

**PERBAIKAN SISTEM KERJA DENGAN PENDEKATAN MACROERGONOMIC
ANALYSIS AND DESIGN (MEAD)
UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIFITAS PEKERJA
(Studi kasus di UD Majid Jaya, Sarang, Rembang, Jawa Tengah)**

Amirul Hafid Pradini, Dyah Rachmawati Lucitasari dan Gunawan Madyono Putro

Prodi Teknik Industri

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Industri

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta

Jl. Babarsari 2 Tambakbayan, Yogyakarta, 55281

Telp. (0274) 485363 Fak : (0274) 486256

email : dyah.rachmawati@upnyk.ac.id, gunawan.madyono@upnyk.ac.id

ABSTRAK

UD Majid Jaya merupakan industri pembuatan kapal nelayan berjenis *purse seinse* dengan proses produksi *Make to Order (MTO)*, adapun tahapan dalam pembuatan kapal, meliputi: pemilihan kayu, penentuan ukuran kapal dan pemotongan, pembakaran kayu, perakitan kapal, dan finishing. Kapal yang diproduksi rata-rata berukuran 10-30 GT (*Gross Tone*) dengan waktu penyelesaian antara 1 sampai 2 bulan dikerjakan 5-7 pekerja dengan cara tradisional. Pekerja banyak yang mengeluh kelelahan akibat lamanya pembuatan kapal dan pekerjaan monoton, serta suhu lantai produksi mencapai 34°C dengan pencahayaan sebesar 2.858 lux yang disebabkan cuaca atau kondisi luar ruangan.

Penelitian dilakukan berdasarkan faktor permasalahan yang meliputi faktor lingkungan fisik, faktor peralatan/mesin, faktor kondisi pekerjaan, dan faktor organisasi, dengan tujuan penelitian untuk memberikan usulan perbaikan sistem kerja kepada UD Majid Jaya menggunakan pendekatan *Macroergonomic Analysis and Design (MEAD)* agar dapat meningkatkan produktivitas pekerja.

Berdasarkan analisis dan pengolahan data diperoleh pengukuran denyut nadi pekerja didapatkan $CVL=38,14\%$, konsumsi energi istirahat normal=5,5 kkal/menit, didapatkan penambahan waktu istirahat 16 menit, pada pukul 10.00-10.16 WIB sehingga total sebesar 76 menit. Peningkatan produktivitas pada pengukuran dan pemotongan kayu komponen kapal dihasilkan 16 potong komponen kapal, sehingga terdapat peningkatan produktivitas pekerjaan sebesar 2 potong komponen kapal.

Kata kunci: Sistem kerja, *Macroergonomic Analysis and Design (MEAD)*, Waktu istirahat, Produktivitas

1. PENDAHULUAN

UD Majid Jaya yang bertempat di Kecamatan Sarang, Kabupaten Rembang, Jawa Tengah yang bergerak dalam bidang industri pembuatan kapal nelayan berjenis *purse seinse* dengan metode pemesanan *Make to Order (MTO)*, kapal yang dibuat mulai dari ukuran yang berkisar 10 - 30 GT (*Gross Tone*) yang dapat diselesaikan dalam kurun waktu 1 sampai 2 bulan sedangkan kapal yang berukuran 70 - 180 GT (*Gross Tone*) dapat diselesaikan dalam kurun waktu 5 sampai 6 bulan. Pada pembuatan kapal terdapat tahapan yang meliputi pemilihan kayu, menentukan ukuran kapal yang diinginkan, perakitan kapal, pengecatan, dan peluncuran. Produksi yang dilakukan UD Majid Jaya tergolong masih tradisional sehingga dalam pembuatan kapal yang dilakukan membutuhkan waktu yang lama dan belum sesuai penerapan target produksi yang mengakibatkan menurunnya produktivitas kerja. Berdasarkan observasi yang dilakukan terdapat empat faktor yang dapat mempengaruhi hasil produksi di UD Majid Jaya yaitu: pertama pada faktor lingkungan fisik, kebisingan di lantai produksi

sebesar 92 dB dengan pencahayaan pada lokasi produksi sebesar 2.858 lux yang berasal dari sinar matahari dan temperatur luar ruangan pada lokasi produksi sebesar 34°C. Pada faktor yang kedua yaitu faktor peralatan/mesin terdapat peralatan yang digunakan sering mengalami ketumpukan akibat perawatan yang kurang diperhatikan. Pada faktor ketiga yaitu faktor kondisi pekerjaan, beban kerja yang diterima pekerja di bagian produksi tergolong berat seperti melakukan pemotongan kayu dan perakitan kapal dengan proses pembuatan yang membutuhkan waktu lama. Pada faktor keempat yaitu faktor organisasi, kurangnya pengawasan yang dilakukan terhadap aktivitas pekerja sehingga pekerja melakukan aktivitas tidak sesuai dengan pekerjaan yang diberikan. Berdasarkan permasalahan tersebut mengakibatkan produktivitas kerja menurun sehingga hasil yang diperoleh belum maksimal sehingga diperlukan penelitian yang dapat menunjang permasalahan yang dialami oleh UD Majid Jaya yaitu dengan melakukan perbaikan sistem kerja dengan menerapkan pendekatan

Macroergonomic Analysis and Design (MEAD) sehingga diperoleh solusi dalam memperbaiki sistem kerja agar produktivitas pekerja semakin meningkat. Pada Metode MEAD (*Macroergonomic Analysis and Design*) memiliki keunggulan dalam menganalisis sumber permasalahan yang lebih spesifik dalam sistem kerja sehingga nantinya tidak menghambat aktivitas pekerjaan para pekerja dan juga dapat meningkatkan produktivitas yang ada.

2. LANDASAN TEORI

1) Sistem kerja

Pada dasarnya sebuah sistem yaitu sekumpulan komponen yang saling terintegrasi dalam mencapai suatu tujuan, menurut Kleiner, (2006) sistem kerja terdiri dari dua atau lebih orang yang bekerja bersama-sama yang berinteraksi dengan teknologi dalam sistem organisasi yang dicirikan dengan adanya lingkungan fisik dan budaya. Seiring dengan perkembangan zaman yang sistem kerjasemakin kompleks tidak hanya antara manusia dan mesin saja tetapi mencakup manusia, mesin, dan organisasi. Sebuah keberhasilan sistem kerja dapat dilihat dari efisiensi dan produktivitas yang tinggi (Sutalaksana et al., 1979), namun dalam mewujudkannya bukanlah cara yang mudah karena membutuhkan ketrampilan-ketrampilan yang nantinya digunakan dalam membuat sistem kerja menjadi lebih baik. Merancang sistem kerja supaya ergonomis membutuhkan unsur-unsur pendukung yang dapat menjadikan sistem kerja yang efektif, nyaman, aman, sehat, dan efisien.

