

**ANALISA BEBAN KERJA DENGAN MENGGUNAKAN *WORK SAMPLING* DAN
NASA-TLX UNTUK MENENTUKAN JUMLAH OPERATOR
(Studi Kasus: PT XYZ)**

***ANALYSIS OF WORKLOAD WITH WORK SAMPLING AND NASA-TLX TO
DETERMINE THE NUMBER OF OPERATORS
(Case study: PT XYZ)***

Rahadian Ramadhan¹⁾, Ishardita Pambudi Tama, ST., MT., Ph.D²⁾, Remba Yanuar, ST., MT³⁾

Jurusan Teknik Industri, Universitas Brawijaya

Jl. Mayjen Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

E-mail: randy2492@gmail.com¹⁾, kangdith@ub.ac.id²⁾, remb4@ub.ac.id³⁾

Abstrak

PT. XYZ merupakan pabrik yang bergerak di bidang sandang. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah pengukuran beban secara fisik dan pengukuran beban secara mental. Pada PT XYZ para pelaksana mesin sering sekali mengeluh tentang kelelahan karena harus mengoperasikan mesin yang banyak dalam sekali kerja. Untuk mengurangi kelelahan tersebut maka dibuatlah rencana penambahan jumlah karyawan tetap untuk mengurangi beban kerja setiap pelaksana mesin.. Pengukuran beban kerja menggunakan metode Workload Analysis (WLA) dan NASA-TLX. Dari hasil kedua metode tersebut akan dianalisa kemudian akan menghasilkan pertimbangan untuk menentukan jumlah karyawan. Penelitian ini menghasilkan jumlah penambahan untuk pelaksana mesin Ring-Spinning. Menurut perhitungan dengan Workload Analysis, persentase beban kerja 5 pelaksana mesin adalah 112,8%. Setelah penambahan pelaksana mesin di mesin Ring sebanyak 1 orang persentase beban kerjanya menjadi 94,56%. Hasil perhitungan NASA-TLX menunjukkan bahwa beban mental 5 operator adalah 71,4. Setelah penambahan pelaksana mesin di mesin Ring sebanyak 1 orang skor NASA-TLX menjadi 59,49.

Kata kunci : Ergonomi, *Work Sampling*, *Workload Analysis*, NASA-TLX

1. Pendahuluan

Karyawan adalah aset yang berharga bagi perusahaan. Tanpa adanya karyawan perusahaan tidak mungkin dapat berjalan sebagaimana mestinya. Karyawan merupakan manusia biasa yang juga memiliki rasa lelah. Rasa lelah dapat ditimbulkan dari berbagai macam hal, misalnya dari beban kerja pekerjaan yang dilakukan sehari-hari. Beban kerja adalah suatu istilah yang digunakan untuk menyebut harga atau *cost* dari pencapaian suatu target kegiatan. Setiap beban kerja yang diterima seseorang harus sesuai dan seimbang terhadap kemampuan fisik maupun mental pekerja yang menerima beban kerja tersebut agar tidak terjadi kelelahan (Hart, 1990).

Definisi kelelahan menurut Suma'mur (1996) adalah berkurangnya kapasitas kerja dan ketahanan tubuh. Menurut Tarwaka (2004) kelelahan adalah suatu mekanisme perlindungan tubuh agar tubuh terhindar dari kerusakan lebih lanjut sehingga terjadi pemulihan setelah istirahat. Kelelahan kerja akan menurunkan kinerja dan menambah

tingkat kesalahan kerja. Meningkatnya kesalahan kerja akan memberikan peluang terjadinya kecelakaan kerja dalam industri (Nurmianto, 2004).

PT XYZ merupakan pabrik yang bergerak di bidang sandang. Sebagai salah satu perusahaan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) PT XYZ bertanggung jawab untuk memenuhi kebutuhan sandang di Indonesia. Produk utama PT XYZ adalah benang tenun, kain dan karung plastik, yang diproduksi oleh 7 pabrik pemintalan, 1 pabrik terpadu (pemintalan dan pertenunan) dan 1 pabrik karung plastik. PT XYZ merupakan salah satu cabang yang memproduksi benang *polyester* dengan kualitas unggul dan terpercaya.

Dibalik produk kualitas unggulnya terdapat beberapa permasalahan pada departemen produksi, salah satunya adalah permasalahan tentang beban kerja. Salah satu penyebabnya adalah banyaknya pelaksana mesin di sini bisa dikatakan tidak seimbang dibandingkan dengan jumlah mesin yang

tersedia. Data dari jumlah karyawan atau operator dan jumlah mesin di departemen produksi PT XYZ dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Perbandingan Pelaksana Mesin PT. XYZ

No	Mesin	Jumlah Pelaksana Mesin	Jumlah Mesin
1	Blowing	3	2 (2 aktif)
2	Carding	3	31 (18 aktif)
3	Drawing	2	6 (5 aktif)
4	Speed	2	4 (4 aktif)
5	Ring (Spiing)	5	48 (9 aktif)
6	Winding	8	5 (5 aktif)

Berdasarkan data pada Tabel 1 dapat diketahui bahwa terdapat ketidakseimbangan perbandingan jumlah mesin dan operator pada departemen produksi PT XYZ. Ketidakseimbangan ini dapat diartikan sebagai kekurangan jumlah pelaksana mesin. Akibat keadaan ini pelaksana mesin di PT XYZ harus mengoperasikan mesin lebih banyak dari kemampuannya. Untuk itu diperlukan aktivitas fisik dan aktivitas mental yang lebih untuk mengoperasikan mesin-mesin tersebut.

Di samping itu pelaksana mesin di PT XYZ sering merasakan gejala-gejala kelelahan. Gejala tersebut sering dialami ketika sedang bekerja. Beberapa gejalanya dapat diketahui dari Tabel 2.

