

ANALISIS BEBAN KERJA OPERATOR PAPER MESIN #6 PT. INDAH KIAT PULP AND PAPER TBK MENGGUNAKAN METODE *CARDIOVASCULAR LOAD (CVL) DAN SUBJECTIVE WORKLOAD ASSESSMENT TECHNIQUE (SWAT)*

Faradila Ananda Yul, Sat Rudi Setiyawan

^{1,2}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Riau, Jln. Tuanku Tambusai Ujung, Pekanbaru, Riau.

E-mail : faradila@umri.ac.id

ABSTRACT

PT. Indah Kiat Pulp and Paper Tbk is a manufacturing company engaged in pulp processing, one of the largest paper machines in Perawang is Paper machine #6. Paper machine #6 operates continuously 24 hours and to support the production process, the employee's working hours are divided into 3 work shifts. The problem that occurs in this paper machine is the high number of work accidents due to the high workload felt by the operator, causing the operator to be physically and mentally exhausted. The study was conducted on Wet End, Dry End, Chemical, Winder and Thimons production station operators, namely measuring physical workload using the Cardiovascular Load (CVL) method and measuring mental workload using the Subjective Workload Assessment Technique (SWAT) method. The results of the calculation of the CVL method that the greatest physical workload in shift 3 group B occurs in the Thimons 1 operator having a % CVL value of 46.62 % with a recommendation that repairs are needed and the Wet End 3 operator with a % CVL value of 44.74 % with information repair is needed. Based on the CVL results, as many as 12 employees experienced a physical workload. In contrast to shift heads and Desktop Control System (DCS) operators, the perceived workload tends to be more of a mental burden. Research on shift heads and DCS operators uses the method, the SWAT method is used to measure mental workload. The research was conducted by direct observation and interviews, then the shift heads and DCS operators were asked to sort 27 SWAT cards consisting of Time Load (T), Mental Effort Load (E) and Psychological Stress Load (S). The results of the SWAT card sorting were processed using the DosBox 0.74 application, after which the values of Time, Effort and Stress (T.E.S) were converted. Based on the calculation of the mental workload of the shift head, the most influential factor is the Time factor with a value of 60.44% followed by the Effort and Stress factors with a value of 29.64% and 9.92%. It is similar to the DCS operator, the most influential factor is the Time factor with a value of 68.57% followed by the Effort and Stress factors with a value of 23.29% and 8.13%, respectively. Time burden is the main factor felt by employees because of the demands of work that require employees to be fast in carrying out every activity.

Keywords: Cardiovascular Load (CVL), Mental Effort Load (E), Psychological Stress Load (S), Subjective Workload Assessment Technique (SWAT), Time Load (T)

ABSTRAK

PT. Indah Kiat Pulp and Paper Tbk merupakan perusahaan industri manufaktur yang bergerak dibidang pengolahan bubur kertas, salah satu mesin kertas terbesar di Perawang adalah Paper mesin #6. Paper mesin #6 beroperasi secara kontinyu 24 jam dan untuk mendukung proses produksi tersebut jam kerja karyawan dibagi menjadi 3 shift kerja. Permasalahan yang terjadi pada paper mesin ini adalah tingginya angka kecelakaan kerja dikarenakan

tingginya beban kerja yang dirasakan oleh operator sehingga menyebabkan operator kelelahan baik fisik maupun mental. Penelitian dilakukan pada operator stasiun produksi *Wet End*, *Dry End*, *Chemical*, *Winder* dan *Thimons* yaitu dilakukan pengukuran beban kerja fisik dengan menggunakan metode *Cardiovascular Load* (CVL) dan pengukuran beban kerja mental dengan metode *Subjective Workload Assessment Technique* (SWAT). Hasil perhitungan metode CVL bahwa beban kerja fisik yang paling besar pada shift 3 grup B terjadi pada operator *Thimons* 1 memiliki nilai % CVL sebesar 46,62 % dengan rekomendasi diperlukan perbaikan dan operator *Wet End* 3 dengan nilai % CVL sebesar 44,74 % dengan keterangan diperlukan perbaikan. Berdasarkan hasil CVL, sebanyak 12 karyawan mengalami beban kerja fisik. Berbeda dengan kepala *shift* dan operator *Dekstop Control System* (DCS), beban kerja yang dirasakan cenderung lebih ke beban mental. Penelitian pada kepala *shift* dan operator DCS menggunakan metode, metode SWAT digunakan untuk mengukur beban kerja mental. Penelitian dilakukan dengan cara pengamatan dan wawancara secara langsung, selanjutnya kepala *shift* dan operator DCS diminta untuk mengurutkan 27 lembar kartu SWAT yang terdiri dari *Time Load*(T), *Mental Effort Load*(E) dan *Psychological Stress Load* (S). hasil pengurutan kartu SWAT diolah dengan menggunakan aplikasi *DosBox* 0.74, setelah itu dilakukan pengkonversian nilai dari *Time*, *Effort* dan *Stress* (T.E.S). Berdasarkan perhitungan beban kerja mental kepala *shift*, faktor yang paling berpengaruh adalah faktor *Time* dengan nilai 60,44% diikuti faktor *Effort* dan *Stress* dengan nilai 29,64% dan 9,92%. Hal serupa dengan operator DCS, faktor yang paling berpengaruh adalah faktor *Time* dengan nilai 68,57% diikuti faktor *Effort* dan *Stress* dengan nilai 23,29% dan 8,13%. Beban waktu menjadi faktor utama yang dirasakan oleh karyawan karena tuntutan pekerjaan yang mengharuskan karyawan harus cepat dalam melakukan setiap aktivitas.

