OPTIMASI TEMPERATUR *INTERFACE* PADA PELAPISAN ULANG *NI-HARD 1* DENGAN METODE *GRAVITY CASTING*

Kus Hanaldi[1], Wiwik Purwadi[2], Friya Kurnia Nurzaenal[3]

[1,2,3] Politeknik Manufaktur Negeri Bandung
E-mail : adihanaldi@gmail.com[1], wiwik@polman-bandung.ac.id[2]

Abstrak

Grinding roll adalah salah satu jenis *bimetallic casting*, terdiri dari dua jenis material yang disatukan dengan metoda pengecoran. Grinding roll memiliki dua sifat material yang berbeda, bagian luar grinding roll harus keras karena akan menghancurkan material tambang atau batuan yang kekerasannya mencapai 9,3 mohs. Bagian dalam grinding roll haruslah lunak, selain untuk proses permesinan untuk pemasangan, juga digunakan untuk meredam getaran yang terjadi akibat proses penggilingan. Pada penggunaannya, lapisan luar grinding roll ini akan mengalami penipisan. Tujuan dari penelitian ini untuk memperbaiki balok *Ni-Hard 1* dengan melapisinya menggunakan material *Ni-Hard 1* cair dengan variabel bebas temperatur *interface*. Metodologi penelitian ini adalah balok *Ni-Hard 1* yang akan dilapisi (*die blank*) dipanaskan oleh aliran *(flushing*) *Ni-Hard1* cair pada permukaan die blank yang dilapisi. Volume cairan *flushing* ditampung pada bak pembuangan. Rancangan yang telah ditentukan disimulasikan menggunakan perangkat lunak *solidcast 8.2* untuk mengetahui temperatur *interface*, lalu dilakukan percobaan di lapangan dan ikatan yang terjadi dianalisa dengan pengujian mikrostruktur, komposisi, dan kekerasan. Hasil dari penelitian ini adalah teknologi untuk melapisi *Ni-Hard 1* dengan material *Ni-Hard 1* yang pada permukaan gabungannya terjadi ikatan. Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan metode perbaikan dengan *gravity casting* dapat diaplikasikan pada benda Grinding roll, dengan variabel temperatur interface yang harus dicapai antara 887 ^{o}C - 1198 ^{o}C, *flushing time* antara 10 - 20 detik, dengan temperatur *pouring* antara 1438 ^{o}C - 1468 ^{o}C.

Kata Kunci**:** *grinding roll, ni-hard 1, gravity casting, die blank, flushing*

Abstract

Grinding roll is one type of product made by the method of bimetallic casting. The product consists of two types of material that held together with foundry process. Grinding roll has two kinds of different material properties, outer grinding roll should be hard because it would destroy the mine or rock with material hardness at 9.3 mohs. The inside of the grinding roll should be soft, for machining process , and also for dampen the vibration caused by the grinding process. In use, the outer layer of the grinding roll will be thinned. The purpose of this study to fix the beam Ni-Hard 1 by coating using a material Ni-Hard 1 with variable temperature liquid interface. The methodology of this study is the beam of Ni-Hard 1 to be coated (called die blank) is heated by the flow of liquid metal Ni Hard1. This process is called flushing. The volume of flushing fluid is accommodated at the disposal basin. The design, which has been determined, simulated using software (solidcast 8.2) to determine the temperature of interface, and then carried out experiments in the workshop.The bond was analyzed by testing the microstructure, composition, and hardness. Results from this study is the technology to coat Ni-Hard 1 with material Ni-Hard 1 that bonding occurs at the surface. Results of research showed that surface fixing with gravity casting method can be applied at Grinding roll, with the temperature variable interface that must be achieved between 887 ° C – 1198 ° C, flushing time between 10-20 seconds, with a pouring temperature of 1438 ° C – 1468 ° C.

