

PENDEKATAN LEAN ERGONOMICS UNTUK PENYELESAIAN PERMASALAHAN ERGONOMI : STUDI KASUS DI PERUSAHAAN PERAKITAN BARANG ELEKTRONIK

Nataya Charoonsri Rizani¹, Surya Dharma², Winnie Septiani³

^{1,3} Staf Pengajar Jurusan Teknik Industri, Universitas Trisakti

² Alumni Jurusan Teknik Industri, Universitas Trisakti

Jl.Kyai Tapa No.1 Jakarta, Indonesia 11440

Email : nataya@trisakti.ac.id, nat_riz@yahoo.com

ABSTRAKS

Salah satu tujuan dari pendekatan ergonomi adalah untuk mengeliminasi aktivitas atau proses yang tidak bermanfaat (waste). Dengan integrasi antara pendekatan lean thinking dan pendekatan ergonomi yang dikenal sebagai lean ergonomics dapat diketahui waste apa saja yang terjadi dalam proses produksi. Pendekatan lean ergonomics terdiri dari tahapan, identifikasi aktivitas, identifikasi waste, klasifikasi waste dan kajian risiko (risk assessment). Sebuah studi kasus untuk mengidentifikasi dan menyelesaikan permasalahan ergonomi menggunakan pendekatan ini dilakukan di sebuah perusahaan perakitan barang elektronik.

Langkah pertama adalah mendeskripsikan aktivitas yang terjadi menggunakan hierarchy task analysis, peta proses operasi, peta aliran proses, dan peta tangan kiri tangan kanan. Kemudian dilanjutkan dengan identifikasi waste menggunakan kategori seven waste yang terdiri dari overproduction, delays (waiting), transportation, process, inventories, motion and defective product. Tahapan dilanjutkan dengan menyeleksi dan mengklasifikasikan waste yang tergolong waste of ergo yaitu waste of transportation, waste of process, waste of waiting, waste of motion (movement), and waste of motion (posture). Kajian risiko kemudian dilakukan berdasarkan metode matriks penilaian probabilitas versus dampak. Matriks ini berisi nilai probabilitas dan dampak dari risiko yang terjadi. Nilai probabilitas ini merupakan nilai peluang terjadinya kegiatan yang berisiko tersebut sedangkan dampak merupakan kerugian yang ditimbulkan akibat kegiatan berisiko ini terjadi. Berdasarkan penilaian tersebut terpilih lima waste yang akan diusulkan untuk diperbaiki. Perbaikan yang memberikan hasil pengurangan waktu tempuh, waktu proses, waktu tunggu dan perbaikan postur.

Kata Kunci: lean thinking, lean ergonomics, waste of ergo, risk assesment

1. PENDAHULUAN

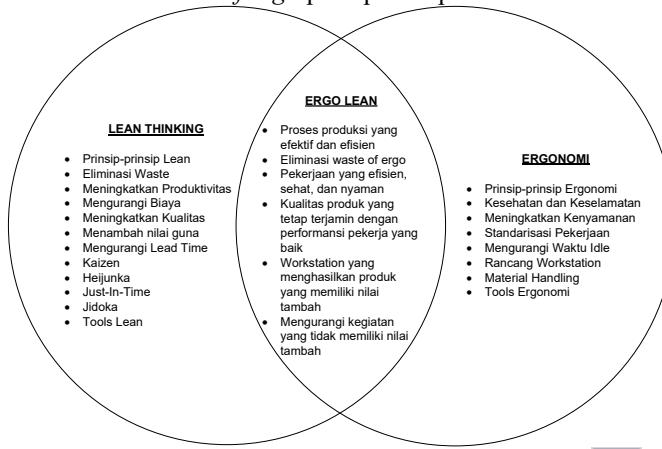
1.1 Latar Belakang Masalah

Lean ergonomics merupakan salah satu cabang penerapan ilmu yang menggabungkan antara *lean thinking* dengan pendekatan ergonomi. Konsep *Lean Thinking* berasal dari pemikiran perusahaan Toyota yang dikenal dengan nama *Toyota Production System* (TPS). Tujuan utama dari *Lean Thinking* adalah untuk meningkatkan keuntungan dengan mengurangi biaya dan meningkatkan produktivitas. Sedangkan pendekatan ergonomi mempunyai tujuan yang sama yaitu pada akhirnya untuk meningkatkan produktivitas. Karena adanya irisan kesamaan dari kedua konsep ini kemudian tercipta penggabungan metode keduanya yang dikenal dengan nama *lean ergonomics*. Gambar 1 menunjukkan irisan antara konsep *lean thinking* dan pendekatan ergonomi. Salah satu cara yang dilakukan dalam *lean ergonomics* adalah dengan meningkatkan *value added* melalui minimasi waste of ergo. *Waste* didefinisikan sebagai segala aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses transformasi input menjadi output sepanjang *value stream* (**Gaspersz,2011**). *Waste* yang menyebabkan permasalahan ergonomi disebut dengan *Waste of Ergo*.