2) Ergonomi

Ergonomi adalah suatu cabang ilmu yang memanfaatkan informasi-informasi mengenai sifat, kemampuan dan keterbatasan manusia dalam rangka membuat sistem kerja yang ENASE (efektif, nyaman, aman, sehat dan efisien). Menurut Nurmiyanto, (2004) Ergonomi adalah suatu ilmu multidisiplin yang mempelajari pengetahuan-pengetahuan seperti ilmu kedokteran, biologi, ilmu psikologi, dan ilmu sosialogi. Adapun sebuah tujuan penerapan ergonomi yang dapat pula dibuat dalam suatu hierarki (Kroemer et al., 2004), dengan tujuan yang paling rendah adalah sistem kerja yang masih dapat diterima (*tolerable*) dalam batas-batas tertentu, asalkan sistem ini tidak memiliki potensi bahaya terhadap kesehatan dan nyawa manusia sedangkan tujuan yang lebih tinggi adalah suatu keadaan ketika

pekerja dapat menerima kondisi kerja yang ada (*acceptable*), dengan meningkatkan keterbatasan yang bersifat teknis ataupun organisatoris.

3) Ergonomi Makro

Ergonomi makro adalah suatu pendekatan sistem sosioteknik yang secara *top-down* dalam menganalisis, merancang, atau memperbaiki sistem kerja dan organisasi kerja, kemudian mengharmonisasikan perancangan tersebut ke dalam elemen-elemennya secara keseluruhan (Iridiastadi dan Yassierli, 2014). Cakupan kajian ergonomi makro sangat kompleks, meliputi struktur organisasi, kebijakan organisasi, tata kelola proses kerja, sistem komunikasi, kerjasama tim, perancangan partisipasi, hingga evaluasi dan ahli teknologi. Ergonomi makro mengupayakan adanya sebuah keseimbangan antara faktor-faktor dalam sistem kerja dan organisasi kerja. Tujuan yang ingin dicapai oleh ergonomi makro adalah untuk mengoptimalkan rancangan sistem kerja dalam kaitannya dengan sistem sosioteknik, dan kemudian membawa karakteristik hasil rancangan tersebut ke level yang lebih bawah (mikro) sehingga tercipta sistem kerja yang harmonis.

4) *Macroergonomic Analysis and Design* (MEAD)

Macroergonomic Analysis and Design (MEAD) merupakan salah satu metode tahapan implementasi dari ergonomi makro yang digunakan dalam melakukan perancangan sistem secara keseluruhan sebagai upaya yang efisien dalam mencapai tujuan organisasi. Pada metode MEAD terdapat sepuluh tahapan dalam mencapai tujuan implementasinya seperti berikut:

a. Identifikasi lingkungan dan subsistem organisasi Terdapat identifikasi yang dilakukan meliputi:

- Analisis visi, misi, dan asas dasar
- Tinjauan aspek lingkungan
- Menentukan dimensi awal desain organisasi

b. Mendefinisikan jenis sistem produksi dan ekspektasi performansi

Pada langkah ini dilakukan identifikasi terhadap enis sistem produksi dan kriteria ekspektasi performansi. Ukuran performansi dapat dikatakan objektif atau subjektif tergantung dari masalah kasus yang ada, sedangkan untuk mendefinisikan ekspektasi performansi dapat digunakan standar *checkpoints* atau kritikal poin yang telah dilakukan dalam sistem kerja (Hendrick and Kleiner, 2001).

c. Mendefinisikan unit operasi dan proses

Unit operasi merupakan kumpulan berbagai tahapan konversi dari input sampai output yang bersama-sama membentuk keseluruhan tugas yang dipisahkan dari langkah lain oleh wilayah, teknologi, maupun batas sementara sedangkan Proses kerja merupakan langkah- langkah yang dikerjakan untuk membuat suatu produk sehingga pada tahapan ini mengidentifikasi tentang produksi yang ada di perusahaan.

d. Mengidentifikasi data varian

Variansi sendiri merupakan deviasi atau penyimpangan dari operasi, kondisi, spesifikasi, atau norma standar yang tidak diperkirakan. Identifikasi variansi dilakukan dengan menggunakan proses bisnis yang menggambarkan proses-proses yang terjadi saat ini dan analisis tugas secara detail yang berkaitan dengan proses bisnis. Tipe-tipe variansi yang biasa terjadi antara lain: kualitas, biaya, jadwal, kesehatan, dan keselamatan serta *non-value added* (tidak memberikan nilai tambah).

e. Membangun matriks varian

Berdasarkan variansi-variansi yang diperoleh pada tahapan sebelumnya diperoleh beberapa variansi yang menjadi varian kunci. Varian kunci yaitu variansi yang memberikan dampak signifikan pada kriteria performansi dan/atau paling berinteraksi dengan variansi lainnya sehingga melipat gandakan pengaruhnya. Tujuan langkah ini adalah untuk mengidentifikasi hubungan antara variansi-variansi yang terjadi selama transportasi proses kerja sehingga

dapat ditentukan pengaruh antara satu variansi dengan variansi lainnya.

f. Tabel kendali varian dan jaringan peran

Pada tahapan ini bertujuan untuk mengidentifikasi bagaimana variansi kunci yang terjadi dikendalikan pada kondisi saat ini, dengan adanya tabel kendali varian dan jaringan peran dapat mempermudah mengetahui tempat terjadinya varian, siapa yang bertanggung jawab, pihak yang terlihat secara langsung, dan apa kendali varian yang telah tersedia.

g. Mengalokasi fungsi dan penggabungan desain

Mengalokasi fungsi dan penggabungan desain bertujuan merancang perubahan sub-sistem teknologi, merancang perubahan personel, dan menentukan rancangan final dengan menggunakan *Objective tree* (pohon tujuan). Pohon tujuan adalah struktur hierarki dan garis dari tujuan untuk mengatasi masalah yang telah diidentifikasi sebelumnya (Mosard (1983) dalam Hendrick and Kleiner (2002)).

