BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Deduktif

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai landasan teori yang digunakan dalam melakukan penelitian diantaranya yaitu sebagai berikut.

2.1.1 Ergonomi

Ergonomi berasal dari bahasa Yunani, yaitu "*ergon*" dan "*nomos*" dimana e*rgon* berarti kerja dan *nomos* artinya hukum, sehingga dapat diartikan bahwa ergonomi adalah suatu aturan atau norma dalam sebuah pekerjaan atau sistem kerja (Phuspa, 2017). Ergonomi dapat didefenisikan sebagai studi tentang aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerjanya ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, *engineering*, manajemen dan *design*/perancangan (Andriani & Subhan, 2016).

Selanjutnya jenis ergonomi itu bisa dikategorikan berbagai macam. Beberapa macam pembagian atau ruang lingkup ergonomi antara lain (Fatmawati, 2014):

1. Ergonomi fisik

   Berhubungan dengan anatomi tubuh manusia seperti antropometri, karakteristik fisiologis dan biomekanis yang berkaitan dengan aktivitas fisik. Misalnya: postur kerja, gerakan berulang-ulang, pemindahan material, tata letak tempat kerja, keselamatan dan kesehatan
2. Ergonomi kognitif

   Berhubungan dengan proses mental manusia sebagai akibat dari interaksi manusia terhadap pemakaian elemen sistem. Misalnya: persepsi, penalaran, respon memori, beban kerja, pengambilan keputusan, keandalan manusia, interaksi manusia dengan komputer, dan stres kerja.

3. Ergonomi organisasi

   Berhubungan dengan pengoptimalan kinerja dari segi sosioteknik. Misalnya: struktur organisasi, kebijakan, dan proses. Topik yang relevan dalam ergonomi organisasi yaitu berhubungan dengan komunikasi, desain pekerjaan, manajemen sumber daya, perancangan waktu kerja, perancangan partisipatif, kerja tim, kultur organisasi, maupun manajemen kualitas.

4. Ergonomi lingkungan

   Berhubungan dengan pencahayaan, kebisingan, temperatur, dan getaran. Topik yang relevan dengan ergonomi lingkungan antara lain: perancangan ruang kerja dan sistem akustik.

2.1.2 Ergonomi Kognitif

Kognitif berkaitan dengan proses-proses mental yang mengubah bentuk masukanmasukan sensoris melalui berbagai cara, mengubahnya menjadi tanda-tanda yang digunakan di dalam otak, menyimpannya ke dalam ingatan dan memproduksinya jika diperlukan di kemudian hari sehingga berdasarkan pemahaman tersebut ergonomi kognitif didefinisikan sebagai ilmu yang memanfaatkan informasi-informasi mengenai sifat, kemampuan, dan keterbatasan manusia dari sisi kognitif untuk mendapatkan suatu sistem kerja yang terbaik (Nurhayati & Pribadi, 2009).

Tujuan utama ergonomi kognitif difokuskan pada peningkatan fungsi kerja dan mengurangi kesalahan manusia dengan cara merancang kondisi dan lingkungan kerja yang meningkatkan fungsi kognitif dan kinerja manusia di tempat kerja, sehingga mampu meningkatkan produktivitas, keselamatan, dan kesehatan di tempat kerja (Kim, 2016). Ergonomi kognitif merupakan bidang aplikasi ergonomi yang bertujuan untuk menjelaskan bagaimana seseorang mengartikulasikan proses kognitif yang berhubungan dengan situasi penyelesaian masalah di berbagai tingkat kompleksitas (Rodrigo & Flavia, 2014).

2.1.3 Beban Kerja Mental

Dari sudut pandang ergonomi, setiap beban kerja yang diterima oleh seseorang harus sesuai atau seimbang baik terhadap kemampuan fisik, kemampuan kognitif maupun

keterbatasan manusia yang menerima beban tersebut (Wulandari, 2017). Beban kerja mental didefinisikan sebagai sebuah interaksi antara tuntutan tugas dengan kemampuan manusia atau sumber daya (Wulanyani, 2013). Beban kerja mental *(mental workload)* didefenisikan sebagai evaluasi operator terhadap selang kewaspadaan (kapasitas saat sedang termotivasi dengan beban kerja yang ada) ketika melakukan suatu pekerjaan *(metacontroller activity)* untuk mencapai tujuan tertentu (Hancock & Meshkati, 1988).

