

SISTEM KERJA HOT METAL DETECTOR PADA ROLL TABLE INTERFACE PEMBUATAN BAJA PROFIL PT. KRAKATAU BAJA KONSTRUKSI

Muhamad Habil Cahaya Gusti^{1*}, Endi Permata¹, Okta Hanggar Dwiprasetyo²

¹Program Studi Pendidikan Vokasional Teknik Elektro, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang, Indonesia

²Program Studi Teknik Industri, Universitas Serang Raya, Serang, Indonesia

*Email: 2283220032@untirta.ac.id

ABSTRAK

PT. Krakatau Baja Konstruksi menerapkan teknologi Hot Metal Detector (HMD) yang terintegrasi dengan sistem *roll table* sebagai bagian dari upaya modernisasi proses produksi baja yang lebih efisien dan otomatis. Sistem HMD berfungsi untuk mendeteksi keberadaan logam panas yang keluar dari tungku pemanas (*furnace*), kemudian secara otomatis mengirimkan sinyal kendali untuk menggerakkan *roll table* agar material dapat berpindah ke tahap proses selanjutnya tanpa intervensi manual. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan pendekatan observasi langsung terhadap sistem kerja HMD dan mekanisme *roll table* di area produksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan teknologi ini secara signifikan meningkatkan akurasi deteksi logam panas, mempercepat waktu respons sistem, dan mengoptimalkan efisiensi energi melalui penggunaan inverter yang berfungsi mengatur kecepatan motor penggerak. Selain itu, sistem HMD juga berperan penting dalam mengurangi kesalahan manusia (*human error*), meningkatkan keselamatan kerja operator, serta memperpanjang umur komponen mekanis pada jalur produksi. Secara keseluruhan, integrasi HMD dan *roll table* terbukti efektif dalam menjaga kestabilan proses produksi, meningkatkan produktivitas, serta mendukung transformasi menuju industri baja berbasis teknologi otomasi dan sistem kendali cerdas yang berdaya saing tinggi.

Kata kunci: Hot Metal Detector (HMD); *roll table*; steel production automation.

ABSTRACT

PT. Krakatau Baja Konstruksi implements Hot Metal Detector (HMD) technology integrated with a roll table system as part of its modernization efforts to achieve a more efficient and automated steel production process. The HMD system functions to detect the presence of hot metal exiting the furnace. It automatically transmits control signals to activate the roll table, allowing the material to move to the next production stage without manual intervention. This research employs a qualitative descriptive method through direct observation of the HMD operation and the roll table mechanism in the production area. The findings indicate that implementing this technology significantly enhances the accuracy of hot metal detection, improves system response time, and optimizes energy efficiency by using an inverter that regulates the speed of the drive motor. Furthermore, the HMD system plays a crucial role in reducing human error, increasing operator safety, and extending the lifespan of mechanical components within the production line. Overall, the integration of HMD and roll table technology has proven effective in maintaining production stability, increasing productivity, and supporting the transformation toward an innovative, automation-based steel industry with high competitiveness.

Keywords: Hot Metal Detector (HMD); *roll table*; steel production automation.

1. PENDAHULUAN

PT. Krakatau Baja Konstruksi adalah perusahaan yang fokus pada produksi baja dan beroperasi sebagai anak perusahaan PT. Krakatau Steel. Dengan penerapan teknologi

mutakhir dalam proses manufakturnya, perusahaan ini memastikan produk berkualitas tinggi yang mampu memenuhi beragam kebutuhan industri konstruksi, baik dari segi skala, tipe, maupun ukuran [1]. Industri baja memiliki peran penting dalam mendukung pembangunan infrastruktur dan perkembangan ekonomi. Dalam proses pembuatan baja, terdapat berbagai tahapan yang memerlukan pengendalian yang presisi dan akurat untuk memastikan kualitas produk. Salah satu komponen penting dalam proses ini adalah deteksi logam panas HMD pada *roll table interface* di Krakatau Baja Konstruksi, yang berfungsi untuk memantau dan mengendalikan pergerakan baja panas selama proses produksi. Sistem ini berperan penting dalam menjaga keselamatan, efisiensi, dan kualitas produk akhir [2].

