



UNIVERSITAS INDONESIA

**PROTIPE 3D SURVEILLANCE SYSTEM
BERBASIS ANAGLYPH**

SKRIPSI

**RANGGA GUNAWAN PUTRA
09 06 60 3000**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI EKSTENSI TEKNIK ELEKTRO
DEPOK
JUNI 2012**



UNIVERSITAS INDONESIA

**PROTIPE 3D SURVEILLANCE SYSTEM
BERBASIS ANAGLYPH**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

**RANGGA GUNAWAN PUTRA
09 06 60 3000**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI EKSTENSI TEKNIK ELEKTRO
DEPOK
JUNI 2012**

Universitas Indonesia

Protipe 3D ..., Rangga Gunawan Putra, FT UI, 2012

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

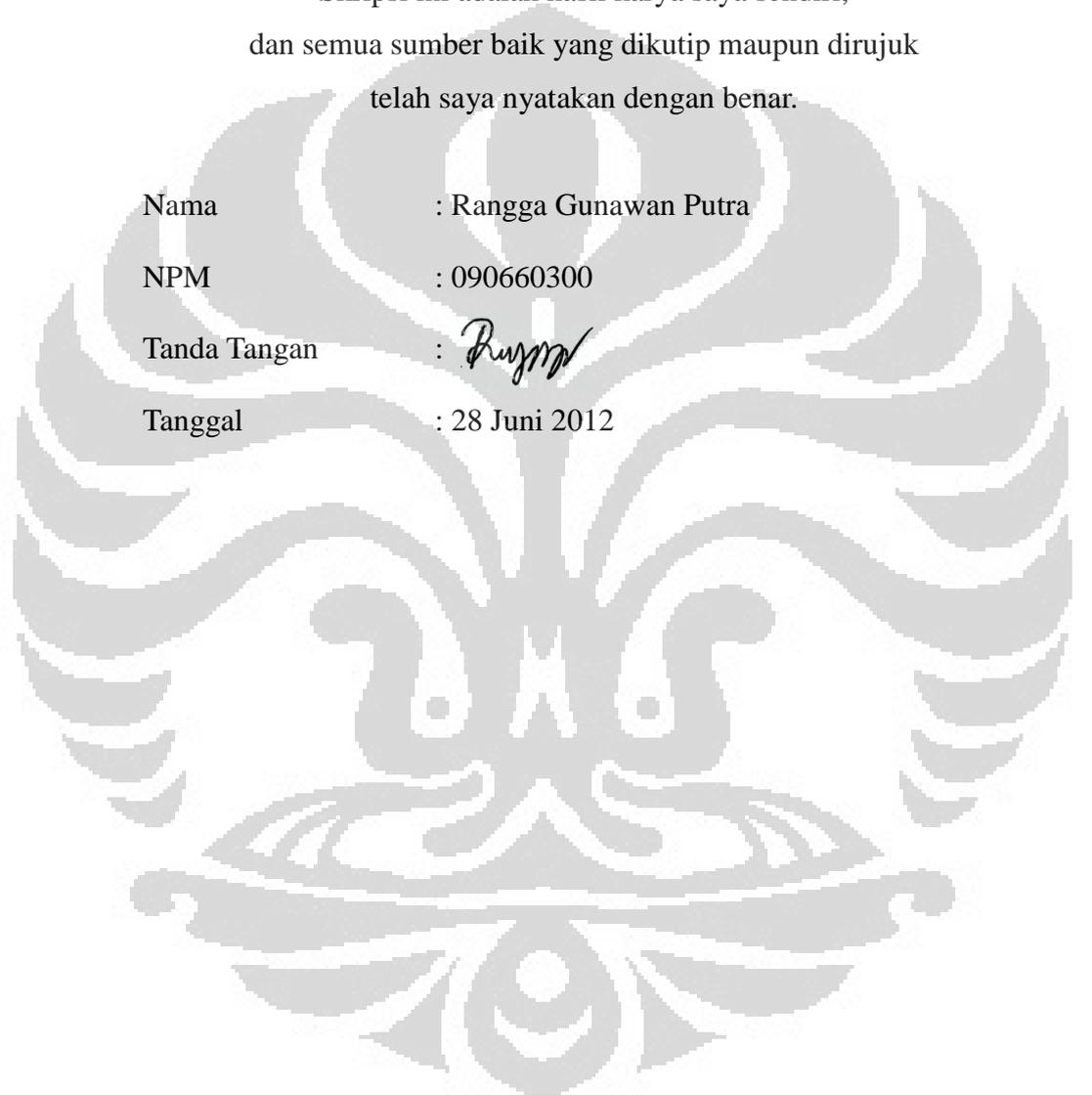
Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Rangga Gunawan Putra

NPM : 090660300

Tanda Tangan : 

Tanggal : 28 Juni 2012



HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Rangga Gunawan Putra
NPM : 0906603000
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Prototipe 3D Surveillance System Berbasis
Anaglyph

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

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. Purnomo Sidi Priambodo M.Sc., Ph.D.



Penguji : Dr. Ir Retno Wigajatri P. M.T



Penguji : Dr. Ir. Dodi Sudiana M.Eng.



Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 28 Juni 2012

-

LEMBAR PERSETUJUAN

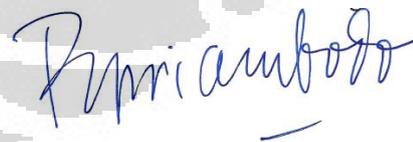
Skripsi dengan judul:

**PROTIPE 3D SURVEILLANCE SYSTEM
BERBASIS ANAGLYPH**

Dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada program studi Teknik Elektro, Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia dan disetujui untuk diajukan dalam sidang ujian skripsi.

Depok, 28 Juni 2012

Dosen Pembimbing



Ir. Purnomo Sidi Priambodo M.Sc., Ph.D.

KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Dr. Ir. Purnomo Sidi Priambodo, MSEE, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (2) Orang tua saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
- (3) Bapak Parlan, pemilik bengkel mekanik. Bantuan-nya sangat berarti dalam menyusun alat untuk pendukung tugas akhir ini;
- (4) Sahabatku seperjuanganku yang satu jurusan, Arif Rakhman Hakim dan Dani Tri, yang telah bersama-sama melewati perjuangan semenjak D3; dan
- (5) Sahabat-sahabat perjuanganku dari fakultas lain, Dimas Akbar dan Sammy Harist, telah kita lalui bersama perjuangan kita semenjak SMA dan sekarang kita adalah sama-sama calon sarjana dari Universitas Indonesia.

Depok, 28 Juni 2012

Penulis

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

Sebagai Civitas Akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rangga Gunawan Putra
NPM : 0906603000
Program Studi: Teknik Elektro
Departemen : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

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:

**PROTOTYPE 3D SURVEILLANCE SYSTEM BERBASIS
ANAGLYPH**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmediakan/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 : 28 Juni 2012

Yang menyatakan



(Rangga Gunawan Putra)

ABSTRAK

Nama : Rangga Gunawan Putra
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : Prototipe 3D Surveillance System Berbasis Anaglyph

Konsep *3D imaging* diperlukan agar hasil pencitraan yang didapat lebih detail. Dari sekian metode *3D imaging*, *anaglyph* adalah salah satu metode untuk menciptakan pencitraan 3D dan metode ini telah diaplikasikan untuk sistem *surveillance* pada rover di Mars.

Efek-efek *depth perception*, *binocular depth*, dan efek lain-nya dari metode *anaglyph* dimanfaatkan untuk aplikasi sistem prototipe *3D surveillance*. Dan proses pembuatan *anaglyph* dalam aplikasi tersebut dibuat tanpa melewati *post processing* sehingga bisa dipantau secara *real time*.

Dengan menggunakan prototipe yang dibangun, teknik-teknik pembuatan citra *anaglyph* serta dari hasil eksperimen yang dilakukan, didapatkan kesimpulan-kesimpulan pembuatan sistem *anaglyph* secara *real time* dan tanpa *post processing* untuk sistem *surveillance*. Dan juga harapan dari hasil penelitian ini bisa menjadi referensi untuk sistem visualisasi berbasis *anaglyph* secara *real time* yang lebih lanjut, misalkan untuk aplikasi robot.

Kata kunci:

Surveillance, 3D imaging, depth perception, anaglyph

ABSTRACT

Name : Rangga Gunawan Putra
Study Program : Electrical Engineering
Title : Prototype 3D Surveillance System Based on Anaglyph

3D imaging concept is needed for getting more detailed result from an image. From various kind of 3D imaging method, anaglyph is one method to produce 3D image and this method itself has applied in the surveillance system on the Mars' rover.

Such effect like depth perception, binocular depth, and any other effect from anaglyph's method are used for application of prototype 3D surveillance system. And also it does not need any post processing in creating the anaglyph image itself so that it can be viewed in real time.

Finally, some conclusions in creating non post processing and real time anaglyph's system has been reached due to the experimental results by using this prototype and techniques in creating anaglyph image. And also hoped this experimental results could be a future reference for advance application that using anaglyph visualization.

