



UNIVERSITAS INDONESIA

ESTIMASI JARAK DENGAN MENGGUNAKAN PERSEPSI
PENCOCOKAN PADA RUANG *PERI-PERSONAL* DALAM
LINGKUNGAN NYATA DAN MAYA

TESIS

DINO CAESARON
1006787451

FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
DEPOK
AGUSTUS 2012



UNIVERSITAS INDONESIA

ESTIMASI JARAK DENGAN MENGGUNAKAN PERSEPSI
PENCOCOKAN PADA RUANG *PERI-PERSONAL* DALAM
LINGKUNGAN NYATA DAN MAYA

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik.

DINO CAESARON
1006787451

FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
DEPOK
AGUSTUS 2012

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.

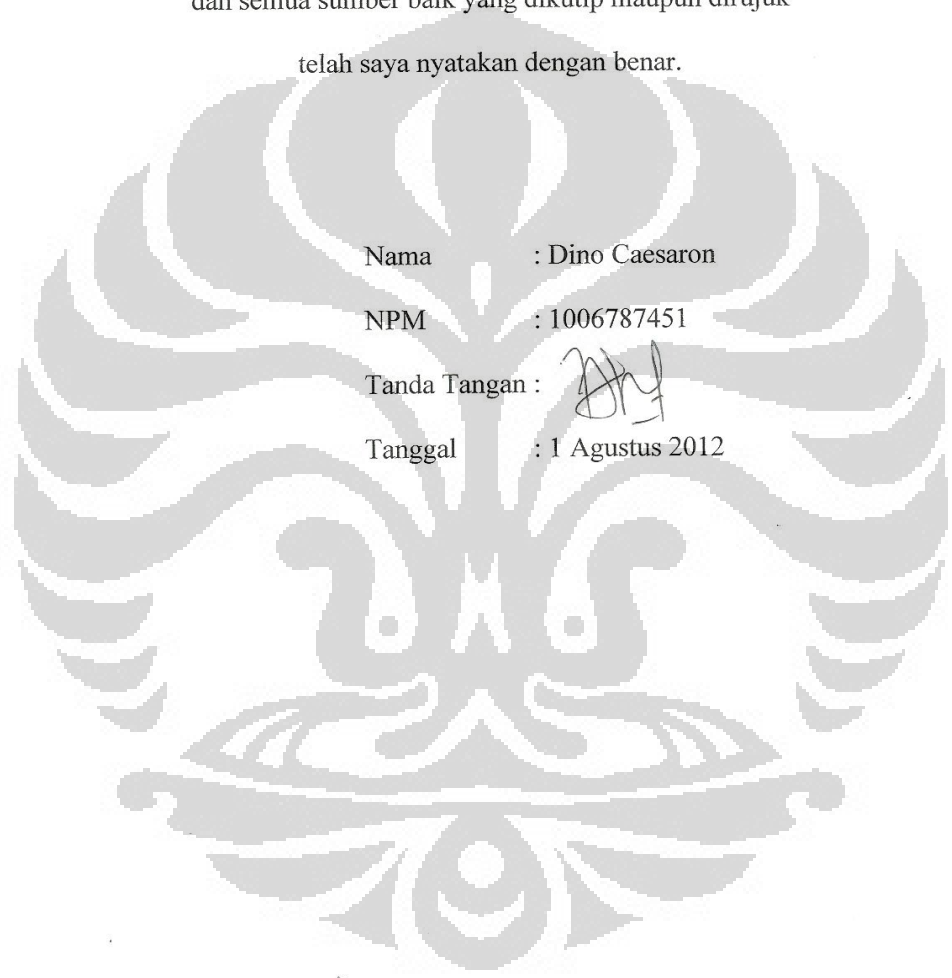
Nama : Dino Caesaron

NPM : 1006787451

Tanda Tangan :



Tanggal : 1 Agustus 2012



HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :
Nama : Dino Caesaron
NPM : 1006787451
Program Studi : Teknik Industri
Judul Tesis : Estimasi Jarak dengan Menggunakan Persepsi
Pencocokan pada Ruang *Peri-personal* dalam
Lingkungan Nyata dan Maya

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Industri Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Prof. Dr. Ir. T. Yuri M. Zagloel, M.Eng.Sc. ()
Pembimbing II: Ir. Erlinda Muslim, MEE ()
Penguji : Ir. Isti Surjandari Prayitno. PhD ()
Penguji : Ir. Fauzia Dianawati, M.Si ()
Penguji : Ir. Amar Rahman, MEIM ()
Penguji : Dr. Akhmad Hidayatno, ST. MBT ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 1 Agustus 2012

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya sungguh berterima kasih kepada penasehat saya, Profesor Chiuhsiang Joe Lin, yang memiliki sikap dan substansi jenius, ia terus-menerus dan meyakinkan menyampaikan bimbingan, dorongan dan dukungan dari awal sampai tingkat akhir dari tesis ini. Tanpa bimbingan dan bantuan gigih beliau tesis ini tidak akan mungkin selesai.

Saya juga merendahkan hati dengan dukungan kampus besar baik dari Universitas Indonesia dan National Taiwan University of Science and Technology (NTUST) dalam memiliki kesempatan untuk mengejar program gelar ganda. Selain itu, saya ingin memberikan penghargaan terbesar untuk semua civitas di Jurusan Teknik Industri, NTUST dan Universitas Indonesia yang telah membantu member pengetahuan yang berharga bagi saya. Saya tidak akan pernah punya ini peluang besar tanpa restu dari mereka yang pertama mengundang saya untuk mengejar akademik di kedua lembaga, Profesor T. Yuri Zagloel dan Profesor James C. Chen dan Profesor Vincent Yu.

Saya ingin mengucapkan terima kasih kepada anggota komite saya, Profesor Lin Shu-Chiang dan Profesor Tien-Lung Sun yang dengan teliti meninjau dan memberikan saran yang berharga untuk tesis saya.

Yang terakhir, saya dedikasikan tesis ini untuk keluarga saya, rekan, anggota laboratorium MA-009; Edward, Jim, Kelvin, Rio, Alice, Ann, Shawn (Chung Hua University) yang selalu mendukung saya untuk menyelesaikan studi master saya.

Saya berharap bahwa saya dapat membalas sebagian komitmen dan waktu yang telah mereka berikan, dan saya berharap dapat memberikan kontribusi bagi kemajuan masyarakat yang lebih baik dari sebelumnya.

Taipei, 1 Agustus 2012

Dino Caesaron

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dino Caesaron
NPM : 1006787451
Program Studi : Teknik Industri
Departemen : Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Tesis

demi pengembangan ilmu pengetahuan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Estimasi Jarak dengan Menggunakan Persepsi Pencocokan pada Ruang *Personal* dalam Lingkungan Nyata dan Maya

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 1 Agustus 2012
Yang menyatakan



(Dino Caesaron)

ABSTRAK

Nama : Dino Caesaron
Program Studi : Teknik Industri
Judul : Estimasi Jarak dengan Menggunakan Persepsi Pencocokan pada Ruang *Peri-personal* dalam Lingkungan Nyata dan Maya

Tesis ini meneliti tentang persepsi jarak baik pada lingkungan nyata maupun maya dalam jarak exocentric pada ruang *peri-personal*. Sepuluh partisipan melakukan 72 estimasi jarak antara 10 sampai dengan 50 cm, pada enam tata letak sasaran yang berbeda dan juga dikombinasikan dengan tiga parallax yang berbeda. Penelitian ini dilakukan dengan mengkombinasikan dua macam target, maya dan nyata yang dilihat dengan menggunakan kacamata tiga dimensi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi kompresi atau penurunan estimasi jarak pada ruang *peri-personal* dalam jarak exocentric yang mengkombinasikan antara dua macam target, maya dan nyata. Hasil tersebut berbeda dari penelitian sebelumnya pada jarak egocentric dalam ruang *peri-personal* yang sama. Hal yang menarik dari penelitian ini adalah hasil yang konsisten dengan penelitian yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya dengan menggunakan teknologi High Mounted Display (HMD), khususnya permasalahan kesalahan pada bidang pandang, ketika kita menempatkan target atau objek nyata pada bagian bawah terhadap objek lainnya, yaitu terjadi penurunan estimasi jarak. Meskipun hasil yang kita dapatkan konsisten dengan penelitian sebelumnya, penyebab mengapa hal ini terjadi masih belum dapat diketahui. Dengan memahami permasalahan ini seharusnya dapat memberikan perbaikan yang lebih baik kedepannya di bidang teknologi maya. Meskipun demikian, pada penelitian ini berdasarkan metode ANOVA yang kita lakukan, teknik bagaimana kita menempatkan sasaran baik nyata maupun maya (tata letak) mempengaruhi akurasi dari estimasi jarak, $F(5,45) = 7.285$ dengan $p < .05$, dan, parallax juga mempengaruhi akurasi dari estimasi jarak $F(2,18) = 4.934$ dengan $p = 0.02$.

Kata kunci: Parallax, kacamata tiga dimensi, HMD, exocentric, *peri-personal*, egocentric, bidang pandang

ABSTRACT

Name : Dino Caesaron
Study Program : Industrial Engineering
Title : *Perceptual Matching Distance Estimation within Peri-Personal Space in Real and Virtual Environments*

The present study investigated distance perception both in virtual and real environments within exocentric distance at peri-personal space. Ten participants estimated 72 target distances between 10 cm and 50 cm in six different target positions combined with three different parallaxes. The study examined virtual targets seen through the 3D glasses, and combined real and virtual objects. The results give evidence that the exocentric distance of virtual and combined real and virtual objects is underestimated at peri-personal distance, a different result from a previous cross study that has been found in egocentric distance in the same peri-personal space. The interesting aspect of this finding is that our result is consistent with a previous study, regarding the implication of a misleading field of view when real object placed in lower side. This result indicates the same degree of underestimation when showed both the real + virtual environments with HMD technology. Although, the results show that participants underestimated the distance for exocentric within peri-personal space, the reason why this happened remains unknown. Understanding these issues should lead to useful and applicable virtual reality technology improvement. However, the ANOVA result shows that the way we positioned a real and virtual target (layout) is affecting the accuracy of estimation, $F(5,45) = 7.285$ and $p < .05$, while, the parallax also has effect on the accuracy of distance estimation $F(2,18) = 4.934$ and $p = 0.02$.

Keywords: Parallax, 3D glasses, exocentric, HMD, peri-personal, egocentric, field of view

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMAKASIH	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	4
1.2 Tujuan Penelitian.....	4
1.3 Batasan Penelitian	4
1.4 Kerangka Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Bagaimana Melihat 3D (3 Dimensi)	6
2.2 Estimasi Jarak	8
2.3 Penilaian Estimasi Jarak	9
2.4 Estimasi Jarak dalam Ruang <i>Peri-Personal</i>	11
2.5 Estimasi Jarak dalam Lingkungan Nyata dan Maya	12

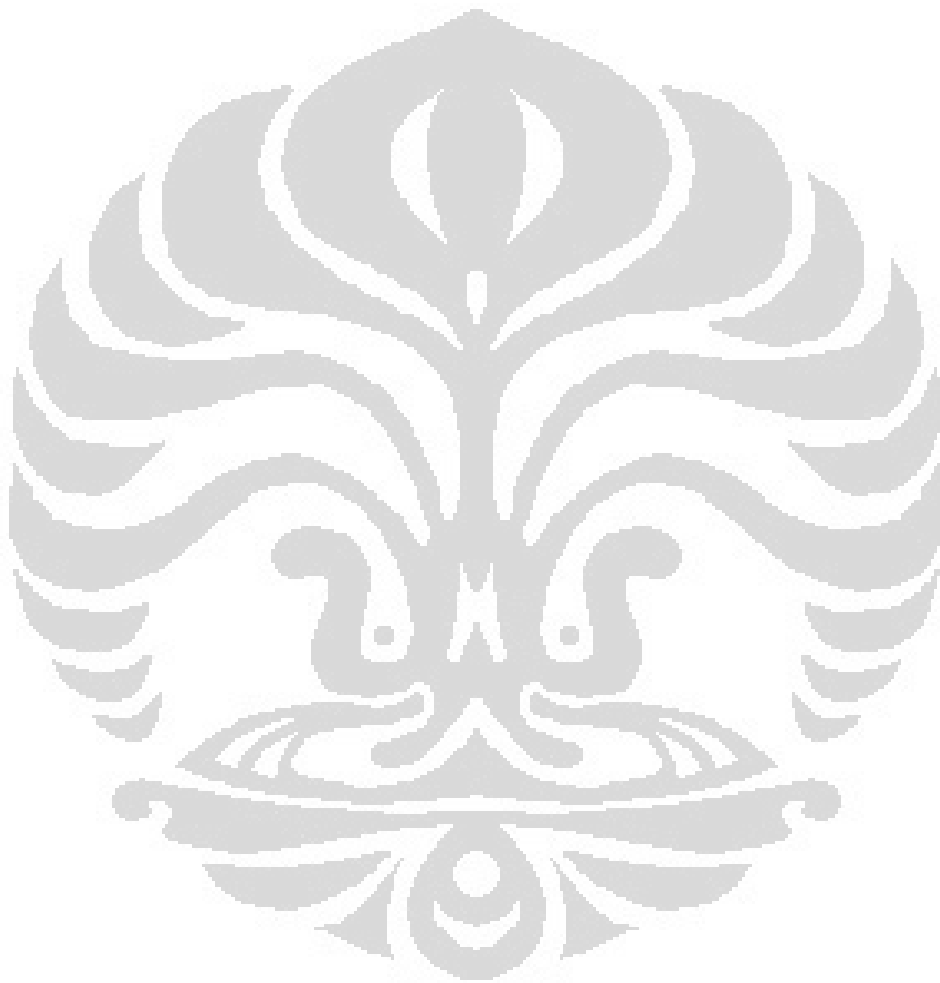
2.6 Penelitian Sebelumnya pada Area yang Sama	13
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Perancangan Eksperimen	16
3.1.1 Model Penelitian	16
3.1.2 Variabel Eksperimen (Independen)	18
3.1.3 Eksperimental Setup dan Tugas	20
3.1.3.1 Peralatan	20
3.1.3.2 Tugas Penelitian: Persepsi Pencocokan	22
3.1.4 Prosedur	23
3.1.5 Hipotesis dan Prediksi	26
BAB 4 HASIL	28
4.1 Klasifikasi Nilai	28
4.1.1 Jenis Estimasi Jarak	28
4.1.2 Analisis Varians Satu Arah dan Uji t-tes Berganda untuk Jenis Estimasi	29
4.1.3 Rata-rata Kesalahan dari Estimasi Jarak	31
4.2 Estimasi Numerik	32
4.2.1 Uji t-tes Berganda Rata-rata Estimasi Jarak dan Jarak Berskala	32
4.2.2 Perbandingan dari Rata-rata Estimasi Partisipan dan Jarak Aktual	34
4.2.3 Rangkuman Analisis Varians Dalam (<i>within</i>) Subyek	39
4.2.4 <i>Post-hoc</i> Tes	40
BAB 5 PEMBAHASAN	42
5.1 Estimasi Jarak yang Kurang dalam Ruang <i>Peri-Personal</i>	42

5.2 Pengaruh dari Tata Letak dan Parallax untuk Estimasi Jarak	43
5.3 Perbaikan Metodologi	45
BAB 6 KESIMPULAN	46
6.1 Kesimpulan	46
6.2 Penelitian Selanjutnya	47
DAFTAR REFERENSI	48
LAMPIRAN	52
<i>Experiment Conditions</i>	52
<i>Participant Consent Form</i>	54
Analisis Variansi (ANOVA)	56
Uji Perbandingan Bonferonni (<i>Parallax</i>)	57
Lembar Skor Estimasi Partisipan untuk Setiap Kombinasi Tata Letak	58

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Sebelumnya pada Area yang Sama	14
Tabel 3.1 Perancangan Faktorial untuk Dua Faktor	17
Tabel 3.2 Tabel Perancangan Eksperimen	17
Tabel 4.1 Lembar Nilai dan Hasil Estimasi Jarak	29
Tabel 4.2 Analisis Varians Satu Arah untuk Jenis Estimasi	30
Tabel 4.3 Uji Sampel Berganda untuk Jenis Estimasi	30
Tabel 4.4 Rata-rata Kesalahan dari Estimasi Jarak	31
Tabel 4.5 Jarak Berskala dan Rata-rata Estimasi Jarak (VRV)	33
Tabel 4.6 Jarak Berskala dan Rata-rata Estimasi Jarak (RVV)	34
Tabel 4.7 Rangkuman dari Analisis Varians dalam Subyek	39
Tabel 4.8 Tes Koreksi Bonferonni (Tata Letak)	41
Tabel 1 Analisis Variansi (ANOVA)	56
Tabel 2 Uji Perbandingan Bonferonni	57
Tabel 3 Lembar Skor Partisipan Tata Letak VVH (partisipan no 1-5)	58
Tabel 4 Lembar Skor Partisipan Tata Letak VVH (Partisipan no 6-10)	59
Tabel 5 Lembar Skor Partisipan Tata Letak VVV (Partisipan no 1-5)	60
Tabel 6 Lembar Skor Partisipan Tata Letak VVV (Partisipan no 6-10)	61
Tabel 7 Lembar Skor Partisipan Tata Letak VRH (Partisipan no 1-5)	62
Tabel 8 Lembar Skor Partisipan Tata Letak VRH (Partisipan no 6-10)	63
Tabel 9 Lembar Skor Partisipan Tata Letak RVH (Partisipan no 1-5)	64
Tabel 10 Lembar Skor Partisipan Tata Letak RVH (Partisipan no 6-10)	65
Tabel 11 Lembar Skor Partisipan Tata Letak VRV (Partisipan no 1-5)	66
Tabel 12 Lembar Skor Partisipan Tata Letak VRV (Partisipan no 6-10)	67

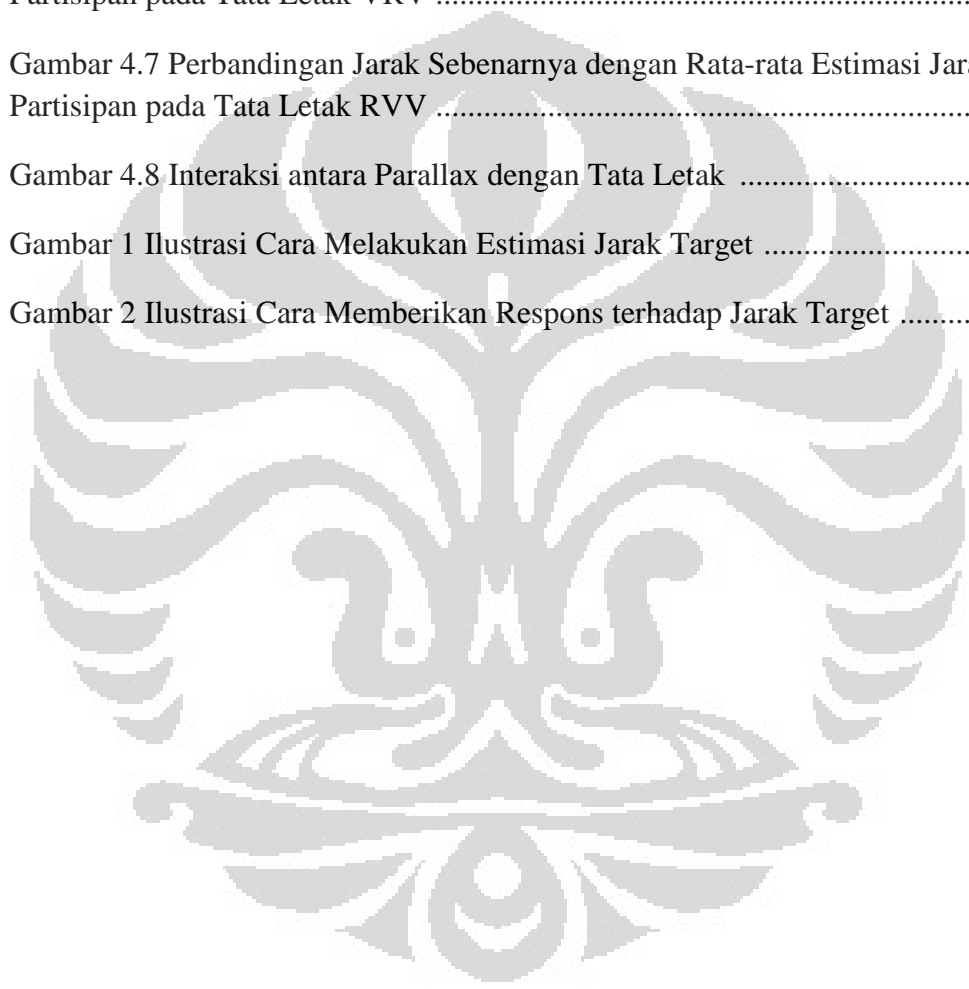
Tabel 13 Lembar Skor Partisipan Tata Letak RVV (Partisipan no 1-5)68
Tabel 14 Lembar Skor Partisipan Tata Letak RVV (Partisipan no 6-10)69



