Studi Kelayakaan Perancangan Instrumen Pengukuran *Readiness Level* Berdasarkan Kelelahan Fisik dan Mental

Caecilia Sri Wahyuning
Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional
Jl. PKH. Mustapha No. 23, Bandung 40124
caecil@itenas.ac.id

Abstrak

Angka kecelakaan di Indonesia masih tinggi, baik kecelakaan kerja maupun kecelakaan lalu lintas. Human error merupakan salah satu penyebab kecelakaan, yang merupakan kesalahan maupun kelambatan dalam pengambilan keputusan. Kondisi ini dapat terjadi sebagai akibat dari kelelahan fisik dan mental. Penelitian ini merupakan bagian dari proses rancang bangun instrument pengukuran tingkat kesiapan (readiness level) fisik dan mental. Pada penelitian ini dilakukan kajian terhadap kelayakan perancangan instrumen dengan kasus pada tingkat kesiapan pengemudi. Parameter pengukuran yang digunakan adalah denyut jantung, tingkat stress melalui elektrodermal dan kecepatan reaksi pengemudi. Instrumen ini akan dikembangkan sebagai instrumen yang dapat membantu pengambil keputusan dalam menugaskan seorang pengemudi, sehingga pengemudi bertugas dalam keadaan siap bekerja dan memiliki performansi yang tinggi. Berdasarkan aspek hukum, analisis kondisi monitoring kondisi pengemudi saat ini, aktivitas pemeriksaan kesehatan pengemudi, dan analisis teknis, maka instrumen ini layak untuk dilanjutan dalam proses perancangan. Keberadaan instrumen ini dapat meningkatkan keselamatan di jalan raya. Hal ini dapat berdampak pada peningkatan kepercayaan masyarakat terhadap angkutan umum sehingga membantu dalam memecahkan masalah kemacetan.

Key words: perancangan, instrumen, readiness level, kelelahan fisik, kelelahan mental,

1. Pendahuluan

Jumlah kecelakaan kerja di Indonesia masih tinggi. Tahun 2017 terjadi 10.588 kecelakaan kerja dengan korban bisa pulih dan bekerja kembali sebanyak 4.699 orang, sedangkan 4.907 orang sementara tidak mampu bekerja, 189 orang mengalami cacat dan 146 orang meninggal dunia. Akibat kecelakaan kerja tersebut mengakibatkan kerugian sebanyak 9.812 hari kerja hilang di tahun 2017 [1]. Dalam bidang transportasi, pada tahun 2017 terdapat 103.287 kasus kecelakaan lalu lintas dengan 30.569 orang meninggal, 14.409 orang luka berat dan 119.944 orang luka ringan. Pada moda kereta api tahun 2017 terdapat 16 kecelakaan kereta api dan satu diantaranya adalah tabrakan antar KA dan dua dari semua kecelakaan tersebut disebabkan oleh SDM operator [2].

Kecelakaan berkaitan erat dengan performansi operator, sehingga seringkali sebuah kecelakaan diindikasi sebagai akibat dari *human error*. *Error* merupakan kegagalan tindakan yang direncanakan untuk mencapai tujuan yang diinginkan, salah satunya adalah *skill based errors. Skill based error* merupakan kesalahan operator akibat kurang perhatian terhadap suatu hal (*attentional failures*) atau lupa untuk melakukan suatu prosedur (*memory lapses*) [3]. Penyebab penurunan performansi kognitif adalah keterbatasan manusia dalam memproses informasi [4], yang terkait erat dengan kelelahan mental dan kelelahaan saraf [5].

Sejumlah penelitian secara tegas menyatakan bahwa kelelahan merupakan salah satu penyebab kecelakaan kerja [6][7]. Oleh karena itu, pada dasarnya kecelakaan dapat dicegah bila operator/ pekerja menyadari bahwa kondisi tubuhnya berada dalam keadaan lelah. Namun demikian, masih belum banyak perusahaan/ operator dapat mengelola kelelahan dengan cara yang tepat. Selama ini untuk mengatasi kelelahan akibat kerja perusahaan/operator masih mengandalkan jam istirahat dan