PT X sebagai salah satu perusahaan perakitan barang elektronik masih menghadapi kendala pemenuhan kebutuhan konsumen dan ketidaksesuaian output dengan target yang diharapkan. Berdasarkan pengamatan awal di lapangan, banyak ditemukan pemborosan (waste) dari aspek produksi. Pemborosan (waste) merupakan ketidaktepatan dalam menggunakan dan memberdayakan sumber daya dan tidak menambahkan nilai (*value*). Temuan ini diduga menjadi penyebab permasalahan yang dihadapi oleh PT X. Penelitian difokuskan pada divisi foundry, divisi machining, divisi assembly dan divisi warehousing dengan produk diffuser dan impeller yang merupakan bagian dari pompa listrik.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan usulan perbaikan pada sistem kerja dengan pendekatan lean ergonomics berdasarkan pengukuran dan analisis dari *waste of ergo* pada proses produksi.



Gambar 1.Pendekatan *Lean Thinking* dan Ergonomi

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lean Ergonomics

Lean Ergonomics merupakan salah satu cabang penerapan ilmu yang menggabungkan antara prinsip-prinsip *lean* dengan pendekatan ergonomi. Prinsip-prinsip *lean* ini erat hubungannya dengan dasar-dasar pemikiran tentang *lean* yang dikenal dengan nama *Lean Thinking*. Konsep *Lean Thinking* ini berasal dari pemikiran perusahaan Toyota yang dikenal dengan nama *Toyota Production System* (TPS). Tujuan utama dari *Lean Thinking* adalah untuk meningkatkan keuntungan dengan mengurangi biaya dan meningkatkan produktivitas.

Lean adalah suatu upaya terus-menerus untuk menghilangkan pemborosan (*waste*) dan meningkatkan nilai tambah (*value added*) produk (barang dan/atau jasa) agar memberikan nilai kepada pelanggan (*customer value*). Tujuan *Lean* adalah meningkatkan secara terus-menerus *costumer value*. Perusahaan-perusahaan yang belum memahami konsep *lean* disebut juga sebagai *Un-Lean Enterprise* dan dikategorikan sebagai perusahaan tradisional. Konsep *Lean* adalah metodologi yang sistematik yang mengidentifikasi dan mengeleminasi semua jenis *waste* atau aktivitas *non-value-added* di bagian industri manufaktur dan juga di bagian industri jasa. Metode *lean* umumnya membahas 8 jenis *waste* yakni *Transportation, Waiting, Overproduction, Defect, Inventory, Motion, Over Processing, Unexploited Knowledge* (Capstick,2010). Setiap *waste* berpotensi memiliki dampak terhadap lingkungan pada sektor manufaktur maupun jasa.

Pengkombinasian antara konsep *lean thinking* dan prinsip ergonomi dapat menyebabkan sistem yang memiliki pekerja yang efisien, aman, dan nyaman dan menghasilkan produk yang terbaik pula. Pengabungan antara kedua konsep ini lebih dikenal dengan nama *Ergo Lean (Lean ergonomics)*. *Ergo Lean* digunakan untuk mengurangi aktivitas-aktivitas maupun sistem-sistem yang tidak sesuai dengan prinsip dari ergonomi. Aktivitas-aktivitas maupun sistem-sistem yang tidak sesuai dengan prinsip ergonomi ini disebut sebagai *waste of ergonomic*. Dari kedelapan *waste* yang ada, yang termasuk dalam *waste of ergonomic* adalah *waste of transportation* dan *waste of motion*. Ergonomi telah terbukti untuk dapat mengurangi kelelahan dan gejala yang sering merupakan prekursor cedera. Ergonomi juga memainkan peran penting dalam mencapai tujuan dari *lean thinking* dengan mengurangi biaya dan meningkatkan produktivitas, yaitu dengan cara menghilangkan *waste* seperti gerakan yang tidak perlu (*unnecessary motions*) dan mengurangi kesalahan dengan meningkatkan kualitas. Dengan membatasi jumlah pengulangan dan gerakan berlebih, perusahaan akan menghemat waktu dan uang.

2.2 Waste

Waste dapat digolongkan menjadi delapan yaitu :

1. *Waste of Transportation*

Jenis *waste* ini merupakan jenis pemborosan dalam hal pergerakan atau perpindahan dari satu tempat ke tempat yang lain. Jarak yang ditempuh jauh sehingga menyebabkan waktu yang diperlukan untuk mencapai tujuan cukup lama. Pemborosan ini juga dapat terjadi akibat dari