Kata kunci : *Cardiovascular Load* (CVL), *Mental Effort Load* (E), *Psychological Stress Load* (S), *Subjective Workload Assessment Technique* (SWAT), *Time Load* (T)

I. PENDAHULUAN

PT Indah kiat pulp and paper Tbk merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang bergerak dalam bidang industri kertas, dengan produk utama yaitu *pulp* atau bubur kertas, kertas putih atau *fine paper*, *carton box* atau kertas *packing*, dan *Tissue*. Terdapat Sembilan unit mesin kertas yang beroperasi di Perawang dan Paper Mesin #6 merupakan mesin kertas terbesar.

Pada proses pembuatan kertas di Paper mesin #6 terdapat lima proses produksi yaitu *Dekstop Control System* (DCS), *Chemical and Stock preparation*, *Wet end* proses, *Drying* proses, *Winding* proses, dan *Thimons* proses. Proses produksi kertas berlangsung secara kontinyu 24 jam, untuk mendukung proses produksi tersebut dibentuk 4 grup karyawan proses produksi yaitu grup A, grup B, grup C dan grup D, jadwal kerja karyawan produksi adalah 5 hari kerja 2 hari libur dengan pembagian jam kerja untuk *shift* 1 pukul 07:00 s/d 15:00, *shift* 2 pukul 15:00 s/d 23:00, dan *shift* 3 pukul 23:00 s/d 07:00.

Berdasarkan wawancara terhadap operator *Wet end* dan *dry end*, pada saat terjadi *reject* seperti kertas putus/*web break*, target yang diberikan oleh manajemen dirasakan sangat singkat, target untuk *web break* pada *Pre dryer* mesin adalah 15 menit, target untuk *web break* pada *Sizepress* mesin adalah 10

menit, target untuk *web break* pada *Reel* mesin adalah 5 menit, target waktu yang diberikan dirasakan terlalu singkat dikarenakan operator juga harus melakukan *cleaning* pada semua area mesin, operator bekerja secara ekstra untuk mengejar target, akibatnya sering terjadi kecelakaan kerja. data kecelakaan kerja yang terjadi di Paper mesin #6 dapat dilihat pada tabel 1.1.

Operator mesin *Winder* merasakan tingginya beban kerja ketika produksi *roll ekspor*, dalam satu kali turun terdapat 12 s/d 13 *deckle* atau ukuran *small roll*, dan untuk satu *jumbo roll* terdapat 10 (sepuluh) kali turunan hasil produksi, yang berarti dalam 1 *jumbo roll* menghasilkan 120 *small roll*, Ketika dua mesin *winder* memproduksi *roll ekspor* sering terjadi penumpukan pada area *winder* dan jalur *conveyor*, di tambah dengan pekerjaan melakukan pengeleman, pengecekan kualitas *small roll*, serta penempelan id *barcode* pada masing-masing *small roll* sedangkan personil hanya terbatas.

Dilakukan wawancara terhadap operator mesin *thimons*, operator *thimons* mengeluhkan kondisi operator yang hanya berjumlah 1 orang harus mengoperasikan 3 unit mesin *thimons*, dan mengoperasikan *crane* untuk pengangkatan material dari *basement* ke lantai 1.

Berbeda halnya dengan Kepala *shift* dan operator *Dekstop Control System* (DCS), beban kerja

yang dirasakan cenderung lebih ke beban mental, seorang kepala *shift* harus mengatur sebuah tim, dengan karakter operator yang berbeda-beda, operator DCS mengeluhkan aktivitas yang harus dilakukan dalam mengendalikan 9 unit komputer, operator DCS harus cepat menemukan penyebab masalah mesin, penyebab terjadinya kertas putus dan mengatur material pendukung bahan baku kertas.

Beban kerja dirasakan oleh semua operator di semua bagian mesin di karenakan kekurangan personal, dengan pola kerja shift, pada *schedule* biasa operator wajib masuk untuk lembur menyelesaikan target pekerjaan, bahkan ada yang melanjutkan kerja dari pukul 15:00 s/d 07:00 untuk menggantikan personal yang cuti, sedangkan pukul 15:00 harus masuk kerja kembali, waktu istirahat yang kurang menjadi salah satu penyebab terjadinya kecelakaan kerja seperti disampaikan oleh pengurus safety paper mesin #6, dalam beberapa tahun terakhir sering terjadi kecelakaan yang di alami oleh operator paper mesin #6

Berikut data kecelakaan yang terjadi pada periode September 2014 hingga Oktober 2020 :