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi beban kerja mental seseorang dalam mengenai suatu pekerjaan di antaranya yaitu jenis pekerjaan, situasi pekerjaan, waktu respon, waktu penyelesaian yang tersedia dan faktor individu (tingkat motivasi, keahlian, kelelahan, kejenuhan dan toleransi performansi yang diijinkan) (Simanjuntak, 2010).

2.1.4 Pengukuran Psiko-fisiologi

Beban kerja juga dapat dinilai dengan mengukur perubahan sinyal psiko-fisiologis. Beberapa pengukuran psiko-fisiologis yang dapat digunakan dalam pengukuran beban kerja mental yang telah dilakukan pengelitian sebelumnya dan dirangkum oleh (Haapalainen, et al., 2010) yaitu meliputi :

1. Respons pupil, gerakan mata dan interval kedip
2. Detak jantung (HR) dan variabilitas detak jantung (HRV)
3. Pernapasan,
4. Elektrokardiogram (EKG),
5. Respons kulit galvanik (GSR),
6. Electroencephalogram (EEG atau level gelombang otak)

2.1.5 Electroencephalogram

a. Pengertian *Electroencephalogram*

Elektroencephalogram (EEG) merupakan perangkat yang mampu menangkap aktivitas listrik pada otak manusia dan seringkali digunakan pada bidang kesehatan (Zulianto, Djamal, & Komarudin, 2016).

Karakteristik gelombang sinyal EEG terbagi berdasarkan daerah frekuensi yang menunjukan dominasi aktivitas yang sedang dialami dikenal sebagai gelombang alfa (8-13 Hz) dominan muncul dalam keadaan sadar, mata tertutup dan kondisi rilek, gelombang

beta (14–30 Hz) dominan muncul pada saat seseorang berpikir, gelombang teta (4–7 Hz) umumnya dominan muncul pada saat seorang sedang tidur ringan, mengantuk atau stress, gelombang delta (0.5–3 Hz) dominan muncul ketika seseorang sedang tidur nyenyak dan gelombang gamma (30–50 Hz) umumnya dominan muncul pada saat seorang dalam kondisi kesadaran penuh (Karmila, Djamal, & Nursantika, 2016).

b. Penggunaan Alat

Terdapat beberapa langkah-langkah dalam mempersiapkan penggunaan alat Emotiv EPOC Neuroheadset seperti dijabarkan sebagai berikut:

1. Mengisi daya *headset*

   Pastikan bahwa *headset* berada pada kondisi “OFF” sebelum pengisian dilakukan. Pengisian akan memakan waktu selama 4 jam untuk bisa terisi secara penuh. Harap untuk tidak menggunakan *headset* di kepala selama pengisian daya dilakukan.

2. Menghidrasi sensor

   Selalu hidrasi sensor yang telah disediakan pada kotak hidrator. Bantalan (*felt pads*) harus sepenuhnya jenuh dengan larutan garam (*saline solution*) agar kontak yang baik dapat tercapai. Letakkan *pads* hidrator putih besar di penutup atas hidrator. Hal tersebut akan membantu mengeringkan bantalan ketika sedang tidak digunakan dan mengurangi oksidasi. Catatan: harap mengisi ulang dengan larutan garam lensa kontak multiguna standar.

3. Memasang sensor

   Lepaskan unit sensor beserta bantalannya dari kotak hidrator dan masukkan masing-masing ke dalam kolom sensor yang telah disediakan pada *headset*. Untuk pemasangan, putarlah sebanyak seperempat putaran searah jarum jam sampai Anda merasakan "klik". Putarlah dengan lembut dan berhati-hati untuk tidak memaksa pemasangan sensor pada tempatnya. Unit sensor harus disimpan dalam paket hidrator saat tidak digunakan.

4. Meletakan *headset*

   Geser *headset* ke bawah dari bagian atas kepala Anda menggunakan kedua tangan. Jangan meregangkan atau melebarkan paksa *headset*. Sensor referensi memiliki penutup karet hitam. Posisikan sensor-sensor ini berada pada tulang tepatnya di belakang setiap cuping telinga. Penempatan yang benar dari sensor referensi sangat penting untuk penggunaan yang benar. Dua sensor yang berada di depan harus

ditempatkan kira-kira di garis rambut atau sekitar 3 jari di atas alis. Lalu pasangkan EPOC melalui *bluetooth* atau USB. Tekan dan tahan 2 sensor referensi (terletak tepat di atas dan di belakang telinga) selama sekitar 20 detik.

