

ISSN : 2087-5118

**InJIE**

# INDONESIA JOURNAL OF INDUSTRIAL ENGINEERING

Volume 03 | No. 01 | Maret 2013



**DAFTAR ISI**

<b>DAFTAR ISI</b> .....	i
<b>DEWAN PENGURUS</b> .....	ii
<b>AUTOMATED VISUAL GRADING AND INSPECTION FOR EGG</b> <i>Yudha Prasetyawan, Achmad Mustakim</i> .....	1
<b>KAJIAN RANCANGAN TEKNIK INDUSTRI PADA INDUSTRI KARET DI KABUPATEN LANGKAT</b> <i>Rosnani Ginting, Ikhsan Siregar, Terang Ukur HS. Ginting</i> .....	12
<b>PERANCANGAN SISTEM PERSEDIAAN METODE T DI PT X</b> <i>Alfian, Y.M. Kinley Aritonang, Kevin Alexander Lam</i> .....	24
<b>PERANCANGAN ALAT UKUR <i>HUMAN RELIABILITY ANALYSIS</i> PADA PROSES ADMINISTRASI OBAT DI RUMAH SAKIT 'X' SURABAYA</b> <i>Johan Arifin, Sri Gunani Partiw, Arief Rahman</i> .....	36
<b>PERBAIKAN PROSES PERCETAKAN <i>HARD PAPER MAGAZINE</i> DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN <i>SIX SIGMA</i> DI PT. IP</b> <i>Cornellia Stefani, Johnson Saragih, Rina Fitriana</i> .....	52
<b>PERANCANGAN PANDUAN PERAKITAN BERBASIS TEKNOLOGI <i>AUGMENTED REALITY</i> DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE ARTOOLKIT</b> <i>Amelia Kurniawan, Maria Amelia Budiyanto, Johanna Renny Octavia Hariandja, Bagus Arthaya</i> .....	66
<b>PERANCANGAN MODEL OPTIMASI INTEGRASI PENJADWALAN PRODUKSI DAN RUTE PENGIRIMAN DENGAN TIME WINDOW</b> <i>Dina Natalia Prayogo</i> .....	76
<b>DAFTAR NAMA REVIEWER/MITRA BESTARI</b> .....	89
<b>PEDOMAN PENULISAN</b> .....	91



ISSN : 2087-5118

# INDONESIA JOURNAL OF INDUSTRIAL ENGINEERING

Volume 03 | No. 01 | Maret 2013

## DEWAN PENGURUS

### **Pelindung:**

Ketua Umum Badan Kerjasama Penyelenggara Pendidikan  
Tinggi Teknik Industri Indonesia (BKSTI)  
Ketua Umum Ikatan Sarjana Teknik Industri dan Manajemen Industri Indonesia (ISTMI)  
Ketua Umum Badan Kejuruan Teknik Industri - Persatuan Insinyur Indonesia (BKTI-PII)

### **Redaktur Utama:**

Prof. Ir. Nyoman Pujawan, M.Eng., Ph.D.

### **Mitra Bestari:**

Prof. Ir. Nyoman Pujawan, M.Eng., Ph.D.  
Prof. Dr. Ir. Yuri M. Zagloel, M.Eng. Sc.  
Dr. Ir. Paulus Sukpto, MBA.  
Dr. Ir. Sudaryanto, M.Sc.

### **Dewan Redaksi:**

Ir. Gunawarman Hartono, M.Eng  
Ir. M. Dahyar, M.Sc.  
Ir. Fauzia Dianawati, M.Si.  
Rina Fitriana, ST., MM.  
Asep Ridwan, ST., MT.  
Dendi Prajadhiana Ishak, MSIE

### **Dewan Editor:**

Dr. Ir. Sudaryanto, M.Sc.

### **Sekretariat:**

Ir. Gunawarman Hartono, M.Eng  
Rina Fitriana, ST., MM.  
Asep Ridwan, ST., MT.

### **Terbitan dan No. ISSN :**

Terbit 2 (dua) kali dalam setahun  
No. ISSN: 2087-5118

## PERANCANGAN PANDUAN PERAKITAN BERBASIS TEKNOLOGI AUGMENTED REALITY DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE ARTOOLKIT

Amelia Kurniawan<sup>1</sup>, Maria Amelia Budiyanto<sup>2</sup>,  
Johanna Renny Octavia<sup>3</sup>, Bagus Arthaya<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Jurusan Teknik Industri - Universitas Katolik Parahyangan  
Jl. Ciumbuleuit 94 Bandung 40141  
johanna@unpar.ac.id