Tabel 2. Data Gejala Kelelahan Pelaksana Mesin PT XYZ

No.	Gejala
1	Perasaan lesu, ngantuk dan pusing
2	Tidak konsentrasi
3	Kurang waspada
4	Respon yang lambat
5	Kehilangan gairah untuk bekerja

Dari Tabel 2 di atas dapat diindikasikan pelaksana mesin di PT XYZ mengalami beban kerja yang tinggi baik secara fisik dan mental. Beban kerja yang tinggi akan mempercepat timbulnya kelelahan, yang dapat berdampak pada timbulnya kecelakaan kerja (Silalahi & Silalahi, 1995). Kecelakaan kerja dapat menimbulkan dampak negatif bagi perusahaan. Oleh karena itu perlu dilakukan analisis lebih lanjut terkait dengan pengukuran beban kerja baik fisik maupun mental. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk melakukan pengukuran beban mental adalah metode NASA-TLX.

NASA-TLX adalah metode *rating multi-dimensional* yang mampu mengukur secara keseluruhan beban kerja mental berdasarkan

bobot rata-rata dari 6 subskala yaitu *Mental Demands*, *Physical Demands*, *Temporal Demands*, *Own Performance*, *Effort* dan *Frustration* (NASA Performance Research Group, 1988). Metode ini memiliki tingkat sensitivitas yang baik karena pengukurannya ditinjau dari 6 subskala dan menyeluruh (Rubio, Diaz, Martin, & Puente, 2004).

Pengukuran beban fisik diukur dari pendekatan *work sampling*. Metode *work sampling* merupakan salah satu metode pendekatan yang bisa digunakan untuk mengukur produktivitas dengan mudah. *Work sampling* juga dapat digunakan untuk mengetahui aktivitas produktif dan tidak produktif operator. Selain itu, *work sampling* juga dapat digunakan untuk pengamatan yang bersifat diskrit (Wignjosoebroto, 2008). Dengan konsep pendekatan pengukuran beban mental dan beban fisik yang digunakan pada penelitian ini, diharapkan peneliti mampu mengatasi ketidakseimbangan jumlah operator dan mesin untuk mencegah terjadinya beban kerja yang tinggi sehingga dapat mencegah dampak buruk bagi karyawan.

2. Metode Penelitian

Metode pengumpulan data yang dilakukan adalah observasi pada proses produksi. Metode observasi dilakukan dengan wawancara mengenai keadaan pelaksana mesin ketika melakukan pekerjaannya. Langkah selanjutnya adalah menentukan prioritas pelaksana mesin mana yang akan diamati. Menentukan prioritas dilakukan dengan cara *brainstorming* dengan pihak perusahaan. Setelah itu dilakukan penentuan elemen kerja untuk melakukan pengamatan *work sampling* dengan Lembar Instruksi Kerja (LIK) perusahaan.

Setelah itu dilakukan pengamatan awal *work sampling*. Pengamatan awal dilakukan dengan menentukan jumlah pengamatan. Data awal yang diambil adalah 800 kali pengamatan selama 2 jam pengamatan. Pengamatan dilakukan mulai pukul 09.00-11.00 WIB. Pengamatan dilakukan hingga data dinyatakan cukup.

Langkah selanjutnya adalah melakukan pengambilan data dengan menggunakan metode NASA-TLX. Langkah awal dimulai dengan pengambilan nilai *rating* dan pengambilan bobot pelaksana mesin. Kartu berisi 15 perbandingan antar bobot dibagikan kepada pelaksana mesin. Bobot akan dikalikan dengan

rating kemudian dibagi 15 untuk mendapatkan skor NASA-TLX.

3. Hasil dan Pembahasan

Dalam penelitian ini data yang dikumpulkan berupa elemen kerja, *pre-work sampling*, performance rating, penentuan *allowance*, *workload analysis* dan skor NASA-TLX.

3.1 Identifikasi Elemen Kerja

Langkah awal yang dilakukan adalah menentukan elemen kerja berdasarkan Lembar Instruksi Kerja (LIK) perusahaan.

Tabel 3. Lembar Instruksi Kerja(LIK) PT XYZ

Posisi Jabatan	Job description
Pelaksana Mesin (Operator Pelaksana)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ambil alat kerja 2. Sambung benang putus dan hindari pancing ulang 3. Isi <i>roving</i> yang habis dan suapkan pada <i>roll draft</i> 4. Ganti <i>traveller</i> yang sudah aus 5. Betulkan <i>spindle tape</i> yang slip, cabut gulungan benang yang gembos dan ganti <i>bobbin</i> serta pancing lagi 6. Bersihkan <i>bottom roll</i> dan <i>top roll</i> dari <i>lapping</i>, gunakan pengkait bila perlu 7. Pisahkan bila ada <i>roving</i> cacat dan <i>roving</i> baik 8. Simpan <i>reused waste</i> hasil <i>lapping</i>, potongan <i>roving</i> pada kantong <i>waste</i> dan kumpulkan pada tempat yang disediakan 9. Ganti <i>top roll</i> yang cacat 10. Kontrol <i>spindle</i> dan pancing benang 11. Laksanakan pembersihan di daerah <i>roll draft</i>, <i>traveller gauge</i> dengan <i>stick</i>. 12. Kumpulkan alat-alat kerja menjelang akhir kerja dan simpan di tempat yang disediakan

Dari Tabel 3 diketahui *job description* pelaksana mesin Ring PT XYZ. Dari LIK di atas akan dilakukan penentuan elemen kerja. Penentuan elemen kerja berdasarkan pengamatan awal dan *brainstorming* dengan pihak perusahaan.

