

APLIKASI TANUR SEBAGAI PELEBURAN LOGAM DITINJAU DARI ASPEK K3 (KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA)

SUPRIONO

Program Studi Teknik Mesin, Universitas Alwasliyah, Medan, Indonesia

Jl. Sisingamangaraja Km 5.5 N0.10 Medan, Sumatera Utara.

Telp/fax : 061-7851881

Email: isursurya964@gmail.com

ABSTRAK

Industri pengecoran logam/baja merupakan suatu industri yang memanfaatkan energi listrik sebagai sumber pemanas untuk mencairkan logam. Energi listrik yang digunakan bersifat induksi, yaitu; efek dari pusaran magnet. Jenis-jenis tanur yang lazim digunakan, seperti: tanur listrik, tanur induksi, tungku krusibel, dapur kupola, dapur udara, dan dapur. Faktor-faktor bahaya yang ditimbulkan akibat dari operasional tanur, antara lain: kebisingan, tekanan panas, uap logam, ledakan.

Kata Kunci: industry peleburan logam, induksi

ABSTRACT

The metal / steel casting industry is an industry that utilizes electrical energy as a heating source to melt metal. The electrical energy used is induction, namely; the effect of a magnetic vortex. The types of furnaces that are commonly used, such as: electric furnaces, induction furnaces, crucible stoves, kupola kitchens, air kitchens and kitchens. Hazard factors arising from the operation of the furnace include: noise, heat pressure, metal vapor, explosion.

Keyword: metal smelting industry, induction

PENDAHULUAN

Tanur artinya dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) adalah tempat pembakaran. Di dalam tanur terjadi suatu proses pembakaran yang pada akhirnya logam yang mencapai titik leburnya akan melebur/mencair sehingga dengan mudah dapat dibentuk menjadi suatu produk sesuai dengan yang diinginkan.

Muffle furnace atau yang dikenal dengan tanur adalah suatu alat sejenis oven berukuran besar, berupa ruangan dengan penyekat termal yang dapat dipanaskan hingga mencapai suhu tertentu. Temperatur pada suhu tinggi dalam tanur (*muffle furnace*, yaitu: di atas 1.000 °C). Penggunaan tanur di dalam industry logam juga digunakan dalam laboratorium biasanya digunakan untuk aplikasi gravimetrik, yaitu: pengurangan atau pengabuan suatu zat/sampel yang dianalisis.

Dalam mengoperasikan Tanur untuk meleburkan logam/baja/scrap diperlukan sejumlah energy panas yang berasal dari berbagai sumber energy, misal: induksi listrik, udara panas,

elektroda kimia, dan lain-lain. Pemanfaatan energy listrik yang dapat menghasilkan panas harus mampu mencapai suhu di atas titik lebur logam/baja. Dari pemantauan yang dilakukan biasanya Tanur beroperasi pada suhu/temperature 1.500 – 1.700 °C. Pemanfaatan suhu operasional yang sangat tinggi tersebut memerlukan suatu penanganan yang serius terutama dari paparan sumber radiasi yang berdampak kepada keselamatan dan kesehatan kerja karyawan dan lingkungan kerja.

Kelalaian apalagi ketidak seriusan Pengusaha terhadap pengelolaan K3 dalam operasional Tanur ini berdampak kepada kerugian mereka sendiri dan tidak sesuai dengan Undang-Undang Ketenaga Kerjaan No. 13 Tahun 2003. Oleh karena itu diperlukan suatu keseriusan dan kesungguhan dari Pengusaha agar tingkat kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja dapat diminimasi dan dihindari.

Tanur listrik adalah tanur yang paling banyak dipakai. Tanur ini mempergunakan arus bolak-balik tiga fasa. Energi panas diberikan melalui loncatan busur listrik antara elektroda karbon dan cairan baja. Terak menutupi cairan dan mencegah absorpsi gas dari udara luar selama pemurnian berjalan.

Dalam peleburan baja, di samping pengaturan komposisi kimia dan temperature, perlu juga mengatur absorpsi gas, jumlah dan macam induksi bukan logam. Untuk menghilangkan gas, ditambahkan bijih besi atau tepung kerak besi selama proses reduksi. Disamping proses tersebut sekarang banyak dipergunakan proses pembuatan baja dengan oksigen. Keuntungan proses ini, sebagai berikut.

1. Biaya peleburan yang rendah.
2. Mudahna menaikkan temperature cairan.
3. Peningkatan kualitas dengan penghilangan gas.
4. Mudah memproduksi baja karbon rendah.
5. Laju peleburan tinggi laju produksi tinggi.
6. Polusi udara lebih rendah dibandingkan dengan tungku-tungku lainnya.
7. Memiliki kemampuan menahan logam cair pada temperatur tertentu untuk jangka waktu lama untuk tujuan pepaduan.