### ABSTRAK

Dewasa ini *assembly drawing* masih digunakan sebagai panduan utama perakitan. Penggunaan *assembly drawing* dalam proses perakitan yang kompleks dapat memunculkan kesulitan tersendiri. Teknologi *Augmented Reality (AR)* dipandang sebagai suatu alternatif yang cukup menjanjikan untuk memfasilitasi proses perakitan yang ramah pengguna. Proses pembuatan panduan perakitan berbasis *AR* melibatkan *CAD system*, *3D modeling system*, dan *AR system*. Dalam *CAD system*, dilakukan pembuatan gambar 3D dari komponen. Gambar komponen ini kemudian diposisikan, diorientasikan, dan dianimasikan dalam *3D modeling system* untuk membentuk *scene* dari setiap tahap perakitan. *Scene* dirancang untuk dapat menunjukkan komponen yang diperlukan, lokasi wadah komponen, serta teknik pemasangannya. *Scene* dari tahap perakitan ini ditampilkan secara *real time* dalam *stream video* berdampingan dengan objek perakitan nyata dalam *AR system*. Untuk menguji panduan yang telah dibuat, maka dilakukan suatu *user experiment*. Setiap partisipan ditugaskan untuk merakit sebanyak dua kali, yaitu dengan menggunakan panduan konvensional (*assembly drawing*) dan panduan berbasis *AR*. Dari hasil pengujian, diperoleh bahwa performansi perakitan dengan panduan berbasis *AR* lebih unggul dari performansi perakitan dengan panduan konvensional.

**Kata kunci:** *Panduan Perakitan, Augmented Reality, AR, ARToolKit, Marker, User Experiment*

### ABSTRACT

Nowadays the *assembly drawing* is still used as the main *assembly guide*. The usage of *assembly drawing* on a complex *assembly process* may cause difficulties. *Augmented Reality (AR)* technology is considered as a promising alternative to facilitate a user-friendly *assembly process*. Three systems are involved in the making of an *AR-based assembly guide*: the *CAD system*, the *3D modeling system*, and the *AR system*. In the *CAD system*, *3D models* of the components are made. The *3D models* are positioned, oriented, and animated in the *3D modeling system* to create the *scene* of each *assembly stage*. The *scene* is designed to enable showing of the components required at each stage, the location of the components, and the assembling method. This *scene* is then exported into the *AR system* to display the *assembly process* in *real time* on the *video stream* alongside with the real *assembly object*. A *user experiment* was conducted to test the *assembly guide* that has been made. Each participant was assigned to perform the *assembly task* twice: using the conventional guide (*assembly drawing*) and the *AR-based guide*. The result showed that the *assembly performance* using the *AR-based guide* is superior compared to the conventional guide.

**Keywords:** *Assembly Guide, Augmented Reality, AR, ARToolKit, Marker, User Experiment*

## 1. PENDAHULUAN

Salah satu sektor penting dalam industri manufaktur adalah industri perakitan. Hampir semua mesin dan peralatan yang digunakan manusia dihasilkan melalui proses perakitan. Karakteristik spesifik dari industri ini adalah adanya aktivitas perakitan dari berbagai macam komponen yang disatukan untuk membentuk produk akhir. Dewasa ini, *assembly drawing* masih digunakan sebagai panduan utama perakitan (Maad, 2010).

Pada umumnya *assembly drawing* terbatas dalam gambar dua dimensi (2D). Informasi dalam jumlah besar mengenai *part* dan komponen dari produk yang tertuang dalam *assembly drawing* dapat menjadi cukup rumit dan padat. Hal ini menyebabkan kesulitan dalam pengolahan informasi yang memerlukan kecepatan serta dalam pemahaman hubungan perakitan yang kompleks. Melatih operator menggunakan panduan berupa *assembly drawing* juga tidak mudah, khususnya untuk prosedur yang jarang dilakukan atau prosedur dengan tingkat kesulitan yang tinggi (Tang et al., 2003).

Teknologi berbasis *Virtual Reality* (VR) sudah mulai digunakan dalam area perakitan produk (Maad, 2010). Melalui VR, perancang produk dapat membuat prototipe virtual dari aksesoris, modul, dan *part* produk dalam *Virtual Environment* (VE). Dalam VE, percobaan perakitan virtual dapat dilakukan untuk memfasilitasi operator melalui evaluasi dengan berbagai tingkat kesulitan tugas dari komputer. Dengan VR, simulasi dan evaluasi pada tahap awal desain perakitan juga dapat dilakukan dengan menghemat biaya untuk pembuatan prototipe. *Software* komersial untuk membuat prototipe virtual, seperti CAD, sudah digunakan secara luas untuk memfasilitasi perakitan dan membantu desain perakitan produk.