- pemindahan material atau orang dalam jarak yang sangat jauh dari satu proses ke proses berikut yang dapat mengakibatkan waktu penanganan material bertambah.
2. *Waste of Waiting*
Jenis *waste* ini merupakan jenis pemborosan dalam hal waktu. Pemborosan ini dapat terjadi akibat dari keterlambatan yang tampak melalui orang-orang yang sedang menunggu mesin, peralatan, bahan baku, *supplies*, perawatan / pemeliharaan (*maintenance*), dan lain sebagainya atau mesin-mesin yang sedang menunggu perawatan, orang, bahan baku, peralatan, dan lain sebagainya.
 3. *Waste of Inventory*
Jenis *waste* ini merupakan jenis pemborosan yang terjadi akibat dari kelebihan material, barang dalam proses, atau barang jadi yang menyebabkan *lead time* yang panjang, barang kadaluwarsa, barang rusak, peningkatan biaya pengangkutan dan penyimpanan, dan keterlambatan.
 4. *Waste of Process*
Jenis *waste* ini merupakan jenis pemborosan yang terjadi akibat dari adanya proses-proses tambahan ataupun aktivitas-aktivitas kerja yang tidak perlu atau tidak efisien.
 5. *Waste of Motion*
Jenis *waste* ini merupakan jenis pemborosan yang terjadi akibat dari adanya pergerakan-pergerakan orang yang tidak perlu dan tidak menambah nilai dari produk.
 6. *Waste of Overproduction*
Jenis *waste* ini merupakan jenis pemborosan yang terjadi akibat dari kelebihan hasil produksi. Hasil produksi tersebut melebihi kebutuhan pelanggan. Pemborosan ini dapat juga terjadi karena proses produksi lebih cepat dan lebih awal daripada biasanya sehingga jumlah produk melebihi dari jumlah yang diharapkan.
 7. *Waste of Defect*
Jenis *waste* ini merupakan jenis pemborosan yang terjadi akibat dari memproduksi komponen yang cacat atau komponen yang memerlukan perbaikan.
 8. *Waste of Underutilized People*
Jenis *waste* ini merupakan jenis pemborosan yang terjadi akibat dari ketidakahlian seorang pekerja dalam menjalankan aktivitas pekerjaannya sehingga menyebabkan kesalahan-kesalahan dalam pengerjaan pekerjaannya dan memerlukan waktu yang lama untuk memahami pekerjaan yang dilakukannya.

2.3 Hierarchy Task Analysis

Hierarchy Task Analysis (HTA) merupakan metode yang sering digunakan dalam pendekatan komposisi *task*. *Hierarchy Task Analysis* (HTA) adalah deskripsi *task* dalam lingkup operasi (hal yang dilakukan manusia untuk mencapai sasaran) dan rencana (pernyataan atau kondisi saat tiap himpunan operasi harus dijalankan untuk mencapai sasaran operasi). Output dari HTA adalah Hierarki *Task & SubTask* serta rencana yang menggambarkan urutan dan kondisi yang memungkinkan *subtask* berjalan.

2.3 Penilaian Risiko (Risk Assessment)

Risk Assessment / Penilaian Risiko adalah suatu proses yang sistematik untuk menilai dan mengintegrasikan pertimbangan profesional mengenai kemungkinan kondisi yang jelek. Proses penilaian risiko seharusnya dapat memberikan suatu cara untuk mengorganisir dan mengintegrasikan pertimbangan profesional dalam pengembangan jadwal pelaksanaan audit (**Setyobudi,2006**).

Probability VS Impact adalah salah satu metode yang digunakan untuk menilai tingkat risiko dari suatu kejadian atau kegiatan. Metode ini merupakan salah satu metode penilaian risiko dengan jenis pendekatan matriks. Matriks ini berisi nilai probabilitas dan dampak dari risiko yang terjadi. Nilai probabilitas ini merupakan nilai peluang terjadinya kegiatan yang berisiko tersebut sedangkan dampak merupakan kerugian yang ditimbulkan akibat kegiatan berisiko ini terjadi. (**Ward, 1999**)

Nilai probabilitas dan dampak ini akan diberikan 3 jenis kriteria penilaian yakni *High*, *Medium*, dan *Low*. Masing-masing probabilitas dan dampak memiliki range tertentu sehingga kegiatan risiko dapat digolongkan pada ketiga kriteria tersebut. Penentuan nilai untuk probabilitas dan dampak pada kriteria *High* adalah sebesar 10, penentuan nilai untuk probabilitas dan dampak pada kriteria *Medium* adalah 5, dan penentuan nilai untuk probabilitas dan dampak pada kriteria *Low* adalah sebesar 1. Penentuan prioritas risiko diperoleh dengan membandingkan antara *level* dampak dengan *level* probabilitas yang

digambarkan dalam kuadran pada matriks. Berikut adalah Gambar 2 yang menggambarkan matriks dari probabilitas dan dampak tersebut.

3 (H)	2 (MH)	3 (H)	3 (H)
2 (M)	1 (ML)	2 (MH)	3 (H)
1 (L)	1 (L)	1 (ML)	2 (MH)
RISK	1 (L)	2 (M)	3 (H)

Gambar 2 Matriks Probabilitas dan Dampak

Pada Gambar 2 terdapat 4 tipe hasil pertemuan antar *level*. Adapun hasil-hasil tersebut adalah L (*Low*), M (*Moderate*) yang terdiri dari ML (*Moderate to Low*) dan MH (*Moderate to High*), dan H (*High*). Dari hasil pertemuan antar level pada matriks ini dapat diketahui bahwa nilai risiko tertinggi pada matriks tersebut adalah hasil pertemuan antar level yang bertipe High.

