

Studi Awal Interaksi Man-Machine Pada Mesin Cetak Genteng Sistem Banting

Suryadiwansa Harun, Achmad Yahya, dan Arinal Hamni

Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung
Jln.Prof. Soemantri Brojonegoro No.1 Gedung H FT Lt 2 Bandar Lampung
Telp.(0721) 3555519, Fax.(0721)704947
E-mail: harun@unila.ac.id

Abstrak

Tulisan ini membahas studi awal interaksi antara pekerja dengan mesin cetak genteng dalam rangka rancang bangun kembali sistem cetakan genteng yang ergonomik bagi industri genteng di Pringsewu. Tujuan studi ini adalah untuk mendapatkan data awal mengenai kondisi fisik pekerja setelah mengoperasikan mesin pencetak genteng sistem banting, serta mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan pekerja cepat merasa lelah dan tidak nyaman, sehingga mempengaruhi produktivitas pembuatan genteng. Untuk itu, serangkaian eksperimen telah dilakukan dengan mensimulasikan proses pengoperasian cetakan genteng yang direkam dengan video infra-red. Hasil yang diperoleh melalui rangkaian eksperimen ini adalah tahapan kerja proses pencetakan genteng dengan mesin cetak genteng sistem banting tidak sesuai dengan prinsip kerja secara ergonomis karena memiliki deviasi gerakan yang besar dan meliputi gerakan-gerakan yang berulang dan dilakukan dengan pembebanan yang berat, dimana akan berisiko menimbulkan cedera dan gangguan kesehatan serius bagi pekerja. Setelah 25 siklus proses pencetakan genteng atau kurang 15 menit waktu bekerja, berdasarkan pemindaian dengan infra merah, sebaran panas tubuh meningkat dengan cepat pada bagian bahu, pinggang dan punggung. Hal ini sesuai dengan hasil wawancara pekerja, dimana bagian-bagian tersebut adalah bagian yang mengalami rasa pegal dan kontraksi. Selain itu, denyut jantung pekerja meningkat dari 72 menjadi 91 denyut/menit, dengan konsumsi kalori meningkat dari 2,580 kcal/mnt menjadi 3,599 kcal/mnt. Hal ini mengindikasikan bahwa pekerjaan pencetakan genteng tersebut dengan cepat menimbulkan kelelahan pada pekerja. Keseluruhan data awal ini sudah dapat dijadikan dasar untuk pertimbangan aspek ergonomi pada perancangan sistem cetakan genteng pada penelitian berikutnya.

Kata kunci : mesin cetak genteng, sistem banting, ergonomis

Industri kecil pembuat genteng di Lampung terpusat di Pringsewu. Mayoritas dari mereka menggunakan cetakan banting yang relatif lebih sederhana dan tidak produktif secara turun temurun, dimana belum mempertimbangkan prinsip-prinsip ergonomi. Selain itu mesin cetak genteng yang digunakan mempunyai kekurangan yaitu hanya mampu mencetak satu genteng setiap kali cetakan sehingga kapasitas produksi genteng tiap jam rendah, sehingga membutuhkan waktu proses yang lama, akibatnya laju produksi akan rendah dan produktivitas industri genteng tidak optimal [1]. Disamping itu produk genteng yang dihasilkan belum berorientasi pada pasar, dimana kualitas produk yang dihasilkan dari segi kekuatan dan daya serap air masih rendah

sehingga tidak mampu bersaing terutama dengan produk sejenis yang dihasilkan oleh industri dari luar daerah yang sudah menggunakan teknologi modern.

Oleh karena itu dibutuhkan penelitian yang dapat meningkatkan kualitas produk genteng yaitu dengan melakukan perbaikan mulai dari merancang dan membuat cetakan genteng yang ergonomis, meningkatkan produktivitas cetakan genteng dengan *single a minute exchange dies* dan menggunakan komponen material penyusun genteng komposit lokal untuk menghasilkan genteng yang kuat, berdaya serap air rendah, dan ramah lingkungan.

Sebelum memperbaiki atau merancang ulang mesin cetakan genteng yang sudah ada,

interaksi antara manusia dan mesin (*man-machine*) merupakan salah satu faktor penting yang harus diperhatikan agar produktivitas dapat dikendalikan secara maksimal. Parameter yang dapat dianalisis sehubungan dengan interaksi antara manusia dan mesin adalah kenyamanan (*ergonomik*) pekerja dalam menangani mesin cetak genteng. Ergonomik merupakan faktor yang berpengaruh terhadap unjuk kerja (*performance*) pekerja, karena apabila pekerja merasa tidak nyaman dalam menangani mesin misalnya posisi berdiri yang tidak seimbang atau mengangkat beban yang terlalu berat, dimana adalah tentu saja akan berakibat pekerja merasa lelah. Bagaimanapun hal ini memberikan beban kerja tambahan bagi pekerja dan jika tidak dikendalikan dengan baik sehingga melebihi batas kelelahan pekerja maka dapat menyebabkan penyakit akibat kerja dan dapat menurunkan produktivitas kerja.

