ALE ARCHIPELAGO ENGINEERING 2019

Fakultas Teknik Universitas Pattimura

ISSN: 2620-3995

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PATTIMURA
KAMPUS POKA AMBON
10 APRIL 2019

Berbenah dalam Tantangan Revolusi Industri 4.0 di Bidang Teknologi Kelautan-Kepulauan Menuju Tahun Emas 2020

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PATTIMURA
AMBON
2019

ALE ARCHIPELAGO ENGINEERING 2019

Fakultas Teknik Universitas Pattimura

ISSN: 2620-3995

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PATTIMURA
KAMPUS POKA AMBON
10 APRIL 2019

Berbenah dalam Tantangan Revolusi Industri 4.0
di Bidang Teknologi Kelautan-Kepulauan
Menuju Tahun Emas 2020

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PATTIMURA
AMBON
2019

SAMBUTAN DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNPATTI

Assalamulaikum Warohmatullahi Wabarakatuh,
Salam Sejahtera.

Marilah kita panjatkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa yang telah memberikan rahmat dan karuniaNya sehingga kegiatan Seminar Nasional ke -2 Archipelago Engineering 2019 dengan tema **"BERBENAH DALAM TANTANGAN REVOLUSI INDUSTRI 4.0 DI BIDANG TEKNOLOGI KELAUTAN KEPULAUAN MENUJU TAHUN EMAS 2020"** dapat terselenggara dengan baik dan lancar.

Atas nama Keluarga Besar Fakultas Teknik Unpatti, perkenankan saya menyampaikan Selamat Datang di Kampus Fakultas Teknik kepada Bapak Prof. Adi Suryosatyo dari Universitas Indonesia, Bapak Dr. I Made Ariana, ST., MT. dari ITS dan dan Ibu Cathy Garden dari Selandia Baru sebagai *Keynote Speakers*, para pemakalah dan peserta dari luar Universitas Pattimura guna mengikuti seminar ini.

Saya menyambut gembira karena kegiatan Seminar ALE 2019 ini mendapatkan perhatian yang besar dari para dosen di lingkup Fakultas Teknik Unpatti sehingga lebih dari 40 makalah akan dipresentasikan dalam seminar ini. Untuk itu, saya menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Bapak dan Ibu para pemakalah. Saya yakin bahwa dari seminar ini akan menghasilkan ide-ide, konsep-konsep, teknik-teknik dan terobosan–terobosan baru yang inovatif dan bersinergi dengan pengembangan pola Ilmiah Pokok Unpatti terutama di bidang Kelautan Kepulauan.

Seminar ini terselenggara dengan baik karena dukungan dari berbagai pihak, khususnya para sponsor dan kontribusi dari pemakalah dan peserta. Untuk itu, saya menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya.

Secara khusus, saya menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Panitia Penyelenggara atas jerih payah, kerja keras, ketekunan dan kesabarannya dalam mempersiapkan dan menyelenggarakan seminar ini sehingga dapat berjalan baik, lancar dan sukses.

Akhirnya, melalui seminar ini, marilah kita senantiasa perkuat dan perluas jejaring serta kerjasama antar sesama dosen sebagai pendidik, peneliti dan pengabdi kepada masyarakat dalam mewujudkan Tri Dharma Perguruan Tinggi guna membangun bangsa dan negara tercinta.

Ambon, 10 April 2019
Dekan Fakultas Teknik Unpatti,

Dr. Ir. W. R. Hetharia, M.App.Sc

SUSUNAN PANITIA PELAKSANA 2019

Dr. Novitha L. Th. Thenu, ST., MT
Nikolaus Titahelu, ST, MT
Dr. Debby R. Lekatompessy, ST., MT
Ir. W. M. E. Wattimena, MSc
Danny Pailin Bunga, ST, MT
Ir. Latuhorte Wattimury, MT
N. Maruanaya, SH
Ir. H. C. Ririmasse, MT
Ir. John Latuny, MT, PhD

SEKSI SEMINAR ALE 2019

W. M. Rumaherang, ST., MSc, PhD
D. S. Pelupessy, ST, MSc, PhD
Prayitno Ciptoadi, ST, MT
Benjamin G. Tentua, ST, MT
Mercy Pattiapon, ST, MT
Meidy Kempa, ST, MT

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i

SAMBUTAN DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNPATTI iii

SUSUNAN PANITIA PELAKSANA iv

DAFTAR ISI v

Teknik Perkapalan, Teknik Transportasi Laut

E. R. de FRETES : 1
Analisa Parametrik Channel Flow pada Lambung Kapal Cepat untuk Memperoleh Wake Maksimum. Studi Kasus: Kapal Cepat Rute Ambon Wayame

SONJA TREISJE A. LEKATOMPESSY: 6
Pengaruh Variasi Parameter Pengelasan Terhadap Kualitas Hasil Pengelasan

OBED METEKOHY : 9
Analisa Pengaruh Karakteristik Teknis Desain Terhadap Proses *Setting* Kapal Pukat Cincin di Maluku

HELLY S. LAINSAMPUTTY : 15
Analysis Of Principle Dimension And Shape Of Purse Seiners In Ambon Island

WOLTER R. HETHARIA, A. FENINLAMBIR, J. MATAKUPAN, F. GASPERSZ: 20
Pengaruh Dimensi Terhadap Parameter Stabilitas Kapal-Kapal Penumpang Kecil Material FRP

LEKATOMPESSY DEBBY R, SOUMOKIL RUTH P, RIRIMASSE HEDY C. : 26
Analisa Response Dinamik Pada Sambungan Konstruksi Kapal Kayu Berdasarkan Tipe Mesin Yang Digunakan

EDWIN MATATULA: 31
Studi Pemilihan Jenis Alat Angkut Bahan Bakar Minyak Wilayah Kepulauan

