

- MAGISTER TEKNIK INDUSTRI
- MAGISTER TEKNIK INFORMATIKA
- JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
- JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
- JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
- JURUSAN TEKNIK MESIN
- JURUSAN TEKNIK KIMIA



FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



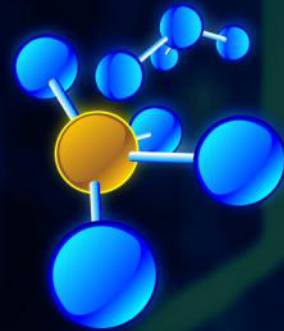
PROSIDING SEMINAR NASIONAL TEKNOIN 2014



FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PROSIDING

ISBN : 978-602-14272-1-7



"Peningkatan Daya Saing
Industri Nasional Berkelanjutan Berbasis Riset"

SEMINAR NASIONAL
TEKNOIN 2014

Yogyakarta, 22 November 2014

Teknik Industri

TEKNOIN
JALAN TEKNOLOGI NASIONAL - BANGSA BERKUALITAS

ISBN No. 978-602-14272-1-7

Prosiding
Seminar Nasional Teknoin 2014

Meningkatkan Daya Saing Industri Nasional Berkelanjutan
Berbasis Riset

Yogyakarta, 22 November 2014

Bidang Teknik Industri

diselenggarakan oleh:

Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta

Prosiding Seminar Nasional Teknoin 2014
ISBN: 978-602-14272-1-7

Diterbitkan oleh:

Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km 14,5 Yogyakarta 55584
T. 0274-895287, 0274-895007 Ext 110/200
F. 0274-895007
E. seminarteknoin@yahoo.com, teknoin@uii.ac.id
W. seminarteknoin.fit.uui.ac.id

Hak Cipta ©2014 ada pada penulis

Artikel pada prosiding ini dapat digunakan, dimodifikasi, dan disebarluaskan secara bebas untuk tujuan bukan komersil (non profit), dengan syarat tidak menghapus atau mengubah atribut penulis. Tidak diperbolehkan melakukan penulisan ulang kecuali mendapatkan izin terlebih dahulu dari penulis.

Organisasi Penyelenggara

Penanggung Jawab	: Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc.	Dekan
Pengarah	: Dr. Sri Kusumadewi, S.Si., M.T. Faisal RM, Ir, Drs., MSIE., Ph.D Yuli Agusti Rochman, S.T., M.Eng. Hendrik, ST., M.Eng. Hendra Setiawan, S.T., M.T., Ph.D. Risdiyono, S.T., M.Eng., Ph.D.	Wakil Dekan Ketua Jurusan Teknik Kimia Ketua Jurusan Teknik Industri Ketua Jurusan Teknik Informatika Ketua Jurusan Teknik Elektro Ketua Jurusan Teknik Mesin
Ketua Pelaksana	: Asmanto Subagyo, M.Sc.	
Wakil Ketua	: Ir. Hartomo, M.Sc., Ph.D.	
Bendahara	: 1. Dra. Kamariah Anwar, M.Sc. 2. Erawati Lestari, A.Md.	
Reviewer	: 1. Dr. Megawati, ST., MT 2. Inayati, ST., MT. Ph.D. 3. Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T. 4. M. Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D. 5. Ir. Drs. Faisal RM., MSIE., Ph.D. 6. Izzati Muhimmah, S.T., M.Sc., Ph.D. 7. R.M. Sisdarmanto Adinandra, S.T., M.Sc., Ph.D. 8. Risdiyono, S.T., M.Eng., D.Eng. 9. Arif Hidayat, S.T., M.T.	Univ. Negeri Semarang Universitas Sebelas Maret Univ. Islam Indonesia Univ. Islam Indonesia Univ. Islam Indonesia Univ. Islam Indonesia Univ. Islam Indonesia Univ. Islam Indonesia Univ. Islam Indonesia
Sie. Makalah & Prosiding: Koordinator	Feri Wijayanto, S.T., M.T. 1. Khamdan Cahyari, S.T., M.T. 2. Diana, S.T., M.T. 3. Agus Sumarjono, S.T. 4. Sumarwan 5. Haryadi, S.Pd.Si.	
Sie. Sekretariat: Koordinator	Ir. Agus Taufiq, M.Sc. 1. Ir. Sukirman, M.M. 2. Muhammad Susilo Atmodjo 3. Herviana El Diansyah, A.Md. 4. Jerry Irgo, S.E., M.M.	
Sie. Acara dan Publikasi: Koordinator	Dyah Retno Sawitri, S.T., M.T. 1. Pangesti Rahman, S.E. 2. Eko Sukanto, S.T. 3. Suwati, S.Sos.	
Sie. Konsumsi dan Perlengkapan: Koordinator	Ir. Tuasikal M. Amin, M.sn. 1. Kasiyono, S.Kom 2. Supardi 3. Bagus Handoko, S.Pd. 4. Sri Handayani 5. Sarjudi	
Pembantu Pelaksana	: 1. Muhammad Henry Himawan 2. M. Agus Kurniawan	

Kata Pengantar

Assalamu 'alaikum warahmatullah wabarakatuh

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua sehingga Seminar Nasional Teknoin 2014 dapat terselenggara. Seminar Nasional Teknoin merupakan seminar yang diagenda pada setiap tahun sejak tahun 2004 oleh Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Berpijak pada misi Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia sebagai lembaga pendidikan tinggi tidak berlebihan berpartisipasi aktif memberi kontribusi nyata melalui penyelenggaraan Seminar Nasional Teknoin 2014.

Seminar Nasional Teknoin pada tahun 2014 merupakan Seminar Nasional yang ke-11 dengan mengangkat isu-isu terkini tentang industri nasional berkelanjutan yang berbasis riset dalam upaya meningkatkan daya saing bangsa ditengah-tengah persaingan global. Tema Seminar Nasional Teknoin 2014 adalah; Peningkatan Daya Saing Industri Nasional Berkelanjutan Berbasis Riset dan sekaligus mendiseminasi berbagai hasil penelitian bidang ilmu Teknik Tekstil, Teknik Kimia, Teknik Industri, Teknik Informatika, Teknik Elektro dan Teknik Mesin, dengan jumlah makalah *full paper* 99 dari berbagai perguruan tinggi dan institusi di Indonesia.