METODE PENELITIAN

Prosedur Penelitian

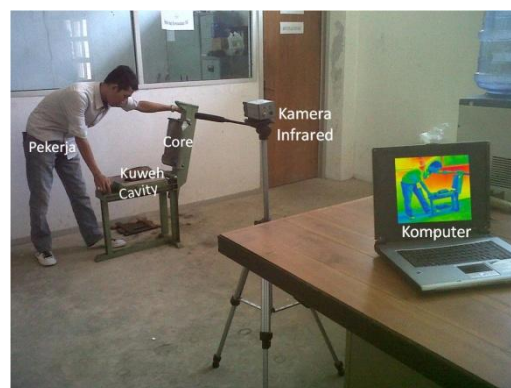
Penelitian untuk mengkaji tingkat kenyamanan dilakukan dengan tiga metode ergonomi, yaitu:

1. Simulasi gerakan kerja (*work motion*) melalui pencitraan Video Kamera. Pada metode ini, posisi kerja akan diinvestigasi deviasinya. Serta mengamati aktifitas pekerja dalam menangani mesin.
2. Diagnosis, yaitu dilakukan melalui wawancara dengan pekerja, dan *ergonomic checklist*. Data interview dan *ergonomic checklist* difokuskan dari hasil investigasi deviasi posisi kerja dan aktivitas pekerja yang akan digunakan sebagai materi diagnosis
3. Mengukur denyut nadi. Metode ini digunakan untuk melihat tingkat kelelahan pekerja.

Set-up Pengujian Interaksi Man-Machine

Skematik set-up pengujian untuk mengamati interaksi *man-machine* diperlihatkan pada gambar 1. Selama pengujian, pekerja diamati gerakannya mulai dari meletakkan kuweh (tanah liat) pada

cetakan bawah (*cavity*) mesin cetak sampai mencetak genteng dengan membanting cetakan atas (*core*) mesin cetak. Kamera *infrared* (Secam, SC 9200) digunakan untuk merekam interaksi *man-machine*. Kemudian hasil rekaman berupa file gambar dianalisis dengan menggunakan perangkat lunak (*software*) *Infrared Image*. Selain itu, setelah beberapa periode kegiatan, pekerja diukur denyut nadinya dengan menggunakan alat ukur *Heart Pulse Rate*, Omron.



Gambar 1. Set-up eksperimen interaksi *man-machine*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Simulasi gerakan kerja dan Keluhan Fisik

Simulasi gerakan kerja dilakukan sebanyak tiga set kegiatan simulasi proses pencetakan genteng. Masing-masing set terdiri dari 15-25 kali siklus pencetakan, dimana setiap siklus menghasilkan satu genteng mentah (siap bakar). Hasil *snapshot* rekaman video dari satu siklus terlihat pada gambar 2. Dalam satu siklus, terdapat kegiatan-kegiatan sebagai berikut (seperti terlihat pada gambar 2, secara berurutan):

1. Pengambilan bahan (kuweh);
2. Peletakan bahan pada cetakan;
3. Penutupan cetakan;
4. Peletakan linggis sebagai pengungkit;
5. Penekanan tutup cetakan dengan alat bantu linggis;
6. Pembukaan tutup cetakan;
7. Pelepasan genteng mentah dari cetakan;

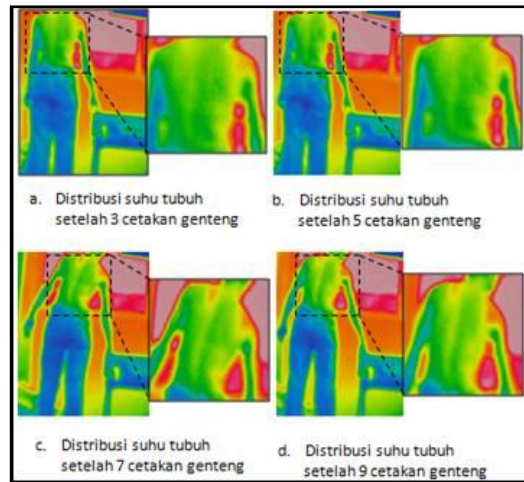
8. Peletakan genteng mentah hasil cetakan.



