliran fluida pendingin 6 kg/cm². Volume fluida pendingin untuk saluran ½ in (12,7 mm) dan lubang keluar luasnya 0,85 cm² dengan tekanan 6 kg/cm² sebanyak 0,012 l/det = 43,2 l/jam.

Volume fluida pendingin system standar sebanyak 259,2 l/jam. Volume fluida pendingin untuk saluran ¾ in (19,05 mm) dan lubang keluar 1.65 cm² dengan tekanan 6 kg/cm² sebanyak 0,02 l/det = 72 l/jam.

Volume fluida pendingin untuk system pendinginan 8 titik aliran pendingin sebanyak 2 x 0,02 + 0,072 = 0,112 l/det atau 403,2 l/jam.

Jadi dengan demikian penambahan volume fluida pendingin dari 259.2 l/jam menjadi 403.2 l/jam dapat meningkatkan umur dan kemampuan rol untuk pengerolan panas copper rod.

Pendinginan dengan semburan fluida pendingin dari titik 1 dan 2 ke arah rol dengan tujuan

memberikan pendinginan dan pelumasan pada permukaan rol yang mengalami kontak langsung dengan copper rod yang panas (temperatur 705°C). Dengan adanya aliran pendinginan dan lapisan pelumas tersebut dapat mengurangi perpindahan panas dari copper rod pada permukaan rol, sehingga kelelahan akibat panas dapat dikurangi dengan demikian retakan lembut pada permukaan rol dapat menurun. oleh sebab itu salah satu penyebab laju keretakan pada permukaan rol dapat diatasi.

Pendinginan pada permukaan rol setelah melakukan pengerolan panas copper rod pada temperatur 705°C, dapat mengurangi merambatnya keretakan sehingga kerusakan permukaan rol dapat diperlambat dengan demikian umur rol akan lebih lama maka kemampuan reduksinya akan bertambah.

Pengaruh perubahan pada sistem pendinginan pada produktifitas.

Pada waktu masih menggunakan sistem pendingin standar (memakai 6 titik aliran pendingin, 3 titik diatas rol bagian atas dan 3 titik dibawah rol bagian bawah) rol mampu melakukan pengerolan atau mereduksi *copper rod* selama 94 jam per satu kali pemakaian rol atau ± 4 hari produksi.

Setelah perubahan sistem pendinginan dengan menambah 1 titik aliran pendinginan pada bagian rol atas dan 1 titik aliran pendinginan pada bagian rol bawah dengan demikian menggunakan 8 titik aliran pendinginan, rol mampu melakukan pengerolan atau mereduksi *copper rod* ± 191 jam per satu kali pemakaian rol atau ± 8 hari produksi..

Kegagalan rol pada proses pengerolan panas.

Kegagalan rol karena karena tingginya temperatur pada waktu reduksi *copper rod* maka berakibat adanya retakan dan lubang-lubang pada permukaan rol.

Pada sistem pendinginan standar semburan fluida pendingin tidak merata pada permukaan rol sehingga pada bahan rol terjadi perbedaan tegangan yang dapat meningkatkan laju merambatnya retakan.

Awal retakan pada permukaan rol juga disebabkan oleh reduksi tembaga pada proses pengerolan panas dan diperjelas secara microcracking, keretakan pada permukaan juga disebabkan oleh pengaruh tingginya panas *copper rod* saat reduksi, dan ditunjukan adanya retak lembut pada permukaan..

Terbukti penyebab awal keretakan pada permukaan rol disebabkan oleh reduksi tembaga dan pengaruh temperatur pada waktu proses pengerolan panas copper rod.

KESIMPULAN

Data-data yang diperoleh dari penelitian, disusun, diolah dan dibahas untuk mendapatkan kesimpulan, sebagai berikut :

1. Tingginya tempertur pada proses pengerolan panas atau reduksi akan menyebabkan retakan halus pada permukaan rol.
2. Temperatur permukaan rol yang tidak stabil karena pengaruh sistem pendinginan pada waktu proses pengerolan panas *copper rod*, menyebabkan tegangan pada material rol tersebut tidak merata sehingga meningkatkan laju keretakan pada rol
3. Penambahan volume fluida pendingin yang diberikan pada saat akan terjadi reduksi *copper rod*, dapat meningkatkan umur pakai rol .

DAFTAR PUSTAKA

- Alfred Jahr, Innovation in Rolling Mill Guides, Metallurgical Pland and Teknologi International, Volume 19, 1996.
- Armanto, H. & Daryanto. 1999. *Ilmu Bahan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- American Standard Testing of Material (ASTM).
- Black, Paul H.1961. *Theory Of Metal Cutting*. New York: McGraw Hill Book Co.
- F.Rahmadianto 2017. Analisa Pengaruh Variasi Treatment Pada Proses Pengelasan Smaw Terhadap Perbaikan Kualitas Baja. Prosiding SENIATI. Institut Teknologi Nasional. Malang.
- F.Rahmadianto 2016. Pengaruh Pengelasan Tungsten Inert Gas terhadap Kekuatan Tarik, Kekerasan,dan Mikro Struktur pada Pipa Heat Exchanger. Jurnal Industri dan Teknologi Informasi Cyber-Techn STT POMOSDA. Nganjuk.
- F.Rahmadianto 2014. Upaya Peningkatan Sifat Mekanik Baja Mild Steel Melalui Perbaikan Kualitas dengan Heat Treatment Annealing dan Holding Time pada Heat Treatment dengan Taguchi Method. Jurnal Rekayasa Mesin. Universitas Brawijaya. Malang.
- Gordon W. Powell, Identification of Typer of Failures, ASM Handbook Failure Analysis and Prevention, Volume 11,

- ASM International, Ohio, 1993, halaman 75-103.
- K. A. Widi, W. Sujana, T. Rahardjo, Analisa Mampu Las Material besi Tuang Memanfaatkan Elektroda Nikel (Studi Kasus komponen *Cylinder Head Pc750se-7* Yang Mengalami *Fretting*), Jurnal Flywheel Vol 9 No 2, September 2018
- M. H. Kamdar, Liquid Metal Embrittlement, ASM Handbook Failure Analysis and Prevention, Volume 11, ASM International, Ohio, 1993, halaman 225-238.
- Rochim, Taufiq. 1993. Teori dan Teknologi Proses Permesinan. *Online Public Acces Catalog*.
- Robinson, Olin Corporation, Propertis Of Wrought Copper and Copper Alloys, ASM Handbook Propertis and Selection : Nonferrous Alloys and Special-Purpose Materials, Volume 2, ASM International, Ohio, 1992, halaman 244-345.
- Stepen D. Antolovich, Fatigue Failure, ASM Handbook Failure Analysis and Prevention, Volume 11, ASM International, Ohio, 1993, halaman 102-135.
- Thelning Erick, Steel and Heat Treatment, Jointly Owned by Butterworek & CO, London, 1984.
- Vander Voort G, F, History Of Factrografi, ASM Handbook Factrografi, Volume 12, ASM International, Ohio, 1993, halaman 1-11.
- Michael Fiels, Surface Finish and Surface Intergrity, Metals