Pada tahun 2014 daya saing global (*Global Competitiveness Index/GCI*) Indonesia naik keperingkat 34 dari 144 negara, tentu saja posisi Indonesia seperti yang dilansir *World Economic Forum* 2014-2015 berada diatas Negara-negara seperti Spanyol - 35, Italia - 49. Sedangkan di level ASEAN masih dibawah tiga Negara tetangga seperti, Singapura(2), Malaysia (20) dan Thailand(31). Pendidikan merupakan bagian dari upaya untuk memanfaatkan bonus demografi dan meningkatkan kualitas asset bangsa yang pada akhirnya dapat meningkatkan daya saing nasional. Peningkatan daya saing industri nasional yang berbasis pada hasil penelitian yang terimplimentasikan merupakan kunci penting bagi pertumbuhan ekonomi nasional berkelanjutan, sehingga dapat membawa Indonesia menjadi bangsa yang makmur, sejahtera dan bermartabat.

Pada kesempatan ini kami sebagai ketua panitia saya mengucapkan terima kasih dan penghargaan kepada pimpinan Fakultas Teknologi Industri dan pimpinan Prodi.dan pimpinan Pascasarjana, tim reviewer serta seluruh panitia pelaksana yang telah berusaha maksimal dan bekerjasama dengan baik hingga terlaksanannya acara ini. Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada bapak Dr.Ing. Ilham Akbar Habibie, MBA, CEO PT. Ithabi Rekatama yang berkenan meluangkan waktunya sebagai narasumber dalam seminar ini serta kepada pimpinan Bank Muamalat yang telah berpartisipasi sebagai sponsor terima kasih atas kerjasamanya dan kontribunya. Tidak lupa pula ucapan terima kasih kepada seluruh pemakalah dan peserta yang berpartisipasi dalam acara ini. Kami juga mohon maaf yang sebesar-besarnya apabila selama penyelenggaraan seminar ada hal-hal yang kurang berkenan.

Semoga dengan seminar ini, akan membuka wawasan dan ide-ide baru untuk melakukan berbagai inovasi pengembangan teknologi di Indonesia.Selamat berseminar dan kami tunggu pada Seminar Nasional Teknoin 2015.

Wassalamu 'alaikum warahmatullah wabarakatuh

Yogyakarta, 22 November 2014
Ketua Panitia,

Asmanto Subagyo, M.Sc.

Sambutan Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Assalamu'alaikum warahmatullah wabarakatuh

Dunia industri di Indonesia saat ini dihadapkan pada persaingan yang sangat ketat, yang diakibatkan oleh persaingan global. Oleh karena itu, industri dituntut untuk melakukan inovasi disemua bidang agar mampu mempertahankan tingkat persaingan. Jiwa kewirausahaan harus dimiliki oleh para pemangku kepentingan yang ada di industri dalam menghadapi ketatnya persaingan bisnis dewasa ini. Merupakan suatu keharusan bagi para wirausahawan (*entrepreneurs*) untuk melakukan berbagai inovasi bisnis, agar dapat mengubah tantangan/hambatan yang ada menjadi suatu peluang (*opportunity*). Beberapa sektor industri di Indonesia dewasa ini belum dapat bersaing ditingkat internasional yang disebabkan oleh pemanfaatan potensi yang belum optimal meskipun potensi tersebut seharusnya dapat menjadi keunggulan bersaing.

Peranan pendidikan tinggi dalam membangun jiwa kewirausahaan menjadi cukup penting untuk dikembangkan, sehingga pendidikan tinggi dapat dijadikan sebagai pusat pengembangan inovasi kewirausahaan maupun sebagai pencetak para wirausahaan yang unggul. Melalui Seminar Nasional ini diharapkan dapat memberikan wawasan mengenai pentingnya pengembangan peran entrepreneurs dan sebagai ajang diseminasi keberhasilan kewirausahaan. Beragam konsep, hasil pemikiran, dan hasil riset tentang kewirausahaan akan disajikan dan dibahas dalam Seminar Nasional ini untuk turut mendorong tercapainya pembangunan berkelanjutan.

Sebagai sebuah forum ilmiah, seminar ini diharapkan sebagai media diseminasi informasi hasil penelitian dan perkembangan mutakhir antar pihak dengan berbagai latar belakang, mulai dari kalangan perguruan tinggi, lembaga penelitian, pemerintah/pengambil kebijakan, dan pihak industri. Diskusi antarpihak dengan berbagai perspektif ini diharapkan dapat memperluas *social networking* dan menghadirkan visualisasi yang lebih lengkap atas berbagai perkembangan penelitian di bidang teknologi industri, dan pada gilirannya diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi perkembangan teknologi dan pemanfaatannya di Indonesia.

Atas nama Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, saya menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah berkontribusi atas terselenggaranya Seminar Nasional Teknoin 2014 ini. Seminar ini dapat berlangsung karena usaha terbaik dari panitia pelaksana.

Wassalamu'alaikum warahmatullah wabarakatuh

Yogyakarta, 22 November 2014
Dekan,

Dr. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc.

DAFTAR ISI
(Teknik Industri)