Keywords**:** *grinding roll, ni-hard 1, gravity casting, die blank, flushing*

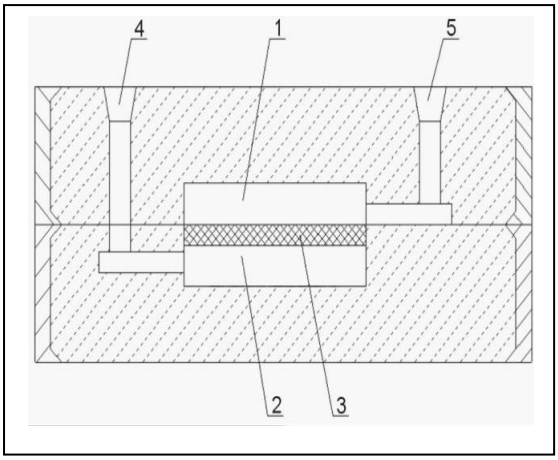
I. PENDAHULUAN

Pada umumnya perbaikan lapisan luar *Grinding roll* yang mengalami penipisan lapisan pada permukaan kerjanya menggunakan metode pengelasan. Metode ini memerlukan waktu yang relatif lama dan menghasilkan jenis ikatan fusi sehingga hasil perbaikan dengan proses pengelasan memiliki daya tahan yang lebih rendah daripada *grinding roll* yang baru hasil *casting.*

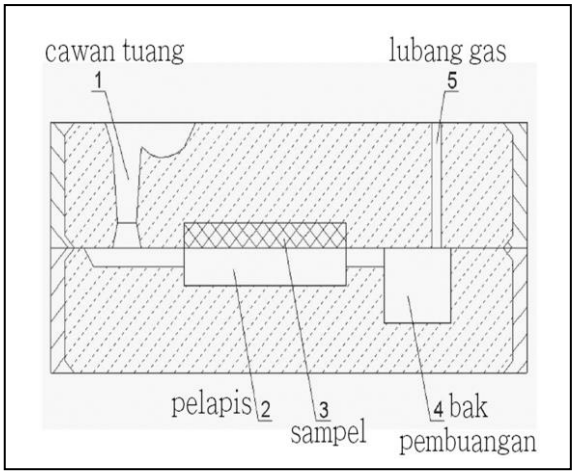
Perbaikan dengan proses *gravity casting* yang memanfaatkan *flushing* cairan pada permukaan kerja diharapkan terjadi ikatan difusi pada *interface*. Ikatan difusi dikendalikan oleh tiga parameter proses yang penting, yaitu : suhu, tekanan, dan waktu penahanan, tiga parameter tersebut saling berkaitan dalam artian memiliki efek satu sama lain. Suhu ikatan harus antara 50% sampai 70% dari titik leleh salah satu material yang titik lelehnya terendah [1] Ikatan difusi menawarkan banyak keuntungan terutama pada kekuatan ikatan yang hampir sama dengan logam dasar dan struktur mikro di daerah ikatan yang persis sama dengan logam induk.[2] Penelitian ini fokus untuk mengetahui temperatur *interface* yang tepat untuk melapisi ulang *Ni-Hard 1* oleh material *Ni-Hard 1*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Bimetallic casting dirancang untuk memungkinkan menyambung dengan mengandalkan efek pengelasan, dan bagian yang terbuat dari besi cor kromium untuk mendapatkan kekerasan tinggi dan ketahanan *abrasive*, namun keterbatasan dari metode ini adalah kebutuhan untuk memanaskan *die blank* yang ditempatkan dalam cetakan. metode ini dilakukan dengan bentuk dua sistem saluran seperti pada gambar 1 dan gambar 2. [3]



Gambar 1. Teknologi *bimetallic layer casting* dengan menggunakan 2 sistem saluran : 1-lapisan *cast iron (layer)*, 2-rongga cetak (pemanas), 3-plat baja *(die blank)*, 4 & 5-saluran.



Gambar 2. Teknologi *bimetallic layer casting* dengan menggunakan bak pembuangan.

III.METODE

III.1. Penentuan Variabel Penelitian

Variable yang akan di tetapkan adalah sebagai berikut:

a. Variabel tetap

- Material *die blank & layer* : *Ni-Hard 1*

Tabel 1 Komposisi kimia *Ni Hard 1* [4]

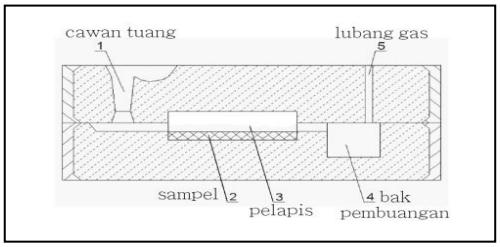
Unsur	kadar (%)
C	3,0-3,6
Si	0,3-0,5
Mn	0,3-0,7
S	max 0,15
P	max 0,15
Ni	3,3-3,8
Cr	1,5-2,6
Mo*	0-0,04

- Temperatur cor (ºC) : 1430 – 1470
- Jenis pasir cetak : *Greensand*
- Dimensi rangka cetak (mm) : 570×440×200
- Rancangan