Meskipun demikian, metode berbasis VR tidak dapat memberikan pemahaman yang lebih baik mengenai perpaduan antara *path* perakitan dengan lingkungan perakitan nyata yang kompleks. Isu-isu seperti tingkat kesulitan perakitan dan beban kerja perakitan juga sulit untuk dievaluasi. Selain itu, komponen virtual yang dibuat dengan komputer tidak dapat menyampaikan umpan balik seperti suara, sentuhan, gaya, dll, yang secara normal ada di dunia nyata. Kurangnya interaksi antara entitas virtual dan entitas nyata menghambat pengembangan lebih lanjut dari penggunaan VR dalam perakitan produk (Tang, 2010).

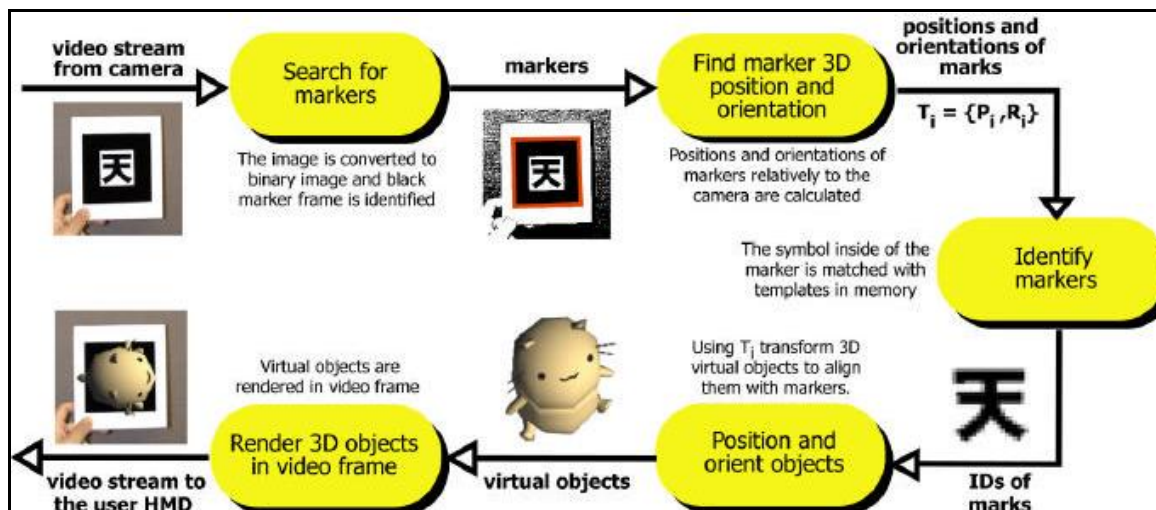
Teknologi *Augmented Reality* (AR) yang merupakan pengembangan lebih lanjut dari VR, dipandang sebagai suatu alternatif yang cukup menjanjikan untuk memfasilitasi proses perakitan yang ramah pengguna. Istilah *Augmented Reality* (AR) digunakan untuk mendeskripsikan sistem yang menggabungkan objek atau lingkungan virtual buatan komputer dengan lingkungan nyata dengan menggunakan sistem *display* tertentu (Tang et al., 2003). Melalui AR, panduan perakitan virtual dapat ditampilkan pada layar monitor berdampingan dengan objek nyata yang sedang dirakit. Untuk menunjang umpan balik yang lebih baik, elemen tambahan lain juga dapat disisipkan ke dalam proses perakitan seperti rekaman suara, animasi, video yang diputar berulang, tips singkat, serta anak panah yang kesemuanya dapat memandu operator secara simultan untuk melakukan tugas perakitan, dan bahkan melaporkan urutan perakitan yang keliru. Oleh karena karakteristik yang dimilikinya tersebut, AR dianggap memiliki potensi yang besar dalam area perakitan produk.

Salah satu *software* yang dapat digunakan untuk membuat sistem AR adalah ARToolKit. ARToolKit bekerja dengan mendeteksi *marker*. *Marker* didefinisikan sebagai bidang persegi yang dideteksi oleh ARToolKit dalam video (ARToolworks, 2012). Dengan demikian, *marker* dapat dikatakan sebagai input optikal bagi ARToolKit. *Marker* berbentuk persegi dengan border yang kontinu di bagian tepi dan *pattern image* di bagian tengah. Contoh *marker* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Contoh *marker* (ARToolworks, 2012)

Gambar 2 menunjukkan pemrosesan *image* yang digunakan dalam ARToolKit. Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2, kamera menangkap video dari dunia nyata dan mengirimkannya ke komputer. Perangkat lunak pada komputer mencari bentuk persegi di setiap *frame* video. Jika sebuah persegi ditemukan, perangkat lunak akan menggunakan perhitungan matematis untuk menghitung posisi kamera relatif terhadap *marker*. Setelah posisi kamera diketahui, objek virtual kemudian digambarkan dari posisi tersebut. Objek virtual digambarkan pada video dari lingkungan nyata sehingga tampak terlekat pada bidang *marker*. Output akhir kemudian dikirimkan kembali ke sistem *display*, sehingga pengguna akan melihat objek virtual seolah-olah berada pada lingkungan nyata.