Diketahui pada Tabel 4 elemen-elemen kerja di PT. XYZ. Elemen kerja ini digunakan sebagai aktivitas produktif. Ada 7 aktivitas pokok dalam lembar instruksi kerja pelaksana mesin *ring*, yaitu: sambung benang, isi *roving* ganti *traveller*, cek *bobbin* dan *spindle*, pisah *roving*, simpan *waste* dan ganti *roving*.

Tabel 4. Elemen Kerja PT XYZ

No	Aktivitas
1	Sambung Benang
2	Isi <i>roving</i>
3	Ganti <i>traveller</i>
4	Cek <i>bobbin</i> dan <i>spindle</i>
5	Pisah <i>roving</i>
6	Simpan <i>waste</i>
7	Ganti <i>roving</i>

Sambung benang merupakan aktivitas utama dalam pengoperasian mesin *Ring* ini. Dimulai dari mengambil helai benang kemudian menyatukan sampai meletakkan *bobbin* ke *spindle* semula.

Isi *roving* adalah aktivitas pemasangan *roving* pada *creel and cradle* tempat menggantungnya *roving* pada mesin *ring*. Dimulai dari pelaksana mesin mengambil *roving* dari keranjang hingga memasangnya pada *creel*.

Cek *bobbin* dan *spindle* adalah aktivitas pengecekan mesin dan transportasi dari pelaksana mesin. Transportasi pada jenis pekerjaan ini adalah aktivitas perpindahan untuk pemeriksaan. Dimulai ketika operator berjalan mengecek mesin hingga operator berhenti pada *bobbin spindle* tertentu untuk melakukan penyambungan benang. Dalam aktivitas ini terjadi proses pemeriksaan *spindle bobbin* dan *roving* yang ada pada mesin *ring*. Dalam aktivitas ini pelaksana mesin juga mengalami perpindahan mesin dengan pola perpindahannya acak.

Pisah *roving* adalah aktivitas pemisahan *roving* dalam kereta dorong. *Roving* yang baik dipisahkan dari yang tidak baik untuk dipasang ke mesin *ring*. Dimulai dari mengambil *roving* dari keranjang untuk diinspeksi kemudian meletakkannya kembali.

Simpan *waste* adalah aktivitas pengambilan *reused waste* maupun *waste* yang dibuang. Dimulai dari membuka tutup *pneumafil box*. *Waste* disimpan di dalam karung, lalu menutup kembali tutup *pneumafil box*.

Ganti *roving* adalah aktivitas penggantian *roving* ditengah proses penggulungan. Hal ini bisa saja terjadi karena *roving* yang terpasang ternyata cacat di tengah proses seperti kempes atau gulungannya rusak sehingga menghambat penarikan benang dari *roving* ke *roll draft*. Dimulai dari penarikan *roving* dari *creel*, inspeksi kerusakan, dan meletakkan *roving* di keranjang *roving* cacat. Demikian juga dengan

penentuan aktivitas non-produktif. Penentuan dilakukan berdasarkan hasil diskusi dengan pihak PT XYZ. Aktivitas non produktif yang didapatkan tercantum dalam Tabel 5.

Tabel 5. Aktivitas non-produktif PT XYZ

No.	Aktivitas Non-Produktif	Keterangan
1	<i>Personal Times</i>	Pergi ke toilet Minum Beribadah Menelepon Menghilangkan bosan
2	<i>Fatigue</i>	Beristirahat ditengah kerja Menghela nafas Mengusap keringat Peregangan
3	<i>Non Job Description</i>	Membantu pekerjaan teman kerja yang tidak sebidang kerja.
4	<i>Idle</i>	Menunggu mesin hidup Menunggu mesin <i>Maintainance</i>

Berdasarkan data pada Tabel 5 dapat diketahui bahwa ada 4 jenis kegiatan non-produktif pada pelaksana mesin *Ring* ini yaitu *Personal Time*, *Fatigue*, *Non Job Description*, dan *Idle*. *Personal Time* adalah waktu yang digunakan untuk kebutuhan pribadi pelaksana mesin. *Fatigue* adalah kelelahan yang tidak dapat dihindarkan saat bekerja. *Non job description* adalah kegiatan yang dilakukan tapi tidak terkait dengan *job description*-nya. Sedangkan aktivitas *idle* adalah aktivitas menunggu

3.2 Pre-Work Sampling

Pre-Work Sampling adalah tahap awal dari proses pengambilan data *Work Sampling*. Data yang diambil adalah data persentase produktif dan persentase non-produktif. Pada penelitian ini digunakan derajat kepercayaan 95% dengan nilai $k = 2$. Nilai derajat ketelitian yang digunakan adalah 0,08.

Data yang dikumpulkan pada *pre-work sampling* berjumlah 800 data. Pengamatan dilakukan selama 2 jam yang dimulai pukul 9.00-11.00 WIB. Berdasarkan hasil yang diperoleh pada Tabel 6 dapat diketahui bahwa data yang dikumpulkan belum dinyatakan cukup karena $N < N'$. Untuk itu dibutuhkan pengambilan data kembali hingga data dinyatakan cukup. Data dinyatakan cukup jika $N > N'$.

Tabel 6. Aktivitas non-produktif PT. XYZ

Pelaksana	Data yang Terkumpul (N)	N'	% produktif	% Non-Produktif
Pelaksana 1	800	5625	0,9	0,1
Pelaksana 2	800	7708	0,92	0,08
Pelaksana 3	800	8465	0,93	0,07
Pelaksana 4	800	10738	0,945	0,055
Pelaksana 5	800	12195	0,95	0,05

3.3 Uji Kecukupan dan Keseragaman

Pada data *pre-work sampling* yang telah diambil dari hasil pengamatan maka dibutuhkan uji kecukupan data, yang bertujuan untuk mengetahui data yang kita ambil sudah cukup mewakili atau belum.