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kerangka Penelitian	5
Gambar 2.1 Objek Muncul di Depan Layar (Seigle, 2009)	7
Gambar 2.2 Objek Muncul di Belakang Layar (Seigle, 2009)	7
Gambar 2.3 Objek tak Terlihat (Seigle, 2009)	7
Gambar 2.4 Objek Muncul Tepat pada Layar (Seigle, 2009)	7
Gambar 2.5 Binokular Dispariti (Seigle, 2009)	8
Gambar 3.1 Target Maya-maya Horisontal	19
Gambar 3.2 Target Maya-Nyata Horisontal	19
Gambar 3.3 Target Maya-maya Vertikal	19
Gambar 3.4 Target Maya-Nyata Vertikal	19
Gambar 3.5 Target Nyata-Maya Vertikal	19
Gambar 3.6 Target Nyata-Maya Horisontal	19
Gambar 3.7 Proyektor Viewsonic PJD6251	21
Gambar 3.8 Kacamata NVIDIA 3D	21
Gambar 3.9 Objek Nyata / Target (bola ping pong)	22
Gambar 3.10 Persepsi Pencocokan	22
Gambar 3.11 Ilustrasi dari Sudut Proyeksi Vertikal (tampak samping)	23
Gambar 3.12 Ilustrasi dari Sudut Proyeksi Horizontal (tampak atas)	24
Gambar 3.13 Ilustrasi Percobaan Berjalan	25
Gambar 3.14 Prosedur Eksperimen	26
Gambar 4.1 Rata-rata Kesalahan dalam Estimasi Jarak	32
Gambar 4.2 Perbandingan Jarak Sebenarnya dengan Rata-rata Estimasi Jarak Partisipan pada Tata Letak VVH	35

Gambar 4.3 Perbandingan Jarak Sebenarnya dengan Rata-rata Estimasi Jarak Partisipan pada Tata Letak VVV	36
Gambar 4.4 Perbandingan Jarak Sebenarnya dengan Rata-rata Estimasi Jarak Partisipan pada Tata Letak VRH	36
Gambar 4.5 Perbandingan Jarak Sebenarnya dengan Rata-rata Estimasi Jarak Partisipan pada Tata Letak RVH	37
Gambar 4.6 Perbandingan Jarak Sebenarnya dengan Rata-rata Estimasi Jarak Partisipan pada Tata Letak VRV	38
Gambar 4.7 Perbandingan Jarak Sebenarnya dengan Rata-rata Estimasi Jarak Partisipan pada Tata Letak RVV	38
Gambar 4.8 Interaksi antara Parallax dengan Tata Letak	40
Gambar 1 Ilustrasi Cara Melakukan Estimasi Jarak Target	52
Gambar 2 Ilustrasi Cara Memberikan Respons terhadap Jarak Target	53



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Estimasi dan penilaian jarak secara akurat sangat penting dalam kehidupan sehari-hari. Perilaku spasial manusia mengenai ruang dan tempat tergantung pada jarak yang dilihat, dan banyak kegiatan yang membutuhkan individu untuk dapat menilai secara akurat suatu lokasi obyek terutama jika saling berinteraksi dengan objek tersebut. Jarak atau persepsi visual adalah salah satu masalah klasik dalam filsafat dan psikologi eksperimental. Akan tetapi, para peneliti mengusulkan dua alasan penting untuk mempelajari persepsi visual, pertama, menjelaskan fenomenologi pengalaman visual, yang merupakan pusat persepsi ruang, merupakan salah satu perhatian utama penelitian pada kesadaran, peristiwa mental, dan kognisi manusia. Kedua, persepsi ruang visual memainkan peran penting dalam pengendalian banyak perilaku spasial manusia (Loomis, dkk., 1996).

Banyak aplikasi yang digunakan dalam lingkungan nyata yang menggunakan estimasi atau persepsi jarak sebagai basis prinsip-prinsipnya, sebagai contoh dua sisi cermin (spion) di kendaraan bermotor, teleskop, dan lain-lain. Semuanya menggunakan pola estimasi jarak untuk mengamati lokasi obyek secara akurat. Selain itu, estimasi jarak juga bisa diterapkan pada lingkungan maya, oleh karena itu lingkungan maya menjadi suatu alat yang dapat digunakan untuk mempelajari perilaku manusia (Loomis, dkk., 1999). Sejak tahun 1990-an, teknologi maya sudah menjadi hal yang umum yang dapat mempelajari psikologi yang dilakukan di laboratorium, dan lingkungan maya telah menjadi suatu hal yang memungkinkan untuk melakukan sebuah eksperimen. Keuntungannya melalui teknologi yang ada pengguna dapat memvisualisasikan, ikut terlibat dan berinteraksi dengan objek maya yang merepresentasikan dunia nyata secara langsung.

Banyak penelitian sebelumnya fokus dalam estimasi jarak dan menggunakan lingkungan nyata dan maya sebagai dasar studi mereka, tetapi sedikit penelitian yang dilakukan dalam ruang *peri-personal* jika dibandingkan dengan ruang *extra-personal*, yang merupakan jarak yang cukup penting terutama ketika kita berinteraksi dengan objek satu sama lain. Perbedaan mendasar antara penelitian ini dengan yang lain adalah objek yang dipilih mempunyai bentuk yang serupa, bukan objek yang berbeda. Selain itu, penelitian ini menggunakan jarak eksosentris bukan jarak egosentris sebagai jarak ke target.

Penelitian ini dikembangkan berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh peneliti lain dengan fokus pada estimasi jarak dalam lingkungan nyata dan maya pada ruang *peri-personal*. Ketertarikan penulis dalam penelitian ini adalah penilaian mutlak pada jarak eksosentris dalam ruang *peri-personal*, karena estimasi secara akurat dalam jarak eksosentris sangat penting untuk mengetahui objek yang dilihat, karena gangguan pada kedalaman atau jarak dan bentuk yang dilihat, secara drastis dapat mengubah bentuk objek tersebut. Estimasi jarak eksosentris juga penting ketika melakukan pengendalian antara satu objek terhadap objek lain seperti menggunakan alat operasi yang dilihat pada layar laparoskop.

Selanjutnya, kita juga perlu melihat bahwa kolaborasi antara lingkungan nyata dan maya memiliki potensi untuk meningkatkan kesadaran situasional secara nyata kearah lebih baik, dan sejumlah aplikasi yang menggunakan kolaborasi lingkungan nyata dan maya juga digunakan untuk melatih orang dalam tugas-tugas yang melibatkan keterampilan motorik, misalnya "*Stryker*" simulator kendaraan lapis baja yang mengajarkan tentara bagaimana mengendalikan kendaraan lapis baja *Stryker* dalam ruang lingkungan maya dan berinteraksi dengan objek nyata. Sebagaimana disebutkan di atas, operasi laparoskop 3D juga meningkatkan efisiensi, dapat membantu mengurangi kelelahan dan membantu ahli bedah untuk mengurangi waktu prosedur.

Sebuah penelitian yang berbeda dilakukan oleh Swan (2006) menghasilkan hasil yang menarik sehubungan dengan penilaian kedalaman di lingkungan nyata dan maya. Penelitian ini mendapatkan hasil yang berubah atau bias dari underestimasi

menjadi overestimasi seiring bertambahnya jarak. Namun, hasil yang menarik adalah ketika obyek nyata ditempatkan pada bagian atas dari partisipan (dipasang pada langit-langit), partisipan melakukan estimasi jarak berlebih, dan ketika objek nyata ditempatkan pada bagian bawah partisipan (dipasang pada lantai), partisipan mulai melakukan estimasi jarak yang kurang (Swan, dkk., 2006). Hasil ini menimbulkan pertanyaan bagaimana jika objek nyata ditempatkan pada bidang pandang bagian bawah partisipan dalam ruang *peri-personal*, apakah estimasi jarak secara berlebih akan terjadi atau bahkan sebaliknya, estimasi jarak yang kurang akan terjadi. Sedangkan berdasarkan penelitian sebelumnya, penilaian kedalaman pada ruang *peri-personal*, partisipan cenderung melakukan estimasi yang berlebih (Ambruster, dkk., 2008).

Melihat pada temuan yang bersifat kontradiktif ini, pekerjaan tambahan diperlukan untuk memahami seberapa jauh perubahan yang terjadi jika persepsi jarak dilakukan pada lingkungan nyata dan maya. Untuk itu, penelitian ini fokus pada memastikan apakah estimasi yang kurang akan terjadi ketika melakukan estimasi pada lingkungan nyata dan lingkungan maya yang sederhana dalam ruang *peri-personal* dengan perbedaan penempatan posisi pada objek nyata. Pertanyaan lain juga ditujukan apakah objek nyata dan maya yang dibuat secara sederhana juga dapat mewakili penelitian sebelumnya, yang menggunakan HMD (*High Mounted Display*) untuk melihat objek nyata dan maya, apakah perlakuan dari persepsi antara kedalaman dan estimasi jarak yang berbeda dapat memberikan penilaian hasil yang berbeda, dan mana yang lebih akurat saat memperkirakan jarak antara objek maya-maya atau objek nyata-maya.

Oleh karena itu, penelitian ini berusaha untuk membawa sesuatu yang "baru", meskipun sejumlah penelitian sebelumnya pada area ini telah dilakukan, tetapi tidak ada penelitian yang melakukan perbandingan dari dua objek yang serupa dalam ruang *peri-personal*. Dan penelitian ini juga melibatkan jarak eksosentris, sementara sejumlah penelitian sebelumnya melibatkan jarak egosentris. Motivasi dari penelitian ini adalah untuk menyelidiki lebih lanjut fenomena estimasi jarak dalam lingkungan maya, terutama dengan menggunakan lingkungan nyata dan maya, dan ketika target disajikan dalam jarak eksosentris. Penelitian ini juga dapat

menjadi titik awal bagi penelitian lain tentang dalam estimasi jarak pada lingkungan maya dan nyata.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghitung estimasi jarak dalam ruang *peri-personal* di lingkungan nyata dan maya menggunakan persepsi pencocokan sebagai cara untuk menilai suatu jarak.

1.3 Batasan Penelitian

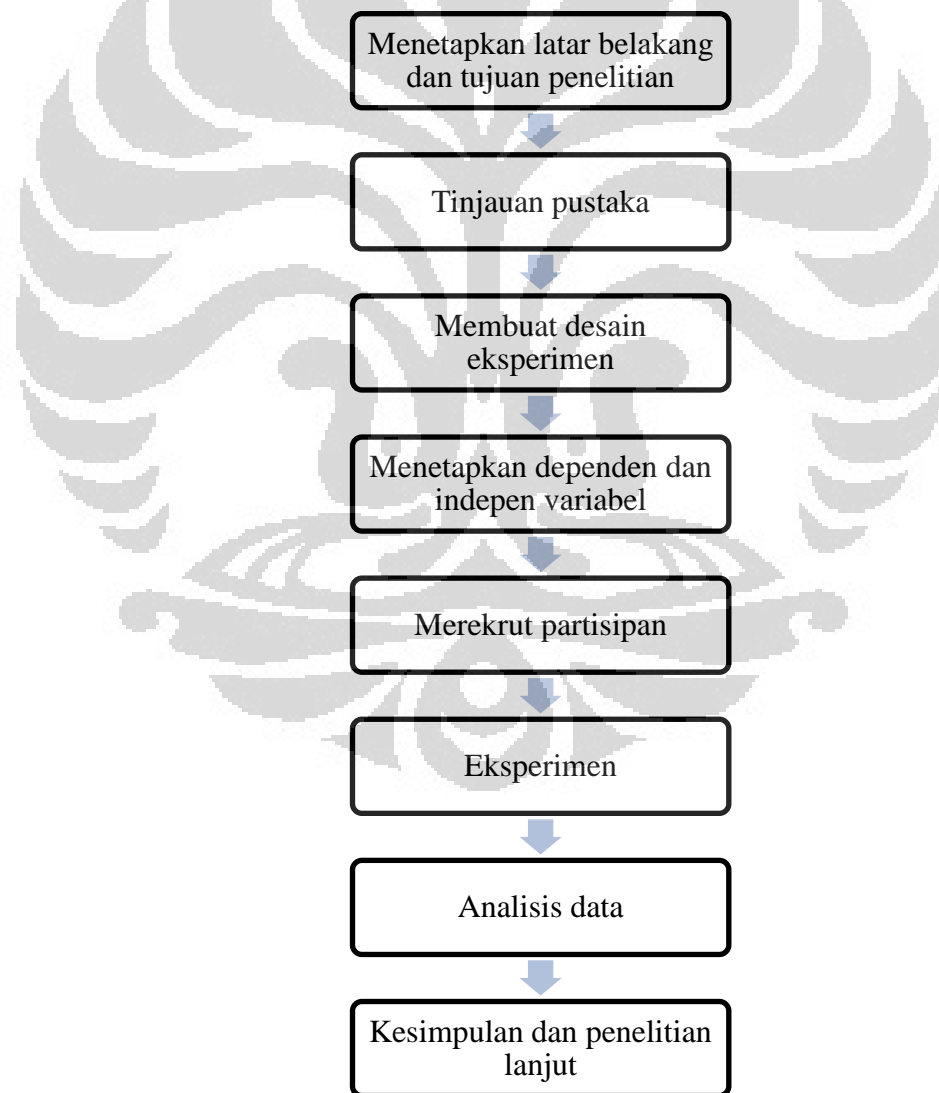
Batasan mengenai penelitian ini adalah:

1. Sepuluh partisipan yang berpartisipasi dalam percobaan ini dianggap mewakili semua populasi pada umumnya.
2. Target akan muncul tepat pada layar, negatif paralaks akan membuat objek maya muncul di depan layar. Oleh karena itu, positif paralaks tidak digunakan dalam penelitian ini.
3. Lingkungan maya dan objek yang dilihat menggunakan kaca 3D NVIDIA, teknologi HMD tidak digunakan dalam penelitian ini.
4. Bidang pandang yang tetap menggunakan perangkat lunak UNITY dan jarak antar retina (IPD) tiap partisipan tidak dihitung ketika memunculkan objek maya.

1.4 Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian disusun sebagai berikut. Pertama, latar belakang termasuk kegiatan terkait, tujuan penelitian dan batasan penelitian didefinisikan. Kemudian tinjauan pustaka sebelumnya yang berkaitan dengan estimasi jarak dan kedalaman estimasi dalam ruang *peri-personal* pada lingkungan nyata dan maya, yang melibatkan objek nyata ke dalam studi mereka. Bagaimana melakukan penilaian

terhadap estimasi jarak dan beberapa penelitian lain yang berkaitan dengan area yang sama juga dimasukkan kedalam tinjauan pustaka. Setelah itu, pendefinisian desain dari eksperimen yang cocok untuk penelitian ini, independen dan dependen variabel juga dilakukan pada saat yang sama. Setelah desain eksperimen telah ditetapkan, selanjutnya adalah perekrutan partisipan dan percobaan dapat dilakukan. Data dianalisis dengan menggunakan analisis desain ukuran varians (ANOVA) atau *repeated measures ANOVA*. Terakhir, diskusi dan kesimpulan termasuk penelitian kedepan dibuat sebagai sebuah final dari naskah tesis ini. Kerangka penelitian ini diilustrasikan pada Gambar 1.1 di bawah ini.



Gambar 1.1 Kerangka Penelitian

BAB 2

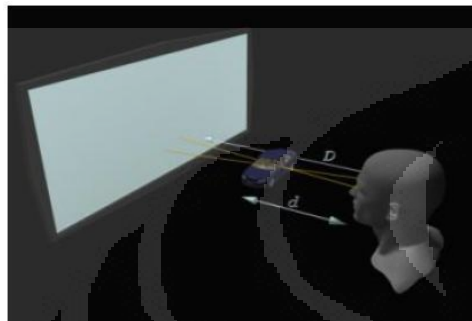
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bagaimana Melihat 3D (3 Dimensi)

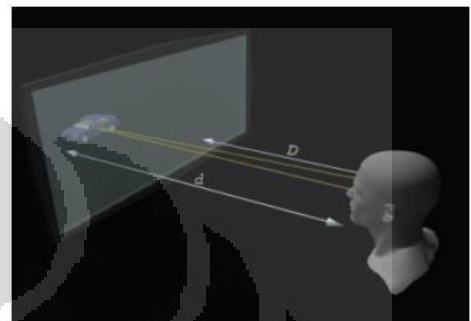
Manusia pada umumnya dilengkapi dengan dua mata yang terletak berdampingan di depan kepala mereka. Ketika melihat 3 dimensi, tiap mata melacak objek pada gambar secara independen, setiap mata menangkap pandangan sendiri dan dua gambar yang terpisah akan dikirim ke otak untuk diproses. Ketika dua gambar muncul secara bersamaan di belakang otak, mereka disatukan menjadi satu gambar. Pikiran kita akan menggabungkan dua gambar dengan mencocokkan persamaan dan menambahkan perbedaan-perbedaan kecil yang ada. Perbedaan kecil antara dua gambar tersebut akan ditambahkan sehingga menjadi perbedaan yang besar pada akhirnya menjadi gambar akhir. Gambar akhir gabungan yang melebihi daripada jumlah bagian-bagiannya, itu adalah gambar 3 dimensi.

Ketika tiap-tiap mata mengambil pandangan pada daerah yang sama dari sudut yang sedikit berbeda, pengaturan ini menyebabkan sumbu penglihatan mata menyeberang di depan layar, tepat pada layar, atau di belakang layar. Ilustrasi pengaturan akan ditunjukkan dalam Gambar 2.1 sampai 2.4. Konvergensi dari mata menciptakan ilusi bahwa objek sebenarnya berada pada titik tertentu, konvergensi mengendalikan otot-otot pada mata yang mengirim isyarat pada otak yang menciptakan ilusi kedalaman. Penelitian kami akan fokus pada objek yang ditampilkan di depan layar.

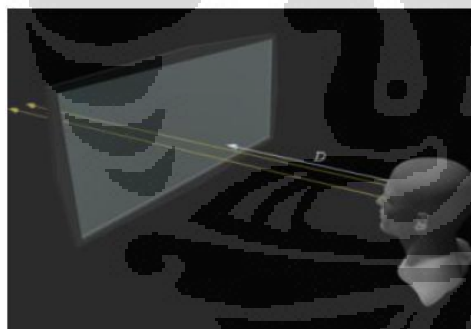
Selain itu, untuk menciptakan ilusi dari kedalaman, binokular dispariti yang sesuai perlu disajikan dalam masing-masing tampilan sehingga setiap mata akan melihat sedikit perbedaan pada objek, seperti yang terjadi pada kehidupan sehari-hari. Ilusi ini akan memberikan tampilan bentuk dan isi. Tanpa itu, objek akan tampil sebagai "guntingan karton" (Seigle, 2009).