Gambar 2. Pemrosesan *image* dalam ARToolKit (ARToolKit, 2011)

Penelitian ini bertujuan untuk merancang suatu panduan perakitan berbasis teknologi *Augmented Reality* yang diharapkan dapat memberikan performansi yang lebih baik dibandingkan perakitan yang menggunakan panduan yang konvensional berupa *assembly drawing*.

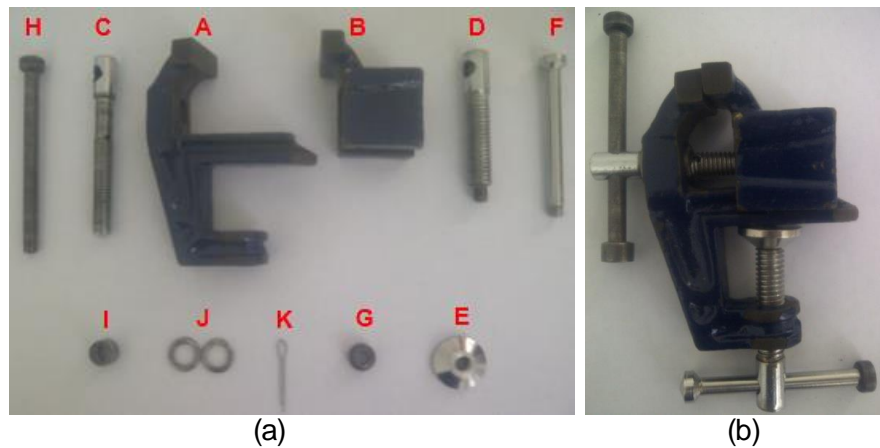
## 2. METODE PENELITIAN

### Perancangan Panduan Perakitan Berbasis AR

Objek yang akan dibuat panduan perakitannya dalam penelitian ini yaitu *baby vise*. *Baby vise* merupakan alat pengecam yang berukuran kecil. *Baby vise* dibangun dari proses perakitan 11 komponen berbeda. *Bill of Materials* (BOM) dari *baby vise* dapat dilihat pada Tabel 1. Gambar 3(a) menunjukkan komponen-komponen penyusun *baby vise* dan Gambar 3(b) menunjukkan *baby vise* hasil rakitan.

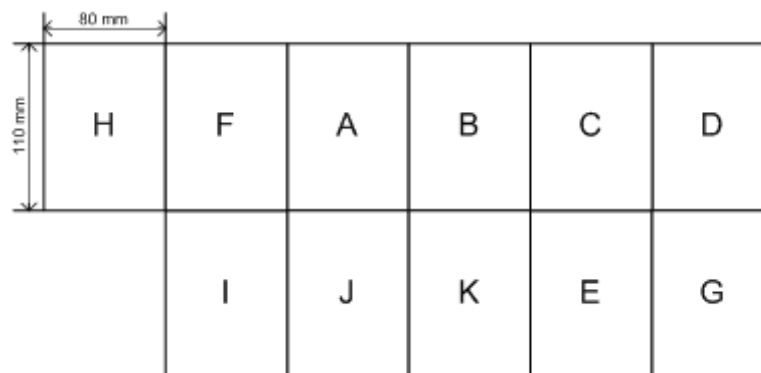
Tabel 1. BOM dari *baby vise*

Kode Komponen	Nama Komponen	Jumlah per <i>Assembly</i>
A	Rahang tetap	1
B	Rahang jalan	1
C	Ulir pengencang rahang jalan	1
D	Ulir pengencang dudukan	1
E	Bantalan gerak	1
F	Engkol pengencang dudukan	1
G	Baut pengunci F	1
H	Engkol pengencang rahang jalan	1
I	Baut pengunci H	1
J	Ring	2
K	Pin tekuk	1



Gambar 3. *Baby vise*: (a) Komponen-komponen penyusun, (b) Hasil rakitan

Panduan perakitan berbasis teknologi AR dalam penelitian ini dirancang untuk dapat menunjukkan komponen yang diperlukan di setiap tahap, lokasi wadah komponen, dan teknik pemasangannya. Ketiga fitur tersebut dirangkum menjadi satu dalam sebuah *scene*. *Scene* dibuat untuk setiap tahap perakitan dan akan ditampilkan pada layar monitor secara berurutan. Untuk menunjukkan lokasi wadah komponen, maka dibuat *layout* wadah komponen seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. *Layout* wadah komponen