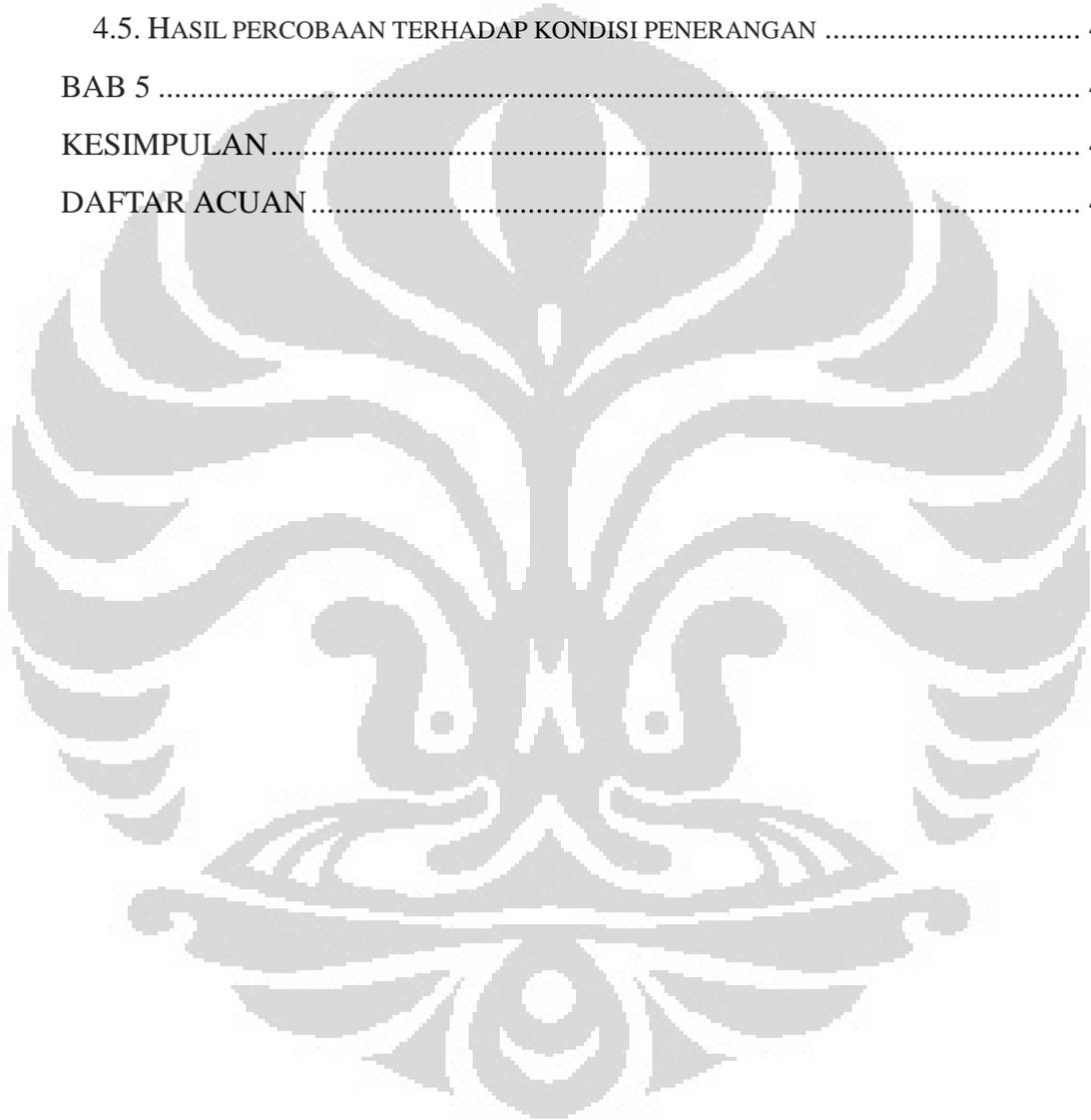
Key word:

Surveillance, 3D imaging, depth perception, anaglyph

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	I
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	II
HALAMAN PENGESAHAN	III
LEMBAR PERSETUJUAN	IV
KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH	V
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	VI
ABSTRAK.....	VII
DAFTAR ISI.....	IX
DAFTAR GAMBAR	XI
DAFTAR TABEL	XII
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 TUJUAN	2
1.3 BATASAN MASALAH	2
1.4 SISTEMATIKA PENULISAN	3
BAB II.....	4
KONSEP SISTEM SURVEILLANCE DAN ANAGLYPH	4
2.1 KONSEP SISTEM	4
2.1.1 <i>Definisi Surveillance System</i>	4
2.1.2 <i>Konsep perancangan Video Surveillance</i>	5
2.2 3D IMAGING	7
2.2.1 <i>Konsep Anaglyph</i>	9
2.2.2 <i>Proses Pembuatan Anaglyph</i>	12
2.2.3 <i>Anaglyph Surveillance System</i>	14
BAB III	15
PERANCANGAN SISTEM PROTOTIPE 3D SURVEILLANCE.....	15
3.1 KAMERA DAN <i>VIDEO MANAGEMENT SYSTEM</i>	15
3.2 SOFTWARE.....	15
3.3 PERANCANGAN MEKANIK	16
3.4 PROSES PEMBUATAN CITRA <i>ANAGLYPH</i>	18
3.5 TEKNIK PENGAMBILAN GAMBAR PADA <i>REAL TIME ANAGLYPH</i>	20

3.6 PROSEDUR PERCOBAAN	21
BAB 4	23
HASIL PERCOBAAN DAN ANALISIS	23
4.1 HASIL PERCOBAAN PADA <i>INTIAL POSITION</i>	23
4.2 HASIL PERCOBAAN MENGGUNAKAN TEKNIK <i>CROSS EYE</i>	25
4.3 HASIL PERCOBAAN MENGGUNAKAN TEKNIK <i>CROSS VIEW</i>	29
4.4 ANALISA TEKNIK PENGAMBILAN CITRA <i>ANAGLYPH</i> SECARA <i>REAL TIME</i>	35
4.5. HASIL PERCOBAAN TERHADAP KONDISI PENERANGAN	40
BAB 5	44
KESIMPULAN.....	44
DAFTAR ACUAN	45