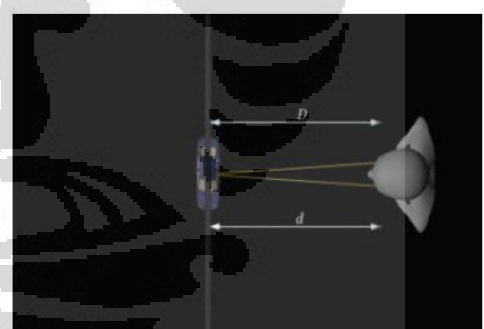
Gambar 2.1 Objek Muncul di Depan Layar (Seigle, 2009)



Gambar 2.2 Objek Muncul di Belakang Layar (Seigle, 2009)

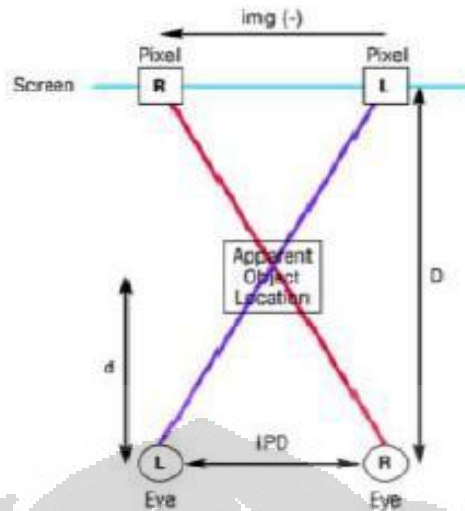


Gambar 2.3 Objek tak Terlihat (Seigle, 2009)



Gambar 2.4 Objek Muncul Tepat pada Layar (Seigle, 2009)

Terminologi lain dari binokular dispariti digunakan untuk menjelaskan bagaimana otak kita menyimpulkan suatu bentuk, perspektif dan isi dari sedikit perbedaan dari objek terlihat oleh setiap mata. Gambar 2.5 menjelaskan itu geometris.



Gambar 2.5 Binokular Dispariti (Seigle, 2009)

2.2 Estimasi Jarak

Estimasi jarak yang akurat sangat penting dalam kehidupan sehari-hari. Perilaku spasial manusia seperti reaksi atau tindakan sangat bergantung pada jarak yang dirasa benar. Penelitian mengenai persepsi dan penilaian jarak di dunia nyata terdokumentasi dengan baik sejak pertengahan abad 20 (Gilinsky, 1951). Penelitian pada estimasi jarak ditunjukkan pada dua bidang empiris yang berbeda: psikopsikis dari ruang visual dan ruang kontrol dari suatu tindakan. Para peneliti peduli dengan isu-isu seperti pemetaan antara ruang fisik dan visual; stimulus yang menentukan ruang visual; keterkaitan dari arah yang dirasakan, jarak, ukuran, dan gerak (Cutting & Vishton, 1995) dan memberikan perhatian terhadap isu bagaimana informasi visual yang digunakan oleh partisipan pada perilaku spasial, seperti menjangkau, menangkap bola, berlari atau mengemudi (Loomis, dkk., 1996).

Banyak penelitian yang fokus pada seberapa akurat partisipan ketika menghitung suatu jarak. Mereka juga memvariasikan jenis dari penilaian dan jarak dengan tujuan untuk mendapatkan hasil yang meyakinkan. Sejumlah penelitian terkini membandingkan tindakan dan lisan sebagai penilaian, sebagai contoh penelitian yang telah dilakukan oleh Creem-Regehr (2005) yang menggunakan lisan dan

mata tertutup kemudian berjalan pada lingkungan nyata. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa pada umumnya orang akan cukup akurat ketika berjalan tanpa pengelihatan yang sebelumnya melihat target dalam lingkungan nyata khususnya dalam jarak hingga sekitar 30 m (Creem-Regehr, dkk., 2005).

Beberapa hal umum yang berhubungan dengan akurasi estimasi jarak didapatkan dari hasil penelitian sebelumnya, antara lain estimasi jarak sangat akurat dalam lingkungan nyata, hampir 95% dari jarak yang sebenarnya dibandingkan dengan lingkungan maya (Thompson, dkk., 2004). Ambruster, dkk., (2008) melaporkan bahwa estimasi yang berlebih terjadi pada jarak dekat atau ruang peri-personal, penelitian lain oleh Swan (2006) pada ruang yang berbeda melaporkan bahwa estimasi yang kurang terjadi pada jarak yang sedang (5 sampai 23 meter) sedangkan estimasi yang berlebih terjadi pada jarak jauh (23 dengan 45 meter).

2.3 Penilaian Estimasi Jarak

Para peneliti telah lama tertarik dalam mengukur persepsi dari suatu jarak, tetapi dihadapkan dengan masalah klasik bahwa persepsi merupakan keadaan kognitif yang tak terlihat, mereka harus mencari jumlah terukur yang dapat dihubungkan dengan persepsi suatu jarak. Terdapat beberapa metode untuk mengukur suatu jarak: lisan, pencocokan persepsi, dan loop terbuka berbasis tindakan (Foley, 1993; Knapp & Loomis, 2004; Loomis & Knapp, 2003; Messing & Durgin, 2005).

Beberapa investigasi yang digunakan para peneliti untuk melakukan estimasi suatu jarak adalah dengan lisan. Dengan laporan lisan, partisipan secara lisan melakukan estimasi jarak suatu benda, pada umumnya menggunakan unit yang cukup dikenal (misalnya, kaki, meter, atau beberapa rujukan yang diberikan).

Persepsi pencocokan melibatkan partisipan untuk mengatur letak suatu objek (tergantung pada jenis penilaian) sampai secara persepsi cocok terhadap jarak dari target. Persepsi pencocokan adalah suatu contoh dari penilaian yang berbasis tindakan; penilaian ini melibatkan tindakan secara fisik dari pengamat yang

mengindikasikan jarak yang diterima. Penilaian berbasis tindakan dapat dikategorikan menjadi loop terbuka dan tertutup. Pada loop terbuka, partisipan tidak menerima umpan balik secara visual, sedangkan pada loop tertutup partisipan menerima umpan balik ketika melakukan tindakan (Swan & Livingston, 2007). Secara definisi, persepsi pencocokan termasuk ke dalam tindakan loop tertutup.

Selain itu, para peneliti tertarik dengan isu terbaru yang berfokus terutama pada bagaimana informasi visual yang digunakan oleh partisipan dalam pengendalian perilaku spasial, seperti meraih, menangkap bola, berjalan atau mengemudi (McBeath, dkk., 1995; Warren, 1990; Lee, 1980). Penelitian telah menunjukkan bahwa persepsi jarak, orientasi dan ukuran dapat dipisahkan dari tindakan. Tindakan tampaknya terlihat memiliki informasi yang lebih baik, dibandingkan secara lisan (Wang, 2004).

Berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa representasi yang lebih akurat dan jujur dikaitkan dengan tindakan bukan pada verbal. Loomis, dkk., (1996) melakukan percobaan kepada partisipan untuk menyesuaikan dua set spidol pada bagian bawah di depan mereka, satu pasang ditempatkan sepanjang sumbu atau garis depan / belakang dan pasangan lainnya sejajar sumbu kiri / kanan, sampai jarak antara satu pasang spidol setara dengan pasangan lainnya. Partisipan menyesuaikan jarak antara depan / belakang yang cukup besar dengan tujuan pencocokan secara persepsi, menunjukkan bahwa persepsi ruang visual terdistorsi. Sebaliknya, ketika partisipan diminta untuk berjalan sepanjang jarak antara dua spidol depan / belakang, jarak ketika mereka berjalan tidak menunjukkan bias sistematis yang sama, menunjukkan bahwa posisi dua spidol terwakili dengan benar secara tindakan.

Penelitian yang berbeda dengan hasil yang serupa menunjukkan suatu target berupa titik pada layar persegi panjang (Bridgeman, dkk., 1997). Ketika layar tersebut dipindahkan, target titik berubah ke arah yang berlawanan. Namun, ketika partisipan diminta untuk menunjuk titik dengan tangan tanpa melihat, partisipan melakukannya dengan benar, tidak terpengaruh oleh ilusi. Dengan demikian, penelitian ini menyarankan bahwa penilaian secara tindakan memberikan hasil

yang lebih baik yang tidak dilakukan seperti persepsi / pengetahuan (Biederman, 1987).

2.4 Estimasi Jarak dalam Ruang Peri-Personal

Ruang 3 dimensi di sekitar tubuh kita dapat dibagi dalam berbagai zona (Cutting & Vishton, 1995; Previs, 1998). Ruang peri-personal mengacu pada ruang yang dapat dicapai dengan tangan kita, umumnya berjarak hingga 1,5 meter. Jarak diantara 1.5 meter dan <30 meter diklasifikasikan sebagai ruang ekstra-personal, dimana subjek dapat bergerak dan menyentuh benda di sekitar dirinya, berinteraksi dengan lingkungan, sedangkan objek yang terletak lebih dari 30 meter dikelompokkan sebagai ruang *vista* atau latar belakang (Ambruster, dkk., 2008). Klasifikasi ruang yang berada disekitar subjek ini berguna karena fokus pada apa yang subjek lihat di setiap area pada ruang yang berbeda (Ellis & Menges, 1997). Secara khusus, estimasi jarak dalam ruang peri-personal penting karena merupakan jarak yang sering digunakan teruma ketika target dan partisipan akan berinteraksi secara langsung.

Di antara beberapa tanda yang digunakan sistem visual manusia untuk mengartikan kedalaman dari proyeksi 3 dimensi, kita juga dapat mempertimbangkan persepsi kedalaman pada jarak dekat (sepanjang tangan) atau peri-personal, jarak menengah (dalam jarak percakapan), dan jarak jauh. Meskipun beberapa upaya ini telah dilakukan oleh peneliti, tetapi sejumlah kecil penelitian yang telah dilakukan menggunakan ruang peri-personal atau penelitian pada jarak dekat. Rolland, et al., (1995), menemukan dalam penelitian awal mereka bahwa dalam jarak dekat (0.8-1.2 meter), estimasi yang berlebih terjadi pada kedalaman dari obyek maya (Rolland, dkk., 1995).

Persepsi jarak masih benar untuk jarak 40 cm atau kurang. Namun, estimasi yang kurang terjadi pada jarak lebih dari 60 cm (Viguiet, dkk., 2001). Hal yang hamper sama dalam peri-personal tetapi hanya dengan ruang peri-personal ruang dan berada pada lingkungan maya menunjukkan partisipan cenderung menilai terlalu rendah, banyak tepat, dan estimasi berlebih lebih banyak terjadi jika dibandingkan

dengan ekstra-personal (Ambruster, dkk., 2008). Meskipun beberapa peneliti telah jelas menunjukkan bahwa estimasi pada jarak dekat mendekati akurat tetapi hasilnya bervariasi pada penelitian yang berbeda, penelitian saat ini menggunakan metodologi yang berbeda yang digunakan untuk menghilangkan tanda tambahan pada jarak.

2.5 Estimasi Jarak dalam Lingkungan Nyata dan Maya

Seperti disebutkan dalam tinjauan pustaka bagaimana melihat 3D, binocular disparity memberikan informasi tentang kedalaman relatif, tetapi ketika dipasangkan dengan konvergensi, mereka dapat memberikan informasi skala yang absolut (Creem-Regehr, dkk., 2005). Tergantung pada kategori integrasi spasial, tanda yang berbeda untuk kedalaman memiliki tingkat kepentingan yang berbeda. Secara khusus, konvergensi binokular dan akomodasi memainkan peran terutama untuk ruang peri-personal terkait dengan koordinasi, manipulasi tindakan. Akomodasi itu sendiri umumnya tidak dianggap sebagai hal yang berpotensi mempengaruhi kedalaman yang dilihat (Ellis & Menges, 1997). Tetapi melalui akomodasi-konvergensi terkait perubahan refleksi atau lainnya, kebutuhan akomodasi secara signifikan dapat mempengaruhi kedalaman yang dilihat sendiri atau mempengaruhinya secara efek tidak langsung. Efek tidak langsung dapat berupa, contoh, perubahan skala dari binocular disparity karena perubahan konvergensi (Ellis & Menges, 1997). Dalam penelitian ini, kami menggabungkan dua lingkungan yang berbeda, lingkungan nyata dan maya. Untuk lingkungan nyata, kita percaya akomodasi memainkan peran besar dalam menanggapi fokus untuk objek jarak dekat. Sementara di lingkungan virtual, konvergensi mata mempengaruhi kedalaman objek yang dilihat.

Mayoritas penelitian mengenai persepsi jarak dalam lingkungan maya, peneliti menggunakan teknologi *head mounted display* (HMD) sebagai alat karena memungkinkan partisipan untuk bergerak secara fisik dalam lingkungan maya. Teknologi HMD ini memungkinkan para peneliti untuk memandu secara visual tindakan yang dilakukan untuk menilai secara persepsi jarak. Penelitian telah

menunjukkan bahwa partisipan melakukan estimasi jarak yang kurang dalam lingkungan maya dibandingkan dengan lingkungan nyata (Creem- Regehr, dkk., 2005). Penelitian menunjukkan bahwa jarak yang muncul lebih ringkas atau kecil dalam lingkungan maya dibandingkan dalam lingkungan nyata (Ziemer, dkk., 2009).

Seperti disebutkan sebelumnya, tidak banyak penelitian yang ada di bidang yang sama berkaitan dengan estimasi jarak pada lingkungan nyata dan maya, daripada lingkungan nyata yang ditambah dengan lingkungan maya (*augmented*). Penelitian pertama tentang masalah ini, dilakukan oleh Rolland, dkk., (1995), mereka mempelajari kedalaman dan persepsi ukuran dikombinasikan antara lingkungan maya dan nyata (Rolland, dkk., 1995). Penelitian ini dilakukan dengan prototype HMD, dengan dua tampilan jarak ke objek adalah 0.8 dan 1.2 meter. Penelitian ini membahas beberapa masalah yang penting saat ini dengan menggunakan HMD, masalah integrasi informasi pada lingkungan nyata dan maya. Suatu hal yang penting dari penelitian ini adalah diusulkannya sistem kalibrasi sebelum melakukan estimasi kedalaman dan ukuran yang dilihat.

Hasil lainnya menunjukkan bahwa obyek maya yang dilihat akan terlihat lebih jauh dibandingkan dengan objek nyata dalam hal persepsi kedalaman, kejanggalan semacam ini mungkin terjadi disebabkan oleh dua faktor. Perubahan jarak dari interpupillary partisipan dengan konvergensi mata dan distorsi penglihatan atau optik, belum diperhitungkan pada saat itu.

2.6 Penelitian Sebelumnya pada Area yang Sama

Seperti yang telah disebutkan, penelitian ini dikembangkan berdasarkan penelitian sebelumnya yang juga berada pada area yang sama. Beberapa penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.1 dan penjelasan singkat tentang penelitian tersebut dikemukakan setelah itu.

Tabel 2.1 Penelitian Sebelumnya pada Area yang Sama

Tahun	Judul Jurnal (Penulis)	Hasil/Kontribusi	Perbedaan dengan Penelitian ini
1995	<i>Toward Quantifying Depth and Size Perception in Virtual Environments</i> (Rolland, Gibson dan Ariely).	Kalibrasi harus dilakukan sebelum estimasi kedalaman dan ukuran. Estimasi yang berlebih terjadi pada jarak dekat (0.8 sampai 1.2 meter).	Teknologi HMD digunakan. Objek yang berbeda bentuk digunakan.
2006	<i>A Perceptual Matching Technique for Depth Judgments in Optical, See-Through Augmented Reality</i> (Swan, et al.,)	Estimasi jarak (5 sampai 45 meter). Estimasi yang kurang pada jarak menengah, dan menjadi estimasi berlebih pada jarak >23 meter.	Teknologi HMD digunakan, objek ditunjukkan pada ruang egosentris.
2007	<i>Egocentric Depth Judgments in Optical, See-Through Augmented Reality</i> (Swan dan Livingston).	Estimasi pada jarak menengah (5.25 meter sampai 44.31 meter).	Teknologi HMD digunakan, jarak menengah sampai jauh digunakan.
2008	<i>Depth Perception in Virtual Reality: Distance Estimation in Peri- and Extrapersonal Space</i> (Ambruster, Wolter, Kuhlen)	Estimasi tepat dan berlebih banyak terjadi pada ruang <i>peri-personal</i> . Estimasi yang kurang pada ruang <i>extra-personal</i> .	Target yang digunakan adalah objek maya, tidak ada objek nyata yang digunakan.

Tinjauan mengenai penelitian oleh Rolland, dkk., (1995) telah dibahas sebelumnya, peneliti lainnya Swan, dkk., (2006) mempelajari penilaian kedalaman dalam lingkungan nyata yang ditambah dengan lingkungan maya yang menggunakan teknik pencocokan persepsi sebagai respon dan teknologi HMD sebagai alat. Penelitian ini membahas teknik untuk mengukur penilaian kedalaman pada ruang egosentris dalam jarak menengah dan jauh, 5 sampai 45 meter dan dua kondisi yang berbeda, menempatkan tanda tambahan dengan tidak menempatkan tanda tambahan. Penelitian menunjukkan estimasi yang kurang terjadi pada jarak menengah dan estimasi yang berlebih terjadi pada jarak jauh lebih dari 23 meter. Temuan lain dari penelitian ini adalah ketika objek nyata atau

referensi berada pada bidang pandang atas dari partisipan, partisipan melakukan estimasi yang berlebihan pada jarak sekitar 1.5 meter, dan ketika objek nyata atau referensi ditempatkan pada bidang pandang bawah dari partisipan, partisipan melakukan estimasi yang kurang (Swan, dkk., 2006).

Penelitian lain yang juga mengkaji masalah mendasar dalam optik atau penglihatan, yang menggabungkan lingkungan nyata ditambahkan dengan lingkungan maya (*augmented*) dilakukan oleh Swan, dkk., (2007). Penelitian ini mempelajari penilaian kedalaman dalam ruang egosentris dalam jarak menengah dan jauh dari jarak 5 sampai 45 meter dengan menggunakan dua protokol sebagai respon penilaian, berjalan tanpa melihat dan laporan secara lisan. Hasilnya konsisten dengan penelitian sebelumnya, estimasi yang kurang terjadi pada jarak ini dan respon secara tindakan dalam hal ini berjalan tanpa melihat lebih akurat dibandingkan dengan respon secara lisan.

Ambruster, dkk., (2008) mempelajari persepsi kedalaman dalam lingkungan nyata pada ruang *peri-personal* dan *extra-personal*. Penelitian dilakukan untuk memberikan pemahaman lebih lanjut mengenai kualitas persepsi kedalaman dalam lingkungan maya. Pertanyaan adalah apakah lingkungan maya yang sederhana dengan sejumlah tanda yang minimum dapat memberikan persepsi kedalaman yang baik dan dapat dipercaya, dan jika tidak, bagaimana perbaikan persepsi kedalaman dapat ditingkatkan tanpa memperkaya lingkungan maya dengan menambah tanda sekunder pada lingkungan tersebut (Ambruster, dkk., 2008). Hasilnya menunjukkan bahwa persepsi kedalaman tidak cukup baik atau handal dalam lingkungan maya yang sederhana dan manipulasi sederhana juga tidak meningkatkan estimasi penilaian kedalaman.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Perancangan Eksperimen

3.1.1 Model Penelitian

Penelitian ini menggunakan model 6×3 sebagai rancangan eksperimen, dengan total 18 kombinasi perlakuan. Untuk setiap partisipan, terdapat 4 skala yang berbeda untuk tugas estimasi jarak untuk satu kombinasi, secara acak dipilih nomor berkisar dari 10 sampai 20 cm, 20 sampai 30 cm, 30 sampai 40 cm dan 40 sampai 50 cm. Sehingga, setiap partisipan memiliki total 72 percobaan (18 kombinasi perlakuan \times 4 skala jarak). Secara total, peneliti mengumpulkan 720 (72 percobaan \times 10 partisipan) data dalam percobaan ini.

Rata-rata dan standar deviasi dari semua pengukuran dihitung dengan menggunakan metode standar. Penelitian ini menggunakan metode analisis ulang ukuran varians (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh posisi peletakan objek, paralaks pada hasil estimasi jarak. Semua variabel berada dalam variabel subjek, tabel perancangan eksperimen untuk menggambarkan dua faktor dapat dilihat pada Tabel 3.1, dan tabel perancangan eksperimen penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.2. Sebagai contoh kita memiliki dua faktor, faktor A dan faktor B. Faktor A memiliki i tingkat ($i = 1, 2, \dots, a$) dan faktor B memiliki j tingkat ($j = 1, 2, \dots, b$), sebagai replikasi k ($k = 1, 2, \dots, n$).