Sistem kerja adalah disiplin ilmu yang mencakup berbagai teknik dan prinsip untuk mencapai desain kerja yang optimal. Teknik dan prinsip ini diterapkan dalam pengelolaan komponen-komponen sistem kerja, termasuk manusia dengan keterampilannya, material, peralatan, waktu, serta lingkungan kerja, sehingga tercapai efisiensi dan produktivitas yang tinggi [3]. Perencanaan sistem kerja dapat dipahami sebagai proses merancang atau mengatur unsur-unsur dalam sistem kerja (manusia, bahan, perlengkapan dan peralatan, metode kerja, dan lingkungan kerja) untuk mencapai tujuan tertentu secara efektif dan efisien [4]. Prinsip-prinsip ini tidak hanya fokus pada analisis gerakan, tetapi juga mencakup banyak aspek lain seperti desain tata letak tempat kerja dan pengaturan peralatan dalam hubungannya dengan pekerja. Sistem kerja terdiri dari lima elemen utama: manusia, material, peralatan, waktu, dan perangkat tambahan seperti mesin, alat bantu, serta lingkungan kerja seperti kondisi ruangan dan aktivitas lain di sekitarnya.

HMD adalah alat penting dalam industri baja, khususnya dalam sistem kontrol otomatis untuk mendeteksi dan mengukur keberadaan logam panas selama proses produksi. Prinsip dasar HMD sebenarnya tidak jauh berbeda dengan cara kerja *oxygen lance* yang telah dijelaskan oleh Tenberg, W., & Pichert, L [5] keduanya memerlukan sensor yang mampu mendeteksi logam cair dengan presisi tinggi, serta harus berfungsi dalam lingkungan yang ekstrem dengan suhu sangat tinggi. Sistem HMD digunakan untuk mendeteksi keberadaan baja panas dan mengoordinasikan pergerakan baja tersebut melalui jalur produksi secara otomatis. Penggunaan sistem yang tepat dapat mengurangi kesalahan produksi dan kerusakan alat, serta meningkatkan efisiensi operasional [6].

Roll table digunakan dalam produksi pelat tebal dan berfungsi untuk memindahkan benda kerja melalui tungku dengan mekanisme *roll*, yang juga membantu menjaga efisiensi pemanasan dan penanganan material [7], *Roll table* terletak pada bagian luaran dari *furnace* yang mana merupakan perangkat yang digunakan untuk pemanasan dan memiliki berbagai fungsi, seperti ekstraksi logam dari bijih, pengabuan, perlakuan panas pada logam seperti *annealing*, *normalizing*, *tempering*, *galvanizing*, serta berbagai proses lain yang memerlukan panas [8]. Dalam penelitian material, *furnace* berperan penting dalam perlakuan panas dan pemijaran bahan. Panas yang dihasilkan dari kerja elemen dalam *furnace* akan meningkatkan suhu lingkungan [9]. Ketika ada gradien suhu dalam suatu sistem atau dua sistem dengan suhu berbeda bersentuhan, energi akan berpindah, yang dikenal sebagai perpindahan panas (*heat transfer*) [10].

2. METODE

Penelitian dilakukan selama satu bulan di PT. Krakatau Baja Konstruksi dengan fokus observasi pada alat-alat pengendali *roll table* dan HMD. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kualitatif, dengan metode deskriptif. Metode deskriptif ini mengharuskan pengumpulan informasi dari individu atau kelompok mengenai pengalaman mereka, serta analisis fenomena yang mereka alami (Rusandi & Muhammad Rusli). Peneliti kemudian menyusun hasil temuan dalam urutan waktu secara deskriptif.