Tabel 1.1. Data kecelakaan kerja karyawan paper mesin #6

Kejadian	Tanggal kecelakaan	Jam	Lokasi kecelakaan	Akibat dan sebab dari kecelakaan
kejadian 1	14/9/2014	02.45.wib	winder 2	Kaki terjepit roll dan winder drum saat melakukan penyambungan kertas
kejadian 2	14/4/2015	14.31.wib	calender 1	Saat memperhatikan proses penyambungan kertas, conveyor fibron bergerak dan membentur kepala
kejadian 3	11/02/2016	20.00 wib	forming section	Paha kiri terasa sakit, jatuh dari ketinggian ± 1.5 meter ketika melakukan pengecekan head box
kejadian 4	11/08/2016	15.30 wib	basement press section	Wajah dan kedua mata merah dan perih (mata kabur) terkena percikan bahan kimia sewaktu memperbaiki siph glass melakukan pengecekan tekanan
kejadian 5	15/09/2016	04.00 wib	mcc mesin	Mata kanan dan kiri terasa perih terkena debu ketika melakukan pengecekan ac sirkulasi udara mcc
kejadian 6	05/12/2016	07.30 wib	wp-3	Mata kiri terasa perih terkena debu sewaktu melintas di wp-3 ke lokasi kerja
kejadian 7	02/06/2017	06.40.wib	winder 2	Jari tangan terjepit roll sheet threader saat melakukan penyambungan kertas
kejadian 8	12/05/2017	19.50.wib	press section	Jari manis tangan kanan terjepit handrail pickup roll
kejadian 9	11/01/2018	12.30.wib	thimon c	Jari tangan kiri terjepit pada small roll dan roll wrapping
kejadian 10	5/1/2019	10.05.wib	pre dryer hood	kepala robek terbentur manual valve steam
kejadian 11	21/4/2019	11.30.wib	winder 2	jari telunjuk tangan kanan terjepit core dan beam
kejadian 12	2/2/2020	18.20.wib	winder 1	lengan kiri lebam terjepit small roll
kejadian 13	11/10/2020	18.20.wib	sizepress	kening robek terbentur nozzle hose udara

Sumber: PT. IKPP, 2021

Data di atas menunjukkan bahwa kecelakan kerja yang terjadi pada paper mesin #6 cukup tinggi, berdasarkan hasil wawancara dengan dari karyawan pada stasiun produksi paper mesin #6 yang

mengeluhkan beban kerja yang tinggi, beban kerja yang tinggi akan menimbulkan kelelahan sehingga membuat konsentrasi karyawan berkurang dan mengakibatkan kecelakaan kerja.

Berdasarkan latar belakang di atas perlu dilakukan pengukuran beban kerja dengan menggunakan metode *Cardiovascular Load (CVL)*, metod ini dilakukan dengan membandingkan antara pengukuran denyut nadi istirahat dan pengukuran denyut nadi kerja. Sedangkan untuk beban kerja mental digunakan analisis dengan menggunakan metode *Subjective Workload Assesment Technique (SWAT)*, metode ini dilakukan dengan penilaian subjektif terhadap responden yang mengalami beban kerja mental pada stasiun produksi Paper mesin #6.

II. TINJAUAN PUSTAKA

1. Beban kerja

Beban kerja merupakan suatu kondisi pekerjaan dengan beberapa uraian tugas yang wajib dikerjakan sesuai target atau batas waktu yang telah ditentukan. Beban kerja adalah tingkatan pekerjaan yang harus ditanggung oleh suatu unit organisasi atau pemangku jabatan dan merupakan hasil kali antara norma waktu dan volume (Achyana,2016). Salah satu teknik manajemen untuk mendapatkan informasi jabatan adalah dengan melakukan pengukuran beban kerja melalui proses penelitian yang dilakukan secara analisis. Maksud dari informasi jabatan tersebut dapat digunakan untuk menyempurnakan sumberdaya manusia dan aparatur suatu lembaga (Sastra,2017)

Munculnya beban kerja diakibatkan adanya interaksi antara tugas yang diberikan kepada operator. Faktanya faktor fisik dan faktor psikologis saling berpengaruh. Untuk itu diperlukan pengukuran beban kerja pada suatu perusahaan agar faktor fisik dan faktor psikologis manusia dalam pekerjaannya diketahui. Sehingga tidak berakibat pada motivasi dan performansi kerja.

Faktor-faktor yang mempengaruhi beban kerja menurut (Achyana,2016) adalah sebagai berikut:

a. Faktor eksternal adalah beban kerja yang berasal dari luar tubuh:

1. Tugas yang dilakukan bersifat fisik, diantaranya tempat kerja, peralatan, kondisi kerja, sikap kerja, tata ruang dan stasiun kerja. Untuk tugas yang bersifat mental diantaranya *training* atau pelatihan, tanggung jawab, tingkat kesulitan dan kompleksitas suatu pekerjaan.
2. Manajemen kerja diantaranya kerja *shift*, sistem gaji, struktur organisasi, wewenang atau tugas, waktu istirahat dan waktu kerja.

3. *Wring stresor* yang terdiri dari lingkungan kerja biologis, lingkungan kerja fisik, lingkungan kerja kimiawi dan lingkungan kerja psikologis.
- b. Faktor internal adalah faktor yang timbul dari dalam tubuh karena terjadi reaksi beban kerja eksternal (*Strain*) atau reaksi tubuh. faktor internal ini meliputi keadaan fisik, kondisi kesehatan, keadaan gizi, umur dan jenis kelamin. Sedangkan faktor psikis meliputi keinginan, kepuasan, motivasi kepercayaan dan persepsi.