h. Analisis peran dan tanggung jawab

Analisis peran dan tanggung jawab dilakukan setelah tujuan dan alternatif-alternatif ditentukan dengan bantuan tabel kriteria penilaian sehingga mudah dalam mengevaluasi kegunaan (*Usefulness*) dari setiap alternatif-alternatif untuk mencapai tujuan yang diharapkan.

i. Perancangan ulang sub-sistem pendukung

Pada tahapan perancangan ulang sub-sistem pendukung bertujuan untuk menentukan sub-sistem pendukung yang diperlukan dalam mempengaruhi sosioteknik produksi yang ada, kemudian dilakukan penyesuaian dengan subsistem lain, termasuk lingkungan internal.

j. Implementasi, iterasi, dan perbaikan

Implementasi dilakukan untuk mengetahui apakah solusi yang dihasilkan dari pemilihan alternatif yang ada akan sesuai dengan kondisi yang ingin dicapai atau tidak. Namun implementasi tidak akan langsung dilakukan tetapi lebih memberikan saran terhadap perubahan oleh analisis yang telah dilakukan.

5. Kuesioner

Kuesioner merupakan teknik pengumpulan data dengan cara memberikan sebuah pertanyaan-pertanyaan yang diajukan kepada responden untuk dijawab (Rahmad, 2013). Tujuan dilakukannya kuesioner yaitu untuk memperoleh informasi yang relevan dengan cara mengisi jawaban-jawaban yang diajukan secara tertulis oleh peneliti terhadap para responden yang ada. Menurut Ginting, (2010) terdapat komponen-komponen inti dalam sebuah kuesioner, sebagai berikut:

- 1) Subjek, merupakan individu atau lembaga yang melaksanakan penelitian.
- 2) Ajakan, merupakan permohonan dari peneliti untuk turut serta mengisi secara aktif dan objektif pertanyaan yang tersedia.
- 3) Petunjuk pengisian kuisisioner yang jelas dan mudah dimengerti.
- 4) Pertanyaan maupun pernyataan beserta tempat mengisi jawaban, baik secara tertutup, semi tertutup, ataupun terbuka. Dalam pembuatan pertanyaan harus disertakan dengan isian untuk identitas responden.

6. Penentuan Waktu Istirahat

Penentuan konsumsi energi biasanya digunakan satu bentuk hubungan energi dengan kecepatan denyut jantung yaitu sebuah persamaan regresi kuadratis seperti Persamaan 1 sebagai berikut:

$$E = 1,80411 - 0,0229083 X + 4,71733 x 10^{-4} X^2 \dots\dots\dots (1)$$

Dengan:

E : Energi (Kkal/menit)



X: Kecepatan denyut jantung/nadi (denyut/menit)

Setelah besaran kecepatan denyut jantung disetarakan dalam bentuk energi, konsumsi energi untuk kegiatan tertentu dapat dituliskan seperti Persamaan 6.2.

$$K = E_t - E_i \dots\dots\dots (2)$$

Dengan:

K : Konsumsi energi (Kkal/menit)

E_t : Pengeluaran energi pada waktu kerja (Kkal/menit)

E_i : Pengeluaran energi pada waktu sebelum bekerja (Kkal/menit)

Apabila denyut nadi dipantau selama istirahat, kerja, dan pemulihan, maka waktu pemulihan untuk beristirahat meningkat sejalan dengan beban kerja yang dilakukan. Dalam keadaan yang ekstrim, pekerja tidak mempunyai waktu istirahat yang cukup sehingga mengalami kelelahan yang kronis, untuk menentukan waktu istirahat sebagai kompetensi dari pekerjaan fisik. Selanjutnya, konsumsi energi dikonversikan kedalam kebutuhan waktu istirahat seperti Persamaan 3.

$$R = T \frac{(W-S)}{W-1,5} \dots\dots\dots (3)$$

Dengan

R : Istirahat yang dibutuhkan (menit)

T : Total waktu kerja (menit/shift)

W : Pengeluaran energi rata-rata saat bekerja (Kkal/menit)

S : Pengeluaran energi rata-rata yang direkomendasikan (Kkal/menit)

Diketahui:

Suntuk wanita : 4 Kkal/menit,

Suntuk pria : 5 Kkal/menit, dan

Nilai 1,5 adalah nilai basal metabolisme (Kkal/menit)

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di UD. Majid Jaya yang berlokasi di Kecamatan Sarang, Kabupaten Rembang, Jawa Tengah. Penelitian ini melakukan pengamatan pada produksi yang dilakukan UD. Majid Jaya yaitu kapal penangkap ikan berjenis *Purse Seine* dengan waktu pembuatan kapal berkisar 1 sampai 2 bulan dengan kapasitas kapal mencapai 10 sampai 30 GT. Penelitian yang akan dilakukan meliputi faktor lingkungan fisik, faktor peralatan dan mesin, faktor pekerjaan, dan faktor organisasi, dengan diketahui permasalahan yang membuat produktivitas tidak maksimal maka dilakukan evaluasi terhadap faktor-faktor yang telah teridentifikasi untuk menerapkan perbaikan sistem kerja. Adapun data-data yang diperlukan dalam terlaksananya penelitian ini sebagai berikut:

1. Data observasi dan wawancara terhadap para pekerja yang didapatkan secara langsung pada aktivitas produksi UD Majid Jaya.

2. Data kuesioner digunakan untuk mengetahui faktor-faktor dalam sistem kerja agar mendapatkan data varian yang ada dengan cara menyebarkan kuesioner berupa pertanyaan-pertanyaan menyangkut empat faktor yang telah dijelaskan tersebut diatas.

3. Data lingkungan kerja berupa data suhu, kebisingan, dan pencahayaan pada lokasi produksi yang didapatkan dengan cara pengukuran secara langsung menggunakan alat-alat yang telah ditentukan yaitu *sound level meter*, *thermometer*, dan *lux meter*.

4. Data denyut nadi pekerja yang didapatkan dengan mengukur denyut nadi para pekerja disaat sebelum pekerjaan dilaksanakan, saat kondisi bekerja dan saat waktu istirahat.

5. Data umum perusahaan seperti struktur organisasi, visi, misi, tujuan, lokasi perusahaan, jumlah tenaga kerja, serta data yang lainnya yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

1) Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan perhitungan denyut nadi menggunakan metode 10 denyut nadi, adapun datanya seperti Tabel 1.