pengaturan jadwal shift kerja. Pada kenyataannya setiap individu memiliki kemampuan yang berbeda, baik secara fisik maupun mental, dalam merespon sebuah beban kerja yang sama.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan keselamatan kerja adalah dengan pengelolaan sumber daya manusia yang lebih manusiawi. Pengelolaan yang lebih manusiawi adalah pengelolaan yang mengacu pada kondisi fisik dan mental operator/ pekerja/ pengemudi. Mengingat masih banyak profesi/ pekerjaan yang seringkali harus dilakukan melewati waktu untuk tubuh melakukan pemulihan/ istirahat. Perhatian terhadap kondisi operator/ pekerja/ pengemudi, baik fisik maupun mental, secara langsung dapat meningkatkan performansinya. Oleh karena itu, potensi kecelakaan yang diakibatkan oleh kesalahan (*human error*) operator/ pengemudi dapat dikurangi sehingga dapat meningkatkan keselamatan kerja.

Penelitian terhadap tingkat kesiapan (*readiness level*), yang secara umum mengkaji aspek fisik dan mental (dan efeknya terhadap performansi), cenderung masih terbatas. Penelitian serupa telah dilakukan, yaitu penelitian secara kualitatif yang membahas mengenai stres kerja pada pengemudi. Akan tetapi pada penelitian ini tidak ditetapkan sejauh mana faktor-faktor tersebut masih dapat ditolerir dan masih dalam batas aman bagi operator/ pekerja/ pengemudi untuk menjalankan tugasnya.

Penelitian ini secara khusus membahas mengenai kelayakan sebuah perangkat/instrumen yang dapat digunakan untuk menilai tingkat kesiapan fisik dan mental untuk bekerja. Penelitian ini dapat berkontribusi terhadap pemerintah dalam upaya meningkatkan keselamatan kerja, baik di industri maupun transportasi. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat meminimasi potensi kecelakaan yang disebabkan oleh pekerja/ operator/ pengemudi akibat kelelahan fisik dan mental. Pada makalah ini akan disampaikan tahapan awal dari proses perancangan, yaitu studi kelayakan dari instrumen pengukuran *readiness level* melalui kelelahan fisik dan mental.

2. Metodologi

Aktivitas perancangan dimulai dengan penetapan tujuan perancangan untuk memperoleh deskripsi produk, dilanjutkan dengan perencanaan, konseptualisasi, dan diakhiri dengan perancangan. Pada makalah ini akan dipaparkan studi kelayakan rancang bangun insrumen, sebagai bagian dari tahap perencanaan, untuk menyatakan bahwa instrumen ini layak untuk dilanjutkan ke dalam proses konseptualisasi dan masuk dalam tahap perancangan.

2.1 Penetapan Tujuan Perancangan Instrumen Pengukuran *Readiness Level* Melalui Kelelahan Fisik dan Mental

Tujuan rancang bangun instrumen pengukuran *readiness level* melalui kelelahan fisik dan mental adalah mendapatkan instrumen yang dapat digunakan oleh pihak manajemen dalam memantau kondisi kesiapan operator/ pekerja berdasarkan kondisi fisik dan mental. Instrumen ini diharapkan dapat membantu dalam pengelola SDM dalam memantau kondisi kelelahan fisik dan mental operator/ pekerja. Pemanfaatan instrumen ini lebih jauh adalah untuk membantu dalam penjadwalan kerja, terutama pada peekrjaan yang memerlukan shift/ pembagian kerja. Bagi perusahaan jasa transportasi instrumen ini dapat membantu dalam pengambilan keputusan apakah seorang pengemudi masih dapat menjalankan tugas atau harus beristirahat.

2.2 Deskripsi Produk

Instrumen pengukuran *readiness level* adalah alat ukur kelelahan fisik dan mental yang menginterpretasikan kesiapan individu untuk melakukan sebuah pekerjaan, utamanya untuk pekerjaan dengan tuntutan mental. Instrumen ini akan mengukur kondisi tubuh yang mengindikasikan kelelahan fisik dan mental. Pekerjaan dengan tuntutan mental adalah pekerjaan yang membutuhkan kinerja otak mulai dari menerima stimulus sampai dengan pengambilan keputusan dan tindak lanjut dari keputusan tersebut.

