

KARAKTERISASI LAJU *DROP* TEMPERATUR BILLET BAJA DALAM SISTEM *HOT CHARGING*

Hariyotejo Pujowidodo¹ dan Bhakti Nuryadin²

Balai Termodinamika Motor Propulsi (BTMP) BPP Teknologi

Kawasan Puspiptek Serpong Tangerang Selatan Banten 15314

*Email: ¹h_pujowidodo@yahoo.co.id; ²adin_mail@yahoo.com

Abstrak

Untuk mengoptimasi proses produksi baja kawat gulungan (Wire Rod Mill) di industri baja konvensional, dalam proses pemanasan ulang (Reheating) terdapat peluang pemanfaatan Teknologi Sistem Hot Charging. Bahan baku baja batangan (Billet) harus dapat dijaga temperaturnya secara optimum terutama saat ditransportasikan dari Billet Steel Plant (BSP). Karakterisasi laju penurunan temperature billet baja merupakan faktor penting guna memberikan desain optimal efisiensi energi kalor yang diinginkan. Parameter simulasi pengujian berupa kecepatan udara lokal dan laju transportasi menggunakan teknik pencitraan panas (thermal imaging), melalui sistem terbuka dan tertutup. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa terdapat zona drop temperature yang tajam sebesar 36,38 °C/menit dan secara natural hot billet mengalami drop temperature sebesar 116 °C/menit dari rentang panas 1000 °C ÷ 700 °C. Hal ini menjadi acuan dalam penetapan spesifikasi kerja system hot box yaitu temperature billet loading sebesar 700 °C. Untuk Hot Charging Sistem Moving Atmospheric (1 ÷ 3,5 m/s) memiliki rentang drop temperatur dari 4,9 ÷ 8,4 °C/menit. Sehingga data tersebut dapat dipakai sebagai pedoman dalam penentuan desain system transportasi hot billet. Untuk Hot Charging Sistem Close System (0,016 ÷ 0,047 m/s) memiliki rentang drop temperatur dari 5,98 ÷ 6,96 °C/menit. Sehingga data tersebut dapat dipakai sebagai pedoman dalam penentuan desain system transportasi hot billet.

Kata-kata kunci : billet, Billet Steel Plant, hot charging, sistem terbuka, sistem tertutup, Wire Rod Mill

1. PENDAHULUAN

Tulisan ini merupakan hasil kegiatan kajian pengumpulan data pra-studi kelayakan (*Pre-Feasibility Study*) dalam rangka pelaksanaan program kegiatan Sistem Otomasi Industri Baja. Tujuan dari program kegiatan tersebut adalah untuk meningkatkan efisiensi proses dan energi pada industri baja dalam negeri agar mampu menghadapi persaingan di era globalisasi perdagangan bebas internasional dunia/regional.

Untuk mencapai sistem efisiensi yang efektif pada proses industri baja melalui kajian implementasi teknologi sistem hot charging (Adibroto T.A dkk, 2006; BSE-KEHL, 2012; TBR Engineering) perlu dilakukan kajian pengumpulan data tentang tujuan dan kebutuhan dalam tahap perancangan sistem yang bertujuan untuk memperoleh *sumber data analisa Pre-FS* (Hendarto A., 2010). Hal ini diperoleh melalui rangkaian kegiatan pengkajian awal berupa studi observasi lapangan pada plant BSP dan WRM di PT Krakatau Steel Cilegon (Pragowo D., 2010) dan pengkajian *karakteristik laju drop temperatur* billet baja panas pada kondisi sistem terbuka/tertutup (*open/close system*) dengan pendinginan natural/bergerak (*natural/forced cooling*) yang dilaksanakan melalui metode eksperimental *simulasi sistem hot charging* (Pujowidodo H., 2010). Sehingga dari simulasi yang dilakukan pada berbagai variabel pengujian dapat diperoleh sumber data laju drop temperatur pada sistem terbuka/tertutup dan acuan bagi perancangan sistem hot box dan sistem transportasi yang optimal.