2) Pengolahan Data

Pada pengolahan data penelitian ini menggunakan metode *Macroergonomic Analysis and Design* (MEAD) dengan 10 tahapan yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan permasalahan yang ada. Adapun tahapannya sebagai berikut:

a. Identifikasi lingkungan dan subsistem organisasi pada UD Majid Jaya

UD Majid Jaya merupakan usaha dagang yang bergerak dalam pembuatan dan juga penjualan produk berupa kapal nelayan berjenis *Purse Seine* dengan cara *Make to Order* (MTO), adapun bahan yang sering digunakan yaitu kayu jati, kayu Kalimantan, kayu merbau, kayu benggore, kayu ulin. UD Majid Jaya berlokasi di Desa Sarang, Kecamatan Sarang, Kabupaten Rembang, Jawa Tengah dan memiliki izin beroperasi dari PemKab Rembang pada tahun 2014. Berbagai kapasitas telah dibuat oleh UD Majid Jaya mulai dari 10 GT sampai yang paling besar dengan kapasitas 180

GT (*Gross Tone*), namun untuk Daerah Rembang rata-rata menggunakan kapal dengan kapasitas 10

- 30 GT sehingga banyak produk yang dibuat dengan kapasitas tersebut.

Pada UD Majid Jaya memiliki Visi yaitu menjadi perusahaan galangan kapal yang terbaik dengan mengedepankan kualitas produk dan menyesuaikan pangsa pasar perikanan. Misi UD Majid Jaya yaitu 1) Mengutamakan

pentingnya kualitas hasil produksi. 2) Melakukan kinerja yang tepat waktu sehingga diminati oleh konsumen. 3) Membantu meningkatkan kemakmuran masyarakat nelayan melalui sektor perikanan dan meningkatkan kesejahteraannya. 4) Kepuasan dari para konsumen merupakan hal yang paling utama.

Tabel 1. Data waktu 10 denyut nadi pekerja

No	Nama Responden	Jenis Kelamin	Usia (Tahun)	Denyut Nadi Istirahat (Detik)	Denyut Nadi Kerja (Detik)		Rata-rata Denyut Nadi Kerja (Detik)
					I	II	
1	Nur Wachid	Laki-Laki	35	8,89	4,31	4,07	4,19
2	Rosyid	Laki-Laki	30	7,99	5,69	4,63	5,16
3	Muhammad	Laki-Laki	52	7,32	6,51	5,96	6,24
4	Dadit	Laki-Laki	62	7,12	6,65	5,81	6,23
5	Maftukin	Laki-Laki	36	7,52	5,39	4,43	4,91
6	Arman	Laki-Laki	31	7,28	5,09	4,47	4,78
7	Dafid	Laki-Laki	35	7,49	5,68	5,21	5,45
8	Munir	Laki-Laki	36	8,15	5,71	5,25	5,48
9	A. Tukin	Laki-Laki	41	7,71	5,98	5,03	5,51
10	Yoga	Laki-Laki	29	7,81	5,19	4,63	4,91
11	Imam	Laki-Laki	25	8,06	4,76	4,34	4,55
12	Eko	Laki-Laki	29	7,67	5,5	4,13	4,82

b. Mendefinisikan tipe sistem produksi dan ekspektasi performansi

Pekerjaan produksi yang dilakukan merupakan jenis *job shop* yang berarti produk yang dibuat dapat disesuaikan dengan keinginan konsumen dengan proses yang berbeda-beda dan waktu yang telah ditentukan. Pada umumnya dalam membuat produk di UD Majid Jaya memiliki urutan pembuatan, mulai dari pemilihan kayu, menentukan ukuran kapal yang diinginkan, perakitan kapal, pengecatan, dan peluncuran. Namun pada pemesanan produk yang berbeda, sesuai dengan keinginan konsumen makan terdapat langkah-langkah yang harus dilakukan juga, tidak terfokus pada urutan umum yang harus dilakukan.

Penentuan performansi di UD Majid Jaya dilakukan secara subjektif dari pemimpin yang disesuaikan dengan standar *checkpoints* atau kritikal poin. Ketentuan-ketentuan yang harus digunakan sesuai dengan alur pada standar *checkpoints* dalam sistem kerja. Adapun ekspektasi performansi yang dapat dilihat pada Tabel 2 (a) dan Tabel 2 (b).

c. Mendefinisikan unit operasi dan proses kerja pada UD Majid Jaya

Unit operasi pada UD Majid Jaya terbagi dalam tiga bagian, sebagai berikut: pertama bagian pengukuran dan pemotongan, Pengukuran kayu dilakukan sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan ataupun tambahan dari permintaan konsumen, setelah itu masuklah ke bagian pemotongan kayu yang telah selesai dilakukan pengukuran menggunakan alat yang ada di bagian produksi seperti gergaji mesin. Kedua bagian pembakaran kayu, dilakukan untuk mendapatkan kayu yang elastis agar memudahkan dalam pemasangan bagian-bagian kapal. Ketiga bagian perakitan, yang meliputi lunas, linggih (bagian penyangga untuk mengikat lunas), pemasangan lambung kapal, pemasangan rangka kapal meliputi palkah (tempat penyimpanan ikan yang ditangkap), tempat mesin, geladak kapal, pemasangan tiyang tengah dan belakang (untuk penerangan kapal), baling- baling kapal (digunakan sebagai pemindah arah kapal), dan pengecatan.

Tabel 2(a). *Quality dan Flexibility*

Check points	Number of Checkpoints	Quality	Number of Checkpoints	Flexibility
Supplier	1	Kesanggupan supplier dalam memenuhi keinginan akan bahan baku ketika dibutuhkan dan juga memperhatikan akan kualitas bahan baku tersebut.	6	Fleksibilitas supplier terlihat ketika dapat menyediakan bahan baku (kayu) kapanpun saat diperlukan.
Input	2	Kualitas input terdapat pada varian bahan baku yang terpilih untuk digunakan dan kinerja pekerja dalam memproduksi produk.	7	Fleksibilitas input tergantung pada dimensi rancangan produk yang dapat disesuaikan dengan keinginan pemesan.
Process	3	Kualitas proses produksi dapat dilihat dari ketelitian dan keberhasilan dalam menyesuaikan keinginan pemesan produk.	8	Fleksibilitas proses produksi terlihat dari tahapan-tahapan yang dapat disesuaikan dengan produk yang diinginkan pembeli.
Output	4	Kualitas pada output dapat dilihat dari bentuk produk dan kinerja produk.	9	Fleksibilitas output tergantung pada fungsi produk yang telah produksi.
Outcome	5	Kualitas outcome tergantung pada tingkat kepuasan konsumen terhadap hasil produk, dan kinerja produk.	10	Fleksibilitas outcome terlihat pada tingkat kepuasan akan produk yang telah dirasakan oleh pembeli.