Organisasi Penyelenggara	iii
Kata Pengantar Ketua Panitia Seminar Nasional TEKNOIN 2014	iv
Sambutan Dekan Fakultas Teknologi Industri	v
Daftar Isi	vi
Model Penentuan <i>Economic Manufacturing Quantity</i> (EMQ) pada Sistem Produksi yang Mempertimbangkan Proses <i>Burn-In</i> dan Kendala Biaya Hendro Prasetyo	1
Perbaikan Sistem Kerja di JNE Cisangan Ditinjau dari Sudut Pandang Ergonomi Novi, Febrian Pratama	12
Usulan Sistem Persediaan Komponen Mesin (Studi Kasus: PT. XYZ) Trifenaus Prabu Hidayat, Andre Sugioko, Revina Hermawati	25
<i>Green Machining</i>: Optimasi Parameter Pemesinan untuk Meminimumkan Konsumsi Daya dan Energi M. Imron Mustajib, Teguh Prasetyo, Heri Awalul Ihamsah, Rudy Soenoko, Sugiono	30
Pengembangan Model Penentuan Harga Optimum Pada Rantai Pasok Minyak Jarak Kepyar Nurwidiana, Irwan Sukendar	36
Pengembangan Model Persediaan Tiga Pihak (Pemasok-Pemanufaktur-Pengecer) dengan Mempertimbangkan Tingkat Kecacatan dan Kesalahan Inspeksi Amanda Sofiana, Wakhid Ahmad Jauhari, Nugthoh Arfawi Khurdi	43
Perancangan Alat Permainan Egrang Bambu Sesuai Dengan Anthropometri Anak Usia Sekolah Dasar Novia Rahmawati, Bambang Suhardi, Retno Wulan Damayanti	50
Untung atau Tutup, Kembali ke Dasar Untuk Membuat Total Rencana Keuangan Cipta Gunawan	55
Model Hubungan Variabel-variabel Biomekanika dan Fisiologi Terhadap Beban Kerja, Kelelahan, dan Keluhan Muskuloskeletal Pada Analisis Gait Yanuarita Nurliana Sari, Ilham Priadythama, Lobes Herdiman	58
Perancangan Fasilitas Kerja Perakitan Rip Cord Rida Norina, Moro Sudjatmiko, Munawar Arifin	62
Optimalisasi Alokasi Distribusi Produk untuk Meningkatkan <i>Gross Profit</i> pada <i>Chain Store</i> Lokal Berbasis Logika Kabur (Studi Kasus di X Swalayan Supermarket) Aqmarina Riyaningrum, Andi Sudiarmo	68

Analisis Pengaruh Faktor – Faktor Internal terhadap Kualitas Dinner Ware dengan Metode Perancangan Eksperimen (Studi Kasus di PT. Sango Ceramics Indonesia) Hari Adianto, Anggolo Purnomo, Christine Setiawan	73
Pengurangan Kerugian Penjualan Produk Kerudung Instan Dengan Melakukan Perbaikan Kualitas Menggunakan Metode Six Sigma Ambar Harsono, Nurul Shabrina, Kusmaningrum Sumadi	78
Evaluasi dan Usulan Perbaikan Situs Reservasi Tiket kereta-api.co.id dengan Menggunakan <i>Web Usability Testing</i> Marihhot Nainggolan, Fatharani Ramadhanti Mulyawan	83
Usulan Jadwal Perawatan Pencegahan Kerusakan Mesin CNC Menggunakan Kriteria Minimasi Downtime Fifi Herni Mustofa, Ambar Harsono, Yulius Sumaratama	92
Rancangan Penilaian Kinerja Operator <i>Heading & Threading</i> Produk <i>Rod Brake</i> dengan Menggunakan Metode Rating Scale dan Prosedur Kerja Standar Guna Menentukan Skala Prioritas Pelatihan Hendang Setyo Rukmi, Anjar Boy Sinaga, Rspianda	98
Pengendalian Potensi Kebakaran Berdasarkan Metode <i>Fault Tree Analysis</i> Pada PT. King Rubber Yuniar, Rspianda, Faldy Aulia Mahendra	105
Kajian Beban Mental Masinis Daerah Operasional II Bandung Caecilia Sri Wahyuning	113
Letak Elektroda Elektromiografi pada Upper Extremity Muscle Indah Pratiwi, Purnomo, Rini Dharmastiti, Lientje Setyowati	118
Pengembangan Kincir Angin Sumbu Vertikal sebagai Pembangkit Listrik Skala Kecil Julius Mulyono, Hadi Santosa, Albert Gunadhi	124
Penentuan Prioritas Pengembangan Usaha Kecil Menengah Kreatif Unggulan Berbasis Pertanian di Kabupaten Bandung Barat Menggunakan <i>Analytical Hierarchy Process</i> Hendang Setyo Rukmi	129
Strategi Pengembangan Usaha Kecil Menengah Kreatif Unggulan Berbasis Pertanian di Kabupaten Bandung Barat Hendang Setyo Rukmi	138
Identifikasi Model Kerusakan Dengan <i>Failure Mode Effect Analysis</i> dan <i>Logic Tree Analysis</i> untuk Peningkatan Kualitas Mila Faila Sufa, Tuttur Widiyanto	148
Perancangan Ulang Alat Bantu Pencekam (Ragum) Dengan Metode <i>Design For Assembly (DFA) - Boothroyd/Dewhurst</i> Ida Nursanti, Ratnanto Fitriadi, Andy Setiawan	154

Evaluasi Beban Kerja Mental Dengan <i>Subjective Workload Assessment Technique</i> (Swat) Di PT. Air Mancur Etika Muslimah, Cita Zulfa Rokhima, Akhmad Kholid Alghofari	161
Perbandingan Algoritma <i>Tabu Search</i> dan Algoritma Genetika dalam Penjadwalan Mesin untuk Minimasi Biaya <i>Earliness</i> dan <i>Tardiness</i> Dian Retno Sari Dewi, Anastasia Lidya Maukar, Vina	166
Penentuan Rute Truk Pengangkutan Sampah di Bandung Utara dengan Metode Optimisasi Simulasi Cahyadi Nugraha, Rusdi Rizal, Rispianda	173
A Proposed Model to Improve the Procedure's Quality Information System at PT. PS – CNC Department Neneng Meiliana Indah S, Y.M. Kinley Aritonang	178
Usulan Rute Kendaraan Untuk Pendistribusian Beras Bersubsidi Dengan Menggunakan Algoritma <i>Sequential Insertion</i> (Studi kasus di Perum BULOG Sub Divisi Regional Bandung) Susy Susanty, Hotasi Soritua Nababan, Suprayogi	183
Perbandingan Data Antropometri Laki-Laki dan Perempuan Siswa Sekolah Dasar Kelas 1-6 Daerah Istimewa Yogyakarta Hari Purnomo, Fajriyanto, Rina Mulyati	190
Penjadwalan Pergantian Pahat Mesin CNC dengan Metode <i>Group Replacement</i> yang Meminimumkan Biaya Pemeliharaan Studi Kasus Di PT. BDA Moro Sujatmiko, Budi Astuti, Masgar Dika Setiawan	195
Simulasi Sistem Parkir Motor Universitas Katolik Atma Jaya Jakarta Andre Sugioko, Trifenaus Prabu Hidayat	199
Identifikasi Kinerja Rantai Pasok Pada PT Pos Logistik Indonesia Studi Kasus Poslog Distribution Center Tambun Nissa Syifa, Catharina B. Nawangpalupi, Budhi Setyawan	205
<i>Design For Six Sigma</i> Untuk Meningkatkan Kapasitas Manufaktur Perusahaan Makanan Roni	210
Pengukuran Nilai Gap Layanan Tata Usaha Pascasarjana Unpar Dengan Metode Servqual Ronaldo Rottie	219
Pengembangan <i>Instrumen Self-Assessment</i> Institusi Pengelola Klaster Industri dengan Konsep <i>Cluster Supply Chain</i> Adhy Prastyo Eko Putranto, Rachmawati Wangsaputra	225