MONALISA MANUPUTTY : 39
Pengaruh Getaran Dan Kebisingan Terhadap Kelelahan Kerja Pada Awak Kapal Ikan Tipe *Pole And Line*

Teknik Sistem Perkapalan

ABDUL HADI, B. G. TENTUA : 45
Algoritma Simulasi Numerik Getaran *Dirrect Inline Harmonical Cam Follower* Pada *Valve Train Manifold* Motor Diesel

DANNY S. PELUPESSY : 52
Studi Karakteristik Momen Torsi Akumulator Pegas Untuk Penggerak Langkah (Step-Drives)

JACOB D. C. SIHASALE, JERRY R. LEATEMIA : 57
Analisis Penampatan Lokasi Station AIS (Automatic Identification Sistem) Di Ambon Guna Mendukung Monitoring ALKI (Alur Laut Kepulauan Indonesia) III Secara Maksimal

LATUHORTE WATTIMURY : 64
Tinjauan Analisa Kerja Signal AF dan RF Terhadap Kinerja Peralatan Pemancar Dan Penerima Stasiun Radio Pantai Distrik Navigasi Ambon

MESAK FRITS NOYA, ABDUL HADI : 72
Studi Eksperimental Pengaruh Posisi Pengelasan Terhadap Sifat Mekanis Baja Karbon Rendah

NOVITHA L. TH. THENU : 78
Pemisahan Sinyal Bunyi Dari *Microphone Array* Dengan Menggunakan Metode *Blind Source Separation - Independent Component Analysis* Untuk Memantau Kondisi Poros Retak

PRAYITNO CIPTOADI : 83
Pengaruh Variasi Diameter Pipa Isap Terhadap Karakteristik Pompa Sentrifugal

Teknik Mesin, Teknik Informatika, Teknik Elektro

ANTONI SIMANJUNTAK, JOHANIS LEKALETTE : 87
PLTS di Pulau Osi dan Permasalahannya

BENJAMIN GOLFIN TENTUA, ARTHUR YANNY LEIWAKABESSY : 95
Studi Eksperimental Sifat Mekanis Tarik dan Bending Komposit Serat Empulur Sagu

JANDRI LOUHENAPESY, SEFNAT J. ETWAN SARWUNA : 102
Analisa Kinerja Rem Cakera Akibat Modifikasi Kaliper Roda Belakang Terhadap Keselamatan Pengendara Sepeda Motor

NICOLAS TITAHELU, CENDY S. E. TUPAMAHU: 108
Analisis Pengaruh Masukan Panas pada Oven Pengering Bunga Cengkeh Terhadap Karakteristik Perpindahan Panas Konveksi Paksa

W. M. RUMAHERANG : 115
Evaluasi Karakteristik Energy Torque Converter Berdasarkan Pengaruh Rasio Putaran Terhadap Koefesien Torsi dan Efesiensi

ELVERY B. JOHANNES : 121
Indexing* pada Sistem Penalaran Berbasis Kasus Menggunakan Metode *Complete-Linkage Clustering

SAMY J. LITILOLY, NICOLAS TITAHELU : 128
Laser Semikonduktor GaAs Jenis Double Heterojunction Sebagai Sumber Cahaya dalam Komunikasi Optik

Teknik Industri

ALFREDO TUTUHATUNEWA : 135
Model Agile Supply Chain Industri Perikanan di Kota Ambon

AMINAH SOLEMAN : 141
Analisis Beban Kerja Mental Dan Fisik Karyawan Pada Lantai Produksi Dengan Metode Nasa-Tlx Dan *Cardiovascularload*

DANIEL B. PAILLIN, JOHAN M TUPAN, RIZKI ANGGRAENI UTAMI PUTRI : 147
Penerapan *Algoritma Differential Evolution* untuk Penyelesaian Permasalahan *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP). (Studi Kasus: PT. Paris Jaya Mandiri)

MARCY L. PATTIAPON, NIL EDWIN MAITIMU : 154
Perencanaan Produksi Kerajinan Kulit Kerang Mutiara dengan Menggunakan Metode Agregat di Kota Ambon

J. M. TUPAN : 158
Desain Pemasaran Online Berbasis Web untuk Pemasaran Produk Kerajinan Kerang Mutiara di Kota Ambon. (Studi Kasus: Pondok Mutiara)

NIL EDWIN MAITIMU, MARCY L. PATTIAPON : 167
Penerapan *Economic Order Quantity* (EOQ) Guna Menganalisa Pengendalian Persediaan Bahan Baku Daging Buah Pala pada Usaha Kecil Menengah (UKM) Hunilai di Dusun Toisapu Desa Hutumuri

RICHARD A. de FRETES : 172
Pengembangan Komunitas Pesisir Di Kecamatan Leitimur Selatan dengan Memanfaatkan Kearifan Lokal

MOHAMMAD THEZAR AFIFUDIN, ARIVIANA LIENTJE KAKERISSA : 179
Aplikasi Pendekatan N-Stage untuk Masalah Pengrutean dan Penjadwalan Truk-Tunggal di Daerah Kepulauan. (Studi Kasus pada Koperasi Unit Bersama Negeri Booi, Saparua)

W. LATUNY : 186
Memprediksi Harga Jual Rumput Laut Kering Pada Tingkat Petani Dengan Data Mining

IMELDA CH. POCERATU : 200
Implementasi Ekoteologi dalam Pencegahan Pencemaran Lingkungan Laut di Pasar Arumbai Ambon