Tabel 2(b). Ekspektasi Performansi

Checkpoints	Number of Checkpoints	Ekspektasi performansi
Input Utilization	11	Penggunaan material tergantung permintaan konsumen begitu juga dengan bentuk/desain kapal.
Capacity	12	Penentuan kapasitas produk kapal tergantung oleh keinginan konsumen.
Innovation	13	Inovation yang dilakukan berdasarkan pada desain yang dibuat dan kreatifitas pekerja dalam melakukan finishing seperti pengecatan dan penulisan nama penghalusan bagian kapal.
Output Production	14	Output Production yang didapatkan yaitu hasil produk yang sesuai dengan keinginan konsumen dan waktu yang telah disepaki pada saat pembeliannya.
Productivity	15	Productivity dilakukan saat adanya pesanan dari konsumen karena menggunakan menerapkan Make to Order (MTO)
Process Value	16	Process Value dilakukan berdasarkan seluruh biaya yang dibutuhkan dalam pembuatan produk yang dipesan dan juga keuntungan yang akan didapatkan dari penjualannya. Process value juga dilihat dari segi kegunaan produk yang telah dibuat apakah sudah sesuai dengan permintaan.
Management	17	Management yang diterapkan secara langsung pada sistem kerja di UD Majid Jaya berdasarkan ketentuan oleh pemilik perusahaan.

Tabel 3. Peralatan dan Fasilitas Kerja

No	Jenis Peralatan/Mesin	Jumlah Peralatan
1	Pahat	8
2	Gergaji Tangan	3
3	Gergaji Mesin	2
4	Mesin potong	1
5	Palu	8
6	Gerinda	4
7	Alat ukur/Meteran	4
8	Mesin Bor listrik	3
9	Mesin Ketam	2
10	Gada	4

Proses produksi di UD Majid Jaya terbilang mudah namun membutuhkan waktu pengerjaan produk yang lama dengan masih menggunakan cara tradisional dalam pengerjaannya. Produksi yang ada dilakukan pada satu tempat produksi sehingga mempermudah dalam pengerjaan produk dan dapat diselesaikan secara bersama-sama dengan tugas yang telah diberikan namun memiliki keleluasaan dalam pengerjaan yang dilakukan.

d. Mendefinisikan unit operasi dan proses kerja pada UD Majid Jaya

Unit operasi pada UD Majid Jaya terbagi dalam tiga bagian, sebagai berikut: pertama bagian pengukuran dan pemotongan, Pengukuran kayu dilakukan sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan ataupun tambahan dari permintaan konsumen, setelah itu masuklah ke bagian pemotongan kayu yang telah selesai dilakukan pengukuran menggunakan alat yang ada di bagian produksi seperti gergaji mesin. Kedua bagian pembakaran kayu, dilakukan untuk mendapatkan kayu yang elastis agar memudahkan dalam pemasangan bagian-bagian kapal. Ketiga bagian perakitan, yang meliputi lunas, linggih (bagian penyangga untuk mengikat lunas), pemasangan lambung kapal, pemasangan rangka kapal meliputi palkah (tempat penyimpanan ikan yang ditangkap), tempat mesin, geladak kapal,

pemasangan tiyang tengah dan belakang (untuk penerangan kapal), baling- baling kapal (digunakan sebagai pemindah arah kapal), dan pengecatan.

Proses produksi di UD Majid Jaya terbilang mudah namun membutuhkan waktu pengerjaan produk yang lama dengan masih menggunakan cara tradisional dalam pengerjaannya. Produksi yang ada dilakukan pada satu tempat produksi sehingga mempermudah dalam pengerjaan produk dan dapat diselesaikan secara bersama-sama dengan tugas yang telah diberikan namun memiliki keleluasaan dalam pengerjaan yang dilakukan.

e. Mengidentifikasi data varian.

Identifikasi data varian yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui permasalahan yang terjadi di UD Majid Jaya sehingga dapat mempermudah dalam melakukan analisis. Supaya memperoleh data varian yang lebih rinci, maka dilakukan penyebaran kuesioner pada seluruh pekerja di bagian produksi sehingga dapat diketahui permasalahan yang dihadapi oleh para pekerja dibagian produksi kapal nelayan di UD Majid Jaya. Setelah dilakukan perhitungan prosentase dari semua jawaban responden dari penyebaran kuesioner yang telah dilakukan, maka dapat diidentifikasi data varian yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data varian

Faktor Varian	Varian
Lingkungan Fisik	Suhu lantai produksi panas.
	Kebisingan di lantai produksi.
Peralatan/Mesin	Kerja mesin melambat karena usia/tua.
	Perawatan mesin dilakukan tidak teratur.
Kondisi Pekerjaan	Pekerja mudah mengalami kelelahan saat bekerja.
	Pekerja sering mengalami stress kerja.
	Belum adanya APD yang disediakan, terutama untuk kebisingan.
Organisasi	Jaminan sosial yang diberikan belum sesuai
	Pimpinan kurang memperhatikan tempat kerja.
	Pimpinan tidak memberikan penghargaan pada karyawan.

f. Membangun matriks varian

Pada tahap ini dilakukan analisis data varian yang telah diperoleh untuk mengetahui hubungan keterkaitan antar varian dan juga apakah varian yang satu dapat mempengaruhi varian yang lainnya. Faktor yang variannya memiliki hubungan keterkaitan paling banyak maka akan menjadi varian kunci. Faktor kunci yang telah terpilih dapat dilihat pada Tabel 5.

g. Membuat tabel kendali varian kunci dan jaringan peran

Tahap ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana kendali varian yang ada dan juga bagaimana peran personel yang bertanggung jawab di UD Majid Jaya. Adapun hasil dari penentuan kendali varian kunci dan jaringan peran yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 5. Matriks varian