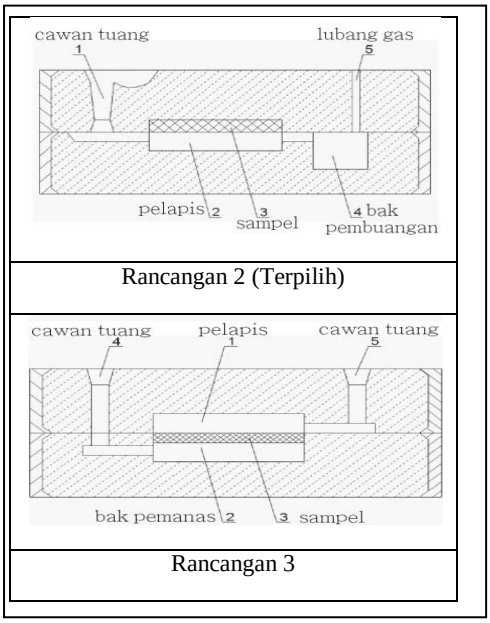
b. Variabel bebas

Variabel bebas pada penelitian ini adalah temperatur *interface*.

III.2. Penentuan Alternatif Rancangan



Rancangan 1

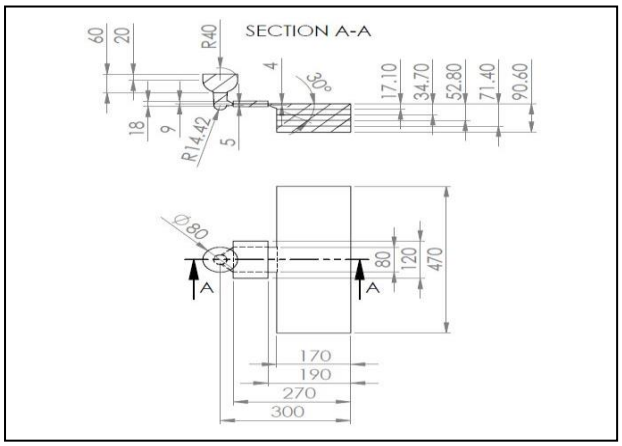


Gambar 3. Alternatif rancangan

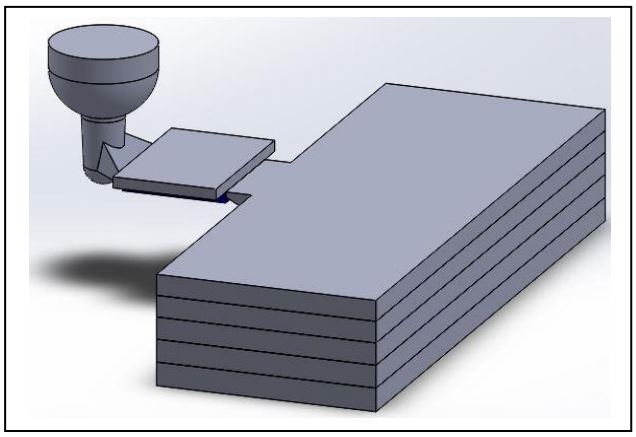
Rancangan 2 terpilih karena area *interface* pada *die blank* menerima panas langsung dari cairan logam yang dicor. Turbulensi hanya terjadi sampai rongga layer penuh sehingga resiko erosi cetakan sangat rendah. Proses *flushing* optimal karena aliran yang laminar di area *interface* dan temperatur tertinggi terdapat di area *interface.* Ada proses pemanasan awal sebelum terjadi *flushing* akibat dari pengisian rongga pelapis yang berada di bagian bawah. Bak pembuangan pada rancangan dapat digantikan dengan *ladle*, cairan yang seharusnya mengisi bak buang dialirkan ke luar cetakan lalu masuk ke *ladle.* Cairan logam yang di tampung pada *ladle* dapat di kembalikan ke tanur untuk proses *pouring* selanjutnya, sehingga menghemat energi listrik proses peleburan. Karena rancangan 2 yang terpilih maka temperatur *interface* dikontrol oleh lamanya proses *flushing.*

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1. Rancangan Benda dan Sistem Saluran