Pada penelitian ini, terdapat dua faktor (paralaks dan tata letak), faktor pertama memiliki tiga tingkatan (terlihat pada layar, terlihat 5 cm di depan layar, 10 cm di depan layar) dan faktor kedua memiliki enam tingkat, rincian untuk faktor-faktor ini dijelaskan dalam bagian selanjutnya dari variabel independen. Untuk setiap tingkat tata letak terdapat empat skala jarak yang berbeda mulai dari 10 sampai 50 cm dengan 10 pengulangan sebagai replikasi. Kami tidak memilih skala jarak yang berbeda dari 10 sampai 50 cm sebagai faktor, karena tidak menginginkan efek dari faktor ini dalam estimasi jarak. Penjelasan tentang faktor-faktor atau

variabel independen pada penelitian ini dijelaskan dalam bagian variabel penelitian. Tabel perancangan eksperimen dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Dari Tabel 3.2 asumsikan kita memiliki notasi A_{xyz} , itu digambarkan dari kombinasi x tingkat dari faktor pertama (*parallax*) dengan y tingkat dari faktor kedua (tata letak) dan jumlah partisipan sebagai z . Sebagai contoh, A_{261} menggambarkan bahwa pengamat nomor 1 akan memperkirakan jarak target yang muncul 5 cm di depan layar dan target disusun pada tata letak nyata-maya secara vertikal.

Tabel 3.1 Perancangan Faktorial untuk Dua Faktor

$A_{111}, A_{112}, \dots, A_{11n}$	$A_{111}, A_{112}, \dots, A_{11n}$		$A_{111}, A_{112}, \dots, A_{11n}$
$A_{111}, A_{112}, \dots, A_{11n}$	$A_{111}, A_{112}, \dots, A_{11n}$		$A_{111}, A_{112}, \dots, A_{11n}$
$A_{111}, A_{112}, \dots, A_{11n}$	$A_{111}, A_{112}, \dots, A_{11n}$		$A_{111}, A_{112}, \dots, A_{11n}$

Tabel perancangan eksperimen dapat dilihat pada Tabel 3.2 dibawah ini.

Tabel 3.2 Tabel Perancangan Eksperimen

Tata Letak	Maya-Maya				Berlanjut sampai ke tata letak terakhir Nyata-Maya secara vertikal
<i>Parallax</i>	10-20	20-30	30-40	40-50	
Tepat pada layar	$A_{111} \dots A_{1110}$	$A_{111} \dots A_{1110}$	$A_{111} \dots A_{1110}$	$A_{111} \dots A_{1110}$	
5cm didepan layar	$A_{211} \dots A_{2110}$	$A_{211} \dots A_{2110}$	$A_{211} \dots A_{2110}$	$A_{211} \dots A_{2110}$	
10cm didepan layar	$A_{311} \dots A_{3110}$	$A_{311} \dots A_{3110}$	$A_{311} \dots A_{3110}$	$A_{311} \dots A_{3110}$	

3.1.2 Variabel Eksperimen (Independen)

Pada penelitian ini digunakan tiga variabel independen. Yaitu partisipan, *parallax* dan tata letak target. Berikut ini adalah independen variable dan kesemuanya berada dalam subjek

1. Partisipan

Peneliti merekrut 10 partisipan dari populasi mahasiswa departemen manajemen industri Taiwan Tech. Tujuh dari pengamat adalah laki-laki dan tiga adalah perempuan, mereka berkisar di usia 23-27 (rata-rata usia $M = 24,6$). Mereka semua memiliki penglihatan visual normal.

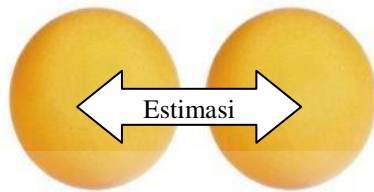
2. *Parallax* (pada layar, 5 cm di depan layar, 10 cm di depan layar)

Target ditampilkan pada tiga kondisi yang berbeda, tepat pada layar, 5 cm di depan layar, dan 10 cm di depan layar. Sementara partisipan duduk pada jarak 100 cm dari depan layar. Untuk memudahkan pemahaman terminology ini, Gambar 2.1 sampai dengan Gambar 2.4 menjelaskan maknanya.

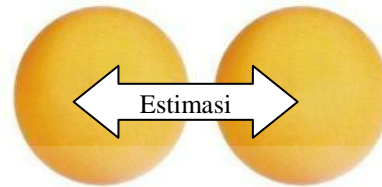
3. Tata Letak

Jenis dan cara kita menempatkan target didefinisikan sebagai tata letak. Terdapat enam tingkatan yang berbeda dari factor tata letak dalam penelitian ini, yaitu lingkungan maya-maya horisontal (VVH), lingkungan maya-nyata horisontal (VRH), lingkungan maya-maya vertikal (VVV), lingkungan maya-nyata vertikal (VRV), lingkungan nyata-maya vertikal (RVV) dan lingkungan nyata-maya horisontal (RVH). Singkatan dari tata letak ini akan digunakan selanjutnya. Sebagai contoh VVH mengacu pada target (dua objek) ditunjukkan secara maya pada posisi horisontal. Untuk VRH berarti bahwa target yang akan ditampilkan satu merupakan objek maya dan satu merupakan objek nyata, sementara urutan penulisan menunjukkan posisi penempatan jenis target, oleh karena itu, pada contoh diatas objek maya virtual berada di sisi kiri pandangan partisipan. Asumsikan bahwa kita memiliki kombinasi sasaran RVV, itu mengacu pada target yang ditampilkan satu objek maya dan satu objek nyata diproyeksikan dalam posisi vertikal. Obyek nyata berada pada bagian atas bidang partisipan, sementara

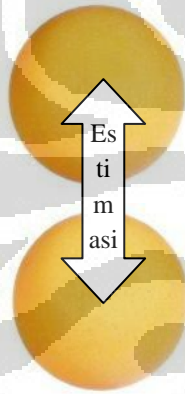
objek maya ditampilkan pada bagian bawah pandangan partisipan, dan seterusnya untuk sisa dari kombinasi. Gambar yang mewakili kombinasi tersebut ditunjukkan pada Gambar 3.1 sampai Gambar 3.6.



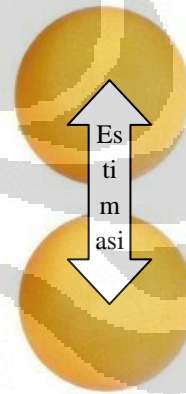
Gambar 3.1 Target Maya-maya Horizontal



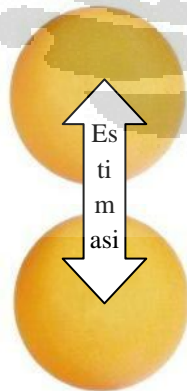
Gambar 3.2 Target Maya-Nyata Horizontal



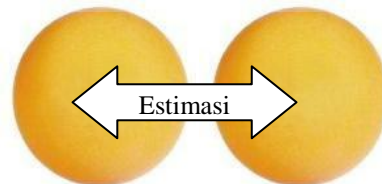
Gambar 3.3 Target Maya-maya Vertikal



Gambar 3.4 Target Maya-Nyata Vertikal



Gambar 3.5 Target Nyata-Maya Vertikal



Gambar 3.6 Target Nyata-Maya Horizontal

Untuk setiap kombinasi percobaan, kami mengukur jarak antara dua objek (objek maya-maya dan objek maya-nyata), ini akan memberi kita kemampuan untuk menghitung kesalahan atau *error* dalam estimasi jarak. Variabel dependen utama dari percobaan ini adalah akurasi estimasi jarak. Peneliti tidak mengukur waktu partisipan untuk menyelesaikan percobaan, partisipan diminta untuk menggunakan reaksi awal mereka ketika melakukan estimasi jarak dan tidak mengambil terlalu banyak waktu untuk melakukan suatu estimasi.

Estimasi jarak dikategorikan menjadi tiga nilai. Estimasi yang terletak diantara 10% batas atas dan batas bawah dikategorikan sebagai hit (estimasi berada dalam kisaran 10% dari jarak yang sebenarnya), estimasi yang kurang (estimasi berada dibawah kisaran 10% dari jarak yang sebenarnya) dan estimasi berlebih (estimasi diatas). Kisaran 10% dipilih karena estimasi dalam dunia nyata sedikit atau cukup akurat, tetapi belum atau tidak sempurna (Ambruster, 2008). Persentase kesalahan dalam estimasi jarak dihitung dengan rumus sebagai berikut.

Dimana,

$$\text{Persentase error} = \frac{EJ - ES}{ES} \times 100\% \quad (3.1)$$

EJ: Estimasi jarak (dalam cm)

ES: Estimasi sebenarnya (dalam cm)

3.1.3 Eksperimental Setup dan Tugas

3.1.3.1 Peralatan

Tampilan dari lingkungan maya diproyeksikan dengan menggunakan PJD6251 DLP ViewSonic 3D XGA 3 700 Ansi 120Hz proyektor dengan resolusi 120x90, gambar dari proyektor ini dapat dilihat pada Gambar 3.7 di bawah ini. Suatu gambar stereo 3D dilihat dengan menggunakan alat tambahan berupa kacamata NVIDIA 3D, kacamata ini dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.7 Proyektor Viewsonic PJD6251

Kami menjalankan percobaan dengan spesifikasi komputer Pentium® Dual-Core CPU 3,20 GHz komputer. Objek bola digambar dengan menggunakan perangkat lunak desain yang disebut Unity 3D, objek tersebut dibuat semirip mungkin dengan objek aslinya.



Gambar 3.8 Kacamata NVIDIA 3D

Objek nyata pada penelitian ini adalah bola tenis meja / ping pong yang ditempelkan pada depan layar, pada 5cm di depan layar dan 10cm di depan layar. Diameter dari objek nyata sekitar 40 mm, berwarna cerah oranye dengan berat kurang lebih 2.7 gram, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Objek Nyata / Target (bola ping pong)

3.1.3.2 Tugas Penelitian: Persepsi Pencocokan

Persepsi pencocokan digunakan sebagai respon untuk mempelajari estimasi jarak dalam ruang peri-personal; respon ini melibatkan tindakan fisik yang dilakukan oleh partisipan terhadap jarak target yang diliha. Partisipan duduk di kursi dalam jarak yang tetap (ditandai dengan garis silang pada lantai) sejauh 100 cm dari depan layar. Partisipan akan melihat serangkaian dua target yang berbeda baik ditempatkan secara vertikal maupun horisontal. Empat serangkaian target / objek nyata yang berbeda tata letak ditempatkan, ditempatkan di kiri, kanan, atas atau bawah bidang pandang partisipan. Masing-masing dikombinasikan dengan empat skala jarak acak yang berbeda dari target ke target, dan kombinasi tersebut muncul secara acak kepada partisipan. Tugas dari partisipan adalah untuk memperkirakan jarak antara target dengan memberikan respon dengan cara menggambar titik ke titik sampai jarak titik tersebut dirasakan sesuai secara persepsi dengan jarak target. Ilustrasi dari estimasi jarak yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 3.10.

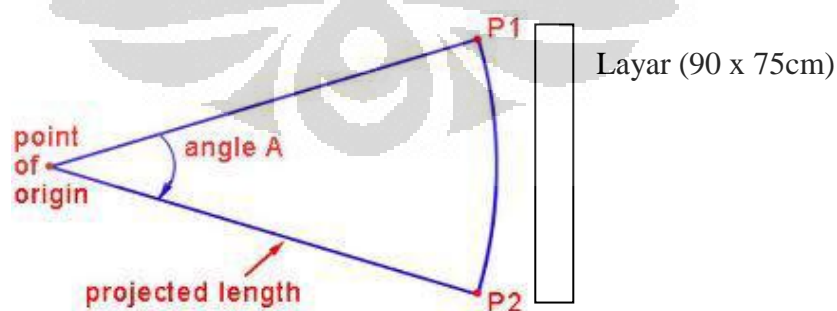


Gambar 3.10 Persepsi Pencocokan

Untuk perangkat proyektor kami menggunakan PJD6251 ViewSonic 3D DLP XGA 3 700 ansi 120Hz dengan resolusi 120x90, kemudian ditampilkan pada layar sederhana (90 x 75 cm) dengan tambahan partisipan menggunakan kacamata 3D NVIDIA.

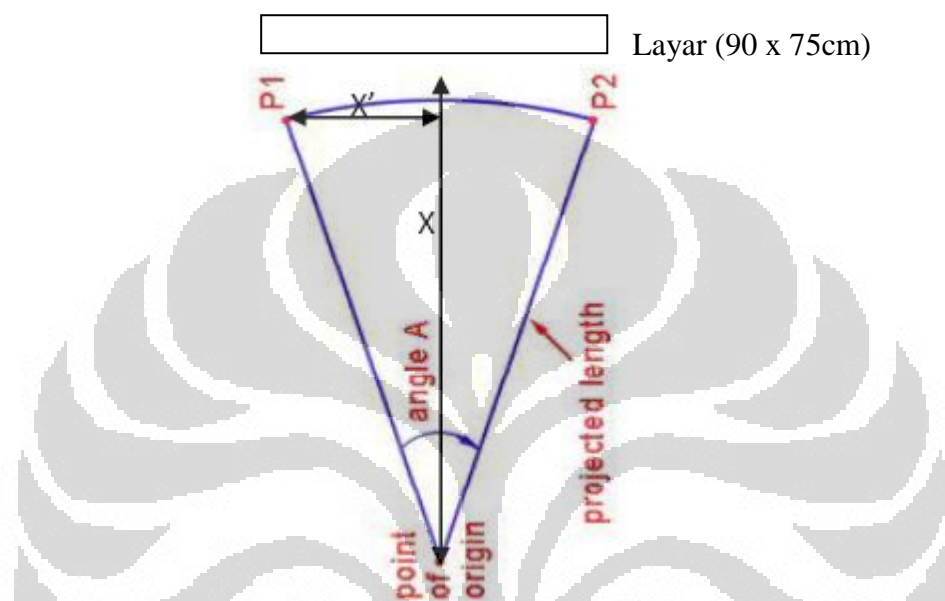
3.1.4 Prosedur

Setelah menyetujui untuk berpartisipasi dalam percobaan, partisipan memasuki laboratorium penelitian yang diselenggarakan di laboratorium MA 005, departemen manajemen industri, National Taiwan University of Science and Technology. Peneliti membuat ruang kecil tertutup untuk menciptakan gambar 3D maya yang fantastis, dalam area kerja terdapat juga kursi, meja, kertas, dan pena untuk menggambar titik sebagai respon. Proyektor ditempatkan di atas partisipan, dengan jarak 153 cm dari layar dan tinggi sekitar 135 cm dari lantai. Proyektor kamera ditempatkan dalam sudut vertikal proyeksi 22.52 derajat dari posisi kamera. Sementara, untuk sudut horizontal proyeksi adalah 31.97 derajat dari posisi kamera. Layar proyeksi dibuat dari kertas hitam dengan dimensi panjang 90 cm x 75 cm untuk lebar, dengan area proyeksi sekitar 78.5 untuk panjang dan 60 cm untuk lebar. Ilustrasi posisi kamera relatif terhadap partisipan dapat dilihat pada Gambar 3.11 dan Gambar 3.12 berurutan.



Gambar 3.11 Ilustrasi dari Sudut Proyeksi Vertikal (tampak samping)

Asumsikan kita ingin mengetahui sudut proyeksi vertikal A, sebelumnya kita perlu mengetahui jarak horisontal dari titik asal / partisipan ke layar (X). Suatu jarak dari suatu tempat pada garis horisontal X horisontal ke titik P1 didefinisikan sebagai X', sehingga kita dapat menghitung sudut A. Perlakuan yang sama juga diterapkan pada sudut proyeksi horisontal (tampak atas).



Gambar 3.12 Ilustrasi dari Sudut Proyeksi Horizontal (tampak atas)

Partisipan pertama kali diminta untuk mengisi formulir persetujuan, setelah itu mereka diberi penjelasan tertulis mengenai percobaan, dan mereka juga membaca instruksi yang menjelaskan tugas percobaan dan semua prosedur. Setelah membaca petunjuk tersebut, eksperimenter juga akan menyajikan uraian secara lisan dan demonstrasi tugas untuk percobaan.

Latihan dilakukan di awal. Partisipan duduk di kursi dengan jarak tertentu, ditandai dengan menggunakan tanda silang pada lantai. Partisipan memakai kacamata 3D, untuk melihat lingkungan maya. Partisipan diminta untuk mendapatkan "gambar yang baik" dari target di lingkungan untuk membiasakan diri mereka pada lingkungan baik nyata atau virtual, dan mereka tidak diizinkan untuk menggerakkan kepala sisi ke sisi. Partisipan memperkirakan jarak antara

dua objek, dan pencocokan persepsi dengan menggambar titik dari titik sebagai respon diterapkan. Mereka melakukan satu percobaan untuk setiap skala jarak acak yang berbeda agar menjadi terbiasa dengan prosedur percobaan.

Setelah itu, partisipan memulai tiap percobaan penelitian dengan melihat ke layar tanpa tampilan apapun yang diproyesikan, kemudian, ketika target ditampilkan, partisipan melihat target dan langsung memberikan respon estimasi mereka dengan menggunakan peralatan tulis yang sudah disiapkan sebelumnya di meja. Waktu siklus yang berjalan untuk satu kali percobaan sekitar 10 detik.

Estimasi jarak dengan menggunakan pencocokan persepsi, yang dikategorikan kedalam loop tertutup sehingga partisipan dapat melihat target sekaligus melakukan estimasi jarak sesuai jarak target tersebut. Gambar 3.13 mengilustrasikan eksperimen percobaan.

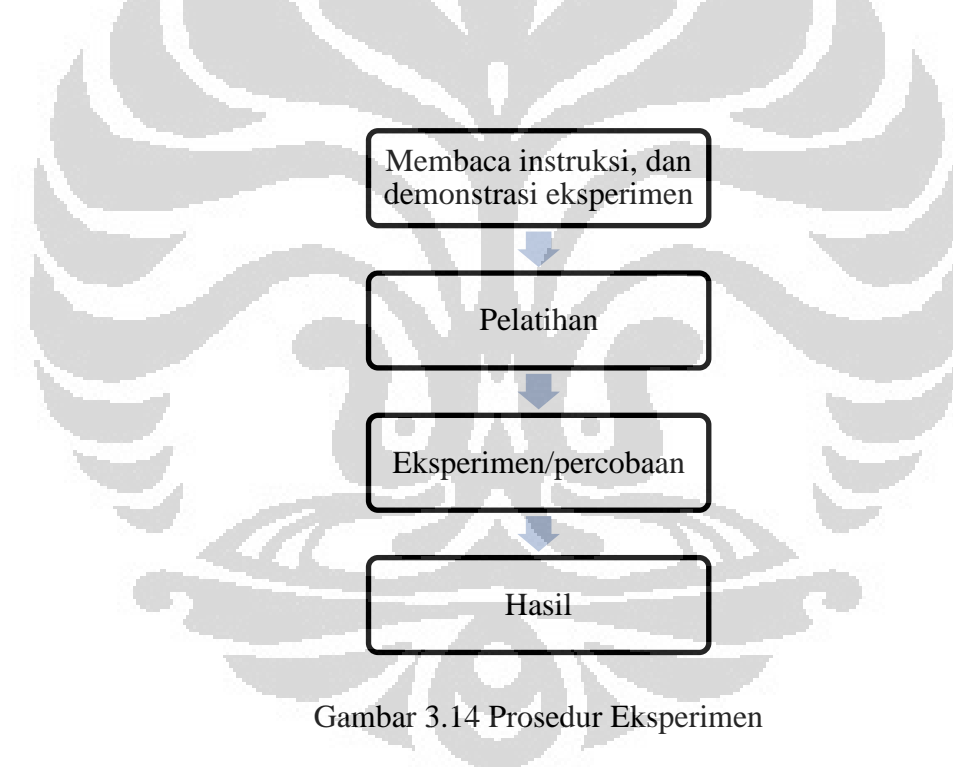


Gambar 3.13 Ilustrasi Percobaan Berjalan

Masing-masing partisipan memiliki 72 percobaan untuk satu eksperimen yang berasal dari tiga tingkat paralaks (pada layar, 5 cm di depan layar, 10 cm di depan layar), enam tingkat layout (VVH, VVV, VRH, RVH, VRV, RVV), dan partisipan perlu melakukan estimasi empat kali dari skala jarak yang berbeda untuk setiap kombinasi percobaan. Kami membagi total 72 uji percobaan ke dalam tiga bagian, bagian pertama terdiri dari 24 uji percobaan dilakukan pertama kali. Setelah itu, partisipan diminta untuk mengambil lima menit istirahat untuk mencegah kelelahan kumulatif, bosan, dan lain lain. Uji percobaan ke 48 sampai

72 kemudian diperoleh dengan perlakuan yang sama. Dengan demikian, secara keseluruhan eksperimenter mengumpulkan 720 poin data percobaan (10 partisipan x enam layout x tiga posisi sasaran x empat skala jarak estimasi untuk setiap pengamat).

