



Analisa *surface defect* pada baja *slab*: Studi kasus di *slab steel plant* PT. Krakatau Steel-Cilegon

Surface defect analysis of steel slabs: A case study in PT. Krakatau Steel-Cilegon

N.H. Sari*, I.W. Yatra

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Jln. Majapahit No. 62 Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia. HP. 082235458894

*E-mail: n.herlinasari@unram.ac.id

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article History:

Received 4 April 2018

Accepted 16 July 2018

Available online 1 January 2019

Keywords:

Surface defect

Slab steel

Slab handling

Sulfur and phosphorus



The purpose of this case study is to analyze the surface defects that occur in a slab steel. Investigations and observations have been made on the slab steel. Surface defects that were investigated were obtained survey databases of slab handlings. The results show that frequent surface defects are transverse crack, corner transverse crack, corner crack, longitudinal crack, porous / blowhole, and oscillation marks. Further, the type of surface defect that often occurs in a steel slab is the type of the corner crack. It is due to the higher sulfur and phosphorus contents on the slab steel grade. The conclusion of this study is that the surface defect on the slab steel can be minimized using soft coolings.

Dinamika Teknik Mesin, Vol. 9, No. 1 Januari 2019, p. ISSN: 2088-088X, e. ISSN: 2502-1729

1. PENDAHULUAN

Baja *slab* merupakan baja yang berbentuk lembaran tebal hasil dari proses produksi dari *Continuous Casting Machine*. Setiap baja ataupun logam lainnya memiliki kelemahan seperti terjadinya cacat dalam produk baja (Sari, 2018). Ada tiga jenis cacat yang terjadi pada baja *slab* yaitu cacat bentuk, cacat eksternal (*surface defect*), cacat internal (Handayani dkk., 2007).

Surface defect dapat diminimalkan dengan metode *scarfing*, metode ini adalah proses pengupasan permukaan *slab* dengan tebal maksimal 20 mm. Jika dalam dua atau tiga kali dilakukan *scarfing* tetap terlihat *surface defect* maka baja tersebut akan di *reject*.

Zhang dkk. (2014) melakukan penelitian tentang analisis retak longitudinal permukaan pada slab Q345D. Dalam penelitiannya menggunakan mikroskop metalografi dan scanning electron microscopy. Mereka melaporkan bahwa keretakan longitudinal permukaan disebabkan oleh shell yang tearing dan healing dibawah aksi tegangan logam yang berulang. Zhang dkk. (2008) telah melakukan penelitian mengenai distribusi inklusi non-metal pada lapisan permukaan baja slab IF. Dalam

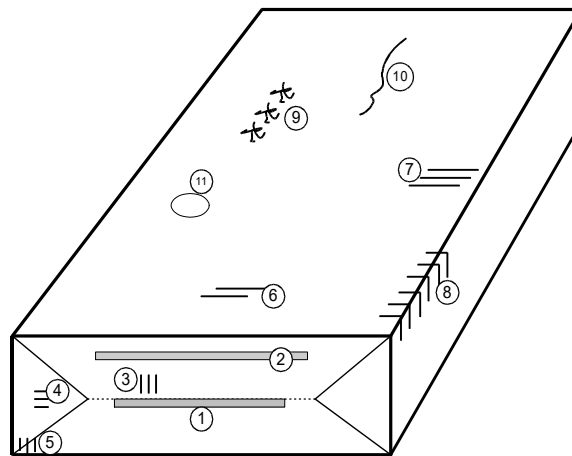
penelitiannya menggunakan metode Original Position Statistic Distribution Analysis (OPA). Mereka menemukan bahwa inklusi non-metalic yang paling banyak lebih besar dari 10 µm yang berada di lapisan bawah permukaan 0.5 – 3.5 mm dari permukaan slab dan inklusi non-metalic berukuran besar yang paling sedikit ditemukan didaerah dalam slab (≥ 4.5 mm dari permukaan slab). Selain itu, dalam penelitiannya juga ditemukan bahwa perubahan kecepatan casting dapat meningkatkan inklusi non-metalic pada baja slab. Sedangkan, Ji dkk. (2015) melakukan penelitian yang berjudul Continuous Casting of High-Al Steel in Shougang Jingtang Steel. Dalam penelitiannya menggunakan metode dengan melakukan tiga kali percobaan casting menunjukkan bahwa kandungan SiO₂ dari liquid mold powder dan kandungan Al₂O₃ meningkat selama proses casting. Hal ini menimbulkan Transverse depression dan longitudinal crack sering ditemukan di permukaan slab. Dari studi-studi sebelumnya ini menunjukkan bahwa surface defect yang terjadi pada baja slab perlu diminimalisir untuk menekan jumlah baja slab yang di reject akibat cacat.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisa *surface defect* dari baja *slab* hasil dari pabrik baja *slab* PT. Krakatau Steel. Manfaat diketahuinya penyebab *surface defect* yaitu agar dapat meminimalisir terjadinya *surface defect* pada *slab* sehingga dapat menekan jumlah baja *slab* yang di *reject*.