Gambar 4. Rancangan gambar teknik benda

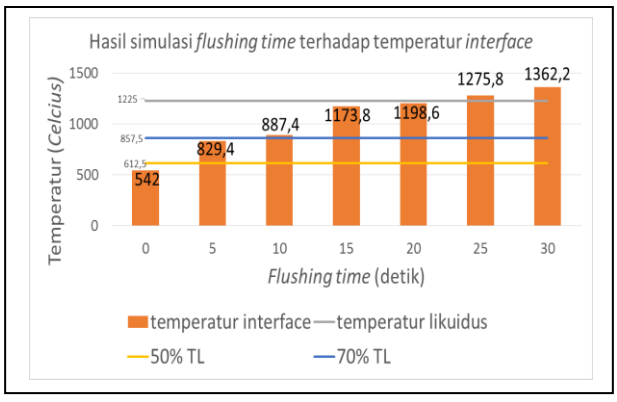


Gambar 5. Visual 3D hasil rancangan

Perancangan dimensi *die blank* dan pelapis dipengaruhi oleh kebutuhan aktual dimensi *grinding roll* yang akan diperbaiki/dilapisi dimana memiliki perbandingan ketebalan 1 : 1 antara bagian *outer layer* yang terkikis dengan ketebalan *grinding roll* yang akan dilapisi. Dimensi bak pembuangan ditentukan berdasarkan ukuran rangka cetak yang akan digunakan, bak pembuangan di rancang sebagai bagian lepas agar lebih efektif dan efisien. Dimensi sistem saluran ditentukan dari hasil perhitungan casting keseluruhan.

IV.2.Hasil Simulasi *FlushingTtime* Terhadap Temperatur *Interface*

Simulasi pengecoran menggunakan perangkat lunak *solidcast 8.2* dilakukan untuk mengetahui temperatur *interface* yang terjadi akibat dari penggunaan *flushing time* yang berbeda. Hasil simulasi digunakan sebagai parameter batas atas dan batas bawah variabel bebas *flushing time* pada penelitian ini.



Gambar 6. Hasil simulasi *flushing time* terhadap temperatur *interface*

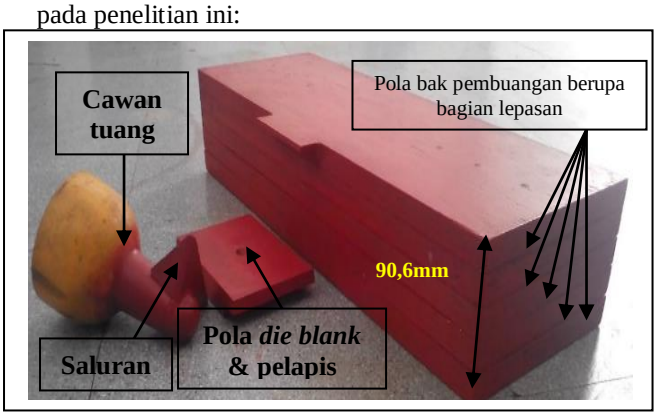
Hasil simulasi menunjukkan bahwa 50% TL (Temperatur Likuidus) sebagai syarat terjadinya ikatan difusi tidak dapat dicapai tanpa *flushing*. Pada saat *flushing time* 5 detik, temperatur *interface* yang terjadi

adalah 829,2 ºC (67,7 TL) maka dari itu *flushing time* 5 detik dijadikan batas bawah pada penelitian ini. Pada saat *flushing time* 25 detik, temperatur *interface* yang terjadi diatas temperatur likuidus yaitu 1275 ºC (TL = 1225 ºC). maka dari itu, *flushing time* 25 detik dijadikan batas atas pada penelitian ini.

IV.3. Pola

Pola digunakan sebagai alat bantu untuk membuat rongga cetak pada cetakan pasir. Setelah proses pemadatan pasir cetak, pola tersebut dicabut / dilepaskan dari cetakan pasir yang kemudian akan meninggalkan rongga cetak.

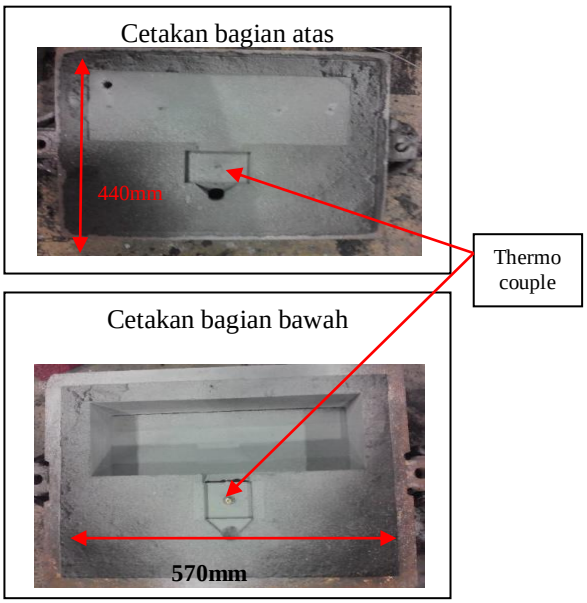
Berikut ini adalah gambar dari pola yang digunakan pada penelitian ini:



Gambar 7. Pola sistem saluran, *die blank*, pelapis, dan bak pembuangan

IV.4. Cetakan

Pasir cetak yang digunakan pada percobaan ini adalah *green sand*, selain ketersediaan yang banyak dan harga yang murah, pasir jenis ini memiliki daya hantar panas yang rendah, sehingga pemanasan area *interface* lebih efektif. Gambar tampak atas dari cetakan adalah sebagai berikut:

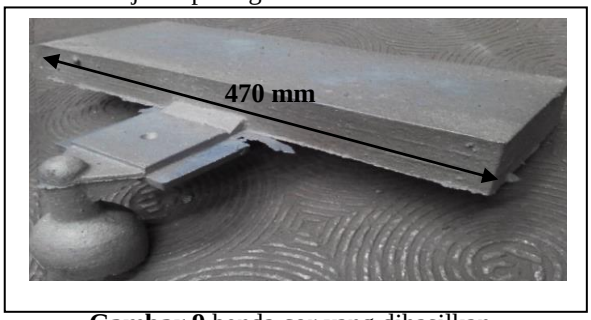


Gambar 8 Cetakan

IV.5. Benda Cor (*Casting*)

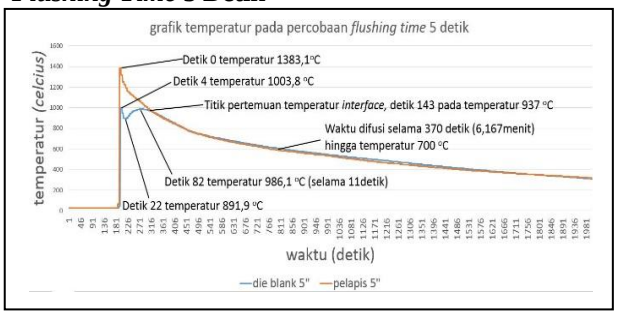
Setelah cetakan dicor menggunakan material *Ni-Hard 1* dan didinginkan didalam cetakan, kemudian cetakan dibongkar dengan menggunakan *shake out machine*. Selanjutnya cetakan dibersihkan menggunakan mesin *shootblasting*, setelah itu bagian bagian benda dipisahkan dari sistem saluran dan bak pembungan menggunakan gerinda tangan pemotong, lalu diratakan menggunakan gerinda tangan perata.

Gambar benda cor sebelum dipisahkan dari sistem saluran disajikan pada gambar 9 berikut ini:



Gambar 9 benda cor yang dihasilkan

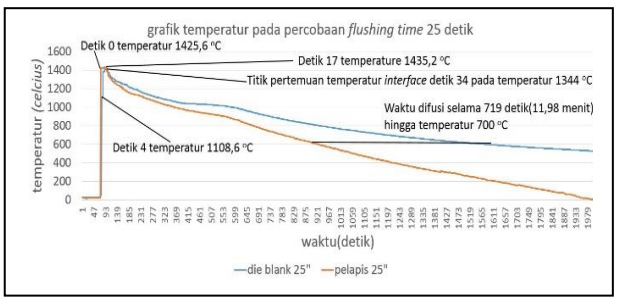
IV.6. Hasil Data Logger Pada Percobaan Dengan *Flushing Time* 5 Detik



Gambar 10. Grafik temperatur pada percobaan *flushing time* 5 detik

Dari hasil percobaan yang disajikan pada gambar 10, dengan *flushing time* 5 detik didapatkan temperatur *interface* 937 ºC (76,57 % TL) dicapai 143 detik setelah cairan logam pertama kali dicor pada cetakan. Waktu difusi terjadi selama 370 detik (6,167 menit).