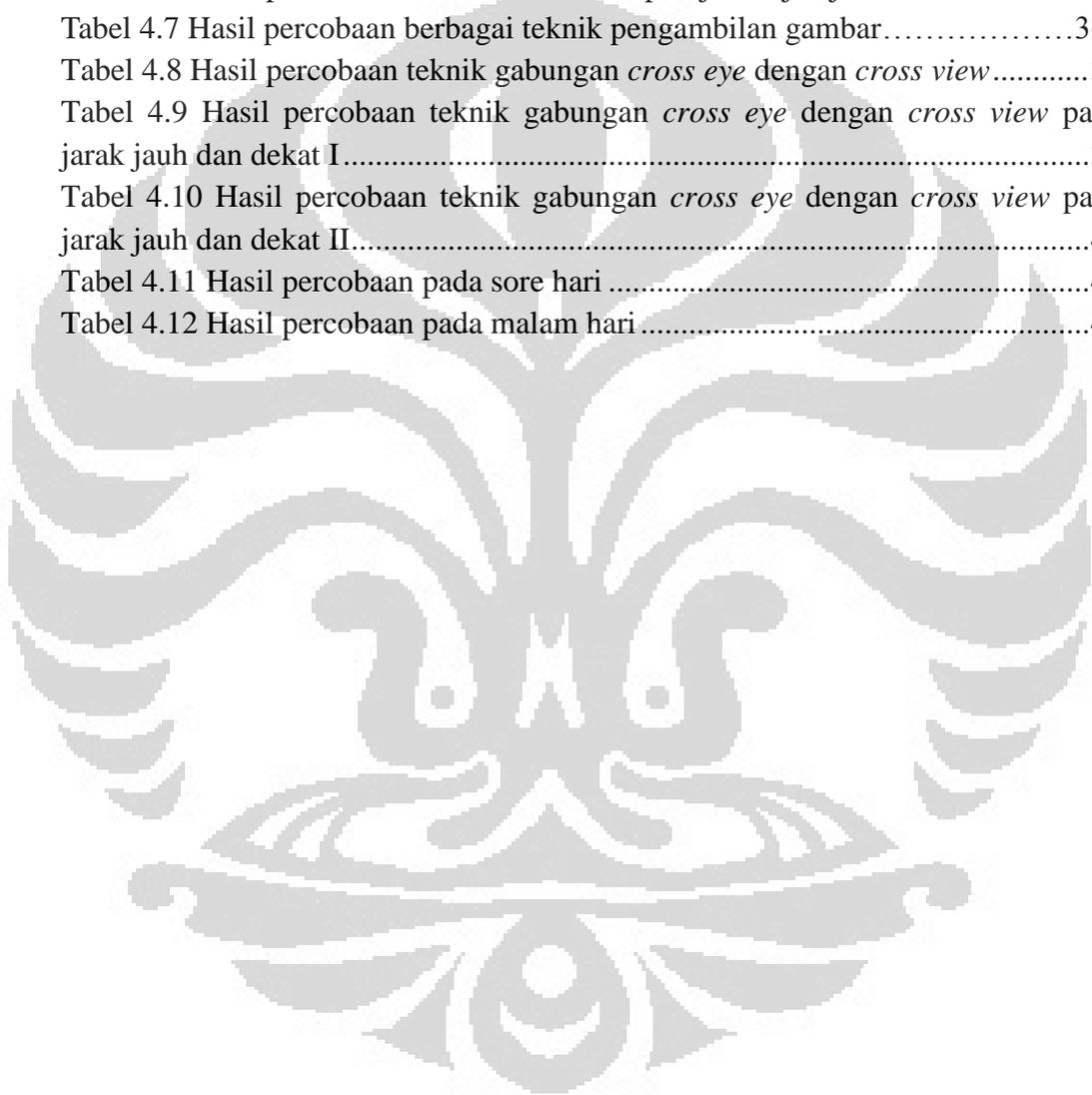


DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konsep dasar anaglyph	10
Gambar 2.2 Ilustrasi <i>binocular depth</i>	11
Gambar 2.3 Ilustrasi <i>monocular depth</i>	11
Gambar 2.4 Contoh citra <i>anaglyph</i>	12
Gambar 2.5 Contoh proses pembuatan <i>anaglyph</i>	14
Gambar 3.1 Dimensi peletakan kamera	17
Gambar 3.2 Foto prototipe <i>3D Surveillance</i>	18
Gambar 3.3 Flowchart proses pembuatan citra <i>anaglyph</i>	19
Gambar 3.4 Proses post editing dengan <i>Photoshop</i>	20
Gambar 3.5 Teknik-teknik pengambilan gambar	21
Gambar 4.1 Hasil <i>vertical disparity</i> pada initial position dengan jarak antar titik pusat lensa 5.5 cm	24
Gambar 4.2 Hasil <i>vertical disparity</i> pada jarak antar titik pusat lensa 6 cm	25
Gambar 4.3 Ilustrasi percobaan I <i>cross eye</i>	26
Gambar 4.4 Hasil citra percobaan I <i>cross eye</i>	27
Gambar 4.5 Ilustrasi percobaan II <i>cross eye</i>	28
Gambar 4.6 Hasil citra percobaan II <i>cross eye</i>	29
Gambar 4.7 Ilustrasi pengambilan gambar pada teknik <i>cross view</i>	30
Gambar 4.8 Ilustrasi percobaan I <i>cross view</i>	31
Gambar 4.9 Hasil citra percobaan I <i>cross view</i>	32
Gambar 4.10 Ilustrasi percobaan II <i>cross view</i>	33
Gambar 4.11 Hasil citra percobaan II <i>cross view</i>	34
Gambar 4.12 Ilustrasi teknik pengambilan gambar yang ideal.....	37
Gambar 4.13 Hasil citra 3 dimensi dengan kualitas baik.....	38
Gambar 4.14 Hasil citra anaglyph terhadap objek-objek jarak dekat dan jauh (sample 1).....	39
Gambar 4.15 Hasil citra anaglyph terhadap objek-objek jarak dekat dan jauh (sample 2).....	40
Gambar 4.16 Hasil pencitraan citra saat kondisi sore hari.....	42
Gambar 4.17 Hasil pencitraan citra saat kondisi malam hari	43

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil percobaan pada <i>initial position</i>	24
Tabel 4.2 Hasil percobaan pada jarak titik pusat lensa 6 cm	25
Tabel 4.3 Hasil percobaan teknik <i>cross eye</i> pada jarak 40-60 cm	27
Tabel 4.4 Hasil percobaan teknik <i>cross eye</i> pada jarak 1 meter	29
Tabel 4.5 Hasil percobaan <i>cross view</i> terhadap jarak 1 – 3.5 meter	33
Tabel 4.6 Hasil percobaan <i>cross view</i> terhadap objek-objek jarak dekat	35
Tabel 4.7 Hasil percobaan berbagai teknik pengambilan gambar.....	36
Tabel 4.8 Hasil percobaan teknik gabungan <i>cross eye</i> dengan <i>cross view</i>	38
Tabel 4.9 Hasil percobaan teknik gabungan <i>cross eye</i> dengan <i>cross view</i> pada jarak jauh dan dekat I.....	39
Tabel 4.10 Hasil percobaan teknik gabungan <i>cross eye</i> dengan <i>cross view</i> pada jarak jauh dan dekat II.....	40
Tabel 4.11 Hasil percobaan pada sore hari	42
Tabel 4.12 Hasil percobaan pada malam hari	43



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Dewasa ini sistem pengawasan berbasis video (*video surveillance*) dengan menggunakan kamera menjadi populer terutama untuk pengawasan sebuah area. Sistem yang paling banyak digunakan saat ini adalah CCTV (Close Circuit Television). CCTV adalah sistem pengawasan menggunakan kamera analog yang dikirim melalui kabel coaxial dan kemudian disambungkan kedalam sebuah alat proses pencitraannya, yaitu DVR, untuk diubah menjadi format video kemudian ditampilkan lewat layar televisi.

Seiring berkembangnya teknologi, munculah kamera-kamera model baru seperti kamera IP dengan keunggulannya yang dapat diakses melalui jaringan internet (*remote*). Selain itu untuk aplikasi-aplikasi yang lebih umum seperti komputer, saat ini banyak beredar *web camera* atau disebut juga *web cam* dengan variasi spesifikasi yang ditawarkan seperti kualitas ketajaman gambar, resolusi maksimum, *wireless*, dan sebagainya.

Pengaplikasian *web camera* semakin luas, tidak hanya terbatas untuk mengambil gambar atau digunakan aplikasi pada *social network* seperti *video chat*. Karena pada dasarnya proses pengolahan citranya berbasis komputer, piranti lunak yang dikembangkan pun semakin banyak variasinya. Salah satunya adalah untuk aplikasi *video surveillance*. Mirip seperti fitur pada kamera IP, dengan *web camera* bisa dibangun sebuah sistem pengawasan jarak jauh (*remote surveillance*).

Selain perkembangan dari sisi alat perekamnya, sistem *video surveillance* pun dikembangkan dari visualisasi 2 dimensi menjadi 3 dimensi seperti pada *rover* milik NASA di Mars. Sedangkan untuk konsep visualisasi 3 dimensi (*3D imaging*) yang dipakai pada *rover* tersebut berbasis *anaglyph*, yaitu konsep *3D imaging* yang memanfaatkan konsep *depth perception*.

Anaglyph sendiri biasanya dipakai pada dunia hiburan terutama bioskop-

Universitas Indonesia

bioskop layar lebar. efek yang dirasakan penonton adalah gambar yang ada di layar seakan-akan gambar tersebut mempunyai kedalaman (*depth*). Persepsi *depth* tersebut akan dicoba untuk diaplikasikan untuk proyek tugas akhir *3D surveillance* ini.

Pada dasarnya teknik pembuatan *anaglyph* digunakan dua buah kamera untuk mengambil gambar, kamera-kamera tersebut seakan-akan berperan seperti mata kiri dan mata kanan. Kemudian hasil citra dari masing-masing kamera tersebut masing-masing difilter warnanya dengan ketentuan, pada citra dari kamera kiri (*left eye camera*) difilter hingga tersisa komponen warna merah dan yang satunya difilter sehingga hanya tersisa komponen warna biru dan hijau (*cyan*).

Kebanyakan hasil gambar *anaglyph* melalui hasil *post processing*, sedangkan pada sistem *surveillance* outputnya adalah sebuah video *real time*. Oleh karena itu pada skripsi ini akan dirancang *prototipe 3d surveillance system* dengan menggunakan *web camera* untuk menciptakan visualisasi 3 dimensi secara *real time*. Karena tanpa *post processing* dibutuhkan parameter-parameter tertentu dalam pengambilan gambar agar menghasilkan *depth perception* yang baik dan untuk *video processing* digunakan software *HeavyMath Cam 3D*

1.2 TUJUAN

Tujuan dari skripsi ini adalah merancang bangun *prototipe 3D surveillance system berbasis anaglyph* yang bisa menghasilkan output *anaglyph* secara *real time*. Kamera yang digunakan adalah 2 buah *web cam* dan untuk *video processing* digunakan software *HeavyMath Cam 3D Webmaster Edition 3.8*.

1.3 BATASAN MASALAH

Masalah dibatasi pada pembahasan perancangan prototipe *sistem 3D surveillance*, terutama dalam teknik-teknik pengambilan gambar agar menghasilkan kualitas *depth perception* yang baik secara *real time*.

1.4 SISTEMATIKA PENULISAN

BAB 1 PENDAHULUAN

Membahas mengenai latar belakang, tujuan dan batasan masalah, serta bagian dari sistematika penulisan.

BAB 2 KONSEP SISTEM SURVEILLANCE DAN ANAGLYPH

Membahas teori mengenai definisi *surveillance system*, konsep perancangan *video surveillance*, *3D imaging*, konsep anaglyph, proses pembuatan anaglyph, dan *anaglyph surveillance system*.

BAB 3 PERANCANGAN SISTEM PROTOTIPE 3D SURVEILLANCE

Menjelaskan tahap-tahap yang dilakukan dalam perancangan sistem *3D surveillance*. Mulai dari penjelasan perancangan mekanik, teknik dasar pembuatan *anaglyph*, dan teknik pengambilan citra *anaglyph* secara *real time*.

BAB 4 HASIL PERCOBAAN DAN ANALISIS

Melakukan percobaan pengambilan gambar dan menganalisis kualitas *depth perception* dari gambar yang diperoleh untuk mencari teknik pengambilan gambar yang terbaik.

BAB 5 KESIMPULAN

Menjelaskan poin-poin penting dari hasil percobaan dan analisis.