2.1.6 Umur

Umur adalah rentang kehidupan sejak dilahirkan sampai saat berulang tahun yang diukur dalam satuan tahun (Santika, 2015). Klasifikasi umur dibagi menjadi beberapa kategori seperti tercantum pada tabel 2.1 berikut ini :

Tabel 2. 1 Klasifikasi Umur

No.	Kategori	Umur
1.	Masa kanak-kanak	6-11 tahun
2.	Masa remaja	12-25 tahun
3.	Masa dewasa	26-45 tahun
4.	Masa lansia	46-65 tahun

Sumber : (Amin & Juniati, 2017)

2.2 Kajian Induktif

Kajian empiris ini berisi ringkasan dari beberapa penelitian terkait *electroencephalogram*, pengemudi, dan *driving simulator*. Dalam melakukan penelitian ini, penulis tidak terlepas dari tinjauan pustaka dan mengacu pada penelitian terdahulu baik dari pembahasan topik, penggunaan metode, dan permasalahan yang diusung.

2.2.1 *Deep in Thought While Driving: An EEG Study on Drivers' Cognitive Distraction*

Penelitian yang dilakukan oleh (Almahasneh, et al., 2014) meneliti mengenai distraksi yang dialami oleh pengemudi. Hal tersebut didasarkan pada distraksi saat mengemudi teridentifikasi sebagai penyebab kecelakaan lalu lintas yang berefek sama berbahayanya dengan penggunaan obat-obatan dan alkohol. Prosedur yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu mengadakan 2 sesi menggunakan *driving simulator* dimana sesi pertama partisipan diarahkan untuk berkendara seperti biasa sementara pada sesi kedua terdapat tugas tambahan berupa menjawab pertanyaan yang diajukan oleh peneliti. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada efek yang signifikan dari tugas sekunder kognitif

pada kinerja mengemudi dan keadaan kognitif pengemudi. Efek dari tugas sekunder yang dimaksudkan untuk mengalihkan perhatian pengemudi dapat dilihat dengan jelas dalam kemampuan menjaga jalur dan tingkat kejadian kecelakaan. Efek ini disebabkan oleh peningkatan beban kerja kognitif pengemudi yang disebabkan oleh tugas-tugas sekunder.

2.2.2 *The Relation Between Performance in on-road Driving, Cognitive Screening and Driving Simulator in Older Healthy Drivers*

Casutt, Martin, Keller, & Jäncke melakukan penelitian terhadap 49 responden dengan usia rata-rata 72 tahun dengan tujuan untuk menguji nilai prediktif kinerja mengemudi simulator orang tua melalui kinerja kognitif dan kinerja tes jalan. Terdapat 3 tahapan prosedur yang dilakukan yaitu pertama mengemudi di jalan yang ditemani oleh seorang instruktur mengemudi (DI) untuk menilai kinerja mengemudi. Kedua, peserta diminta untuk bereaksi terhadap presentasi simultan dari lingkaran kuning (disajikan di layar) dan suara bernada dengan menekan tombol target yang sesuai dengan jari telunjuk kanan. Terakhir, dalam tes simulator mengemudi, subjek harus menjaga kecepatan yang memadai (70 km / jam), menjaga ruang yang cukup untuk mobil yang melaju, dan mengikuti arah jalan setepat mungkin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kinerja dalam tes on-road dan kinerja dalam tes kognitif menjelaskan 50% dari varians dalam kinerja simulator mengemudi (r = 0,71). Analisis saat ini menunjukkan bahwa data simulator mengemudi mewakili perilaku mengemudi di jalan dan kinerja kognitif dari pengemudi yang lebih tua (Casutt, et al., 2014).

2.2.3 *Detecting Driver Mental Fatigue Based on EEG Alpha Power Changes during Simulated Driving*

Kelelahan adalah keadaan transisi antara terjaga dan tidur yang diwujudkan sebagai kurangnya kewaspadaan dan kinerja mental atau fisik yang memburuk dan sering dikaitkan dengan kantuk. Kelelahan pengemudi adalah salah satu penyebab utama kecelakaan dan korban di jalan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan daya EEG pada pengemudi yang kurang tidur saat melakukan simulasi mengemudi. Hasil percobaan menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam laporan diri subjektif dari kelelahan (skor F-VAS) selama 10 menit terakhir mengemudi. Selain itu, peningkatan

ritme alfa dalam 10 menit terakhir saat mengemudi menggambarkan penurunan tingkat kewaspadaan dan perhatian serta dimulainya kelelahan dan kantuk dengan perubahan paling mencolok yaitu pada bagian parietal (P4) (Gharagozlou, et al., 2015).