Hasil observasi di PT. Krakatau Baja Konstruksi, khususnya di bagian HMD yang digunakan untuk mendeteksi logam panas, menunjukkan tahap-tahap teknis pengoperasian

HMD, pada *rooller table interface* untuk pengoperasian billet/bloom menuju *stand* ke *stand* setelah dari *furnace* untuk produksi baja profil di PT. Krakatau Baja Konstruksi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam industri baja, proses pemindahan material billet atau bloom yang dipanaskan dalam tungku (*furnace*) sangat penting untuk menjaga kelancaran dan kecepatan produksi [11]. Salah satu komponen penting dalam proses ini adalah HMD, sebuah sensor yang dirancang untuk mendeteksi keberadaan logam panas, seperti billet atau bloom, yang keluar dari *furnace* [12]. HMD memiliki peran krusial dalam mengaktifkan sistem *roll table* yang bertugas memindahkan billet dari satu stasiun produksi ke stasiun berikutnya.

3.1. Fungsi dan Prinsip Kerja HMD

HMD adalah perangkat sensor optik yang berfungsi mendeteksi panas yang dipancarkan oleh logam pada suhu tinggi, seperti billet yang keluar dari *furnace* [13]. Prinsip dasar kerja HMD melibatkan pengukuran radiasi inframerah yang dipancarkan oleh logam panas. Pada suhu tertentu, logam akan memancarkan radiasi yang dapat dideteksi oleh HMD. Hal ini dijelaskan pada Gambar 1.



Gambar 1. Hot Metal Detector (HMD)

HMD dilengkapi dengan filter yang memastikan hanya panjang gelombang tertentu (yang sesuai dengan radiasi logam panas) yang dapat melewatkannya layaknya spektrofotometer [14]. Ketika billet yang panas berada di depan HMD, sensor ini akan mendeteksi radiasi tersebut dan mengirimkan sinyal ke sistem kontrol untuk memicu tindakan lebih lanjut, seperti menggerakkan *roll table* [15].

3.2. Proses Kerja Sistem Deteksi dan Pemindahan

Saat billet keluar dari *furnace*, HMD yang dipasang di jalur transfer bertugas mendeteksi keberadaan billet yang bersuhu tinggi. Berikut adalah urutan kerja sistem:

3.2.1. Deteksi Billet

Ketika billet yang panas mencapai area di depan HMD, sensor ini akan mengidentifikasi radiasi yang dipancarkan oleh billet. HMD hanya bereaksi terhadap logam panas, sehingga mampu memisahkan antara logam yang belum dipanaskan atau objek non-logam lainnya. Kondisi ini ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Proses deteksi billet yang keluar dari *furnace*

3.2.2. Pengiriman Sinyal

Setelah HMD mendeteksi billet, sensor ini mengirimkan sinyal ke inverter yang berfungsi untuk mengontrol motor penggerak pada sistem *roll table*. Motor penggerak tersebut diatur oleh panel kontrol khusus yang mengelola operasi *roll table* secara keseluruhan. Panel HMD ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Panel HMD

3.2.3. Aktivasi *Roll Table*

Sinyal dari HMD tersebut diolah oleh inverter yang kemudian menggerakkan motor penggerak *roll table*. Motor ini akan mengaktifkan *roll table* untuk mulai berputar, sehingga billet dapat dipindahkan ke tahap produksi berikutnya secara otomatis. *Roller table* ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. *Roller table*

3.2.4. Proses Berhenti

Roll table akan terus beroperasi hingga billet sepenuhnya melewati jalur transfer. Setelah billet tidak lagi terdeteksi oleh HMD, sistem secara otomatis berhenti. HMD dipasang di dua lokasi penting yang pertama, di pintu keluar *furnace*, dan kedua, sebelum stand 1 tempat pembentukan baja profil atau pembentukan baja lainnya. Setelah billet melewati area yang terpantau oleh HMD ini, pergerakan *roll table* selanjutnya dikendalikan secara manual oleh operator.