Pada penelitian ini digunakan derajat kepercayaan 95% dengan nilai $k = 2$. Nilai derajat ketelitian yang digunakan adalah 0,08.

1. Uji Kecukupan Data

Pada tabel ini dijelaskan tentang kecukupan data pelaksana mesin 1.

Tabel 7. Tabel Kecukupan Pelaksana Mesin *Ring /Spinning*

No	Pelaksana	Data yang Dikumpulkan Tiap Hari	Kecukupan pada hari ke-	N	N'	Keterangan
1	Pelaksana 1	800	6	4800	4425	$N > N'$, data dikatakan cukup
2	Pelaksana 2	800	7	5600	5189	$N > N'$, data dikatakan cukup
3	Pelaksana 3	800	8	6400	6319	$N > N'$, data dikatakan cukup
4	Pelaksana 4	800	10	8000	7850	$N > N'$, data dikatakan cukup
5	Pelaksana 5	800	8	6400	6224	$N > N'$, data dikatakan cukup

Berdasarkan hasil perhitungan jumlah kecukupan data terhadap 5 pelaksana mesin diperoleh bahwa nilai $N > N'$ untuk masing-masing pelaksana mesin. Sehingga data dinyatakan cukup. Waktu yang diperlukan untuk mencukupi kebutuhan data pelaksana 4 adalah 10 hari. Dengan data yang terkumpul sebesar 8000 dan kecukupan (N') sebesar 7850. Waktu yang diperlukan untuk mencukupi data pelaksana 4 adalah waktu yang terlama. Karena presentase produktif pelaksana 4 merupakan yang terbesar. Waktu yang diperlukan untuk mencukupi data pelaksana 1 adalah yang paling singkat. Pengambilan data hanya berlangsung selama 6 hari. Dengan total data 4800 dan nilai N' sebesar 4425. Hal ini disebabkan karena pelaksana 1 memiliki persentase produktif yang paling kecil.

2. Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman dilakukan untuk mengetahui apakah data yang didapat telah seragam dan tidak melebihi batas kontrol atas

(BKA) dan batas kontrol bawah (BKB) yang telah ditentukan. Uji keseragaman dilakukan terhadap 5 orang pelaksana mesin Ring. Data yang digunakan untuk dilakukan uji keseragaman adalah data persentase produktif yang dialami oleh masing-masing pelaksana. Berikut adalah contoh perhitungan uji keseragaman data untuk pelaksana 1 mesin Ring.

$$\bar{P} = \frac{\sum P}{\text{jml hari}} \quad (\text{pers.1})$$

$$= \frac{90\% + 89,75\% + 87,75\% + 88,75\% + 89,75\% + 87,63\%}{6}$$

$$= 89$$

$$\bar{N} = \frac{\sum N}{\text{jml hari}} \quad (\text{pers.2})$$

$$= \frac{800 + 800 + 800 + 800 + 800 + 800}{6}$$

$$= 800$$

Menentukan Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB). BKA dan BKB dihitung menggunakan rumus berikut:

$$BKA = \bar{P} + 3 \sqrt{\frac{\bar{P} - (1 - \bar{P})}{\bar{N}}} \quad (\text{pers.3})$$

$$= 89\% + 3 \sqrt{\frac{89\% - (100\% - 89\%)}{800}}$$

$$= 98\%$$

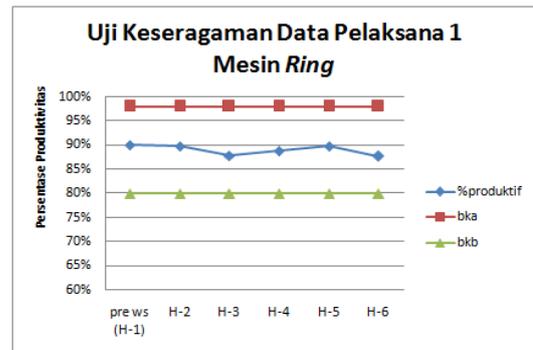
$$BKB = \bar{P} - 3 \sqrt{\frac{\bar{P} - (1 - \bar{P})}{\bar{N}}} \quad (\text{pers.4})$$

$$= 89\% - 3 \sqrt{\frac{89\% - (100\% - 89\%)}{800}}$$

$$= 80\%$$

Peta kontrol uji keseragaman data pelaksana 1 mesin Ring dapat dilihat pada gambar dibawah ini. Pada gambar dibawah dapat dilihat bahwa persentase produktif pelaksana 1 sudah berada diantara batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB). Sehingga dapat dikatakan bahwa data persentase produktif pelaksana 1 mesin Ring sudah seragam.

Peta kontrol uji keseragaman data pelaksana 1 mesin Ring dapat dilihat pada gambar di atas. Pada gambar dibawah dapat dilihat bahwa persentase produktif pelaksana 1 sudah berada diantara batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB). Sehingga dapat dikatakan bahwa data persentase produktif pelaksana 1 mesin Ring sudah seragam.



Gambar 1. Peta Kontrol Uji Keseragaman *Work Sampling* Pelaksana 1 Mesin Ring

Hasil perhitungan uji keseragaman data untuk 5 pelaksana mesin menunjukkan bahwa seluruh data persentase produktif masing-masing pelaksana mesin telah seragam. Hasil perhitungan tersebut berada diantara Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB). Pada Tabel 8 berikut ini ditampilkan hasil uji keseragaman 5 pelaksana mesin Ring.