Teknik Sipil, Perencanaan Wilayah & Kota

A. KALALIMBONG : 209
Tinjauan Hasil Peningkatan Saluran Suplesi Geren Meten Pulau Buru

S. G. M. AMAHEKA, FUAD H. OHORELLA, JESICA NAHUMURY : 215
Analisis Biaya Operasnal Kendaraan di Kota Ambon

MEIDY KEMPA : 222
Kajian Tentang Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keterlambatan Proyek Gedung di Kota Ambon : Peringkat Faktor & Solusi Penanggulangannya

SAMMYLES G. M. AMAHEKA, ARIVIANA L. KAKERISSA: 229
Pengaruh Penerapan Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Terhadap Biaya Proyek Konstruksi Bangunan Gedung di Kota Ambon

PIETER TH. BERHITU : 236
Model Stuktural Aspek Peran Zonasi dan Masyarakat dalam Pengelolaan Pesisir Kota Ambon Berkelanjutan

Tambahan

RIKHARD UFIE, ROY R. LEKATOMPESSY, ZICO MARLISSA: 243
Kaji Kapasitas Pendinginan Ikan dengan Menggunakan Es dalam Kemasan Plastik

FELLA GASPERSZ, ABDUL DJABAR TIANOTAK, RUTH P. SOUMOKIL: 248
Kajian Kualitas Kelas Awet Limbah Batang Kulit Pohon Sagu Sebagai Material Alternatif Bangunan Kapal

ABDUL DJABAR TIANOTAK, H. C. RIRIMASSE, ELVERY B. JOHANNES: 252
Uji Kelayakan Ekonomis Pengembangan Fasilitas Bongkar Muat dan Turun Naiknya Penumpang di Pelabuhan Hurnala Maluku Tengah

H. C. RIRIMASSE, ABD. DJABAR TIANOTAK, ELVERY B. JOHANNES : 257
Penentuan Sistim Trasportasi Unggulan Di Kawasan Pengembangan Ekonomi Terpadu (Kapet) Seram Provinsi Maluku

BILLY J. CAMERLING : 261
Pemilihan Alternatif Bahan Bakar Mesin Pembangkit PLTD Menggunakan Metode *Value Engineering*

Kelompok Bidang Kajian:

TEKNIK INDUSTRI

ANALISIS BEBAN KERJA MENTAL DAN FISIK KARYAWAN PADA LANTAI PRODUKSI DENGAN METODE NASA-TLX DAN *CARDIOVASCULARLOAD.*

Aminah Soleman
e-mail: aminahsoleman@gmail.com
Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura - Ambon

ABSTRAK

Pekerjaan yang dilakukan pada bagian devisi proses produksi PT. Fajar Utama Intermedia (FUI) cabang Ambon tergolong pada jenis pekerjaan yang memiliki intensitas kerja yang sangat tinggi karena adanya tekanan dan tegangan dalam menyelesaikan pekerjaan. Hal ini dapat dilihat berdasarkan cara kerja karyawan dituntut bekerja di malam hari dalam posisi berdiri dan harus berkonsentrasi dengan durasi waktu yang lama. Karyawan juga melakukan pergerakan tubuh secara terus menerus untuk mengoperasikan mesin cetak dan merapikan hasil cetakan koran. Responden di ambil dari karyawan yang bekerja pada lantai produksi yang berjumlah 5 orang. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi tingkat beban kerja yang diterima pekerja baik secara mental dan fisik, keluhan yang dialami pekerja serta memberikan usulan waktu istirahat yang efektif. Penelitian diawali dengan penyebaran kuisioner NASA-TLX kepada pekerja dibagian lantai produksi, selanjutnya metode CVL digunakan untuk mengetahui denyut nadi pekerja saat bekerja dan memberikan usulan waktu istirahat dengan menggunakan persamaan Murrel (Pullat, 1992). Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan kepada pekerja di bagian lantai produksi didapatkan nilai skor NASA-TLX sebesar 92,52 yang menunjukkan beban kerja yang diterima pekerja termasuk dalam ketegori beban kerja yang sangat tinggi. Berdasarkan hasil dari Pengukuran denyut nadi dengan metode CVL dengan hasil rata-rata untuk pekerja dibagian lantai produksi adalah sebesar 30,51%, hasil tersebut menunjukkan pekerja harus melakukan perbaikan atas pekerjaannya. Hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan Murrel (Pullat, 1992) diusulkan 21 jam waktu istirahat dan 3 jam untuk waktu kerja.

Kata Kunci: *Cardiovascular Load* , NASA-TLX, Persamaan Murrel.

PENDAHULUAN

Beban kerja dari setiap pekerja berbeda sesuai dengan jenis pekerjaanya. Beban kerja tersebut berpengaruh pada kondisi fisik maupun psikis yang dapat menimbulkan dampak kelelahan bagi pekerja. Menurut Kementrian Kesehatan RI (2014), kelelahan kerja akan menyebabkan terjadinya penurunan produktivitas kerja, sehingga dapat meningkatkan perubahan pada perilaku kerja, jumlah terjadinya kesalahan kerja, ketidakhadiran kerja, berhenti bekerja, dan kecelakaan kerja.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, menunjukan kelelahan kerja memberi kontribusi 50% terhadap terjadinya kecelakaan kerja (setyawati, 2007). Kelelahan bisa terjadi oleh sebab fisik ataupun tekanan mental. Salah satu penyebab *fatique* adalah gangguan tidur *(sleep distruption)* yang antara lain dapat dipengaruhi oleh kekurangan waktu tidur dan gangguan pada *circadian rhythms* akibat pemberlakuan *shift* kerja (Wicken, et al, 2004). Sudah dipercaya bahwa sebagian besar dari pekerja yang bekerja pada *shift* malam memiliki risiko yang lebih tinggi mengalami kecelakaan dibandingkan mereka yang bekerja dalam keadaan normal (*shift* pagi) (Jostling,1998). Dalam artikelnya yang berjudul *Shift Work and III-Health* mempertegas anggapan tersebut dengan menyebutkan hasil penelitian yang dilakukan oleh *The Circardian Learning Center* di Amerika yang menyatakan bahwa para pekerja *shift*, terutama yang bekerja di malam hari, dapat terkena beberapa permasalahan kesehatan. Permasalahan kesehatan ini antara lain; gangguan tidur, kelelahan, dll. Segala gangguan kesehatan tersebut ditambah dengan tekanan stress yang besar dapat otomatis meningkatkan risiko terjadinya kecelakaan pada pekerja *shift* malam. Menurut Suma'mur (1993) *shift* kerja malam perlu mendapat perhatian karena irama faal manusia *(circardian ritme)* terganggu dan tidak dapat beradaptasi, kelelahan, kurang tidur, alat pencernaan kurang berfungsi secara normal, timbul reaksi psikologis dan pengaruh yang kumulatif. Bagi seorang pekerja, bekerja diatas 8 jam per hari selama seminggu terus menerus jika ditinjau dari segi kesehatan kerja akan menimbulkan masalah terutama bagi pekerja yang tidak dapat menyesuaikan diri dengan lama jam kerja yang dijalaninya (Grandjean, 1991).

