

# **Pengaruh Kecukupan Tidur dan Jam Kerja Terhadap Respon Fisiologis Pada Fase Alarm, Resisten dan Kelelahan Saat Mengemudi Format**

Caecilia Sri Wahyuning dan Lauditta Irianti  
Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Nasional  
Jl. PKH. Mustapha No. 23, Bandung 40124  
[caecil@itenas.ac.id](mailto:caecil@itenas.ac.id), [lauditta.irianti@gmail.com](mailto:lauditta.irianti@gmail.com)

## ***Abstract***

*Kecelakaan di jalan raya dapat disebabkan oleh kelelahan mental yang berdampak pada penuruan performansi kognitif. Kelelahan merupakan manifestasi respon fisiologis terhadap stres yang terbagi dalam fase alarm, fase resisten, dan fase kelelahan. Selain itu performansi kognitif dipengaruhi kondisi fisik akibat waktu tidur dan kerja. Pada penelitian ini dikaji dampak dari kecukupan tidur dan waktu kerja terhadap respon fisiologis. Sebanyak 16 responden menjalankan simulator pada pagi, siang dan sore dengan kondisi cukup dan kurang tidur. Selama simulasi respon fisiologis pada fase alarm dilihat dari aktivitas Salivary  $\alpha$ -Amylase, fase bertahan dari Heart Rate Variability dan fase kelelahan dari hasil Psychomotor Vigilant Test. Kondisi kecukupan tidur dilihat dari tingkat kantuk dengan menggunakan Karolinska Sleepiness Scale. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecukupan tidur dan waktu kerja tidak berpengaruh secara signifikan pada fase alarm, resisten maupun kelelahan. Hal ini dapat disebabkan karena waktu simulasi yang pendek dan karakter responden yang menganggap simulator bukan sebagai beban kerja.*

*Key words : tidur, waktu kerja, respon fisiologis, performansi kognitif*

## **1. Pendahuluan**

Peningkatan kebutuhan sarana transportasi sebagai penunjang mobilitas signifikan dengan peningkatan jumlah kendaraaan yang terjadi di Kota Bandung. Hal ini berdampak pada kemacetan dan waktu tempuh yang semakin panjang. Kondisi ini menyebabkan waktu yang diperlukan untuk beristirahat pada malam hari berkurang. Irama sirkadian suhu tubuh dengan titik minimum terjadi pada pagi hari (jam 06.00, dan pada saat suhu tubuh rendah seseorang cenderung akan tidur [1]. Akan tetapi pada umumnya masyarakat Kota Bandung telah melakukan kegiatan di jalan raya (mengemudi) pada pagi hari. Sedangkan suhu tubuh dipengaruhi oleh *sleep latency* dan durasi tidur [1]. Dengan demikian maka pada dasarnya pada kondisi ini tubuh belum siap untuk bekerja, dan tubuh harus merespon/beradaptasi dengan aktivitas yang dilakukannya. Pada kondisi ini peformansi dapat tidak sesuai dengan yang diharapkan [2].

Semakin tinggi jumlah kendaraan di jalan raya semakin besar interaksi yang terjadi, dan kondisi ini meningkatkan potensi terjadi kecelakaan. Kegagalan manusia dalam menjalankan sistem mempunyai peran yang cukup signifikan terhadap kecelakaan. Kesalahan dalam mengambil keputusan yang berujung pada insiden, kondisi ini terkait erat dengan kelelahan mental dan kelelahaan saraf [3]. Beberapa dampak dari kelelahan adalah pelambanan dalam berpikir, menurunnya keawasan, serta penurunan konsentrasi dan proyeksi [4]; [5][3]. Sejumlah penelitian secara tegas menyatakan bahwa kelelahan merupakan salah satu penyebab kecelakaan kerja [6][7].

Kelelahan timbul sebagai dampak dari respon tubuh (*strain*) yang terjadi untuk melakukan proses pertahanan terhadap stres yang berkepanjangan [8] [9][10]. Kondisi ini terjadi 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]. Kelelahan terjadi karena tubuh terus menerus melakukan proses adaptasi

(*general adaptation*) dan pertahanan atas stres yang berkepanjangan [14], dengan kata lain, kelelahan merupakan manifestasi dari stres yang berkepanjangan [14][7].

