

VARIASI KETINGGIAN TITIK JATUH PADA PROSES PENGECORAN LOGAM DENGAN MENGATUR POSISI TITIK PUTAR TUNGKU

Darianto

Fakultas Teknik Universitas Medan Area
Jalan Kolam No.1 Medan Estate, Medan, 20371. Tlp. 0617366998
e-mail: darianto0226@yahoo.co.id

Abstrak

Industri pengecoran logam pada proses produksinya melibatkan rangkaian proses yang kompleks dengan tingkat penggunaan teknologi yang beraneka ragam, sehingga untuk melakukan usaha perbaikan harus didasarkan pada setiap mata rantai proses secara sendiri-sendiri kemudian dirangkaikan secara keseluruhan dalam ikatan matarantai proses yang kompak. Losis atau kerugian atas cairan yang terbuang merupakan bahagian dari proses yang perlu dipertimbangkan sehingga diperlukan teknologi sebagai pengatur ketinggian titik jatuh logam cair dengan cara mengatur posisi putar tungku. Hasil penelitian ini mendapatkan bahwa dengan mengatur sudut putar hingga 47^0 mendapatkan hasil penuangan yang baik tanpa losis.

Kata Kunci : pengecoran logam, teknologi, logam cair

PENDAHULUAN

Penanganan material pada industri pengecoran logam besi sampai saat ini umumnya masih dilakukan secara manual. Akan tetapi dalam perjalanan home industry pengecoran logam di daerah Cepur kabupaten Klaten, kebanyakan pemilik perusahaan kurang memperhatikan aspek penerapan ergonomi pada lingkungan dan budaya kerja. Keadaan tidak ergonomis ini dapat menimbulkan pengaruh ketidak nyamannya operator dalam bekerja hingga terjadinya penyakit bahkan kecelakaan saat bekerja. Sebagai contoh utama dan menjadi tema pokok permasalahan yang dihadapi adalah tidak ergonomisnya MMH pekerjaan pengecoran logam yang disebabkan oleh alat bantu yang tidak menjamin keselamatan dan kenyamanan operator dalam bekerja. Proses pengecoran logam cair dimulai dari menuang logam cair dari tungku peleburan logam ke dalam wadah khusus yang terbuat dari adonan tanah liat

seperti membawa wadah berisi logam cair dengan menggunakan tongkat yang terbuat dari kayu atau bambu dengan hingga menuang logam cair kedalam cetakan pasir. Dalam kondisi ini dapat disimpulkan bahwa saat melakukan penuangan logam cair, operator harus mengangkat beban yang berat dari logam cair dengan satu 3 tangan saja sebagai tumpuannya sedangkan tangan lainnya berperan sebagai pengontrol penuangan logam cair ke cetakan. Selain itu operator harus menahan suhu udara yang tinggi serta menjaga tingkat kehati-hatian yang tinggi terhadap percikan maupun tumpahan dari logam panas. Peralatan yang digunakan operator pengecoran logam Selain menyebabkan kelelahan, pekerjaan pengecoran ini memungkinkan akan berpotensi menimbulkan risiko terhadap bahaya fisik dalam hal keluhan nyeri punggung, bahu, lengan dan kaki atau dikenal musculoskeletal disorders. Potensi yang berbahaya ini diakibatkan dari beban pembawaan yang berat dan posisi yang

tidak ergonomis dimana masalah tersebut lazim dialami para pekerja yang melakukan gerakan yang sama dan berulang secara terus menerus (Tarwaka 2010 : 168). Pekerjaan dengan beban yang berat dan perancangan alat yang tidak ergonomis pada pekerja pabrik mengakibatkan pengerahan tenaga yang berlebihan, metode dan postur yang salah seperti memutar dan membungkuk menyebabkan risiko terjadinya MSDs dan kelelahan dini (Sarmauly, 2009 dalam Muharni 2010). $P = 145 - 150 \text{ cm}$ 4