IV.7. Hasil Data Logger Pada Percobaan Dengan *Flushing Time* 25 Detik



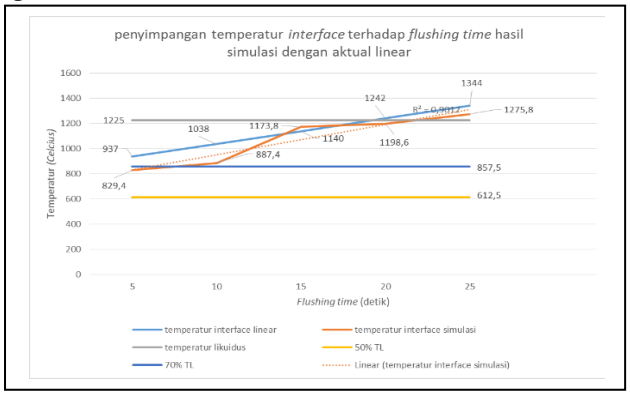
Gambar 11. Grafik temperatur pada percobaan *flushing time* 25 detik

Dari hasil percobaan dengan *flushing time* 25 detik yang disajikan pada gambar 11, temperatur *interface* dicapai detik ke 34 pada temperatur 1344 ºC (melebihi

TL = 1225 ºC indikasi *die blank mencair*). Waktu difusi terjadi selama 719 detik (11,98 menit).

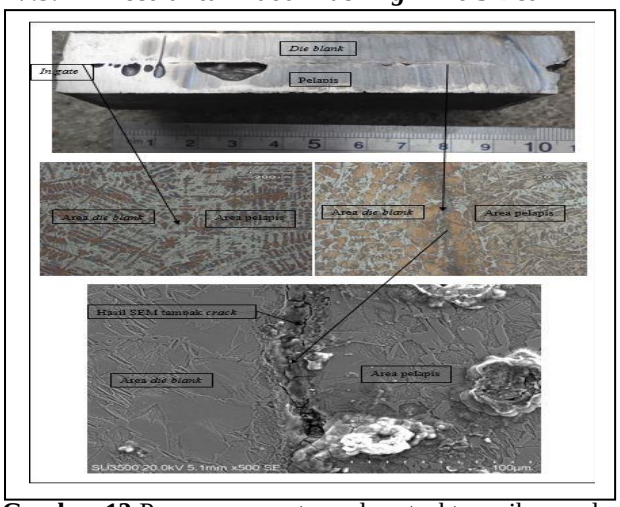
IV.8. Penyimpangan Temperatur *Interface* Terhadap *Flushing Time* Hasil Simulasi *vs* Aktual

Data logger yang digunakan hanya memiliki 4 slot *thermocouple*, sedangkan dalam sebuah cetakan diperlukan dua *thermocouple* yang ditempatkan pada *die blank* dan pada pelapis, sehingga *data logger* hanya bisa mengukur untuk 2 cetakan. Oleh karena keterbatasan alat, pada percobaan ini, *thermocouple* ditempatkan hanya pada cetakan dengan *flushing time* 5 dan 25 detik. Penempatan *thermocouple* pada batas bawah dan batas atas penelitian ini bertujuan agar hasil temperatur *interface* yang dibaca oleh *data logger* dapat dibuat linear, karena hasil simulasi menggunakan *solidcast* juga menunjukkan hubungan *flushing time* dengan temperatur *interface* berupa regresi linear yang memiliki nilai $r^2 = 0{,}9012$ (keterkaitan positif kuat).
Grafik penyimpangan temperatur *interface* hasil simulasi dengan hasil percobaan (linear) disajikan pada gambar 12 berikut ini:



Gambar 12 Penyimpangan temperatur *interface* hasil simulasi dengan hasil percobaan (linear)

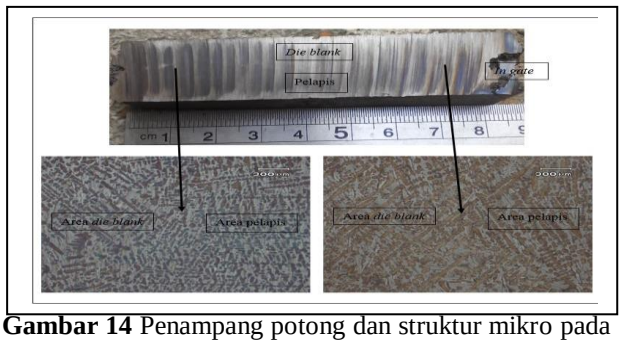
IV.9. Mikrostruktur Pada *Flushing Time* 5 Detik