Ada 3 sistem yang terlibat di dalam proses pembuatan panduan perakitan berbasis AR, yaitu CAD system, 3D modeling system, dan Augmented Reality (AR) system. Output dari CAD system akan menjadi input bagi 3D modeling system. Demikian juga, output dari 3D modeling system akan menjadi input bagi ARToolKit. Dalam CAD system, dilakukan pembuatan gambar 3D dari komponen dan penunjuk wadah. Gambar 3D ini kemudian diposisikan dan diorientasikan relatif terhadap titik tengah marker, serta dianimasikan untuk membentuk *scene* dari setiap tahap perakitan dalam 3D modeling system. Adapun posisi *marker* adalah di sebelah kanan atas *layout* wadah komponen, tepat di atas wadah komponen D.

Panduan perakitan berbasis teknologi AR pada penelitian ini dibuat dengan menggunakan software ARToolKit. Di dalam folder bin ARToolKit, tersedia contoh-contoh aplikasi yang yang dapat dimodifikasi dengan cara meng-*compile* ulang *source code* program yang terdapat pada folder ARToolKit\examples. Dalam penelitian ini, akan dilakukan *compile* ulang pada aplikasi simpleVRML. Berbeda dengan contoh aplikasi lain yang disediakan oleh ARToolKit, simpleVRML dapat membaca semua objek 3D yang sudah dikonversi ke dalam *Virtual Reality Modelling Language* (VRML). Dengan demikian, pembuatan objek 3D akan menjadi lebih mudah dan sederhana. Pengguna tidak perlu lagi berkutat dengan *source code* untuk membuat objek virtual yang ingin ditampilkan.

Secara *default*, setiap objek virtual yang ingin ditampilkan harus diasosiasikan dengan sebuah marker. Untuk 17 *scene* yang ingin ditampilkan, maka diperlukan 17 *marker*. *Scene* dari tahap perakitan harus ditampilkan satu persatu. Jika 17 *marker* yang ada semuanya terdeteksi oleh kamera, maka ketujuhbelas *scene* akan muncul secara bersamaan dan saling tumpang tindih. Meskipun demikian, meletakkan satu *marker* untuk suatu *scene* dan menggantinya dengan *marker* lain untuk *scene* selanjutnya juga tidak menyelesaikan masalah.

Untuk menyasiasi hal tersebut, satu *marker* digunakan untuk *tracking*, sedangkan 16 *marker* sisanya hanya digunakan sebagai *dummy*. Dengan demikian, 17 *scene* dapat ditampilkan melalui satu *marker* saja. Untuk berpindah dari satu *scene* ke *scene* berikutnya digunakan *trigger* berupa penekanan tombol spasi.

### **Perancangan Marker**

*Marker* yang digunakan untuk *tracking* dapat dilihat pada Gambar 5. *Pattern image* menggunakan nama objek yang dibuat panduan perakitan, yaitu *baby vise*. Ukuran *marker* mengikuti ukuran *default* dari ARToolKit, yaitu 80 x 80 mm. *Border* dan *pattern image* menggunakan warna hitam. Pembahasan lebih detail mengenai perancangan *marker* dapat dilihat dalam (Budiyanto, 2012).



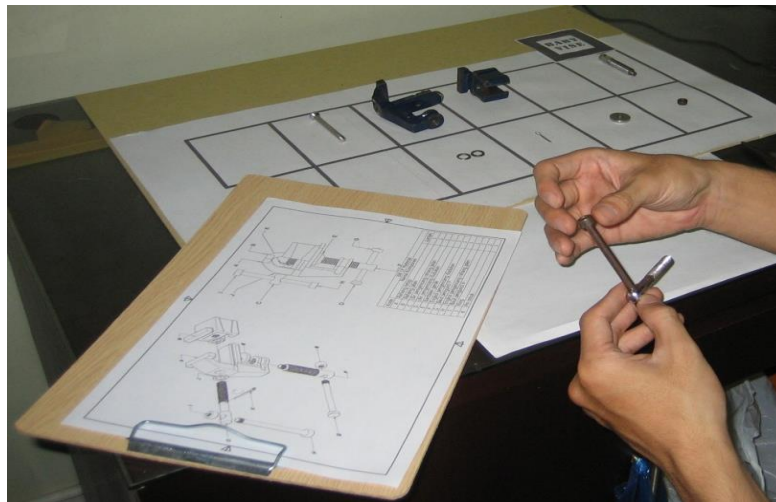
Gambar 5. *Marker* yang digunakan untuk *tracking*