Tabel 8. Hasil Uji Keseragaman 5 Pelaksana Mesin Ring

	Pre WS H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	BKA	BKB	Ket
Pelaksana 1	90,00%	89,80%	87,80%	88,80%	89,80%	87,60%	-	-	-	-	98,00%	80,00%	Data Seragam
Pelaksana 2	92,50%	90,00%	88,80%	89,50%	90,50%	88,80%	89,50%	-	-	-	93,00%	86,90%	Data Seragam
Pelaksana 3	93,10%	88,80%	89,00%	90,10%	91,40%	90,40%	91,40%	91,00%	-	-	93,70%	87,50%	Data Seragam
Pelaksana 4	94,50%	90,10%	90,40%	91,80%	92,60%	91,50%	91,00%	91,60%	93,10%	92,60%	101,00%	82,20%	Data Seragam
Pelaksana 5	93,10%	92,90%	89,10%	92,60%	91,90%	89,00%	90,60%	90,90%	-	-	100,00%	81,90%	Data Seragam

3.3.1 Penentuan Performance Rating

Performance Rating bertujuan untuk memberi penilaian atau mengevaluasi kecepatan kerja seorang operator. Dalam penelitian ini, penilaian *performance rating* berdasarkan tabel *Westinghouse System*.

Berikut ini adalah contoh perhitungan *performance rating* untuk pelaksana mesin.

$$Performance\ rating = 1 + rating\ factor$$

$$Performance\ rating = 1 + 0$$

$$Performance\ rating = 1$$

Tabel 9. *Performance Rating 5 Pelaksana Mesin Ring*

No.	Pelaksana	Westinghouse system				PR	Keterangan
		Skill	Effort	Condition	Consistency		
1	Pelaksana mesin 1	D=0	D=0	D=0	D=0	1	Rata-rata
2	Pelaksana mesin 2	D=0	D=0	D=0	D=0	1	Rata-rata
3	Pelaksana mesin 3	D=0	D=0	D=0	D=0	1	Rata-rata
4	Pelaksana mesin 4	D=0	D=0	D=0	D=0	1	Rata-rata
5	Pelaksana mesin 5	D=0	D=0	D=0	D=0	1	Rata-rata

Tabel 9 menunjukkan bahwa seluruh pelaksana mesin yang menjadi objek pengamatan memiliki nilai PR sebesar 1 yang artinya aktivitas pelaksana mesin tersebut adalah rata-rata. Pengertian rata-rata adalah tidak ada perubahan kondisi kerja pada *skill, effort, condition dan consistency*. Dalam penelitian ini pelaksana mesin dianggap melakukan aktivitasnya dengan kemampuan rata-rata sesuai dengan cara pelaksana mesin tersebut melakukan aktivitas seperti dalam kebiasaannya.

3.3.2 Penentuan Allowance

Perhitungan *allowance* dihitung menggunakan tabel rekomendasi kelonggaran dari International Labour Organizational (ILO) dengan 12 kategori. Penilaiannya berdasarkan pengamatan di lapangan. Perhitungan kelonggaran dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. *Allowance Pelaksana Mesin Ring*

No.	Operator	Kategori Allowance berdasarkan ILO												Total
		A1	A2	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	
1	Pelaksana 1	5	4	2	0	1	2	4	2	0	4	1	0	25%
2	Pelaksana 2	5	4	2	0	1	2	4	2	0	4	1	0	25%
3	Pelaksana 3	5	4	2	0	1	2	4	2	0	4	1	0	25%
4	Pelaksana 4	5	4	2	0	1	2	4	2	0	4	1	0	25%
5	Pelaksana 5	5	4	2	0	1	2	4	2	0	4	1	0	25%

3.3.3 Penentuan Nilai Beban Kerja Fisik

Aktivitas non-produktif dibagi menjadi 4 aktivitas, yaitu: *Fatigue, Personal, Non Job Desc, Idle*. Sedangkan aktivitas produktif dibagi menjadi 7, yaitu: *sambung benang, isi roving, ganti traveller, cek bobbin & spindle, pisah roving, simpan waste, dan ganti roving*.

Tabel 11 menunjukkan aktivitas produktif dan aktivitas non-produktif pelaksana mesin *Ring*. Persentase kegiatan diatas diperoleh dari pengamatan yang dilakukan selama kurang lebih 2 jam tiap harinya mulai pukul 09.00 - 11.00 WIB.

Tabel 11. *Aktivitas Produktif dan Non-Produktif*

No	Elemen kerja	% Aktivitas PM 1	% Aktivitas PM 2	% Aktivitas PM 3	% Aktivitas PM 4	% Aktivitas PM 5	Keterangan
1	Sambung benang	89,12%	89,02%	90,64%	91,92%	91,64%	Aktivitas Produktif
2	Isi Roving						
3	Ganti Traveller						
4	Cek Bobbin & Spindle						
5	Pisah Roving						
6	Simpan Waste						
7	Ganti Roving						
8	Fatigue	10,88%	10,98%	9,36%	8,08%	8,36%	Aktivitas Non-Produktif
9	Personal						
10	Non-job						
11	Idle						

3.3.4 Penentuan Jumlah Operator

Berdasarkan hasil perhitungan beban kerja yang dilakukan terhadap 5 pelaksana mesin *Ring* maka dapat dihitung jumlah pekerja yang dibutuhkan dalam menyelesaikan pekerjaan. Berikut adalah perhitungan jumlah pekerja yang dibutuhkan berdasarkan beban kerja dengan mengelompokannya sesuai jenis pekerjaan.

Jumlah pelaksana yang menjadi subjek pengamatan adalah 5 orang. Lima orang. Pelaksana mesin *Ring* tersebut memiliki beban kerja melebihi 100%, sehingga dapat dikategorikan beban kerja yang tinggi. Sehingga diperlukan perhitungan jumlah pekerja yang dibutuhkan. Berikut ini adalah ilustrasi dari penambahan operator sehubungan dengan penambahan beban kerja.