Merujuk pada paparan di atas maka jelaslah bahwa penurunan performansi kognitif pengemudi berpotensi terhadap kecelakaan sebagai akibat kekurangan tidur. Hal ini juga mengingat bahwa masyarakat Bandung dapat beraktivitas (mengemudi) pada pagi, siang ataupun sore hari. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk melihat sejauh mana dampak kondisi tidur dan jam kerja terhadap respon fisiologis pada fase alarm, resisten dan kelelahan saat mengemudi. Tujuan penelitian ini adalah mengkaji dampak kondisi tidur dan jam kerja terhadap respon fisiologis pada fase alarm, resisten dan kelelahan saat mengemudi.

## 2. Metodologi Penelitian

### 2.1 Subyek

Responden yang diikutsertakan dalam penelitian ini adalah 16 mahasiswa dengan rentang usia 19-25 tahun dengan kriteria memiliki SIM-A, rutin mengendarai mobil, minimal 2 (dua) hari sekali dengan jarak minimal 5 (lima) kilometer per hari atau waktu berkendara minimal 1 (satu) jam per hari, serta terbiasa mengendarai mobil dengan transmisi manual dan dapat menguasai instrumen penelitian

### 2.2 Peralatan

Alat-alat yang digunakan untuk mendukung penelitian ini adalah *driving simulator* dari computer dan *driving controller* Logitech Momo Edition *Steering wheel*. Simulasi dilakukan di ruang iklim Laboratorium APK & Ergonomi Teknik Industri Itenas.

### 2.3. Metoda Penelitian

Pendekatan dalam penelitian ini adalah pendekatan fisiologis, namun demikian dalam pengukuran terhadap tingkat kantuk digunakan metoda subyektif. Adapun metoda yang digunakan dalam penelitian terhadap respon fisiologis adalah:

- Fase alarm (Tingkat Stres): mengukur aktivitas *Salivary α-Amylase* (SAA) dengan cocorometer
- Fase resisten (tingkat beban kerja mental): mengukur *Heart Rate Variability* (HRV) dengan *Heart Rate Monitor*
- Fase Kelelahan: mengukur tingkat kelelahan melalui tingkat keawasan pengemudi dengan *Psychomotor Vigilance Test* (PVT)

Pengukuran secara subyektif dilakukan terhadap kondisi kecukupan tidur dilihat dari:

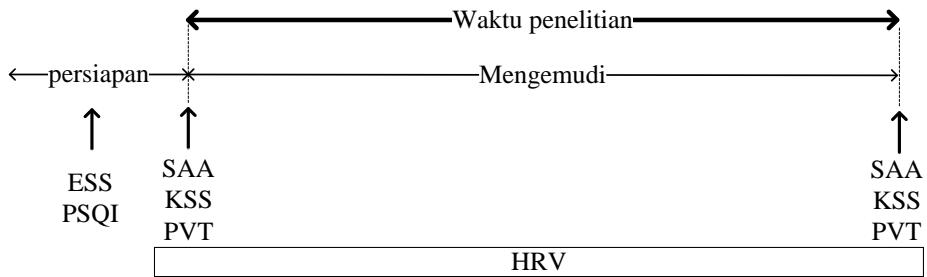
- *Pitsburg Sleep Quality Index* (PSQI) untuk menilai kualitas tidur partisipan dalam kurun waktu 30 hari terakhir
- *Epworth Sleepiness Scale* (ESS) untuk melihat penyebab kantuk partisipan
- *Karolinska Sleepiness Scale* untuk mengukur tingkat kantuk.

### 2.4 Desain eksperimen

Pada penelitian ini responden akan menjalankan 6 (enam) kondisi yang berbeda, yaitu mengemudi dengan kondisi:

Treatment	Jam kerja			
	pagi	Siang	sore	
Kondisi tidur	Cukup tidur	Eksperimen #1	Eksperimen #2	Eksperimen #3
	Kurang tidur	Eksperimen #4	Eksperimen #5	Eksperimen #6

Pada penelitian ini desain eksperimen diperlukan agar penelitian berjalan sesuai dengan tujuan penelitian, adapun skema penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Keterangan:

- ESS: *Epworth Sleepiness Scale*
- KSS: *Karolinska Sleepiness Scale*
- PSQI: *Pittsburg Sleep Quality Index*
- SAA: *Salivary Alpha Amylase*
- HRV: *Heart Rate Variability*
- PVT: *Psychomotor Vigilance Test*

