

**REKOMENDASI PENYESUAIAN SISTEM KERJA
UNTUK PEKERJAAN REPETITIF PADA *VIRTUAL
REALITY* BERDASARKAN JENIS KELAMIN**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat guna mencapai gelar
Sarjana dalam bidang ilmu Teknik Industri

Disusun oleh :

Nama : Shafani Putri Nanita

NPM : 6131801073



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
2022**

***VIRTUAL REALITY WORK SYSTEM
RECOMMENDATION FOR REPETITIVE TASK
BASED ON SEX***

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat guna mencapai gelar
Sarjana dalam bidang ilmu Teknik Industri

Disusun oleh :

Nama : Shafani Putri Nanita

NPM : 6131801073



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
2022**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG**



Nama : Shafani Putri Nanita
NPM : 6131801073
Program Studi : Sarjana Teknik Industri
Judul Skripsi : REKOMENDASI PENYESUAIAN SISTEM KERJA
UNTUK PEKERJAAN REPETITIF PADA VIRTUAL
REALITY BERDASARKAN JENIS KELAMIN

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Bandung, 5 September 2022
**Ketua Program Studi Sarjana
Teknik Industri**

Dr. Celcilia Tesavrita, S.T., M.T.

Pembimbing Pertama

Clara Theresia, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Kedua

Yansen Theopilus, S.T., M.T.



Program Studi Sarjana Teknik Industri
Jurusan Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Katolik Parahyangan

Pernyataan Tidak Mencontek atau Melakukan Tindakan Plagiat

Saya, yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Shafani Putri Nanita

NPM : 6131801073

dengan ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

***“REKOMENDASI PENYESUAIAN SISTEM KERJA UNTUK PEKERJAAN
REPETITIF PADA VIRTUAL REALITY BERDASARKAN JENIS KELAMIN”***

adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka saya bersedia menanggung sanksi yang akan dikenakan kepada saya.

Bandung, 26 July 2022

Shafani Putri Nanita

ABSTRAK

Dewasa ini *virtual reality* tidak hanya dimanfaatkan untuk hiburan semata, tetapi pada industri manufaktur. Industri manufaktur mulai mengadopsi *virtual reality* untuk digunakan sebagai media pelatihan pekerja. Adopsi dari *virtual reality* dapat membantu meningkatkan kinerja dan mengurangi biaya pelatihan. Namun, penelitian yang dilakukan untuk memahami pengaruh perbedaan individu terhadap kinerja pada *virtual reality* masih terbatas. Penggunaan indeks pengukuran fisiologis juga jarang ditemukan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efek dari realitas dan jenis kelamin terhadap tingkat kinerja, stres, dan kewaspadaan pekerja.

Penelitian ini menggunakan rancangan eksperimen *2x2 between subject factorial design*, dengan faktor jenis kelamin (perempuan dan laki-laki) serta realitas (*virtual reality* dan *real world*). Tingkat kinerja, stres, dan kewaspadaan partisipan dinilai saat melakukan sebuah pekerjaan repetitif. Sebelum pekerjaan, partisipan melakukan *psychomotor vigilance test* (PVT), diukur konduktansi kulitnya dengan *galvanic skin response* (GSR), dan latihan. Setelah latihan, partisipan melakukan pekerjaan pada *virtual reality* atau *real world* sambil diukur konduktansi kulitnya. Partisipan kembali melakukan PVT dan mengisi *form* untuk NASA *Task Load Index* (TLX). Data yang dihasilkan dari 36 partisipan ini diolah dengan menggunakan statistika deskriptif. Selain itu, efek dan interaksi kedua faktor akan diuji dengan menggunakan *Two-way Analysis of Variance* (ANOVA).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, diketahui bahwa faktor jenis kelamin tidak mempengaruhi tingkat kinerja, stres, dan kewaspadaan. Namun, faktor realitas berpengaruh terhadap tingkat kinerja yang dihasilkan dan dimoderasi oleh jenis kelamin. Rekomendasi penyesuaian yang diberikan adalah melakukan pelatihan pada salah satu realitas mempertimbangkan sumber daya yang tersedia, serta karakteristik dari pekerjaan dan komponen penyusunnya.

ABSTRACT

Nowadays virtual reality is not only used for entertainment purposes but is utilized for manufacturing industries. Manufacturing companies has started to adopt virtual reality for workforce training purposes. The adoption of virtual reality for training purposes can improve performance and reduce training cost. The research conducted to understand the influence of individual differences to performance is limited. The usage of physiological index is also limited. This research aims to identify effects of reality and sex on a worker's performance for repetitive work.

This research used a 2x2 between-subject factorial design, with sex (women and men) as its factor and reality (real world and virtual reality). Performance, stress, and vigilance will be evaluated when a participant is doing repetitive task. Before the task, participants undergo psychomotor vigilance test (PVT), skin conductance level measurement with galvanic skin response (GSR), and training. After training, participants do the task in virtual reality or real world. While doing the task, the skin conductance level will be measured. Participants do PVT again and fill out NASA Task Load Index (TLX) form. Data from the 36 participants is analyzed with descriptive statistics. Effects and interaction of these factors is analyzed using Two-way Analysis of Variance (ANOVA).

Based on the research conducted, sex doesn't affect performance, stress, and vigilance. It's different with reality that affects performance. The effect of reality to performance is moderated by sex. The recommendations are using either reality but consider the availability of resources, job, and assembly parts characteristics.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan pada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Rekomendasi Penyesuaian Sistem Kerja untuk Pekerjaan Repetitif pada Virtual Reality berdasarkan Jenis Kelamin” dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi yang mengangkat penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui pengaruh variabel realitas dan jenis kelamin terhadap kinerja pekerja dan membangun rekomendasi berdasarkan hasil penelitian tersebut. Selain itu, penelitian ini juga dilakukan untuk memenuhi syarat kelulusan Program Sarjana (S1) Jurusan Teknik Industri UNPAR.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak. Dukungan dan bantuan yang diberikan ini membantu penulis untuk dapat terus menyusun skripsi walaupun terjadi banyak permasalahan. Dengan ketulusan hati, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya pada:

1. Clara Theresia, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, ilmu, dukungan, dan bantuan selama penelitian dan penyusunan skripsi.
2. Yansen Theopilus S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, ilmu, dukungan, dan bantuan selama penelitian dan penyusunan skripsi.
3. Prof. Dr. Paulus Sukpto, Ir., MBA dan Kristiana Asih Damayanti, S.T., MT. selaku dosen penguji proposal yang sudah memberikan banyak masukan dan bantuan dalam penelitian ini.
4. Yani Herawati, S.T., M.T. selaku kepala laboratorium yang sudah memperbolehkan peneliti untuk meminjam ruangan dan alat-alat penunjang penelitian.
5. Orang tua dan keluarga dari peneliti yang sudah memberikan *support* selama penelitian berlangsung.
6. Partisipan penelitian yang sudah bersedia dengan sukarela untuk membantu penelitian yang berlangsung.

7. Agnes Zefanya Yonathan dan Debora Angela yang sudah membantu dan mendukung saya selama berada di Teknik Industri UNPAR.
8. Muhammad Bintang Putra Yuniar dan Violent Frigita Tirani yang selalu memberikan dukungan pada penulis baik sebelum dan saat penelitian berlangsung.
9. Dr. Ceicalia Tesavrita, S.T., M.T selaku ketua prodi Teknik Industri yang telah memberikan kesempatan untuk menjadi mahasiswi Teknik industri UNPAR.