Urutan penampilan objek dan skala yang digunakan sepenuhnya secara acak permutasi, dan setiap partisipan mendapatkan semua tingkat variabel dari eksperimen, sehingga semua variabel berada dalam subjek. Setiap peserta menyelesaikan semua tugas eksperimen selama sekitar 45 menit, sehingga, seluruh prosedur akan memakan waktu sekitar delapan jam untuk menyelesaikannya. Aliran dari prosedur penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.14 di bawah ini.



Gambar 3.14 Prosedur Eksperimen

3.1.5 Hipotesis dan Prediksi

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, kami membuat prediksi bahwa estimasi yang berlebih (Ambruster, et al, 2008;.. Rolland, dkk, 1995) akan terjadi pada jarak peri-personal dalam jarak eksosentris. Prediksi lainnya adalah seluruh hasil estimasi jarak akan berbeda satu sama lain tergantung pada tata letak objek nyata

atau posisi target yang berbeda. Sebuah pertanyaan yang juga menjadi motivasi kita untuk melakukan penelitian ini apakah jika objek nyata ditempatkan pada bidang pandang bagian bawah dari partisipan akan memicu estimasi yang kurang? Kami berharap bahwa estimasi jarak akan sama pada jarak peri-personal berdasarkan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan, sehingga estimasi yang berlebih akan terjadi pada jarak peri-personal bahkan jika objek nyata ditempatkan pada sisi bidang pandang yang berbeda dari partisipan, sementara prediksi ini bertentangan dengan percobaan sebelumnya yang menyimpulkan ketika objek nyata diletakkan pada bidang pandang bagian bawah, partisipan tetap akan melakukan estimasi yang kurang (Swan et al., 2006). Selain itu, hipotesis dari penelitian ini bahwa tata letak dan paralaks dapat mempengaruhi estimasi jarak yang khususnya berkaitan dengan akurasi estimasi.

Dengan membandingkan lingkungan nyata dan maya, kita juga dapat mengajukan pertanyaan apakah akurasi dalam estimasi jarak akan lebih baik ketika membandingkan objek maya-maya atau objek nyata-maya objek. Kami berharap bahwa akurasi estimasi jarak pada objek maya-maya akan lebih baik dari objek nyata-maya, karena partisipan menggunakan konvergensi mata mereka untuk mengidentifikasi kedalaman dari objek lebih baik dibandingkan menggunakan akomodasi mata mereka pada satu objek nyata dan satu objek maya lainnya.

BAB 4 HASIL

Bagian awal dari bab ini dimulai dengan klasifikasi nilai. Skor dari estimasi jarak, analisis varians satu arah (ANOVA), uji t-tes berganda untuk jenis estimasi, dan rata-rata kesalahan dari masing-masing kombinasi disajikan. Pada bagian berikutnya menjelaskan tentang hasil numerik dari estimasi. Data dari tugas estimasi dianalisa dengan menggunakan analisis varians satu arah dengan tata letak dan paralaks sebagai faktornya.

4.1 Klasifikasi Nilai

4.1.1 Jenis Estimasi Jarak

Untuk hasil pertama, penulis menampilkan skor dari estimasi jarak dari partisipan ke-8, dengan VVV sebagai tata letak, lihat tabel 4.1 lebih jelasnya. Kombinasi ini dipilih karena memiliki variasi hasil estimasi jarak yang cukup banyak, baik estimasi jarak yang kurang maupun estimasi jarak yang berlebih.

Tanda negatif mengindikasikan estimasi jarak yang kurang, sementara tanda positif mengindikasikan estimasi jarak yang berlebih. Kelonggaran 10% batas atas dan batas bawah dibuat, sehingga ketika rata-rata kesalahan berada pada 0 sampai 10% mengindikasikan bahwa estimasi tepat terjadi. Selain itu, jika estimasi dari partisipan berada pada skala 0 sampai 10% dengan simbol negatif, mengindikasikan estimasi tepat terjadi, tetapi estimasi partisipan kurang dari jarak sebenarnya.

Tabel 4.1 Lembar Nilai dan Hasil Estimasi Jarak

Jarak Aktual	Estimasi Jarak	10% Batas Atas	10% Batas Bawah	Besar Kesalahan	Hasil
12.1	16	13.31	10.89	0.32	Estimasi berlebih
23.7	25.2	26.07	21.33	0.06	Estimasi tepat
35.9	39.2	39.49	32.31	0.09	Estimasi tepat
48	47	52.8	43.2	-0.02	Estimasi tepat
10.6	13.2	11.66	9.54	0.25	Estimasi berlebih
20.6	25.6	22.66	18.54	0.24	Estimasi berlebih
30.1	37.0	33.11	27.09	0.23	Estimasi berlebih
41.1	34.0	45.21	36.99	-0.17	Estimasi kurang
13.7	16.4	15.07	12.33	0.20	Estimasi berlebih
27.7	27.2	30.47	24.93	-0.02	Estimasi tepat
31.2	26.5	34.32	28.08	-0.15	Estimasi kurang
46.5	32.5	51.15	41.85	-0.30	Estimasi kurang

4.1.2 Analisis Varians Satu Arah dan Uji t-tes Berganda untuk Jenis Estimasi

Secara keseluruhan semua partisipan melakukan 720 estimasi jarak ($10 \times 6 \times 4 \times 3$). Empat skala jarak yang berbeda tidak dijadikan sebagai faktor, karena eksperimenter tidak ingin mengetahui efek terhadap estimasi jarak. Secara rata-rata, 56.3 estimasi jarak yang kurang ($SD = 13.5$), 12.1 estimasi jarak tepat ($SD = 9.0$), 3.6 estimasi jarak yang tepat terjadi pada semua kombinasi. Analisis varians satu arah menunjukkan bahwa terjadi perbedaan yang signifikan pada nilai tersebut diatas: $F(2,17) = 240.408$ dan $p < .05$. Tabel 4.2 dibawah menunjukkan hasil dari analisis varians satu arah.

Tabel 4.2 Analisis Varians Satu Arah untuk Jenis Estimasi

<i>Source</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
Tipe Estimasi	26509	2	13254.5	240.408	.000
<i>Error</i>	827	15	55.133		
Total	27336	17			

Hasil dari uji t-tes berganda menunjukkan bahwa terjadi perbedaan yang signifikan antara estimasi jarak yang kurang dengan estimasi yang tepat ($t_5 = 10.67$, $p < 0.05$) adalah alasan utama dari hasil F -tes. Estimasi jarak yang kurang dan estimasi jarak yang berlebih berbeda pada tingkat 10% ($t_5 = 15.703$, $p < 0.05$), dan estimasi jarak yang tepat dan estimasi jarak berlebih berbeda secara signifikan ($t_5 = 6.831$, $p < 0.05$). Ringkasan dari hasil F -tes dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Uji Sampel Berganda untuk Jenis Estimasi

		<i>Mean</i>	<i>T</i>	<i>df</i>	<i>Sig. (2 tailed)</i>
<i>Pair 1</i>	Est. kurang- Est.tepat	73.5	10.67	5	.000
<i>Pair 2</i>	Est.kurang- Est.berlebih	87.5	15.7503	5	.000
<i>Pair 3</i>	Est.tepat- Est.berlebih	14	6.831	5	.000

Untuk menganalisa pengaruh potensial dari ruang peri-personal terhadap estimasi jarak, estimasi yang kurang, tepat, maupun berlebih dirubah menjadi nilai persentase kemudian dibandingkan dengan menggunakan analisis varians satu arah berulang (*repeated measures ANOVA*).

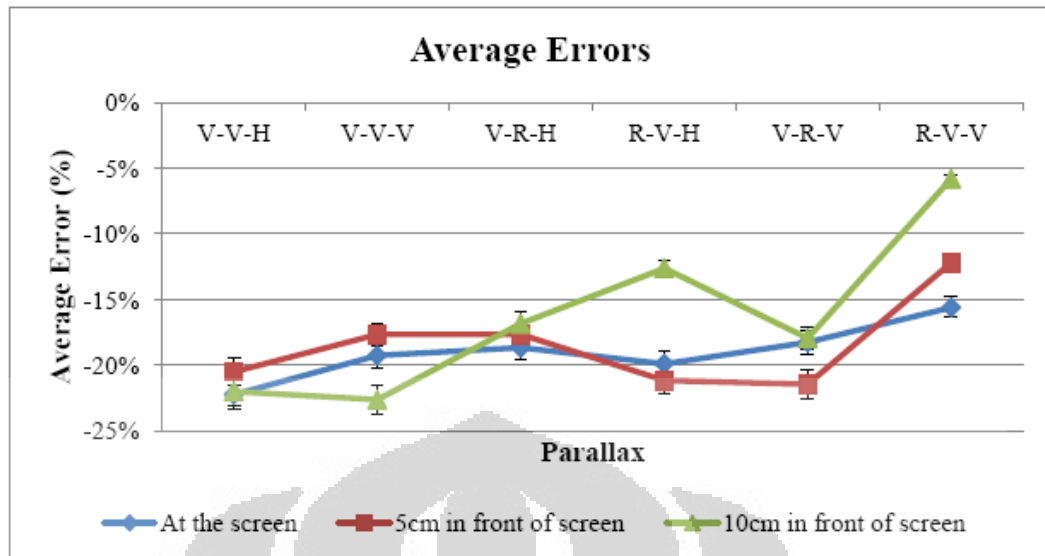
4.1.3 Rata-rata Kesalahan dari Estimasi Jarak

Rata-rata kesalahan dari estimasi jarak (dalam persentase) dan grafik untuk masing-masing kombinasi ditunjukkan pada Tabel 4.4 dan Gambar 4.1 berikut.

Tabel 4.4 Rata-rata Kesalahan dari Estimasi Jarak

	VVH	VVV	VRH	RVH	VRV	RVV
Tepat pada layar	-22%	-19%	-19%	-20%	-18%	-16%
5cm didepan layar	-20%	-18%	-18%	-21%	-21%	-12%
10cm didepan layar	-22%	-23%	-17%	-13%	-18%	-6%

Tabel ini menunjukkan rata-rata kesalahan untuk estimasi jarak. Rata-rata tersebut diperoleh dari 10 partisipan yang melakukan estimasi pada setiap kombinasi. Grafik yang mewakili hasil ini ditunjukkan pada Gambar 4.1, dengan 95% tingkat keyakinan digunakan. Garis warna yang berbeda mengindikasikan parallax, sementara 6 titik pada garis X horisontal mengindikasikan enam tingkat dari faktor tata letak. Pada garis kiri Y vertikal, menunjukkan rata-rata kesalahan dalam persentase, sementara tanda negatif menunjukkan estimasi jarak yang kurang. Semakin besar nilai negatif menunjukkan estimasi jarak kurang yang berlebih. Sebaliknya, ketika suatu nilai bernilai positif mengindikasikan terjadi estimasi jarak tepat atau berlebih.



Gambar 4.1 Rata-rata Kesalahan dalam Estimasi Jarak

4.2 Estimasi Numerik

4.2.1 Uji t-tes Berganda Rata-rata Estimasi Jarak dan Jarak Berskala

Perbandingan berpasangan (t-tes) antara jarak berskala dan estimasi rata-rata pada tata letak VRV bahwa hasil estimasi jarak signifikan berbeda dari jarak berskala. Dua titik dari jarak berskala yang digunakan pada skala ke-2 dan skala ke-4 (13.7 cm dan 10.6 cm) tidak berbeda secara signifikan dari jarak berskala, akan tetapi, perbedaan dalam persentase pada skala berjarak ini terendah dibandingkan yang lain, -9.78% dan -8.02% berurutan. Secara rinci dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Jarak Berskala dan Rata-rata Estimasi Jarak (VRV)

Jarak Berskala	Rata-rata Estimasi	Standar Deviasi	<i>t-Value</i>	<i>p-Value</i>	Kesalahan (%)
13.7	12.36	2.75649	-1.537	0.159	-9.78
27.7	21.85	3.22671	-5.733	.000	-21.12
31.2	25.8	5.18995	-3.290	.009	-17.31
46.5	34.96	3.48144	-10.482	.000	-24.82
12.1	9.57	1.10459	-7.243	.000	-20.91
23.7	18.82	2.62204	-5.885	.000	-20.59
35.9	28.22	3.92564	-6.187	.000	-21.39
48	37.02	3.77501	-9.198	.000	-22.88
10.6	9.75	2.06196	-1.304	.225	-8.02
20.6	16.79	2.71516	-4.437	.002	-18.50
30.1	24.72	4.15526	-4.094	.003	-17.87
41.1	29.86	4.20825	-8.446	.000	-27.35

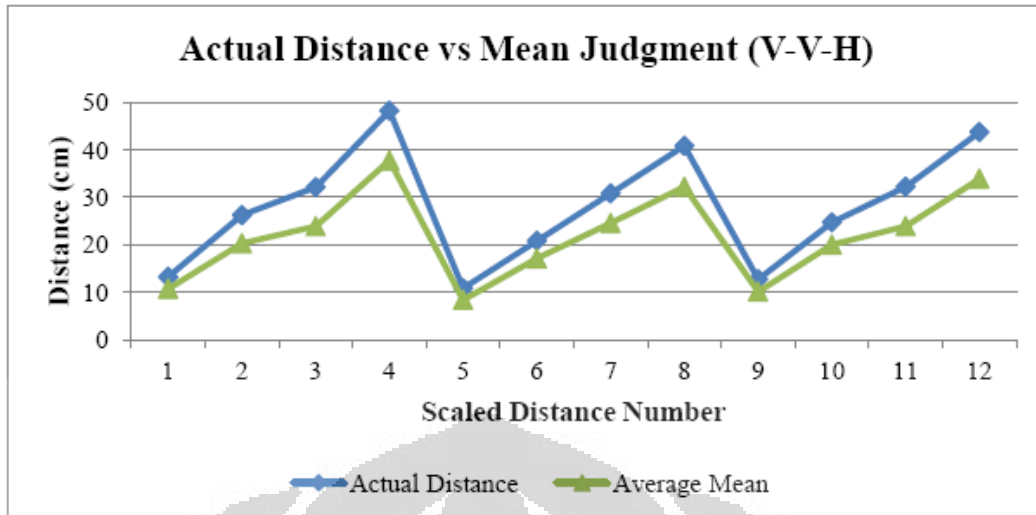
Sebagai perbandingan, uji t-tes berganda lain antara skala berjarak dengan estimasi jarak rata-rata pada tata letak RVV, ditunjukkan pada Tabel 4.6. Dari hasil terlihat bahwa terdapat empat titik yang tidak berbeda secara signifikan terhadap skala berjarak, dan tiga dari empat titik tersebut berada dibawah skala berjarak pertama (10.7, 12.4, dan 10.2 cm) dan satu titik dari skala berjarak ke-2 (20.2 cm). Oleh karena itu, perbedaan kesalahan dalam persentase dibawah dari yang lainnya (-0.65, -4.84, 18.14, -9.16) secara berurutan.

Tabel 4.6 Jarak Berskala dan Rata-rata Estimasi Jarak (RVV)

Jarak Berskala	Rata-rata Estimasi	Standar Deviasi	<i>t-Value</i>	<i>p-Value</i>	Kesalahan (%)
10.7	10.63	2.28524	-0.97	.925	-0.65
25.8	20.3	2.88714	-6.024	.000	-21.32
38.9	30.94	3.37514	-7.458	.000	-20.46
49.9	39.95	3.89166	-8.085	.000	-19.94
12.4	11.8	1.80678	-1.050	.321	-4.84
21.2	19.22	2.47467	-2.530	.032	-9.34
32.6	27.38	3.48068	-4.742	.001	-16.01
43.9	35.73	3.49446	-7.393	.000	-18.61
10.2	12.05	2.95419	1.980	.079	18.14
20.2	18.35	3.45236	-1.694	.124	-9.16
30.4	25.76	3.50340	-4.188	.002	-15.26
40.9	33.98	3.10655	-7.044	.000	-16.92

4.2.2 Perbandingan dari Rata-rata Estimasi Partisipan dan Jarak Aktual

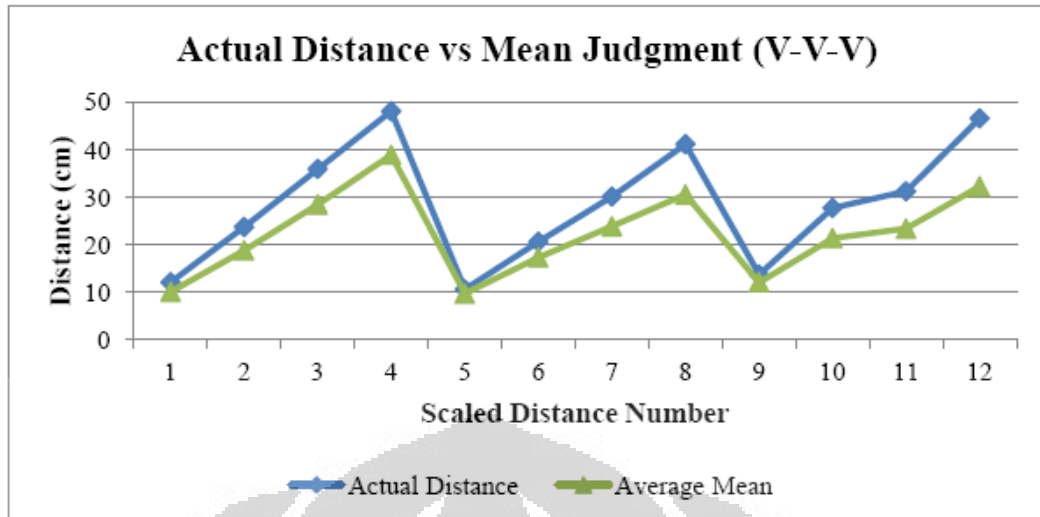
Perbandingan dari rata-rata estimasi partisipan dan jarak actual pada semua kombinasi ditampilkan pada hasil berikutnya. Gambar berikut mengilustrasikan bahwa estimasi partisipan benar dan rasional. Grafik dari tata letak VVH ditampilkan pada Gambar 4.2. Estimasi jarak cukup dekat terhadap jarak sebenarnya pada setiap jarak berskala, walaupun kesalahan maksimum dapat mencapai 40% dari jarak sebenarnya tetapi hal itu jarang terjadi.