2. Metode Cardiovascular Load (CVL)

Metode ini dilakukan dengan cara mengukur denyut nadi. pengukuran denyut nadi dapat dilakukan dengan menggunakan alat bantu *Oxymeter*. *Oxymeter* merupakan sensor yang dijepitkan pada jari tangan. Pengukuran denyut nadi dapat juga dilakukan dengan cara manual menggunakan alat bantu *stopwatch*, rumus pengukurannya adalah sebagai berikut:

$$\text{Denyut nadi} \left(\frac{\text{nadi}}{\text{menit}} \right) = \frac{10 \text{ denyut}}{\text{waktu perhitungan}} \times 60$$

Denyut nadi yang diukur ada beberapa jenis yaitu:

1. DNI (Denyut Nadi Istirahat) yang merupakan rata-rata denyut nadi sebelum melakukan pekerjaan
2. DNI (Denyut Nadi Kerja) yang merupakan rata-rata denyut nadi pada saat melakukan pekerjaan
3. Nadi kerja merupakan selisih antara denyut nadi istirahat dengan denyut nadi kerja

Adapun penentuan klasifikasi beban kerja berdasarkan perbandingan denyut nadi kerja dengan denyut nadi maksimum dinyatakan dalam beban kerja *Cardiovascular Load (CVL)* (Purwaningsih, 2017) Rumus untuk menghitung persentase Cardiovascular Load (%CVL) adalah sebagai berikut:

$$\%CVL = \frac{100 \times (\text{Denyut nadi kerja} - \text{Denyut nadi istirahat})}{(\text{Denyut nadi maksimum} - \text{Denyut nadi istirahat})}$$

Dimana :

1. Denyut nadi maksimum untuk laki-laki adalah (220 – umur)
2. Denyut nadi maksimum untuk perempuan adalah (200 – umur)

Kemudian (Diniaty,2016) hasil perhitungan persentase CVL tersebut akan dibandingkan dengan standar klasifikasi sebagai berikut:

< 30%	Tidak terjadi kelelahan
30<60%	Diperlukan perbaikan
60<80%	Kerja dalam waktu singkat
80<100%	Diperlukan tindakan segera
>100%	Tidak boleh beraktivitas

3. Metode Subjective Workload Assesment Technique (SWAT)

Penerapan teknik yang di rencanakan untuk melakukan penetapan waktu kerja yang diperoleh seorang pekerja dalam menyelesaikan suatu pekerjaan pada tingkat prestasi yang telah ditentukan disebut pengukuran beban kerja.pengukuran beban kerja dibagi menjadi dua bagian:

- a) Pengukuran beban kerja *Objective* meliputi
 - 1) *Eye blink measurement*
 - 2) *Heart rate measurement*
 - 3) *Iscan measurement*
- b) Pengukuran beban kerja Subjective meliputi:
 - 1) *Subjective Workload Assesment Technique (SWAT)*
 - 2) *NASA TLX*
 - 3) *Haper Cooper Rating*
 - 4) *Task difficult scale*

Metode *Subjective Workload Assesment Technique (SWAT)* dikembangkan pada *Aerospace Medical Laboratory Wright-patterso Air Force Base, Ohio, USA* oleh Harry G.Armstrong, SWAT dikembangkan untuk menjawab pertanyaan bagaimana cara mengukur beban kerja dalam lingkungan yang sebenarnya. *Subjective Workload Assesment Technique (SWAT)* adalah prosedur pemberian skala yang disalin untuk tugas penting yang banyak dari seseorang /individu yang berpengaruh pada mental serta berhubungan dengan pelaksanaan/performansi tugas yang bervariasi. Metode ini dikembangkan oleh Reid dan Nygren dengan menggunakan dasar metode pengskalaan *conjoint*. SWAT berbeda dengan pengukuran subjektif lainnya karna dikembangkan dengan teliti dan akar pada teori pengukuran formal, khususnya teori pengukuran *conjoint* (Hutabarat,2018). Pengumpulan data dengan metode analisis SWAT dilakukan melalui pemakaian kartu-kartu kombinasi beban kerja mental, yaitu berupa lembaran yang dibuat secara khusus dan berjumlah 27 buah (Saputra dkk,2019).

Menurut metode SWAT, terdapat tiga ukuran beban kerja dalam performa kerja manusia diantaranya adalah:

1. *Time Load (T)* yang terdiri dari tiga kategori
 1. *Time Load* rendah
 2. *Time Load* menengah
 3. *Time Load* tinggi
2. *Mental Effort Load (E)* yang terdiri dari tiga kategori
 1. *Mental Effort Load* rendah
 2. *Mental Effort Load* menengah
 3. *Mental Effort Load* tinggi
3. *Psychological Stress Load (S)*

1. *Psychological Stress Load* rendah
2. *Psychological Stress Load* menengah
3. *Psychological Stress Load* tinggi

Definisi dari ukuran beban kerja diatas adalah sebagai berikut:

- a. *Time Load*: menunjukkan tersedianya jumlah waktu perencanaan tugas, pelaksanaan tugas dan monitoring tugas.
- b. *Mental Effort Load*: melakukan praduga dan perkiraan banyaknya usaha mental dalam rencana yang diperlukan dalam melaksanakan tugas.
- c. *Psychological Stress Load*: melakukan pengukuran tingkat resiko, tingkat frustrasi, kemudian menghubungkannya dengan penampilan atau performansi tugas.

A. Tahapan metode SWAT

Dalam melakukan penelitian dengan menggunakan metode SWAT terdapat beberapa tahapan diantaranya sebagai berikut:

1. Fase Pengembangan Skala (*Scale Development*)

Pada fase ini responden diberikan pilihan untuk melakukan pengurutan kartu kombinasi SWAT yang berjumlah 27 kartu dengan tiga variabel deskripsi beban kerja yaitu *Time*, *Effort* dan *Stress*. dimulai dari tingkatan dengan kategori yang paling rendah hingga kategori yang paling tinggi. mulai. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan hasil beban kerja pada masing-masing individu.