Penulis berharap penelitian ini dapat bermanfaat untuk masyarakat luas dan pengembang *virtual reality*. Selain itu, penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan karena keterbatasan yang dimiliki oleh penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan masukan dan kritik untuk dapat membantu menyempurnakan skripsi dan penelitian yang dilakukan.

Bandung, 24 Juli 2022

Shafani Putri Nanita

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	I-1
I.1 Latar Belakang Masalah	I-1
I.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah.....	I-6
I.3 Pembatasan Masalah dan Asumsi Penelitian.....	I-12
I.4 Tujuan Penelitian	I-12
I.5 Manfaat Penelitian	I-13
I.6 Metodologi Penelitian.....	I-13
I.7 Sistematika Penulisan.....	I-17
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
II.1 <i>Virtual Reality</i>	II-1
II.2 Tingkat Kewaspadaan.....	II-2
II.3 Tingkat Kinerja	II-2
II.4 Stres	II-5
II.5 Unity	II-6
II.7 <i>Factorial Design</i>	II-7
II.8 Uji Statistik	II-9
II.8.1 <i>Cohen's Effect Size d</i>	II-9
II.8.2 <i>Two-way Analysis of Variance (ANOVA)</i>	II-10
BAB III PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	III-1
III.1 Operasionalisasi Variabel dan Model Konseptual	III-1
III.2 Studi Kasus Kegiatan Perakitan	III-4
III.3 Tahapan Penelitian	III-8
III.3.1 Perancangan Lingkungan Virtual.....	III-8
III.3.2 Rencana Penelitian	III-13

III.3.3	<i>Pilot Study</i>	III-18
III.3.4	Perhitungan <i>Sample Size</i>	III-19
III.4	Pengolahan Data Penelitian	III-20
III.4.1	Perhitungan NASA-TLX.....	III-23
III.4.2	Perhitungan Mean dan Standar Deviasi	III-24
III.4.3	Uji Asumsi Two-Way ANOVA	III-27
III.4.3	Uji Pengaruh dengan Two-Way ANOVA.....	III-30
BAB IV	ANALISIS	IV-1
IV.1	Analisis Perhitungan <i>Mean</i> dan Standar Deviasi	IV-1
IV.2	Analisis Uji Pengaruh dan Hasilnya.....	IV-4
IV.3	Analisis Keterbatasan Penelitian	IV-7
IV.4	Rekomendasi Penelitian.....	IV-8
IV.5	Implikasi Praktis dari Penelitian.....	IV-12
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	V-1
IV.1	Kesimpulan	V-1
IV.2	Saran	V-2
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		
RIWAYAT HIDUP PENULIS		

DAFTAR TABEL

Tabel I.1 <i>State of the Art</i>	I-6
Tabel I.2 Rancangan Penelitian	I-14
Tabel II.1 Dimensi NASA-TLX.....	II-4
Tabel II.2 Interpretasi Hasil WWL NASA-TLX	II-5
Tabel II.3 <i>Stress Assessment Scale</i>	II-6
Tabel II.4 Kekurangan dan Kelebihan Desain Eksperimen	II-8
Tabel III.1 Operasionalisasi Variabel.....	III-1
Tabel III.2 Penjelasan Awal dan Akhir Elemen Kerja	III-8
Tabel III.3 Data <i>Pilot Study</i>	III-19
Tabel III.4 Data Penelitian.....	III-20
Tabel III.5 Perhitungan NASA-TLX	III-24
Tabel III.6 Rata-rata setiap <i>Treatment</i>	III-25
Tabel III.7 Standar Deviasi <i>Treatment</i>	III-25
Tabel III.8 Rata-rata dan Standar Deviasi <i>Average Learning Curve</i>	III-26
Tabel III.9 Rekapitulasi Uji Normal.....	III-28
Tabel III.10 Rekapitulasi Uji Homogenitas	III-30
Tabel III.11 Rekapitulasi Uji Pengaruh	III-36

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Grafik Pertumbuhan <i>Virtual Reality</i> secara Global.....	I-2
Gambar I.2 Aplikasi dari Penggunaan <i>Virtual Reality</i> Industri Manufaktur.....	I-3
Gambar I.3 Jumlah Publikasi Jurnal <i>Virtual Reality</i> berdasarkan Subjek	I-5
Gambar I.4 Metodologi Penelitian	I-16
Gambar II.1 Desain Faktorial 2x2	II-8
Gambar III.1 Model Konseptual	III-3
Gambar III.2 Objek Senter	III-4
Gambar III.3 <i>Base</i>	III-5
Gambar III.4 Badan Utama	III-5
Gambar III.5 Battery Holder	III-6
Gambar III.6 Lampu.....	III-6
Gambar III.7 Kaca.....	III-6
Gambar III.8 Tutup.....	III-7
Gambar III.9 Badan Tengah	III-7
Gambar III.10 Perancangan bentuk dan ukuran objek dengan Blender	III-9
Gambar III.11 Perancangan visual objek dengan Blender	III-10
Gambar III.12 <i>Physics</i> Objek Perakitan	III-11
Gambar III.13 <i>Interaction Layer Mask</i>	III-11
Gambar III.14 Tampilan Lingkungan <i>Virtual</i> pada Unity	III-12
Gambar III.15 Layout Perakitan <i>Real World</i>	III-13
Gambar III.16 Tahapan Penelitian	III-13
Gambar III.17 Oculus Rift s.....	III-14
Gambar III.18 Alat GSR	III-15
Gambar III.19 Pengerjaan PC-PVT.....	III-15
Gambar III.20 Latihan dengan Oculus Rift s	III-16
Gambar III.21 Contoh <i>Learning Curve</i> Partisipan.....	III-17
Gambar III.22 Grafik Konduktansi Kulit Partisipan	III-17
Gambar III.23 Pengambilan Data Realitas <i>Virtual Reality</i>	III-18
Gambar III.24 Statistika Deskriptif Data Penelitian.....	III-24
Gambar III.25 Grafik <i>Task Completion</i>	III-27

Gambar III.26 Uji Kenormalan Data Rata-rata Waktu Penyelesaian	III-28
Gambar III.27 Uji Homogenitas Data WWL.....	III-29
Gambar III.28 Two Way ANOVA WWL	III-31
Gambar III.29 Two-Way ANOVA PVT.....	III-32
Gambar III.30 Two-way ANOVA GSR.....	III-33
Gambar III.31 Two-way ANOVA <i>Average Completion Time</i>	III-35
Gambar III.32 <i>Estimated Marginal Means Average Completion Time</i>	III-36
Gambar III.33 <i>Estimated Marginal Means Rata-rata Waktu Penyelesaian</i>	III-37