PT. Fajar Utama Intermedia (FUI) Cabang Ambon merupakan salah satu perusahaan anak dari Harian Fajar Group. Devisi percetakan ini awalnya, lahir dari sebuah percetakan umum tahun 1980 an dengan nama CV. Centra Bakti Baru. Perusahaan ini mencetak koran harian Fajar Group dan mencetak beberapa buah buku autobiografi, majalah, Koran harian Ambon Express, tabloid, stiker, brosur dll. Soal-soal ujian SD, SLTP, dan SMA. Karyawan PT. FUI Cabang Ambon memproduksi Koran dll, mulai

pukul 01:00 sampai dengan pukul 04:00 WIT. Artinya waktu tersebut diluar dari jam kerja normal (pagi) karena merupakan waktu lembur. Menurut Grandjean (1991), Sistem kerja dipandang sebagai tuntutan yang menekan setiap individu. Rentang Umur karyawan PT. FUI berkisar 40-50, hal ini menunjukan umur karyawan PT. FUI jauh dari usia produktif, sehingga sangat mempengaruhi kondisi kerja baik secara fisik maupun mental.

Pekerjaan yang dilakukan pada bagian devisi proses produksi PT. Fajar Utama Intermedia (FUI) cabang Ambon tergolong pada jenis pekerjaan yang memiliki intensitas kerja yang sangat tinggi karena adanya tekanan dan tegangan dalam menyelesaikan pekerjaan. Hal ini dapat dilihat berdasarkan cara kerja karyawan dituntut bekerja di malam hari dalam posisi berdiri dan harus berkonsentrasi dengan durasi waktu yang lama. Karyawan juga melakukan pergerakan tubuh secara terus menerus untuk mengoperasikan mesin cetak dan merapikan hasil cetakan koran.

Tekanan fisik maupun mental yang dialami karyawan PT. FUI, adalah dengan adanya aktivitas karyawan pada lantai produksi yang harus bekerja pada kodisi lingkungan yang tidak sesuai. Hal ini juga dapat dilihat dengan adanya pemadaman listrik secara rutin oleh PLN di malam hari sehingga harus menyalakan mesin genset yang menimbulkan kebisingan. Situasi kerja yang seperti ini akan mengakibatkan frustasi karena karyawan karena di tuntut bekerja secara cepat.

Oleh karena itu, perlu untuk mengidentifikasi tingkat beban kerja yang diterima pekerja baik secara mental dan fisik, keluhan yang dialami pekerja serta dapat memberikan usulan waktu istirahat yang efektif sehingga akan meningkatkan produktivitas kerja karyawan PT. FUI cabang Ambon.

KAJIAN TEORI

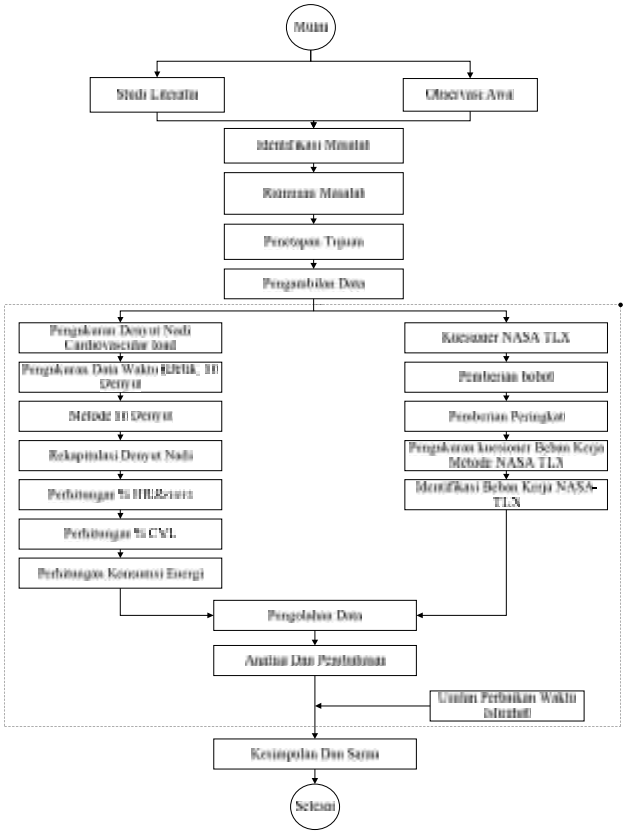
Beberapa kajian penelitian yang telah dilakukan yaitu tentang Analisis Beban Kerja Fisik Dan Mental Karyawan Pada Lantai Produksi sudah banyak dilakukan. Salah satunya hasil penelitian dari Diniaty Dewi dan Mulyadi Zukry (2016), yaitu Mengklasifikasikan persentase beban kerja fisik dan mental karyawan yang bekerja pada lantai produksi. Sementara hasil penelitian dari Cahyo Amdry, (2009) tentang Analisis Beban Kerja Pada Aktivitas MMH. Adapun metode yang digunakan yaitu Metode Cardiovasculerload, sehingga dapat Mengetahui berapa lama seorang tenaga kerja dapat melakukan aktivitas pekerjaannya berdasarkan kemampuan dan kapasitas kerjanya. Hasil yang berikutnya yaitu Dapat menilai *cardiovasculer strain* (Kapasitas Jantung) dari aktivitas yang dilakukan oleh pekerja. Yang membedakan penelitian ini dengan penelitian-penelitian yang telah dilakukan adalah Objek penelitian dilakukan pada karyawan lantai produksi percetakan pada PT. Fajar Utama intermedia. Metode yang digunakan adalah Metode Cardiovaskulerload, metode NASA-TLX dan Pulse Meter, sehingga diharapkan hasil yang akan didapatkan yaitu pengklasifikasian beban kerja fisik dan metal, serta dapat memberikan usulan penentuan waktu istirahat yang baik terkait beban kerja yang dirasakan karyawan di lantai produksi.

