

## Penuaan Elektrode CuCr1Zr Spot Welding dengan Pendekatan Numerical

Agus Sifa

Politeknik Negeri Indramayu Jl. Lohbener Lama No.08, Indramayu Phone: 0812 1586 7418

Email: agus.sifa86@gmail.com

### Abstract.

*This study is to develop the constitutive equations to describe the mechanical deformation of the surfaces active of electrode. Most of tests are isotherms to characterize the material behavior at each temperature. The results isothermal test are used to identify the parameters of the law by using software SiDoLo, it shows the difference affected temperature. We can determine the value of the variable aging is a value between 0-1, the results identification of material aging through numerical calculations show the final result 0.9, then we can say that the specimens have been tested aging.*

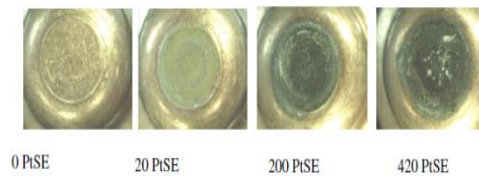
**Keywords:** CuCr1Zr, Mechanical behavior, Aging, Electrode, Spot Welding

### PENDAHULUAN

Beberapa penelitian pada permasalahan pelatihan las titik, terutama dalam kasus pengelasan *high tensile*. Beberapa plat, dilas dengan resistensi, dikembangkan dengan elektroda yang terbuat dari paduan tembaga menggunakan galvanis untuk melawan korosi. Paduan CuCr1Zr (Tembaga-Chrome-Zirkonium) digunakan untuk pembuatan elektroda, mengalami perlakuan panas untuk mengembalikan agar memiliki sifat mekanik dan listrik awal yang optimal. Tetapi akumulasi item pengelasan dapat menyebabkan deformasi dan elektroda erosi yang menyebabkan penuaan yang cepat dan karena penggantian prematur elektroda ini.

Degradasi mekanik melibatkan banyak fenomena digabungkan seperti pelunakan paduan (pelarutan / perpaduan dari endapan pengerasan), kelelahan termomekanik (yang mengakibatkan akumulasi siklus pengelasan) dan serangan kimia oleh *liquid zinc*. Fenomena ini adalah khusus untuk galvanis atau elektro-galvanis, dalam prakteknya berarti elektroda cepat aus dibandingkan dengan kasus lembar tanpa pelapisan. Hal tersebut untuk memahami dan memodelkan mekanisme degradasi tips pengelasan.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengembangkan hukum mekanika untuk menggambarkan *deformation behavior* permukaan aktif dari elektroda. Jadi, kami melakukan tes Gleeble untuk *behavior* materi CuCr1Zr ini. Dan kemudian menguji dengan kontak elektroda dengan disk molibdenum, kami akan memvalidasi hukum perilaku penuaan dengan software SiDoLo.



Gambar 1. Permukaan elektroda CuCr1Zr Spot Welding

### Gambaran Umum

#### CuCr1Zr

Tembaga memiliki konduktivitas termal tinggi, yang membuatnya menarik terutama untuk *Spot Welding*. Namun, sifat mekaniknya menurun cepat ketika temperature jenuh. Untuk memperbaiki hal tersebut yang diperlukan menambahkan beberapa paduan.

The Cu-Cr-Zr secara luas telah digunakan dalam bidang pengelasan tetapi juga digunakan oleh industri nuklir untuk sifat fisik material yang baik.

Paduan ini salah satu dari paduan dengan endapan pengerasan.

Pada tabel 1 menunjukkan sifat fisik dari paduan CuCr1Zr [5].

Tabel 1. Karakteristik fisik paduan CuCr1Zr.

Sifat Fisik	CuCr1Zr
Suhu liquid ( $^{\circ}\text{C}$ )	1080
Suhu Solid ( $^{\circ}\text{C}$ )	1070
Rentang pepadatan ( $^{\circ}\text{C}$ )	10
Kepadatan pada $20^{\circ}\text{C}$ ( $\text{kg}/\text{dm}^3$ )	8.9
Koefisien ekspansi linear ( $10^{-6} / ^{\circ}\text{C}$ )	18
Kapasitas panas spesifik pada $20^{\circ}\text{C}$ ( $\text{J} / (\text{kg}.\text{K})$ )	377
Konduktivitas termal pada $20^{\circ}\text{C}$ ( $\text{W} / (\text{mK})$ )	322

Konduktivitas listrik pada 20 ° C (% IACS)	80
Tahanan listrik pada 20 ° C (10-8 $\Omega.m$ )	2.1

### Parameter

Secara konvensional menyatakan model aditif pengerasan yang bermain pada variabel jenis pengerasan plastisitas dan model multiplikatif pada tegangan viskositas. Sebuah pendekatan dimana dua mekanisme tersebut juga memungkinkan. Selain itu, tidak seperti kasus plastisitas, di sini kita dapat mempertimbangkan model di mana kekuatan bidang berkurang dari aslinya ( $\sigma = 0$ ), dan tidak memiliki pengerasan [6]. Dengan demikian model yang paling umum adalah Norton (dengan dua parameter bahan K dan n):

$$\dot{\epsilon}^{vp} = \left( \frac{|\sigma| - \sigma_y}{K} \right)^n \text{signe}(\sigma) \quad (1)$$