BAB II

KONSEP SISTEM SURVEILLANCE DAN ANAGLYPH

2.1 Konsep Sistem

Sistem *surveillance* dan sistem *3D imaging* memiliki konsep yang berbeda. Oleh karena itu konsep pembahasan dasar teori dari *surveillance system* dan *3D imaging* akan dibahas secara terpisah.

2.1.1 Definisi *surveillance system*

Surveillance system atau dikenal sebagai sistem pengintaian suatu sistem dimana seseorang bisa memantau kondisi suatu tempat atau wilayah atau suatu objek, atau seseorang disaat yang bersamaan sang pemantau tersebut tidak berada dilokasi. *Surveillance system* biasanya bisa berupa data rekaman atau data yang dikirimkan secara real time, biasanya berbentuk video.

Karena sifatnya rahasia, maka pemegang sistem *surveillance* biasanya orang-orang dengan atau dari lembaga hukum seperti polisi atau pihak *security*. Selain itu tempat-tempat yang boleh dipasang kamera juga terbatas agak tidak mengganggu privasi. Biasanya tempat-tempat umum seperti bank, bandara, jalan raya, pusat perbelanjaan, dan tempat-tempat yang membutuhkan pengawasan [1]. Dalam *surveillance system* terbagi dalam berbagai macam jenis, diantaranya [2]:

1. *Network Surveillance*

Adalah suatu bentuk pengawasan yang mengawasi aliran data dan *traffic* dalam internet. Objek yang menjadi pengawasan adalah aliran data seperti e-mail, *web traffic*, *instant messaging*, dan sebagainya.

2. *Telephone*

Pada jaringan telepon juga bisa dipasang sistem pengawasan untuk percakapan. Hal ini tidak terbatas pada telepon rumah tapi juga bisa dari telepon

seluler, dan program *voice call* seperti Skype.

3. *Surveillance Camera*

Sistem pengawasan ini banyak digunakan karena implementasinya paling mudah. Biasanya yang paling digunakan adalah CCTV dan saat ini banyak beredar *IP camera* yaitu suatu kamera yang sudah memiliki IP (*Internet Protocol*) sendiri sehingga bisa diakses lewat jaringan internet.

4. *Social Network Analysis*

Sama seperti *network surveillance*, *social network analysis* adalah suatu bentuk pengawasan yang mengawasi *traffic* data internet yang bersumber pada *social network* seperti Facebook, Twitter, dan sebagainya. Biasanya yang menjadi objek pengawasan adalah informasi-informasi pribadi si pemilik akun.

5. *Biometric Surveillance*

Biometric surveillance merupakan bentuk pengawan berdasarkan data-data biologis seseorang, misalkan DNA, sidik jari, wajah, dan sebagainya. Bentuk *surveillance* ini dipakai untuk mengidentifikasi identitas seseorang dari struktur tubuhnya.

2.1.2 Konsep perancangan *video surveillance*

Dalam merancang *video surveillance*, ada beberapa kriteria yang perlu diperhatikan, namun penulis hanya akan membahas 2 kriteria yang berhubungan dengan proyek ini [3]:

- 1) Jenis-jenis kamera
- 2) Metode pengawasam

1. *Jenis-jenis kamera*

Setelah menentukan metode pemasangan kamera, selanjutnya yang dilakukan adalah menentukan jenis kamera yang akan dipakai. Ada 4 karakteristik

dari kamera yang perlu diperhatikan [4]:

a) Fixed vs PTZ

Sebuah kamera biasa terpasang statis (*fixed*) pada suatu poin yang spesifik. Sedangkan kamera bertipe PTZ mampu digerakan secara *remote* oleh seorang operator.

b) Color vs Infrared vs Thermal

Camera berwarna biasanya digunakan saat pencahayaan yang cukup, misalkan pada siang hari. Namun jika pencahayaan kurang (seperti pada malam hari), bisa menggunakan infra merah dan juga kamera thermal.

c) Standard Definition vs Megapixels

Perbedaan dalam memilih kamera *Standard Definition/High definition (SD/HD)* dengan *Megapixels* adalah semua kamera *SD/HD* adalah megapixel dan tidak semua megapixel adalah *SD/HD* [5]. Biasanya perbedaan yang jelas terdapat dari *aspect ratio* video yang dihasilkan [6].

d) IP vs Analog

Perbandingan dari tipe kamera ini bisa dilihat dari produk CCTV dan Kamera IP dengan perbedaan yang paling jelas adalah tipe konektivitas masing-masing kamera tersebut.

2. Metode pengawasan

Ada dua metode dasar dalam memasang kamera [5]. Pertama adalah metode kamera pasif, yaitu metode yang pengawasan dengan memasang sebuah kamera pada tempat tertentu. Selanjutnya pengawas cukup memantau dari jauh semua yang terjadi pada tempat tersebut. Metode ini yang biasa digunakan pada pemasangan-pemasangan CCTV.

Metode pemasangan kamera lainnya adalah metode kamera aktif. Biasanya dalam metode ini kamera tidak ditempatkan pada suatu lokasi yang tetap, melainkan kamera diletakan diatas sebuah robot, mobil, dan sebagainya. Biasanya metode ini banyak dipakai pada sistem robotik seperti kapal selam mini untuk eksplorasi bawah laut atau rover yang berada di Mars

2.2 3D Imaging

Bila ditinjau kembali, biasanya pada pemasangan kamera pasif dalam suatu tempat berada pada tempat yang tinggi seperti dinding atau langit-langit. Hal ini dilakukan agar objek-objek yang terdekat dan terjauh bisa diawasi seluruhnya. Namun hal tersebut sulit diaplikasikan pada metode kamera aktif kecuali dipasangkan *remote control* model pesawat atau helikopter.

Tujuan dari pemasangan kamera agar memiliki sumbu horizontal dan vertikal, selain agar bisa mengawasi objek terdekat dan objek terjauh, ada sebuah efek yang ingin didapatkan agar hasil pencitraan dapat dianalisa lebih detail. Efek tersebut adalah persepsi jarak dalam sebuah citra. Jika objek yang disorot kamera berada dalam 1 sumbu saja akan sulit ditentukan persepsi jaraknya.

Sebagai contoh, dalam sebuah gambar terdapat sebuah objek dengan suatu *background*. Jika muncul pertanyaan apakah objek tersebut berada persis didepan *background* atau tidak, hal tersebut sulit dideterminasi dalam citra 2 dimensi. Kebanyakan citra 2 dimensi kehilangan persepsi jarak sehingga dari gambar tersebut objek terhadap *background* seakan-akan jaraknya sangat dekat.

Contoh lainnya adalah sebagai manusia yang dikaruniai 2 buah indra penglihatan dengan berbagai macam kelebihan, salah satunya melihat objek secara 3 dimensi sehingga bisa mengenali semua parameter dari objek tersebut lebih detail khususnya adalah efek persepsi jarak yang timbul ketika melihat benda-benda yang letaknya berjauhan satu sama lain.

Hal ini membuktikan secara konsep bahwa indra penglihatan jauh lebih sempurna bila alat penglihatan yang dimiliki lebih dari satu alat penglihatan (misalkan sepasang mata). Lebih dalamnya lagi, persepsi jarak yang didapatkan oleh manusia terjadi karena sebuah efek yang ditimbulkan dari kedua mata dan efek tersebut dinamakan *horizontal* dan *vertical disparity*.

Persepsi jarak yang diberikan oleh otak manusia terjadi akibat salah efek *disparity* tersebut. *Disparity* adalah sebuah fenomena yang muncul ketika titik

pusat penglihatan terpisah dalam jarak tertentu sehingga citra yang didapatkan akan terlihat memiliki perbedaan posisi jika dilihat dari indra penglihatan yang kiri dan yang kanan.

Sedangkan dalam konsep pencitraan 3 dimensi dibutuhkan hasil pencitraan dari perbedaan perspektif penglihatan baik dari sisi maupun dari sudut yang lain. Sedangkan dalam konsep pencitraan 3 dimensi sendiri memiliki beberapa konsep untuk menciptakan citra 3 dimensi, diantaranya:

- 1) **3D computer graphic** : salah teknik pembuatan objek 3 dimensi menggunakan desain grafik komputer. Dengan teknik ini bisa diciptakan objek-objek yang mempunyai bentuk sesuai dengan aslinya. Biasanya teknik ini banyak digunakan dalam dunia hiburan.
- 2) **Holography** : Adalah sebuah teknik dimana sebuah "*light field*" hasil pantulan cahaya pada sebuah benda dimana pantulan cahaya tersebut dijadikan sumber cahaya untuk direkam dan direkonstruksi sehingga objek aslinya tidak diperlukan untuk berada ditempat. Teknik ini mirip dengan merekam suara pada *tape recorder*. Teknik *holography* sekarang dikembangkan lebih jauh dari hanya sekedar menampilkan gambar 3 dimensi, tapi juga untuk mengukur jarak benda pada sebuah planar [7].
- 3) **Stereogram** : Adalah teknik yang paling mudah diaplikasikan untuk menciptakan pencitraan 3 dimensi dari citra 2 dimensi. Biasa juga dikenal sebagai *stereoscopic*. Teknik *stereoscopic* memanfaatkan *depth perception* sesuai dengan teori dari mata manusia [8]. Ketika melihat sebuah benda, citra yang tertangkap oleh mata kiri dan mata kanan berbeda karena titik pusat lensa mata manusia terpisah. Dengan memanfaatkan hal tersebut bisa didapatkan citra 3 dimensi bisa diciptakan dari penggabungan citra 2 dimensi. Salah satu teknik *stereoscopic* sendiri adalah *anaglyph*.