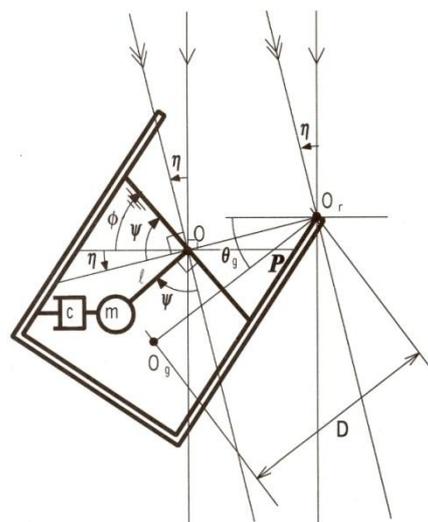
Gambar 1.2 Postur tubuh operator dari penggunaan alat bantu saat ini Metode Ovako Working Analysis System (OWAS) merupakan sebuah metode yang sederhana dan dapat menganalisis suatu pembebanan pada postur tubuh. Penerapan dari metode ini dapat memberikan suatu hasil yang baik setelah dilakukan perbaikan sikap kerja seperti dapat meningkatkan kenyamanan kerja dan sebagai peningkatan kualitas produksi. Sedangkan Nordic Body Map (NBM), merupakan metode lanjutan yang dapat digunakan setelah selesai melakukan observasi dengan metode OWAS, RULA dan REBA. Melalui Nordic Body Map (NBM) maka akan dapat diketahui bagian otot mana saja yang mengalami gangguan nyeri atau keluhan dari tingkat rendah sampai dengan keluhan tingkat tinggi. Oleh karena itu, hasil analisa kedua metode di atas akan digunakan sebagai bahan dasar pertimbangan peneliti dalam merancang alat bantu dalam pengecoran logam cair yang melibatkan aspek ergonomi.

METODA PENELITIAN

Jadi, metode penelitian yang digunakan adalah melalui pendekatan simulasi yang dibandingkan dengan hasil

eksperiment. Simulasi diawali dengan membangun model matematik dan algoritma untuk menyusun program pengendali. Program yang digunakan untuk pengendali sistem adalah program MATLAB. Model matematik dikembangkan melalui model bandul matematis (pendulum) berayun yang dipengaruhi oleh tinggi permukaan, gesekan akibat pengaruh viskositas zat cair serta gravitasi yang mempengaruhi massa zat cair yang ada dalam tungku (ladle). Model bandul matematis tersebut dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini.

Titik O adalah titik pusat perputaran pendulum. Dimana m adalah massa liquid, c adalah ekivalen dengan koefisien fiskositas, l ekivalen dengan panjang pendulum, $\eta =$ sudut putar dari sudut putar inisialisasi, $\psi =$ sudut vibrasi dari garis permukaan, $\theta =$ sudut putar inisialisasi, $\Phi = \psi + \eta$, $D =$ jarak antara O_r dan O_g .



Gambar 2. Model gelombang permukaan tipe pendulum untuk tanki (lade) berputar ke belakang (backward-tilting)

Model tipe pendulum akan dengan mudah dapat diturunkan dari

kesetimbangan momen pada sekitar titik pusat perputaran O sebagai berikut.

$$J \frac{d^2(\eta + \psi)}{dt^2} = -c \frac{d\{l(\eta + \psi)\}}{dt} l \cos(\eta + \psi) - mgl \sin(\eta + \psi) - m \frac{d^2\{(D \cos \theta_g) \eta\}}{dt^2} l \sin(\eta + \psi) - m \frac{d^2\{(D \sin \theta_g) \eta\}}{dt^2} l \cos(\eta + \psi) \quad (1)$$

$$\ddot{\phi} = -\frac{c}{m} \dot{\phi} - \frac{g}{l} \phi - \frac{D \sin \theta_g}{l} \ddot{\eta}, \quad J = ml^2 \quad (2)$$

Fungsi Transfer $Q(s)$ menjadi :

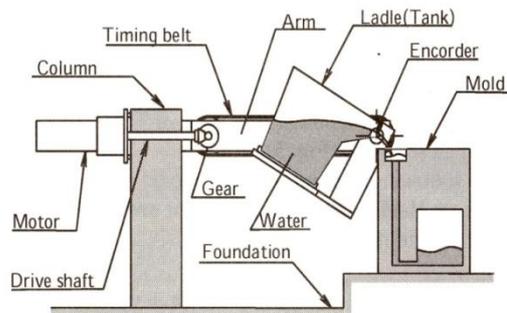
$$Q(s) = \frac{\phi(s)}{\eta(s)} = -\frac{(D \sin \theta_g / l) s^2}{s^2 + (c/m)s + (g/l)} = -\frac{(D \sin \theta_g / l) \omega^2}{-\omega^2 + 2\zeta \omega_n \omega + \omega_n^2} \quad (3)$$

$$\omega_n = 2\pi f_n = \sqrt{\frac{g}{l}}, \quad \zeta = \frac{c}{2m} \sqrt{\frac{l}{g}}$$

J adalah momen inersia, ω_n adalah frekwensi angular natural, ζ adalah rasio peredam. Model matematik yang diperoleh disubstitusikan dengan persamaan gerak motor (sistem motor) yang digunakan, kemudian dilakukan pemeriksaan kekontrolan (controllable) dan keteramatan (observable) dari matrik ruang keadaan

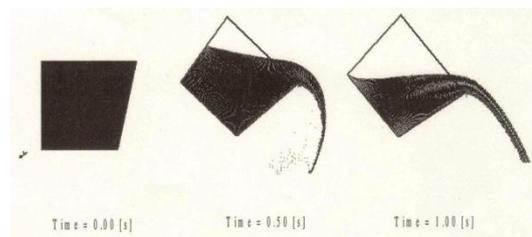
yang diperoleh. Apabila sudah memenuhi syarat, maka dapat dibangun perangkat keras sistem pengecoran logam.