Untuk lebih mempermudah dalam pengolongan risiko mana yang tertinggi biasanya digunakan pemberian *score* pada masing-masing kriteria risiko tersebut. Penentuan *score* bisa dilakukan oleh individu maupun sejumlah pakar. Hasil penentuan tingkat risiko ini dapat diketahui dengan mengalikan nilai *score* pada pertemuan antar level. Nilai *score* yang tertinggi ini dapat dikategorikan sebagai kriteria *High*, sedangkan nilai *score* yang terendah dikategorikan sebagai kriteria *Low*.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan penelitian dapat dilihat pada gambar 3. Secara garis besar pendekatan lean ergonomics terdiri dari tahapan identifikasi aktivitas, identifikasi waste, klasifikasi waste dan kajian risiko (risk assessment).

1. Identifikasi Aktivitas

Merupakan tahapan untuk melihat keseluruhan kegiatan yang berlangsung pada aktivitas produksi. Tahapan ini menggunakan tools peta aliran proses, peta pekerja mesin dan peta tangan kiri tangan kanan.

2. Identifikasi Waste

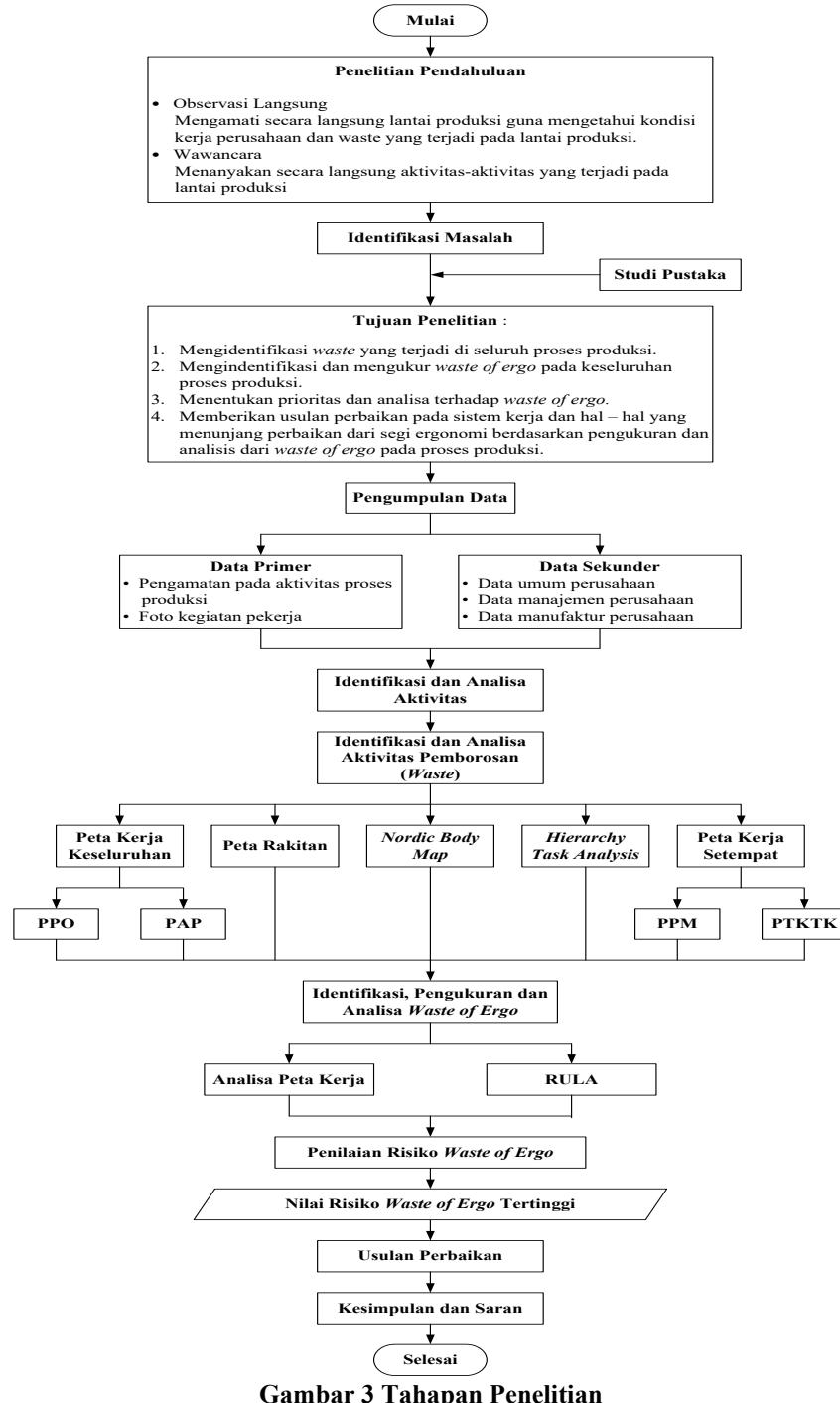
Tahapan ini bertujuan untuk mengetahui kegiatan-kegiatan yang tergolong dalam kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah (*non-value-added*). Tahapan yang dilakukan adalah dengan menggunakan tahapan *methods engineering*. Tools yang digunakan adalah berupa peta-peta kerja, *Hierarchy Task Analysis* dan kuesioner *Nordic Body Map*.