Temperatur billet baja sangat dipengaruhi oleh factor utama kondisi lingkungan sekitar (*surroundings influencing*) dan factor waktu sesaat (*residence time*) selama billet dipindahkan melalui mekanisme handling/transportasi yang akan dirancang (Wibisono M., 2010; Somorgon-Steel, 2010; EVOTECH, 2010). Dan proses optimasi system hot charging dapat ditentukan dengan pertimbangan hasil simulasi temperature dan waktu yang telah dilakukan.

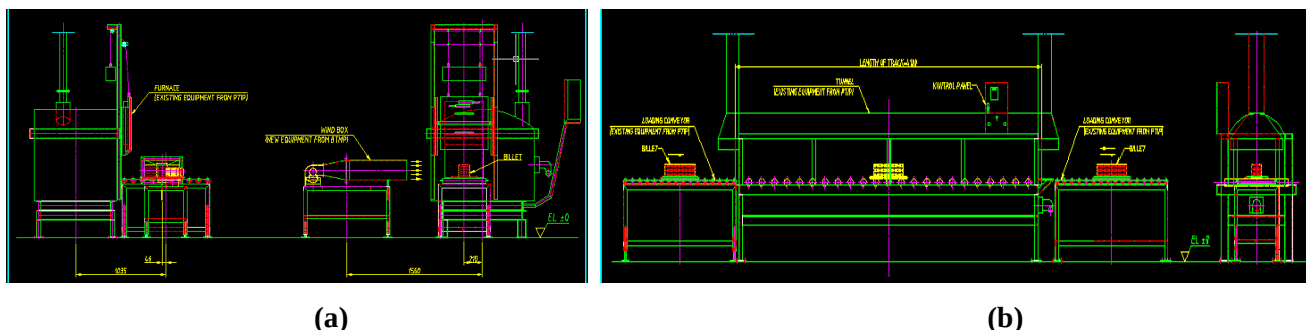
2. METODOLOGI

2.1. Observasi

Dalam tahap ini disusun rencana yang diperlukan untuk melakukan kegiatan simulasi yang dilaksanakan melalui metode studi literatur/referensi dan observasi lapangan. Kegiatan-kegiatan tersebut bertujuan untuk mengumpulkan wawasan informasi terkait dengan sistem proses hot charging yang akan diterapkan pada plant *Billet Steel Plant (BSP)* dan *Wire Rod Mill (WRM)* dari unit proses industri baja. Informasi tersebut mencakup sistem proses pembentukan baja billet menjadi baja kawat (*Wire Rod*) melalui proses perlakuan panas (*heat treatment*). Selain itu juga diperlukan data informasi keadaan lingkungan udara di sekitar plant dan tata letak plant BSP dan WRM sebagai factor pertimbangan dalam merencanakan simulasi. Observasi lapangan berguna pula sebagai pengumpulan informasi primer yang didapatkan melalui pengamatan system pada plant dan hasil diskusi teknis dengan narasumber secara langsung sehingga dapat melengkapi hasil studi kajian.

2.2. Simulasi Sistem Hot Charging

Secara sistematis pengujian simulasi hot charging dimulai dari simulasi system terbuka dengan mengamati laju drop temperature billet baja panas terhadap laju kecepatan udara natural, kemudian dilanjutkan simulasi system terbuka dengan laju kecepatan udara bergerak. Dengan system akusisi data beberapa data pengujian yang terdiri dari temperature dan waktu direkam melalui computer untuk memperoleh seluruh data selama uji simulasi secara otomatis. Untuk pengujian system tertutup sebagai variable simulasi adalah menggunakan batas kondisi udara panas dari laju kecepatan setting rotasi dari 10 Hz ÷ 50 Hz. Data pengujian yaitu temperature dan waktu diukur dengan menggunakan alat ukur termokopel/thermal imager dan alat pencatat waktu *stopwatch* saat specimen masuk dan keluar dari hot tunnel.