2.3 Perencanaan Instrumen Pengukuran *Readiness Level* Melalui Kelelahan Fisik dan Mental

Berdasarkan tujuan rancang bangun instrumen, selanjutnya ditetapkan rencana proses perencanaan yang terdiri dari:

- Identifikasi masalah, mengingat bahwa instrumen ini belum ada maka permasalahan dibangkitkan dari permasalahan perusahaan dalam mengelola pekerja/ operator/ pengemudi berkaitan dengan kelelahan fisik dan mental.
- Penentuan parameter pengukuran, untuk menentukan parameter yang dapat digunakan dalam mengidentifikasi kelelahan fisik dan mental.
- Studi kelayakan perancangan instrumen, untuk melihat tingkat kepentingan dan manfaat intrumen ini bagi pihak-pihak terkait, dari berbagai aspek dan pendekatan.

3. Hasil Diskusi

3.1. *Readiness Level*

Readiness level pada kasus ini adalah kesiapan individu untuk menjalankan tugasnya, baik secara fisik maupun mental. Pada saat individu berada pada kondisi siap untuk bekerja maka fisik dan mentalnya berada dalam kondisi normal. Kondisi tidak siap terjadi pada saat lelah yang dapat mengurangi keawasan mental, serta menyebabkan penurunan kognitif dan performansi psikomotor [8].

Salah satu potensi kecelakaan yang disebabkan oleh kesalahan manusia (*human error*) adalah *skill based error*, yaitu kesalahan yang disebabkan oleh kapasitas individu dalam menanggapi sebuah stimulus. Kesalahan tersebut dapat berupa kesalahan dalam mengambil keputusan atau keterlambatan dalam pengambilan keputusan. Hal ini dapat terjadi pada saat individu mengalami kelelahan, sehingga salah satu indikasi kelelahan adalah keterlambatan dalam pengambilan keputusan atau menindaklanjuti stimulus. Oleh karena itu kesiapan seseorang sangat diperlukan dalam menjalankan tugas, agar dapat meminimasi potensi untuk melakukan kesalahan atau terlambat dalam pengambilan keputusan.

3.2. Identifikasi Masalah Pengukuran Saat Ini

Secara umum, upaya yang dilakukan perusahaan untuk mengantisipasi kelelahan akibat kerja adalah dengan mengatur jam dan durasi kerja serta jadwal istirahat. Selain perusahaan yang bergerak di bidang transportasi, masih belum ada perusahaan yang memperhatikan kondisi fisik dan mental pekerja/ operator dalam melakukan penjadwalan kerja. Pengaturan jam, durasi kerja dan istirahat masih mengacu pada peraturan pemerintah. Akan tetapi, operator dan pengusaha transportasi pun masih dalam pemeriksaan kesehatan fisik, belum sampai pada kondisi mental.

Penelitian ini akan difokuskan pada pengemudi/operator yang menjalankan kendaraan. Setiap individu memiliki kapasitas/ kemampuan tersendiri, sehingga untuk pekerjaan dan beban kerja yang sama akan memberikan respon yang berbeda. Pemantauan kondisi kesiapan pengemudi dilihat dari hasil pemeriksaan fisik (tekanan darah, gula darah, urine terhadap penggunaan obat-obatan terlarang). Pada umumnya pemeriksaan dilakukan baik secara rutin (sebelum menjalankan kendaraan) maupun berkala.

Terdapat kasus para pengemudi yang berkeberatan dengan pemeriksaan setiap hari karena dianggap membuang waktu, sedangkan gambaran kelelahan menunjukkan semakin banyak pemeriksaan yang harus dilakukan terhadap pengemudi. Bila ditemukan kondisi fisik yang tidak sesuai dengan standar, maka pengemudi tidak diizinkan untuk mengemudi. Akan tetapi dari hasil pemeriksaan tersebut tidak diperoleh indikasi seberapa lama seorang pengemudi masih bisa berada pada kondisi yang layak untuk mengemudi, sehingga sangat memungkinkan pengemudi mengalami puncak kelelahan saat bertugas. Belum ada instrumen yang dapat digunakan oleh pengelola transportasi untuk memantau dan mengelola jadwal kerja pengemudi yang mengacu pada kesiapan mengemudi secara fisik dan mental.