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A *CODING UNITY*

LAMPIRAN B COHEN *SAMPLE SIZE TABLE*

LAMPIRAN C DATA MENTAH PENELITIAN

LAMPIRAN D UJI NORMALITAS

LAMPIRAN E UJI HOMOGENITAS

BAB I

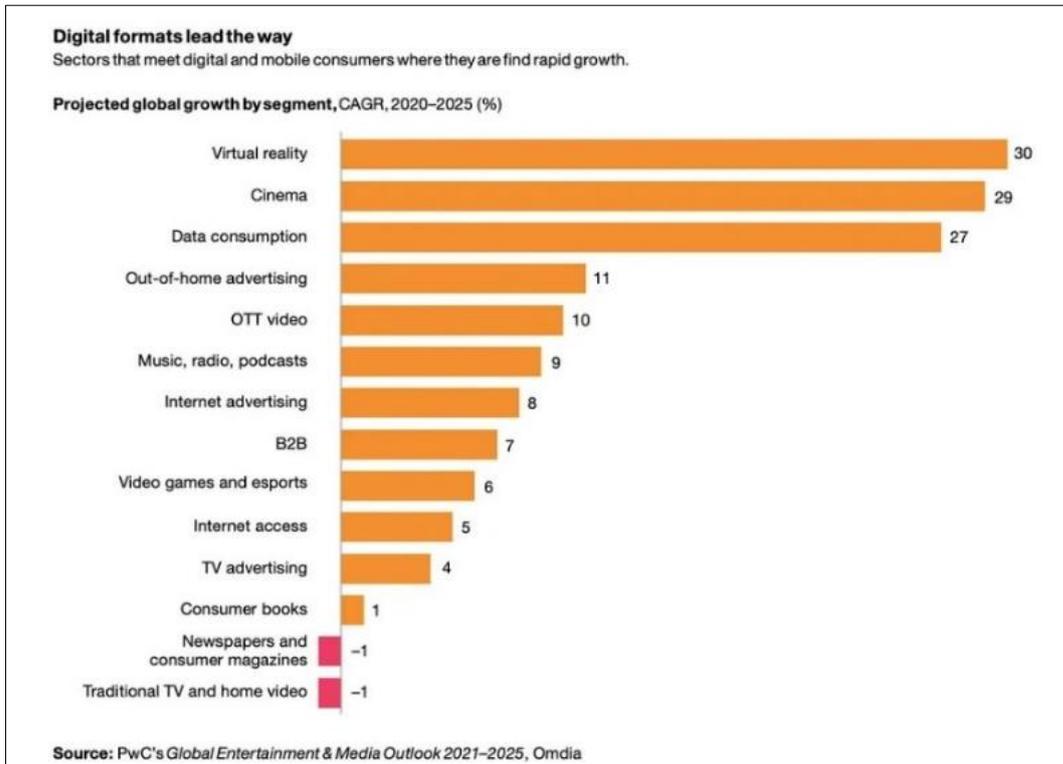
PENDAHULUAN

Bab ini akan menjelaskan mengenai latar belakang dari penelitian yang dilakukan. Setelah itu, akan dilakukan identifikasi masalah, perumusan masalah, dan menentukan tujuan dari penelitian yang dilakukan. Akan ditetapkan juga batasan serta asumsi, manfaat penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan. Berikut ini merupakan pemaparan dari setiap poin-poin yang sudah disebutkan

I.1 Latar Belakang Masalah

Dewasa ini, penggunaan teknologi komputer semakin banyak digunakan dalam berbagai aktivitas manusia. Teknologi sudah menjadi suatu bagian yang terintegrasi dalam kehidupan manusia. Salah satu teknologi komputer yang saat ini berkembang dengan pesat adalah *virtual reality*. Berdasarkan PricewaterhouseCoopers (PwC), *virtual reality* diperkirakan akan mengalami pertumbuhan secara global sebesar 30% pada tahun 2020-2025. Teknologi dan perangkat pendukung untuk menggunakan *virtual reality* sudah lebih mudah untuk diakses dan dapat digunakan secara komersial. Gambar I.1 menunjukkan perbandingan tingkat pertumbuhan *virtual reality* dengan teknologi lainnya.

Virtual reality mulai mengubah cara dan dinamika kerja yang ada pada berbagai sektor industri. Awalnya *virtual reality* hanya digunakan untuk hiburan seperti dalam *game*, sekarang mulai juga digunakan untuk keperluan medis, manufaktur, pendidikan, seni, arsitektur bahkan militer. Hal ini bukan sesuatu yang aneh mengingat potensi penggunaan dari *virtual reality* ini sangat besar. Fitur-fitur yang tersedia dapat membantu untuk mencapai hal yang tidak bisa dibayangkan sebelumnya. *Virtual reality* menawarkan pengalaman yang *immersive* dengan melibatkan indera dari penggunanya. Selain itu, pengguna juga dapat berinteraksi secara *real-time* pada *virtual reality*. Menurut data yang diperoleh Perkins Coie (2020), industri manufaktur diperkirakan akan mengalami disrupsi yang cukup besar akibat adopsi dari teknologi *virtual reality*, berada pada posisi keempat dengan persentase 21% jawaban dari responden.



Gambar 0.1 Grafik Pertumbuhan *Virtual Reality* secara Global

Sumber: (<https://www.gmw3.com/2021/07/vr-growth-to-outstrip-all-other-media-by-2025/>)

Penggunaan *virtual reality* ini dianggap dapat membantu menghemat biaya dan meningkatkan kinerja dari pekerja dengan pelatihan menggunakan simulasi. Selain itu, 45% responden juga menjawab aplikasi yang dapat ditawarkan dari penggunaan *virtual reality* dalam industri manufaktur adalah untuk mengurangi eror dari perakitan. Gambar I.2 akan menunjukkan data dari jawaban responden yang telah disebutkan.

Virtual reality sudah mulai dikembangkan dan digunakan untuk kebutuhan industri manufaktur. Hal ini dapat dilihat dengan tingginya adopsi teknologi *virtual reality* di Amerika Serikat. Berdasarkan data dari PwC, lebih dari 33% perusahaan manufaktur di Amerika Serikat sudah menggunakan teknologi *virtual reality* atau berencana menggunakannya. Dalam industri manufaktur sendiri, *virtual reality* dapat digunakan untuk melakukan simulasi desain produk, membuat prototipe, melakukan *concurrent* dan *collaborative engineering*, proses perencanaan pabrik dan proses manufaktur, serta edukasi dan pelatihan (Harris, 1984). Manfaat dari melakukan pelatihan pekerjaan perakitan manual dengan *virtual reality* adalah penghematan waktu dan biaya (Choi, Jung, & Noh, 2015). Model objek perakitan

yang didesain dengan *computer aided design* (CAD) dapat ditransfer pada lingkungan virtual tanpa harus memiliki wujud fisik. Pekerja dapat melakukan pelatihan berkali-kali tanpa perlu memikirkan komponen perakitan akan rusak. Hal ini akan membantu mengurangi pengeluaran untuk memproduksi komponen perakitan yang digunakan dalam pelatihan dan menghemat banyak waktu.