Faktor varian	Varian	Suhu lantai produksi panas	Kebisingan di lantai produksi	Kerja mesin melambat	Perawatan mesin tidak teratur	Pekerja mudah kelelahan	Pekerja mengalami sering mengalami stress	Belum adanya APD yang disediakan	Jaminan sosial belum sesuai	Pimpinan kurang memperhatikan tempat kerja	Pimpinan tidak memberikan penghargaan	Jumlah
Lingkungan fisik	Suhu lantai produksi panas					X	X					2
	Kebisingan di lantai produksi							X				1
Peralatan/ mesin	Kerja mesin melambat					X	X					2
	Perawatan mesin tidak teratur					X	X					2
Kondisi pekerjaan	Pekerja mudah mengalami kelelahan	X		X	X		X			X		5
	Pekerja sering mengalami stress kerja	X		X	X	X			X			5
	Belum adanya APD yang disediakan		X							X		2
Organisasi	Jaminan sosial belum sesuai						X				X	2
	Pimpinan kurang memperhatikan tempat kerja					X		X				2
	Pimpinan tidak memberikan penghargaan pada karyawan							X				1

Tabel 6. Kendali varian kunci dan jaringan peran

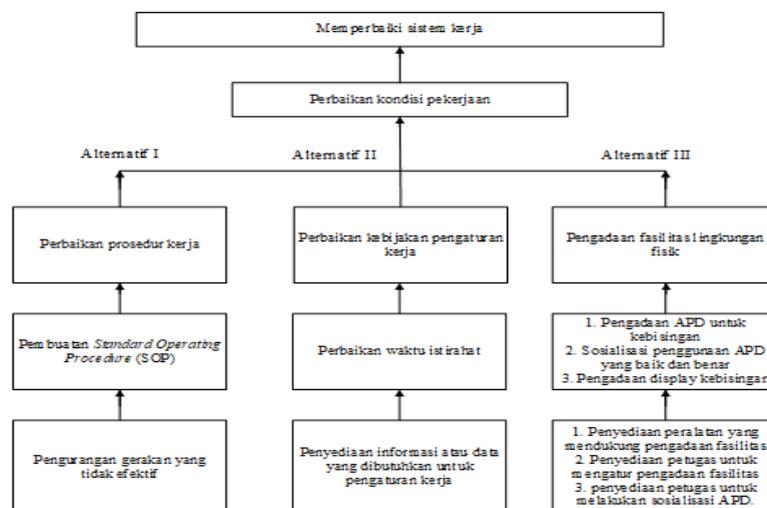
No	Varian kunci	Tempat terjadinya	Pihak yang menangani	Pihak yang terlibat langsung	Aktifitas pendukung yang sudah ada
1	Pekerja mudah mengalami kelelahan saat bekerja	Bagian produksi	Pimpinan	Pekerja bagian produksi	Gubuk untuk beristirahat
2	Pekerja sering mengalami stress kerja	Bagian produksi	Pimpinan	Pekerja bagian produksi	-

h. **Penyusunan *function allocation and joint design***

Pada tahap ini bertujuan untuk membuat fungsi alokasi dan rancangan alternatif perbaikan dari tabel kendali varian dan varian kunci yang ada dalam bentuk *objective tree*. Rancangan alternative dapat dilihat pada Gambar 1.

i. **Evaluasi peran dan persepsi tanggung jawab**

Pada tahap ini digunakan untuk memberikan pembobotan kepada masing-masing alternatif perbaikan yang diperoleh, sehingga dengan pembobotan yang dilakukan akan menghasilkan alternatif yang terbaik yang nantinya dapat digunakan dalam perbaikan sistem kerja di UD Majid Jaya. Pemberian pembobotan alternatif-alternatif yang telah dibuat dapat dilihat pada Tabel 7.



Gambar 1. *Objective tree* (Alternatif penyelesaian masalah)

Tabel 7. Pemberian pembobotan alternatif

Alternatif	Jangkauan terhadap organisasi	Risiko yang Akan terjadi/ kendala dalam keberhasilan	Keuntungan/ keefektifan	Pengaruh terhadap pengeluaran biaya	Total bobot
Perbaikan prosedur kerja	2	-5	5	-2	0
Perbaikan kebijakan pengaturan kerja	2	-3	8	-2	5
Pengadaan fasilitas lingkungan fisik	2	-3	5	-1	3

j. Memperbaiki sub-sistem pendukung

Pada tahap ini bertujuan untuk melakukan perancangan perbaikan pada subsistem yang nantinya dapat digunakan untuk memperbaiki sistem kerja yang ada menjadi lebih baik sehingga dapat meningkatkan kinerja para pekerja di UD Majid Jaya pada bagian

produksi. Pada perancangan ini dilakukan perhitungan denyut nadi pekerja, perhitungan *Cardiovascular strain* (%CVL), perhitungan konsumsi energi hingga dihasilkan lama waktu istirahat yang dibutuhkan pekerja bagian produksi di UD Majid Jaya.

a) Perhitungan beban kerja

Tabel 8. Rekapitulasi denyut nadi pekerja

No	Nama Responden	Jenis Kelamin	Usia (Tahun)	Denyut Nadi Istirahat (Detik)	Rata-rata Denyut Nadi Kerja (Detik)	Denyut Nadi Maksimal (Detik)
1	Nur Wachid	Laki-Laki	35	67,49	143,32	185
2	A. Rosvid	Laki-Laki	30	75,09	117,52	190
3	Muhammad	Laki-Laki	52	81,97	96,42	168
4	Dadit	Laki-Laki	62	84,27	96,75	158
5	Maftukin	Laki-Laki	36	79,79	123,38	184
6	Arman	Laki-Laki	31	82,42	126,05	189
7	Dafid	Laki-Laki	35	80,11	110,40	185
8	M.Munir	Laki-Laki	36	73,62	109,68	184
9	A. Tukin	Laki-Laki	41	77,82	109,81	179
10	Yoga	Laki-Laki	29	76,82	122,60	191
11	Imam	Laki-Laki	25	74,44	132,15	195
12	Eko	Laki-Laki	29	78,23	127,18	191
Rata-rata				77,67	117,94	183,25

b) Perhitungan % HR Reserve

$$\begin{aligned} \% \text{ HR Reserve} &= \frac{DNK - DNI}{DN_{max} - DNI} \times 100 \\ &= \frac{117,94 - 77,67}{183,25 - 77,67} \times 100 \\ &= 38,14 \% \end{aligned}$$

c) Perhitungan Cardiovascular load (%CVL)

$$\begin{aligned} \% \text{ CVL} &= \frac{100 \times (DNK - DNI)}{DN_{max} - DNI} \\ &= \frac{100 \times (117,94 - 77,67)}{183,25 - 77,67} \\ &= 38,14 \% \end{aligned}$$

d) Perhitungan konsumsi energi

Diketahui:

$$X = 117,94 \text{ (Denyut nadi kerja (denyut/menit))}$$

Sehingga:

$$Et = 1,80411 - 0,0229083 X + 4,71733 \times 10^{-4} X^2$$

$$\begin{aligned} &= 1,80411 - 0,0229083 (117,94) + 4,71733 \times 10^{-4} (117,94)^2 \\ &= 5,66 \text{ kkal/menit} \end{aligned}$$