Gambar 2. Satu siklus pencetakan genteng

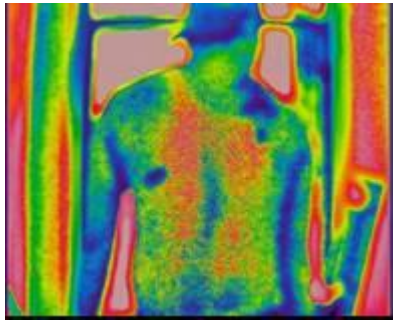
Untuk menyelesaikan satu siklus, rata-rata dibutuhkan waktu sekitar 30 detik, dimana dapat terlihat bahwa secara keseluruhan, deviasi gerak yang dialami pekerja cukup besar, ditambah lagi bobot dari alat cetak yang berat. Ada 3 (tiga) tahap kegiatan dimana seorang pekerja harus membungkukkan tubuhnya sekitar 90° atau lebih, yaitu pada tahap pengambilan bahan atau kuweh, pelepasan genteng dari cetakan, dan peletakan genteng ke tanah. Bagaimanapun sikap kerja ini tidak sesuai dengan prinsip ergonomis yaitu mengurangi keharusan operator untuk bekerja dengan sikap dan posisi membungkuk dengan frekuensi kegiatan yang sering atau jangka waktu lama [2]. Hal ini dikarenakan berpotensi untuk terjadinya cedera otot punggung dan tulang belakang. Selain itu, terdapat 4 tahap di

mana pekerja memberikan gaya ekstra melawan bobot alat cetak, yaitu pada tahap penutupan cetakan, penekanan tutup cetakan, pembukaan tutup cetakan dan pelepasan genteng dari cetakan, dimana gerakan-gerakan itu dilakukan berulang dan dilakukan sangat kuat. Bagaimanapun hal ini akan berpotensi menimbulkan pembengkakan sarung tendon dan juga menimbulkan tekanan pada tendon pergelangan tangan [3].



Gambar 3. Sebaran Panas Tubuh Pekerja

Setelah setiap siklus, sebaran panas tubuh dari pekerja direkam oleh kamera *infra-red* dan memberikan hasil seperti yang terlihat pada gambar 3. Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa dalam waktu yang relatif singkat setelah beberapa kali siklus, terjadi kenaikan suhu tubuh yang cukup signifikan dan terpola pada bagian-bagian tubuh yang aktif mengeluarkan energi. Peningkatan suhu tubuh ini merupakan tanda dari aktivitas otot yang melakukan gaya, dan energi panas adalah salah satu hasil konversi energi yang dihasilkan oleh otot. Setelah 9 kali siklus, atau setara dengan 4,5 menit kerja, terjadi kenaikan suhu pada bagian bahu dan sisi pinggang. Setelah 25 kali siklus, maka didapatkan hasil seperti yang terlihat pada gambar 4.



Gambar 4. Hasil Pencitraan setelah 25 Siklus

Selain itu tanpa disadari oleh pekerja, terdapat perubahan posisi berdiri yang kurang seimbang setelah pekerja melakukan beberapa periode siklus pekerjaan, dimana hasil ini diperoleh saat pencitraan dilakukan (gambar 5).



Gambar 5. Posisi berdiri yang kurang seimbang

Pemaparan di atas juga sesuai dengan hasil pengamatan fisiologis dan hasil wawancara dengan pekerja, dimana pekerja terlihat dengan cepat berkeringat setelah 15 siklus, dan mulai merasa pegal terutama pada bisep atas lengan, bahu, pinggang serta punggung bagian bawah. Jika pekerjaan ini terus dilakukan dalam waktu yang lama, maka berpotensi menyebabkan gangguan serius pada tubuh dalam jangka waktu yang panjang.

Denyut Nadi dan Konsumsi Energi

Data denyut nadi/jantung dan konsumsi energi pekerja untuk setiap lima kali cetakan yang dihasilkan dari rangkaian eksperimen tersebut adalah dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data Denyut Nadi dan Konsumsi Energi

Waktu (detik)	Jumlah cetakan	Denyut nadi/mnt	Konsumsi Energi (kcal/mnt)
150	5	72	2,58048
300	10	77	2,81563
450	15	81	3,02067
600	20	86	3,29812
750	25	91	3,59907

Terdapat peningkatan denyut nadi/denyut jantung pekerja seiring bertambahnya jumlah cetakan yang dihasilkan. Selain itu, berdasarkan persamaan 1 [4] diperoleh hasil bahwa peningkatan denyut nadi juga mengindikasikan adanya kenaikan konsumsi energi yang dinyatakan dalam kilokalori per menit.

$$Y = 1,80411 - 0,0229038X + 4,71733 \cdot 10^{-4} X^2 \dots(1)$$

dimana, Y adalah Energi (kilokalori per menit) dan X adalah Kecepatan Denyut Jantung (denyut per menit).