2.2.4 *Quantitative Sleep EEG and Polysomnographic Predictors of Driving Simulator Performance in Obstructive Sleep Apnea*

Obstructive Sleep Apnea (OSA) berkaitan dengan kantuk yang berlebihan di siang hari (EDS) dan disfungsi neurobehavioral yang menyebabkan kinerja mengemudi yang buruk dan peningkatan risiko kecelakaan kendaraan bermotor 3–13 kali lipat. Diperkirakan bahwa OSA menyebabkan 1400 kematian di jalan dan menelan biaya $ 15,9 miliar setiap tahun di Amerika Serikat saja. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada pasien OSA, peningkatan daya EEG, terutama dalam rentang frekuensi (beta) yang lebih cepat selama tidur NREM dan rentang frekuensi yang lebih lambat (delta) dalam tidur REM dikaitkan dengan kinerja mengemudi yang lebih buruk, sementara tidak ada hubungan yang diamati dengan metrik klinis seperti indeks apnea, gairah atau oksigen (Vakulin, et al., 2016).

2.2.5 *The Interconnection of Mental Fatigue and Aging: An EEG Study*

Dibandingkan dengan banyaknya temuan yang berhubungan dengan efek waktu pada tugas dan kelelahan mental, literatur tentang pengaruh penuaan usia pada kelelahan mental masih sangat jarang mengingat tenaga kerja pada perusahaan juga kerap akan menua menjadi latar belakang peneliti melakukan riset ini. Tujuan dari penelitian ini yaitu menyelidiki apakah peserta yang lebih tua dipengaruhi oleh kelelahan mental dibandingkan dengan peserta yang lebih muda. Hasil menunjukkan bahwa responden dewasa dipengaruhi secara berbeda oleh kelelahan mental meskipun tidak ada interaksi usia dan waktu pada tugas yang ditemukan dalam data perilaku (Arnau, et al., 2017).

Tabel 2. 2 *Review* Jurnal

No.	Judul	Latar Belakang	Tujuan	Metode	Hasil
1	*Detecting Driver Mental Fatigue Based on EEG Alpha Power Changes during Simulated Driving*	Kelelahan adalah keadaan transisi antara terjaga dan tidur yang diwujudkan sebagai kurangnya kewaspadaan dan kinerja mental atau fisik yang memburuk dan sering dikaitkan dengan kantuk. Kelelahan pengemudi adalah salah satu penyebab utama kecelakaan dan korban di jalan.	Untuk menganalisis perubahan daya EEG pada pengemudi yang kurang tidur saat melakukan simulasi mengemudi	Kecenderungan kantuk pengemudi mobil diukur dengan Ep-Worth Sleepiness Scale. Kemudian, sinyal EEG dan EOG direkam dari subjek dalam posisi duduk santai selama 3 menit dengan mata tertutup (membayangkan mengemudi di jalan raya) dan 3 menit dengan mata terbuka (melihat gambar jalan di layar) sebagai garis dasar untuk kewaspadaan.	Hasil percobaan menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam laporan diri subjektif dari kelelahan selama 10 menit terakhir mengemudi. Selain itu, 10 menit terakhir juga mengidentifikasi penurunan tingkat kewaspadaan dan perhatian serta dimulainya kelelahan dan kantuk berdasarkan sinyal alfa
2	*Quantitative Sleep EEG and Polysomnographic predictors of Driving Simulator Performance in Obstructive Sleep Apnea*	OSA berkaitan dengan kantuk yang berlebihan di siang hari (EDS) dan disfungsi neurobehavioral yang menyebabkan kinerja mengemudi yang buruk dan peningkatan risiko	Untuk meningkatkan identifikasi pasien obstructive sleep apnea (OSA) yang berisiko mengalami	Responden yang memiliki gangguan Obstructive Sleep Apnea diberikan kuesioner terkait kualitas tidur terlebih dahulu, kemudian melakukan tugas mengemudi dengan driving simulator (5 menit latihan dan 30 menit uji) dengan	Pada pasien OSA, peningkatan daya EEG, terutama dalam rentang frekuensi (beta) yang lebih cepat selama tidur NREM dan rentang frekuensi yang lebih lambat (delta) dalam tidur REM dikaitkan