Gambar 1. Instalasi Uji Model *Hot Charging* (a) Sistem terbuka (b) Sistem Tertutup [Pujowidodo H., 2010]



Gambar 2. Bahan dan Peralatan Uji Simulasi *Hot Charging Billet* [Pujowidodo H., 2010]

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Proses *Billet Steel Plant (BSP)* dan *Wire Rod Mill (WRM)*

Hasil observasi pada plant PT Krakatau Steel Cilegon memberikan data bahwa temperature billet yang keluar dari dapur peleburan baja mempunyai panas sebesar 760 °C di lokasi *billet yard* yang dibiarkan mengalami pendinginan natural, yang selanjutnya dipanaskan kembali dalam proses reheating hingga temperature 1150 °C di plant pembentukan kawat baja (*wire rod*). Secara natural laju pendinginan pada billet yard terjadi oleh kecepatan angin rata-rata sebesar 4 m/detik. Pada plant WRM, billet diletakkan melalui transportasi rolling table dan penggerak mekanik hidrolik yang akan diproses menjadi bentuk kawat baja. Billet diletakkan menurut arah berjajar agar tidak terjadi deformasi ke arah samping



Gambar 3. Sistem Proses di Plant BSP dan WRM [Hendarto A. dan PT. KS, 2010]

Data hasil observasi lapangan terkait kondisi lingkungan udara parameter kecepatan angin natural dan tata letak plant menjadi informasi yang digunakan sebagai variable simulasi. Simulasi dijalankan menurut keadaan system hot charging secara terbuka di dalam udara lingkungan dan secara tertutup melalui sistem pembatas terhadap udara lingkungan

3.2. Laju Drop Temperatur Hot Billet

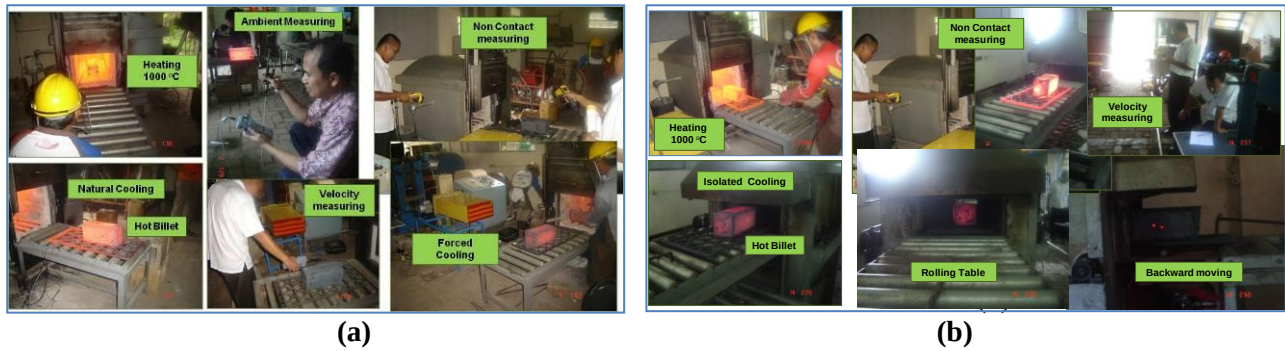
Sistem simulasi hot charging terdiri dari beberapa unit bagian yaitu :

- Dapur pembakaran (*furnace*) kapasitas pemanasan spesimen billet hingga 1000 °C
- Sumber udara penggerak (*wind box*) dengan laju udara hingga 4 m/s
- Saluran udara panas terisolasi (*hot tunnel*) dengan *rolling table* dan kapasitas panas sampai 500 °C serta kecepatan transport specimen hingga 4 m/s
- Sistem instrumentasi yang terdiri dari alat ukur temperature permukaan, temperature udara, kecepatan dan kelembaban udara serta sebuah system akusisi data.

Sebagai variable simulasi hot charging untuk mengetahui karakteristik drop temperature hot billet ditentukan berdasarkan parameter berikut :

- Simulasi terbuka dengan kondisi udara ambient natural (*Natural Cooling*)
- Simulasi terbuka dengan kondisi udara ambient bergerak (*Forced Cooling*) yang berkisar dari kecepatan 1 m/detik ÷ 4 m.detik
- Simulasi tertutup dengan kondisi udara panas bergerak (*Isolated Tunnel*) sebesar 300 °C ÷ 500 °C dan laju 1 m/detik ÷ 4 m.detik

Pengukuran temperature permukaan billet baja panas menggunakan alat ukur termokopel pada beberapa titik ukur di atas permukaan sisi atas dan pencitraan termal (*Thermal Imager*) secara non kontak untuk memperoleh kondisi pendinginan permukaan. Kondisi udara lingkungan yaitu temperature, kecepatan dan kelembaban udara diukur dengan menggunakan instrument *Psychometre*.