Total Beban Kerja

$$111\%+111\%+113\%+115\%+114\% = 564\%$$

Rata-rata beban kerja (kondisi real dengan 5 pekerja)

$$= \frac{564\%}{5}$$

$$= 112,8\%$$

Rata-rata beban kerja (rekomendasi penambahan 1 pekerja)

$$= \frac{564\%}{6}$$

$$= 94,56\%$$

Rata-rata beban kerja (rekomendasi penambahan 2 pekerja)

$$= \frac{564\%}{7}$$

$$= 80,57\%$$

Setelah dilakukan perhitungan dengan membagi total beban kerja terhadap lima orang pekerja (kondisi nyata) maka diperoleh rata-rata beban kerja yang diterima pelaksana mesin sebesar 112,8 %, namun jika dibagi dengan enam orang pekerja atau yang berarti menambah satu orang pekerja maka rata-rata beban kerja menjadi 94,56%. Kondisi yang

sama diterapkan dengan penambahan 1 orang lagi untuk mengetahui tingkat beban kerja. Maka hasilnya adalah 80,57%. Persentase tersebut masih normal karena berada dibawah 100%. Persentase 80,57% merupakan persentase yang jauh dibawah 100%. Pada angka 80% dikhawatirkan pekerja lebih banyak menganggur daripada bekerja. Maka dari itu dari hasil perhitungan diputuskan untuk menambah 1 orang pelaksana mesin berdasarkan analisis beban kerja fisik.

3.4 Pengumpulan Data NASA-TLX

Pengumpulan data nasa TLX dilakukan dengan menggunakan lembar pengamatan khusus milik NASA-TLX. Pengambilan data menggunakan 2 kuesioner, kuesioner untuk bobot dan kuesioner *rating*. Setelah dilakukan pengambilan data menggunakan Lembar Pengamatan Kerja NASA TLX, kemudian dilakukan pengambilan bobot.

3.4.1 Penentuan Bobot Kerja

Pengambilan bobot dilakukan dengan cara melakukan kegiatan wawancara menggunakan Lembar Bobot NASA TLX. Lembar bobot NASA-TLX diberikan kepada 5 orang pekerja terhadap pekerjaan yang mereka lakukan. Pemberian bobot bertujuan untuk mengetahui faktor apa yang paling berpengaruh pada jenis pekerjaan tersebut. Pada pengamatan ini bobot yang diperoleh adalah sebagai berikut.

Tabel 12. Aktivitas Produktif dan Non- Produktif

Faktor	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5
<i>Mental Demand</i>	2	2	3	1	3
<i>Physical Demand</i>	5	4	5	5	5
<i>Temporal Demand</i>	4	5	4	4	4
<i>Performance</i>	0	0	0	0	1
<i>Effort</i>	1	1	1	2	0
<i>Frustration</i>	3	3	2	3	2
Total	15	15	15	15	15

Dapat diketahui dari Tabel 12 perolehan bobot tertinggi ada pada *temporal demand* dan *Physical demand*. Hal ini menunjukkan bahwa jenis pekerjaan ini membutuhkan kapasitas fisik dan penggunaan waktu yang tinggi. Penggunaan waktu yang tinggi bisa saja terkait dengan cepat atau tidaknya mengerjakan pekerjaannya. Penggunaan waktu dalam pekerjaan menyambung benang perlu diperhitungkan. Karena jumlah spindle yang

banyak dengan pola putus benang yang tidak dapat diprediksi. Maka faktor *temporal demand* dan *physical demand* dapat dikaitkan dengan waktu yang dibutuhkan untuk menyambung benang pada tiap mesin serta kebutuhan fisik para pelaksana mesin. Bobot terendah diperoleh oleh *performance*. *Performance* dijelaskan sebagai seberapa yakin pekerja dapat memenuhi target. Pada pekerjaan mesin ring ini pekerja tidak dituntut untuk menyelesaikan target produksi per mesin. Cepat atau lambat selesainya suatu pekerjaan didominasi oleh kerja mesin *ring*.

3.4.2 Penentuan Rating Scale

Tahap selanjutnya adalah penentuan *Rating Scale*. *Rating Scale* adalah alat numerik yang bertujuan untuk mendapatkan hal-hal yang merefleksikan faktor kerja yang dirasakan operator. Subjek diminta untuk menandai skala di nomor yang diinginkan. Dalam situasi tertentu pengisian *Rating Scale* dapat didampingi secara verbal atau model wawancara sesuai dengan panduan dari *NASA-TLX Guide v.1.0*. *Rating scale* yang digunakan adalah, *mental demand*, *physical demand*, *temporal demand*, *performance*, *effort*, *frustration*. Penilaian rating tercantum pada Tabel 13.

Tabel 13. Perolehan Rating Scale

Faktor kerja	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 5
<i>Mental Demand</i>	75	70	80	80	75
<i>Physical Demand</i>	70	75	70	80	80
<i>Temporal Demand</i>	70	70	70	80	70
<i>Performance</i>	60	60	55	55	60
<i>Effort</i>	60	70	70	60	70
<i>Frustration</i>	60	60	70	70	60

3.4.3 Perhitungan Weighted Workload

Pada bagian ini, nilai bobot aspek akan dikombinasikan dengan *rating* yang telah diberikan oleh pekerja terhadap pekerjaan yang dihadapinya dengan cara mengalikannya. Hal ini dimaksudkan untuk memperoleh nilai beban kerja mental (*mental workload*) pada tiap pekerja. Ada 6 faktor yang akan dikombinasikan, yaitu *Mental Demand*, *Physical Demand*, *Temporal Demand*, *Performance*, *Effort*, *Frustration*. Masing-masing faktor mempunyai bobot yang sudah

ditentukan oleh pekerja dalam pengisian bobot pada kegiatan pengumpulan data. Selain itu, tiap faktor juga telah ditentukan seberapa besar faktor tersebut muncul (*rating factor*) pada kegiatan pengumpulan data. Bobot dan *rating* pada tiap faktor akan dikalikan. Lalu nilai hasil perkalian dari masing-masing faktor dijumlahkan kemudian dibagi 15 menghasilkan nilai *weighted rating*.