2. METODE PENELITIAN

Observasi secara langsung dilakukan di *slab handling* untuk menganalisa dan mengkuantifikasi *surface defect* yang terjadi pada baja *slab*. Pengumpulan data dilakukan dengan cara mengelompokan baja *slab* berdasarkan *grade*.

Pengolahan data terkait dengan persentase *surface defect* dalam sekali produksi dilakukan dengan mengkuantifikasi *grade* dari baja *slab*. Adapun *grade* baja *slab* yang di analisa yaitu *grade* 0A0603, 2A1406, 1K1808, dan 0A0804. Skema *surface defect* pada baja *slab* diperlihatkan dalam Gambar 1. Metode yang digunakan untuk menganalisa *surface defect* dilakukan dengan metode grafis. Kode tipe dari jenis *surface defect* pada baja *slab* ditunjukkan dalam Tabel 1.



Gambar 1. Lokasi *surface defect* pada baja *slab*. (1) *segregation*, (2) inklusi Al₂O₃, (3) *bending crack / halfway crack*, (4) *narrow side crack*, (5) *corner crack*, (6) *transverse crack*, (7) *corner transverse crack*, (8) *corner crack*, (9) *star crack*, (9) *longitudinal crack*, (10) *porous / blow hole*.

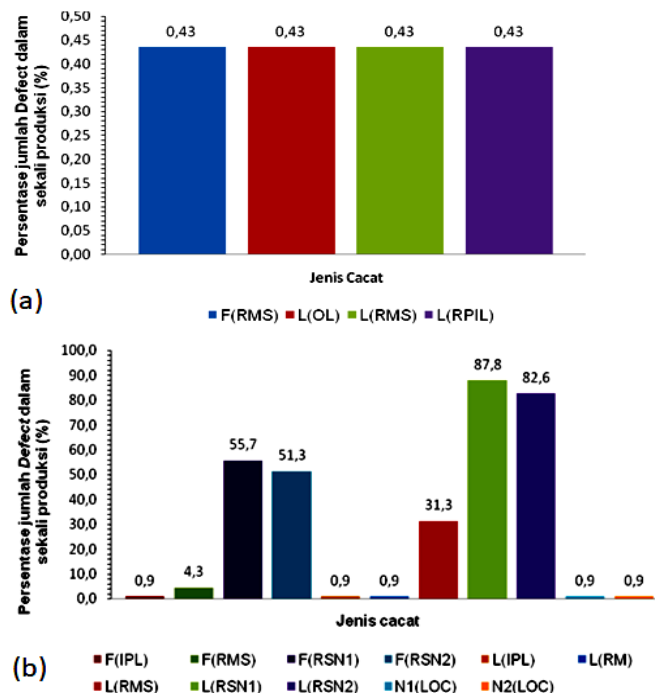
Tabel 1. Kode *surface defect*

Kode	Keterangan	Jenis cacat
F(IPL)	Inklusi non metal yang terjadi dipermukaan bawah <i>slab</i> .	<i>Porous/ Blow Hole</i>
F(RMS)	Retak melintang dekat sudut yang terjadi dipermukaan bawah <i>slab</i>	<i>Corner Transverse Crack</i>

F(RSN1)	Retak sudut sisi sempit 1 yang terjadi dibawah <i>slab</i>	<i>Corner Crack</i>
F(RSN2)	Retak sudut sisi sempit 2 yang terjadi dibawah <i>slab</i>	<i>Corner Crack</i>
L(IPL)	Inklusi non metal yang terjadi dipermukaan bawah <i>slab</i>	Porous/ Blow Hole
L(RM)	Retak melintang yang terjadi dipermukaan atas <i>slab</i>	<i>Tranverse Crack</i>
L(RMS)	Retak melintang dekat sudut yang terjadi dipermukaan bawah <i>slab</i>	<i>Corner Tranverse Crack</i>
L(RSN1)	Retak sudut sisi sempit 1 yang terjadi di atas <i>slab</i>	<i>Corner Crack</i>
L(RSN2)	Retak sudut sisi sempit 2 yang terjadi di atas <i>slab</i>	<i>Corner Crack</i>
N1(LOC)	Cacat bekas osilasi yang berada di lokasi 1	<i>Oscillation Mark</i>
N2(LOC)	Cacat bekas osilasi yang berada di lokasi 2	<i>Oscillation Mark</i>
L(OL)	Cacat bekas osilasi yang terjadi di permukaan atas <i>slab</i>	<i>Oscillation Mark</i>
N1(RM)	Retak melintang berada disisi <i>Narrow</i> 1	<i>Tranverse Crack</i>
L(RP1L)	Retak memanjang terbuka dengan panjang cacat tertentu yang terjadi dipermukaan atas <i>slab</i>	<i>Longitudinal crack</i>