3. Klasifikasi Waste

Mengidentifikasi semua *waste* dengan menggunakan pendekatan ergonomi. *Waste* yang menyebabkan permasalahan ergonomi disebut dengan *Waste of Ergo*.

4. Kajian Risiko

Pada tahapan ini dilakukan urutan penilaian *waste* berdasarkan prioritas terjadinya *waste* tersebut. Metode yang akan digunakan dalam tahapan penilaian *waste* ini adalah dengan menggunakan metode penilaian risiko (*Risk Assessment*). Dalam menilai risiko diperlukan pendapat dan padangan dari pakar untuk menilai risiko yang ada. Setelah terpilih salah satu *waste* dari metode penilaian risiko ini maka *waste* tersebut akan diteruskan ke dalam tahapan selanjutnya yaitu tahap usulan perbaikan.



Gambar 3 Tahapan Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 dan Gambar 4 menunjukkan contoh langkah mengidentifikasi waste menggunakan beberapa tools dan HTA pada salah satu divisi di PT X yaitu Divisi Foundry. Bagian yang berwarna gelap menggambarkan aktivitas yang memiliki waste.

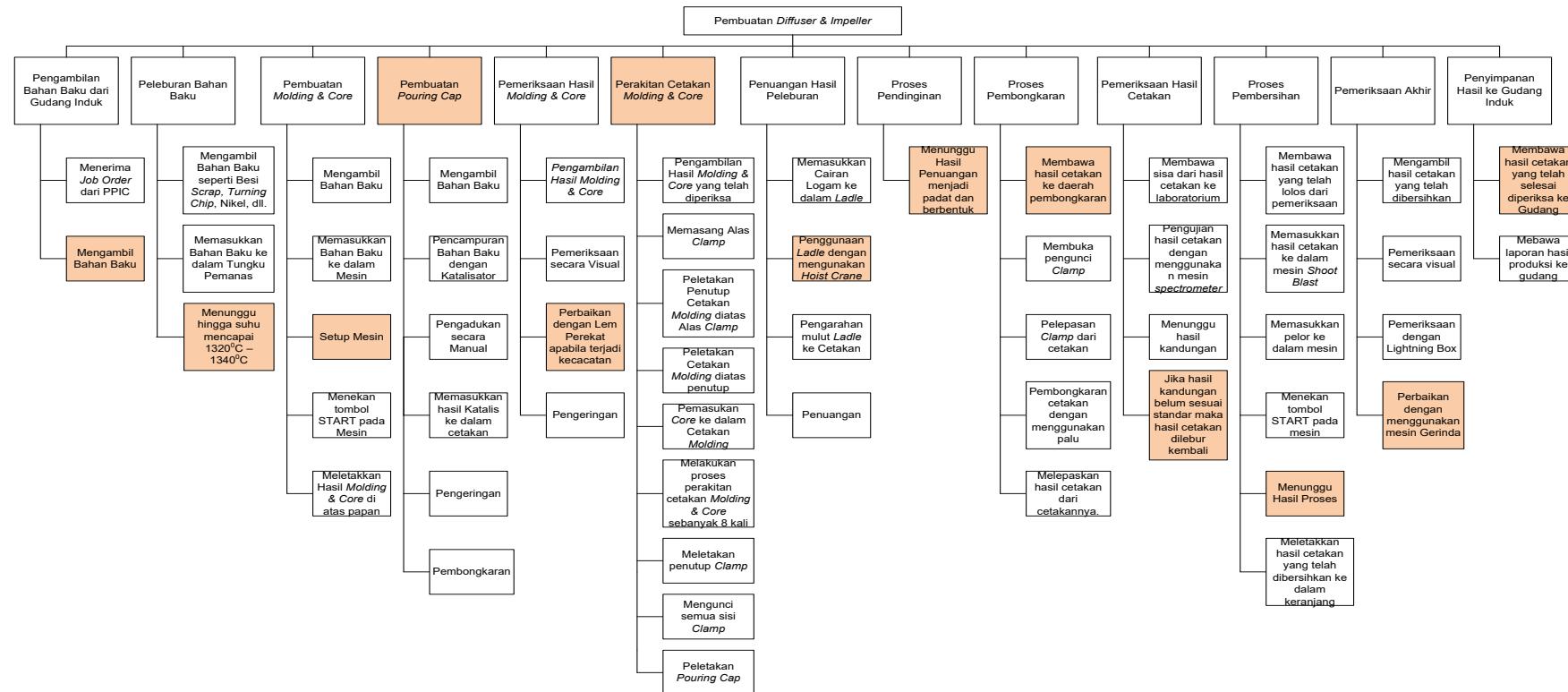
Tabel 1 Jenis Waste Pada Divisi Foundry

Kegiatan	Aktivitas Proses Produksi	Aktivitas Pemborosan	Jenis Waste	Sumber
1	Pengambilan Bahan Baku	Mengambil Bahan Baku dengan jarak yang jauh	<i>Transportation</i>	PAP
2	Peleburan Bahan Baku	Aktivitas menunggu hingga suhu mencapai 1320 °C-1340 °C	<i>Process</i>	PAP
3	Pembuatan Molding dan Core	Waktu Setup Mesin <i>Molding & Core</i> yang lama	<i>Waiting</i>	PPM
4	Pembuatan Pouring Cap	Posisi kerja yang tidak ergonomis	<i>Motion</i>	Pengamat an Langsung
5	Pemeriksaan Hasil Molding dan Core	Perbaikan dengan Lem Perekat	<i>Defect</i>	Pengamat an Langsung
6	Perakitan Cetakan Molding dan Core	Posisi kerja yang tidak ergonomis	<i>Motion</i>	Pengamat an Langsung
7	Penuangan Hasil Peleburan	Kurangnya pengetahuan dalam gunakan <i>Ladle</i> dengan menggunakan <i>Hoist Crane</i>	<i>Underutilized People</i>	Pengamat an Langsung
8	Proses Pendinginan	Waktu Menunggu hasil penuangan menjadi padat dan berbentuk	<i>Waiting</i>	PAP
9	Proses Pembongkaran	Waktu membawa hasil cetakan ke daerah pembongkaran	<i>Transportation</i>	PAP