Model penuaan untuk memperkenalkan variabel penuaan [9] yang diekspresikan oleh persamaan (model The blond-Devaux);

$$\frac{da}{dt} = \left[ \frac{a\infty(T) - a}{\tau(T)} \right] \quad (2)$$

$a\infty(T)$  = % maksimum fase pelunakan

$\tau(T)$  = waktu tunggu proses

Dampak perubahan keadaan pengendapan pada perilaku mekanik material. Hal itu bervariasi antara dua nilai ekstrim yang sesuai;

- $a = 0$ , materi tidak mengalami penuaan (pengobatan maksimal, baseline)
- $a = 1$ , material memiliki usia penuh (pelunakan maksimum)

$$K(a) = K_v + (K_0 - K_v)(1 - a) \quad (3)$$

### METODA

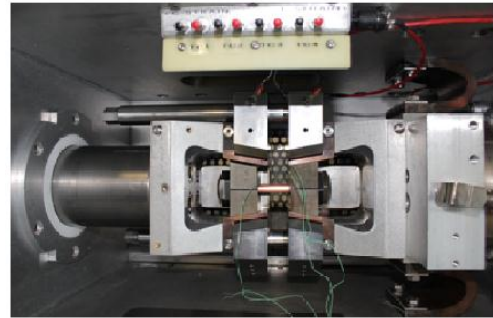
Pertama, studi ini difokuskan pada uji spesimen Isothermal dengan menggunakan mesin Gleeble di tahan pada temperatur konstan 750°C dan perhitungan numerik dilakukan untuk mengetahui evolusi mikrostruktur dalam elektroda dengan software SiDoLo.

### PEMBAHASAN

#### Hasil Uji

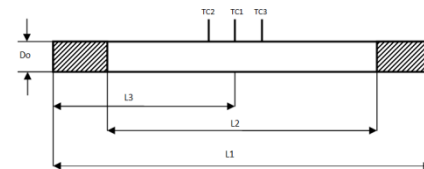
Mesin Gleeble adalah simulator termomekanik yang memungkinkan untuk

menerapkan tegangan mekanik (tarik, kompresi) untuk menguji dengan pengontrolan suhu.



Gambar 2. Uji Isothermal dengan Mesin Gleeble

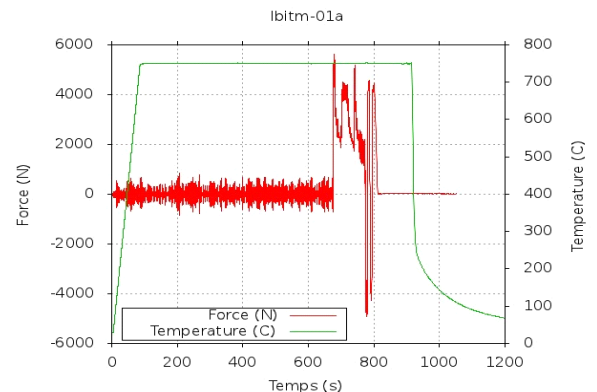
#### a. Specimen



Gambar 3. Spesifikasi Specimen

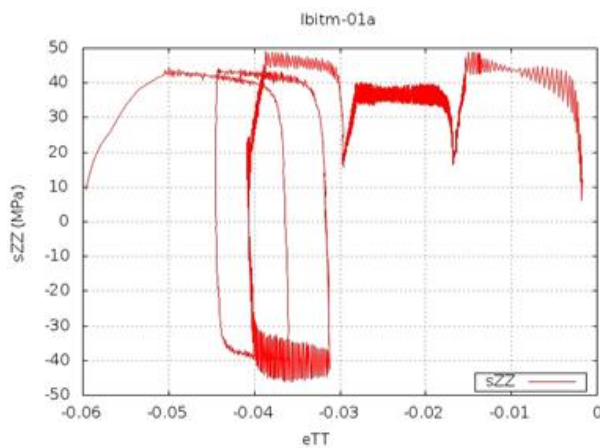
#### b. Hasil Isothermal

Kurva hasil uji, menunjukkan parameter gaya dan temperature dengan waktu.



Gambar 4. Kurva perbandingan nilai gaya dan temperatur.