Tabel 14. Perolehan Rating Scale

	PM 1	PM 2	PM3	PM4	PM5
MD	150	140	240	80	225
PD	350	300	350	400	400
TD	280	350	280	320	280
P	0	0	0	0	60
E	60	70	70	120	0
F	180	180	140	210	120
Total	1020	1040	1080	1130	1085
Skor	68	69,33	72	75,33	72,33

Nilai *Weighted Rating* yang dihasilkan merupakan nilai beban kerja mental yang dialami oleh pekerja. Tidak ada pembagian kategori tinggi rendah beban kerja pada metode NASA-TLX. Penentuan skala tinggi atau rendah bisa berdasarkan subjektifitas seseorang. Tetapi pada NASA-TLX ini telah ditentukan titik normalnya. Suatu skor dimana rata-rata beban mental manusia seharusnya. Titik tersebut berada pada level skor 60. Perolehan skor tertinggi ada pada pelaksana mesin 4 dengan skor 75,33.. Skor yang ada merupakan cerminan dari beban mental yang dirasakan oleh para pelaksana mesin.

3.4.4 Perhitungan Jumlah Pelaksana Mesin berdasarkan NASA-TLX

Berdasarkan hasil perhitungan beban kerja yang dilakukan terhadap 5 pelaksana mesin Ring maka dapat dihitung jumlah pekerja yang dibutuhkan dalam menyelesaikan pekerjaan. Berikut adalah perhitungan jumlah pekerja yang dibutuhkan berdasarkan beban mental dengan mengelompokannya sesuai jenis pekerjaan.

Jumlah pelaksana yang menjadi subjek pengamatan adalah 5 orang. 5 orang pelaksana mesin Ring tersebut memiliki beban mental melebihi 60, sehingga dapat dikategorikan beban kerja yang tinggi. Sehingga diperlukan perhitungan jumlah pekerja yang dibutuhkan.

$$\begin{aligned} \text{Total beban kerja} \\ 68,69 + 69,33 + 72 + 75,33 + 72,33 \\ = 356,99 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata beban kerja (kondisi real dengan 5 pekerja)} \\ = \frac{356,99}{5} \\ = 71,4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata beban kerja (rekomendasi penambahan 1 pekerja)} \\ = \frac{356,99}{6} \\ = 59,49 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata beban kerja (rekomendasi penambahan 2 pekerja)} \\ = \frac{356,99}{7} \\ = 50,99 \end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan dengan membagi total beban mental terhadap lima orang pekerja (kondisi nyata) maka diperoleh rata-rata beban kerja yang diterima pelaksana mesin sebesar 71,4. Tetapi jika dibagi dengan enam orang pekerja atau yang berarti menambah satu orang pekerja maka rata-rata beban kerja menjadi 59,49. Ketika ditambah menjadi 7 orang pelaksana mesin didapatkan rata-rata sebesar 50,99. Sehingga mempertimbangkan bobot dari NASA-TLX yang menyatakan bahwa jenis pekerjaan ini tidak memerlukan aktivitas mental yang sangat besar maka hanya diperlukan penambahan sebanyak 1 orang saja.

3.5 Analisa Kecukupan Pelaksana Mesin Ring

Pada tahap ini akan dilakukan analisa terhadap perhitungan beban fisik dan mental dari 2 metode diatas. Perhitungan beban fisik menggunakan *Workload Analysis* (WLA) sedangkan beban mental menggunakan NASA-TLX. Berikut ini adalah rekap hasil perhitungan 2 metode tersebut.

Tabel 15. Hasil Perhitungan Workload Analysis dan NASA-TLX

Nomor	Workload Analysis	NASA-TLX
1	111%	68
2	111%	69,33
3	113%	72
4	115%	75,33
5	114%	72,33

Dari Tabel 15 di atas dapat diketahui besarnya beban kerja fisik dan mental yang

diderita oleh setiap pelaksana. Data menunjukkan bahwa pelaksana 1, memperoleh beban kerja fisik sebesar 111% dengan skor NASA-TLX 68. Sedangkan pelaksana 2 memperoleh beban kerja secara fisik sebesar 111% dengan skor NASA-TLX 69,33. Pelaksana mesin 1 dan 2 memiliki nilai beban fisik terendah. Keduanya memiliki nilai beban fisik 111%. Ditinjau dari besarnya beban mental berdasar pada NASA-TLX menunjukkan perbedaan yang tidak terlalu besar dengan skor beban mental sebesar 68 untuk pelaksana1 dan pelaksana 2 mengalami skor sebesar 69,33.

Pelaksana 3 memperoleh beban kerja fisik sebesar 113% dengan skor NASA-TLX 72. Pelaksana 4 memperoleh beban fisik sebesar 115% dengan skor 75,33. Sedangkan pada pelaksana 5 memperoleh beban fisik sebesar 114% dengan skor NASA-TLX 72, 33. Pelaksana mesin 4 mengalami beban fisik dan beban mental yang tertinggi. Ditinjau dari besarnya persentase produktif menunjukkan bahwa pelaksana mesin 4 ini paling produktif diantara yang lainnya yaitu 91,92%. Demikian juga dengan beban mental berdasarkan NASA-TLX pelaksana 4 juga menjadi yang tertinggi yaitu sebesar 75,33.