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

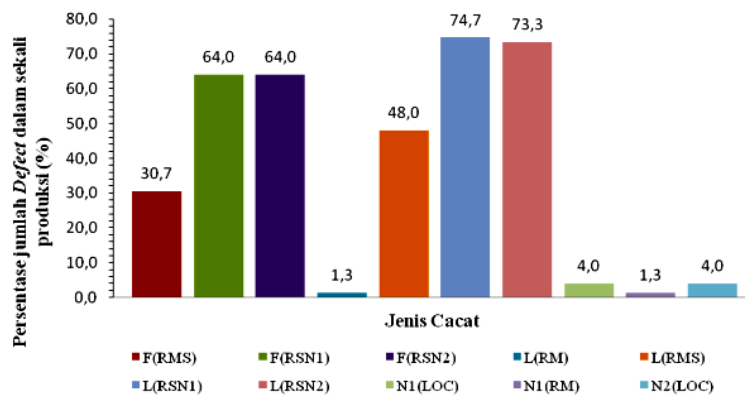
Gambar 2a menunjukkan persentase jenis cacat yang terjadi pada *grade* 0A0603 pada sekali produksi relatif lebih sedikit yaitu *corner tranverse crack*, *oscillation mark*, dan *longitudinal crack* sebesar 0,43% dari 230 jumlah *slab*. Hal ini dikarenakan kandungan sulfur dan fosfor pada *grade* ini rendah. Selain itu, munculnya beberapa jenis cacat disebabkan pendinginan yang berlebihan di bagian *narrow side*, temperatur *tundish* terlalu tinggi menyebabkan *shell* yang terbentuk kurang optimal; akibatnya timbulnya cacat, dan fluktuasi gerakan osilasi pada cetakan yang tidak stabil.



Gambar 2. Persentase jumlah *defect* terhadap jenis *surface defect* dalam sekali produksi, (a) *slab grade* 0A0603, (b) *slab grade* 2A1406.

Gambar 2b menunjukkan persentase jumlah cacat pada sekali produksi. Telah ditemukan bahwa persentase cacat yang terbesar diperlihatkan oleh *corner crack* pada sisi *narrow* yang terjadi di

atas baja *slab* sebesar 87,8% dari 115 jumlah *slab*. Hal ini disebabkan oleh kandungan sulfur dan fosfor dalam *grade* tinggi, pendinginan yang tidak sesuai didalam cetakan, konsumsi *casting powder* yang tidak baik menyebabkan timbulnya gesekan pada bagian tepi baja *slab*. Sedangkan persentase jenis cacat terkecil ditemukan pada *porous/blow hole* di bawah dan atas baja *slab*, *transverse crack* yang terjadi diatas baja *slab*, *corner transverse crack* di atas *slab*, dan *oscillation mark* pada kedua sisi *narrow* baja *slab*, dengan persentase masing-masing sebesar 0,9% dari 115 jumlah *slab*. Keadaan ini terjadi dikarenakan turbulen pada aliran baja cair tidak ada sehingga rongga tidak terbentuk. Selain itu, konsumsi *casting powder* pada cetakan yang sesuai dapat mengurangi gaya gesek yang besar antara cetakan dan baja *slab* sehingga dapat meminimalkan terjadinya *transverse crack*.



Gambar 3. Persentase jumlah defect terhadap jenis *surface defect* pada *slab grade* 1K1808 dalam sekali produksi.

Gambar 3 menunjukkan bahwa baja *slab grade* 1K1808 memiliki persentase *surface defect* yang lebih besar daripada dengan *grade* 2A1406 (lihat gambar 2a). Hal ini disebabkan jumlah kandungan sulfur dan fosfor dalam *grade* ini lebih banyak dibandingkan dengan *grade* 2A1406.