3.3. Penentuan Parameter Pengukuran *Readiness Level*

Kesiapan fisik dapat diindikasi dari kondisi denyut jantung, Kelelahan disertai sejumlah perubahan fisiologis dan metabolik, yang merupakan indikator beban kerja fisik maupun mental yang berlebihan [9][10]. Kelelahan muncul karena penggunaan energi fisik atau mental yang berkepanjangan tanpa waktu yang cukup untuk beristirahat dan memulihkan kondisi tubuh [11][12]. Kondisi ini dicirikan oleh peningkatan aktivitas fisiologis, seperti denyut jantung [13][14]. Secara umum peningkatan *heart rate* (HR) berkaitan dengan peningkatan tingkat beban kerja, sehingga HR sering digunakan untuk mengevaluasi beban kerja mental secara akurat [14].

Kelelahan terjadi karena tubuh terus menerus melakukan proses adaptasi (*general adaptation*) dan pertahanan terhadap stres yang berkepanjangan [15]. Dengan kata lain, kelelahan merupakan manifetasi dari stres yang berkepanjangan [15][7].

Pada saat individu terpapar stres akibat tingginya tuntutan pekerjaan hingga tidak mampu lagi menyesuaikan dengan tuntutan pekerjaan, maka diperlukan memori atau perhatian terus menerus atau harus berreaksi cepat [11][10]. Oleh karena itu tingkat kesiapan (*readiness level*) dapat dilhat dari kecepatan individu dalam merespon stimulus.

Ide dasar dari penelitian ini adalah pengukuran terhadap parameter yang diindikasi sebagai indikator kelelahan fisik dan mental. Mengacu pada kajian di atas maka parameter yang akan digunakan pada instrument untuk mengukur *readiness level* berdasarkan kelelahan fisik dan mental pengemudi adalah denyut jantung (HR), tingkat stres, dan kecepatan reaksi pengemudi. Alasan penggunaan parameter ini adalah melihat pada kemudahan pengukuran dan menginterpretasikan hasil pengukuran.

Pada dasarnya telah ada alat yang dapat mengukur ketiga parameter tersebut, sehingga pada penelitian ini adalah pengembangan dari alat ukur yang sudah ada, yaitu:

1. *Heart Rate Monitor*: instrumen yang digunakan untuk mengukur denyut jantung, yang biasanya digunakan di pergelangan tangan alat. Alat ini dapat memberikan informasi kondisi denyut jantung dan zona dari kondisi denyut jantung, serta menyimpan data hasil pengukuran.
2. *Galvanic Skin Response*: instrumen yang digunakan untuk mengukur konduktansi kulit/ elektrodermal sebagai indikator stres, yang biasanya dililitkan di lengan atas atau dengan menyentuh pad. Alat ini akan memberikan informasi kondisi konduktansi kulit serta menyimpan data hasil pengukuran.
3. *Reaction time*: yaitu metoda yang digunakan untuk mengukur kecepatan reaksi. Metoda in telah banyak dibuat dalam bentuk aplikasi smartphone maupun instrumen sederhana, yang digunakan dengan cara menyentuh layar sesaat setelah muncul gambar/suara (stimulus). Alat ini akan memberikan informasi mengenai kecepatan reaksi terhadap stimulus.

Rancang bangun instrumen ini utamanya adalah menggabungkan ketiga instrumen yang telah ada, serta mengembangkan sistem pengukuran ini menjadi sebuah sistem pengambilan keputusan. Keputusan dari hasil pengukuran pada instrumen ini adalah penentuan tingkat kesiapan yang mengacu pada historis kondisi fisik dan mental.

3.4. Studi Kelayakan Perancangan Instrumen Pengukuran Tingkat Kesiapan Fisik dan Mental Pengemudi

Terdapat beberapa aspek yang diperhatikan dalam studi kelayakan instrument pengukur *readiness level*, yaitu:

a. Landasan hukum
   - Pemerintah telah mewajibkan perusahaan angkutan umum untuk menerapkan Sistem Manajemen Keselamatan Perusahaan Angkutan Umum yang mencakup 10 elemen yaitu: (1) komit dan kebijaksanaan, (2) pengorganisasian, (3) manajemen bahaya dan risiko, (4) fasilitas pemeliharaan dan perbaikan kendaraan, (5) dokumentasi dan data, (6) peningkatan kompetensi dan pelatihan, (7) tanggap darurat, (8) pelaporan kecelakaan internal, (9) monitoring dan evaluasi, dan (10) pengukuran kinerja.
   - Undang-undang yang mengatur tentang masalah transportasi darat, yaitu UU No 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan. Bagian yang menyangkut pengemudi adalah Bagian Tiga (Waktu kerja Pengemudi), Pasal 90. Uraian singkat substansi UU No 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan berkaitan dengan SDM, bahwa pengemudi:
     i. Telah melakukan pengecekan minimal pengecekan tekanan darah, tes urin dan alkohol dalam waktu tertentu secara periodik sebelum berangkat saat beroperasi dan sesudah operasi yang dibuktikan dengan surat keterangan berbadan sehat dari dokter.
     ii. Telah melakukan pengecekan minimal pengecekan kondisi fisikologis sekurang-kurangnya 1 (satu) tahun sekali.
     iii. Memiliki surat keterangan sehat jiwa dari psikolog.
   - Aspek legal lain yang mengatur pengemudi angkutan umum adalah Peraturan Menteri Nomor PM 98 Tahun 2013 Tentang Standar Pelayaan Minimal Angkutan Orang dengan Kendaraan

Bermotor Umum Dalam Trayek. Uraian singkat substansi berkaitan dengan persiapan operasi kendaraan dan awak angkutan umum dinyatakan bahwa "**Pengemudi dalam keadaan sehat fisik dan mental**".

- Pedoman Tata cara Penentuan Lokasi Tempat Istirahat di jalan Bebas Hambatan [16], penentuan secara teknis untuk fasilitas istirahat dapat dilakukan berdasarkan kriteria tingkat kelelahan yang ditetapkan melalui hasil uji tingkat kelelehaan pengemudi dengan metoda *Flicker Fussion* dan Uji Reaksi.

b. Analisis Kondisi Pemantauan dan Pengelolaan Jam Kerja Pengemudi Saat ini
Mengacu pada dasar hukum dan tata cara yang berkaitan dengan kondisi pengemudi, maka dapat dilihat bahwa:

- belum ada acuan yang kuat, yang dapat digunakan untuk memantau kondisi fisik dan mental pengemudi.
- Aturan jam kerja menetapkan bahwa waktu kerja bagi pengemudi kendaraan bermotor umum paling lama delapan jam sehari, dan setelah mengemudikan kendaraan selama empat jam berturut-turut wajib beristirahat paling singkat setengah jam. Kondisi ini ini dapat mempengaruhi irama sirkadian pengemudi dan berdampak pada performansinya [17][8].
- Pekerjaan mengemudi memiliki tuntutan untuk berkonsentrasi dan waspada semakin tinggi pada saat lalu lintas dalam keadaan ramai, sehingga pengemudi bukan hanya memiliki beban fisik, tetapi juga mengalami beban mental yang cukup besar.

c. Analisis Aktivitas Pemeriksaan Kesehatan Pengemudi
Berdasarkan penelusuran berita mengenai persiapan pengemudi bis sebelum bertugas, pemeriksaan kesehatan yang diterapkan pada pengemudi meliputi tekanan darah, gula darah, urine terhadap penggunaan obat-obatan terlarang. Wawancara pun dilakukan untuk menelusuri kondisi kantuk, lelah, konsumsi obat-obatan dan minuman keras. Pada masa mudik Lebaran 2018 Dinas Perhubungan Jakarta menetapkan pemeriksaan kesehatan kepada supir setiap hari, memastikan kesehatan para pengemudi bis, untuk mengurangi tingkat kecelakaan di jalur mudik. Akan tetapi tindakan ini mendapatkan kritik dari para pengemudi, karena dianggap membuang waktu [19]. Pada pemeriksaan di Kampung Rambutan ditemukan 19 dari 146 pengemudi tidak lulus tes kesehatan dan umumnya memiliki masalah kesehatan pada tekanan darah dan gula darah [20].