METODE PENELITIAN

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah semua menetapkan karyawan yang bekerja di lantai produksi yang berjumlah 5 orang.

Teknik pengambilan data dilakukan dengan mengambil data pengukuran denyut nadi dan penyebaran kuesioner beban kerja mental, pengukuran tersebut dilakukan kepada karyawan yang bekerja di lantai produksi pada saat malam hari, pengukuran denyut nadi dilakukan menggunakan alat *pulse oxymeter* dan *stopwatch* untuk memenuhi tahapan metode yang digunakan yaitu metode 10 denyut, setelah itu kuesioner beban kerja mental di sebarkan ke seluruh responden yang telah menjadi populasi dan sampel penelitian ini

Analisis data dilakukan terhadap hasil dari metode 10 denyut atau pengukuran denyut nadi, dan mengetahui seberapa besar tingkat beban kerja fisik yang di rasakan karyawan yang bekerja di lantai produksi, kemudian hasil kuesioner beban kerja mental menjadi tahapan metode Nasa-TLX. Dari hasil tahapan tersebut, diketahui bahwa seberapa besar beban kerja mental yang dirasakan oleh karyawan yang bekerja di lantai produksi. Dari hasil klasifikasi kedua metode tersebut maka dapat di ambil solusi maupun usulan kerja terkait dengan beban kerja fisik dan beban kerja mental yang dirasakan. Berikut adalah *Flow chart* penelitian yang dapat dilihat pada gambar 1 berikut ini:



Gambar 1. *Flow chart* Penelitian

PEMBAHASAN

Beban Kerja Fisik

Data pengukuran denyut nadi diukur selama pekerjaan dimulai sampai dengan pekerjaan selesai dilakukan sebanyak 4 kali, dalam selang waktu masing-masing 1 jam, data denyut nadi dengan metode 10 denyut di ukur dari berapa lama waktu denyut nadi 10 denyut itu berlangsung, data denyut nadi dapat di lihat pada tabel 1, berikut ini:

Tabel 1. Data Waktu Denyut Nadi

Nama	DNI (detik)	DNK (detik)			
		1	2	3	4
Muhamadin	8,58	7,3	6,12	5,3	5,6
M wahidu	8,64	7,55	6,64	5,12	5,29
Trisno Silehu	8,72	7,42	6,82	5,05	5,22
Ismet Buthan	9,06	7,5	6,8	5,11	5,21
Ahmad Rifai	8,6	7,54	6,87	5,16	5,02

Penilaian Beban Kerja Dengan Metode 10 Denyut

Berikut langkah-langkah perhitungan penilaian beban kerja dengan metode 10 denyut, yaitu sebagai berikut:

1). Penilaian Denyut Nadi Kerja

Metode penilaian ini adalah dengan menghitung denyut nadi selama bekerja. Pengukuran denyut jantung salama bekerja merupakan suatu metode untuk menilai *cardiovasculair strain* dengan metode 10 denyut (Kilbon, 1992), Berikut ini persamaan yang digunakan untuk mengihutung denyut nadi kerja

$$\text{Denyut Nadi (Denyut/Menit)} = \frac{10\ Denyut}{Waktu\ Perzitungan} \times 60$$

Tabel 3. Hasil Data Waktu 10 Denyut

Nama	Umur (thn)	DNI (detik)	DNK (detik)				Rata(detik)
			1	2	3	4	
Muhamadin	47	8,58	7,3	6,12	5,3	5,6	6,04
M wahidu	42	8,64	7,55	6,64	5,12	5,29	6,15
Trisno Silehu	50	8,72	7,42	6,82	5,05	5,22	6,14
Ismet Buthan	50	9,06	7,5	6,8	5,11	5,21	6,15
Ahmad Rifai	40	8,6	7,54	6,87	5,16	5,02	6,15

2). Perhitungan Denyut Nadi di Metode 10 denyut

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan persamaan, didapatkan hasil yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. Perhitungan Denyut Nadi Metode 10 Denyut

Nama	Umur (tahun)	DNI (denyut/menit)	DNK (denyut/menit)				Rata(denyut/menit)
			1	2	3	4	
Muhamadin	47	69,99	82,19	99,34	113,2	107,14	100,34
M wahidu	42	69,44	79,47	90,36	117,18	113,42	100,11
Trisno Silehu	50	68,8	80,86	87,97	118,81	115,01	100,66
Ismet Buthan	50	66,22	80	88,24	117,47	115,16	100,20
Ahmad Rifai	40	69,76	79,53	87,35	116,28	119,52	100,42

3). Rekaptulasi Denyut Nadi.