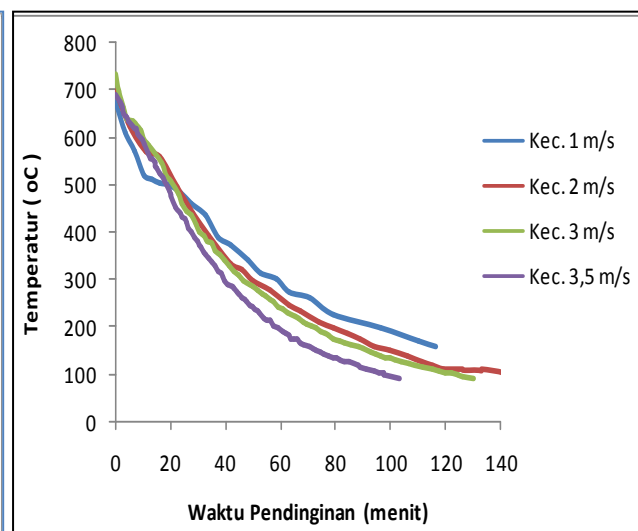
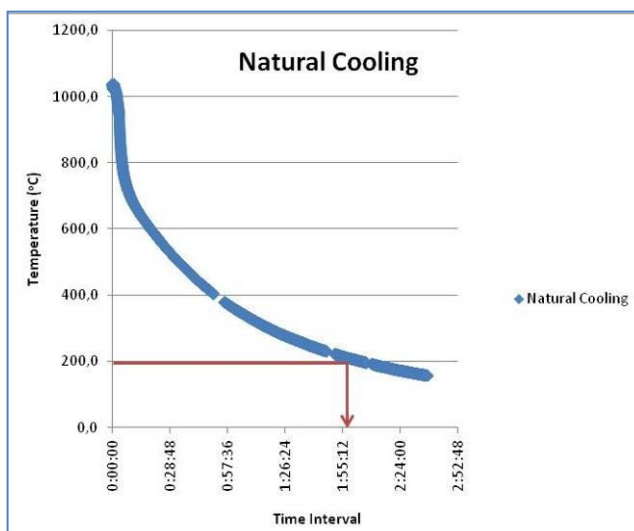


Gambar 4. Simulasi Hot Charging (a) Sistem terbuka (b) Sistem Tertutup [WBS-2000, 2010]

Dari hasil pengujian karakterisasi drop temperatur billet panas diperoleh besarnya laju penurunan seperti yang diberikan dalam tabel berikut.

Tabel 1. Laju Drop Temperatur Billet Baja *Open Hot Charging* [WBS-2000, 2010]

No	Rentang Temperatur (°C)	Waktu Pendinginan (menit)	Laju Pendinginan (°C/menit)	Kondisi Lingkungan
1	1036,9-700	125	36,68	Sistem Terbuka, udara natural
2	700-200	116	4,32	Sistem Terbuka, udara natural
3	1036,9-200	125	6,71	Sistem Terbuka, udara natural
4	675,4-200	96,4	4,9	Sistem Terbuka, udara lokal 1 m/s
5	696,4-196,9	79	6.3	Sistem Terbuka, udara lokal 2 m/s
6	732,5-200,6	72.4	7.3	Sistem Terbuka, udara lokal 3 m/s
7	690,1-196,3	58,9	8,4	Sistem Terbuka, udara lokal 3,5 m/s