Penentuan Waktu Optimal Nyala Pengatur Lampu Lalu Lintas Dengan Menggunakan Metode Simulasi (Studi Kasus di Perempatan Jl. Soekarno Hatta Buah – Batu)	234
Yani Iriani, Syifa Fitriasari Larasati	
Kalkulasi Tebal Dinding Silo	239
Sunaryo	
Peningkatan Kualitas Produk E-Clips R.54 Menggunakan Metode <i>Process Failure Mode and Effects Analysis</i> (PFMEA) (Studi Kasus di PT. Pindad)	243
Arie Desrianty, Hendro Prassetiyo, Netty Muliyawati	
Distribution Route Optimization for Heterogenous Fleet Using Tabu Search	251
Farizal, Regina Helin J	
Desain Aplikasi Penunjang Aktivitas Pendamping Penderita Stroke Dengan Menggunakan Pendekatan Desain Partisipatif	256
Robet Maitimo, Johanna Renny Octavia Hariandja	
Penerapan <i>Lean Manufacturing</i> pada PT. Indoputera Utamatex untuk Mengurangi <i>Non-Value Added Time</i>	262
Frida Soedjito, Catharina Badra Nawangpalupi, Loren Pratiwi	
A Preliminary Study on Kinematics Model of A Bipedal Robot	275
David Kurniawan, Prianggada I Tanaya, Toni Prahasto	

Kajian Beban Mental Masinis Daerah Operasional II Bandung

Caecilia Sri Wahyuning

Teknik Industri
Institut Teknologi Nasional
Bandung, Indonesia
caecil@itenas.ac.id

Abstract—pemicu stres pada masinis di Daerah Operasional II Bandung adalah beban kerja dan tanggung jawab serta tuntutan mental. Berkaitan dengan tuntutan mental, masinis membutuhkan konsentrasi dan kemampuan mengingat yang tinggi selama bekerja. Penelitian ini akan mengkaji lebih dalam terhadap beban mental *Heart Rate (HR)* dan *Heart Rate Variability (HRV)* serta *Subjective Workload Assessment Technique (SWAT)*. Rata-rata HR memiliki kecenderungan meningkat saat masinis dinasan, sedangkan rata-rata HRV mengalami kecenderungan penurunan dari sebelum dan sesudah dinasan. Hal ini mengindikasikan besarnya beban mental dan fisik masinis. Berdasarkan SWAT, maka elemen pekerjaan masinis yang memberikan beban mental terbesar adalah memeriksa dan menyakinkan kelengkapan/ kelayakan *No-Go Item* (skor 65.7) dan mengambil keputusan apabila terjadi gangguan KA/ lokomotif mogok di jalan bebas (skor 62.8).

Keywords—*stres kerja; beban mental; heart rate*

I. PENDAHULUAN

Berdasarkan statistik dari Direktorat Keselamatan Perkeretaapian, Dirjen Perkeretaapian, sejak tahun 2008 kecelakaan kereta api mengalami penurunan. Bila mengacu pada Peraturan Pemerintah Nomor 72 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Kereta Api, Pasal 110, bahwa apabila terjadi pelanggaran di perlintasan sebidang yang menyebabkan kecelakaan bukan merupakan kecelakaan kereta api, maka data terakhir menunjukkan bahwa terjadi penurunan sebesar 6,06%, dari 33 kecelakaan pada tahun 2011 menjadi 31 kecelakaan pada tahun 2010. 24% dari jumlah kecelakaan tahun 2009 s/d 2011 disebabkan oleh faktor sumber daya manusia, dengan indikasi masinis tidak melaksanakan standar prosedur operasi yang ditetapkan (melanggar kecepatan) dan pengaturan dinasan (istilah tugas/ pekerjaan masinis) kurang baik sehingga menimbulkan kelelahan. Akan tetapi baik berdasarkan Roadmap Keselamatan Perkeretaapian, yang dikeluarkan Direktorat Jenderal Perkeretaapian maupun sistem manajemen keselamatan dan keamanan perkeretaapian, yang dikembangkan oleh PT Kereta Api Indonesia (PT KAI) upaya pencegahan kecelakaan kereta api belum menyentuh pada aspek manusia dalam meminimasi kecelakaan yang berkaitan dengan faktor pemicu kelelahan yang terjadi pada masinis dan belum menunjukkan adanya perhatian khusus untuk menangani permasalahan kecelakaan kereta api yang

disebabkan oleh manusia terkait beban kerja akibat dinasan masinis yang berdampak pada kelelahan.

Berdasarkan kajian terhadap 36 laporan hasil investigasi kasus kecelakaan kereta api yang berada di wilayah Pulau Jawa dan Pulau Sumatra dari Komite Nasional Kecelakaan Transportasi (KNKT) tahun 2003-2010, terdapat 29 kecelakaan yang diindikasikan sebagai akibat kesalahan dari manusia (*human error*), dan 13 dari kecelakaan tersebut ditengarai sebagai kesalahan masinis. *Human error* dapat didefinisikan sebagai kegagalan manusia dalam melakukan tindakan yang telah ditentukan/ direncanakan untuk mencapai tujuan, di mana kesalahan tersebut berkaitan erat dengan kendali kognitif sebagai dampak stres yang dialami individu [1][2]. Salah satu rangkaian penelitian telah menunjukkan keterkaitan antara stres kerja dan berbagai hasil yang terkait dengan keselamatan yang buruk di tempat kerja, termasuk terjadinya *human error* [3]

Mengingat kompleksitas pekerjaan masinis yang berpotensi menimbulkan stres maka perlu ditelaah sejauh mana beban kerja masinis dapat memicu stres, sehingga dari hasil telaah potensi stres pada pekerjaan masinis dapat diukur seberapa besar stres yang dialami masinis akibat beban kerja tersebut. Hal ini mengingat beban mental merupakan aspek penting yang perlu diperhatikan terutama pada pekerjaan yang menuntut kemampuan kognitif.