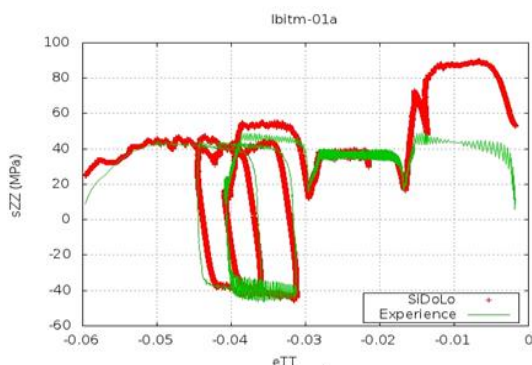
*Specimen* yang dipanaskan 750 ° C selama 600 s sebelum dilakukan pengujian mekanik. Sebuah suksesi tiga ketegangan-relaksasi dilakukan dalam tiga kecepatan deformasi yang berbeda untuk membatasi jumlah percobaan. Kemudian siklus ketegangan / kompresi ini dilakukan untuk mendapatkan informasi tentang pengerasan



Gambar 5. Nilai constraint dan deformation selama beban *tensile* dan *compression*.

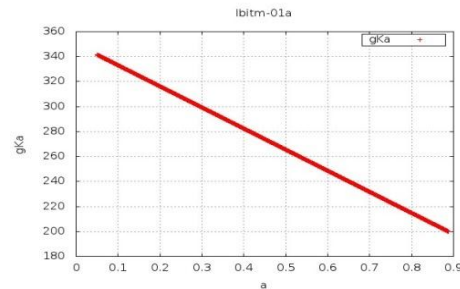
Dari Gambar diatas, dapat kita simpulkan bahwa material memiliki perilaku viskositas dan memiliki sedikit pengerasan.

#### Numerical



Gambar 9. Perbandingan deformasi dan tegangan

Pada Gambar 9 kita membandingkan kurva nilai tegangan sebagai fungsi dari regangan, kurva merah menunjukkan hasil identifikasi SiDoLo, dan kurva hijau menunjukkan hasil experimental, tidak ada kurva yang sama pada *traction* pertama, ada jarak pada kurva (A).



Gambar 10. Kurva hasil identifikasi SiDoLo

Kurva ini menunjukkan parameter penuaan. Hasil identifikasi dengan SiDoLo untuk mengetahui variabel penuaan. Hasil ini mengalami penuaan 0,9.

#### KESIMPULAN

Studi ini dapat memberikan informasi perilaku CuCr1Zr bahan dengan Pemodelan hukum elastis Visco Plastik dan Identifikasi variabel K (a) adalah parameter penuaan, realisasi pengujian isothermal dapat mencirikan penuaan elektroda CuCr1Zr spot welding.

Kita bisa mengetahui nilai variabel penuaan spesimen adalah nilai antara 0-1, Hasil identifikasi penuaan material melalui perhitungan secara numerik menunjukkan hasil akhir 0.9, maka kita dapat mengatakan spesimen yang telah diuji memiliki penuaan.

#### TERIMA KASIH

Prof. Philippe Pilvin dan Dr Elise Gauthier, mereka memberi saya banyak bimbingan dan pengajaran di LIMATB.

#### REFERENSI/DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Sibilia, *Modélisation du soudage par point - Influence des conditions interfaciales sur le procédé*, Thèse de Doctorat, Polytechnique Nantes, 2003.
- [2] R. Raelison, *Etude et modélisation des conditions interfaciales dans le procédé de soudage par points de tôles revêtues*, Thèse de Doctorat, Université de Bretagne Sud, 2010.
- [3] J. CLAEYS, T. DUPUY, P. VERRIER, *Technique de l'ingénieur (soudage des tôles revêtues)*, BM 7 771 [1-14], 2005.
- [4] J. Wisniewski, *Modélisation thermomécanique de la fissuration à chaud en soudage par faisceau d'électrons d'un alliage CuCrZr*, Thèse de Doctorat, Université de Bretagne Sud, 2009.
- [5] T.B. Massalski, J.L. Murray, L.H. Bennett, H. Baker. *Binary Alloy Phase Diagrams* – American Society for Metals, Vol. 1, 1986.
- [6] Elsevier, *Influence of the manufacturing heat cycles on the CuCrZr properties*, *Journal of Nuclear Materials* 307–311 (2002) 677–680.

- [7] G. Cailletaud, M. Tijani, Polycopy Mécanique Des Matériaux Solides, MINES Paris Tech, 2011. <http://mms2.ensmp.fr/>.
- [8] J.Lemaitre, J.Louis Chaboche, A.Benallal, R.Desmorat, *Mécanique des matériaux solides*, Cours - Masters, écoles d'ingénieurs, Dunod, 2008.
- [9] B BARLAS, *Etude du comportement et de l'endommagement en fatigue d'alliages d'aluminium de fonderie*. Thèse de doctorat, ENS Mines de Paris 2004.
- [10] P. Pilvin. Notice d'utilisation de SiDoLo. Laboratoire Génie Mécanique et Matériaux Université de Bretagne-Sud. Version 2.4495. 2003
- [11] Documentation ABAQUS version 6.8, [www.simulia.com](http://www.simulia.com).
- [12] Techniques de l'ingénieur [Cuivres alliés], V2 p11-p24, 2004.