Gambar 1 Skema penelitian

### 3. Hasil Diskusi

#### 3.1. Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI)

Irama sirkadian memiliki dampak pada kesehatan dan kehidupan individu dewasa. Perubahan usia berkaitan dengan kualitas tidur [3]. *Pittsburgh Sleep Quality Index* (PSQI) dihitung dengan cara menilai dari durasi dari tidur, gangguan yang kemungkinan yang dialami waktu tidur, *sleep latency*, gangguan karena tidur, efisiensi tidur, kualitas tidur, dan kebutuhan obat untuk membantu tidur [15] Rentang nilai PSQI adalah 0 – 21, semakin tinggi mengindikasikan kualitas tidur yang dimiliki semakin buruk. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 13 orang (81,3%) responden memiliki kualitas tidur dengan indeks berkisar antara 11-16. Nilai terrendah PSQI (6) dimiliki responden pria yang memiliki kesenangan bermain musik

Bila mengacu pada komponen tidur, maka 68,8% responden memiliki skor 3 untuk Komponen 1 (durasi tidur). Hal ini mengindikasikan faktor yang mempengaruhi buruknya kualitas tidak responden ini adalah **durasi tidur**. Skor 3 diberikan bila responden memiliki waktu aktual untuk tidur di malam hari <5 jam. Skor 3 diberikan untuk Komponen 3 (*sleep latency*) dialami oleh 9 orang responden. kondisi ini terjadibila dalam satu minggu mengalami tiga kali atau lebih tidak dapat tidur dalam waktu 30 menit.

#### 3.2. Epworth Sleepiness Scale (ESS)

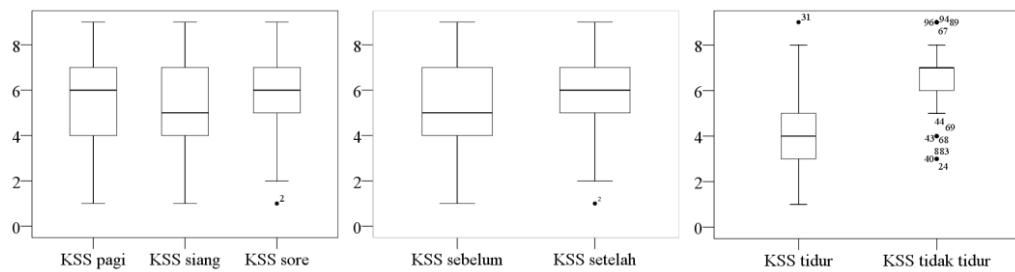
Kuesioner *Epworth Sleepiness Scale* (ESS) digunakan untuk mengetahui karakteristik kebiasaan kantuk. Pada penelitian terdapat 9 orang (56,3%) responden memiliki kebiasaan kantuk yang tidak normal dengan rentang nilai 11-21. Nilai tertinggi ESS (21) dimiliki responden pria yang memiliki kesenangan bermain game.

Bila mengacu pada pertanyaan ESS, maka 50% responden sangat mungkin untuk tertidur pada saat berbaring pada siang/sore hari dalam keadaan yang memungkinkan. Pada saat berada di dalam mobil, ketika berhenti sebentar untuk menunggu lampu hijau, 43.7% responden sangat mungkin untuk tertidur. Sedangkan ketika menumpang di mobil selama satu jam tanpa istirahat, 37.6% responden sangat berkemungkinan untuk tertidur.

#### 3.3. Karolinska Sleepy Scale

*Karolinska Sleepiness Scale* (KSS) digunakan untuk mengetahui kondisi kantuk dari responden pada saat bekerja. Skala yang diberikan berada pada range angka nol yang menunjukkan kondisi responden yang sangat awas dan sangat terjaga sampai dengan angka sembilan yang menunjukkan kondisi responden yang sudah sangat mengantuk dan susah untuk tetap terjaga.