II. LANDASAN TEORI

A. Stres Kerja

Stres adalah input dalam proses psikologi kerja yang disebabkan oleh pemicu stres (*stressor*), dan ketegangan (*strain*) sebagai output adalah akibat atau efek stres, yang merupakan deformasi relatif sesuai dengan stres yang dialami [4]. Berbagai faktor seperti tekanan akibat paparan panas, dingin, dan kebisingan sebagai pemicu stres fisik, serta tekanan waktu, kerja shift, masalah, atau konflik dan tuntutan psikologis tinggi merupakan pemicu stres yang berpengaruh secara kognitif dan emosional [5][6] Beban kerja fisik maupun mental menyebabkan berbagai proses (adaptasi) fisiologis, jika proses tersebut menuntut kemampuan terlalu besar untuk beradaptasi baik secara fisik maupun mental akan memicu stres. Reaksi stres merupakan proses adaptasi menyebabkan penurunan kondisi tubuh sebagai pertahanan terhadap

kekebalan tubuh dan peningkatan ketajaman kognitif [6]. Beban pada proses kognitif, sebagai pemrosesan informasi menjadi tindakan melalui sistem saraf pusat, memberikan ketegangan (*strain*) pada saat memori, perhatian terus menerus, atau harus berreaksi cepat [6][7]. Dengan kata lain beban mental dapat mempengaruhi kondisi fisik akibat perubahan fisiologis [9], yang diukur melalui pengukuran psikofisiologis karena berkaitan dengan proses internal fisiologis sebagai penilaian status individu [5][10].

B. Pengukuran Beban Mental

Beban mental atau kognitif dapat dilihat sebagai ketegangan (*strain*) pada proses *Central Nervous System* CNS, sehingga beban mental atau kognitif dapat diukur secara tidak langsung berdasarkan indikator fisiologis. Efek reaksi stres menyebabkan aktivasi sistem saraf simpatetis dan menghambat sistem saraf parasimpatetis, yang berdampak pada peningkatan laju denyut jantung, tekanan darah, dan kadar gula darah, pelebaran pupil mata, sekresi keringat, dan kontraksi pembuluh darah eksternal. Perubahan pada sistem syaraf secara bersamaan menghasilkan adaptasi tubuh terhadap situasi stres melalui peningkatan penggunaan energi yang disimpan dan mengintensifkan aktivitas kardiovaskular (Wilson dan Corlett, 2005).

Secara subyektif pengukuran beban mental terdiri dari dua kategori yaitu pengukuran *single dimensional* yang lebih sederhana untuk diterapkan dan dianalisis tetapi hanya memberikan skor beban kerja yang umum, serta *multi-dimensional* yang menyediakan beberapa diagnostik untuk mengidentifikasi sumber beban mental walaupun prosedurnya lebih kompleks. Dari beberapa metoda pengukuran beban mental secara subyektif, penelitian ini memerlukan metoda pengukuran yang dapat menentukan elemen pekerjaan yang menyebabkan kelelahan mental dan stress, sehingga diharapkan dapat mengarah pada penetapan strategi intervensi yang sesuai fokus penelitian.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Pengukuran Stres Kerja

Pengukuran terhadap tingkat stres dan penetapan job stressor pekerjaan masinis akan dilakukan dengan menggunakan NIOSH *Generic Job Stress Questionnaire*, Kuesioner tersebut merupakan hasil pengembangan NIOSH (*National Institute for Occupational Safety and Health*) pada tahun 1990/1991 oleh para peneliti di bidang Job Stress (Motivation and Stress Research). Instrumen ini dikembangkan secara generik berdasarkan kerangka dari beberapa penelitian tentang job stressor yang mengacu pada kondisi kerja yang menyebabkan reaksi akut atau ketegangan pada pekerja, Ketegangan jangka pendek, pada akhirnya diduga memiliki dampak terhadap indikator kesehatan mental dan fisik jangka panjang, serta melihat faktor individu, faktor non kerja dan faktor penghambat

B. Pengukuran Beban Mental

- Baik beban kerja fisik maupun mental akan berdampak pada *Heart Rate* (HR) dan *Heart Rate*

Variability (HRV) yang akan meningkatkan HR dan menurunkan HRV pada saat bersamaan, maka pada penelitian ini pengukuran secara fisiologis terhadap beban mental mengacu pada HR dan HRV menggunakan POLAR Rs800

- Pada penelitian ini akan digunakan SWAT (*Subjective Workload Assessment Tehnique*) sebagai metoda pengukuran subjektif terhadap beban mental memiliki dimensi beban kerja waktu (*Time Load*), beban kerja usaha mental (*Mental Effort Load*), dan beban stres psikologis (*Psychological Stress Load*)[10].

C. Partisipan

Partisipan pada penelitian ini adalah masinis yang berada di Daerah Operasional II Bandung, di mana pemilihan partisipan berdasarkan jadwal keberangkatan kereta api sehingga diperoleh masinis dari berbagai jenjang (senior, junior, dan pemula). Pada penelitian ini diperoleh 26 masinis yang bersedia menjadi partisipan, yang mewakili masinis dari berbagai jenjang, dan menjalankan tugas (dinasan) ke seluruh lintasan yang ada di DaOp II Bandung.