3.2.5. Peran Inverter dan Motor dalam Sistem

Inverter memiliki peran penting dalam sistem ini dengan mengendalikan kecepatan motor penggerak *roll table*. Setelah menerima sinyal dari HMD, inverter mengubah sinyal tersebut menjadi perintah kecepatan yang sesuai untuk motor, di mana tiap motor dikendalikan melalui breaker pada panel. Motor yang digerakkan oleh inverter ini menggerakkan *roll table*, sehingga billet dapat bergerak dengan kecepatan yang telah diatur, memastikan billet dipindahkan secara aman dan tepat waktu ke stand berikutnya. Penelitian ini hasilnya sejalan dengan Anthony yang menyatakan bahwa *hot roller table* dengan menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) untuk mengidentifikasi potensi kegagalan, menilai tingkat risikonya, serta memberikan rekomendasi perbaikan guna meningkatkan keandalan dan efisiensi sistem produksi [6].

Inverter memainkan peran penting dalam sistem penggerak *roll table* dengan tidak hanya menerima sinyal dari HMD dan mengubahnya menjadi perintah kecepatan untuk motor, tetapi juga mengatur kecepatan motor sesuai kebutuhan operasional. Dengan demikian, inverter memungkinkan penyesuaian kecepatan *roll table* agar sesuai dengan situasi di lapangan, yang dapat membantu mencegah terjadinya kemacetan material selama proses pemindahan billet. Selain itu, penggunaan inverter mendukung efisiensi energi karena motor hanya beroperasi dengan kecepatan yang diperlukan, mengurangi pemborosan energi. Inverter juga mampu mengurangi lonjakan arus listrik yang biasanya terjadi saat motor pertama kali dihidupkan, yang tidak hanya meningkatkan efisiensi energi tetapi juga memperpanjang umur komponen sistem dan meningkatkan keandalan operasional secara keseluruhan.

3.2.6. Keuntungan Penggunaan Sistem HMD

Penggunaan HMD sebagai sistem deteksi yang menggerakkan *roll table* menawarkan sejumlah keuntungan operasional, salah satunya adalah otomatisasi. Sistem ini memungkinkan proses pemindahan billet berlangsung secara otomatis tanpa memerlukan intervensi manual. Dengan otomatisasi ini, kecepatan produksi dapat ditingkatkan, sekaligus mengurangi potensi kesalahan manusia yang mungkin terjadi selama proses pemindahan.

Selain itu, penggunaan HMD juga meningkatkan keamanan. HMD hanya mendeteksi dan memindahkan billet panas, sehingga pergerakan *roll table* dapat dikendalikan dengan lebih baik. Ini mencegah terjadinya pergerakan yang tidak diinginkan saat tidak ada billet yang siap dipindahkan, mengurangi risiko kerusakan mesin dan kemungkinan terjadinya insiden keselamatan di jalur produksi.

Dari segi efisiensi, pengaturan kecepatan *roll table* secara otomatis berdasarkan deteksi HMD memastikan billet dipindahkan dengan kecepatan optimal. Hal ini membantu menjaga kelancaran proses produksi dan menghindari penumpukan billet di sepanjang jalur produksi, yang bisa menghambat aliran produksi secara keseluruhan.

Penggunaan inverter yang mengendalikan kecepatan motor mendukung penghematan energi. Motor hanya akan beroperasi saat diperlukan dan pada kecepatan yang tepat, sehingga energi yang digunakan lebih efisien. Pengendalian yang tepat ini tidak