2.2.1 Konsep *anaglyph*

Anaglyph adalah suatu konsep citra 3 dimensi dimana memanfaatkan 2 buah gambar yang memiliki *vertical disparity*. Kemudian dari 2 gambar tersebut dilakukan filter warna, sehingga salah satu gambar hanya memiliki komponen warna merah dan yang satunya tersisa komponen warna biru saja. Untuk melihatnya pun digunakan alat khusus yaitu kacamata 3-D yang berlensa *red-cyan* atau *red-green* (yang umumnya digunakan adalah *red-cyan*) [9].

Dasar teori dari kacamata 3D seperti pada Gambar 2.1. Pertama pada lensa merah akan mengatenuasi warna hijau dan warna tersebut tidak akan menembus lensa merah sehingga akan terlihat warna biru tersebut seperti garis hitam. Sedangkan warna merah sendiri akan lolos pada filter dan terlihat sebagai garis merah.

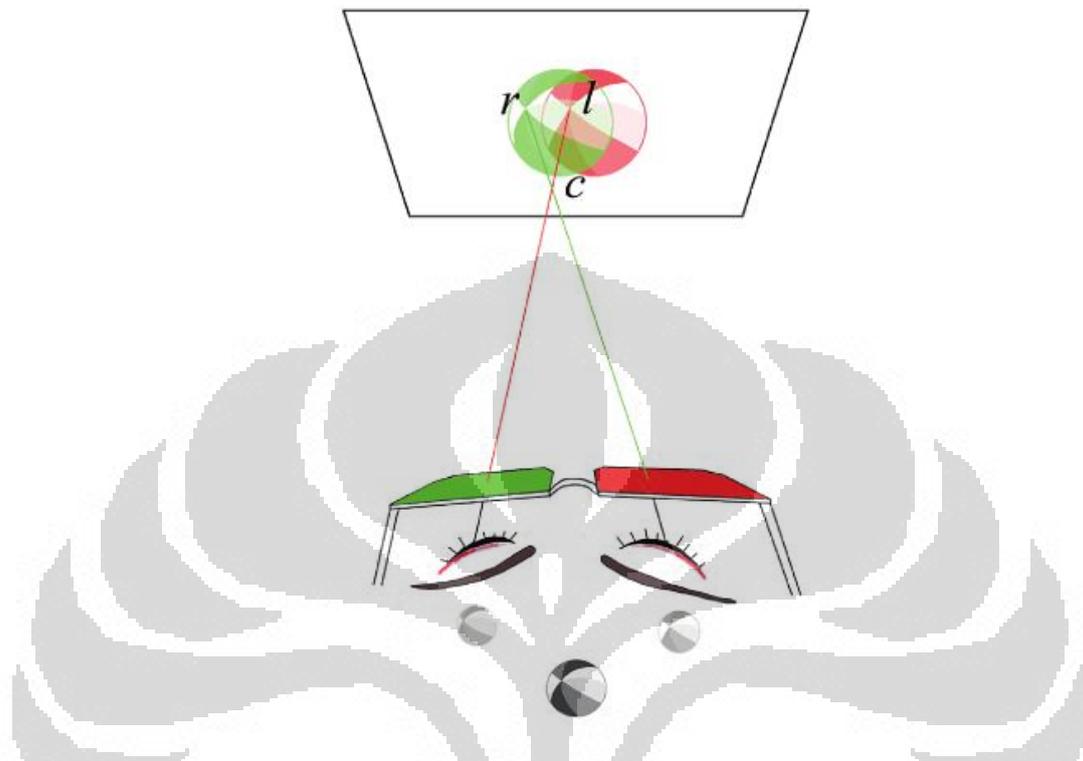
Namun disaat yang sama cahaya putih dari *background* dan pada filter merah akan terlihat sebagai garis merah sehingga warna merah yang asli akan menyatu pada *background* [10] sehingga warna merah hanya akan bisa mengenali warna hijau. Hal serupa juga terjadi pada lensa berwarna hijau.

Selain efek 3 dimensi efek lain yang terjadi pada *anaglyph* adalah sebuah persepsi yang dinamakan *3-D depth perception* [11]. Dengan *depth perception* bisa dilihat dari suatu gambar akan memberikan sugesti *depth* antara benda yang paling dekat dengan benda yang paling jauh [12]. Selain itu, *depth perception* sebenarnya hanya eksklusif berada pada domain *stereoscopic* [13].

Depth perception sendiri adalah sebuah dimensi yang hilang dalam sebuah citra ketika gambar tersebut berubah dari 3D menjadi 2D [11]. Sehingga jarak antar benda tidak bisa diperkirakan jika ada 2 buah benda yang terletak di depan dan sebaris dari pandangan kita.

Depth perception sendiri mempunyai 2 jenis, yaitu [11]:

- 1) *Binocular Depth* (Efek yang ditimbulkan dari dua alat penglihatan)
- 2) *Monocular Depth* (Efek yang ditimbulkan dari satu alat penglihatan)



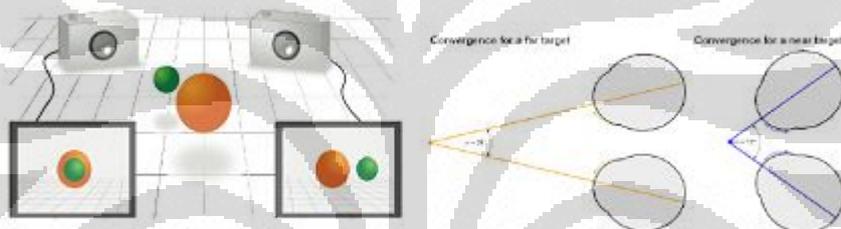
Gambar 2.1 Konsep dasar *anaglyph*

Untuk lebih jelasnya dapat dicontohkan sebagai berikut:

- 1) Misalkan pada Gambar 2.1 terdapat sebuah bola berada pada jarak 40 cm. Dengan menutup mata, misalkan mata kanan bola tersebut dilihat dengan mata kiri dengan pandangan ke arah l , maka citra bola yang dilihat seperti yang ditunjukkan pada bola di bawah mata kiri. Lalu saat mata kiri ditutup dan bola tersebut dilihat dengan mata kanan dengan pandangan ke arah r ; maka citra bola yang dilihat seperti yang ditunjukkan pada bola di bawah mata kanan. Bila dilihat dengan kedua mata pandangan akan tertuju ke arah c dan citra yang dihasilkan seperti yang ditunjukkan pada bola ditengah dan citra tersebut sudah dalam 3D. Kemudian jika bola tersebut perlahan-lahan di dekatkan ke jarak 30 cm, kemudian 20 cm, sampai akhirnya jarak terdekat dan dengan prosedur yang sama seperti diatas. Semakin dekat jarak antara benda dengan mata, fokus mata akan semakin menyilang pandangannya (*cross eye*) seperti pada Gambar 2.2. Dan juga

di setiap pandangan mata akan didapatkan hasil pencitraan suatu benda dengan posisi yang berbeda-beda dan dengan cara itulah objek terdekat dengan yang terjauh bisa dibedakan. Inilah yang disebut *Binocular depth*.

- 2) Selanjutnya sebuah pulpen dilihat hanya dengan satu mata. Perlahan-lahan pulpen tersebut didekatkan dan pandangan tetap fokus pada pulpen tersebut. Sampai akhirnya pada jarak yang paling dekat, saat pandangan tetap fokus pada pulpen tersebut, akan dirasakan sedikit tegang pada mata otot mata. Otot mata itu adalah otot *ciliary* [12], dan teknik yang memanfaatkan perspektif ini dinamakan *monocular depth* seperti yang digambarkan pada Gambar 2.3.