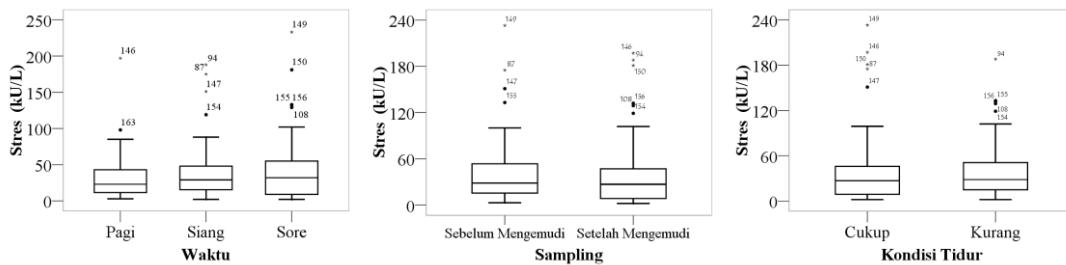
Berdasarkan *paired t-test* diperoleh hasil bahwa tidak terdapat perbedaan antara pada KSS pagi-siang ( $p=0.485$ ) dan pagi-sore ( $p= 0.088$ ). Akan tetapi terdapat perbedaan antara KSS siang-sore ( $p>0.05$ ). Demikian pula KSS pada kondisi lain, dan hal ini dapat ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Skor KSS untuk setiap kondisi

### 3.4. Salivary $\alpha$ -Amylase

Stres muncul pada proses respon fisiologis, yaitu interaksi antara *stressor* dan reaksi stres. Fase alarm, yang identik dengan *defense reaction*, merupakan input dalam proses psikologi kerja yang disebabkan oleh *stressor* pada proses interaksi antara stimulus-respon [3]. Sekresi amilase dalam air liur diatur oleh sistem saraf *sympathetic nervous-adrenomedullary* (SAM), yang dikendalikan oleh norepinefrin (hormon *eustress*). Sehingga pengukuran SAA dapat digunakan untuk mengevaluasi aktivitas simpatik. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi SAA juga merupakan aspek biokimia yang dapat mengindikasikan stres. Tingkat stress yang dialami responden selama simulasi dalam berbagai kondisi dalam digambarkan sebagai berikut:



Gambar 3. Tingkat stres untukks untuk setiap kondisi

### 3.5. Heart Rate Variability

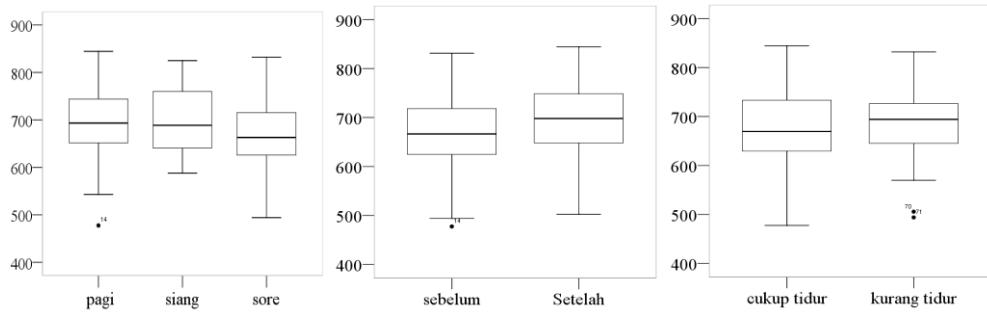
Saat *stressor* masih terus aktif dan tidak dapat dihadapi, maka masuk dalam fase resisten/pertahanan (*strain*). Inilah yang menunjukkan bahwa respon “*fight or flight*” adalah gambaran efek fisiologis stres. Gejala ini muncul pada saat tubuh harus bertahan terhadap serangan stres [3][14]. Fase resisten (*strain*) terjadi pada proses dalam *Central Nervous System* (CNS) yang berkaitan dengan denyut jantung, sehingga dapat digunakan sebagai metoda untuk mengevaluasi beban kerja mental [13] yaitu dengan mengukur *Heart Rate Variability* (HRV).

Pada penelitian ini HRV dihitung berdasarkan *time domain*, dan dari beberapa paremeter *time domain* yang paling berpengaruh adalah *meanRR*. Hasil uji normalitas terhadap *meanRR* berdasarkan waktu, dan kondisi istirahat berdistribusi normal ( $p>0.05$ ). Berdasarkan *paired t-test* diperoleh hasil bahwa terdapat perbedaan *meanRR* ( $p<0.05$ ) sebelum dan setelah simulasi, serta pada simulasi pagi-siang, siang-sore. Bila digambarkan perubahan *meanRR* dapat ditunjukkan pada Gambar 4 yaitu *boxplot meanRR* pada berbagai kondisi.