2. Tes aksioma (*Axiom test*)

Tes aksioma bertujuan untuk melakukan uji kekonsistenan dan kesesuaian model aditif terhadap pengurutan kartu yang telah dihasilkan. Langkah pertama pada *axiom test* adalah *prototype axiom test* yang bertujuan menguji data pengurutan kartu apakah sesuai dengan model aditif pada *prototype* yang ada. apabila besar nilai pelanggarannya <20 maka sifat dasar model aditif pada pengurutan kartu terpenuhi. artinya *prototype scaling solution* (PSS) apabila besar nilai pelanggarannya >20 maka dilakukan *Individual axiom test* (ISS) jika setelah dilakukan ISS nilai pelanggarannya >20 maka lebih baik data penelitian tersebut di keluarkan dari penelitian.

3. Tahap pemberian nilai (*Event scoring*)

Pada tahap ini responden diberikan pertanyaan dalam bentuk kuisioner, kuisioner berisi beberapa aktivitas pekerjaan yang biasa dilakukan kemudian ditanyakan pekerjaan tersebut sesuai dengan rating skala SWAT mulai dari skala 1 sampai dengan 3 untuk masing-masing dimensi *Time*, *Effort*

dan *Stress*. Setelah kuisioner diisi oleh responden selanjutnya rating tersebut ditransformasikan dengan skala SWAT yang dihasilkan dari pengolahan data *scaling solution* untuk mengetahui tingkatan beban kerja mental yang diterima.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengukuran beban kerja fisik menggunakan metode *Cardiovascular Load* (CVL)

Perhitungan persentase *Cardiovascular Load* (CVL) adalah sebagai berikut:

%CVL

$$= \frac{100 \times (\text{Denyut Nadi Kerja} - \text{Denyut Nadi Istirahat})}{\text{Denyut Nadi Maksimum} - \text{Denyut Nadi Istirahat}}$$

$$\%CVL = \frac{100 \times (98,5 - 75,5)}{191 - 75,5}$$

$$\%CVL = \frac{2300}{115,5}$$

$$\%CVL = 19,91$$

Tabel 3.1. Perhitungan persentase CVL *shift* 1 grup D

Grup	Nama	Umur	DNK	DNK rata-rata	DNI	DNI rata-rata	DN max	% CVL	Keterangan	
D	Wet End 1	29	93	98,5	71	75,5	191	19,91	Tidak terjadi kelelahan	
			104		80					
	Wet End 2	35	77	93,5	68	76	185	16,06	Tidak terjadi kelelahan	
			110		84					
	Wet End 3	36	102	100,5	68	73,5	184	24,43	Tidak terjadi kelelahan	
			99		79					
	Dry End 1	28	104	122,5	81	100	90,5	192	31,53	Diperlukan perbaikan
			141		100					
	Dry End 2	27	109	105,5	63	78	70,5	193	28,57	Tidak terjadi kelelahan
			102		90					
	Dry End 3	30	99	106	80	85	190	20,00	Tidak terjadi kelelahan	
			113		90					
	Chemical 1	37	85	92	77	79,5	183	12,08	Tidak terjadi kelelahan	
			99		82					
	Chemical 2	35	90	92	80	81	185	10,58	Tidak Terjadi kelelahan	
			94		82					
	Chemical 3	24	88	93	65	80	72,5	196	16,60	Tidak terjadi kelelahan
			98		80					
	Winder 1	28	109	121,5	67	112	89,5	192	31,22	Diperlukan perbaikan
			134		112					
Winder 2	24	99	127	86	94	90	196	34,91	Diperlukan perbaikan	
		155		94						
Winder 3	26	108	119	81	90	85,5	194	30,88	Diperlukan perbaikan	
		130		90						
Winder 4	26	111	115,5	85	90	87,5	194	26,29	Tidak terjadi kelelahan	
		120		90						
Winder 5	27	102	107,5	68	95	81,5	193	23,32	Tidak Terjadi kelelahan	
		113		95						
Winder 6	24	80	85	69	81	75	196	8,26	Tidak terjadi kelelahan	
		90		81						
Thimons 1	43	99	105,5	82	99	90,5	177	17,34	Tidak Terjadi kelelahan	
		112		99						