Diketahui:

$$X = 77,67 \text{ (Denyut nadi istirahat (denyut/menit))}$$

Sehingga:

$$\begin{aligned} Ei &= 1,80411 - 0,0229083 X + 4,71733 \times 10^{-4} X^2 \\ &= 1,80411 - 0,0229083 (77,67) + 4,71733 \times 10^{-4} (77,67)^2 \\ &= 2,87 \text{ kkal/menit} \end{aligned}$$

Setelah diketahui hasil dari Et dan Ei kemudian dilakukan perhitungan konsumsi energi sebagai berikut:

$$K = Et - Ei$$

$$K = 5,66 - 2,87 = 2,79 \text{ kkal/menit}$$

e) Perhitungan lama waktu istirahat

$$W = 5,66 \text{ kkal/menit}$$

$$T = 480 \text{ menit/hari kerja}$$

$$\text{Suntuk wanita} = 4 \text{ kkal/menit}$$

$$\text{Suntuk pria} = 5 \text{ kkal/menit}$$

$$\text{Basal Metabolisme} = 1,5 \text{ kkal/menit}$$

Sehingga;

$$R = T \frac{(W-s)}{W-1,5}$$

$$R = 480 (5,66 - 5) / (5,66 - 1,5) = 76,15 \text{ menit} \\ \approx 76 \text{ menit}$$

Keterangan:

R : Istirahat yang dibutuhkan (menit)

T : Total waktu kerja (menit/shift)

W : Pengeluaran energi rata-rata saat bekerja (Kkal/menit)

S : Pengeluaran energi rata-rata yang direkomendasikan (Kkal/menit)

Dari hasil perhitungan lama waktu istirahat pekerja di bagian produksi didapatkan hasil sebesar 76,15 menit, sehingga waktu istirahat yang hanya 60 menit/hari kerja perlu dilakukan penambahan waktu istirahat sebesar 16 menit/hari kerja.

k. Implementasi, iterasi, dan penyempurnaan

Pada tahap terakhir metode MEAD yaitu implementasi dari hasil yang telah didapatkan dari tahap sebelumnya berdasarkan alternatif yang telah terpilih maupun hasil dari perancangan sub- sistem pendukung. Implementasi yang dilakukan sebagai bentuk perbaikan yaitu dengan melakukan pengukuran denyut nadi pekerja menggunakan metode 10 denyut nadi yang digunakan untuk mendapatkan waktu istirahat yang sesuai dengan beban kerja yang diterima oleh pekerja dibagian produksi sehingga dapat mengurangi tingkat kelelahan yang diterima oleh pekerja saat beraktivitas. Setelah didapatkan hasil perhitungan penambahan waktu istirahat pekerja kemudian diterapkan pada pekerja dengan izin dari pemilik perusahaan dengan cara mensimulasikan hasil alternatif perbaikan yang telah terpilih, kemudian dilakukan wawancara kepada pekerja yang ada di bagian produksi UD Majid Jaya guna mengetahui perbedaan keadaan yang dirasakan sebelum dan setelah penambahan jam istirahat.

Berdasarkan hasil perbaikan kebijakan pengaturan kerja didapatkan bahwa perhitungan hasil %CVL yang didapatkan sebesar 38,14%, sehingga beban kerja pada

bagian produksi dikategorikan memiliki beban kerja sedang dan perlu dilakukan perbaikan. Penambahan waktu istirahat bagi pekerja di bagian produksi selama 16 menit diluar waktu istirahat normal yang diberikan oleh perusahaan menjadi alternatif perbaikan yang dilakukan sehingga dengan penambahan waktu istirahat pekerja mendapatkan total waktu istirahat selama 76 menit. Energi yang dikeluarkan sebelum penambahan waktu istirahat sebesar 5,5 kkal/menit sedangkan energi yang dikeluarkan sesudah penambahan waktu istirahat sebesar 2,79 kkal/menit. Penambahan waktu istirahat sebesar 16 menit dijadwalkan pada pekerja bagian produksi diluar waktu istirahat normal yaitu pada jam 10.00 - 10.16 WIB sedangkan istirahat normal selama 60 menit dilakukan pada jam 12.00 – 13.00 WIB, dengan adanya hal tersebut dapat mengurangi rasa lelah terhadap beban kerja yang diterima oleh pekerja yang bersifat rutin atau monoton dan juga dipengaruhi oleh kondisi suhu udara yang mencapai 34°C di bagian produksi, pekerja memiliki waktu yang sesuai untuk melakukan pemulihan stamina supaya bisa melanjutkan pekerjaan dengan baik, dan penjadwalan penambahan waktu tersebut membuat pekerja memiliki waktu lebih untuk melakukan kontak sosial dengan baik sesama pekerja di bagian produksi.

l. Analisis Hasil

Berdasarkan hasil perbaikan kebijakan pengaturan kerja didapatkan bahwa beban kerja pada bagian produksi dikategorikan memiliki beban kerja sedang sehingga dilakukan penambahan waktu istirahat untuk mengurangi kelelahan yang dirasakan oleh pekerja. Hasil perhitungan penambahan waktu istirahat didapatkan sebesar 16 menit sehingga pekerja mendapatkan total waktu istirahat sebesar 76 menit, namun penambahan jam istirahat selama 16 dilakukan diluar jam istirahat normal supaya tingkat kelelahan yang dirasakan oleh pekerja tidak menumpuk yang mengakibatkan tingkat beban kerja yang dirasakan pekerja semakin meningkat. Pekerjaan yang dikualifikasikan sedang atau *moderate* akan memerlukan waktu istirahat sekitar 10 – 15 menit yang dijadwalkan pada pagi atau siang hari di luar jadwal istirahat makan siang pada periode waktu kerjanya (Wignjosebroto, 2000). Penerapan simulasi terhadap hasil perhitungan yang telah

didapatkan yaitu penambahan waktu istirahat sebesar 16 menit pada pekerja di bagian produksi terdapat perbedaan yang terjadi pada hasil proses pemotongan kayu untuk kerangka

pembuatan kapal, hal tersebut dapat diketahui peningkatan produktivitas kerja yang terjadi di lihat pada Tabel 9.