Gambar 0.2 Aplikasi dari Penggunaan *Virtual Reality* Industri Manufaktur
Sumber: (Perkins Coie LLP, 2020)

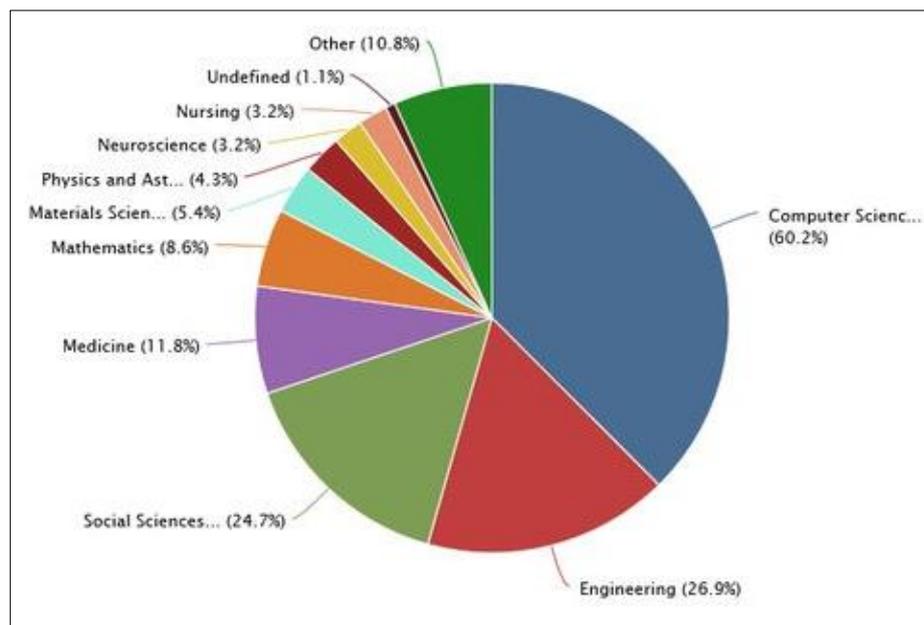
Penelitian yang melakukan eksplorasi potensi penggunaan *virtual reality* dan *augmented reality* untuk pelatihan pekerjaan perakitan manual juga sudah dilakukan (Boud, Haniff, Baber, & Steiner, 1999). Penelitian ini mengangkat pekerjaan perakitan pompa air yang dibuat ke dalam *virtual environment* dengan beberapa kondisi. Pada sistem *virtual reality*, partisipan dapat melihat visualisasi dari pompa air yang digunakan dan dapat melakukan pekerjaan perakitan. Berbeda dengan sistem *virtual reality*, sistem *augmented reality* hanya digunakan untuk pelatihan saja. Akan dibandingkan waktu hasil penyelesaian perakitan (*completion time*) pada beberapa kondisi lingkungan yang berbeda ini. Ukuran kinerja yang digunakan dalam penelitian ini adalah waktu hasil penyelesaian. Hasil dari penelitian ini juga menunjukkan bahwa partisipan yang mendapatkan pelatihan pada *virtual reality* dan *augmented reality* memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan pelatihan dengan metode konvensional.

Pengembangan sistem untuk melakukan pelatihan dengan menggunakan *virtual reality* juga sudah dilakukan (Abidi, Al-Ahmari, Ahmad, Ameen, & Alkhalefah, 2019). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan kinerja pada pekerja yang dilatih dengan menggunakan *virtual reality* dan secara konvensional. Pengembangan sistem ini akan didasarkan dari tiga modul, yaitu *product data management system*, *product data conversion system*, dan *virtual manufacturing assembly system* (VMASS). Pada penelitian ini, akan dilakukan pelatihan untuk beberapa pekerjaan perakitan manual. Jenis pekerjaan pada penelitian ini adalah perakitan *street scooter*, *adjustable mid bearing*, dan kerta dorong multifungsi. Setiap partisipan akan mendapatkan pelatihan sebelum melakukan perakitan. Akan ada partisipan yang diberikan pelatihan dengan *baseline training* dan pelatihan melalui *virtual reality*. Terdapat beberapa kondisi berupa pemberian mekanisme *feedback* pada partisipan yang diteliti. Mekanisme *feedback* yang diberikan adalah dengan menggunakan *feedback visual*, *feedback audio*, dan gabungan dari audio serta visual. Akan dibandingkan beberapa ukuran kinerja seperti waktu penyelesaian (*completion time*), akurasi, dan kuesioner subjektif dari setiap partisipan.

Penelitian mengenai *virtual reality* tidak hanya mempertimbangkan kinerja saja, tetapi faktor lain seperti stres kerja dan tingkat kewaspadaan. Penelitian yang dilakukan oleh Chao, Wu, Yau, Feng, dan Tseng (2017) dilakukan untuk mengetahui efek pelatihan konvensional dan *virtual reality* terhadap beban kerja mental dan kinerja pelatihan. Digunakan indeks fisiologis untuk membantu mengetahui beban kerja mental pekerja. Indeks fisiologis yang digunakan adalah *galvanic skin response* (GSR). Partisipan akan dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu yang dilatih menggunakan petunjuk, film, dan *virtual reality*. Partisipan akan melakukan sebuah pekerjaan perbaikan sederhana dan kompleks. Hasil penelitian ini menunjukkan jenis dari metode kerja secara signifikan mempengaruhi hasil GSR yang didapatkan. Penelitian yang dilakukan oleh Olasky et al., (2014) membahas mengenai pengaruh durasi tidur terhadap kinerja simulasi *virtual* sebuah operasi. Untuk mengukur kemampuan psikomotor seorang partisipan dalam studi mengenai tidur, biasanya digunakan *psychomotor vigilance test* (PVT). Pada penelitian ini, *psychomotor vigilance test* digunakan untuk membantu mengukur kewaspadaan partisipan dalam melakukan operasi pada simulasi.

Selain menggunakan pengukuran fisiologis, pengaruh dari perbedaan individu juga mulai diteliti dalam *virtual reality*. Penelitian yang dilakukan oleh Grantcharov, Bardram, Funch-Jensen, dan Rosenberg (2003) membahas tentang dampak tangan dominan, jenis kelamin dan pengalaman menggunakan bermain permainan komputer dalam kinerja pekerjaan laparoskopi dalam *virtual reality*. Perbedaan individu berupa jenis kelamin diteliti karena terdapat praanggapan mengenai jenis kelamin tertentu yang memiliki kinerja lebih baik dalam operasi.

Penelitian *virtual reality* pada bidang manufaktur jumlahnya relatif lebih sedikit dibandingkan penelitian *virtual reality* di bidang ilmu komputer dan medis. Hal ini dapat dilihat dari jumlah publikasi jurnal yang ada. Kebanyakan jurnal yang dipublikasikan berhubungan dengan ilmu komputer, yaitu sebesar 60% dari seluruh area subjek yang ada (Freina & Ott, 2015). Persentase ini cukup tinggi karena seluruh jurnal yang dipublikasikan memiliki hubungan dengan program atau lingkungan yang menggunakan komputer. Oleh karena itu, sebagian besar dari jurnal yang dipublikasikan ini memiliki lebih dari satu area subjek atau multidisiplin. Namun, kombinasi subjek yang sering ditemukan adalah yang berhubungan dengan bidang medis. Gambar 1.3 menunjukkan jumlah publikasi jurnal setiap subjek tentang *virtual reality*.