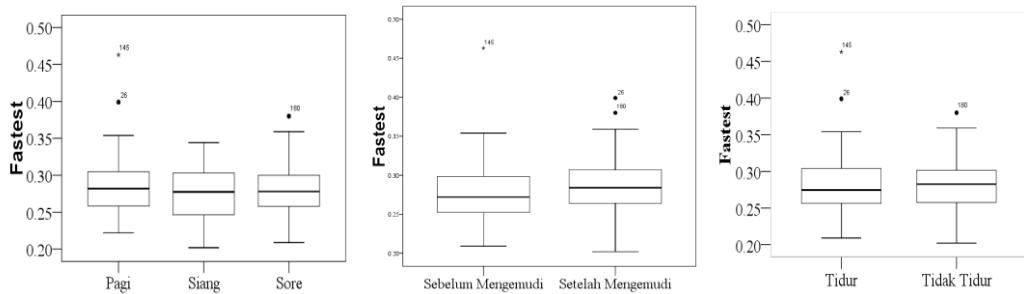
### 3.6. Psychomotor Vigilance Test (PVT)

Pada fase kelelahan pertahanan secara keseluruhan mengalami penurunan dan mengalami konsekuensi yang merugikan, yang terjadi akibat peningkatan aktivitas saraf simpatik, sehingga dapat menurunkan performansi kerja [10]. Kondisi ini terjadi akibat terpapar *stressor* yang sama secara terus menerus, dan tubuh berusaha menyesuaikan diri dengan mengeluarkan energi adaptasi [11]. Kelelahan berkaitan dengan performansi psikomotor, sebagai contoh adalah dalam kasus pengemudi, kelelahan mengurangi keawasan mental yang menurunkan kognitif dan performansi psikomotor selama mengemudi [16].

Parameter yang paling sensitif dari PVT adalah 10% *fastest* PVT. Hasil uji normalitas terhadap 10% *fastest* PVT berdasarkan waktu, sampling dan kondisi istirahat berdistribusi normal ( $p>0.05$ ). Berdasarkan *paired t-test* diperoleh hasil bahwa terdapat perbedaan 10% *fastest* PVT ( $p<0.05$ ) sebelum dan setelah simulasi, serta pada simulasi pagi-siang, siang-sore. Bila digambarkan perubahan 10% *fastest* PVT dapat ditunjukkan pada Gambar 5 yaitu *boxplot* 10% *fastest* PVT pada berbagai kondisi.



Gambar 4 *Boxplot meanHRV*



Gambar 5. Boxplot 10& Fastest PVT pada berbagai kondisi

### 3.7. Pengaruh Tidur dan Waktu Kerja

Berdasarkan uji statistik terhadap stres maka waktu sampling dan kondisi tidur tidak mempengaruhi tingkat stres responen. Akan tetapi waktu dan kondisi tidur berpengaruh secara signifikan terhadap rata-rata HRV. Uji statistik terhadap performansi, berkaitan waktu sampling dan kondisi tidur tidak berpengaruh secara signifikan terhadap peformansi yang dilihat dari 10% *fastest* PVT.

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa nilai Sig. untuk tingkat kantuk (0,353), tingkat stres (0,535), dan beban kerja mental (0.914)  $>0.05$ , oleh karena itu hipotesis ditolak. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat kantuk, stres, dan beban kerja mental tidak berpengaruh signifikan terhadap performansi. Dengan demikian maka variabel tingkat kantuk, tingkat stres, dan beban kerja mental tidak berpengaruh secara signifikan bersama-sama terhadap performansi

Kondisi tidur dan terjaga mempengaruhi performansi kerja [2], Saat seseorang mengalami kantuk berdampak pada penurunan konsentrasi, keawasan, dan perlambatan daya kognitif [6] akan tetapi pada penelitian ini kondisi tidur tidak mempengaruhi performansi hal ini dapat disebabkan oleh:

1. Durasi simulasi yang pendek belum memberikan beban yang cukup mempengaruhi respon fisiologis
2. Karakteristik responen yang sudah terbiasa dalam kondisi kurang tidur namun tuntutan kerja (mahasiswa tingkat 3-4) mengharuskan tetap siaga.
3. Beberapa responen memiliki kesenangan bermain game, sehingga simulator ini bukan menjadi beban kerja.