hanya mengurangi konsumsi energi, tetapi juga menjaga performa sistem dalam jangka panjang.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa PT. Krakatau Baja Konstruksi memanfaatkan teknologi HMD dan *roll table* secara efektif untuk meningkatkan efisiensi, keamanan, dan otomatisasi dalam proses produksi baja. HMD berperan penting dalam mendeteksi logam panas yang keluar dari *furnace* dan mengirimkan sinyal untuk menggerakkan *roll table*, sehingga billet dapat dipindahkan ke tahap produksi berikutnya tanpa intervensi manual. Penggunaan inverter yang mengatur kecepatan motor pada *roll table* juga membantu mengoptimalkan konsumsi energi, memperpanjang umur komponen, serta menjaga kelancaran dan kecepatan produksi. Dengan penerapan teknologi ini, perusahaan mampu mengurangi risiko kesalahan manusia, meningkatkan keselamatan, serta mencapai efisiensi operasional yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Montoya, I. Irwanto, and O. H. D. Prastyo, “Sistem Kendali Jumlah Cycle Pada Mesin Cooling Bed Dalam Proses Pendinginan Produk Baja Profil (Section Mill),” *Teknika*, vol. 8, no. 2, pp. 47–57, 2023, doi: 10.52561/teknika.v8i2.273.
- [2] S. I. Jarir, D. K. Wulandari, D. Ulfitriani, H. Gunawan, and J. Rolika, “Analisis Sistem Rantai Pasok Baja,” *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, vol. 11, no. 1, p. 214, 2016, doi: 10.25077/josi.v11.n1.p214-220.2012.
- [3] I. Mindhayani and D. H. Purnomo, “Perbaikan Sistem Kerja Untuk Meningkatkan Produktivitas Karyawan,” *Jurnal PASTI*, vol. 10, no. 1, pp. 98–107, 2016.
- [4] I. Astuti., R. D., & Iftadi, “ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM KERJA, Padang,” no. May, 2016.
- [5] H. L. Calkin, “United States Patent Office,” *Palimpsest (Iowa City)*, vol. 50, no. 7, pp. 1965–1967, 1969, doi: 10.17077/0031-0360.24332.
- [6] M. B. Anthony, “Analisis Penyebab Kerusakan Hot Rooler Table dengan Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA),” *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, vol. 4, no. 1, p. 1, 2018, doi: 10.30656/intech.v4i1.851.
- [7] A. P. Lyakh, A. A. Filatov, and A. G. Kolesnikov, “Lowering of the Metal Consumption of Rollers and Operating Costs of Through-Type Furnaces of Rolling Mills,” *Metallurgist*, vol. 64, no. 9–10, pp. 917–922, 2021, doi: 10.1007/s11015-021-01072-6.
- [8] Khoirudin and L. O. M. Firman, “Optimasi Desain Pada Dinding Furnace Dengan Temperatur Kerja 1000 C,” *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, vol. 3, no. 1, pp. 1–56, 2018, [Online]. Available: <http://sor.scitation.org/doi/10.1122/1.3445064>
- [9] Y. S. Pramesti and A. Akbar, “Analisa Heat Transfer Pada Electric Furnace 3 Fasa,” *Jurnal Mesin Nusantara*, vol. 3, no. 2, pp. 102–111, 2021, doi: 10.29407/jmn.v3i2.15574.
- [10] G. Albaali and M. M. Farid, “Sterilization Of Food In Retort Pouches,” *Sterilization Of Food In Retort Pouches*, no. January 2006, 2006, doi: 10.1007/0-387-31129-7.
- [11] F. Abdul, S. Pintowantoro, and M. I. P. Hidayat, “Proses Pembuatan Besi Menggunakan Injeksi Gas Hidrogen ke Dalam Blast Furnace: Sebuah Alternatif untuk Mengurangi Emisi CO₂,” *Jurnal Teknik ITS*, vol. 9, no. 2, 2021, doi: 10.12962/j23373539.v9i2.59337.

- [12] D. Patra, C. Kundu, and P. Patra, "Wireless Dip Temperature Lance for provisioning hot metal analytics of blast furnaces," *Ironmaking and Steelmaking*, vol. 48, no. 5, pp. 619–627, 2021, doi: 10.1080/03019233.2020.1833677.
- [13] S. Rianto, S. Syahrir, and A. I. Natalisanto, "Rancang Bangun Alat Metal Detector dengan Metode Beat Frequency Oscillator," *Progressive Physics Journal*, vol. 3, no. 2, p. 191, 2022, doi: 10.30872/ppj.v3i2.957.
- [14] F. Mubarok, "Spektrofotometer Prinsip dan Cara Kerjanya," *Farmasi Industri: Universitas Surabaya*, no. June, pp. 1–9, 2021.
- [15] H. Zhang *et al.*, "Surface defect detection of hot rolled steel based on multi-scale feature fusion and attention mechanism residual block," *Sci Rep*, vol. 14, no. 1, Dec. 2024, doi: 10.1038/s41598-024-57990-3.