Gambar 0.3 Jumlah Publikasi Jurnal Virtual Reality berdasarkan Subjek
Sumber: (Freina & Ott, 2015)

Penelitian *virtual reality* dalam industri manufaktur merupakan sesuatu hal yang menarik untuk dibahas. Pemanfaatan atau adopsi yang tinggi dari *virtual reality* ini membuat diperlukannya pemahaman lebih dalam mengenai penggunaan *virtual reality*. Pemahaman mendalam mengenai *virtual reality* dibutuhkan untuk memanfaatkan potensi dari *virtual reality* agar sesuai dengan tujuan penggunaannya di industri manufaktur. Selain itu, pemahaman ini penting untuk dipelajari agar dapat melakukan perancangan sebuah sistem *virtual reality* yang sesuai dengan karakteristik dan batasan dari manusia yang akan menggunakannya. Oleh karena itu berbagai faktor lain juga ikut dipertimbangkan dalam penelitian ini seperti jenis kelamin, tingkat kewaspadaan, dan stres untuk membantu membuat rancangan sesuai dengan kebutuhan manusia yang akan menggunakannya. Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk memahami pengaruh realitas serta jenis kelamin pada kinerja pekerja.

I.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai proses identifikasi masalah dan perumusan masalah yang dilakukan untuk penelitian yang dilakukan. Proses identifikasi masalah akan dilakukan berdasarkan latar belakang masalah yang telah disebutkan sebelumnya. Sebelum melakukan identifikasi dan perumusan dari masalah, akan dilakukan dulu pembuatan *state of the art*. *State of the art* akan menunjukkan posisi penelitian dibandingkan dengan penelitian pendahulu yang serupa. Tabel I.1 menunjukkan *state of the art* dalam penelitian ini.

Tabel 0.1 *State of the Art*

Title	Author and Release Journal Year	Results
<i>Industry use of virtual reality in product design and manufacturing: a survey</i>	Berg & Vance, 2017	<ul style="list-style-type: none"> • Membahas tentang pemanfaatan teknologi <i>virtual reality</i> dalam industri manufaktur • Implikasi dari penggunaan teknologi ini dalam industry manufaktur, seperti memunculkan lapangan kerja baru, aspek yang perlu diperhatikan dalam adopsi <i>virtual reality</i>, dan lainnya.
<i>Assessment of virtual reality-based manufacturing</i>	Abidi, Al-Ahmari, Ahmad, Ameen, & Alkhalefah, 2019	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta yang dilatih oleh <i>virtual manufacturing assembly simulation system</i> (VMASS) melakukan lebih sedikit kesalahan dan membutuhkan

(lanjut)

Tabel I.1 *State of the Art* (lanjutan)

Title	Author and Release Journal Year	Results
<i>Assessment of virtual reality-based manufacturing assembly training system</i>	Abidi, Al-Ahmari, Ahmad, Ameen, & Alkhalefah, 2019	lebih sedikit waktu dalam perakitan produk aktual dibandingkan dengan partisipan dari yang dilatih secara konvensional atau dibandingkan dengan <i>baseline</i> .
<i>Effects of three-dimensional virtual reality and traditional training methods on mental workload and training performance</i>	Chao, Wu, Yau, Feng, & Tseng, 2017	<ul style="list-style-type: none"> Jenis metode pelatihan dan kompleksitas sebuah pekerjaan secara signifikan mempengaruhi indeks fisiologis <i>galvanic skin response</i> (GSR) dan HSR. Berbeda dengan indeks fisiologis, skor NASA-Task Load Index (TLX) tidak berbeda secara signifikan akibat jenis pelatihan.
<i>Surgeon's vigilance in the operating room</i>	Zheng et al., 2011	<ul style="list-style-type: none"> Menunjukkan pengukuran dari hasil <i>eye-tracking</i> untuk mengukur kewaspadaan ahli beda saat operasi
<i>Non-invasive physiological biomarkers of cognitive fatigue in a Virtual Reality Simulated, Rotary-Wing Flight Environment</i>	Ciccarelli et al., 2021	<ul style="list-style-type: none"> Menunjukkan peningkatan <i>reaction time</i> PVT yang mengindikasikan <i>cognitive fatigue</i> akibat dari protokol lalu lintas penerbangan yang lebih kompleks.
<i>Two- vs. three-dimensional presentation of mental rotation tasks: Sex differences and effects of training on performance and brain activation</i>	Neubauer, Bergner, & Schatz, 2010	<ul style="list-style-type: none"> Pria sudah terbukti memiliki kemampuan <i>mental rotation</i> yang lebih baik dari wanita untuk representasi objek 2 dimensi dalam representasi objek 3 dimensi, tetapi tidak untuk representasi objek 3 dimensi dalam <i>virtual reality</i>.
<i>The Effect of Field-of-View Restriction on Sex Bias in VR Sickness and Spatial Navigation Performance</i>	Al Zayer, Adhanom, MacNeilage, & Folmer, 2019	<ul style="list-style-type: none"> Menunjukkan hubungan antara jenis kelamin dan pembatasan <i>field-of-view</i> (FOV) terhadap <i>spatial navigation performance</i> dan <i>cybersickness</i>. Tidak ada efek signifikan dalam pembatasan FOV pada pria dan wanita untuk <i>spatial navigation performance</i>.
<i>Are males always better than females in mental rotation? Exploring a gender belief explanation</i>	Moè, 2009	<ul style="list-style-type: none"> Perempuan dapat memiliki kinerja <i>mental rotation</i> yang lebih baik saat diberikan kepercayaan atau keyakinan (motivasi) bahwa mereka bisa. Kinerja laki-laki dipicu oleh kesulitan task bukan motivasi

Pada penelitian yang disebutkan pada *state of the art*, sebagian besar hanya membandingkan kondisi *virtual reality* dan *augmented reality*. Tidak banyak penelitian yang langsung membandingkan kondisi *virtual reality* dan *augmented reality*. Kebanyakan penelitian ini menggunakan sebuah *baseline* yang sudah ditentukan tetapi tidak langsung membandingkannya dengan kinerja *real world*. Seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Abidi, Al-Ahmari, Ahmad, Ameen, & Alkhalefah, 2019. Penelitian ini langsung menggunakan *baseline* dan membandingkannya dengan beberapa kondisi dalam *virtual reality*. Pemanfaatan untuk indeks fisiologis dan kewaspadaan juga cukup terbatas. Penggunaan pengukuran beban mental yang divalidasi dengan indeks subjektif juga belum dilakukan. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan digunakan realitas dan jenis kelamin sebagai variabel dependen. Kinerja juga akan diukur dengan menggunakan indikator yang sudah disebutkan kewaspadaan serta indeks fisiologis dan subjektif untuk stres.