Untuk data rekapitulasi denyut nadi dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Denyut Nadi.

Nama	Umur(tahun)	DNI(denyut/menit)	DNK(denyut/menit)	DN Maks	Nadi Kerja
Muhamadin	47	69,99	100,14	173	30,2
M wahidu	42	69,44	100,11	178	30,67
Trisno Silehu	50	68,8	100,66	164	31,85
Ismet Buthan	50	66,22	100,20	170	33,98
Ahmad Rifai	40	69,76	100,42	180	30,66
Rerata		68,84	100,30	173	31,474

Keterangan :

DN Maks : Denyut Nadi Maksimal, 220 – umur untuk pria; dan 200 – umur untuk wanita

Nadi Kerja : didapat dari (DNK – DNI)

Berdasarkan tabel 5. dapat dilakukan perhitungan berikut ini:

(1) Perhitungan % HR *Revers*

$$\%HR\ Revers = \frac{D\ \ -D}{E\ \ M\ \ -D} x100$$

$$= \frac{1\ ,3\ -6\ ,3}{1\ \ -6\ ,3} x100$$

$$= 30,51$$

(2) Perhitungan *cardiovascular strain* (%CVL)

$$\%CVL = \frac{1\ \ x(D\ \ -D\ )}{D\ \ M\ \ -D}$$

$$= \frac{1\ \ x(1\ \ ,3\ -6\ ,3}{1\ \ -6\ ,3}$$

$$= 30,51$$

(3) Perhitungan Konsumsi energi (*Energy Expenditure*)

$E = 1,80411 – 0,0229038\ X + 4,71733 \times 10^{-4}\ X2$

$= 1,80411 – 0,0229038\ (100,30) + 4,71733 \times 10^{-4}\ (100,30)^2$

$= 4,252535296$

Beban Kerja Mental

Data pengukuran beban kerja menggunakan metode NASA-TLX menggunakan kuesioner beban kerja, didalamnya tersedia pembobotan, dan pemberian peringkat. Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 2. Data Pengukuran Beban Kerja NASA-TLX

Nama	Bobot							Peringkat					
	MD	PD	TD	OP	EF	FR	WMD	WPD	WTD	WPF	WOP	WEF	WFR
Muhamad Ilo	4	0	2	1	3	5	95	90	95	95	95	95	95
M wahida	3	1	2	3	1	5	95	90	95	95	90	95	95
Trisno Sikka	4	2	0	1	3	5	95	95	75	80	95	90	95
Sanet Barkan	3	0	1	4	2	5	85	95	75	95	85	95	95
Ahmad Rifai	3	2	0	4	1	5	90	90	80	90	90	90	95

Keterangan : (MD)*Mental Demand*, (PD) *Phisycal Demand*, (TD) *Temporal Demand*, (PF) *Performance*, (EF) *Effort*, (FR) *Frustation.* Tambahan (W) merupakan *Workload* / beban kerja

Penilaian Beban Kerja Menggunakan Metode NASA-TLX

Beban Kerja NASA-TLX dapat di hitung dengan rumus sebagai berikut :

(WMD×RMD+WPD×RPD+WTD×RTD+WOP×ROP+WEF×REF+WFR×RFR)

Berikut ini hasil rekapitulasi berdasarkan perhitungan dengan penggunakan persemaan tersebut

Tabel 6. Rekapitulasi *Workload* NASA-TLX

Nama	Bobot						Peringkat						Workload
	MD	PD	TD	OP	EF	FR	WMD	WPD	WTD	WPF	WOP	WEF	
Muhamad Ilo	4	0	2	1	3	5	95	90	95	95	95	95	95
M wahida	3	1	2	3	1	5	95	90	95	95	90	95	94,3
Trisno Sikka	4	2	0	1	3	5	95	95	75	80	95	90	92
Sanet Barkan	3	0	1	4	2	5	85	95	75	95	85	95	90,3
Ahmad Rifai	3	2	0	4	1	5	90	90	80	90	90	90	91
Jumlah													462,6
Rerata													92,52

Pengukuran Waktu Istirahat.

Dari penelitian yang dilakukan nilai konsumsi energi yang dihasilkan adalah 4,252535296 Kkal/min, hasil ini kemudian dapat di hitung atau dikonversikan kedalam kebutuhan waktu istirahat dengan menggunakan persamaan Murrel (Pullat, 1992) sebagai berikut :

$$Rt = \frac{K/S1xT(K,S)/.BM}{2} \qquad \text{untuk } S<K<2S$$

Karena K = 4,252535296 dan S = 5 (standar energi yang dikeluarkan pria). Maka perhitungan waktu istirahat yaitu sbb :

$$Rt = \frac{K/S1xT(K,S)/.BM}{2}$$

Rt = $\frac{4,252535296/5\times240(4,252535296\times5)/1,7}{2}$

= $\frac{2553,043263}{2}$

= 1276,521631 menit.

Jadi hasil dari perhitungan waktu istirahat adalah 1276,521631 menit dan di konversikan ke dalam jam adalah 21,27536052, atau 21 jam istirahat untuk pekerja yang bekerja di lantai produksi.

ANALISA DATA

Penilaian Beban Kerja Fisik.