10	Pemeriksaan Hasil Cetakan	Hasil Kandungan yang tidak sesuai standar maka hasil cetakan dilebur kembali	<i>Defect</i>	Pengamat an Langsung
11	Proses Pembersihan	Waktu Menunggu Hasil Proses yang cukup lama	<i>Waiting</i>	PAP
12	Proses Pemeriksaan Akhir	Perbaikan secara manual maupun dengan mesin Gerinda	<i>Defect</i>	Pengamat an Langsung
13	Penyimpanan Hasil ke Gudang Induk	Membawa hasil cetakan yang selesai di periksa ke Gudang Induk dengan jarak yang jauh	<i>Transportation</i>	PAP

HIERARCHY TASK ANALYSIS

NAMA PRODUK : DIFFUSER & IMPELLER
DIVISI : FOUNDRY

DIBUAT OLEH : SURYA DHARMA
TANGGAL DIBUAT : 11 DESEMBER 2011



Gambar 4 HTA untuk Divisi Foundry

Setelah dilakukan identifikasi waste dilanjutkan dengan pengelompokan waste menjadi waste of ergo seperti yang terlihat pada table2 yang merupakan contoh untuk divisi foundry.

Tabel 2 Jenis Waste Pada Divisi Foundry

Kegiatan	Aktivitas Proses Produksi	Jenis Waste	Waste of Ergo		Aktivitas Pemborosan
			Ya	Tidak	
1	Pengambilan Bahan Baku	Transportation	✓	-	Waktu yang lama akibat Jarak yang jauh
2	Peleburan Bahan Baku	Process	✓	-	Waktu yang lama akibat proses pemanasan mesin yang lama
3	Pembuatan Molding & Core	Waiting	✓	-	Waktu yang lama akibat mesin Molding & Core yang sering rusak
4	Pembuatan Pouring Cap	Motion	✓	-	Posisi ektrim pekerja dalam melakukan aktivitas
5	Pemeriksaan Hasil Molding & Core	Defect	-	✓	-
6	Perakitan Cetakan Molding & Core	Motion	✓	-	Posisi ektrim pekerja dalam melakukan aktivitas
7	Penuangan Hasil Peleburan	Underutilized People	-	✓	-
8	Proses Pendinginan	Waiting	✓	-	Operator harus menunggu lama dan tanpa melakukan aktivitas
9	Proses Pembongkaran	Transportation	✓	-	Proses yang tidak efisien
10	Pemeriksaan Hasil Cetakan	Defect	-	✓	-
11	Proses Pembersihan	Waiting	✓	-	Operator harus menunggu lama dan tanpa melakukan aktivitas
12	Proses Pemeriksaan Akhir	Defect	-	✓	-
13	Penyimpanan Hasil ke Gudang Induk	Transportation	✓	-	Waktu yang lama akibat Jarak yang jauh

Penilaian risiko kemudian dilakukan untuk setiap jenis waste yang teridentifikasi. Tabel 3-6 menunjukkan hasil penilaian risiko pada setiap divisi.