Pemanfaatan dari penggunaan seperti pengukuran fisiologis juga masih terbatas. Pengukuran dengan menggunakan indeks fisiologis seperti GSR biasanya digunakan untuk mengetahui beban kognitif yang ditimbulkan oleh suatu pekerjaan. GSR sendiri dapat digunakan untuk mengukur tingkat stres, beban kerja mental, dan beban kognitif. Penelitiannya tentang pemanfaatan GSR kebanyakan bukan dilakukan di bidang manufaktur, tetapi bidang medis. Penelitian yang dilakukan pada industri manufaktur mengenai pelatihan dengan *virtual reality* yang menggunakan GSR dilakukan untuk melihat beban kerja mental yang ditimbulkan dari pelatihan dengan menggunakan *virtual reality*. Penggunaan GSR ini belum banyak digunakan untuk membandingkan stres *virtual reality* dan *real world*. Selain penggunaan pengukuran fisiologis, pengukuran subjektif juga digunakan untuk mengetahui tingkat stress atau beban kerja yang dihasilkan sebuah pekerjaan. Hal ini terlihat pada penelitian yang dilakukan oleh Chao et al., (2017). Penelitian ini menggunakan pengukuran fisiologis dan subjektif untuk stres. Pengukuran menggunakan NASA-TLX digunakan untuk membantu memvalidasi stres yang didapatkan dari pengukuran fisiologis. Hal ini dilakukan karena NASA-TLX ini dilakukan karena memiliki *face validity* yang baik (Wilson & Sharples, 2015). Bisa saja pada pengukuran fisiologis menunjukkan hasil yang tidak stress tetapi partisipan merasa stres saat melakukan pengukuran menggunakan NASA-TLX. Hal ini dapat menjadi bahan pertimbangan bagi peneliti untuk

memandang tingkat stres sebuah pekerjaan berdasarkan apa yang dirasakan oleh pekerja secara langsung.

Penelitian yang membahas mengenai kewaspadaan jumlahnya relatif lebih sedikit dibandingkan dengan yang membahas stres kerja. Pengukuran kewaspadaan dapat dilakukan dengan menggunakan PC-PVT. Pengukuran kewaspadaan sendiri tidak hanya dapat dilakukan dengan menggunakan PVT, tetapi dengan menggunakan *eye-tracking* seperti yang disebutkan pada *state of art*. Selain itu, pengukuran PVT dimanfaatkan untuk melihat hubungan beban kognitif dengan kompleksitas sebuah pekerjaan. Penelitian tentang kewaspadaan kerja ini biasanya berhubungan dengan studi tentang durasi tidur. PVT sendiri merupakan sebuah metrik yang umum digunakan untuk mengevaluasi kewaspadaan akibat kekurangan tidur (Dinges & Powell, dikutip dari Killgore, 2010). Pengukuran PVT sekarang semakin mudah dilakukan karena aplikasi perangkat lunak pengukuran PVT tersedia secara gratis. PC-PVT merupakan perangkat lunak yang sebanding dengan *gold standard* pengukuran PVT, yaitu PVT-192 (Reifman, Kumar, Khitrov, Liu, & Ramakrishnan, 2018). PC-PVT menyediakan tampilan *visual reaction time* yang lebih sederhana dan dapat membantu memberikan analisis, prediksi dan visualisasi pada komputer.

Menurut Robert Plomin dan Terryl T. Foch (2016), perbedaan jenis kelamin memiliki hubungan dengan perbedaan individu. Perbedaan jenis kelamin akan menghasilkan perbedaan pada setiap individu berupa perbedaan kemampuan kognitif. Perbedaan individu yang ditimbulkan akibat perbedaan jenis kelamin ini tentu akan memiliki dampak terhadap kinerja dari seseorang. Hal ini menimbulkan permasalahan baru dalam pengembangan *virtual reality* untuk edukasi dan pelatihan. Terdapat penelitian yang dilakukan untuk mengusut *gender-related issues* dalam lingkungan pembelajaran yang menggunakan *virtual reality* (Ausburn, Martens, Washington, & Steele, 2009). Penelitian ini menunjukkan bahwa perempuan dan laki-laki mendapat pengaruh yang berbeda dari *virtual reality*. Wanita merasakan lebih banyak ketidaknyamanan, kurang percaya diri, dan kurang kompeten dalam lingkungan virtual yang cukup kompleks dibandingkan pria.

Pada penelitian yang dilakukan tentang *virtual reality* dan jenis kelamin, cukup banyak kontradiksi dan perbedaan pendapat dari para peneliti. Tidak jarang hasil penelitian yang didapatkan tidak sesuai dengan apa yang sudah

dihipotesiskan. Sebagai contoh, pada penelitian yang dilakukan oleh Parsons et al. (2004) menunjukkan bahwa perbedaan jenis kelamin diketahui menyebabkan perbedaan kemampuan pada *mental* dan *spatial rotation* pada pria dan wanita. Hal ini sudah terbukti untuk objek 2 dimensi tetapi tidak untuk objek 3 dimensi. Kemampuan *mental rotation* objek 2 dimensi dapat diuji dengan menggunakan *mental rotation test* yang dibuat oleh Vandenberg dan Kuse (Parsons et al., 2004). Namun, pada saat menggunakan penilaian pada *virtual reality*, yaitu VRSR, tidak ada perbedaan signifikan dari hasil pengukuran efisiensi dan durasi yang didapatkan. Dalam penelitian ini dihipotesiskan bahwa hal ini terjadi akibat perbedaan cara pendekatan atau beban kognitif dari pria dan wanita dalam melakukan sebuah pekerjaan di dunia virtual. Selain itu, perpindahan dari MRT ke VRSR menyebabkan meningkatnya kompleksitas sebuah stimulus sehingga meningkatkan beban kognitif sebuah pekerjaan. Terakhir, hal ini mungkin saja disebabkan oleh perbedaan tuntutan beban kognitif dari yang dihasilkan dari MRT dan VRSR. Penelitian ini kemudian dikembangkan oleh Neubauer, Bergner, & Schatz (2010). Hasil dari penelitian ini mendukung penelitian yang sebelumnya disebutkan. Pada penelitian ini, disebutkan bahwa sudah cukup banyak dokumentasi atau jurnal yang menyebutkan perbedaan *mental rotation* pada pria dan wanita untuk objek 2D tetapi itu belum terbukti untuk objek pada *virtual reality*. Masih diperlukan lebih banyak riset dan metode penilaian yang sesuai untuk dapat menentukan perbedaan kemampuan mental antara laki-laki dan perempuan dalam menggunakan *virtual reality*. Selain itu, penelitian menunjukkan bahwa perempuan dapat memiliki kinerja yang baik asal diberikan motivasi.

Kebanyakan masalah pada *virtual reality* yang ditimbulkan akibat perbedaan jenis kelamin adalah *cybersickness*. Hal ini diakibatkan oleh perbedaan dalam kemampuan *mental* dan *spatial rotation* yang dimiliki oleh pria dan wanita. Terdapat beberapa masalah lain yang ditemukan dalam penelitian yang berhubungan dengan jenis kelamin. Sampel yang digunakan tidak cukup inklusif dan hanya terdapat sedikit representasi wanita dalam penelitian ini (MacArthur, Grinberg, Harley, & Hancock, 2021). Hal ini tergambarkan dari penelitian yang dilakukan oleh MacArthur et al. (2021), tentang riset *virtual reality* yang mempertimbangkan *gender* dan *cybersickness*. Terdapat inkonsistensi dalam desain eksperimen dan cara pelaporan studi. Belum lagi seringkali istilah *gender* dan *sex* yang digunakan menimbulkan kebingungan. Seringkali, terdapat

perbedaan pemahaman pada penggunaan istilah *sex* dan *gender*. Definisi dari *gender* dan *sex* ini seringkali dianggap sebagai sinonim dan dapat dipertukarkan. Beberapa ahli berpendapat bahwa kedua istilah ini tidak dapat dipertukarkan karena memiliki makna yang berbeda. Menurut Muehlenhard dan Peterson (2011), tidak ada konsensus yang dapat ditemukan mengenai definisi *gender* dan *sex*. Namun, *gender* lebih sering diasosiasikan dengan konstruksi sosial yang dibangun oleh masyarakat (aspek psikologis) sedangkan *sex* merupakan karakteristik fisik dari seseorang. Perbedaan konsensus mengenai definisi *gender* dan *sex* membuat penelitian menjadi rancu. Penelitian yang menggunakan jenis kelamin sebagai salah satu variabelnya perlu memperhatikan definisi dari istilah yang digunakan, apakah yang berhubungan dengan karakteristik biologis atau sesuatu yang merupakan konstruksi sosial.