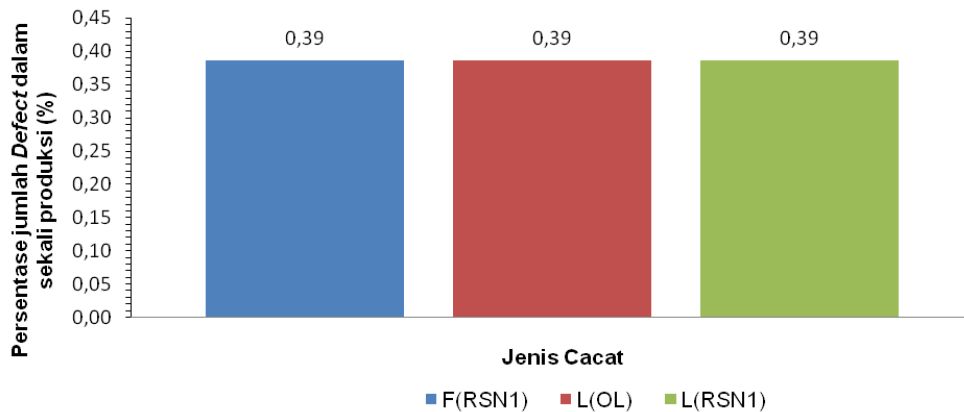
Tabel 2. Jumlah *surface defect* yang sering terjadi pada baja *slab* dengan berbagai jenis *surface defect*

Jenis <i>surface defect</i>	Jumlah <i>surface defect</i> pada baja <i>slab</i>			
	<i>Grade</i>			
	0A0603	2A1406	1K1808	0A0804
<i>Transverse crack</i>		1	2	
<i>Corner transverse crack</i>	2	41	59	
<i>Corner crack</i>		319	207	2
<i>Star crack</i>				
<i>Longitudinal crack</i>	1			
<i>Porous / blow hole</i>		2		
<i>Oscillation mark</i>	1	2	6	1

Persentase jenis cacat yang terjadi pada baja *slab* pada sekali produksi sebesar 74.7% dari 75 jumlah *slab* dengan jenis *corner crack*.

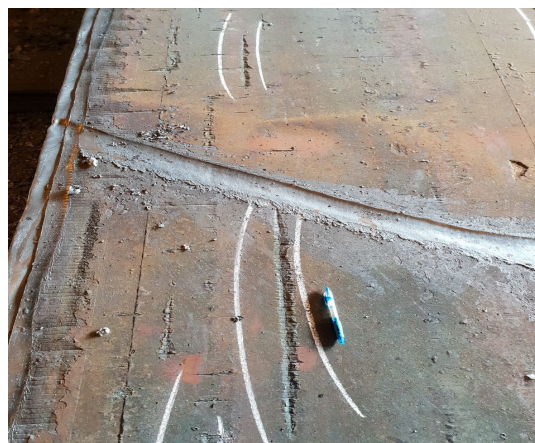
Gambar 4 menunjukkan bahwa *slab grade* 0A0804 memiliki persentase jenis cacat yang terjadi pada baja *slab* dalam sekali produksi lebih besar daripada ketiga *grade* diatas, jenis cacat yang terjadi pada *grade* ini yaitu jenis *corner crack* dan *oscillation mark* dengan besar persentase masing-masing sebesar 0.39% dari 259 jumlah *slab*. Hal ini dikarenakan kandungan karbon dan mangan dalam deoxidizer agent yang digunakan. Kesamaan nilai persentase jenis cacat dikarenakan investigasi dilakukan pada lokasi yang sama. Lebih lanjut, jenis *surface defect* yang sering terjadi pada baja *slab* yaitu jenis *corner crack* pada *grade* 2A1406 yang kemudian diikuti oleh *grade* 1K1808. Berdasarkan

data yang diperoleh dari Slab Steel Plant di bagian slab handling menunjukkan jenis *surface defect* yang tidak terjadi pada baja *slab* adalah jenis *star crack* seperti yang terlihat pada tabel 2. Salah satu *surface defect* jenis *longitudinal crack* diperlihatkan dalam gambar 5.



Gambar 4. Persentase jumlah *defect* vs jenis *surface defect* pada *slab grade* 0A0804 dalam sekali produksi.