Pemeriksaan kesehatan yang diterapkan pada para pengemudi bus umumnya adalah pada kesehatan fisik. Sedangkan pemeriksaan kesehatan mental masih sebatas wawancara, yang bersifat subyektif. Seorang pengemudi harus memiliki tingkat konsentrasi dan kewaspadaan yang tinggi, maka pengemudi juga harus memiliki kemampuan untuk kedua hal itu.

d. Analisis Teknik
Mengacu pada peralatan yang sudah ada maka perancangan instrumen ini lebih pada pengembangan yang menggabungkan ketiga alat ukur yang sudh ada. Ketiga parameter akan diterima melalui sensor dan diproses menggunakan sistem berbasis mikrokontroler berbasis modul Arduino. Selanjutnya hasil dari pengukuran ini akan disimpan dalamb entuk database dan diolah berdasarkan model kelelahan. Pengolaha data mengacu pada standar yang telah ditetapkan dalam penelitian-penelitian sebelumnya.

Adanya pencatatan kesehatan fisik dan mental pihak pengelola dapat memiliki gambaran kesiapan pengemudi secara fisik dan mental pengemudi yang dapat digunakan dalam pengambilan keputusan untuk penugasan pengemudi. Bukan hanya keputusan penugasan, catatan ini juga dapat digunakan untuk menetapkan waktu dan durasi istirahat, sehingga pada saat bertugas kembali kondisi fisik dan mental pengemudi sudah layak untuk menjalankan tugas.

Database kesehatan fisik dan mental pengemudi dapat digunakan sebagai parameter dalam menetapkan tingkat kesiapan. Interpretasi kondisi fisik dan mental menggambarkan tingkat kelelahan, yang mengindikasikan tingkat kesiapan. Sistem akan memberikan informasi untuk membantu pengambil keputusan untuk menjadwalkan tugas atau mengistirahatkan seorang pengemudi. Bila pengemudi berangkat penjadwalan yang mengacu pada database kondisi fisik dan mental, maka kecil kemungkinan hasil pemeriksaan kesehatan sebelum keberangkatan tidak

lolos. Oleh karena itu perlu dirancang sebuah sistem pemeriksaan kesehatan fisik dan mental pengemudi, yang dapat dilakukan dengan cepat, tepat dan akurat. Berdasarkan metodologi pada sistem ini diharapkan bukan hanya dapat mengukur tingkat kesehatan fisik dan mental, tetapi juga menyimpan data pengukuran, serta membantu menginterpretasikan hasil pengukuran. Dari sistem ini interpretasi yang diharapkan adalah informasi mengenai seberapa besar tingkat kesiapan pengemudi untuk menjalankan tugas.

Secara lebih jauh sistem yang dikembangkan dapat diharapkan untuk membantu pengambilan keputusan, yaitu keputusan apakah pengemudi diizinkan atau tidak untuk mengemudi. Bila tidak diharapkan untuk mengemudi, pihak terkait juga dapat menetapkan berapa lama pengemudi harus beristirahat. Oleh karena itu perlu alat bantu yang dapat membantu implementasi metodologi pengukuran tingkat kesiapan mengemudi.

Instrumen ini yang dapat digunakan oleh pihak perusahaan angkutan umum dan Dinas Perhubungan Darat dalam memantau kondisi pengemudi. Pihak perusahaan dapat memanfaatkan dalam menyusun jadwal penugasan pengemudi, sedangkan Dinas Perhubungan Darat memantau kondisi pengemudi selama dalam perjalanan. Pemantauan kondisi pengemudi selama perjalanan diperlukan untuk mengantisipasi penurunan performansi pengemudi yang terjadi di luar perkiraan. Hal ini mengingat kondisi kesehatan fisik dan mental pengemudi dapat dipengaruhi banyak hal.

4. Kesimpulan

Berdasarkan kajian-kajian di atas, maka instrumen untuk mengukur tingkat kesiapan fisik dan mental pengemudi **layak untuk dirancang**. Rancangan ini pun dapat menjadi produk komersial, karena pihak terkait masalah transportasi bukan hanya pada perusahaan angkutan umum dan Dinas Perhubungan Darat. Produk ini juga dapat digunakan oleh perusahaan armada angkutan lain dan dinas terkait.

Keberadaan instrument ini akan meningkatkan keselamatan di jalan raya, yang merupakan kepentingan masyarakat dalam bidang transportasi. Hal in akan meningkatkan kepercayaan masyarakat terhadap angkutan umum dan menumbuhkan minat masyarakarat untuk menggunakan transportasi masal. Secara tidak langsugn rancangan instumen ini dapat mendukung upaya mengatasi kemacetan.