Gambar 4.2 Perbandingan Jarak Sebenarnya dengan Rata-rata Estimasi Jarak Partisipan pada Tata Letak VVH

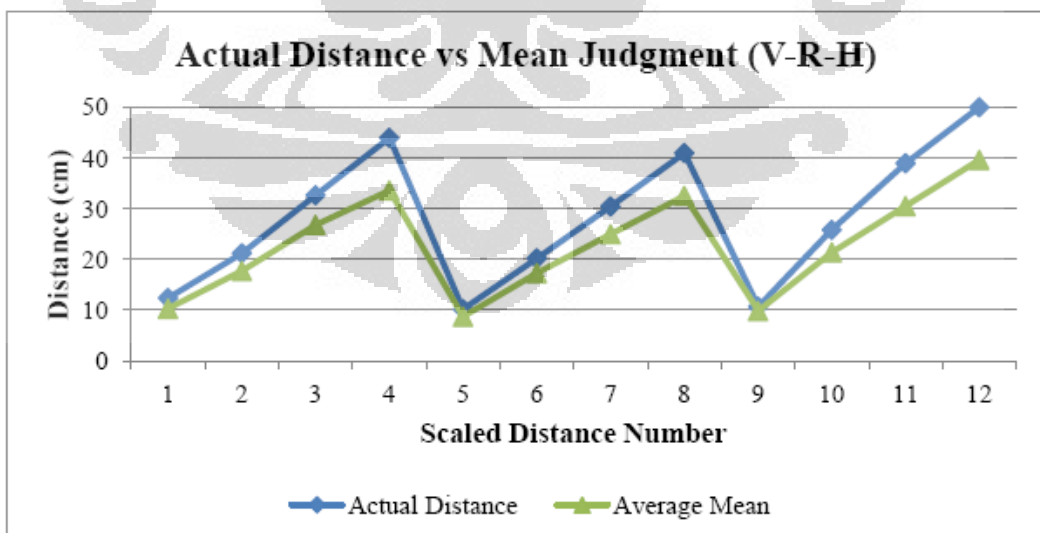
Perbandingan lainnya untuk tata letak yang berbeda ditunjukkan pada Gambar 4.3, gambar ini ditujukan untuk tata letak VVV. Semua data termasuk kedalam estimasi jarak yang kurang, terlihat dari titik-titik yang berada di bawah jarak sebenarnya. Estimasi jarak yang kurang terlihat sangat kuat pada tata letak ini, terlihat dari perbedaan jarak yang cukup besar antara dua garis.

Gambar 4.4 mengilustrasikan perbandingan jarak sebenarnya dengan rata-rata estimasi jarak pada tata letak VRH.



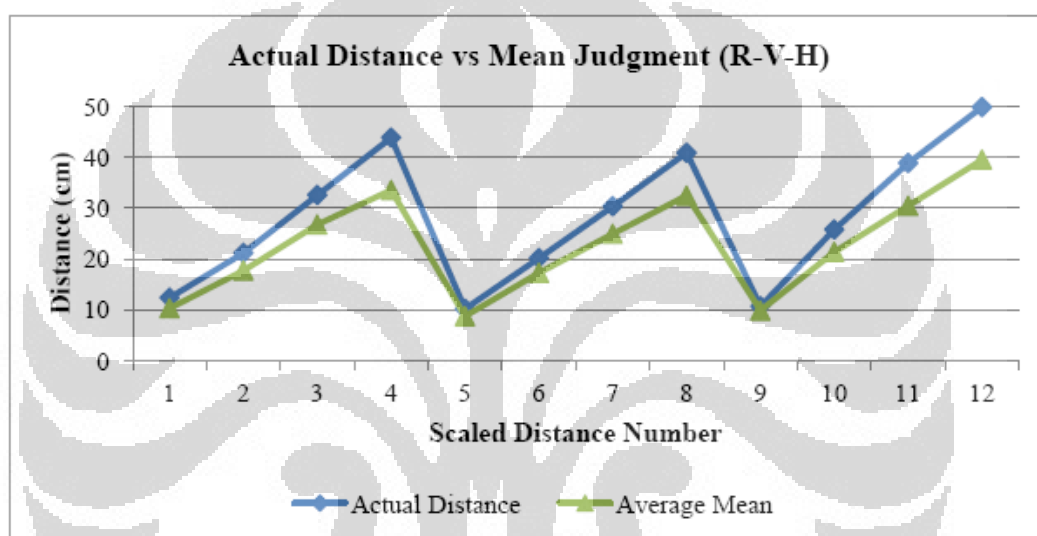
Gambar 4.3 Perbandingan Jarak Sebenarnya dengan Rata-rata Estimasi Jarak Partisipan pada Tata Letak VVV

Kecenderungan dari garis rata-rata menunjukkan mengikuti dengan jarak sebenarnya. Selain itu, pada jarak berskala tertinggi, estimasi jarak yang kurang terlihat signifikan berbeda.



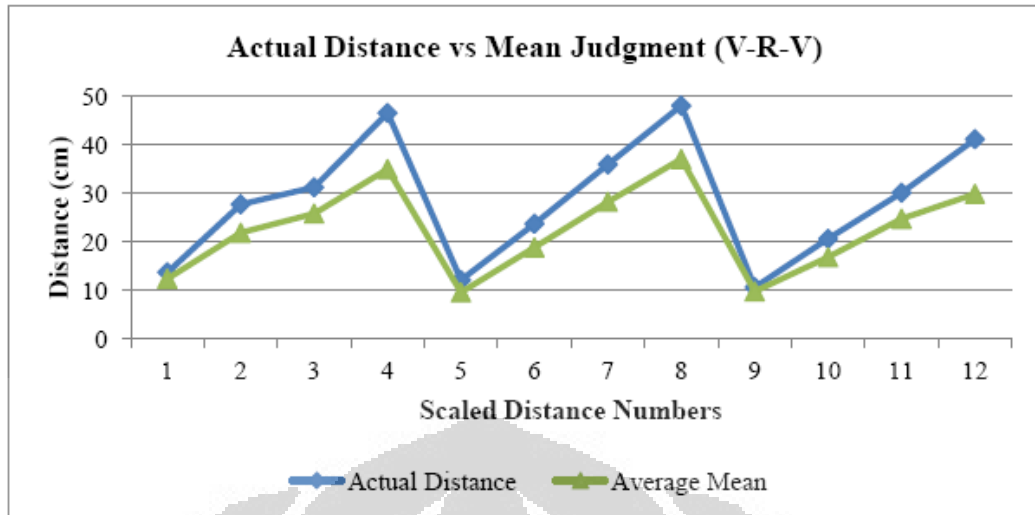
Gambar 4.4 Perbandingan Jarak Sebenarnya dengan Rata-rata Estimasi Jarak Partisipan pada Tata Letak VRH

Hasil berikutnya terlihat pada Gambar 4.5, hasil ini mengilustrasikan perbandingan jarak sebenarnya dengan rata-rata estimasi jarak pada tata letak RVH. Tidak tampak perbedaan yang tampak pada grafik ini kecuali untuk jarak berskala nomor sembilan yang mengindikasikan jarak yang sedikit berbeda, menjelaskan terjadi estimasi jarak yang tepat atau berlebih. Seperti yang terjadi pada jarak berskala nomor lima mengindikasikan estimasi jarak yang tepat terjadi pada saat itu.



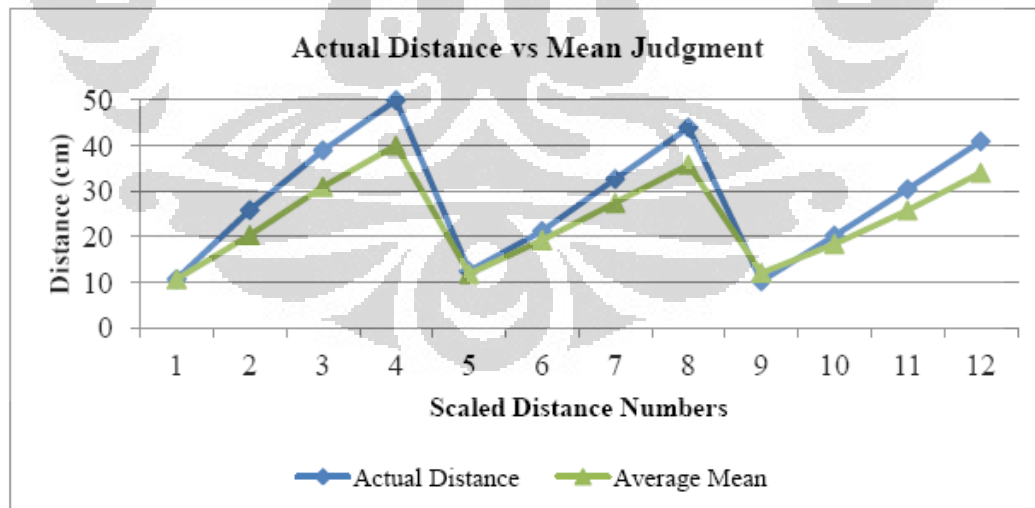
Gambar 4.5 Perbandingan Jarak Sebenarnya dengan Rata-rata Estimasi Jarak Partisipan pada Tata Letak RVH

Perbandingan dari skala yang sebenarnya pada tata letak secara vertical dipresentasikan pada Gambar 4.6 dengan tata letak VRV sebagai contohnya. Sekali lagi, tidak ada perbedaan yang signifikan terlihat dari gambar ini antara rata-rata estimasi jarak dengan jarak sebenarnya. Akan tetapi, rata-rata pada jarak berskala pada nomor 11 dan 12 menunjukkan perbedaan yang besar terhadap jarak sebenarnya, yang menghasilkan estimasi yang kurang yang cukup kuat.



Gambar 4.6 Perbandingan Jarak Sebenarnya dengan Rata-rata Estimasi Jarak Partisipan pada Tata Letak VRV

Dan hasil terakhir untuk perbandingan ini adalah untuk tata letak RVV, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.7 dibawah ini.



Gambar 4.7 Perbandingan Jarak Sebenarnya dengan Rata-rata Estimasi Jarak Partisipan pada Tata Letak RVV

Grafik tersebut menunjukkan hal yang menarik yang berbeda dengan grafik perbandingan yang lain. Seperti terlihat pada titik jarak berskala nomor Sembilan yang melebihi jarak sebenarnya. Oleh karena itu, titik ini menunjukkan estimasi jarak berlebih terjadi.

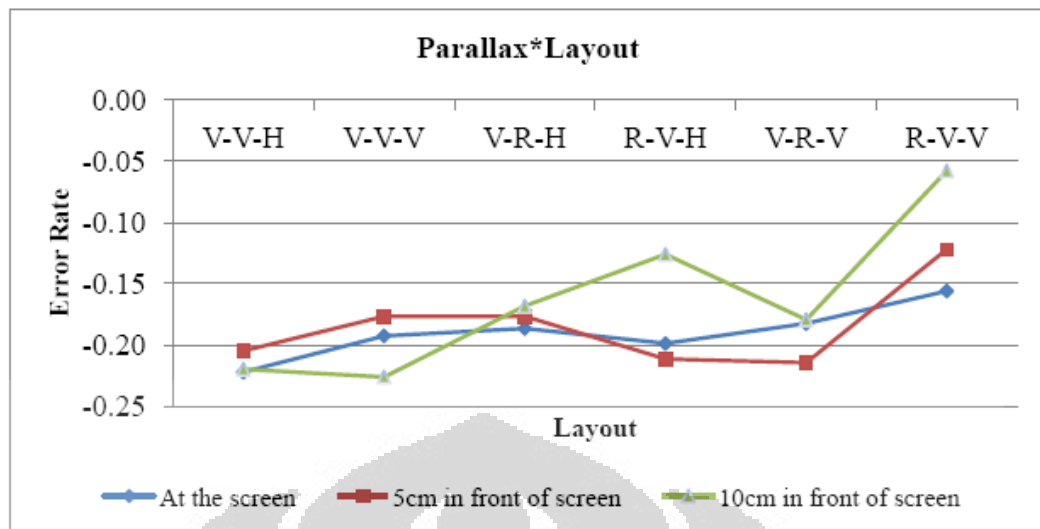
4.2.3 Rangkuman Analisis Varians Dalam (*within*) Subyek

Analisis varians diantara subyek diterapkan untuk menganalisis hasil yang ada. Dengan menggunakan analisis varians, percobaan didesain menjadi pengukuran yang berulang yang memperhatikan tata letak dan parallax sebagai variabel acak dan semua variabel independen tetap. Berdasarkan pada hasil yang didapatkan, efek utama yaitu tata letak dan parallax memiliki perbedaan yang signifikan. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa tata letak dan parallax mempengaruhi akurasi dari estimasi jarak.

Tabel 4.7 Rangkuman dari Analisis Varians Dalam Subyek

<i>Source</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
Tata letak	.191	5	.038	7.285	.000
Tata letak*Subyek	.236	45	.005		
Parallax	.024	2	.012	4.934	.020
Parallax*Subyek	.043	18	.002		
Tata letak*Parallax	.092	10	.009	3.901	.000
Tata letak*Parallax*Subyek	.213	90	.002		

Selain itu, untuk memberikan penafsiran hasil dari percobaan ini, maka dibuat grafik dari respons partisipan pada setiap kombinasi percobaan. Grafik dibawah menunjukkan interaksi disordinal, terlihat pada interaksi yang melibatkan garis yang bersilangan satu sama lain. Hasil yang lebih rinci akan disajikan pada bab pembahasan berikutnya.



Gambar 4.8 Interaksi antara Parallax dengan Tata letak

4.2.4 *Post-hoc* Tes

Tidak ada *post-hoc* tes yang cocok untuk pengukuran variabel yang berulang dalam SPSS. Akan tetapi, pada tombol *option* dalam SPSS kita dapat menggunakan koreksi Bonferonni untuk melakukan perhitungan probabilitas pada daerah atau area mana dapat diterima.

Tabel 4.8 dibawah ini menunjukkan bahwa terdapat tiga pasang hasil yang berbeda secara signifikan: diantara tata letak nomor satu dan enam, tata letak VVH dengan RVV ($p < .05$), diantara tata letak nomor lima dan enam, tata letak VRV dengan RVV ($p < .05$). *Post-hoc* tes menunjukkan bahwa rata-rata kesalahan pada tata letak nomor enam (RVV) berbeda secara signifikan dibanding yang lainnya, tetapi disini semakin tinggi nilai kesalahan menunjukkan semakin akurat estimasi jarak. Perbedaan dari pasangan yang lainnya dan variabel independen yang lain tidak berbeda signifikan. Tidak menjadi masalah pada pasangan mana tata letak dan parallax berbeda secara signifikan, tetapi tata letak dan parallax jelas memiliki perbedaan terhadap akurasi dari estimasi jarak.

Tabel 4.8 Tes Koreksi Bonferonni (Tata Letak)

Measure: Error_rate

(I) layout	(J) layout	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^a	95% Confidence Interval for Difference ^a	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-.018	.023	1.000	-.108	.073
	3	-.041	.015	.294	-.099	.016
	4	-.036	.012	.188	-.083	.010
	5	-.023	.023	1.000	-.113	.067
	6	-.103	.023	.023	-.195	-.012
2	1	.018	.023	1.000	-.073	.108
	3	-.024	.020	1.000	-.104	.057
	4	-.019	.020	1.000	-.096	.059
	5	-.005	.019	1.000	-.081	.070
	6	-.086	.019	.025	-.162	-.009
3	1	.041	.015	.294	-.016	.099
	2	.024	.020	1.000	-.057	.104
	4	.005	.016	1.000	-.057	.067
	5	.018	.019	1.000	-.056	.092
	6	-.062	.018	.104	-.132	.008
4	1	.036	.012	.188	-.010	.083
	2	.019	.020	1.000	-.059	.096
	3	-.005	.016	1.000	-.067	.057
	5	.013	.019	1.000	-.061	.088
	6	-.067	.021	.162	-.150	.016
5	1	.023	.023	1.000	-.067	.113
	2	.005	.019	1.000	-.070	.081
	3	-.018	.019	1.000	-.092	.056
	4	-.013	.019	1.000	-.088	.061
	6	-.080	.008	.000	-.112	-.048
6	1	.103	.023	.023	.012	.195
	2	.086	.019	.025	.009	.162
	3	.062	.018	.104	-.008	.132
	4	.067	.021	.162	-.016	.150
	5	.080	.008	.000	.048	.112

a. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

BAB 5 PEMBAHASAN

5.1 Estimasi Jarak yang Kurang dalam Ruang Peri-Personal

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menguji estimasi jarak pada lingkungan maya dan lingkungan nyata dalam ruang peri-personal. Kami mencoba untuk mengevaluasi pertanyaan yang diangkat dari studi sebelumnya oleh Swan (2006), dan ditemukan bahwa ketika objek nyata terletak di bawah penglihatan dari bidang partisipan, apakah estimasi terlalu rendah akan terjadi dalam ruang peri-personal. Meskipun, kita berharap estimasi yang berlebih harus terjadi dalam ruang peri-personal (Ambruster, dkk., 2008).

Sementara itu, Gambar 4.1 menunjukkan kesalahan rata-rata dari jarak estimasi jarak dalam setiap kombinasi. Dari gambar, tersebut kita bisa menduga bahwa estimasi terlalu rendah terjadi di setiap kombinasi. Analisis lain yang implisit dari gambar ini, ada sebuah garis tren yang mengindikasikan bahwa lima titi pertama dalam faktor tata letak terjadi estimasi yang rendah, kemudian secara signifikan beralih ke akurat, dengan faktor tata letak RVH pada paralaks 10 cm di depan layar sebagai pengecualian.

Secara keseluruhan, estimasi jarak dalam susunan yang benar dari terkecil ke jarak terbesar ditampilkan secara independen. Selain itu, estimasi rendah meningkat setiap kali skala jarak ditingkatkan, ditandai dengan garis antara sebenarnya dan rata-rata mean, tidak berbeda satu sama lain, ditunjukkan dalam Gambar 4.2 sampai Gambar 4.7. Studi terdahulu tentang estimasi jarak di jarak egosentris, terutama dalam ruang peri-personal, dilaporkan bahwa jarak estimasi adalah estimasi yang berlebih. (Ambruster, dkk., 2008). Alasan mengapa penyimpangan ini dapat terjadi masih belum diketahui dan selalu menjadi pokok pembicaraan para ahli penelitian. Meskipun begitu penelitian ini menunjukkan pada dasarnya estimasi jarak yang rendah terjadi dalam setiap kombinasi. Hasil ini membawa kita ke sebuah temuan baru bahwa estimasi jarak dalam ruang peri personal pada jarak eksosentris berbeda dengan estimasi jarak dalam jarak

egosentris bahkan dengan ruang peri-personal yang sama. Salah satu alasan yang mungkin mengapa partisipan cenderung mengestimasi terlalu rendah jarak adalah karena kurangnya bidang pandangan mereka. Ukuran dari sebuah objek tergantung pada seberapa banyak bidang pandang mata partisipan yang diambil oleh objek. Semakin dekat mata partisipan ke target, semakin sempit bidang pandang mereka. Dengan kata lain, ketika partisipan melihat target nyata lebih dekat itu akan membuat target terlihat lebih besar, hasilnya adalah dengan mengestimasi jarak yang terlalu rendah.

5.2 Pengaruh dari Tata Letak dan Parallax untuk Estimasi Jarak

Ringkasan ANOVA dalam Tabel 4.2 menunjukkan hasil bahwa baik paralaks dan faktor tata letak berpengaruh, terjadi perbedaan yang signifikan pada presisi dari estimasi, walaupun, paralaks menunjukkan perbedaan yang sedikit dibandingkan tata letak. Walaupun efek utama tidak memiliki arti cukup nyata, tetapi estimasi jarak mungkin berbeda saat target diposisikan dalam paralaks yang berbeda atau tata letak, meskipun, rata-rata dari estimasi ini menunjukkan estimasi yang terlalu rendah.

Selain itu, Gambar 4.1 menunjukkan grafik kesalahan rata-rata untuk setiap kombinasi dalam estimasi jarak. Secara sederhana terdapat perbedaan hasil ketika kita menempatkan objek nyata di kanan atau di sisi kiri dan ketika kita menempatkan objek nyata di atas atau di sisi bawah kiri yang relatif untuk target maya. Ketika sasaran nyata ditempatkan di sisi kanan relatif terhadap target maya, terjadi estimasi jarak yang sedikit akurat dibandingkan ketika target nyata ditempatkan di sisi kiri relatif terhadap target maya. Di sisi lain, perbedaan yang signifikan akan ditampilkan bila kita menempatkan target nyata di sisi atas dan bawah. Garis grafik menunjukkan sebuah estimasi jarak yang lebih akurat ketika kita menempatkan target nyata di sisi atas daripada target nyata yang kita tempatkan di sisi bawah relatif terhadap objek maya. Alasan mengapa hasil ini terjadi perlu diselidiki lebih lanjut, baik disebabkan oleh cara penilaian partisipan atau murni disebabkan oleh kekeliruan dalam menangkap bidang pandangan setiap partisipan. Isu tentang partisipan yang kidal dan tidak kidal ketika mereka

melakukan persepsi pencocokan dengan cara menggambar dapat dikemukakan pada penelitian ini. Semua partisipan tangan kanan, dan mereka semua cenderung untuk menarik titik awal dari kiri ke kanan dan atas ke bawah untuk tata letak horisontal dan tata letak vertikal secara berturutan. Masalah ini mungkin perlu diteliti dalam studi lebih lanjut untuk mengetahui kemungkinan alasan mengenai hasil.