PERMASALAHAN

Industri pengecoran logam yang operasionalnya memanfaatkan energy panas yang memiliki suhu yang sangat tinggi berdampak kepada pemaparan kepada lingkungan kerja khususnya para pekerja. Panas yang bertemperatur tinggi

mengenai tubuh manusia dapat mengakibatkan permasalahan kesehatan hingga kematian. Efek penyakit akibat panas yang paling fatal adalah heat stroke. Bila dibiarkan tanpa penanganan yang serius, kondisi ini bisa mengancam jiwa pekerja.

Lingkungan kerja yang tidak nyaman seperti temperatur yang melebihi nilai ambang batas (NAB) mengakibatkan panas yang dapat mempengaruhi performa kerja dan juga kesehatan tubuh pekerja. Bila pekerja yang terpapar panas tidak mampu menjaga atau mengatur suhu normal dalam tubuhnya, hal ini bisa memicu timbulnya *heat stress*. Lebih fatal lagi, bila dibiarkan tanpa penanganan serius bisa mengakibatkan kematian.

Pengoperasian industry peleburan logam menimbulkan beberapa dampak yang berpotensi terhadap ketidaknyamanan para kerja dan pada akhirnya menimbulkan gangguan terhadap kesehatan. Potensi-potensi yang membuat ketidaknyamanan tersebut jika tidak dikelola dengan baik akan mempengaruhi kesehatan dan keselamatan kerja. Potensi-potensi bahaya/faktor-faktor bahaya tersebut, seperti:

Kebisingan

Kebisingan adalah suara yang tidak dikehendaki yang dapat mengganggu kondisi fungsi pendengaran. Intensitas kebisingan pada angka yang melebihi 85 dBA, NAB dalam bekerja 8 jam/hari atau 40 jam/minggu. Kebisingan-kebisingan tersebut bersumber dari suara mesin-mesin yang beroperasi, seperti: suara blower, hilir mudik operasional pesawat angkat angkut (PAA), seperti: *hoisting crane*, forklift, dll.

Tekanan Panas

Tekanan panas adalah kombinasi antara suhu udara, kelembapan udara percepatan udara, dan suhu radiasi yang

dihubungkan dengan produksi panas oleh tubuh yang terjadi pada tenaga kerja. Suhu kerja yang nyaman sekitar 24 – 26 °C.

Uap Logam

Uap logam berasal dari kegiatan-kegiatan, seperti: penuangan baja cair, pengaliran baja cair ke dalam cetakan serta pada saat proses pendinginan terbuka.

Ledakan

Ledakan merupakan potensi bahaya terbesar yang kemungkinan terjadi di industry peleburan logam. Sumber utama suatu ledakan berasal dari Tanur/furnace. Ketidak siapan peralatan pengamanan (*safety devices*) dalam operasionalnya akan berpotensi terjadinya ledakan. Pemeliharaan dan perbaikan Tanur serta perlakuan riksa uji secara berkala akan terhindar dari ledakan.

Percikan Baja

Percikan-percikan baja berasal dari letupan-letupan baja cair dari Tanur. Di samping itu, letupan lainnya berasal dari *ladle* (skop besar) yang mengucurkan baja cair panas ke *tundish* (cetakan). Pencetakan ini sesuai dengan *molding* (cetakan) yang sudah direncanakan karena harus sesuai dengan permintaan pasar (sesuai dengan order).

Tersentuh Benda Panas

Pengoperasian peralatan Tanur pada kondisi yang sangat panas ini berpotensi tersentuh bagi karyawan yang sedang bekerja. Biasanya karyawan/pekerja yang bekerja dalam kondisi tidak nyaman (*unsafe action*) akan mengalami hal dimaksud (tersentuh) sehingga akan merugikan bagi karyawan itu sendiri (secara langsung).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kebisingan

Kebisingan di tempat kerja dapat menyebabkan gangguan pendengaran yang bersifat sementara atau permanen. Biasanya seseorang sering mengalami gangguan pendengaran sementara setelah meninggalkan tempat yang bising. Meski pendengaran bisa pulih setelah beberapa jam, hal ini tidak boleh diabaikan.

Orang yang terkena gangguan pendengaran biasanya sulit menangkap percakapan yang di dalamnya terdapat kata-kata yang mengandung huruf T, D, dan S. Selain fisik, gangguan pendengaran tentu akan berdampak secara psikis, sehingga mengganggu konsentrasi dan kelancaran berkomunikasi.