Sumber: Pengolahan data CVL, 2021

Tabel 3.2. Perhitungan persentase CVL *shift* 2 grup A

Grup	Nama	Umur	DNK	DNK rata-rata	DNI	DNI rata-rata	DN max	% CVL	Keterangan	
A	Wet End 1	36	71	86,5	63	72,5	184	12,56	Tidak terjadi kelelahan	
			102		82					
	Wet End 2	32	90	105	70	98	84	188	20,19	Tidak terjadi kelelahan
			120		98					
	Wet End 3	34	91	98	80	77	78,5	186	18,14	Tidak terjadi kelelahan
			105		77					
	Dry End 1	28	111	127,5	75	120	97,5	192	31,75	Diperlukan perbaikan
			144		75					
	Dry End 2	34	94	99	69	74	71,5	186	24,02	Tidak terjadi kelelahan
			104		74					
	Dry End 3	29	81	100,5	58	65	61,5	191	30,12	Diperlukan perbaikan
			120		65					
	Chemical 1	33	87	91	84	79	81,5	187	9,00	Tidak terjadi kelelahan
			95		79					
	Chemical 2	41	95	97,5	76	95	85,5	179	12,83	Tidak Terjadi kelelahan
			100		95					
	Chemical 3	25	85	90	75	76	75,5	195	12,13	Tidak terjadi kelelahan
			95		76					
	Winder 1	44	100	104,5	67	87	77	176	27,78	Tidak Terjadi kelelahan
			109		87					
Winder 2	28	105	109	86	94	90	192	18,63	Tidak terjadi kelelahan	
		112		94						
Winder 3	26	101	105	70	74	72	194	27,05	Tidak Terjadi kelelahan	
		109		74						
Winder 4	24	93	96	65	90	77,5	196	15,61	Tidak terjadi kelelahan	
		99		90						
Winder 5	28	80	84	75	74	74,5	192	8,09	Tidak Terjadi kelelahan	
		88		74						
Winder 6	50	86	88	72	81	76,5	170	12,30	Tidak terjadi kelelahan	
		90		81						
Thimons 1	46	93	107,5	80	96	88	174	22,67	Tidak Terjadi kelelahan	
		122		96						

Sumber: Pengolahan data CVL, 2021

Tabel 3.3. Perhitungan persentase CVL shift 3 grup B

Grup	Nama	Umur	DNK	DNK rata-rata	DNI	DNI rata-rata	DN max	% CVL	Keterangan	
B	Wet End 1	34	97	109,5	70	82	76	186	30,45	Diperlukan perbaikan
			122		82					
	Wet End 2	32	110	122,5	86	87	86,5	188	35,47	Diperlukan perbaikan
			135		87					
	Wet End 3	30	99	127	73	79	76	190	44,74	Diperlukan perbaikan
			155		73					
	Dry End 1	28	121	125,5	85	97	95,5	192	31,09	Diperlukan perbaikan
			130		97					
	Dry End 2	30	97	105,5	62	90	87,5	190	17,56	Tidak terjadi kelelahan
			114		90					
	Dry End 3	26	101	121,5	62	95	78,5	194	37,23	Diperlukan perbaikan
			142		95					
	Chemical 1	28	80	85,5	68	72	70	192	12,70	Tidak terjadi kelelahan
			91		72					
	Chemical 2	33	105	110,5	101	90	95,5	187	16,39	Tidak Terjadi kelelahan
			116		90					
	Chemical 3	36	75	79,5	66	72	69	184	9,13	Tidak terjadi kelelahan
			84		72					
	Winder 1	45	109	121,5	67	112	89,5	175	37,43	Diperlukan perbaikan
			134		112					
Winder 2	33	99	127	86	94	90	187	38,14	Diperlukan perbaikan	
		155		94						
Winder 3	27	102	111,5	81	92	86,5	193	23,47	Tidak terjadi kelelahan	
		121		92						
Winder 4	38	98	109	90	90	90	182	20,65	Tidak terjadi kelelahan	
		120		90						
Winder 5	24	105	114,5	68	95	81,5	196	28,82	Tidak Terjadi kelelahan	
		124		95						
Winder 6	27	97	103	69	77	73	193	25,00	Tidak terjadi kelelahan	
		109		77						
Thimons 1	53	110	127,5	89	97	93	167	46,62	Diperlukan perbaikan	
		145		97						

Sumber: Pengolahan data CVL, 2021

3.2. Pengukuran beban kerja mental dengan menggunakan metode Subjective Workload Assesment Technique (SWAT)

A. Pengumpulan data kuisioner

Perolehan data dari responden yang telah mengisi kuisioner SWAT, Subjek atau responden tersebut adalah Kepala *shift* yang berjumlah 4 orang dari 4 grup dan Operator *Dekstop Control System* (DCS) yang berjumlah 4 orang dari 4 grup bagian produksi pada seksi Paper mesin #6. Sampel diambil

secara acak dari masing-masing subjek sehingga probabilitas yang diperoleh setiap subjek sama.

Terdapat 2 (dua) model pada kuisioner SWAT yang digunakan. Model pertama yaitu *Pairwise Comparison Procedure* untuk pembuatan skala dan yang kedua adalah pemberian nilai beban kerja yang dialami oleh responden pada pekerjaan yang dilakukan.

B. Pengembangan Skala (Scale Development)

Pada fase ini responden diberikan pilihan untuk melakukan pengurutan kartu kombinasi SWAT yang berjumlah 27 kartu dengan tiga variabel deskripsi beban kerja yaitu *Time*, *Effort* dan *Stress*. dimulai dari tingkatan dengan kategori yang paling rendah hingga kategori yang paling tinggi. mulai. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan hasil beban kerja pada masing-masing individu.