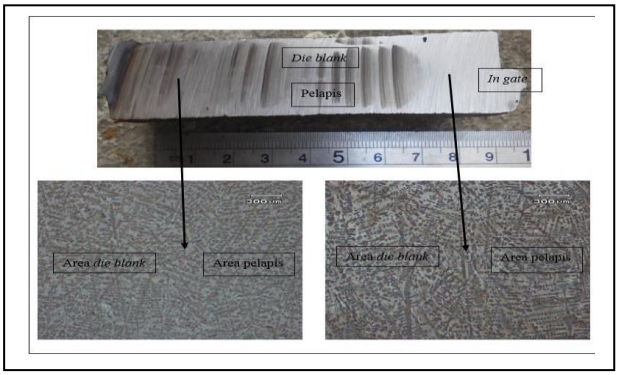
Gambar 13 Penampang potong dan struktur mikro pada *flushing time* 5 detik

Potongan hasil gerinda tampak garis *interface* di sepanjang penampang potong dan tidak tampak pada area *ingate*. Setelah sampel diampelas, dipoles, dietsa menggunakan nital 3% selama 5 detik dan di lihat di bawah mikroskop, pada area *ingate* tidak tampak garis sambungan difusi. Pada area yang tampak garis pada *interface*, tampak seperti terjadi ikatan antara *die blank* dan pelapis. Untuk memastikan terjadi atau tidaknya ikatan difusi pada garis *interface* tersebut, dilakukan pengujian menggunakan SEM *(Scanning Electron Microscope)*. Hasil SEM menunjukkan bahwa pada area tersebut tidak terjadi ikatan, terdapat *gap* antara *die blank* dan *layer* yang dipenuhi oleh pengotor.

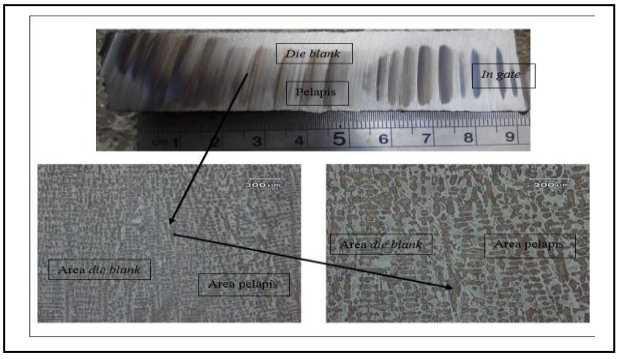
IV.10. Mikrostruktur Pada *Flushing Time* 10,15 dan 20 Detik



Gambar 14 Penampang potong dan struktur mikro pada *flushing time* 10 detik



Gambar 15. Penampang potong dan struktur mikro pada *flushing time* 15 detik

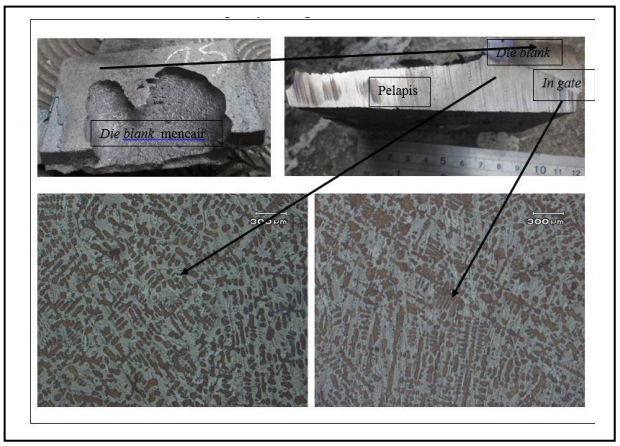


Gambar 16. Penampang potong dan struktur mikro pada *flushing time* 20 detik

Dari hasil potongan kemuadian dilakukan proses gerinda pada sampel dengan *flushing time* 10 – 20 detik yang disajikan pada gambar 14,15,16 tidak tampak garis interface antara *die blank* dan pelapis. Terlihat ikatan yang sangat baik, orientasi struktur mikro tampak

menyatu antara *die blank* dan pelapis. Pertumbuhan koloni eutektik baik *edgewise growth* atau *cooperative growth* menyatu dengan baik, material tersebut seperti dibuat dengan cara satu kali proses pengecoran,

IV.11. Mikrostruktur Pada *Flushing Time* 25 Detik



Gambar 17 Penampang potong dan struktur mikro pada *flushing time* 25 detik

Pada gambar 17 terlihat *die blank* mencair akibat menerima panas dari proses *flushing.* Pada gambar 11 grafik hasil pengukuran *data logger* menunjukkan pada detik ke 34 *die blank* berada pada temperatur 1344^{o}C (melebihi TL = 1225 ^{o}C) sehingga indikasi *die blank* mencair terbukti oleh hasil percobaan yang dilakukan. Setelah dilakukan pengujian mikrostruktur di area *die blank* yang tidak mencair, tampak ikatan yang identik dengan percobaan pada *flushing time* 10 – 20 detik.