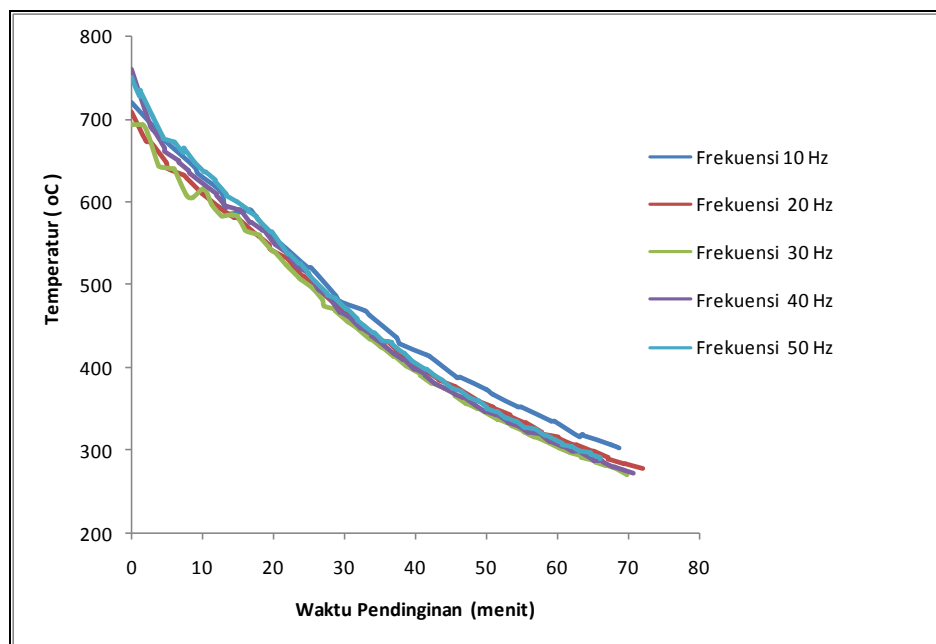


Gambar 5. Drop Temperature Hot Billet Udara Natural dan pada beberapa kecepatan udara lokal Sistem Terbuka [WBS-2000, 2010]

Pada kondisi pendinginan secara natural oleh udara lingkungan, terdapat daerah drop temperatur yang sangat cepat sebesar 36,68 °C/menit hingga temperatur 700 °C. Kemudian temperatur akan mengalami pendinginan dengan laju mulai 4,3 °C/menit sampai 8,4 °C/menit pada kondisi kecepatan udara lingkungan 1 m/s hingga 3,5 m/s. Drop temperatur terjadi perbedaan yang signifikan sesudah rentang waktu 20 menit pendinginan oleh udara terbuka.

Tabel 2. Laju Drop Temperatur Billet Baja *Close Hot Charging* (WBS-2000, 2010)

No	Rentang Temperatur (°C)	Waktu Pendinginan (menit)	Laju Pendinginan (°C/menit)	Kondisi Lingkungan
1	720,8-302	69	6,10	Sistem Tertutup, Rolling table 10 Hz
2	708-277,3	72	5,98	Sistem Tertutup, Rolling table 20 Hz
3	693,2-271,3	70	6,04	Sistem Tertutup, Rolling table 30 Hz
4	760,2-271,7	71	6,90	Sistem Tertutup, Rolling table 40 Hz
5	750,4-290,1	66	6.96	Sistem Tertutup, Rolling table 50 Hz



Gambar 6. Drop Temperature Hot Billet Udara Tertutup dan pada beberapa kecepatan rolling table Sistem Tertutup (WBS-2000, 2010)

Dari hasil pengujian laju penurunan temperatur billet baja dalam kondisi *close charging* didapatkan bahwa besarnya temperatur saat billet masuk ke dalam tunnel tertutup berada di bawah temperatur 800 °C. Kemudian selama billet baja ditransportasikan di dalam ruang terisolasi (*insulated tunnel*) dengan variasi kecepatan putaran meja berjalan (*rolling table*) 10 Hz sampai dengan 50 Hz atau setara kecepatan translasi sebesar 0,016 hingga 0,047 m/detik, laju penurunan temperatur billet yang terjadi pada kisaran 5,98 sampai 6,96 °C/menit. Laju drop temperatur tersebut sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan sekitar (atmosferik lokal) pada saat billet akan dipindahkan menuju tunnel.