Terdapat beberapa *gap* yang ditemukan dalam beberapa penelitian yang telah dilakukan. Pertama, belum banyak penelitian yang membandingkan kinerja *virtual reality* dengan *real world*. Pekerjaan yang digunakan dalam penelitian mengenai sistem manufaktur juga kebanyakan masih cukup sederhana. Dalam penelitian yang mengangkat jenis kelamin, kebanyakan masih membahas tentang *cybersickness*. Namun, penelitian yang mengidentifikasi tentang perbedaan kinerja yang dihasilkan oleh jenis kelamin masih belum cukup banyak. Pemanfaatan indikator lain seperti stres dan kewaspadaan juga masih digunakan pada pekerjaan yang berhubungan dengan bidang medis saja. Penelitian juga masih melibatkan pekerjaan yang sederhana, belum menggunakan pekerjaan yang riil dalam industri manufaktur. Penelitian yang menggunakan pekerjaan repetitif juga terbatas. Berdasarkan hal tersebut, pada penelitian ini akan digunakan tingkat kewaspadaan, stres, dan kinerja sebagai variabel terikat. Pengukuran stres akan dilakukan dengan menggunakan GSR sedangkan kewaspadaan akan menggunakan PC-PVT. Variabel bebas dari penelitian ini adalah realitas dan jenis kelamin. Berdasarkan proses identifikasi masalah yang sudah dilakukan, berikut ini merupakan rumusan masalah yang ditetapkan.

1. Bagaimana pengaruh realitas dan jenis kelamin terhadap hasil kinerja, tingkat kewaspadaan dan stres saat melakukan pekerjaan perakitan benda?

2. Bagaimana rekomendasi penyesuaian sistem kerja untuk pekerjaan repetitive perakitan senter yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan?

I.3 Pembatasan Masalah dan Asumsi Penelitian

Dalam penelitian ini akan ditentukan batasan dan asumsi yang akan digunakan. Adapun batasan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Pengambilan data akan dilakukan di Laboratorium Analisis Perancangan Kerja dan Ergonomi Universitas Katolik Parahyangan.
2. Partisipan yang merupakan subjek pada penelitian ini adalah mahasiswa UNPAR yang memiliki rentang usia 18-23 tahun berjenis kelamin perempuan atau laki-laki.
3. Pekerjaan yang akan diteliti adalah pekerjaan repetitif perakitan senter yang dilakukan secara manual dan hanya dilakukan oleh satu pekerja pada suatu waktu (*single user*).
4. Massa dari objek perakitan tidak dapat disimulasikan pada *virtual reality*.

Berikut ini merupakan asumsi yang digunakan dalam penelitian yang akan dilakukan.

1. Sistem kerja merupakan sistem kerja repetitif perakitan senter yang diteliti pada penelitian ini.
2. Kondisi lingkungan perakitan tidak berubah selama penelitian berlangsung.
3. Setiap partisipan yang diteliti memiliki kemampuan yang sama dalam melakukan perakitan.

I.4 Tujuan Penelitian

Setelah menentukan rumusan masalah, maka akan ditentukan tujuan dari penelitian yang akan dilakukan. Berikut ini merupakan tujuan dari penelitian yang dilakukan.

1. Mengetahui pengaruh realitas dan jenis kelamin terhadap hasil kinerja, tingkat kewaspadaan dan stres saat melakukan pekerjaan perakitan benda.

2. Memberikan rekomendasi penyesuaian sistem kerja untuk pekerjaan repetitif perakitan senter berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan.

I.5 Manfaat Penelitian

Penelitian yang dilakukan ini dapat memberikan manfaat pada berbagai pihak. Pada penelitian ini manfaat yang diberikan akan berguna untuk eksplorasi dan pengembangan *virtual reality*. Berikut ini merupakan beberapa manfaat penelitian.

1. Sebagai bahan pertimbangan untuk pelaku industri sektor manufaktur dalam merancang pelatihan pekerjaan repetitif di *virtual reality*.
2. Sebagai bahan pertimbangan untuk pengembang alat penunjang *virtual reality*. Hal ini dilakukan agar aksesibilitas untuk *virtual reality* tersedia dan mengurangi *bias* karena jenis kelamin dalam perancangan alat penunjang *virtual reality*.
3. Memberikan gambaran mengenai pengaruh realitas dan jenis kelamin terhadap tingkat kinerja dalam melakukan suatu tugas praktikan pada pembaca, pengguna dan perancang *virtual reality*, serta industri manufaktur.

I.6 Metodologi Penelitian

Dalam penelitian ini akan dilakukan beberapa prosedur atau langkah yang sistematis. Mulai dari menentukan objek dan topik dari penelitian sampai membuat kesimpulan dan saran.

1. **Penentuan Objek dan Topik Penelitian**
Sebelum dapat memulai penelitian, maka langkah pertama yang perlu dilakukan adalah menentukan objek yang akan diteliti. Setelah itu, akan diangkat topik yang relevan berdasarkan objek yang telah dipilih.
2. **Identifikasi dan Perumusan Masalah**
Langkah selanjutnya yang dilakukan adalah melakukan identifikasi masalah pada objek penelitian yang sudah ditentukan. Setelah mengetahui permasalahan yang terjadi pada objek, maka akan dilakukan perumusan masalah.

3. Penentuan Batasan dan Asumsi Penelitian

Dalam sebuah penelitian, perlu ditentukan batasan masalah dan asumsi yang digunakan di dalam penelitian. Hal ini dilakukan agar penelitian yang dilakukan tetap terfokus dan terarah. Perlu ditentukan juga asumsi yang digunakan pada penelitian untuk membantu memudahkan peneliti karena faktor-faktor yang akan dihadapi tentu memiliki kompleksitas yang tinggi.

4. Penentuan Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan penelitian akan ditentukan berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat pada langkah sebelumnya. Selain itu manfaat penelitian juga akan diberikan untuk saran pengembang *virtual reality*, pelaku industri manufaktur, dan untuk penelitian selanjutnya.

5. Studi Literatur

Pada langkah ini akan dilakukan pencarian teori dan metode yang akan digunakan yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan. Studi literatur dilakukan agar peneliti dapat mendapatkan informasi serta teori yang relevan untuk masalah yang diteliti.

6. Perancangan Eksperimen

Selanjutnya, akan dilakukan perancangan eksperimen untuk penelitian yang dilakukan. Rancangan eksperimen yang digunakan adalah *two-factor between subject design*. Faktor yang digunakan adalah realitas dan jenis kelamin. Akan terdapat dua level dari setiap faktor, *virtual reality* (A1) serta *real world* (A2) dan perempuan (B1) serta laki-laki (B2). Tabel 2 akan menunjukkan rancangan penelitian yang akan digunakan. Selain itu, akan dilakukan juga perancangan untuk *virtual environment* dan objek pada *virtual reality* yang akan digunakan dalam penelitian.