Tabel 3 Penilaian Risiko Waste of Process

Divisi	Produk	Kegiatan	Fluktiasi	Probability	Impact	Risk Assessment
Foundry	Diffuser & Impeller	2	2	0.29	7.94	50
Machining	Diffuser	4	3	0.43	0.62	5
		5	5	0.71	4.18	50
		6	5	0.71	5.29	100
	Impeller	3	3	0.43	1.01	5
		5	3	0.43	0.54	5
		8	5	0.71	2.55	50
		9	5	0.71	3.94	50

Tabel 4 Penilaian Risiko Waste of Waiting

Divisi	Produk	Kegiatan	Fluktuasi	Probability	Impact	Risk Assessment
Foundry	Diffuser & Impeller	3	1	0.14	6.02	5
		8	1	0.14	10.11	10
		11	2	0.29	5.83	25
Machining	Diffuser	2	1	0.14	8.13	5
		3	2	0.29	10.88	50
	Impeller	2	1	0.14	10.43	10
		4	2	0.29	8.3	25
		6	4	0.57	12.5	100

Tabel 5 Penilaian Risiko Waste of Motion (Movement)

Divisi	Produk	Kegiatan	Fluktuasi	Probabilitas	Impact	Risk Assessment
Assembly	Pump Unit	Menunggu I	7	1	0.5	50
		Menunggu II			0.47	50
		Menunggu III			0.53	50
		Menunggu IV			0.51	50
		Menunggu V			0.53	50
		Menunggu VI			1	100
		Menunggu VII			0.54	50
		Menunggu VIII			0.44	50

Tabel 6 Penilaian Risiko Waste of Motion (Posture)

Divisi	Produk	Kegiatan	Fluktuasi	Probabilitas	Impact	Risk Assessment
Foundry	Diffuser & Impeller	4	7	1	7	100
		6			6	50
Machining	Shaft	2			6	50
		3			7	100
	Housing	2			6	50
Assembly	Stamping	2			7	100
	Pump Unit	4			7	100
		6			7	100

Setelah melakukan penilaian risiko pada masing-masing waste kemudian dipilih kegiatan dengan penilaian risiko tertinggi untuk dilakukan perbaikan. Usulan perbaikan dapat terlihat pada table 7.

5. KESIMPULAN

1. Perbaikan yang dilakukan untuk mengatasi waste of ergo yang terpilih untuk diperbaiki terbukti membawa perbaikan kondisi sebelum dan sesudah perbaikan.
2. Terjadi pengurangan waktu tempuh, waktu proses, waktu tunggu dan perbaikan postur dengan usulan perbaikan yang diberikan.

PUSTAKA

- Capstick, Neil. Lean Thinking and Eight Sources of Waste. Retrieved from <<http://ezinearticles.com/?Lean-Thinking-and-the-Eight-Sources-of-Waste&id=3502497>> 2010. Access on November 11st, 2011.
- Ergoweb Inc. and University of Utah Research Foundation. Ergoweb® Job Evaluator Toolbox, www.ergoweb.com
- Freivalds, Andris. *Niebel's Methods, Standards, and Work Design*, 12st edition. New York: McGraw-Hill, Inc., 2009.
- Gaspersz, Vincent dan Avanti Fontana. *Lean Six Sigma for Manufacturing and Services Industries*. Bogor : Penerbit Vinchristo Publication, 2011.
- Liker, Jeffrey K. *The Toyota Way: 14 Prinsip Manajemen*. Jakarta : Penerbit Erlangga, 2006.
- Setyobudi, Yayon Wahyu. *Pemodelan Penilaian Risiko (Risk Assessment) Dalam Perencanaan Audit Umum Pada Divisi Audit Intern, Desember 2006. Tersedia dari <http://eprints.undip.ac.id/15956/1/Yayon_Wahyu_S.pdf>* 2006. Diakses 12 Desember 2011.
- Sritomo Wignjosoebroto. *Ergonomi Studi Gerakan dan Waktu*. Cetakan Kedua. Surabaya: Guna Widya, 2000.
- Ward, S.C. *Assessing And Managing Important Risks. An International Journal of Project Management* 1999; 17 (6) : 331 – 336.