Faktor utama pengurangan laju drop temperature hot billet dalam sistem hot charging tertutup disebabkan oleh kondisi adanya selubung isolasi yang mampu mengurangi pengaruh konveksi udara lingkungan dan panas radiasi yang dipantulkan kembali oleh dinding dalam selubung, sehingga laju kehilangan panas ke lingkungan dapat dikurangi.

4. KESIMPULAN

Hasil simulasi hot charging sistem tertutup billet baja panas menghasilkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- Secara natural hot billet mengalami drop temperature sebesar $116\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{menit}$ dari rentang panas $1000\text{ }^{\circ}\text{C} \div 700\text{ }^{\circ}\text{C}$. Hal ini menjadi acuan dalam penetapan spesifikasi kerja system hot box yaitu temperature billet loading sebesar $700\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Untuk Hot Charging **Sistem Moving Atmospheric ($1 \div 3,5\text{ m/s}$)** memiliki rentang drop temperatur dari **$4,3 \div 8,4\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{menit}$** . Sehingga data tersebut dapat dipakai sebagai pedoman dalam penentuan desain system transportasi hot billet
- Simulasi hot charging system tertutup memiliki temperature awal (Initial Temperature) sebesar ***kurang dari $800\text{ }^{\circ}\text{C}$*** hal ini dipengaruhi oleh kondisi pendinginan lingkungan sekitar lokasi. Selanjutnya dalam mempertimbangkan efektivitas temperature initial di lapangan perlu diketahui kondisi pendinginan rata-rata lingkungan sekitar melalui pengumpulan data kondisi udara lingkungan yaitu kecepatan dan kelembaban.
- Untuk Hot Charging **Sistem Close System ($0,016 \div 0,047\text{ m/s}$)** memiliki rentang drop temperatur dari **$5,98 \div 6,96\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{menit}$** . Sehingga data tersebut dapat dipakai sebagai pedoman dalam penentuan desain system transportasi hot billet.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kepala Program Otomasi Industri Baja Nasional 2010, Balai Mesin Perkakas, Teknik Produksi dan Otomasi (MEPPO), BPP Teknologi Jakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- Adibroto, T.A., dkk. GERIAP Project : *Recovering Waste Heat through Billet Transportation System Modification*, UNEP, 2006.
- BSE-KEHL, *Hot Billet Charging Saves Energy and Improves Mill Productivity*, Steel Times International, July/Agustus 2012, http://www.bse-kehl.de/wEnglisch/Downloads/publications_pdf/Hot_billet_charging_saves_energy_and_improves_mill_productivity_STI_2012.pdf.
- EVOTECH, *Hot Charging Billet Mechanism*, <http://www.evotech.in/rollingmill/hot-billet-mechanism.php>
- Hendarto A, , *Laporan Usulan Transportasi Billet dari BSP ke WRM di PT. KS*, WP-2300, BPP Teknologi, 2010.
- Pragowo D., *Technical Note Pre-FS Hot Charging*, WP-2300, BPP Teknologi, April 2010.
- PT.KS, *Oven Billet KS*, 2010.
- Pujowidodo H., *Technical Report No.00001/OIB-2200/BPPT/X/2010 Kajian Design Requirement and Objectives (DR&O) Otomasi Industri Baja Studi Kelayakan Sistem Hot Charging*, WP-2200, BPP Teknologi, 2010.
- Somorgon Steel, *Case Studi Energy Savings : Increased Billet handling Efficiency Leads to 740,000 GJ Reduction and \$168,000 savings*, http://www.eco2smart.com/files/Case_Study_Smorgon_Steel2.pdf
- TBR Engineering, *Hot Charging system for Billets*, www.tbr-engineering.at.
- WBS-2000, *Laporan Perkembangan-3 Studi Kelayakan Penerapan Teknologi Hot Charging Pada Pabrik Wire Rod, PT Krakatau Steel*, BPP Teknologi, 15 Juni 2010.
- Wibisono M., *Laporan Usulan Pengembangan Peralatan Pengujian Kualitas di BSP dan Transportasi Billet BSP-WRM*, WP-2300, BPP Teknologi, 2010