Ilustrasi model alat eksperimen sistem pengecoran logam otomatis yang dirancang pada tahap II ini dapat dilihat pada Gambar 3 berikut ini. Pada Gambar 3 tersebut terlihat tungku dapat bergerak berputar ke depan dan ke belakang sehingga diharapkan dapat menghilangkan gelombang permukaan liquid (zat cair) yang terdapat di dalam tungku (ladle).

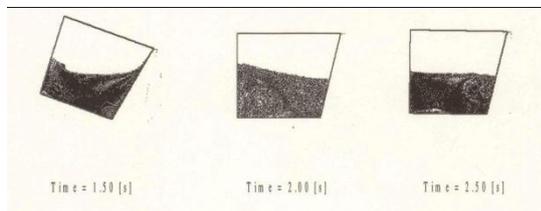


Gambar 3. Ilustrasi model alat eksperimen sistem pengecoran otomatis

Hubungan gelombang permukaan liquid dengan waktu hasil simulasi dan eksperimen pada $h_s = 20$ cm



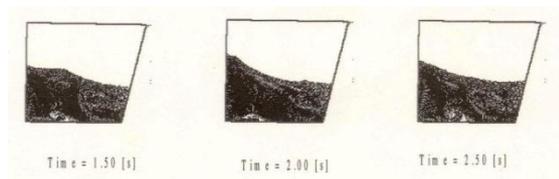
Gambar 4. Hasil simulasi pada saat 0 – 1 detik untuk $h_s = 20$ cm



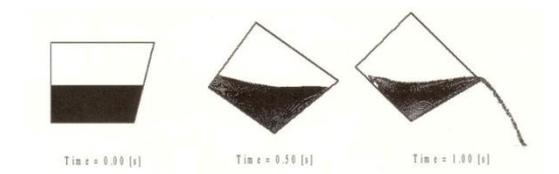
Gambar 5. Hasil simulasi pada saat 1,5 – 2,5 detik untuk $h_s = 20$ cm



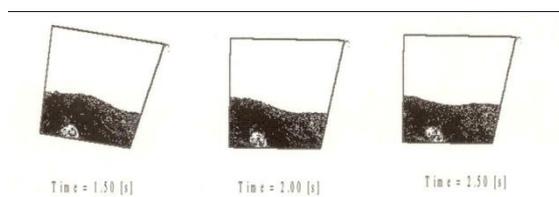
Gambar 6. Hasil simulasi pada saat 0 – 1 detik untuk $h_s = 16$ cm



Gambar 7. Hasil simulasi pada saat 1,5 – 2,5 detik untuk $h_s = 16$ cm



Gambar 8. Hasil simulasi pada saat 0 – 1 detik untuk $h_s = 9,5$ cm



Gambar 9. Hasil simulasi pada saat 1,5 – 2,5 detik untuk $h_s = 9,5$ cm



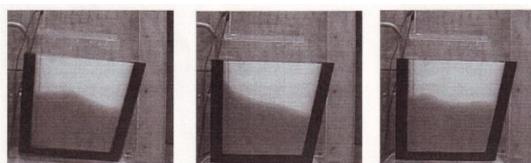
Gambar 10. Hasil eksperimen pada saat 0 – 1 detik untuk $h_s = 20$ cm



Gambar 11. Hasil eksperimen pada saat 1,5 – 2,5 detik untuk $h_s = 20$ cm



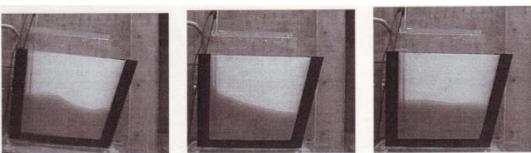
Gambar 12. Hasil eksperimen pada saat 0 – 1 detik untuk $h_s = 16$ cm



Gambar 13. Hasil eksperimen pada saat 1,5 – 2,5 detik untuk $h_s = 16$ cm



Gambar 14. Hasil eksperimen pada saat 0 – 1 detik untuk $h_s = 9,5$ cm



Gambar 15. Hasil eksperimen pada saat 1,5 – 2,5 detik untuk $h_s = 9,5$ cm

Data penelitian di atas menggunakan parameter simulasi seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1. Parameter percobaan pada Simulasi

Percobaan	Parameter	Dimensi
Percobaan I	Sudut Putar	47°
	Mundur	
	Kecepatan Putar Tinggi Air dlm. tungku	31,3°/det 20 [cm]
Percobaan II	Sudut Putar	46°
	Mundur	
	Kecepatan Putar Tinggi Air dlm. tungku	30,67°/det 16 [cm]
Percobaan III	Sudut Putar	47°
	Mundur	
	Kecepatan Putar Tinggi Air dlm. tungku	31,3°/det 9,5 [cm]
Percobaan IV	Sudut Putar	37°
	Mundur	
	Kecepatan Putar Tinggi Air dlm. tungku	74°/det 20 [cm]

Komputer.