IV.12. Pengujian kekerasan

Dari hasil pengujian kekerasan pada keseluruhan sampel, menunjukkan bahwa hasil kekerasan sampel berada pada batas kekerasan standar (56 – 63 HRC). Temperatur *interface* yang dipengaruhi oleh *flushing time* tidak mempengaruhi kekerasan sampel, sehingga originalitas material dapat terjaga. Hasil pengujian kekerasan disajikan pada tabel 2 berikut ini:

Tabel 2. Hasil pengujian kekerasan

PENGUJIAN KEKERASAN MENGGUNAKAN ROCKWELL C DENGAN BEBAN 150 Kg								
Sampel	AREA *DIE BLANK*				AREA PELAPIS			
flushing time(detik)	1	2	3	RATA-RATA	1	2	3	RATA-RATA
5	54,2	57,3	57,5	56,33	55	56,6	60,5	57,37
10	59,6	57,9	57,9	58,47	56,1	56,7	57,3	56,70
15	55,8	56,3	56	56,03	57,4	56,4	56,3	56,70
20	56	56,4	55,6	56,00	57,4	56,6	55,5	56,50
25	57,4	58,7	60,5	58,87	60,7	60,7	59,8	60,40

V. PENUTUP

Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pelapisan ulang *Ni-Hard 1* dengan metoda *grafity casting* dapat dilakukan pendekatan pada benda asli *grinding roll* dengan variabel temperatur *interface* yang harus dicapai antara 1038 ^{o}C (*flushing time* 10 detik) – 1242 ^{o}C (*flushing time* 20 detik), karena ketika temperatur *interface* 937^{o}C (*flushing time* 5 detik) hanya terjadi ikatan di sebagian kecil sampel, sedangkan pada saat temperatur interface 1344 ^{o}C (*flushing time* 25 detik) *die blank* yang dilapisi mencair. Temperatur *pouring* antara 1438 ^{o}C – 1468 ^{o}C agar memberikan energi panas yang cukup untuk memanaskan *die blank.* selain itu juga untuk menjaga keenceran cairan logam, jika temperatur cor terlalu rendah dapat menyebabkan pelapis membeku terlalu cepat sehingga proses *flushing* tidak optimal. Dari hasil pengujian struktur mikro pada sampel dengan *flushing time* 10 – 20 detik antara *die blank* dan pelapis terjadi ikatan yang sempurna, tidak tampak garis difusi pada area *interface*, pertumbuhan koloni eutektik, *edgewise* dan *cooperative growth* saling berikatan. Hasil pengujian kekerasan dan struktur mikro menunjukkan hasil sesuai dengan standar, kekerasan 56-63 HRC dengan matriks karbida eutektik, dan martensit.

VI. DAFTAR PUSTAKA

[1] Mahendiran, G., V. Balasubramanian, T. Sethilvelan. (2011). Mechanical and metallurgical properties of diffusion bonded AA2024 aluminium alloy and commercial grade copper. Elixir International Journal, Elixir Mech. Engg. 38, 4283-4289.J. Moran, Michael and Shapiro, H.N., Fundamentals

[2] Rusnaldy. (2001). DIFFUSION BONDING : AN ADVANCED OF MATERIAL PROCESS. ROTASI – Volume 3 Nomor 1

[3] Cholewa, M., T. Wrobel, S. Tenerowicz. (2010). Bimetallic layer castings. Journal of Achievments in Materials and Manufacturing Engineering, volume 43, issue 1/2010

[4] NIDI, NI-HARD Material Data and Applications. NIDI Publisher.

[5] ASM Handbook Volume 15 : Casting (1998), ASM International

[6] Laird, George., Gundlach, Richard., dan Klaus Röhrig (2000): Abrasion Resistant Cast Iron Handbook, American Foundry Society

[7] Vincent Gaspersz, (1995): Teknik Analisis Dalam Penelitian Percobaan, Tarsito Bandung

[8] Walton, Charles F., Opar, Timothy J.(1981): *Iron Castings Handbook*, Iron Casting Society, Inc.