Daftar Pustaka

[1] Pusdatin. 2018. *Kecelakaan Kerja dan Penyakit Akibat Kerja Tahun 2017.* Retrieved from http://pusdatin.kemenaker.go.id.

[2] 2018. *Perhubungan Dalam Angka.* Jakarta: Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. Retrieved from http://korlantas.polri.go.id/statistik-2/

[3] Reason J. 1990. *Human Error*. New York: Cambridge University Press.

[4] Reason, J. 2000. Human error: model and management. *British Medical Journal.* Vol. 320, P.768-770.

[5] Kroemer, K., dan Grandjean, E. 2009. *Fitting the Task to the Human: A textbook of Occupational Ergonomic 5th ed.* Taylor dan Francis.

[6] Williamson, A., Lombardi, D. A., Folkard, S., Stutts, J., Curtney, T. K., dan Connor, J. L. 2011. The Link between fatigue and safety. *Accident Analysis and Prevention*, P.498-515.

[7] Taha, Z., dan Hashim, Y. 2016. Modelling of Ergonomic Risk Factors as predictors to work related fatigue near miss accidents experienced among Malaysia express bus driver: Partial Least Squares (PLS) Approach. *Asia Pasific Industrial Engineering and Management System Conference. Taiwan.*

[8] Williamson, A. M., Feyer, A.M., dan Friswell, R. 1996. The impact of work practices on fatigue in long distance truck driver. *Accident Analysis and Prevention,* Vol. 28 (6), P.709-719.

[9] Chaudhuri, A., dan Behan, P. O. 2000. Fatigue and basal ganglia. *Journal of Neurological Science,* Vol. 179(S1-2), P.34-42.

[10] Toomingas, A., Mathiassen, S. E., dan Tohnqvist, E. W. 2012. *Occupational Physiology.* CRC Press, Taylor dan Francis Group.

[11] Martinussen, M., dan Hunter, D. R. 2010: *Aviation Psychology and Human Factors.* CRC Press, Taylor and Francis Group.

[12] Dawson, D., Noy, Y. I., Harma, M., Torbjorn, A., dan Belenky, G. 2011. Modelling fatigue and the use of fatigue models in work settings. *Accident Analysis and Prevention,* Vol. 43, P.549-564.

[13] Hancock, P. A., Meshkati, N., dan Robertson, M. 1985. Physiological reflections of mental workload. *Aviation, Space, and Environtmental medicine,* Vol. 56 (11), P.1110-1114.

[14] Hancock, P. A., dan Meshkati, N. 1988. *Human Mental Workload:Advances in Psychology 52.* Amsterdam: Elsevier Science Publisher B.V.

[15] Landy, F. J., dan Conte, J. M. 2013. *Work in the 21th Century: An Introduction to Industrial and Organizational Psychology, 4th Ed.* John Willey dan Sons, Inc.

[16] *Direktur Jenderal Bina Marga.* 1999. Retrieved from PU-net Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat: www.pu.go.id

[17] Wickens, C. D., Lee, J., Liu, Y., dan Becker, S. G. 2004. *An Introduction to Human Factor Engineering 2nd Ed*. New Jersey: Pearson Prantice Hall.

[18] Folkard, S.dan Lombardi, D.A. 2006. Modeling the impact of the components of long work hours on injuries and "accidents". *American Journal of Industrial Medicine*, Vol. 49(11), P.953-63.

[19] Fitriani, N. 2018, June 9. Sopir Bus Keluhkan Tes Kesehatan Setiap Hari. (D. I. Siregar, Interviewer) Retrieved from http://ramadan.metrotvnews.com: http://ramadan.metrotvnews.com/info-mudik-ramadan/Obzdmj1K-sopir-bus-keluhkan-tes-kesehatan-setiap-hari.

[20] Dwinanto, E. A. 2018, June 11. 19 Sopir Bus di Terminal Kampung Rambutan Tak Lolos Tes Kesehatan. (S. RAVE, Interviewer) Retrieved from https://megapolitan.kompas.com: https://megapolitan.kompas.com/read/2018/06/11/17140691/19-sopir-bus-di-terminal-kampung-rambutan-tak-lolos-tes-kesehatan.