Cacat pada permukaan baja *slab* dapat disebabkan oleh proses pendinginan sekunder yang tidak sesuai dengan *grade* baja yang akan dicetak (Handayani dkk., 2007). Pada proses pendinginan sekunder baja mengalami pendinginan dua macam pendinginan, yaitu pendinginan dengan pendinginan air dan *air mist*. Dalam proses pendinginan ini, daerah paling sensitif terletak pada bagian *elbow*. Oleh karena itu pada bagian *elbow* menggunakan pendinginan *air mist*. Proses ini dilakukan dengan tujuan agar proses perpindahan panas yang terjadi di permukaan baja *slab* jadi lebih merata. Selain proses perpindahan panas yang lebih merata, *air mist cooling* juga meminimalkan akses air yang menempel pada permukaan baja *slab* sehingga pendinginan berlebih tidak terjadi.



Gambar 5. *Surface defect* jenis *longitudinal crack*.

Untuk daerah horizontal, baja *slab* mengalami dua proses pendinginan yaitu *cross blow spray* berfungsi untuk mendinginkan baja *slab* dari bawah roll (*outer face*), sedangkan *cross blow* mendinginkan baja *slab* dari bagian atas (*inner face*). *Cross blow* juga berfungsi untuk membersihkan

permukaan baja *slab* dari akses air, dan *cross spray* untuk membersihkan *scale*. Lebih lanjut, pendinginan cepat ini mengakibatkan tegangan termal pada permukaan baja (Sari, 2017; Askar dkk., 2013). Bagian yang paling besar menerima gaya ini adalah bagian sudut. Hal ini dikarenakan sebagian sudut menerima panas dari dua arah, yaitu bagian atas dan samping, sedangkan luas penampangnya kecil, sehingga menghasilkan tekanan akibat panas yang berlebihan pada bagian ujung tersebut. Selain kegagalan pendinginan sekunder, cacat tipe ini juga disebut gerakan osilasi pada cetakan. Handayani dkk. (2017) menyatakan bahwa gerakan osilasi ini dimaksudkan untuk mencegah efek *sticking* antara *strand* dan dinding cetakan. Untuk mencegah efek ini, biasanya digunakan pengecoran bubuk. Jika gerakan osilasi cetakan terlalu cepat, pengecoran bubuk tidak bisa menyatu dengan baja cair secara sempurna. Akibatnya, perpindahan panas antara *strand* dan dinding cetakan tidak terjadi secara merata. Dengan demikian, baja *slab* keluar dari *elbow* tidak sepenuhnya solid dikarenakan proses pendinginan cepat.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kuantifikasi dan analisa *surface defect* pada baja *slab* maka disimpulkan bahwa baja dengan kadar karbon tinggi akan memicu timbulnya berbagai macam jenis *surface defect*. Hal ini dikarenakan terjadinya penyusutan saat proses pendinginan lebih besar. Proses pendinginan yang tepat untuk kadar karbon tinggi saat pendinginan sekunder adalah *soft cooling*. Gerakan osilasi yang terlalu cepat dan tidak stabil dapat menimbulkan *Oscillation Mark* pada baja *Slab*. Kandungan sulfur dan fosfor pada komposisi pembuatan *slab* yang cukup tinggi akan menimbulkan lebih banyak jenis cacat permukaan yang muncul. Cacat yang terjadi pada proses pembentukan baja *slab* diakibatkan adanya tegangan termal yang berlebihan.

DAFTAR PUSTAKA

- Askar S., Sinarep, Sari N.H., 2013, Pengaruh preheat dan tempering terhadap kekerasan dan strukturmikro hasil pengelasan baja JIS SS 400, *Dinamika Teknik Mesin*, 3(1), 16-25.
- Handayani U.N., Prastawa H., Nuryanti, 2007, Analisis faktor-faktor yang berpengaruh terhadap cacat dalam pada produk *slab* baja (Studi kasus di slab steel Plant-2 PT. Krakatau Steel), *J@TI Undip*, II(2).
- Ji X.C., Cui Y., Zeng Z., Tian H.Z., Zhao L.C., Zhu S.G., 2015, Continuous casting of high-al steel in Shougang Jingtang Steel Works, 22, Supplement 1, 53-56.
- Sari N.H., 2017, Perlakuan panas pada baja karbon rendah; Efek media pendinginan terhadap sifat mekanik dan struktur mikro, *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*, 06(4), 263–267.
- Sari N.H., 2018, *Material teknik*, Edisi 1, Deepublish, Yogyakarta.
- Zhang Q.Y., Wang L.T., Wang X.H., Wang W.J., 2008, Non-metallic inclusion distribution in surface layer of IF steel slabs, *Journal of Iron and Steel Research, International*, 15(1), 70-74.
- Zhang B., Xue Z.L., Liao Z., Wang S.D., Zheng H.W., Zhou J.F., 2014, Analysis on surface longitudinal cracking of Q345D slab, 21, Supplement 1, 108-112.