Faktor kebisingan di tempat kerja diatur dalam Keputusan Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia (Kepmenaker RI) No. 51/MEN/1999 tentang: Nilai Ambang Batas Faktor Fisika Di Tempat Kerja maka perlu adanya pengendalian dalam rangka melindungi tenaga kerja dari faktor kebisingan.

Oleh sebab itu, pengusaha dalam melakukan pengoperasian industrinya berkewajiban menyediakan alat pelindung telinga secara cuma-cuma, seperti: *ear plug* dan *ear muff* dalam rangka melindungi tenaga kerja dari pengaruh kebisingan, kemudian pada tempat kerja dipasang rambu-rambu maupun poster pada area dengan tingkat kebisingan tinggi atau melebihi nilai ambang batas (NAB) serta anjuran pemakaian alat pelindung telinga pada area tersebut. Dalam realisasinya, para pekerja juga enggan menggunakan alat pelindung telinga tersebut. Hal ini disebabkan alat pelindung telinga dimaksud mengganggu kinerja mereka. Ini mencerminkan kurangnya kesadaran diri pada tenaga kerja akan arti pentingnya alat pelindung telinga. Di samping, perlindungan kebisingan

menggunakan alat pelindung telinga bagi pekerja juga dimungkinkan untuk membangun *control room*, sehingga tenaga kerja tidak secara langsung terpapar bising.

Tekanan Panas

Tekanan panas adalah kondisi dimana tubuh anda tidak dapat mengatur suhu tubuh dan mendinginkan sendiri secara sempurna. Faktor penyebab adalah suhu lingkungan yang tinggi, pergerakan udara yang terbatas, kerja fisik yang berat dan terpajan langsung dengan mesin/matahari. Selain itu faktor internal seperti konsumsi obat, kondisi fisik, umur, dan berat badan juga mempengaruhi.

Efek Tekanan Panas (*Heat Stress*) Bagi Pekerja

Gangguan yang dapat mempengaruhi kondisi pekerja akibat dari tekanan panas, sebagai berikut.

a. Keram

Penyebab terjadinya kram kepada karyawan karena efek tekanan panas adalah produksi keringat yang berlebih dan kehilangan garam tubuh. Gejala-gejala yang ditimbulkan, antara lain: nyeri kaku otot kaki-lengan-perut, mendadak panas, kulit lembab. Penanganannya adalah minum, memijat area yang kaku (tempat yang kram).

b. Kelelahan

Kelelahan ini disebabkan oleh dehidrasi berat dengan gejala-gejala: nyeri kaku otot kaki-lengan-perut, mendadak panas, kulit pucat-lembab-dingin, nadi cepat, lelah, lemas, pingsan. Penganganan : bawa ke tempat teduh atau ber-AC, istirahat/ berbaring dengan kaki diangkat, longgarkan pakaian, dan minum air

c. Stroke

Pekerja yang mengalami tekanan panas yang berlebih juga dapat mengalami stroke. Penyebabnya adalah paparan/pajanan panas yang terus menerus

dan ekstrim, serta kegagalan regulator suhu tubuh. Gejala-gejalanya, seperti: suhu badan tinggi, tidak ada keringat, kulit panas dan merah, sesak napas. Penanganannya, hubungi unit darurat, rendam pasien dalam air dingin, pijat dengan es. Heat stroke merupakan gangguan kesehatan akibat pajanan terhadap tekanan panas yang paling serius/fatal.

Cara Penanggulangan *Heat Stress*

Di bawah ini disampaikan hal-hal yang perlu dilakukan untuk penanganan heat stress, sebagai berikut.

1. Mengawali hari dengan minum air. Menunggu hingga hari demikian panas lalu minum merupakan keterlambatan. Hindari kafein (kopi) pada malam hari dan tengah hari
2. Gunakan baju yang sesuai, ringan dan menyerap keringat.
3. Diet seimbang. Konsumsi lemak berlebih tidak membantu tubuh beradaptasi di lingkungan panas.
4. Buah, sayuran, protein, serat akan sangat membantu.
5. Cairan elektrolit membantu mempertahankan energi. Jangan minum cairan elektrolit melebihi air minum biasa. Hindari konsumsi tablet garam kecuali jika direkomendasikan oleh dokter.
6. Gunakan pelindung wajah dan leher
7. Sediakan area berteduh untuk istirahat singkat dan stasiun air minum
8. Pastikan akses ke air minum mudah
9. Merekomendasikan pekerja untuk istirahat minum (1-2 menit) selama 20-30 menit
10. Sediakan area berteduh untuk istirahat singkat dan stasiun air minum
11. Mempertimbangkan untuk menyediakan wadah air bertanda khusus yang berisi air dan es untuk

membahasahi handuk leher, lengan dan lainnya

12. Hal terpenting adalah jangan membiarkan jadwal kerja atau target produktivitas melupakan
13. Risiko terhadap pajanan tekanan panas.
14. Laporkan kepada supervisor bila Anda mengalami gejala awal.