1. Hasil pengurutan kombinasi kartu SWAT oleh Kepala *shift*

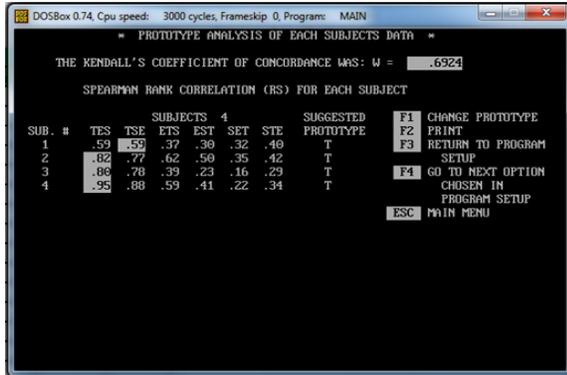
Hasil pengurutan kombinasi kartu SWAT oleh 4 orang Kepala *shift* dari 4 Grup adalah sebagai berikut :

Tabel 3.4. hasil pengurutan kombinasi kartu SWAT oleh kepala *shift*

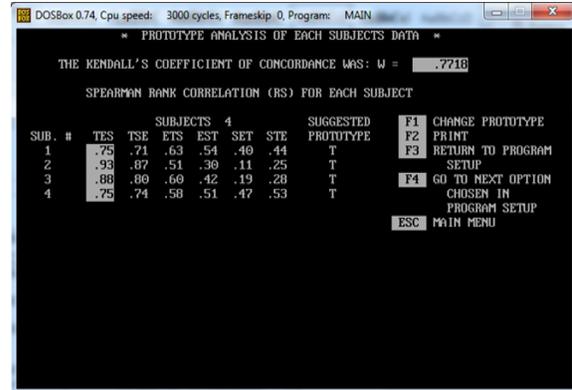
CARD	Hasil pengurutan kombinasi kartu SWAT			
	Kepala Shift Grup A	Kepala Shift Grup B	Kepala Shift Grup C	Kepala Shift Grup D
111	N	1	1	1
112	B	2	2	2
113	W	3	3	3
121	F	4	4	4
122	J	7	5	5
123	C	5	7	9
131	X	6	12	8
132	S	12	13	11
133	M	22	14	10
211	U	10	15	21
212	G	11	8	16
213	Z	26	9	17
221	V	25	10	18
222	Q	21	11	19
223	ZZ	20	20	15
231	K	14	21	6
232	E	19	22	7
233	R	16	16	8
311	H	17	25	13
312	P	18	19	20
313	D	24	17	14
321	Y	23	6	22
322	A	9	23	23
323	O	8	26	24
331	L	13	18	25
332	T	15	24	26
333	I	27	27	27

Sumber: Pengolahan data SWAT, 2021

Hasil *prototype* dan koefisien kendal menggunakan *software* SWAT adalah sebagai berikut:



Sumber: Pengolahan data DOSbox 0.74, 2021



Sumber: Pengolahan data DOSbox 0.74, 2021

Tabel 3.5. Individual Scaling Solution (ISS)

Responden	Time (T)	Effort (E)	Stress (S)
Kepala Shift Grup A	61,25%	24,88%	13,88%
Kepala Shift Grup B	54,25%	28,36%	17,39%
Kepala Shift Grup C	71,40%	26,43%	2,10%
Kepala Shift Grup D	54,80%	38,90%	6,30%

Sumber: Pengolahan data SWAT, 2021

2. Hasil pengurutan kombinasi kartu SWAT oleh operator DCS

Hasil pengurutan kartu SWAT oleh 4 orang Operator DCS adalah sebagai berikut:

Tabel 3.6. hasil pengurutan kombinasi kartu SWAT oleh operator DCS

CARD	Hasil Pengurutan Kartu SWAT			
	DCS Grup A	DCS Grup B	DCS Grup C	DCS Grup D
111	N	1	1	1
112	B	2	2	2
113	W	3	3	3
121	F	4	4	5
122	J	5	5	6
123	C	6	6	7
131	X	12	7	8
132	S	9	8	9
133	M	10	9	13
211	U	11	13	17
212	G	8	11	11
213	Z	14	12	12
221	V	22	23	16
222	Q	15	14	19
223	ZZ	26	15	4
231	K	19	16	22
232	E	24	17	15
233	R	27	10	14
311	H	16	20	10
312	P	17	19	20
313	D	20	18	21
321	Y	13	21	18
322	A	7	27	24
323	O	21	24	23
331	L	18	25	27
332	T	23	26	25
333	I	25	22	25

Sumber: Pengolahan data SWAT, 2021

Hasil *prototype* dan koefisien kendal menggunakan *software* SWAT adalah sebagai berikut:

Tabel 3.7. Group Scaling Solution (GSS)

No.	Huruf	Kombinasi beban kerja			Nilai skala karyawan
		Time (T)	Effort (E)	Stress (S)	
1	N	1	1	1	0
2	B	1	1	2	3,1
3	W	1	1	3	8,1
4	F	1	2	1	12,7
5	J	1	2	2	15,9
6	C	1	2	3	20,9
7	X	1	3	1	23,3
8	S	1	3	2	26,4
9	M	1	3	3	31,4
10	U	2	1	1	50,4
11	G	2	1	2	53,5
12	Z	2	1	3	58,5
13	V	2	2	1	63,1
14	Q	2	2	2	66,2
15	ZZ	2	2	3	68,6
16	K	2	3	1	71,2
17	E	2	3	2	71,7
18	R	2	3	3	73,7
19	H	3	1	1	76,7
20	P	3	1	2	76,8
21	D	3	1	3	81,3
22	Y	3	2	1	81,8
23	A	3	2	2	84,4
24	O	3	2	3	89,4
25	L	3	3	1	91,9
26	T	3	3	2	95
27	I	3	3	3	100