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Stres Kerja Masinis Daerah Operasional II Bandung

70% partisipan dalam penelitian ini berusia 20-40 tahun 26% dari partisipan adalah masinis pemula (1-5 tahun), 40% masinis junior (5-15 tahun) dan 34% masinis senior (di atas 15 tahun). Masinis tersebut rata-rata bekerja selama 40-50 jam perminggu (60%) dengan tambahan jam kerja 1-10 jam per minggu, yang biasanya terjadi akibat menggantikan masinis yang berhalangan. Selain itu penugasan masinis tidak memiliki pola yang tetap dalam kurun waktu harian, mingguan, maupun bulanan, karena pola kerja masinis bergantung pada rotasi kerja yang dibuat berdasarkan jadwal keberangkatan kereta.

Bila melihat pada kondisi kesehatan masinis, maka 74% dari partisipan adalah perokok, dan 80% dari partisipan tidak pernah mengambil cuti/ izin karena sakit satu bulan terakhir dari saat pengambilan data, walaupun 69% mengalami gejala flu sehingga masih dapat menjalankan dinas, dan umumnya memiliki sakit pada lambung (maag). Dengan kata lain kondisi kesehatan mereka dalam keadaan baik.

Faktor pemicu stres bukan hanya dari pekerjaan, bila mengacu pada penelitian sebelumnya dapat diketahui bahwa terdapat 19 faktor pemicu stres berdasarkan NIOSH *General Jobstres Questionnaire*. Dari hasil penelurusan terhadap faktor pemicu stres masinis secara berurutan yang memiliki skala dominan lebih dari 2 (dari skala 4) adalah:

1) *Lingkungan Fisik*, di mana Berdasarkan hasil perhitungan, maka subfaktor dominan dari faktor lingkungan kerja yang menjadi pemicu stres adalah tingkat kebisingan, kualitas, dan tidak terlindungnya masinis dari zat berbahaya di kabin lokomotif.

a) Intensitas suara yang terpapar oleh masinis selama dinas mencapai 90 dBA jika kereta api melaju di daerah dengan kontur menanjak yang disebabkan oleh motor yang

sedang bekerja. Jika kereta melaju dalam keadaan idle (misal lintasan menurun atau datar), kebisingan hanya pada kisaran 84 dBA. Sedangkan suara peluit kereta api yang dibunyikan hanya pada waktu-waktu tertentu mencapai 112 dB

b) Suhu di kabin lokomotif ketika pagi hari berkisar di suhu 24°C, menjelang tengah hari suhu mencapai 34°C, menjelang sore pada rentang 30°C-34°C, pada malam hari suhu berkisar di suhu 28°C-30°C, dan pada dini hari menjelang pagi suhu antara 29°C. Kondisi ini dipengaruhi oleh lingkungan luar dan mesin dari lokomotif, bila masinis mengendalikan lokomotif pendek maka mesin berada di belakang kabin, sedangkan bila mengendalikan lokomotif panjang maka mesin berada di depan lokomotif.

c) Kualitas udara yang buruk lebih dirasakan pada lokomotif panjang, di mana pada lokomotif ini posisi mesin berada di depan masinis, sehingga asap dari mesin masuk ke dalam kabin.

d) sirkulasi udara yang mengandalkan jendela di samping masinis, di kabin lokomotif diesel pada umumnya tidak memiliki mesin pendingin. Namun kondisi ini berdampak pada polusi dan angin panas masuk melalui jendela jika berjalan pada siang hari/ penggunaan lokomotif panjang

e) Pada siang hari masinis memanfaatkan cahaya matahari dalam melakukan dinas (50-200 Lux), cahaya cukup terang dan kontras. Sedangkan pada malam hari cahaya berkisar antara 10-20 Lux.

f) Kualitas fisik kabin yang buruk, hal ini dapat dilihat dari postur duduk masinis saat mengendalikan lokomotif, letak tuas kendali dan posisi duduk menyebabkan masinis bekerja dengan posisi yang tidak nyaman. Tangan kiri mengendalikan tuas yang terletak di sisi kiri/ di sebelah pundak, dan masinis harus tetap melihat ke depan.

2) *Tuntutan Mental* muncul disebabkan oleh pekerjaan masinis yang membutuhkan banyak konsentrasi selama dinas, mengingat banyak hal berkaitan dengan dinas, memfokuskan pikiran pada dinas setiap saat, sehingga tidak dapat menyelesaikan dinas dengan mudah dan tanpa konsentrasi penuh. Sesuai dengan model pemrosesan informasi yang dikembangkan Wickens, dkk ([13], stimulus yang diterima masinis berupa komunikasi dengan PPKA, asisten masinis dan kru lainnya, pembacaan marka dan rambu, display batas kecepatan, mengingat batas-batas kecepatan di setiap lokasi. Dari stimulus ini diproses melalui saraf sensorik menuju *working memory* untuk mengembangkan dan memperkuat persepsi berdasarkan informasi dan pengalaman masinis, untuk selanjutnya akan membentuk respon dan diakhiri oleh adanya keputusan atau tindakan. Aspek kritis pada situasi pekerjaan dinamik maupun statis adalah perhatian visual dan kognitif yang diperlukan untuk menjalankan tugas, dalam bentuk 'tuntutan perhatian'. Semakin banyak aktivitas yang terjadi bersamaan akan menyebabkan *attention resources* akan habis, dan semakin lama aktivitas tersebut kapasitas *attention resources* tersebut akan berkurang. Pada kondisi inilah kelelahan mental muncul [11][13].

3) *Beban Kerja dan Tanggungjawab*, Dari berbagai subfaktor yang berkaitan dengan beban kerja dan tanggungjawab, faktor yang paling paling menyebabkan stres adalah besarnya tanggung jawab yang dimiliki terhadap keselamatan kenyamanan kepuasan dan keamanan penumpang, dengan dominasi jawaban (68,2% dari partisipan) adalah 4 yang mengindikasikan bahwa masinis merasa tanggung jawab tersebut sangat besar. Hal sangatlah logis mengingat tugas utama masinis adalah mengendalikan kereta berdasarkan 4 pilar utama, yaitu: keselamatan, ketepatan waktu, pelayanan dan kenyamanan. Sedangkan subfaktor lain yang juga diindikasikan sebagai pemicu stres dari faktor ini adalah jumlah tugas yang dimiliki oleh masinis, dengan dominasi jawaban pada skala 3 (79% dari partisipan), yang berarti banyak.