### 4. Kesimpulan

Dari penelitian ini diperoleh hasil bahwa kecukupan tidur dn waktu kerja tidak berpengaruh terhadap tingkat stress, kelelahan mental dan performansi pada pekerjaan mengemudi, yang dilakukan pada

simulator. Hal ini disebabkan durasi simulasi yang tidak cukup mempengaruhi respon fisiologis. Selain itu karakter responden yang memiliki masalah tidur, namun irama tubuh sudah beradaptasi, sehingga tidak mempengaruhi respon fisiologis baik pada fase alarm, fase strain, maupun fase kelelahan.

Penelitian ini penting untuk dilakukan karena penelitian ini akan memberikan gambaran terhadap kondisi mental pengemudi pada saat pengemudi mengalami kekurangan tidur. Sehingga dapat digunakan bagi pihak terkait (Ditlantas dan Dishub) untuk menetapkan kebijakan berkaitan dengan jam dan durasi kerja bagi pengemudi. Khususnya bagi pengemudi armada angkutan antar kota.

## Daftar Pustaka

- [1] Wickens, C., Lee, J., & Becker, S. 2004. *An Introduction to Human Factors Engineering Second Edition*. New Jersey: Pearson Education.
- [2] Folkard, S., Lombardi, D. A., & Spencer, M. B. (2006). Estimating the Circadian Rhytm in the Risk of Occupational Injuries and Accidents. *Chronobiology International*, 23 (6), 1181-1192.
- [3] Kroemer, K., & Grandjean, E. (2009). *Fitting the Task to the Human: A textbook of Occupational Ergonomic 5th ed.* Taylor & Francis.
- [4] Park, J., Ha, M., Yi, Y., & Kim, Y. (2006). Subjective fatigue and stress hormone level in urine accoding to duration of shiftwork. *Journal of Occupational Health*, 48, 446-450
- [5] Mutsuura, H., Kanbara, K., Fukunaga, M., Yamamoto, K., Ban, I., Kitamura, K., et al. (2009). Depression and anxiety correlate differently with salivary free cortisol in the morning in patients with functional somatic syndrome. *Applied Psychophysiology Biofeedback*, 34, 291-298.
- [6] Williamson, A., Lombardi, D. A., Folkard, S., stutts, J., Courtney, T. K., & Connor, J. L. (2011). The Link between fatigue and safety. *Accident Analysis and Prevention*, 498-515.
- [7] Taha, Z. B., & Hashim, Y. B. (2016). Modelling of Ergonomic Risks Factors as predictors to work related fatigue near miss accidents experienced among Malaysian express bus driver: Partial Least Squares (PLS) Approach. *Asia Pasific Industrial Engineering and Management System Conference* (pp. F5-6). Taiwan: National Taiwan University of Science and Technology.
- [8] Beek, A. J., F.Maijeman, T., Frings-Dresen, M. H., Kuiper, J. I., & Kuiper, S. (1995). Lorry drivers' work stress evaluated by catecholamines excreted in urine. *Occupational and Environmental Mediicine*, 464-469.
- [9] Schvaneveldt, R. W., Reid, G. B., Gomez, R. L., & Rice, S. (1997). *Modeling Mental Workload*. Virginia: United State Air Force Research Laboratory.
- [10] Chaudhuri, A., & Behan, P. O. (2000). Fatigue and Basal Ganglia. *Journal of Neurological Science*, 179(S1-2), 34-42.
- [11] Martinussen, M., & Hunter, D. R. (2010). *Aviation Psychology and Human Factors*. CRC Press, Taylor and Francis Group
- [12] Dawson, D., Noy, Y., Harma, M., Torbjorn, A., & Belenky, G. (2011). Modelling fatigue and the use of fatigue models in work settings. *Accident and Prvention*, 43, 549-564.
- [13] Hancock, P., & Meshkati, N. (1988). *Human Mental Workload: Advances in Psuchology*, 52. Amsterdam: Elsevier Science Publisher B.V
- [14] Landy, F. J., & Conte, J. M. (2013). *Work in the 21th Century: An Introduction to Industrial and Organizational Psychology*, 4th Ed. John Wiley & Sons, Inc.
- [15] Buysse, D. J., III, C. R., Monk, T., Berman, S., & Kupfer, J. (1988). The Pittsburgh sleep quality index: new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Research*, 28, 193-213.
- [16] Williamson, A. M., Feyer, A., & R.Friswell. (1996). The impact of work practices on fatigued in long distance truck driver. *Accident Analysis and Prevention*, 28 (6), 709-719.