No.	Judul	Latar Belakang	Tujuan	Metode	Hasil
		kecelakaan kendaraan bermotor 3–13 kali lipat.	gangguan mengemudi	kondisi mengemudi di jalanan kota malam hari.	dengan kinerja mengemudi yang lebih buruk
3	*Deep in Thought While driving: An EEG Study on Drivers' Cognitive Distraction*	Distraksi saat mengemudi teridentifikasi sebagai penyebab dari kecelakaan lau lintas yang berefek sama dengan penggunaan obat dan alkohol. Distraksi dapat terjadi seperti melamun, mind wondering, mathematical problem solvinng, or decision making issues dalam menggunakan IN Vehicle Information System seperti audio, navigasi, handphone yang dapat menyita perhatian pengemudi	1. Berisi data EEG resolusi spasial tinggi yang membandingkan kondisi kognitif mengemudi dan mengemudi saat terganggu.	Terdapat 2 sesi masing2 berdurasi selama 30 menit. Sesi 1 merupakan sesi kontrol tanpa ada distraksi. Sesi kedua, partisipan diarahkan untuk berkendara seperti sesi 1 namun terdapat tambahan tugas yaitu menjawab pertanyaan-pertanyaan yang diajukan peneliti	ada efek yang signifikan dari tugas sekunder kognitif pada kinerja mengemudi dan keadaan kognitif pengemudi. Efek dari tugas sekunder yang dimaksudkan untuk mengalihkan perhatian pengemudi dapat dilihat dengan jelas dalam kemampuan menjaga jalur dan tingkat kejadian kecelakaan.
4	*The Interconnection of Mental Fatigue and*	Dibandingkan dengan banyaknya temuan yang berhubungan dengan efek waktu pada tugas	menyelidiki apakah peserta yang lebih tua dipengaruhi oleh	Rekaman berlangsung di kabin yang terlindung secara listrik, remang-remang, dan dilemahkan	Dapat disimpulkan bahwa orang dewasa yang lebih muda dan lebih tua dalam

No.	Judul	Latar Belakang	Tujuan	Metode	Hasil
	Aging : An EEG Study	dan kelelahan mental, literatur tentang pengaruh penuaan pada kelelahan mental sangat jarang mengingat tenaga kerja pada perusahaan juga kerap akan menua	kelelahan mental dibandingkan dengan peserta yang lebih muda	suara. Stimulus visual disajikan pada 22-in. Monitor CRT terletak 1,4 m di depan para peserta. Para peserta harus menanggapi bentuk stimulus dengan menekan tombol	penelitian ini dipengaruhi secara berbeda oleh kelelahan mental meskipun tidak ada interaksi usia dan waktu pada tugas yang ditemukan dalam data perilaku.
5	*The relation between performance in on-road driving, cognitive screening and driving simulator in older healthy drivers*	Menunjukkan bahwa risiko kematian pada pengemudi berusia 75 dan lebih tua per 100.000 pengemudi berlisensi lebih tinggi daripada pengemudi berusia 35-54 selama periode 1997-2008. hal tersebut dikaitkan dengan semakin bertambahnya usia, fungsi fisik dan psikologis ikut memburuk.	untuk menguji nilai prediktif kinerja mengemudi simulator orang tua melalui kinerja kognitif dan kinerja tes jalan	Pengambilan data membutuhkan seorang instruktur mengemudi di kursi penumpang untuk menilai kinerja mengemudi setelah menyelesaikan sesi mengemudi. Sedangkan untuk tes kognitif, peserta diminta untuk bereaksi terhadap presentasi simultan dari lingkaran kuning (disajikan di layar) dan suara bernada dengan menekan tombol target	Hasil penelitian menunjukkan bahwa kinerja dalam tes on-road dan kinerja dalam tes kognitif menjelaskan 50% dari varians dalam kinerja simulator mengemudi (r = 0,71). Analisis saat ini menunjukkan bahwa data simulator mengemudi mewakili perilaku mengemudi di jalan dan kinerja kognitif dari pengemudi yang lebih tua.