Tabel 7 Usulan Perbaikan Untuk Setiap Jenis Waste of Ergo yang Terpilih

Waste of Ergo	Usulan Perbaikan	Perbandingan Kondisi		Hasil Perbaikan
		Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan	
Waste of Transportation	Mengubah Tempat Tujuan dari Gudang Induk menjadi Gudang Sementara pada Divisi Machining	Membawa Hasil Cetakan Peleburan dari Divisi Foundry ke Gudang Induk dengan Jarak 11120 meter dan waktu tempuh 1693 detik	Membawa Hasil Cetakan Peleburan ke Gudang Sementara dengan Jarak 8520 meter dan waktu tempuh 1369 detik serta mengurangi semua jarak dan waktu tempuh seluruh proses di divisi lainnya	Layout Usulan Gudang Sementara, Pengurangan Waktu dan Jarak Tempuh untuk setiap divisi
Waste of Waiting	Mengurangi waktu menunggu proses permesinan	Waktu menunggu yang lama selama proses pembubutan II pada produk <i>Impeller</i> dari divisi Machining yaitu sebesar 900 detik untuk operator dan 519 detik untuk mesin	Waktu menunggu operator berkurang menjadi 879.81 detik sedangkan mesin berkurang menjadi 276 detik	Pengurangan Waktu Menunggu
Waste of Process	Mengeliminasi proses <i>Brushing</i>	Terdapat dua kegiatan dengan fungsi yang sama pada proses permesinan produk <i>Diffuser</i> yaitu proses <i>Deburring</i> dan proses <i>Brushing</i> dengan total waktu produksi 4379 detik dan jarak tempuh sebesar 5863 meter	Waktu proses permesinan semakin cepat, efektif, dan efisien tanpa mengurangi kualitas produk serta terjadi pengurangan waktu produksi menjadi 3743 detik dan jarak tempuh menjadi 3416 meter	Pengurangan Waktu Permesinan pada produk <i>Diffuser</i>
Waste of Motion (Movement)	Mengeliminasi kegiatan menunggu yang tidak efektif	Terdapat kegiatan menunggu pada tangan kiri saat melakukan proses perakitan dengan waktu perakitan sebesar 1090 detik dan waktu siklus per unit sebesar 876 detik	Proses Perakitan menjadi lebih efektif dan efisien serta waktu perakitan juga semakin cepat dengan waktu perakitan sebesar 1075 detik dan waktu siklus per unit sebesar 806 detik	Berkurangnya Kegiatan Menunggu pada proses perakitan
Waste of Motion (Posture)	Mengubah postur tubuh saat bekerja melakukan pekerjaan	Postur tubuh pekerja saat bekerja memiliki nilai risiko postur yang tertinggi dengan <i>Grand Total</i> dari Hasil RULA sebesar 7 dengan <i>Action Level</i> 4	Postur tubuh pekerja saat bekerja memiliki nilai postur yang masih berada pada rentang aman dengan <i>Grand Total</i> dari Hasil RULA sebesar 3 dengan <i>Action Level</i> 2	Perbaikan postur tubuh saat bekerja dan Usulan Meja Kerja

- untuk rujukan dari Internet, semua bagian rujukan tetap ditulis lengkap. Berikut adalah contoh penulisan daftar pustaka.
- Jangan lupa mengembalikan setting Macro Security seperti keadaan semula, setelah selesai mengedit makalah SEMINAR NASIONAL ERGONOMI & KONGRES NASIONAL PEI 2012 ini.
- Anderson, D.W., Vault, V.D. & Dickson, C.E. 1999. *Problems and Prospects for the Decades Ahead: Competency Based Teacher Education*. Berkeley: McCutchan Publishing Co.
- Saukah, A. & Waseso, M.G. (Eds.). 2002. *Menulis Artikel untuk Jurnal Ilmiah* (Edisi ke-4, cetakan ke-1). Malang: UM Press.
- Russel, T. 1999. An Alternative Conception: Representing Representation. Dalam P.J. Black & A. Lukas (Eds.), *Children's Informal Ideas in Science* (hlm. 62-84). London: Routledge.
- Kansil, C.L. 2002. Orientasi Baru Penyelenggara Pendidikan Program Profesional dalam Memenuhi Kebutuhan Dunia Industri. *Transpor*, XX (4): 57-61.
- Pitunov, B. 13 Desember, 2002. Sekolah Unggulan atau Sekolah Pengunggulan? *Majapahit Pos*, Hlm. 4 & 11.
- Jawa Pos. 22 April, 1995. *Wanita Kelas Bawah Lebih Mandiri*, hlm. 3.
- Pusat Pembinaan dan Pengembangan Bahasa. 1978. *Pedoman Penulisan Laporan Penelitian*. Jakarta: Depdikbud. *Undang-undang Republik Indonesia Nomor 2 tentang Sistem Pendidikan Nasional*. 1990. Jakarta: PT Armas Duta Jaya.
- Ary, D., Jacobs, L.C. & Razavieh, A. 1976. *Pengantar Penelitian Pendidikan*. Terjemahan oleh Arief Furchan. 1982. Surabaya: Usaha Nasional.
- Kuncoro, T. 1996. *Pengembangan Kurikulum Pelatihan Magang di STM Nasional Malang Jurusan Bangunan, Program Studi Bangunan Gedung: Suatu Studi Berdasarkan Kebutuhan Dunia Usaha Jasa Konstruksi*. Thesis tidak diterbitkan. Malang: PPS IKIP MALANG.
- Waseso, M.G. 2001. *Isi dan Format Jurnal Ilmiah*. Makalah disajikan dalam Seminar Lokakarya Penulisan Artikel dan Pengelolaan Jurnal Ilmiah, Universitas Lambungmangkurat, Banjarmasin, 9-11 Agustus.
- Hitchcock, S., Carr, L. & Hall, W. 1996. *A Survey of STM Online Journals, 1990-1995: The Calm before the Strom*, (Online), (<http://journal.ecs.soton.ac.uk/survey/survey.html>, diakses 12 juni 1996).
- Kumaidi. 1998. Pengukuran Bekal Awal belajar dan Pengembangan Tesnya. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, (Online), Jilid 5, No. 4, (<http://www.malang.ac.id>, diakses 20 Januari 2000).
- Wilson, D. 20 November 1995. Summary of Citing Internet Sites. *NETTRAIN Discussion List*, (Online), (NETTRAIN@ubvm.cc.buffalo.edu, diakses 22 November 1995).