Selanjutnya, interaksi pada Gambar 4.8 menunjukkan perbedaan yang signifikan untuk efek utama, dengan persilangan garis dari dua faktor yang menggambarkan interaksi disordinal. Secara umum, satu faktor tidak seharusnya menafsirkan efek utama dengan adanya interaksi disordinal yang signifikan. Hal itu juga didukung dari uji ANOVA dimana paralaks memiliki perbedaan yang sedikit. Akan tetapi, prediksi pada target yang ditempatkan pada bidang bawah partisipan akan terjadi estimasi yang rendah yang terjawab. Prediksi ini konsisten dengan temuan tidak hanya oleh Swan, dkk., (2006), yang mengatakan bahwa ketika target riil berada di bidang pandang bagian bawah, partisipan memulai dengan estimasi rendah (Swan dkk., 2006), tetapi juga didukung oleh Wu dkk., yang menemukan bahwa pandangan vertikal berkurang beberapa derajat menyebabkan jarak estimasi rendah (Wu et dkk., 2004). Salah satu alasan yang mungkin mengapa anomali ini terjadi adalah karena kekeliruan dari bidang pandang vertikal mereka.

Gambar 4.8 menunjukkan interaksi yang menarik antara tata letak dari penempatan target dan paralaks. Bentuk (□ △ ◇) menunjukkan paralaks dan enam titik pada sumbu horisontal menunjukkan tata letak. Pada titik pertama (V-V-H) partisipan dimulai dengan estimasi rendah, kemudian bergerak lebih akurat, meskipun masih di bidang estimasi rendah. Secara sederhana, kita dapat mengatakan bahwa estimasi jarak paling akurat ditunjukkan dalam kombinasi ketika target menunjukkan 10 cm di depan layar dan objek maya berada di bawah objek nyata. Walaupun interaksi ini membingungkan, tapi ada garis tren menunjukkan bahwa lima poin pada jarak berkala menggambarkan partisipan sedang menilai estimasi rendah, dan menjadi akurat lebih signifikan ketika tata letak berada di R-V-V kecuali untuk kekeliruan plot yang ditunjukkan dari tata letak R-V-H. Gambar 4.8 juga menunjukkan bahwa tampaknya jika kita memiliki

paralaks lain yang lebih besar dari yang kita miliki, misalnya, 15 atau 20 cm di depan layar, tingkat kesalahan dalam kasus estimasi jarak akan lebih baik terlihat dari garis tren. Penjelasan potensial mengenai hal ini adalah, semakin dekat kita melihat objek relatif ke mata kita, semakin akurat estimasi jarak bahkan ketika dalam lingkungan nyata maupun maya. Tapi sekali lagi, penelitian lebih lanjut untuk meyakinkan hasil ini perlu dilakukan.

5.3 Perbaikan Metodologi

Dalam penelitian ini, semua mata partisipan seolah-olah pada ketinggian yang sama, namun sebenarnya tidak. Tiap-tiap partisipan dapat menerima persepsi jarak dan perbedaan stereo yang berbeda. Karena hal ini terkalibrasi dengan tinggi mata tiap individu, penelitian berikutnya sebaiknya menempatkan partisipan pada ketinggian yang sama dan memperhatikan kemungkinan tanda yang ditampilkan dalam layar.

Studi ini menunjukkan bahwa persepsi jarak dalam ruang eksosentris dikompresikan dalam lingkungan maya sederhana dan nyata. Hasil dari studi ini dapat menunjukkan bahwa manipulasi sederhana seperti menggunakan proyektor dan layar proyeksi, ketika menggunakan kedua lingkungan nyata dan maya dapat mewakili pemanfaatan teknologi tinggi seperti HMD, meskipun penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mendukung hasil ini.

Selain itu, metodologi lain yang perlu perbaikan adalah tugas estimasi jarak. Protokol persepsi pencocokan yang digunakan dalam penelitian ini umumnya mewakili dari jenis estimasi jarak dalam tugas-tugas jarak eksosentris, seperti mengemudi kendaraan nyata atau virtual yang benar-benar tergantung pada kinerja pengguna, menjalankan operasi medis maya yang memerlukan pertimbangan penuh dalam persepsi jarak. Penelitian selanjutnya harus mempertimbangkan nilai lain praktis dalam mempelajari protokol, seperti protokol berjalan tanpa melihat (buta), yang juga lebih dekat dengan tugas-tugas dunia nyata.

BAB 6 KESIMPULAN

6.1 Kesimpulan

Penelitian ini fokus dalam estimasi jarak yang melibatkan gabungan antara lingkungan maya dan nyata. Pencocokan persepsi jarak dalam lingkungan nyata dan maya adalah penting, terutama dalam simulasi, pendidikan, dan aplikasi pelatihan. Memahami isu-isu ini seharusnya dapat bermanfaat pada perbaikan teknologi maya kedepannya.

Untuk menyimpulkan bahwa orang melakukan estimasi yang kurang dalam lingkungan maya relatif terhadap lingkungan nyata mungkin belum saatnya dikemukakan. Sampai saat ini, studi yang meneliti estimasi jarak dalam lingkungan maya semua yang menggunakan teknologi sistem HMD, sedangkan penelitian ini menggunakan kaca 3D sederhana dan teknologi proyeksi.

Eksperimenter berasumsi bahwa kinerja pada estimasi jarak dengan cara persepsi pencocokan mungkin menghasilkan hasil yang berbeda antara faktor-faktor kombinasi yang ada. Namun, hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa prediksi ini tidak didukung. Estimasi rendah masih terjadi di ruang peri-personal dalam jarak eksosentris. Oleh karena itu, pada jarak eksosentris dalam ruang peri-pribadi, sedikit estimasi yang berlebih, banyak estimasi yang kurang, dan estimasi yang tepat terjadi.

Pada pertanyaan dalam penelitian ini, eksperimenter mengharapkan bahwa ketika referensi (objek nyata) sedang ditempatkan di bidang pandang bawah partisipan, partisipan memulai dengan estimasi jarak yang kurang. Pertanyaan ini sudah terjawab. Salah satu kemungkinan alasan mengapa anomali ini terjadi adalah karena kekeliruan bidang pandang vertikal mereka.

Selain itu, temuan lain dari studi ini adalah, factor posisi dimana kita menempatkan target atau tata letak, mempengaruhi ketepatan dari hasil estimasi jarak pada estimasi yang kurang. Namun, hal ini mungkin tidak menjadi faktor

yang kuat, estimasi jarak yang berbeda seperti estimasi berlebih dan tepat dapat terjadi dalam faktor ini. Sementara itu, faktor paralaks juga mempengaruhi akurasi dari estimasi jarak.

6.2 Penelitian Selanjutnya

Setidaknya empat hal harus diperhatikan dalam studi di masa depan. Yang pertama adalah lingkungan yang telah dibahas di atas. Melihat lingkungan yang berbeda melalui teknologi (HMD) dalam ruang peri-personal yang sama perlu dilakukan untuk memastikan konsistensi dari penelitian ini. Isu kedua yang mungkin menjadi masalah penelitian ini adalah ketinggian pandangan mata pengamat. Eksperimenter harus memperbaiki itu, sehingga setiap pengamat akan melihat objek target dalam ketinggian yang sama dan dalam tampilan sudut yang sama, dan pertama kali eksperimenter harus mengukur jarak pupil partisipan (IPD) juga penting dalam hal untuk menentukan paralaks yang benar dari target.

Kami berharap persepsi yang sama melalui cara ini dapat mengurangi kesalahan karena kekeliruan bidang pandang. Masalah ketiga yang mungkin dapat diterapkan dalam penelitian ini adalah pasca-pengalaman kuesioner, mengenai perasaan mereka, kepuasan, reaksi subjektif, ketidaknyamanan visual, mual dan lain perlu menjadi perhatian setelah melihat percobaan 3D. Kita bisa menambah nilai lebih tergantung melalui masalah ini. Dan masalah yang tak kalah penting adalah tentang bagaimana partisipan menilai cara pertimbangan estimasi jarak. Protokol lain penilaian praktis yang lebih dekat dengan tugas dunia nyata perlu dipertimbangkan.

DAFTAR REFERENSI

- Ambruster, C., Wolter, M., & Kuhlen, T. (2008). Depth perception in virtual reality: Distance estimation in peri- and extrapersonal space. *CyberPsychology & Behavior*, 11(1), 9-15.
- Biederman, I. (1987). Recognition-by-components: A theory of human image understanding. *Psychological Review*, 94, 115-147.
- Bridgeman, B., Kirch, M., & Sperling, A. (1981). Segregation of cognitive and motor aspects of visual function using induced motion. *Perception and Psychophysics*, 29(4), 336-342.
- Bridgeman, B., Peery, S., & Anand, S. (1997). Interaction of cognitive and sensorimotor maps of visual space. *Perception and Psychophysics*, 59, 456-469.
- Carlson, L. A., & Logan, G. D. (2001). Using spatial terms to select an object. *Memory and cognition*, 29, 883-892.
- Carlson-Radvansky, L. A., & Irwin, D. E. (1993). Frames of reference in vision and language: Where is above? *Cognition*, 191-214.
- Creem-Regehr, S. H., Willemsen, P., Gooch, A. A., & Thompson, W. B. (2005). The influence of restricted viewing conditions on egocentric distance perception: Implications for real and virtual environments. *Perception*, 34(2) 191-204.
- Cutting, J. E., & Vishton, P. M., (1995). Perceiving layout and knowing distances: The integration, relative potency, and contextual use of different information about depth, in W. Epstein, & S. Rogers (Eds. 5), *Perception of space and motion* (page 69-117). San Diego, CA: Academic Press.
- Ellis, S., & Menges, B. (1997). Judgments of the distance to nearby virtual objects: Interaction of viewing conditions and accommodative demand. *Presence: Teleoperators & virtual environments*, 6(4), 452-460.
- Ellis, S. R., & Menges, B. M. (1998). Localization of virtual objects in the near visual field. *Human factors*, 40(3), 415-431.
- Foley, J. M. (1993). Stereoscopic distance perception. In Ellis, S. R., Kaiser, M. K., & Grunwald, A. J. *Pictorial comm. in virtual and real environments* (2nd Ed) (page 558-566). Taylor & Francis.

Gilinsky, A. S. (1951). Perceived size and distance in visual space. *Psychological Review*, 58, 460-482.

Knapp, J. M., & Loomis, J. M. (2004). Limited field of view of head mounted displays is not the cause of distance underestimation in virtual environments. *Presence: Teleoperators and virtual environments*, 13(5), 572-577.

Lee, D. N. (1980). *Visuo-motor coordination in space-time*. North-Holland, volume 1. Amsterdam: G.E. Stelmach and J. Requin.

Loomis, J. M., & Knapp, J. M. (2003). Visual perception of egocentric distance in real and virtual environments. In Hettinger, L. J., & Haas, J. W. *Virtual and adaptive environments: Applications, implications and human performance issues* (page 21-46). Lawrence Erlbaum Assoc.

Loomis, J. M., Blascovich, J. J., & Beall, A. C. (1999). Immersive virtual environment technology as a basic research tool in psychology. *Behavior Res. Methods, Instruments, Computer*, 31(4), 557-564.

Loomis, J. M., Da Silva, J. A., Philbeck, J. W., & Fukusima, S. S. (1996). Visual perception of location and distance. *Current Directions in Psychological Science*, 5(3), 72-77.

McBeath, M. K., Shaffer, D. M., & Kaiser, M. K. (1995). How baseball outfielders determine where to run to catch fly ball. *Science*, 268, 569-573.

Messing, R., & Durgin, F. H. (2005). Distance perception and the visual horizon in head-mounted displays. *ACM Trans. Applied Perception*, 2(3), 234-250.

Previs, F. H. (1998). The neuropsychology of 3-D space. *Psychological bulletin*, 124, 123-164.

Rolland, J. P., Gibson, W., & Ariely, D. (1995). Towards quantifying depth and size perception in virtual environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 4(1) 24-49.

Rolland, J. P., Meyer, C. A., Arthur, K. & Rinalducci, E. J. (2002). Method of adjustments versus method of constant stimuli in the quantification of accuracy and precision of rendered depth in head-mounted displays. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 11(6), 610-623.

Saracini, C., Franke, R., Blumel, E., & Belardinelli, M. O. (2009). Comparing distance perception in different virtual environments. *Cogn Process*, 10(2), 294-296.

Seigle, D. C. (2009). Dimensionalization. 3rd Dimension (page 69-75). Veritas Et Visus.

Swan, J. E., & Livingston, M. A. (2007). Egocentric depth judgments in optical, see-through augmented reality. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 13(3) 429-442.

Swan, J. E., Livingston, M. A., Smallman, H. S., Brown, D., Baillot, Y., Gabbard, J. L. (2006). A perceptual matching technique for depth judgments in optical, see-through augmented reality. *Proceedings of IEEE virtual reality* (page 25-29). Virginia: IEEE.

Thompson, W. B., Willemsen, P., Gooch, A. A., Creem-Regehr, S. H., Loomis, J. M., & Beall, A. C. (2004). Does the quality of the computer graphics matter when judging Distances in visually immersive environments. *Presence*, 13(5), 560-571.

Viguiet, A., Clement, G., & Trotter, Y. (2001). Distance perception within near visual space. *Perception*, 30, 115-124.

Wang, R. F. (2004). Action, verbal response and spatial reasoning. 94(2), *Cognition*, 185-192.

Wann, J., & Mon-Williams, M. (1996). What does virtual reality NEED?: Human factors issues in the design of three-dimensional computer environments. *Int. J. Human-Computer Studies*, 44, 829-847.

Warren, W. H. (1990). *The perception-action coupling, in sensory motor organization and development in infancy and early childhood*. Netherlands: Kluwer Academic.

Wickens, C. D., & Hollands, J. G. (2000). *Engineering psychology and human performance*, 3rd edition. Prentice Hall.

Wu, B., Ooi, T. L., & He, Z. J. (2004). Perceiving distance accurately by a directional process of integrating ground information. *Nature*, 428, 73-77.

Ziemer, C. J., Plumert, J. M., Cremer, J. F., & Kearney, J. K. (2009). Estimating distance in real and virtual environments: Does order make a difference? *Attention, Perception, & Psychophysics*, 71(5), 1095-1106.

DAFTAR LAMPIRAN

Experiment Conditions

Title: Perceptual matching distance estimation within peri-personal space in real and virtual environments

Author: Dino Caesaron (M10001825), advisor: Prof. Chiuhsiang Joe Lin

Purpose: examine the distances within peri-personal space in real and virtual environment with using perceptual matching task as a distances judgment.

Task: participants need to estimate the target distance.

How to make estimation?

Participants estimate the target distance within the center of target to the center of target.



Gambar 1 Ilustrasi Cara Melakukan Estimasi Jarak Target

How to give a judgment response?

Participants need to judge the target distances by give a response with draw a point to point until it was perceptually matches to the target distances.



Gambar 2 Ilustrasi Cara Memberikan Respons terhadap Jarak Target

Setting: Participants will see the targets (two similar objects) projected to the screen. Participants need to use a 3D glass.

What participants to do are?

1. Go inside to the experiment area.
2. Wear the 3D glasses.
3. Sit in the chair firmly.
4. See the object for 5 seconds then estimate the distance.
5. Draw a point to point until it is perceptually same to the target distance.
6. Experiment will takes approximately 45 minutes for each participant.

Participant Consent Form

The purpose of this study is to examine the distances within peri-personal space in real and virtual environment with using perceptual matching task as a distances judgment. The study is a part of Dino's thesis, under the supervision of Professor Chiuhsiang Joe Lin

Equipments:

This study using several equipments, there are:

1. Computer set
2. 3D projector
3. 3D glasses kit
4. Unity 3.0

Procedure:

If you agree to be in this study, you will be asked to do the following:

1. See the 72 distances combinations of two targets (ball).
2. Make a distance estimation of the two targets (see the details in experiment condition on the next page).
3. Response the estimation distances by give a report with draw a point to point until it is perceptually matches to the distance target (see the details in experiment condition on the next page). The total time required to complete the study should be approximately 45 minutes.

Risks to Participant:

No risks will be posed from this experiment, but any discomfort you may feel while seeing or after see the virtual environment.

Confidentiality:

Your name in this study is entirely voluntary and you may refuse to complete the study at any point during the experiment. Your name will never be connected to your results and the data that collected will be concealed. Information that would make it possible to identify you or any other participant will never be included in any sort of report. The data will be accessible only to those working on the project.

Contacts:

At this time you may ask any questions you may have regarding this study. If you have questions later, you may contact Dino at 0975969544 or M10001825@mail.ntust.edu.tw.

Statement of Consent:

I have read the above information. I have asked any questions I had regarding the experimental procedure and they have been answered to my satisfaction. I consent to participate in this study.

Name : _____ Date: _____ Sex : _____

Eyes situation (Bad/Normal) : _____

Signature of participant: _____

Analisis Variansi (ANOVA)

Tabel 1 Analisis Variansi (ANOVA)

Tests of Within-Subjects Effects

Measure: Error_Rate

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
LAYOUT	Sphericity Assumed	.191	5	.038	7.285	.000
	Greenhouse-Geisser	.191	2.866	.067	7.285	.001
	Huynh-Feldt	.191	4.346	.044	7.285	.000
	Lower-bound	.191	1.000	.191	7.285	.024
Error(LAYOUT)	Sphericity Assumed	.236	45	.005		
	Greenhouse-Geisser	.236	25.793	.009		
	Huynh-Feldt	.236	39.113	.006		
	Lower-bound	.236	9.000	.026		
PARALLAX	Sphericity Assumed	.024	2	.012	4.934	.020
	Greenhouse-Geisser	.024	1.900	.013	4.934	.022
	Huynh-Feldt	.024	2.000	.012	4.934	.020
	Lower-bound	.024	1.000	.024	4.934	.053
Error(PARALLAX)	Sphericity Assumed	.043	18	.002		
	Greenhouse-Geisser	.043	17.099	.003		
	Huynh-Feldt	.043	18.000	.002		
	Lower-bound	.043	9.000	.005		
LAYOUT * PARALLAX	Sphericity Assumed	.092	10	.009	3.901	.000
	Greenhouse-Geisser	.092	3.494	.026	3.901	.014
	Huynh-Feldt	.092	5.983	.015	3.901	.003
	Lower-bound	.092	1.000	.092	3.901	.080
Error(LAYOUT*PARALLAX)	Sphericity Assumed	.213	90	.002		
	Greenhouse-Geisser	.213	31.448	.007		
	Huynh-Feldt	.213	53.850	.004		
	Lower-bound	.213	9.000	.024		

Uji Perbandingan Bonferonni (*Parallax*)

Tabel 2 Uji Perbandingan Bonferonni

Pairwise Comparisons

Measure: Error Rate

(I) parallax	(J) parallax	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^a	95% Confidence Interval for Difference ^a	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-.007	.008	1.000	-.030	.016
	3	-.027	.009	.056	-.055	.001
2	1	.007	.008	1.000	-.016	.030
	3	-.020	.009	.190	-.048	.008
3	1	.027	.009	.056	.000	.055
	2	.020	.009	.190	-.008	.048

Based on estimated marginal means

a. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.