Berdasarkan hasil pengolahan data, Maka hasil penilaian beban kerja 10 denyut, didapatkan hasil sebagai berikut:

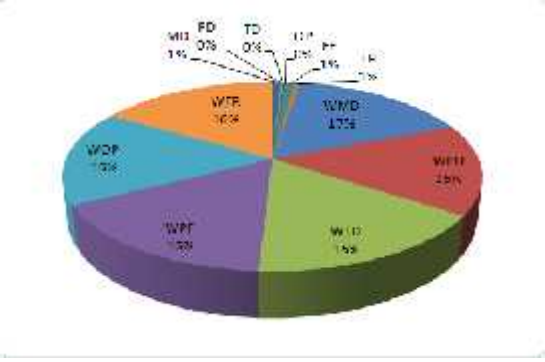
Tabel 7. Hasil Penilaian Beban Kerja 10 denyut

NO.	Keterangan	Hasil
1	Rerata DNI (Denyut Nadi Istirahat)	68,83
2	Rerata DNK (Denyut Nadi Kerja)	100,3
3	Rerata DN Maks (Denyut Nadi Maksimal)	173,0
4	Rerata NK (Nadi Kerja)	31,47
NO.	**Keterangan**	**Hasil**
5	*HR Revers (%)*	30,51
6	CVL (%)	30,51
7	*Energy Expenditure* (Kkal/min)	04,25

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa % CVL diklasifikasikan pada beban kerja sedang karena berkisar 100-125 denyut, hasil dari nilai denyut nadi kerja bernilai 100,30 denyut/menit dan %CVL 30,51%, jika dilihat dari tabel klasifikasi berat atau ringannya beban kerja %CVL 30,51% adalah termasuk beban kerja yang harus memerlukan perbaikan agar meminimasi kelelahan kerja. Kemudian untuk konsumsi energi *(Energy Expenditure)* tergolong dalam beban kerja ringan dengan hasil nilai yaitu 4,252535296.

Penilaian Beban Kerja Mental

Hasil perhitungan beban kerja mental menggunakan metode NASA TLX, Faktor yang paling dominan mempengaruhi beban kerja mental dapat diketahui dengan cara melihat hasil dari seberapa sering indikator dipilih oleh responden. Faktor dominan dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Chart Beban Kerja Dominan

Berdasarkan gambar diatas indikator bobot yang memiliki nilai skor yang dominan dipilih

masing-masing dengan nilai 1% adalah bobot MD *(Mental Demand)* atau kebutuhan mental, bobot EF (Effort) atau tingkat usaha, dan bobot FR *(frustation)* atau tingkat frustasi, sedangkan 3 indikator lain adalah indikator yang paling jarang dipilih yaitu PD *(Physical Demand)* atau kebutuhan fisik, TD *(Temporal Demand)* atau kebutuhan waktu, dan OP *(Own Performance)* atau perfomansi. Kemudian untuk beban kerja *(Workload)* indikator yang paling dominan dipilih adalah WMD *(Workload Mental Demand)* dengan nilai 17% dan 5 indikator lain masing-masing setara yaitu dengan nilai 16%.

Berdasarkan hasil perhitungan beban kerja mental menggunakan metode NASA TLX, didapatkan hasil skor NASA TLX seperti m pada tabel 8 berikut ini.

Tabel 8. Hasil Skor NASA-TLX.

Nama	Workload
Muhamadin	95
M waliulu	94,3
Trisno Silehu	92
Ismet Burhan	90,3
Ahmad Rifai	91
Jumlah	462,6

Tabel 8 menunjukan bahwa masing-masing pekerja memiliki beban kerja yang tinggi yaitu dengan nilai rerata beban kerja yang dimiliki yaitu 92,52, berdasarkan klasifikasi beban kerja NASA-TLX, nilai 80-100 adalah beban kerja yang sangat berat, jadi rerata yang didapat dari perhitungan NASA-TLX dengan nilai 92,52 adalah beban kerja mental yang sangat berat di lakukan oleh pekerja dilantai produksi.

Hasil Penentuan Waktu Istirahat

Dari hasil penelitian yang dilakukan nilai penentuan waktu istirahat adalah 1276 menit dan dikonversikan ke dalam satuan jam yaitu 21 jam, waktu kerja yang ditentukan oleh perusahaan untuk pekerja dilantai produksi adalah 4 jam, dalam hal ini dapat dikatakan bahwa pekerja harus istirahat dalam waktu 21 jam sebelum bekerja dan sisa waktu dipakai untuk bekerja pada malam hari yaitu 3 jam. Hasil perhitungan penentuan waktu istirahat dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 10. Hasil Penentuan Waktu Istirahat

Keterangan	Hasil
Rt (Waktu istirahat)	1276,521631 menit
Konversi ke Jam = 1276,521631 menit/60 menit	21,27536052 Jam

Usulan Waktu Istirahat.

Data yang didapat dari penelitian yang dilakukan, adalah beberapa pekerja memiliki waktu kerja malam di lantai produksi dan diwaktu siang adalah pekerjaan tambahan, hal ini dapat menyebabkan gangguan mental maupun fisik, karena dari pekerjaan malam yang mereka lakukan, fungsi fisiologi benilai rendah, sebagai contoh suhu inti dan detak jantung mengawali irama diurnal tubuh. Yang didukung oleh ketidak aktifan pada malam hari. Selama siang aktivitas puncak biasanya bertepatan dengan nilai tinggi dari fungsi internal. Biasanya pengamatan irama diurnal diperoleh berdasarkan hasil internal (endogenous) dan eksternal (exogenous) yang terjadi. Jika terjadi ketidak seimbangan antara keduanya tersebut dapat muncul permasalahan kesehatan.