### **User Experiment**

Untuk membandingkan performansi perakitan dengan panduan berbasis AR dan performansi perakitan dengan panduan konvensional, maka dilakukan sebuah eksperimen yang melibatkan *user*. Eksperimen bertujuan untuk menguji pengaruh panduan perakitan yang digunakan terhadap dua aspek, yaitu aspek objektif dan aspek subjektif. Aspek objektif yaitu waktu penyelesaian yang diukur dengan menggunakan jam henti. Aspek subjektif meliputi tingkat kesulitan perakitan, performansi subjektif, dan tingkat frustrasi pasca perakitan yang diukur dengan menggunakan kuesioner.

Desain eksperimen yang dipilih untuk digunakan adalah *within-group*, di mana cukup direkrut satu kelompok partisipan untuk menguji kedua panduan perakitan. Untuk keperluan penelitian ini, dilakukan perekrutan 30 orang yang belum pernah memiliki pengalaman dengan *baby vise*. Setiap partisipan ditugaskan untuk merakit *baby vise* sebanyak dua kali, masing-masing dengan menggunakan panduan yang berbeda. Gambar 6(a) dan Gambar 6(b) menunjukkan perakitan *baby vise* dengan menggunakan panduan konvensional dan panduan berbasis AR.





(a)



(b)

Gambar 6. Perakitan *baby vise*: (a) Dengan panduan konvensional, (b) Dengan panduan berbasis AR

Eksperimen yang menggunakan dengan desain *within-group* dihadapkan pada resiko munculnya efek pembelajaran (Lazar et al, 2009). Efek pembelajaran ini dapat menyebabkan performansi partisipan cenderung lebih baik pada perakitan kedua. Untuk mengantisipasi hal tersebut, maka dilakukan *counterbalance*, di mana jumlah partisipan yang melakukan perakitan dengan urutan panduan konvensional-panduan AR harus sama dengan jumlah partisipan yang melakukan perakitan dengan urutan panduan AR-panduan konvensional. Dengan jumlah total partisipan sebanyak 30 orang, 15 orang akan melakukan perakitan dengan urutan panduan konvensional-panduan AR dan 15 orang sisanya melakukan perakitan dengan urutan panduan AR-panduan konvensional. Penugasan partisipan ke dalam kondisi dilakukan secara acak.

Eksperimen ini terdiri dari dua sesi. Partisipan ditugaskan untuk merakit *baby vise*, baik pada sesi I maupun pada sesi II, akan tetapi dengan menggunakan panduan yang berbeda. Sebelum masuk pada sesi, dilakukan *training* terlebih dahulu yang bertujuan untuk membantu partisipan mengenal panduan yang akan digunakan pada saat sesi. Di akhir setiap sesi, partisipan diminta untuk mengisi kuesioner sehubungan dengan perakitan yang sudah dilakukan. Kuesioner menggunakan skala Likert dari 1 sampai 5. Pada kuesioner yang diberikan di akhir sesi II, partisipan diminta untuk memilih sesi yang dianggap lebih mudah disertai dengan alasannya. Pembahasan lebih detail mengenai *user experiment* dapat dilihat dalam (Kumiawan, 2012).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

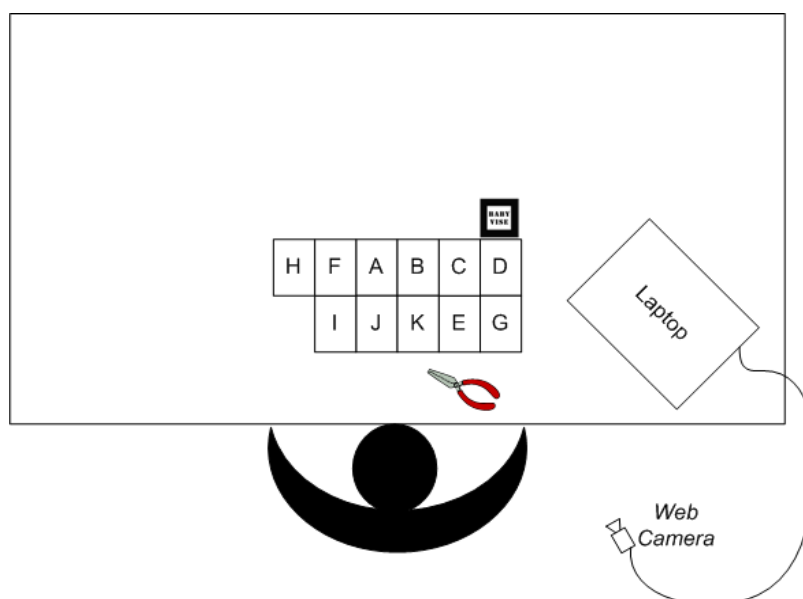
#### Hasil Rancangan Panduan Perakitan Berbasis AR

Total ada 17 scene yang dibuat untuk panduan perakitan *baby vise*. Keterangan untuk masing-masing scene dapat dilihat pada Tabel 2.