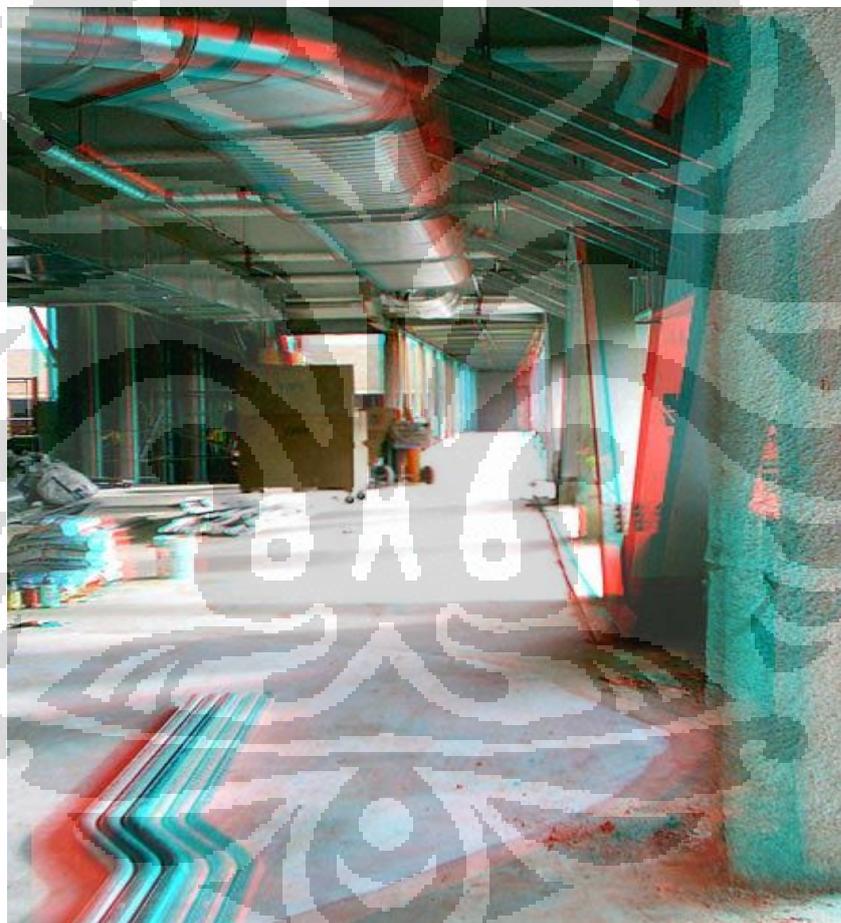


Gambar 2.2 Ilustrasi *binocular depth*



Gambar 2.3 Ilustrasi *monocular depth*

Depth perception juga bisa dikenali dengan sebuah cara lain, yaitu jika 2 buah objek salah satunya ada paling dekat dengan penglihatan dan yang satunya berada paling jauh dari pandangan. Selanjutnya jika kepala dimiringkan (penglihatan tetap pada objek), maka akan didapat sebuah objek paling dekat tidak akan mengalami banyak perubahan posisi pada penglihatan sedangkan perubahan jarak yang signifikan didapat pada objek yang paling jauh [13]. Contoh efek *depth perception* dalam citra *anaglyph* seperti pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Contoh efek *depth perception* dalam citra *anaglyph*

2.2.2 Proses pembuatan *anaglyph*

Metode dasar penciptaan *anaglyph* sesuai dengan konsep *stereoscopic*, yaitu berdasarkan jarak antara kedua mata manusia seperti yang dicontohkan pada

Gambar 2.5. Jarak kedua mata manusia sendiri terpisah sejauh kira-kira 6,5 cm – 7 cm [9]. Andaikan jarak kedua titik pusat lensa tersebut didekatkan atau diajuhkan maka pastinya akan didapat dimensi *depth perception* yang berbeda.

Pada jurnal milik Summerhays [14] menyebutkan bahwa jarak kedua titik pusat lensa diatur sesuai jarak dari objek yang ingin dicitrakan. Semisal bila object realtif dekat membutuhkan jarak antara dua titik pusat lensa sesuai mata normal manusia (6,5 cm – 8 cm) atau 2 cm – 3 cm bila lebih dekat lagi, sedangkan untuk pencitraan *landscape* justru disarankan jarak kedua antar kedua titik pusat lensa tersebut lebih lebar lagi (20 cm – 30 cm).

Teknik citra anaglyph sendiri seiring waktu semakin berkembang mulai dari citra *stereoscopic*, polarisasi, sampai *Autostereoscopic*, sampai yang terbaru *Liquid crystal shutter* [15]. Pada dasarnya, semua metode mengacu pada konsep *stereoscopic*. Yang berbeda hanya alat yang digunakan, misalkan pada metode polarisasi dimana menggunakan lensa dan kacamata polarisasi dan pada LCD menggunakan kacamata khusus dan 2 proyektor yang telah disinkronisasi sehingga yang melihat hanya melihat satu citra pada saat bersamaan [16].

Metode pembuatan citra *anaglyph* sendiri tidak terlalu sulit, bahkan sudah banyak *software* untuk membuat baik itu sebuah gambar ataupun video. Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, yang dibutuhkan adalah dua buah gambar yang diambil dari dua buah kamera yang titik pusat lensa dari masing-masing kamera berbeda (kamera kiri berperan sebagai mata kiri dan kamera kanan berperan sebagai mata kanan).

Kemudian dilakukan sebuah pemfilteran pada pandangan kiri sehingga hanya tersisa komponen warna hijau (*green*) dan biru (*blue*) atau juga disebut *cyan*. Begitu pula pada gambar mata kanan yang difilter hingga hanya tersisa komponen warna merah (*red*). Kemudian kedua gambar tersebut disatukan dengan susunan gambar mata kanan *overlay* terhadap mata kiri (warna *red* diatas diatas warna *cyan*). Dan biasanya citra *anaglyph* dalam format *grayscale* supaya hanya ada 3 macam komponen warna (*gray, red, cyan*).

Bergantung dari jarak titik pusat lensa kedua kamera tersebut, akan didapatkan *depth* yang berbeda-beda. Teknik pembuatan anaglyph sendiri mulai berkembang dari yang menggunakan dua kamera menjadi satu buah kamera atau sesuai konsep *monocular depth*.



Gambar 2.5 Contoh proses pembuatan citra *anaglyph*.: (A) Kamera kiri ; (B) Kamera Kanan ; (C) Hasil citra *grayscale anaglyph*

2.2.3 *Anaglyph surveillance system*

Anaglyph sendiri saat ini banyak dipakai pada bioskop-bioskop 3D. Sensasi seperti itulah yang ingin dimanfaatkan dalam metode *3D surveillance*. Bila metode ini bisa digunakan pada sebuah robot yang dipasangi 2 buah kamera dan setiap kamera merekam dan diproses untuk menjadi video *stereoscopic* baik secara *real time* ataupun *post processing*.

Kebanyakan dari proses pembuatan *anaglyph* sendiri adalah *post processing*. Banyak pertimbangan-pertimbangan kenapa metode ini banyak dipilih. Salah satunya adalah bisa melakukan pengaturan pada parameter penting gambar *stereoscopic* yaitu, kualitas gambar, *depth*, ketajaman gambar, dan *eye strain* [12]. Bila ditinjau kembali, konsep *surveillance* yang dinilai lebih tinggi adalah sistem *surveillance* yang *real time*.

Dengan mempelajari langkah-langkah pembuatan *anaglyph* secara *post processing*, akan didapatkan parameter-parameter penting untuk menciptakan suatu sistem *surveillance* dengan basis *anaglyph* secara *real time*. Proses ini jelas lebih mudah jika menggunakan sistem *surveillance* dengan basis digital (dengan *video management system* berbasis komputer).

BAB III

PERANCANGAN SISTEM PROTOTIPE 3D SURVEILLANCE

3.1 Kamera dan *video management system*

Pada perancangan prototipe sistem *3D surveillance* ini, digunakan *hardware-hardware* umum yang biasa digunakan orang. Untuk kamera yang digunakan adalah *web cam* standar yang banyak dijual di toko-toko computer. Merk *web cam* yang digunakan adalah M-TECH WB- 200 dengan spesifikasi sebagai berikut:

- 1) *Manual focus*
- 2) *Automatic color compensation*
- 3) *Plug and play USB 2.0 with built in microphone*
- 4) *5.0 Megapixels Interpolated up to 640x480 max resolution*

Sedangkan sedangkan *video management system* untuk pengolahan citra menggunakan *notebook*. *Notebook* yang digunakan setidaknya memiliki kemampuan dalam mengolah multimedia dengan baik, karena dalam *surveillance* nanti menggunakan multi kamera dalam percobaannya dan proses pembuatan *anaglyph* membutuhkan spesifikasi multimedia yang memadai. Maka *notebook* yang dipilih untuk percobaan memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- 1) *Processor* : *Intel Celeron*
- 2) *Memoy* : *1 GB DDR3*
- 3) *HDD* : *SATA HDD*
- 4) *VGA* : *Intel Integrated Graphic (GL40)*

3.2 Software

Pada proses pembuatan citra *anaglyph* digunakan *software image editor* dan dibuat secara *post processing*. Sedangkan pada percobaan *3D surveillance* digunakan *software* yang mampu mengolah citra *anaglyph* secara *real time*.

Software yang digunakan diunduh secara bebas lewat Internet yang tergolong *freeware* (kecuali Adobe Photoshop CS3). *Software-software* tersebut adalah:

1) *Adobe Photoshop CS3*

Image editor yang digunakan untuk ilustrasi proses pembuatan citra *anaglyph*.

2) *Anaglyph Maker Ver1.08*

Image editor yang khusus untuk pembuatan *anaglyph* saja. *Software* ini menjadi alternatif *image editor* karena *Photoshop CS3* bukan tergolong *freeware*

3) *iSpy v3.4.3.0*

Adalah *free trial* *software* untuk sistem *surveillance* dan digunakan untuk uji coba kemampuan multi kamera *surveillance* sebelum membuat sistem *surveillance anaglyph*.

4) *HeavyMatch Cam 3D Webmaster Edition 3.8*

Software utama yang digunakan untuk 3D based *anaglyph surveillance* pada perancangan prototipe ini. Walaupun fitur-fitur pembuatan videonya dibatasi karena bersifat *free trial*, namun masih bisa digunakan untuk *local viewing* dan *capture image*.