Lembar Skor Estimasi Partisipan untuk Setiap Kombinasi Tata Letak

Tabel 3 Lembar Skor Partisipan Tata Letak VVH (partisipan no 1-5)

Actual Distance	Judgement (#1)	Error Rate	Judgement (#2)	Error Rate	Judgement (#3)	Error Rate	Judgement (#4)	Error Rate	Judgement (#5)	Error Rate
13.2	9.4	-0.29	15.4	0.17	9	-0.32	10.8	-0.18	10.2	-0.23
26.2	24.5	-0.06	20.2	-0.23	20.6	-0.21	20	-0.24	18.9	-0.28
32.1	22.3	-0.31	22.1	-0.31	27.6	-0.14	22.7	-0.29	21.7	-0.32
48.2	41.5	-0.14	33.8	-0.30	44.2	-0.08	42.6	-0.12	33.4	-0.31
10.8	8.2	-0.24	11.7	0.08	8.1	-0.25	8.6	-0.20	7.5	-0.31
20.8	15.5	-0.25	16.4	-0.21	18.6	-0.11	14.6	-0.30	15.9	-0.24
30.8	25.0	-0.19	24.4	-0.21	25.8	-0.16	20.3	-0.34	23.1	-0.25
40.8	30.5	-0.25	29.9	-0.27	28.0	-0.31	33.0	-0.19	28.6	-0.30
12.7	8.9	-0.30	12.7	0.00	9.3	-0.27	9.8	-0.23	9.8	-0.23
24.7	20.2	-0.18	18.8	-0.24	18.1	-0.27	19.8	-0.20	17.8	-0.28
32.2	21.5	-0.33	22.1	-0.31	23.7	-0.26	30.1	-0.07	25.7	-0.20
43.7	36.7	-0.16	35.1	-0.20	30.5	-0.30	31	-0.29	33.1	-0.24

Tabel 4 Lembar Skor Partisipan Tata Letak VVH (Partisipan no 6-10)

Actual Distance	Judgement (#6)	Error Rate	Judgement (#7)	Error Rate	Judgement (#8)	Error Rate	Judgement (#9)	Error Rate	Judgement (#10)	Error Rate
13.2	9.9	-0.25	9.8	-0.26	12.1	-0.08	9	-0.32	11.5	-0.13
26.2	18.1	-0.31	18.5	-0.29	19	-0.27	19	-0.27	23.9	-0.09
32.1	28.1	-0.12	24.6	-0.23	23	-0.28	22	-0.31	24.6	-0.23
48.2	35.9	-0.26	34	-0.29	45.2	-0.06	33.6	-0.30	33	-0.32
10.8	6.0	-0.44	8.9	-0.18	8.0	-0.26	8.8	-0.19	7.8	-0.28
20.8	18.0	-0.13	15.2	-0.27	24.1	0.16	16.9	-0.19	15.7	-0.25
30.8	20.1	-0.35	25.0	-0.19	30.0	-0.03	22.6	-0.27	29.0	-0.06
40.8	35.2	-0.14	35.0	-0.14	37.0	-0.09	28.3	-0.31	36.2	-0.11
12.7	8.4	-0.34	10.5	-0.17	12.8	0.01	9.5	-0.25	9.3	-0.27
24.7	19	-0.23	19.8	-0.20	26.9	0.09	18.6	-0.25	20.6	-0.17
32.2	20.1	-0.38	24.7	-0.23	25.3	-0.21	23.1	-0.28	22.6	-0.30
43.7	36.1	-0.17	31.6	-0.28	36.3	-0.17	30	-0.31	38.4	-0.12

Tabel 5 Lembar Skor Partisipan Tata Letak VVV (Partisipan no 1-5)

Actual Distance	Judgement (#1)	Error Rate	Judgement (#2)	Error Rate	Judgement (#3)	Error Rate	Judgement (#4)	Error Rate	Judgement (#5)	Error Rate
12.1	8	-0.34	11.8	-0.02	8.4	-0.31	9.5	-0.21	7.9	-0.35
23.7	16.2	-0.32	20.1	-0.15	18.9	-0.20	16.3	-0.31	21.5	-0.09
35.9	27	-0.25	26.5	-0.26	33.5	-0.07	25.3	-0.30	22.8	-0.36
48	42.5	-0.11	35	-0.27	43	-0.10	38.7	-0.19	36.2	-0.25
10.6	7.1	-0.33	9.9	-0.07	10.0	-0.06	9.4	-0.11	10.7	0.01
20.6	14.1	-0.32	16.0	-0.22	19.2	-0.07	18.7	-0.09	11.7	-0.43
30.1	20.2	-0.33	22.5	-0.25	26.3	-0.13	20.5	-0.32	20.7	-0.31
41.1	33.1	-0.19	29.6	-0.28	35.5	-0.14	28.2	-0.31	23.9	-0.42
13.7	11.9	-0.13	15.5	0.13	12	-0.12	12.2	-0.11	9.2	-0.33
27.7	19.6	-0.29	19.6	-0.29	22.6	-0.18	23.5	-0.15	21.5	-0.22
31.2	24.2	-0.22	23	-0.26	21.4	-0.31	24.4	-0.22	20.5	-0.34
46.5	30.4	-0.35	30.6	-0.34	36	-0.23	28.8	-0.38	29.7	-0.36

Tabel 6 Lembar Skor Partisipan Tata Letak VVV (Partisipan no 6-10)

Actual Distance	Judgement (#6)	Error Rate	Judgement (#7)	Error Rate	Judgement (#8)	Error Rate	Judgement (#9)	Error Rate	Judgement (#10)	Error Rate
12.1	10	-0.17	9.6	-0.21	16	0.32	10.5	-0.13	9.3	-0.23
23.7	18.7	-0.21	16.5	-0.30	25.2	0.06	16.5	-0.30	18	-0.24
35.9	31.3	-0.13	27.1	-0.25	39.2	0.09	25.8	-0.28	26	-0.28
48	44.8	-0.07	31	-0.35	47	-0.02	36.6	-0.24	33.9	-0.29
10.6	9.7	-0.08	8.9	-0.16	13.2	0.25	10.5	-0.01	7.8	-0.26
20.6	18.3	-0.11	17.3	-0.16	25.6	0.24	16.9	-0.18	15.4	-0.25
30.1	23.4	-0.22	21.6	-0.28	37.0	0.23	20.9	-0.31	25.4	-0.16
41.1	34.8	-0.15	27.5	-0.33	34.0	-0.17	28.2	-0.31	30.8	-0.25
13.7	10.9	-0.20	10	-0.27	16.4	0.20	12.6	-0.08	10	-0.27
27.7	21.6	-0.22	19	-0.31	27.2	-0.02	19.9	-0.28	19.3	-0.30
31.2	23.5	-0.25	23.1	-0.26	26.5	-0.15	24.8	-0.21	22.4	-0.28
46.5	37.9	-0.18	32	-0.31	32.5	-0.30	31	-0.33	33.5	-0.28

Tabel 7 Lembar Skor Partisipan Tata Letak VRH (Partisipan no 1-5)

Actual Distance	Judgement (#1)	Error Rate	Judgement (#2)	Error Rate	Judgement (#3)	Error Rate	Judgement (#4)	Error Rate	Judgement (#5)	Error Rate
12.4	8.5	-0.31	14	0.13	10.1	-0.19	11.2	-0.10	9.6	-0.23
21.2	15.2	-0.28	22.4	0.06	18.9	-0.11	18.9	-0.11	15.6	-0.26
32.6	24.6	-0.25	29	-0.11	25.8	-0.21	28	-0.14	24.6	-0.25
43.9	33.8	-0.23	31.4	-0.28	32.9	-0.25	40.5	-0.08	27.3	-0.38
10.2	7.8	-0.24	11.1	0.09	7.8	-0.24	11.4	0.12	8.6	-0.16
20.2	14.5	-0.28	20.0	-0.01	17.0	-0.16	16.5	-0.18	18.9	-0.06
30.4	22.4	-0.26	21.7	-0.29	25.5	-0.16	27.2	-0.11	23.5	-0.23
40.9	30.2	-0.26	27.7	-0.32	31.5	-0.23	33.5	-0.18	31.0	-0.24
10.7	7.2	-0.33	14.5	0.36	10	-0.07	9	-0.16	10.8	0.01
25.8	17.9	-0.31	23.3	-0.10	18.7	-0.28	20.2	-0.22	22.3	-0.14
38.9	30.7	-0.21	29.4	-0.24	32.3	-0.17	30.2	-0.22	24.9	-0.36
49.9	37.6	-0.25	41.8	-0.16	41	-0.18	40.5	-0.19	33.6	-0.33

Tabel 8 Lembar Skor Partisipan Tata Letak VRH (Partisipan no 6-10)

Actual Distance	Judgement (#6)	Error Rate	Judgement (#7)	Error Rate	Judgement (#8)	Error Rate	Judgement (#9)	Error Rate	Judgement (#10)	Error Rate
12.4	9.7	-0.22	8.8	-0.29	10.6	-0.15	10.3	-0.17	10.2	-0.18
21.2	17.1	-0.19	16.8	-0.21	20.2	-0.05	17	-0.20	15.3	-0.28
32.6	27.5	-0.16	25.5	-0.22	33.5	0.03	22.6	-0.31	26.8	-0.18
43.9	36.7	-0.16	33.6	-0.23	35.8	-0.18	32	-0.27	31.6	-0.28
10.2	7.0	-0.31	8.6	-0.16	8.1	-0.21	9.6	-0.06	7.5	-0.26
20.2	18.1	-0.10	17.4	-0.14	22.0	0.09	13.5	-0.33	15.0	-0.26
30.4	24.0	-0.21	24.7	-0.19	31.0	0.02	20.4	-0.33	29.1	-0.04
40.9	36.6	-0.11	28.9	-0.29	39.5	-0.03	29.7	-0.27	36.2	-0.11
10.7	7.2	-0.33	7.9	-0.26	13.7	0.28	9.3	-0.13	9	-0.16
25.8	24.3	-0.06	19.8	-0.23	27.6	0.07	18.2	-0.29	21.7	-0.16
38.9	32	-0.18	27.9	-0.28	37.3	-0.04	26	-0.33	34	-0.13
49.9	41.8	-0.16	38.6	-0.23	45.7	-0.08	33.4	-0.33	41.5	-0.17

Tabel 9 Lembar Skor Partisipan Tata Letak RVH (Partisipan no 1-5)

Actual Distance	Judgement (#1)	Error Rate	Judgement (#2)	Error Rate	Judgement (#3)	Error Rate	Judgement (#4)	Error Rate	Judgement (#5)	Error Rate
12.7	8.8	-0.31	12.2	-0.04	10.8	-0.15	11.2	-0.12	13.1	0.03
24.7	19.7	-0.20	16.7	-0.32	19.2	-0.22	21	-0.15	15.2	-0.38
32.2	30.5	-0.05	21.4	-0.34	27.4	-0.15	23.6	-0.27	19.9	-0.38
43.7	33.8	-0.23	31.9	-0.27	35.9	-0.18	29.4	-0.33	33.5	-0.23
13.2	9	-0.32	12.5	-0.05	9.7	-0.27	11.6	-0.12	10.8	-0.18
26.2	16.9	-0.35	17.2	-0.34	17.9	-0.32	23.8	-0.09	16.7	-0.36
32.1	27.1	-0.16	20.8	-0.35	26.5	-0.17	24.5	-0.24	26.7	-0.17
48.2	39	-0.19	32.7	-0.32	46	-0.05	35	-0.27	31	-0.36
10.8	7.7	-0.29	13.3	0.23	9.2	-0.15	12.6	0.17	9.4	-0.13
20.8	17.4	-0.16	18.0	-0.13	20.4	-0.02	20.1	-0.03	18.2	-0.13
30.8	25.3	-0.18	24.2	-0.21	27.3	-0.11	26.2	-0.15	24.6	-0.20
40.8	33.2	-0.19	35.6	-0.13	35.1	-0.14	37.1	-0.09	31.7	-0.22

Tabel 10 Lembar Skor Partisipan Tata Letak RVH (Partisipan no 6-10)

Actual Distance	Judgement (#6)	Error Rate	Judgement (#7)	Error Rate	Judgement (#8)	Error Rate	Judgement (#9)	Error Rate	Judgement (#10)	Error Rate
12.7	9.8	-0.23	11.7	-0.08	13	0.02	10.7	-0.16	9	-0.29
24.7	18.8	-0.24	20.6	-0.17	23.4	-0.05	17.8	-0.28	17.6	-0.29
32.2	29.3	-0.09	23.5	-0.27	30.5	-0.05	21.5	-0.33	30	-0.07
43.7	33.7	-0.23	33.9	-0.22	38.2	-0.13	27.6	-0.37	37.2	-0.15
13.2	11.1	-0.16	12.0	-0.09	15.7	0.19	9.9	-0.25	9.0	-0.32
26.2	18.7	-0.29	22.1	-0.16	25.6	-0.02	18.9	-0.28	20.1	-0.23
32.1	23.3	-0.27	27.6	-0.14	29.3	-0.09	21.7	-0.32	27.6	-0.14
48.2	36.5	-0.24	32.8	-0.32	44.1	-0.09	32.0	-0.34	37.6	-0.22
10.8	9.1	-0.16	9.7	-0.10	12.8	0.19	9.5	-0.12	10	-0.07
20.8	14.8	-0.29	18.3	-0.12	22.7	0.09	16.3	-0.22	17.8	-0.14
30.8	18.7	-0.39	25.6	-0.17	28.5	-0.07	22.5	-0.27	27.1	-0.12
40.8	35.2	-0.14	31	-0.24	38.2	-0.06	27.6	-0.32	39.1	-0.04

Tabel 11 Lembar Skor Partisipan Tata Letak VRV (Partisipan no 1-5)

Actual Distance	Judgement (#1)	Error Rate	Judgement (#2)	Error Rate	Judgement (#3)	Error Rate	Judgement (#4)	Error Rate	Judgement (#5)	Error Rate
13.7	8.8	-0.36	15.2	0.11	14.5	0.06	10.6	-0.23	11.2	-0.18
27.7	18.2	-0.34	21.4	-0.23	19.9	-0.28	24.9	-0.10	27.8	0.00
31.2	20	-0.36	21.2	-0.32	28.7	-0.08	25.4	-0.19	29.6	-0.05
46.5	39.3	-0.15	32.1	-0.31	30.4	-0.35	37.7	-0.19	31.3	-0.33
12.1	8.7	-0.28	9.7	-0.20	8.7	-0.28	8.8	-0.27	10.3	-0.15
23.7	20	-0.16	16	-0.32	25	0.05	19	-0.20	15.4	-0.35
35.9	24.6	-0.31	25.6	-0.29	33.4	-0.07	28.7	-0.20	28.9	-0.19
48	37	-0.23	36.8	-0.23	45	-0.06	39.1	-0.19	32.1	-0.33
10.6	6.8	-0.36	11.8	0.11	7.2	-0.32	12.8	0.21	10.0	-0.06
20.6	14.3	-0.31	15.1	-0.27	16.7	-0.19	18	-0.13	22.9	0.11
30.1	20.6	-0.32	21.9	-0.27	25.2	-0.16	23.6	-0.22	25.6	-0.15
41.1	23.5	-0.43	23.9	-0.42	34.5	-0.16	36.6	-0.11	29.4	-0.28

Tabel 12 Lembar Skor Partisipan Tata Letak VRV (Partisipan no 6-10)

Actual Distance	Judgement (#6)	Error Rate	Judgement (#7)	Error Rate	Judgement (#8)	Error Rate	Judgement (#9)	Error Rate	Judgement (#10)	Error Rate
13.7	14.4	0.05	10.3	-0.25	17.2	0.26	9.9	-0.28	11.5	-0.16
27.7	22.5	-0.19	18.5	-0.33	25.3	-0.09	20.8	-0.25	19.2	-0.31
31.2	26.4	-0.15	22.4	-0.28	37.6	0.21	24.2	-0.22	22.5	-0.28
46.5	37.4	-0.20	34.9	-0.25	40.2	-0.14	33.6	-0.28	32.7	-0.30
12.1	10	-0.17	8.9	-0.26	12.2	0.01	9.7	-0.20	8.7	-0.28
23.7	19.5	-0.18	18.7	-0.21	17.7	-0.25	17.9	-0.24	19.0	-0.20
35.9	28.7	-0.20	24.9	-0.31	36.3	0.01	26.0	-0.28	25.1	-0.30
48	37.1	-0.23	33	-0.31	34.7	-0.28	35.1	-0.27	40.3	-0.16
10.6	9.2	-0.13	9.6	-0.09	12	0.13	10.3	-0.03	7.8	-0.26
20.6	19.3	-0.06	16.9	-0.18	15	-0.27	14	-0.32	15.7	-0.24
30.1	27.5	-0.09	21.5	-0.29	34.7	0.15	25.1	-0.17	21.5	-0.29
41.1	31.5	-0.23	27.6	-0.33	32.7	-0.20	29.6	-0.28	29.3	-0.29

Tabel 13 Lembar Skor Partisipan Tata Letak RVV (Partisipan no 1-5)

Actual Distance	Judgement (#1)	Error Rate	Judgement (#2)	Error Rate	Judgement (#3)	Error Rate	Judgement (#4)	Error Rate	Judgement (#5)	Error Rate
10.7	7.9	-0.26	9.5	-0.11	10.2	-0.05	10	-0.07	9.5	-0.11
25.8	17.6	-0.32	20.7	-0.20	19.8	-0.23	18.8	-0.27	19.7	-0.24
38.9	31.3	-0.20	36.7	-0.06	28.6	-0.26	37.1	-0.05	29.8	-0.23
49.9	35.5	-0.29	39.8	-0.20	44.9	-0.10	42.3	-0.15	39.6	-0.21
12.4	11.5	-0.07	15.9	0.28	10.5	-0.15	13.6	0.10	10.6	-0.15
21.2	18.5	-0.13	19.9	-0.06	17.9	-0.16	20.9	-0.01	20.1	-0.05
32.6	22.6	-0.31	24.6	-0.25	26.2	-0.20	24.4	-0.25	30.1	-0.08
43.9	40.2	-0.08	31.5	-0.28	39	-0.11	40	-0.09	32	-0.27
10.2	7.6	-0.25	12.9	0.26	14.0	0.37	15.7	0.54	8.7	-0.15
20.2	15.8	-0.22	14.0	-0.31	23.3	0.15	19.9	-0.01	23.5	0.16
30.4	21.7	-0.29	22.1	-0.27	26.1	-0.14	26.3	-0.13	30.1	-0.01
40.9	37.1	-0.09	34.4	-0.16	36.1	-0.12	36.4	-0.11	32.1	-0.22

Tabel 14 Lembar Skor Partisipan Tata Letak RVV (Partisipan no 6-10)

Actual Distance	Judgement (#6)	Error Rate	Judgement (#7)	Error Rate	Judgement (#8)	Error Rate	Judgement (#9)	Error Rate	Judgement (#10)	Error Rate
10.7	15	0.40	8.7	-0.19	14.2	0.33	11.3	0.06	10	-0.07
25.8	23.6	-0.09	18.7	-0.28	27	0.05	18.2	-0.29	18.9	-0.27
38.9	27.6	-0.29	29.8	-0.23	31.4	-0.19	29	-0.25	28.1	-0.28
49.9	45.5	-0.09	34.4	-0.31	43	-0.14	36.6	-0.27	37.9	-0.24
12.4	11.9	-0.04	10.7	-0.14	11.7	-0.06	12.0	-0.03	9.6	-0.23
21.2	20.5	-0.03	19.6	-0.08	14.7	-0.31	23.6	0.11	16.5	-0.22
32.6	29.1	-0.11	28.4	-0.13	34.7	0.06	28.0	-0.14	25.7	-0.21
43.9	35.8	-0.18	34.0	-0.23	38.1	-0.13	31.2	-0.29	35.5	-0.19
10.2	11.8	0.16	9.6	-0.06	16.7	0.64	12.7	0.25	10.8	0.06
20.2	20.1	0.00	14.9	-0.26	19.8	-0.02	15.3	-0.24	16.9	-0.16
30.4	25.1	-0.17	25.1	-0.17	33	0.09	25.1	-0.17	23	-0.24
40.9	36.0	-0.12	29.9	-0.27	37.5	-0.08	29.6	-0.28	30.7	-0.25