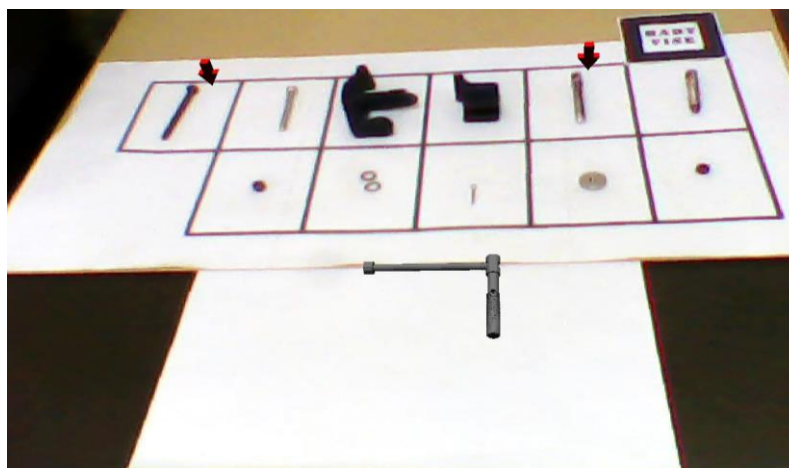
Tabel 2. Scene dalam panduan perakitan berbasis AR

Scene	Keterangan
1	Memasang ulir pengencang rahang jalan pada engkol pengencang rahang jalan
2	Memasang baut pengunci H pada engkol pengencang rahang jalan
3	Mengorientasikan <i>subassembly</i>
4	Memasang ring pada ulir pengencang rahang jalan
5	Memasang rahang tetap pada ulir pengencang rahang jalan
6	Memasang ring pada ulir pengencang rahang jalan
7	Memasang pin tekuk pada ulir pengencang rahang jalan
8	Membengkokkan pin tekuk dengan menggunakan tang
9	Memasang rahang jalan pada ulir pengencang rahang jalan
10	Meletakkan <i>subassembly</i>
11	Memasang ulir pengencang dudukan pada engkol pengencang dudukan
12	Memasang baut pengunci F pada engkol pengencang dudukan
13	Mengorientasikan <i>subassembly</i>
14	Memasang <i>subassembly</i> dari scene 13 pada <i>subassembly</i> dari scene 10
15	Memasang bantalan gerak pada ulir pengencang dudukan
16	Memutar engkol pengencang dudukan hingga bantalan gerak menyentuh rahang jalan
17	Meletakkan hasil rakitan

Untuk dapat menjalankan aplikasi AR, diperlukan laptop dan kamera dengan kemampuan menangkap video. Sketsa peletakan alat yang digunakan untuk menjalankan panduan berbasis AR dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 7. Tampilan scene pada layar monitor, ketika panduan perakitan berbasis AR dijalankan, dapat dilihat pada Gambar 8. Anak panah virtual berwarna merah menunjukkan lokasi dari wadah komponen yang diperlukan. Objek virtual di bagian tengah bawah menunjukkan komponen yang diperlukan beserta teknik pemasangannya.



Gambar 7. Sketsa peletakan alat untuk menjalankan panduan berbasis AR



Gambar 8. Tampilan scene pada layar monitor

### Hasil User Experiment

Dari hasil eksperimen, diperoleh ukuran performansi objektif berupa rata-rata waktu penyelesaian perakitan dengan panduan konvensional sebesar 511,43 detik dan rata-rata waktu penyelesaian perakitan dengan panduan berbasis AR sebesar 415,83 detik. Sebagai aspek subjektif, digunakan hasil kuesioner berupa rata-rata *rating* untuk perakitan dengan menggunakan kedua jenis panduan yang dapat dilihat pada Tabel 3. Berdasarkan hasil tersebut, dapat dikatakan bahwa perakitan dengan panduan berbasis AR lebih unggul dari perakitan dengan panduan konvensional. Untuk mengetahui signifikan atau tidaknya keunggulan panduan berbasis AR secara statistik, maka dilakukan uji signifikansi.