Bila melihat pada faktor-faktor pemicu stres pada pekerjaan masinis di atas, maka konsentrasi merupakan kunci utama untuk mencapai target dari 4 pilar tersebut. Konsentrasi sangat berkaitan dengan pemrosesan informasi pada kerja masinis agar dapat mengambil keputusan dengan cepat dan tepat, di mana konsentrasi tersebut sangat dipengaruhi oleh lingkungan dan kondisi kognitif individu, sehingga kondisi tidak berkonsentrasi merupakan bentuk dari gangguan berupa kegagalan kognitif berkaitan dengan *memory disfunction* yang terjadi karena terlalu banyak informasi aktif pada *working memory* [14]. Penyebab kegagalan kognitif terjadi karena adanya kesalahan pada tahap *interpretation dan decision making*, yang disebabkan oleh stres, keterbatasan waktu, tingkat kesadaran, juga tingkat kelelahan [15]. Kondisi ini juga mungkin terjadi pada masinis sehingga perlu dikaji bagaimana tingkat stres dan kelelahan masinis akibat pekerjaannya ini

B. Heart Rate (HR) dan Heart Rate Variability (HRV)

Nilai denyut jantung 23 dari 26 masinis meningkat setelah melakukan perjalanan dinas, hal ini dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor diantaranya durasi kerja ataupun tingkat kesulitan suatu pekerjaan [16]. Sedangkan nilai HRV sebelum dan sesudah, mengalami kecenderungan penurunan nilai (semakin cepat). Hal ini membuktikan HRV dapat digunakan untuk menggambarkan tingkat tekanan mental seseorang, pada kasus ini perubahan HRV pada masinis salah satunya dipengaruhi oleh tekanan mental selama melakukan perjalanan dinas.

TABEL 1

Masinis Ke-	Heart Rate (beat per minute)			Heart Rate Variability (ms)		
	Sebelum	Sesudah	Δ	Sebelum	Sesudah	Δ
1	82.30	84.11	1.80	729.31	714.78	-14.53
2	68.18	79.70	11.52	884.93	755.44	-129.49
3	104.26	106.64	2.38	576.91	570.13	-6.78
4	72.00	79.23	7.23	838.14	769.85	-68.30
...						

Masinis Ke-	Heart Rate (beat per minute)			Heart Rate Variability (ms)		
	Sebelum	Sesudah	Δ	Sebelum	Sesudah	Δ
26	77.84	82.13	4.29	773.14	735.27	-37.87

HR dan HRV merupakan pengamatan berdasarkan fungsi waktu (*time domain*), bila mengacu pada frekuensi (*frequency domain*) yaitu gelombang frekuensi yang terdiri dari *Very Low Frequency* (VLF) yang merefleksikan sebagian sifat simpatetik dan dievaluasi pada rentang 0 - 0.04 Hz, *Low Frequency* (LF) merefleksikan sifat simpatetik dan sebagian sifat parasimpatetik yang dievaluasi pada rentang 0.04 Hz-0.15 Hz, *High Frequency* (HF) merefleksikan sifat dan perubahan parasimpatetik yang mengarah pada fungsi pernafasan yang dievaluasi pada rentang 0.15 Hz-0.4 Hz, dan rasio LF/HF yang mengindikasikan keseimbangan antara sifat simpatetik dan parasimpatetik, maka nilai LF merupakan salah satu variabel yang paling sensitif dalam mengukur kelelahan mental yang terjadi [16].

Beban mental terjadi sebagai beban fisiologis pada proses dalam *Central Nervous System* (CNS), yang berkontribusi meningkatkan aktivitas saraf simpatetik selama bekerja, yang berfungsi meningkatkan respon-repson tubuh untuk melakukan aktivitas yang cukup berat atau dalam menghadapi situasi stress dan saraf ini akan mempercepat denyut jantung. Dengan demikian motivasi berkaitan dengan peningkatan aktivitas saraf simpatetik yang merupakan usaha mental untuk mempertahankan performansi kerja di bawah kondisi lelah mental [17]. Nilai LF menggambarkan sifat simpatetik dan sebagian sifat parasimpatetik, di mana parasimpatetik merupakan sistem saraf yang berlawanan dengan saraf simpatetik. yaitu mendominasi pada aktivitas atau keadaan yang tenang dan santai sehingga akan mengatur jantung untuk tidak berdenyut dengan cepat dan kuat, saraf ini akan menurunkan denyut jantung ke kondisi normal. Bila mengacu pada *frequency domain*, rata-rata perentase power untuk VLF, LF, dan HF adalah 62.9%, 25.3%, dan 11.7%, maka hasil pengukuran ini mengindikasikan beban mental yang cukup tinggi.

Berdasarkan nilai normal dari rasio LF/HF yang berkisar antara 1.5-2, sebagian besar masinis berada di luar batas tersebut, dengan rata-rata keseluruhan sebesar 3.8. Berdasarkan hasil pengukuran, rata-rata power untuk LF adalah 28 n.u, sedangkan batas normal dari LF_{power} adalah 54 ± 4 (n.u) [15].

C. Subjective Workload Assesment

Hasil *Scaling Information* diatas didapatlah nilai dimensi beban waktu kerja (*Time*), mental (*Effort*), dan tekanan psikologi (*Stress*) sebesar 70,38%, 20,99%, dan 8,63%. Dan berdasarkan tahap *Event Scoring*, maka diperoleh elemen pekerjaan masinis yang memberikan beban mental yang **tinggi** terdapat pada:

- Elemen pekerjaan sebelum menjalankan dinasan, yaitu memeriksa dan menyakinkan kelengkapan atau kelayakan *No Go Item* dengan rata-rata beban kerja 65.7 Pada kondisi ini masinis harus memberikan waktu khusus untuk dalam melaksanakan aktivitas ini tanpa diselingi kegiatan lain, karena harus mencoba

setiap *no go item* apakah berfungsi dengan baik atau tidak.