Apabila kita memperhatikan bentuk gelombang permukaan zat cair yang dihasilkan dan dihubungkan dengan parameter yang diberikan maka dapat ditunjukkan bahwa untuk percobaan pertama sampai ke tiga dengan sudut putar mundur dan kecepatan putar yang relatif hampir sama yaitu berturut-turut 31,3°/det dan 47°/det, bila ketinggian air dalam tungku semakin rendah, maka amplitudo gelombang permukaan yang timbul akan semakin rendah. Sedangkan pada percobaan IV dengan parameter tinggi air 20 cm dan kecepatan 74 °/det tinggi gelombang permukaan lebih besar jika dibandingkan dengan ke tiga percobaan sebelumnya. Hal ini diakibatkan oleh massa zat cair yang semakin besar dan kecepatan putar balik semakin tinggi. Hal

ini pun terjadi dikarenakan pengereman dilakukan lebih cepat

KESIMPULAN

Dari hasil yang diperoleh dapat dilihat bahwa kedua model yaitu model SOLA-MAC dan model Pendulum memiliki hasil simulasi yang hampir mendekati pada setiap percobaan. Hasil inipun dapat menunjukkan bahwa dengan kecepatan putar balik semakin besar, diperoleh gelombang permukaan yang semakin besar. Hal ini sesuai dengan hasil percobaan sebelumnya yaitu dengan kecepatan putar balik yang semakin tinggi diperoleh gelombang permukaan semakin besar. Oleh sebab itu, dibutuhkan alat pengontrol getaran saat proses putar balik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Tabatabaei (1998), Automatic Pouring of Molten Metal by Utilizing Real Time Vision Based Control System, AFS Transaction, pp 641-644
- [2] Kazuhiko Terashima, Dadan Ramdan, Ken'ichi Yano, Takahiro Toda (2000), Modeling and Simulation of Fluid Flow in Ladle and Mold of Tilting-type Pouring in Casting Process, Paper, FLUCOME 2000, Sherbrooke, Canada, Vol.18, No. 5 pp. 728-736
- [3] Kazuhiko Terashima, Ken'ichi Yano (2001), Sloshing Analysis and Suppression Control of Tilting-type Automatic Pouring Machine, Control Engineering Prctice 9, pp 607-620
- [4] Kazuhiko Terashima, Ken'ichi Yano (1999), Sloshing Suppression Control of Tilting-Type Automatic Pouring Machine, IFAC World Congress, Beijing, vol O pp 25-30
- [5] Kazuhiko Terashima and Tomochika Inagaki (1997), Feedforward and Feedback Control on Liquid Vibration and Rotary Angle in Tilting Motion of Automatic Pouring, Proc. Of 2nd Asian

- Control Conference, Soul (Korea), pp 375-378
- [6] K. Terashima, K. Yano, Y. Sugimoto (2005), Modeling and Robust Control of Liquid Level in a Sprue Cup for Batch-type Casting Pouring Processes, ISIJ Int. vol. 45 pp. 1165 - 1172
- [7] Michael F. Burditt, Paul M. Bralower (1989), Good Pouring Practice Contributor to Quality Castings, Modern Casting, pp 59-63
- [8] Ugay Sugarmansyah, Dharmawan, Hartaya, Ruki Savianto, Irawan Santoso (2003), Analisis Difusi Inovasi Teknologi Pengecoran Logam di Industri Kecil dan Menengah Klaten-Ceper (Tinjauan dari Aspek Kebijakan), Prosiding Seminar Teknologi untuk Negeri, Volume V, hal. 130-139
- [9] W. Lindsay (1983), Automatic Pouring and Metal Distribution Systems, Foundry Trade Journal, pp 151-165
- [10] Y.Noda, K. Yano, K. Terashima (2003), Detection and Tracking Control to Unknown Moving Object Considering Sloshing-Suppression in Pouring Robot, Proceeding Intelligent Systems and Control vol. 388
- [11] N. C. Singer, W. P. Seering (1990) Preshaping Command Inputs to Reduce System Vibration, Transaction of the ASME, Vol. 12 pp 76-82