Dalam waktu kurang dari 15 menit, proses pencetakan genteng telah meningkatkan denyut jantung pekerja dari 72 menjadi 91 per menit, serta meningkatkan konsumsi energi sekitar 1 kilokalori. Ambang batas untuk denyut jantung pada kategori kerja ringan menuju kerja menengah adalah 100 denyut per menit dan ambang batas menuju kerja berat adalah 125 denyut per menit [2], sehingga dapat disimpulkan berdasarkan data yang ada, bahwa dalam waktu yang tidak terlalu lama pekerja akan memasuki fase kerja menengah bahkan kerja berat. Kenaikan jumlah konsumsi energi per menit yang cukup tinggi akan menyebabkan pekerja cepat merasa lelah, dan produktivitasnya bisa menurun.

KESIMPULAN

Dari studi awal interaksi *man-machine* pada mesin cetak genteng sistem banting dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Tahapan kerja pada proses pencetakan genteng mulai dari peletakan bahan

- (kuweh) sampai pencetakan kuweh menjadi genteng tidak sesuai dengan prinsip kerja secara ergonomis karena memiliki deviasi gerakan yang besar dan meliputi gerakan-gerakan yang berulang dan dilakukan dengan pembebanan yang berat, dimana akan berisiko menimbulkan cedera dan gangguan kesehatan serius bagi pekerja.
2. Berdasarkan pemindaian dengan infra merah, sebaran panas tubuh meningkat dengan cepat pada bagian bahu, pinggang dan punggung. Hal ini sesuai dengan hasil wawancara pekerja, dimana bagian-bagian tersebut adalah bagian yang mengalami rasa pegal dan kontraksi.
 3. Setelah 25 siklus proses pencetakan genteng atau kurang 15 menit waktu bekerja, denyut jantung pekerja meningkat dari 72 menjadi 91 denyut/menit, dengan konsumsi kalori meningkat dari 2,58048 kcal/mnt menjadi 3,59907 kcal/mnt. Hal ini mengindikasikan bahwa pekerjaan pencetakan genteng tersebut dengan cepat menimbulkan kelelahan pada pekerja.
 4. Data-data dalam penelitian ini dapat digunakan sebagai salah satu dasar pertimbangan untuk melakukan rancang bangun kembali mesin cetak genteng yang lebih ergonomis.
- nelitian.php?kode=1006, diakses tanggal 1 Nopember 2011 jam 1.42 PM.
- [3] Aryawan, W., & Kartiena, 2002, "Peran Ergonomi dalam Pencegahan Sindrom Carpal Tunnel Akibat Kerja", *Majalah Cermin Dunia Kedokteran* No. 136, 17–20.
 - [4] Sritomo, W., Dyah, S., D., & Muhammad, Y., "Evaluasi Ergonomi Biomekanika terhadap Kenyamanan Kerja pada Perajin Gerabah Kasongan Yogyakarta", available at: [http://www.its.ac.id/personal/files/pub/2844-m_sritomo-ie-Jurnal Muhammad Yusuf.pdf](http://www.its.ac.id/personal/files/pub/2844-m_sritomo-ie-Jurnal_MuhammadYusuf.pdf), diakses tanggal 24 Pebruari 2012 jam 21.59 PM.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suryadiwansa, H., 2010, "Sinergitas Perencanaan Pengembangan Industri Kecil Logam Propinsi Lampung Melalui Diversifikasi Produk Logam dengan Menggunakan Metode Net Shape Manufacturing Dalam Rangka Meningkatkan Daya Saing dan Mutu Produk", Laporan Penelitian Program Hibah Kemitraan (Hi-Link), Universitas Lampung.
- [2] Sritomo, W., Sri, G., & Pawennari, "Analisis Ergonomi Terhadap Rancangan Fasilitas Kerja Pada Stasiun Kerja Dibagian Skiving Dengan Antropometri Orang Indonesia (Studi Kasus Di Pabrik Vulkanisir Ban)", available at: http://www.its.ac.id/personal/publikasi_pe