Tabel 0.2 Rancangan Penelitian

2X2	<i>Virtual Reality</i> (A1)	<i>Real World</i> (A2)
Perempuan (B1)	A1B1p1...p8	A2B1p18...p26
Laki-laki (B2)	A1B2p9...p17	A2B2p27...p36

7. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan sesuai dengan rancangan eksperimen yang telah dibuat sebelumnya. Pengambilan data perakitan senter akan

dilakukan pada *real world* dan *virtual reality*. Sebelum melakukan pengambilan data, akan dilakukan studi awal (*pilot study*) terlebih dahulu. Pada studi awal (*pilot study*), jumlah sampel yang akan diambil adalah sejumlah 8 partisipan. Pengambilan data akan dilakukan untuk setiap variabel yang sudah disebutkan dalam operasionalisasi variabel. Data yang diambil merupakan data tingkat kinerja, stres, serta kewaspadaan, Tingkat kinerja akan diukur berdasarkan waktu penyelesaian, persentase eror, dan penyelesaian tugas. Tingkat stres akan diukur dengan menggunakan *galvanic skin response* (GSR) dan NASA-TLX. Tingkat kewaspadaan menggunakan *psychomotor vigilance task* (PC-PVT). Data yang diambil untuk tingkat stres dengan GSR adalah konduktansi kulit. Untuk PVT data yang akan diambil adalah jumlah *lapse*, *minor lapse*, dan *mean reaction time*. Akan dilakukan penambahan data, jika pada saat uji kecukupan data masih belum mencukupi. Penambahan data akan terus dilakukan sampai saat dilakukan pengujian data telah cukup.

8. Pengolahan Data

Data yang kinerja, tingkat kewaspadaan, dan stres yang didapatkan dari partisipan akan diolah lebih lanjut. Pertama, akan dilakukan uji kecukupan data dari sampel yang telah diambil. Sampel yang sudah didapatkan ini akan diuji untuk mengetahui kenormalan distribusinya. Setelah itu, akan dilakukan pengujian dengan menggunakan statistika deskriptif dan uji asumsi (Normalitas dengan Ryan-Joiner dan Homogenitas dengan Levene's Test), inferensial (uji pengaruh dengan Two-way ANOVA).

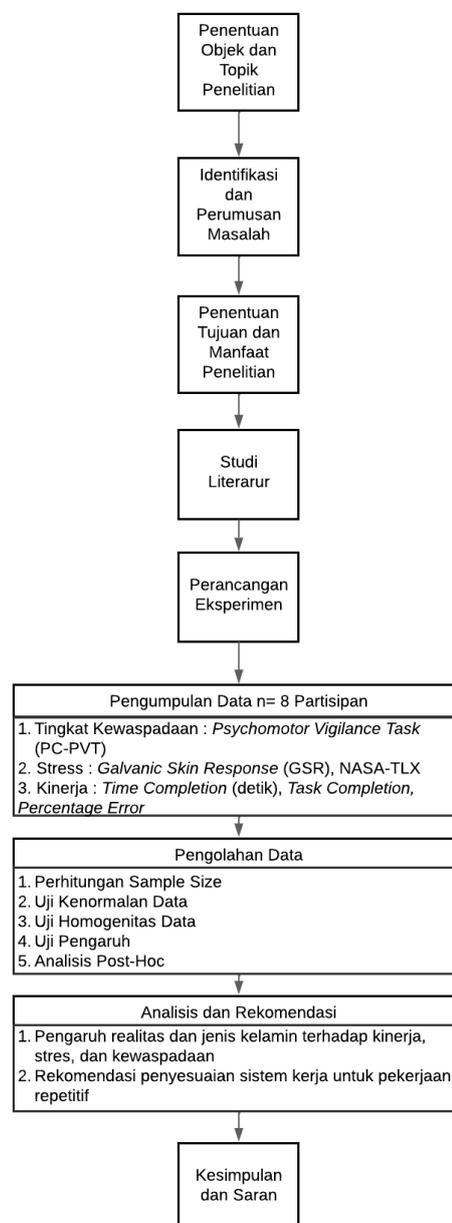
9. Analisis dan Rekomendasi

Setelah melakukan pengumpulan data, maka akan dilakukan analisis terhadap hasil pengolahan yang telah dilakukan. Analisis akan dilakukan untuk mencari perbedaan kinerja, tingkat kewaspadaan dan stres dari data yang sudah didapatkan untuk *virtual reality* dan *real world*. Selain itu, pengaruh dari jenis kelamin partisipan juga akan dianalisis lebih lanjut. Setelah itu, akan dilakukan juga analisis untuk memberikan rekomendasi sistem kerja untuk pekerjaan repetitif berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan.

10. Kesimpulan dan Saran

Langkah terakhir yang perlu dilakukan adalah untuk membuat kesimpulan. Kesimpulan ini akan ditarik berdasarkan rumusan masalah. Akan diberikan juga saran peneliti, pengembang *virtual reality* dan pelaku industri manufaktur.

Gambar 1.4 akan menunjukkan langkah-langkah yang ada pada metodologi penelitian yang sudah dijelaskan sebelumnya.



Gambar 0.4 Metodologi Penelitian

I.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dari penelitian ini akan terbagi menjadi beberapa bab, yaitu pendahuluan, tinjauan pustaka, pengumpulan dan pengolahan data, analisis, serta kesimpulan dan saran. Berikut ini merupakan penjelasan dari masing-masing bab.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini terdiri dari pemaparan mengenai latar belakang dari permasalahan yang diangkat. Kemudian, akan dilanjutkan dengan penjelasan mengenai identifikasi dan perumusan masalah. Identifikasi masalah akan dilengkapi dengan *state of the art* dari penelitian yang dilakukan. Terdapat juga penjelasan mengenai batasan dan asumsi masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta metodologi dari penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab terdiri dari dasar-dasar teori yang mendukung penelitian yang dilakukan. Teori yang disebutkan akan membahas mengenai dasar-dasar *virtual reality*, indikator-indikator yang digunakan untuk mengukur variabel yang diteliti, serta teori-teori mengenai uji statistik yang digunakan dalam penelitian.

BAB III PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini menjelaskan mengenai model konseptual dan operasionalisasi variabel, tahapan-tahapan penelitian, serta pengumpulan dan pengolahan data. Akan dijelaskan mulai dari objek penelitian, pembuatan dari lingkungan virtual, serta pengambilan data. Lalu, akan dijelaskan juga mengenai pengolahan data tersebut.

BAB IV ANALISIS

Bab ini berisi mengenai analisis dan rekomendasi yang dihasilkan dari penelitian yang sudah dilakukan. Analisis ini akan dilakukan sesuai dengan hasil penelitian dan akan diberikan rekomendasi dengan mempertimbangkan hal tersebut.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dan saran dari penelitian yang dilakukan. Kesimpulan akan dibuat berdasarkan tujuan yang ditetapkan sebelumnya. Kemudian, akan diberikan saran untuk penelitian selanjutnya.