Pengelolaan tekanan panas ini diatur dalam Keputusan Menteri Tenaga Kerja No. Kep-51/MEN/1999 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika pada Tabel 2 tentang Nilai Ambang Batas Iklim Kerja Indeks Suhu Basah Bola (ISBB) yang diperkenankan, untuk waktu bekerja terus menerus 8 jam/hari pada beban kerja berat ISBB 25,5 oC. Suhu panas dapat menurunkan kinerja para pekerja karena memiliki efek fisiologis. Lebih jauh, apabila paparan suhu panas Iklim Kerja Indeks Suhu Basah Bola (ISBB) yang diperkenankan, bahwa untuk waktu bekerja terus menerus 8 jam per hari pada beban kerja berat ISBB 25,5OC.

Untuk melindungi tenaga kerja yang bekerja pada area tekanan panas mengadakan pengendalian antara lain disediakan APD (alat pelindung diri), seperti: baju tahan panas bagi tenaga kerja yang bekerja pada area bertekanan tinggi, penyediaan air minum untuk mencegah dehidrasi, pemasangan blower pada unit pengecoran untuk mengurangi tingginya paparan panas yang diterima tenaga kerja, pemasangan control room dengan AC dan diadakan rotasi kerja antar tenaga kerja.

Uap Logam

Uap logam banyak dihasilkan pada aktifitas – aktifitas seperti penuangan baja cair, pengaliran baja cair ke dalam cetakan serta pada saat proses pendinginan terbuka. Upaya untuk mengurangi kontak tenaga kerja dengan uap logam, maka dipasang

blower yang diharapkan uap logam tidak langsung mengenai tenaga kerja tetapi terbawa oleh aliran udara dari blower.

Ditinjau dari sumber pencemarannya yang mempunyai risiko terbesar terkena paparan uap logam hasil peleburan adalah pekerja yang terlibat dalam proses pengoperasian Tanur.

Ledakan

Ledakan merupakan potensi bahaya terbesar yang kemungkinan terjadi dalam suatu Industri Peleburan Logam/Baja. Ledakan dapat terjadi dari proses pembakaran (burning) gas-gas. Upaya pencegahan terjadi ledakan dalam proses peleburan bahan baku yang digunakan harus bebas dari air, karena air akan bereaksi membentuk gas H₂ yang kemudian dapat menyebabkan ledakan, selain itu scrap (besi bekas) yang digunakan sebagai bahan baku tidak boleh bercampur dengan tabung tertutup karena dapat mengakibatkan ledakan pada proses peleburan dalam *furnace*/tungku. Untuk menghindari atau mencegah timbulnya ledakan dapat melakukan pengecekan secara rutin setiap satu jam sekali dalam poses pembakaran gas pada bejana-bejana bertekanan agar dapat diketahui secara dini apabila terjadi kebocoran gas yang akhirnya dapat mengakibatkan ledakan. Upaya-upaya yang dilakukan harus mempedomani Undang-Undang No. 1 tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja pasal 3 dan 4 (ayat 1 sub c) tentang mencegah dan mengurangi ledakan.

Percikan Baja

Percikan baja cair timbul dari letupan-letupan baja cair dari Tungku atau pada *ladle* yang mengucurkan baja cair ke tundish. Percikan baja cair dapat dihindari dengan pemakain baju tahan panas namun kenyataannya di lapangan tenaga kerja

enggan memakai baju tahan panas karena dirasa kurang nyaman dan membatasi gerak. Upaya pengendalian yang dilakukan dalam pengamanan tenaga kerja terhadap bahaya percikan baja cair harus mengacu kepada Undang-Undang No. 1 tahun 1970 tentang: Keselamatan Kerja, pasal 3 dan 4 (ayat 1 sub a) tentang mencegah dan mengurangi kecelakaan.

Tersentuh Benda Panas

Untuk mencegah terjadinya bahaya tersentuh benda panas, pada area-area tertentu dipasang rambu-rambu, seperti: Area Berbahaya. Hal ini dimaksudkan agar tenaga kerja berhati-hati dan menjaga jarak karena disekitar area tersebut terdapat baja panas.

Upaya pengendalian yang telah dilakukan dalam rangka pengamanan tenaga kerja terhadap bahaya percikan baja cair harus mempedomani Undang-Undang No. 1 tahun 1970, tentang: Keselamatan Kerja pasal 3 dan 4 (ayat 1 sub a) tentang mencegah dan mengurangi kecelakaan.