Tabel 9 Perbandingan sebelum dan sesudah penambahan waktu istirahat

Keadaan	Waktu istirahat yang didapatkan	Pengukuran dan pemotongan kayu komponen kapal	Selisih perbandingan waktu (menit/hari kerja)	Selisih pengukuran dan pemotongan kayu (komponen/hari kerja)
Sebelum penambahan waktu istirahat	60 menit/hari kerja	14 potong komponen kapal	16	2
Sesudah penambahan waktu istirahat	76 Menit/hari kerja	16 potong komponen kapal		

Berdasarkan Tabel 9 diketahui bahwa selisih waktu sebelum dan sesudah penambahan waktu istirahat sebesar 16 menit/hari kerja dan selisih pemotongan komponen kapal yang dihasilkan yaitu sebanyak 2 komponen kapal. Keberhasilan dalam implementasi ini dilihat dari peningkatan produktivitas kerja yang dihasilkan dari proses pengukuran dan pemotongan komponen kapal yang dilakukan dan juga tingkat kelelahan yang dirasakan oleh pekerja terhadap penambahan waktu istirahat yang diterapkan diluar waktu istirahat normal yaitu pada pukul 10.00 – 10.16. Pada penelitian NIOSH (*National for Occupational Safety and Health*) tahun 2000 yang dikutip dari *jurnal the productivity benefits of office ergonomics interventions* (2008), jadwal istirahat sisipan tambahan dapat diberikan kurang lebih selama 5 menit setelah periode ke-1, 3, 5,5 dan 7,5 jam kerja, dalam jurnal ini juga dikatakan bahwa pemberian waktu istirahat sisipan akan meningkatkan produktivitas dan tidak akan memberikan dampak buruk terhadap jumlah produksi. Sehingga pemberian waktu istirahat pendek dilakukan pada periode ke-3 yaitu pada pukul 10.00 – 10.16 WIB. Hasil wawancara setelah dilakukan simulasi penerapan penambahan jam istirahat diluar jam istirahat normal, pekerja mengatakan bahwa dengan adanya kondisi tersebut, kelelahan yang dirasakan pekerja menurun dan mempunyai waktu untuk memulihkan tenaga dengan baik sehingga dapat melakukan aktivitas kerja dengan lancar dan dengan penambahan waktu istirahat dapat meningkatkan produktivitas kerja seperti penelitian yang telah dilakukan oleh NIOSH (*National for Occupational Safety and Health*).

5. KESIMPULAN

Rancangan usulan perbaikan sistem kerja berdasarkan alternatif faktor kunci yang terpilih yaitu melakukan perbaikan kebijakan pengaturan kerja dengan menerapkan penambahan waktu istirahat kepada pekerja di bagian produksi UD Majid Jaya. Perbaikan yang dilakukan berdasarkan pertimbangan dari pekerja/responden dikarenakan tingkat kelelahan yang dirasakan pekerja saat melakukan aktivitas produksi.

Perbaikan sistem kerja dilakukan dengan mengurangi tingkat kelelahan yang dirasakan oleh pekerja, hasil dari perhitungan %CVL diperoleh sebesar 38,14% sehingga termasuk dalam kategori beban kerja sedang dan perlu dilakukan perbaikan. Perbaikan yang dilakukan yaitu dengan penambahan waktu istirahat selama 16 menit/hari kerja diluar waktu istirahat normal pekerja pada pukul 10.00 – 10.16 WIB, dengan total waktu istirahat yang diperoleh pekerja sebesar 76 menit/hari kerja. Berdasarkan penambahan waktu istirahat diperoleh peningkatan produktivitas kerja pada produksi pembuatan kapal di bagian pengukuran dan pemotongan kayu komponen kapal yaitu sebelum penambahan waktu istirahat pendek dapat menghasilkan 14 potong komponen kapal, namun setelah dilakukan penambahan waktu istirahat pendek dapat meningkat menjadi 16 potong komponen kapal. Sehingga terdapat peningkatan sebesar 2 potong komponen kapal.

DAFTAR PUSTAKA

- Ginting, R., 2010, *Perancangan Produk*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Hendrick, H. W. & Kleiner, B. M., 2001. *Macroergonomics: An Introduction to Work System Design*, HFES Publisher, Santa Monica – USA.

- Hendrick, H. W. & Kleiner, B. M., 2002. *Macroergonomics: Theory, Methods, and Applications*. New Jersey: Erlbaum Associates Inc. Publishers.
- Iridiastadi, H., dan Yassierli., 2014, "Ergonomi Suatu Pengantar", PT Remaja Rosdakarya, Bandung.
- Kleiner, B.M. 2006. *Macroergonomics: Analysis and Design of Work System Design, Applied Ergonomics*, 37, 81-89.
- Kroemer, K. H. E., 2004. *Ergonomics: How to Design for Ease and Efficiency*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Nurmianto, E., 2004, *Ergonomi, Konsep Dasar dan Aplikasinya*, Edisi kedua, Prima Printing, Surabaya.
- Robertson, M. M., 2001. *Macroergonomics: A Work System Design Perspective*. Proceeding of The SELF-ACE Conference-Ergonomic for Changing Work, 1, 67-77.
- Sutalaksana, I. Z., Anggawisastra, R., Tjakraatmadja, J. H., 1979, *Teknik Tata Cara Kerja*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Tarwaka, Bakri, S. H. A., dan Sudiajeng, L. *Ergonomi : Untuk keselamatan, kesehatan kerja dan produktivitas*. Surakarta:UNIBA Press, 2004.
- Taylor, dkk. 2008 *The productivity benefit of office ergonomics interventions*. UK: Wellnomics White Paper, diakses pada 18 Des 2018.
- Utami, R. N., 2014, *Usulan Perancangan Sistem Kerja dengan Metode Macroergonomic Analysis and Design, Jurnal Teknik Industri, UMS, Surakarta*.
- Wignjosoebroto, S., (2000). *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu*. Guna Widya, Surabaya