3.3 Perancangan Mekanik

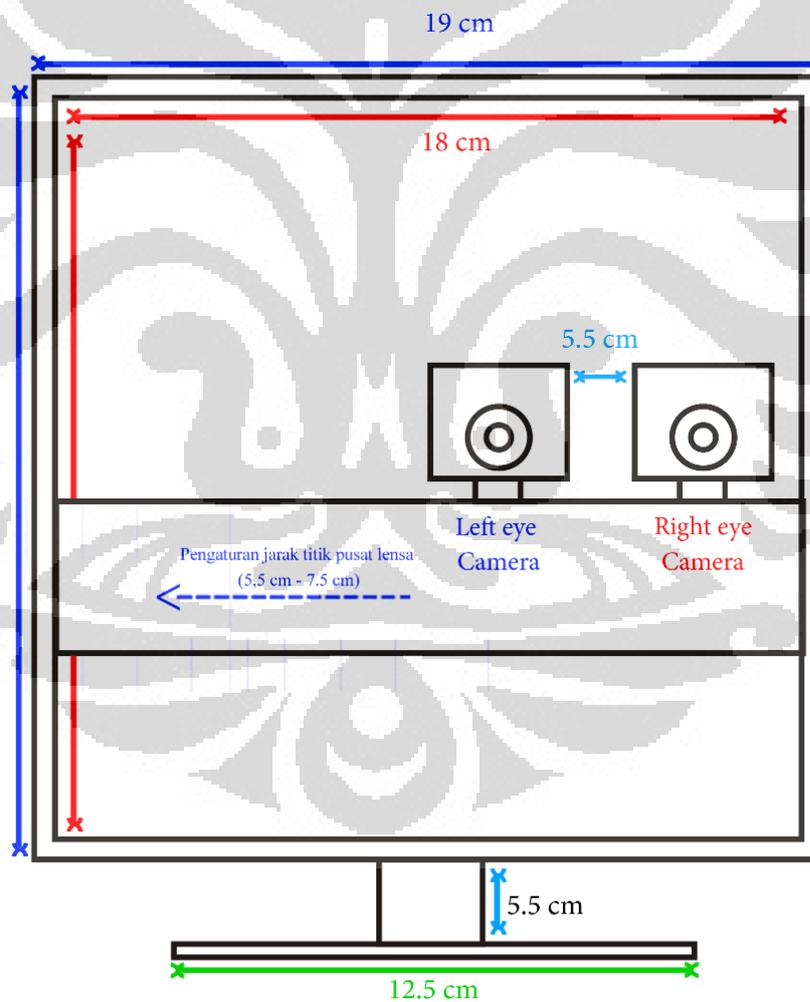
Selanjutnya adalah perancangan mekanik sebagai prototipe *3D imaging*. Tujuannya adalah agar kedua *web cam* bisa diletakan sejajar dalam sumbu vertikal dan jarak titik pusat lensa antara keduanya diatur supaya *vertical disparity* tidak terlalu jauh. Dan untuk model rancangannya ditunjukkan pada Gambar 3.1.

Pada perancangan tersebut kamera yang telah diletakan sejajar bisa diatur jarak antar titik pusat lensa kedua kamera tersebut. Jarak minimum 5.5 cm sampai seperti jarak antar titik pusat lensa pada mata manusia, yaitu 6 cm sampai 7.5 cm.

Selain itu, mengikuti konsep *binocular depth*, maka kedua kamera bisa diputar agar gambar bisa diambil dengan teknik *cross eye*, yang nantinya akan dijelaskan lebih lanjut pada bagian sub bab 3.5.

Prototipe terbuat dari akrilik dengan dimensi 19 x 19 cm. Lalu pada bagian untuk *mounting* kedua kamera terbuat dari aluminium dan terdapat ulir untuk mengatur jarak antar kedua kamera. Kedua kamera diposisikan sejajar dan terpisah sejauh 5,5 cm sebagai jarak minimal dan 7,5 cm sebagai jarak maksimum.

Sedangkan pada bagian dasar dipasangkan akrilik tambahan yang berbentuk silinder dengan jari-jari sebesar 2 cm dan tingginya 5,5 cm. Silinder tersebut berfungsi sebagai sumbu agar bisa berputar seperti kamera PTZ. Dan terakhir sebagai dudukan dibuat dari akrilik dengan panjang 12,5 cm dan lebar sebesar 5 cm. Bentuk asli prototipe ini seperti ditunjukkan Gambar 3.2.



Gambar 3.1 Dimensi peletakan kamera



Gambar 3.2 Foto prototipe *3D surveillance*

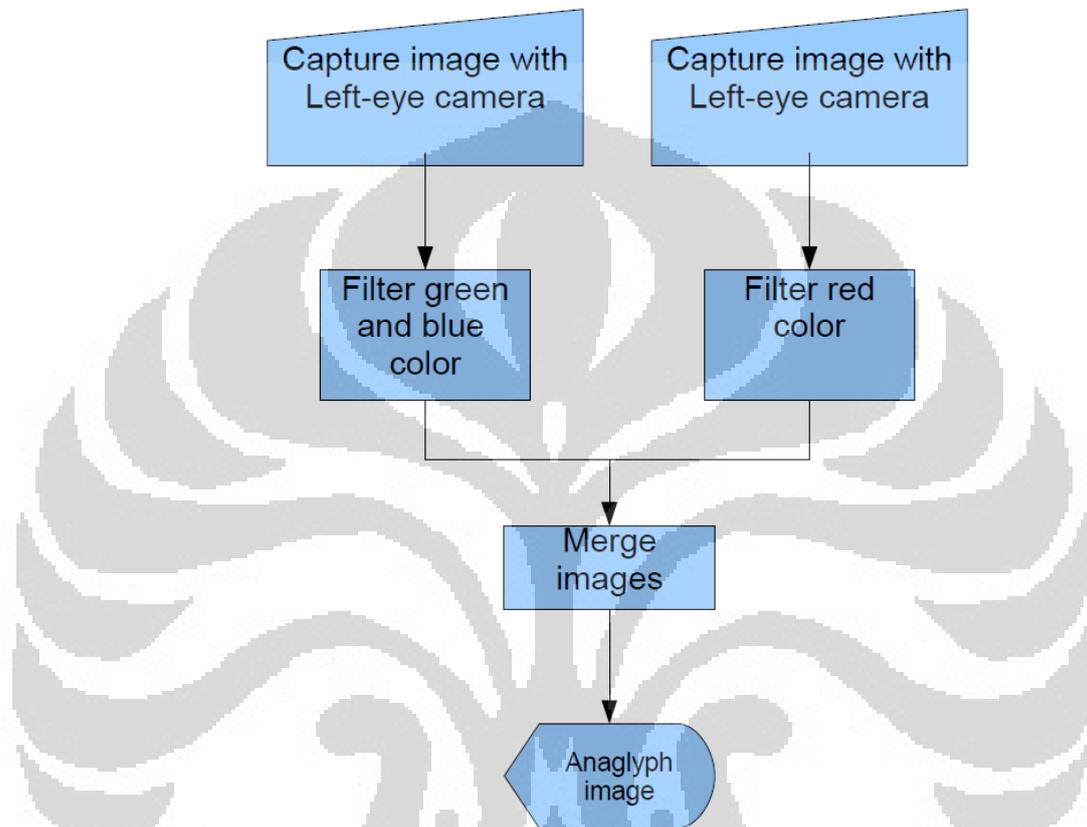
3.4 Proses pembuatan citra *anaglyph*

Pembuatan citra *anaglyph* membutuhkan 2 buah gambar dari kamera-kamera yang berperan sebagai mata kiri dan kanan. Kemudian pada gambar dari kamera yang sebagai mata kiri (*left eye camera*) difilter warnanya hingga hanya tersisa komponen warna merah saja. Lalu pada gambar dari yang sebagai mata kanan (*right eye image*) filter warna yang dilakukan untuk menyisakan komponen warna hijau dan biru (*cyan*) dan terakhir kedua gambar di-*overlay*. Proses pembuatannya ditunjukkan lebih rinci pada *flowchart* Gambar 3.3.

Sebagai contoh akan diberikan langkah-langkah pembuatan citra 3D secara *post processing* menggunakan Photoshop dan langkah-langkahnya sebagai berikut:

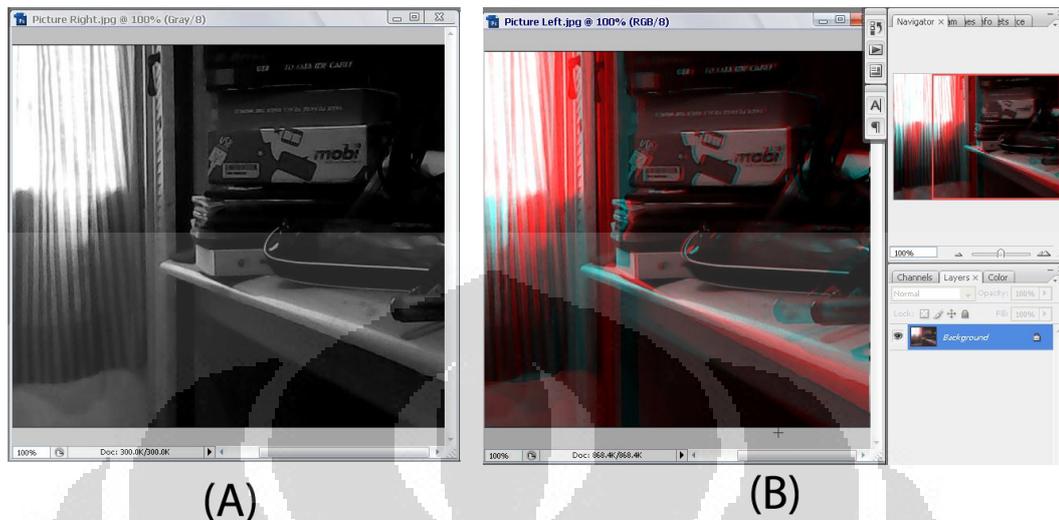
- 1) 2 buah gambar hasil *left eye camera* dan *right eye camera* diubah menjadi *grayscale* dengan command, *image > mode > grayscale* seperti pada Gambar 3.4 (A).
- 2) Selanjutnya pada frame mata kanan/kiri (salah satu) dikembalikan menjadi mode RGB (command *image > mode > grayscale*). Ini akan membuat

gambar masih tampak *grayscale* karena pada proses pertama telah dihilangkan komponen RGBnya.