- Elemen pekerjaan saat menjalankan dinasan, yaitu mengambil keputusan apabila terjadi gangguan KA/ lokomotif di jalan bebas dengan rata-rata beban kerja 62.8. pada kondisi ini diperlukan konsentrasi yang dalam mengambil keputusan sesuai prosedur dan dalam melakukan pekerjaan ini tidak dapat diselingi dengan pekerjaan lain. Sementara dalam melakukan kegiatan ini akan berdampak pada kegiatan operasional kereta lainnya serta berisiko merugikan pengumpang akibat adanya keterlambatan.

Sedangkan elemen pekerjaan masinis yang memberikan beban mental sedang terdapat pada:

- Elemen pekerjaan sebelum menjalankan dinasan, yaitu
 - Menghidupkan lokomotif sesuai dengan prosedur dengan (44.1)
 - Langsir dari Dipo ke stasiun dipandu oleh juru langsir (53.2)
- Elemen pekerjaan saat menjalankan dinasan, yaitu
 - Melakukan taktis jalan KA dengan baik dan benar sesuai dengan medan yang dijalani (58.0)
 - Peka terhadap kondisi lokomotif dan rangkaian (memantau indikator/instrumen lokomotif bekerja dengan baik) (57.8)
 - Berkonsentrasi dan waspada terhadap medan/lintasan yang dijalani (57.8)
 - Berkonsentrasi dan waspada terhadap medan/lintasan yang dijalani (54.0)
 - Melakukan tunjuk sebut setiap melihat semboyan atau marka (43.4)
 - Melakukan pengereman dinamis setiap 30 menit sekali (45.8)
 - Melakukan pemeriksaan kondisi lokomotif apabila di stasiun berhenti lebih dari 5 menit (53.6)
 - Mengatasi gangguan lokomotif ringan (*me-reset* dan memotong) (53.4)

V. KESIMPULAN

Dari hasil kajian ini maka tingkat stres masinis di Daerah Operasional II Bandung tinggi bila berkaitan dengan dinasan secara langsung, yaitu yang disebabkan oleh lingkungan fisik kabin lokomotif dan tuntutan mental, dimana masinis dituntut untuk tetap memiliki konsentrasi yang tinggi selama menjalankan dinasan. Tingginya beban mental pada masinis ini dapat ditunjukkan dengan hasil pengukuran melalui HR dan HRV yang mengindikasikan adanya peningkatan beban mental sebelum dan setelah menjalankan dinasan. Serta bila melihat pada *frequency domain*, maka beban mental masinis berada pada kondisi tidak normal. Berdasarkan hasil penelusuran melalui SWAT maka tugas memeriksa dan

meyakinkan kelengkapan atau kelayakan *No Go Item* yang dilaksanakan sebelum dinasan dan mengambil keputusan apabila terjadi gangguan KA/ lokomotif di jalan bebas diindikasikan sebagai contributor beban mental yang dialami masinis. Oleh karena itu, salah satu strategi yang dapat ditetapkan untuk mengatasi hal ini adalah dengan mengkaji kembali tugas masinis serta meningkatkan keandalan kereta/lokomotif.

Acknowledgment

Ucapan terima kasih disampaikan pada direktorat SHE PT KAI dan Daerah Operasional II Bandung, khususnya pada UPT Crew Masinis.

References

- [1] Dhillon, B.S. Human Reliability and Error in Transportation Systems, Springer, 2007
- [2] Hudoklin, Alenka, dan Rozman, Vojan. "Human error versus stres," Reliability Engineering dan System Safety, 1992, pp.231-236
- [3] Johnson, S.J., O'Connor, E.M., Jacobs, S., Hassell, K., Ashcroft, D.M. The relationships among work stress, strain and self-reported errors in UK community pharmacy, 2014
- [4] Kroemer, Karl H.E, Kroemer, Hiltrud J. dan Kroemer-Elbert, Katrin E. Engineering Physiology Bases of Human Factors Engineering/ Ergonomics, Springer Heidelberg Dordrecht London New York, 2010
- [5] Martinussen, M., Hunter, D. R. (2010). *Aviation psychology and human factors*, CRC Press - Taylor & Francis Group
- [6] Toomingas, A ., Mathiassen, S.E., dan Tohnqvist, E.W. Occupational Physiology. CRC Press, Tayloe & Francis Group 2012
- [7] Scerbo, Mark W. Stres, Workload, and Boredom in Vigilance: A Problem and an Answer dalam Haccock, PA dan Desmond, 2001, pp. 267-278
- [8] Toomingas, A ., Mathiassen, S.E., dan Tohnqvist, E.W. Occupational Physiology. CRC Press, Taylor & Francis Group. 2012
- [9] Nater U.M., Youngblood, L.S., Jones,J.F., Unger, E.R., Miller, H.H., Reeves,W.C., dan Heim,C. "Alterations in diurnal salivary cortisol rhythm in a population-based sample of cases with chronic fatigue syndrome." Psychosomatic Medicine, vol.70, pp.298–305, 2008
- [10] Nygren, T.E., An Examination of Conditional Violatiobs of Axioms For Additivity via Axiomatic And Numerical Conjoint Analysis, Psychometriks, 1986
- [11] Mazloui, A., Kumashiro M., Izumi, H., dan Higuchi, Y. "Examining the influence of different attentional demands and individuals' cognitive failure on workload assessment and psychological functioning". International Journal of Occupational Hygiene, Vol.2 pp. 17-24, 2010
- [12] Wilson, J.R. dan Corlett E.N. Evaluation of human work, a practical ergonomic methodology (3Rd ed.), London: Taylor dan Francis, 2005
- [13] Wickens, C.D., dan Holland, J.G., Engineering psychology and human performance, Prentice-Hall Inc. 3rd ed. 1999
- [14] Wallace, J.C., & Chen, G., "Development and Validation of a Work-Specific Measure of Cognitive Failure: Implications for Occupational Safety". *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, vol.78, pp.615 – 632, 2005
- [15] Bourne L.E. dan Yaroush, R.A. Stres and Cognition: a Cognitive psychological perspective, National Aeronautics and Space Administration, 2003.
- [16] Meshkati N. dan Hancock, P.A. Human mental workload. Elsevier Science Ltd. California 1988
- [17] Chaudhuri, Abhijit dan Behan, Peter O. "Fatigue in neurological disorders." *Lancet*, Vol. 363 pp.978-988. 2004