Jadi dari hasil perhitungan waktu istirahat yaitu dengan nilai 1276 menit atau 21 jam dapat diusulkan kepada para pekerja sebagai waktu istirahat yang efektif sebelum memulai pekerjaan saat malam hari, agar kemampuan kerja dan kesegaran jasmani tetap dapat dipertahankan dalam batas-batas toleransi. Pemberian waktu istirahat tersebut secara umum dimaksudkan untuk:

a. Mencegah terjadinya kelelahan yang berakibat kepada penurunan kemampuan fisik dan mental serta kehilangan efisiensi kerja.
b. Memberi kesempatan tubuh untuk melakukan pemulihan atau
c. penyegaran.
d. Memberikan kesempatan waktu untuk melakukan kontak sosial.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil Beban kerja fisik dengan metode cardiovascularload adalah rerata DNI (denyut Nadi Istirahat) dengan nilai 68,83, rerata DNK (denyut Nadi Kerja) dengan nilai 100,3, rerata Denyut Nadi maksimal dengan nilai 173, rerata Nadi Kerja dengan nilai 31,47, persentase *Heart Revers* dan persentase *cardiovascular* dengan nilai 30,51%, dan Energy Expenditure dengan nilai 4,252535296 Kkal/menit. Dari hasil %CVL menunjukkan bahwa nilai 30,51% adalah beban kerja sedang bagi para pekerja, jika dilihat dari klasifikasi %CVL maka harus dilakukan perbaikan. Kemudian dari hasil penelitian untuk beban kerja mental, masing-masing pekerja adalah muhamadin dengan nilai beban kerja 95, M waiulu dengan nilai beban kerja 94,3, Trisno Silehu dengan nilai beban kerja 92, Ismet Burhan dengan nilai beban kerja 90,3, dan Ahmad rifai dengan nilai beban kerja 91. Dari semua nilai beban kerja masing-masing pekerja dapat dilihat

bahwa beban kerja memiliki rerata yaitu 95,52 %, jika dilihat dari klasifikasi beban kerja NASA-TLX nilai tersebut menandakan bahwa pekerja memiliki beban kerja yang sangat tinggi.

2. Berdasar hasil perhitungan untuk penentuan waktu istirahat melalui perhitungan konsumsi energi yang dibutuhkan selama bekerja yang dikonversikan kedalam kebutuhan waktu istirahat menyatakan bahwa hasil perhitungan waktu istirahat yaitu dengan nilai 1276 menit atau 21 jam dapat diusulkan kepada para pekerja sebagai waktu istirahat yang efektif sebelum memulai pekerjaan saat malam hari, agar kemampuan kerja dan kesegaran jasmani tetap dapat dipertahankan dalam batas-batas toleransi. Pemberian waktu istirahat tersebut secara umum dimaksudkan untuk:
   a) Mencegah terjadinya kelelahan yang berakibat kepada penurunan kemampuan fisik dan mental serta kehilangan efisiensi kerja.
   b) Memberi kesempatan tubuh untuk melakukan pemulihan atau penyegaran.
   c) Memberikan kesempatan waktu untuk melakukan kontak sosial.

DAFTAR PUSTAKA

Atik Muftia, 2005. *Hubungan antara Faktor Fisik dengan Kelelahan Kerja di PT. Sinar Sastro Ungarang Semarang*, Skripsi. Semarang: UNDIP.

As'ad, M. (1987). *Hubungan Faktor Umur, Pendidikan,* M*asa Kerja dan Kepuasan Kerja terhadap Produktifitas Kerja pada Petugas Dinas Luar Asuransi*. Penelitian Fakultas Psikologi UGM, Yogyakarta.

Antara, News (2010). *Angka Kecelakaan Kerja Tahun Turun*. http://apindo.or.id/index.php/berita-artikel/kliping/371-angka- kecelakaan-kerja-%20ahun-2010-turun (diakses tanggal 24 Juli 2018)

Attwood Dennis A, Joseph M, Danz-Reece Mary E. (2004). *Ergonomic Solution For The Process Industries*. Elsevier Inc. Barlington USA.

Depdikbud. (1996). *Ketahuilah Tingkat Kesegaran Jasmani Anda.* Pusat Kesegaran Jasmani dan Rekreasi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Jakarta.

Guyton (1990), *Fisiologi Manusia dan Mekanisme Penyakit Edisi III.* EGC. Jakarta.

Grandjean, E. 1993. "Fitting the task to the man, 4 th ad. Taylor & Francis Inc".London.

Henni, Nurina, Syifa Fauziah Abbas. (2011), *Analisis Pengaruh Shift Kerja Terhadap Beban Kerja Dengan Menggunakan Metode SWAT*. Universitas Persada Indonesia, Teknik Industri.

Kuswadji, S. (1997). *Pengaturan Tidur Pekerja Shif.,* Cermin Dunia Kedokteran No. 116/1997, 48 – 52. Jakarta.

Manuaba, A. (2000). *Ergonomi, Kesehatan dan Keselamatan kerja*, Proceeding Seminar Nasional Ergonomi. Editor : Wignyosoebroto,S & Wiranto, S.E Guna Widya, Surabaya.

Marras, W. dan Karwowski, W. (2006). *Fundamentals and Assesment Tools For Occupational Ergonomicsm.* Third Edition, Taylor and Francis. Boca Raton.

Rachma Sekar Pamungkas. (2017). "Analisis Beban Kerja di Bagian Pengepakan
(Studi Kasus : PT Perkebunan Nusantara IX Kebun Batujamus Pabrik RSS Kerjoarum Karanganyar)." Skripsi, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Widodo, S. (2008). "Penentuan Lama Waktu Istirahat Berdasarkan Beban Kerja dengan Menggunakan Pendekatan Fisiologis (Studi Kasus pada Pabrik Minyak Kayu Putih Krai, Jawa Tengah)". Skripsi, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Zulfikar Hatapayo. (2017). "Analisis Beban Kerja *shift* pada Perawat Ruang Unit Gawat Darurat (UGD) dengan metode 10 denyut (studi kasus : rumah sakit umur daerah masohi)" Skripsi Universitas Pattimura Ambon."