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari pemaparan inii adalah, sebagai berikut.

- a. Jenis-jenis tanur, seperti: tanur listrik, tanur induksi, tungku krusibel, dapur kupola, dapur udara, dan dapur.
- b. Faktor-faktor bahaya yang ditimbulkan dari industry peleburan logam/baja, antara lain: Kebisingan, uap logam, tekanan panas,

REFERENSI

- [1] Abrianto Akuan, 2009, "Tungku Peleburan Logam".
- [2] Akuan, A., 2009, "Tungku Peleburan Logam", Universitas Jendral Ahmad Yani, Bandung.
- [3] Ana, G., Wangsa, Y., Lia, W.,

- [4] Liub, J., 2012, "Research on key designing parameters of destruction furnace for explosive waste Environmental Sciences 16 – Science Direct, pp.202-207".
- [5] Anonim, "contoh aliran panas" [http : // titipansahabat .blogspot.com / 2010 / 06 /contoh-aliran-panas.html](http://titipansahabat.blogspot.com/2010/06/contoh-aliran-panas.html) di-akses pada 10 Januari 2016.
- [6] Bureau of Energy Efficiency, Ministry of Power, 2005, "Energy Efficiency in Thermal Utilities", India.
- [7] Ginting, Bramanta, 2008. "Rancangan Dapur Pelebur untuk melebur Alumunium Dan Paduannya Dengan Kapasitas 30 kg Untuk Keperluan Lab.Foundry", Universitas Sumatera Utara, Medan.
- [8] Hally, A, 2012. "Koefisien perpindahan panas menggunakan profil kotak pada alat penukar kalor", Universitas Indonesia, Depok.
- [9] Hill, R., C., 1979, "Design, Construction and Performance of Stick-Wood Fire Furnace for Residental and Commercial Application University of Maine Orono, Maine, pp. 1-7".
- [10] Holman, J.P, "Heat Transfer TenthEdition".
- [11] Jolly,. Mark and Xiaojun Dai, "Energy efficiency improvement by implementation of the novel CRIMSON aluminium casting process, The Minerals, Metals and Materials Society 2011 Annual Meeting and Exhibition- TMS 2011. Energy Technology 2011: Carbon Dioxide and Other Green House Gas Reduction and Technology and Waste Heat Recovery, 27 February–3 March 2011, San Diego, CA, USA, pp 55-64".
- [11] Nezekil,ST, "Proses Perpindahan Panas Pada Dinding Rotary Kiln

- (Tanur Putar) di PT. Indocement Tungal Prakarsa, Tbk”, Universitas Gunadarma, Jakarta.
- [12] Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2012, “Tentang Pedoman Pelaksanaan *Reduce, Reuse, Dan Recycle* Melalui Bank Sampah”. [Http://jdih.menlh.go.id/](http://jdih.menlh.go.id/), diakses 5 Oktober 2015.
- [13] Pugga, H, J. Barbosaa, D. Soaresa, F. Silvaa, and S. Ribeirob, 2009, “Recycling of aluminium swarf by direct incorporation in aluminium melts, *Journal of Materials Processing Technology*, 5195–5203”.
- [14] The McGraw-Hill Companies, 1998, “Convection Heat Transfer”, <http://www.mhhe.com/engcs/mech/cengel/notes/ConvectionHeatTransfer.html> diakses pada 10september 2020
- [15] UA Department of Energy (US DOE), 2004, “Waste Heat reduction & Recovery for Improving Furnace efficiency, Productivity & Emissions Performance”. <http://eereweb.ee.doe.gov/industry/bestpractices/pdfs/35876.pdf>. diakses 7 september 2020
- [16] Barita, Eron Rudianto Silaban, Zainuddin, Eswanto, 2018, Pengaruh Kinerja Kompresor Pada Mesin Pendingin Dengan Penggunaan Variasi Bahan Refrigran, *Jurnal Ilmiah “MEKANIK” Teknik Mesin ITM*, Vol. 4 No. 1, Mei 2018 : 48 – 55
- [17] Eswanto, “Pengaruh Tabung Penenang Udara Pada Eksperimen Liquid Jet Gas PUMP”, *Mek. J. Ilm. Tek. Mesin ITM*, vol 1, no 1, bll 24–29, 2015, [Online]. Available at: <https://jurnal.mesin.itm.ac.id/index.php/jm/article/view/12>.
- [18] Yunus C, 2006, “Heat and Mass Transfer A Practical Approach Third Edition SI Unit