Sumber: Pengolahan data SWAT, 2021

Tabel 3.8. hasil konversi Event scoring operator DCS

No	Deskripsi pekerjaan	Operator DCS			
		Grup A	Grup B	Grup C	Grup D
1	Mengoperasikan alat di lapangan melalui komputer dan memantau personil dan alat di lapangan dalam keadaan aman untuk di <i>runing</i>	23,3	0	81,8	66,2
2	Mengecek masalah di lapangan melalui monitor	15,9	66,2	15,9	66,2
3	Memonitor aktual kertas di lapangan melalui WBM kamera	15,9	50,4	89,4	63,1
4	Mengatur komposisi material yang akan di <i>mix</i>	31,4	66,2	100	100
5	Komunikasi dengan tim <i>Quality Control</i>	15,9	0	81,3	66,2
6	Komunikasi dengan divisi terkait (<i>Power supply, Pulp making, GCC/PCC supply, dll</i>)	15,9	0	84,4	71,2
7	Memastikan kondisi di lapangan dengan di monitor sinkron	66,2	0	100	66,2
8	Mengkoordinasikan dengan pihak terkait bila terjadi masalah di lapangan	66,2	0	76,8	100
9	Memulis laporan dari awal <i>shift</i> hingga serah terima <i>shift</i> kepada <i>shift</i> selanjutnya	66,2	0	12,7	66,2

Sumber: Pengolahan data SWAT, 2021

IV. KESIMPULAN

1. Dari hasil perhitungan menggunakan metode *Cardiovascular load* bahwa beban kerja fisik yang terbesar terjadi pada *Shift 1* grup D dirasakan oleh operator dari stasiun *Winder 2* dengan nilai % CVL sebesar 32,91% dengan rekomendasi diperlukan perbaikan. Untuk *Shift 2* grup A operator *Dry End 1* dengan nilai % CVL terbesar yaitu dengan persentasi 31,75% dengan rekomendasi diperlukan perbaikan. Selanjutnya pada shift 3 grup B operator *Thimon 1* memiliki nilai % CVL tertinggi yakni sebesar 46,62% dengan rekomendasi diperlukan perbaikan. Kemudian berdasarkan perhitungan, maka ada sebanyak 3 orang karyawan mengalami beban kerja fisik dalam kategori diperlukan perbaikan saat *shift 1*, 2 orang operator mengalami beban kerja fisik dengan kategori diperlukan perbaikan pada *shift 2*, dan 7 orang operator mengalami beban kerja fisik dengan kategori diperlukan perbaikan pada Paper mesin #6.
2. Hasil dari metode SWAT untuk Kepala *shift*, Nilai koefisien Kendall yang diperoleh adalah 0,6924 atau $<0,75$. Skala yang dihasilkan tidak dapat mewakili beban kerja kelompok, *Individual Scaling Solution* (ISS) adalah metode yang paling cocok guna menentukan skala pengukuran beban kerja, Dimensi yang paling berpengaruh adalah *Time Load* dengan nilai rata-rata beban yang berkontribusi paling besar yaitu dimensi *time* 60,44 %, artinya menunjukkan bahwa pekerja secara signifikan merasakan beban waktu lebih dominan mempengaruhi pekerjaannya. Hasil dari perhitungan SWAT untuk Operator *Dekstop Control System* (DCS), Nilai Koefisien Kendall's yang didapat adalah 0,7718 atau $> 0,75$. Skala yang di hasilkan dapat mewakili beban kerja kelompok, *Group Scaling Solution* (GSS) adalah metode yang tepat dalam menentukan skala pengukuran beban kerja, Dimensi waktu ialah perihal yang sangat mempengaruhi terhadap kondisi beban kerja mental. Perihal ini dapat dilihat dari rata-rata nilai beban yang berkontribusi besar dalam beban kerja kognitif merupakan dimensi *Time* dengan nilai 68,57 %

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Susanti, D. A., & Pangesti, D. (2021). *Analisis Beban Kerja Fisik Menggunakan Metode Cardiovascular Load (CVL) pada Area Finishing (Studi Kasus di Salah Satu Perusahaan Logam di Klaten, Jawa Tengah)*. 5(1), 13–18.
- [2] Munte, S., Hasibuan, C. F., Studi, P., & Industri, T. (2021). *Analysis of the Workload Measurement by Using*. 5(1), 65–71.
- [3] Krisnaningsih, D. (2019). *Pengukuran Beban Kerja Mental Operator Control Room Menggunakan Metode Subjective Workload Assesment Technique (SWAT) di PT. Krakatau Steel (Persero) TBK*. *Jurnal InTent*, 2(1), 32–44. <http://ejournal.lppm-unbaja.ac.id/index.php/intent/article/view/507>
- [4] Rizalmi, S. R., & Utami, I. W. (2020). *Analisis Beban Kerja Kognitif Dengan Menggunakan Metode Subjective Workload Assesment Technique (SWAT) Pada Karyawan Departemen Quality Journal Science Innovation and Technology ..., 1*, 30–35. <http://ojs.udb.ac.id/index.php/SINTECH/article/download/875/876>
- [5] Pratama, Ricko Galih dan hutabarat, julianus dan kiswandono. (2020). *Pengukuran Beban Kerja Mental Karyawan dengan Metode Subjective Workload Assesment Technique (SWAT) pada Gudang Logistik di PT. Molindo Inti Gas*. *Jurnal Valtech (Jurnal Mahasiswa Teknik Industri)*, 3(1), 88–92. <http://eprints.itn.ac.id/4659/>