Tabel 3. Hasil kuesioner

Aspek	Rata-rata <i>rating</i>	
	Panduan Konvensional	Panduan Berbasis AR
Tingkat kesulitan	3,20	3,90
Performansi Subjektif	3,33	3,90
Tingkat Frustrasi Pasca Perakitan	3,80	4,23

Untuk menentukan uji signifikansi yang akan digunakan, maka terlebih dahulu dilakukan uji normal terhadap selisih waktu konvensional dengan waktu AR dan selisih *rating* konvensional dengan *rating* AR. Karena dari hasil pengujian diperoleh bahwa selisih waktu dan selisih *rating* tidak mengikuti distribusi normal, maka pengujian signifikansi menggunakan uji nonparametrik *Wilcoxon Signed Ranks Test*. Dari hasil pengujian, diperoleh bahwa keunggulan panduan berbasis AR hanya signifikan pada kategori tingkat kesulitan, performansi subjektif, dan tingkat frustrasi pasca perakitan.

Seperti yang sudah disebutkan sebelumnya, pada akhir sesi II perakitan, partisipan diminta untuk memilih sesi perakitan yang dianggap lebih mudah disertai alasannya. Untuk perakitan dengan urutan panduan konvensional-panduan AR, jika partisipan menyatakan sesi I lebih mudah, maka kemudahan tersebut akan dikaitkan dengan jenis panduan yang digunakan, yaitu panduan konvensional. Hal yang sama berlaku juga pada perakitan dengan urutan panduan AR-panduan konvensional. Dari 30 orang partisipan, 22 orang menyatakan bahwa perakitan dengan panduan berbasis AR lebih mudah, sedangkan sisanya menyatakan sebaliknya.

Dari 22 orang yang menyatakan bahwa perakitan dengan panduan berbasis AR lebih mudah, 13 orang (59,09%) melakukan perakitan dengan urutan panduan konvensional-panduan AR dan 9 orang (40,91%) melakukan perakitan dengan urutan panduan AR-panduan konvensional. Dari 8 orang yang menyatakan bahwa perakitan dengan panduan konvensional lebih mudah, 6 orang (75%) di antaranya melakukan perakitan dengan urutan panduan AR-panduan konvensional dan 2 orang (25%) melakukan perakitan dengan urutan panduan konvensional-panduan AR.

#### 4. KESIMPULAN

Panduan perakitan berbasis AR yang dibuat dalam penelitian ini dirancang untuk dapat menampilkan *scene* dari setiap tahap perakitan. Dalam *scene*, ditunjukkan komponen yang diperlukan di setiap tahap perakitan, lokasi wadah komponen, serta teknik pemasangan komponen. Total ada 17 *scene* yang dibuat untuk memandu operator dalam merakit *baby vise*. Ketujuhbelas *scene* tersebut ditampilkan melalui 1 marker *tracking*. Untuk berpindah dari suatu *scene* ke *scene* selanjutnya, digunakan *trigger* berupa penekanan tombol spasi.

Dari hasil *user experiment* yang dilakukan, diperoleh bahwa perakitan dengan panduan berbasis AR lebih unggul dari perakitan dengan panduan konvensional, baik dalam aspek objektif yaitu waktu penyelesaian maupun aspek subjektif yaitu tingkat kesulitan, performansi subjektif dan tingkat frustrasi yang dialami pasca perakitan. Meskipun demikian, hasil pengujian statistik menunjukkan bahwa keunggulan panduan berbasis AR tidak signifikan pada aspek objektif dan hanya signifikan pada tiga aspek subjektif.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- ARToolKit. (2011). Documentation. <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/documentation/>, diakses 30 Desember 2011.
- ARToolworks. (2012). Creating and Training New ARToolKit Markers. [http://www.artoolworks.com/support/library/Creating\\_and\\_training\\_new\\_ARToolKit\\_markers](http://www.artoolworks.com/support/library/Creating_and_training_new_ARToolKit_markers), diakses 2 Februari 2012.
- Budiyanto, M. A. (2012). *Perancangan Marker dalam Aplikasi Augmented Reality dengan Menggunakan Software ARToolkit*. Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.
- Kurniawan, A. (2012). *Perancangan Panduan Perakitan Berbasis Teknologi Augmented Reality dengan Menggunakan Software ARToolkit*. Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.
- Lazar, J., Feng, J. H. dan Hochheiser, H. (2009). *Research Methods in Human-Computer Interaction*. John Wiley & Sons Ltd, UK.
- Maad, S. (2010). *Augmented Reality*. Intech, Croatia.
- Tang, A., Owen, C., Biocca, F. dan Mou, W. (2003). Comparative Effectiveness of Augmented Reality in Object Assembly, *Proceedings of the SIGHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, Fort Lauderdale, FL. 73-80.