Pada NASA-TLX diketahui bahwa *acceptance score* yang disarankan adalah pada skor 60. Lebih dari 60 dapat dikatakan beban mental tinggi. Gejala yang timbul biasanya pandangan mulai tidak fokus dan merasa bosan hingga yang terparah adalah tidak beraturnya denyut jantung. Sedangkan pada *Workload Analysis* batas tertingginya sebesar 100%. Gejala yang timbul jika lebih dari 100% adalah kelelahan yang dapat berakibat pada kecelakaan kerja.

Pada dasarnya semua pelaksana mesin memiliki beban mental yang melebihi nilai batas kewajaran. Dapat diketahui dari Tabel 12 tentang perbandingan persentase aktivitas pelaksana 1, 2 dan 4. Meskipun pelaksana 4 memiliki persentase produktif tertinggi namun tak semua elemen kerja dikerjakan oleh pelaksana 4. Dari seluruh kegiatan produktif hanya pelaksana mesin 2 yang pernah mengganti *traveller* mesin. Namun hanya pelaksana mesin 4 dan 5 pernah mengganti gulungan roving yang cacat. Aktivitas yang paling banyak dilakukan oleh pelaksana mesin yaitu adalah aktivitas menyambung benang. Dari analisa diatas, dapat diketahui dari Tabel 12 bahwa pekerjaan yang dilakukan bersifat acak. Tidak ada pembagian *job-desc* khusus

antara 1 pelaksana dengan pelaksana lain.

Tabel 12. Tabel Perbandingan Persentase Aktivitas

No	Elemen kerja	% PM 1	% PM 2	% PM 3	% PM 4	% PM 5
1	Sambung benang	75,5	71,3	71,3	70,4	70,5
2	Isi Roving	3,4	4	5	5,8	4,3
3	Ganti Traveller	0	0,6	0	0	0
4	Cek Bobbin & Spindle	5,2	6,6	4,6	6,4	7,7
5	Pisah Roving	2,2	2,9	4,7	5,6	4,4
6	Simpan Waste	2,6	3,4	4,8	3,3	4,2
7	Ganti Roving	0	0	0	0,5	0,2
8	Fatigue	5,5	6,4	6,6	4,9	5,6
9	Personal	5,2	4,5	2,8	3,2	2,6
10	Non-job	0	0	0	0	0
11	Idle	0	0	0	0	0

Dari rekap hasil data, dapat diketahui bahwa semakin tinggi nilai Workload Analysis maka semakin tinggi pula skor NASA-TLX hal ini membuktikan bahwa semakin tinggi beban mental maka semakin tinggi pula beban fisiknya. Pada perhitungan *Workload Analysis* didapatkan jumlah operator seharusnya. Dari yang berjumlah 5 harus ditambah 1 orang lagi menjadi 6. Dengan beban awal sebesar 112,8% menjadi 94,56%. Pada perhitungan NASA-TLX juga telah didapatkan jumlah operator seharusnya. Dari yang berjumlah 5 harus ditambah 1 orang lagi menjadi 6. Dengan beban awal 71,4 menjadi 59,49. Penambahan karyawan dilakukan agar beban kerja baik secara fisik maupun mental yang dirasakan setiap pelaksana mesin tidak melebihi dari batas yang telah ditentukan.

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini berdasarkan hasil pengolahan data dan analisa pembahasan adalah sebagai berikut:

1. Beban fisik diukur menggunakan metode *Workload Analysis*. Pada pelaksana 1 dapat diketahui, memperoleh beban kerja fisik sebesar 111%. Pelaksana 2 memperoleh beban fisik sebesar 111%. Pelaksana 3 memperoleh beban fisik sebesar 113%. Pelaksana 4 memperoleh beban fisik sebesar 115%. Pada pelaksana 5 memperoleh beban fisik sebesar 114%.

Beban mental diukur menggunakan NASA-TLX pelaksana 1 dengan skor NASA TLX 68. Pelaksana 2 dengan skor NASA TLX 69,33. Pelaksana 3 dengan skor NASA TLX 72. Pelaksana 4 dengan skor 75,33. Dan pada pelaksana 5 dengan skor NASA-TLX sebesar 72, 33.

2. Berkaitan dengan jumlah pelaksana di bagian *Ring-spinning* dapat diketahui bahwa semua pelaksana memiliki beban mental maupun fisik yang melebihi ambang batas. Berdasarkan *workload analysis*, kekurangan pelaksana mesin adalah 1 orang. Dengan beban awal sebesar 112,8% menjadi 94,56%. Pada perhitungan NASA-TLX juga telah didapatkan jumlah operator seharusnya. Dari yang berjumlah 5 harus ditambah 1 orang lagi menjadi 6. Dengan beban awal 71,4 menjadi 59,49 dengan pengurangan beberapa faktor penyebab tingginya beban mental. Penambahan karyawan dilakukan agar beban mental yang dirasakan setiap pelaksana mesin tidak melebihi dari batas yang telah ditentukan.

Tarwaka. (2004), *Ergonomi Untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*, Uniba Press, Surakarta.

Wignjosuebrotto, Sritomo, (2008). "*Ergonomi Studi Gerak dan Waktu*", Gunpa Widya, Surabaya.

Daftar Pustaka

Hart, Sandra G. (1990). "*NASA Task Load Index (NASA-TLX): 20 Years Later*", Moffett Field: NASA-Ames Research Center

Nurmianto, Eko. (2004), *Ergonomi: Konsep Dasar dan Aplikasinya*, Prima Printing, Surabaya.

Rubio, et al (2004), "*Evaluation of Subjective Mental Workload: A Comparison of SWAT, NASA-TLX and Workload Profile Methods*", *International Journal of Applied Psychology*, Vol. 1, hlm 61-86.

Silalahi, Bennett N.B & Rumondang Silalahi. (1995), "*Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja*", Pustaka Binaman Pressindo, Jakarta.

Suma'mur. (1996), *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja*, Gunung Agung, Jakarta.