Gambar 3.3 Flowchart proses pembuatan citra *anaglyph*

- 3) Kemudian komponen merah pada frame tersebut dihilangkan (dengan menggunakan fasilitas *hide*, bukan *delete layer*) pada pilihan *command* dalam tab *channel*.
- 4) Lalu frame yang satunya dipindahkan pada frame RGB tersebut dan warna merahnya diaktifkan kembali. Dengan demikian warna merah milik frame yang dipindahkan tersebut akan menjadi *top layer* seperti pada Gambar 3.4 (B)



Gambar 3.4 Proses post editing dengan Photoshop ; (A) *Right eye image* yang telah menjadi grayscale ; (B) *Left eye image* yang telah digabungkan dengan komponen RGB

3.5 Teknik pengambilan gambar pada *real time anaglyph*

Pada proses *real time*, pembuatan gambar anaglyph akan langsung diproses otomatis menggunakan software *HeavyMath 3D*. Berbeda dari *post processing*, pada proses *real time* hasil apapun yang didapat dari kedua kamera adalah *display output* pencitraan *anaglyph*. Permasalahannya adalah seberapa jauh *horizontal disparity* dan *vertical disparity* yang terjadi.

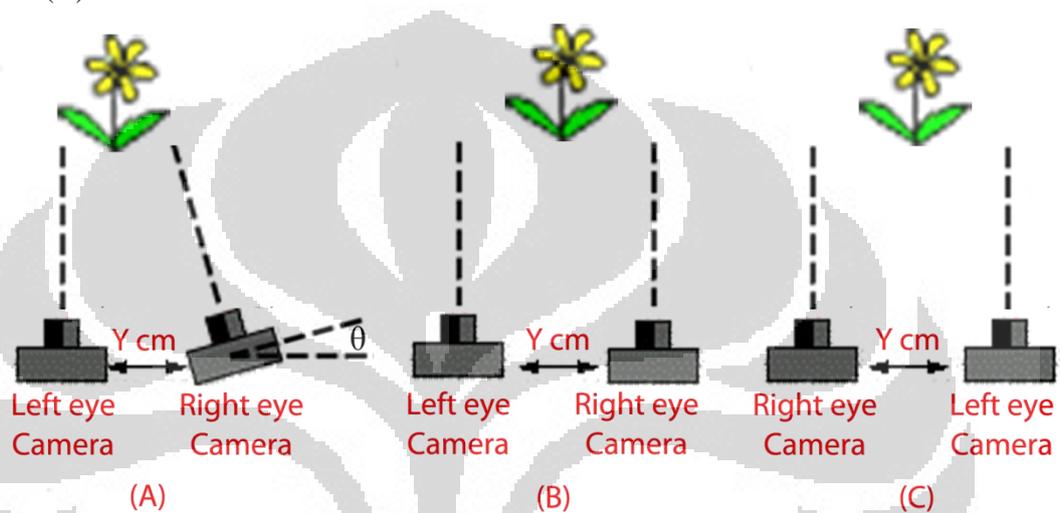
Perbedaan *disparity* akan menentukan hasil *depth perception* yang berbeda. Semakin jauh *disparity* yang tercipta akan semakin menghilangkan *depth perception*. Dalam *post processing* efek *disparity* dapat diatur dengan menggeser frame secara *software*, namun untuk proses *real time* yang diatur adalah sudut pandang sebuah kamera ataupun keduanya.

Ada beberapa teknik untuk mengatur *disparity*. Teknik-teknik tersebut diantaranya adalah:

- 1) Dengan menyilangkan salah satu sudut pandang kamera atau yang disebut juga teknik *cross eye* [13] seperti pada Gambar 3.5 (A). Sudut yang nantinya terbentuk akibat kamera diputar perlahan hingga menghasilkan *depth of field* yang baik, akan diukur menggunakan busur.
- 2) Mengatur jarak antara titik pusat lensa *left eye camera* terhadap *right eye*

camera seperti pada Gambar 3.5 (B). Pengukurannya bisa dilakukan dengan menggunakan penggaris.

- 3) Menukar posisi kamera sehingga *left eye camera* berada di sebelah kanan (menggantikan *right eye camera*) dan sebaliknya seperti pada Gambar 3.5 (C).



Gambar 3.5 (A) Teknik *cross eye*. ; (B) Mengatur jarak titik pusat lensa. ; (C) Teknik *cross view*.

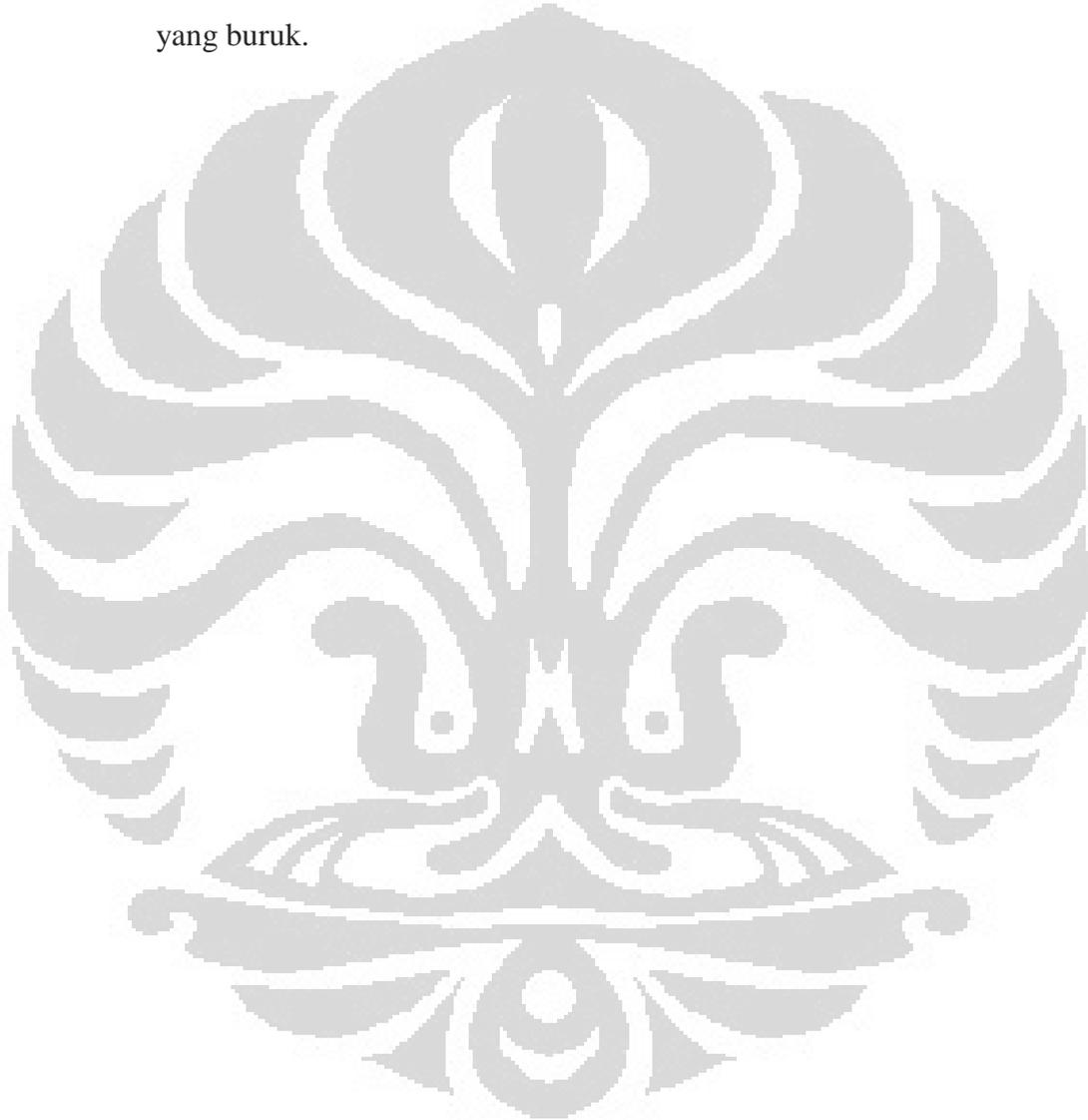
3.6 Prosedur percobaan

Percobaan untuk sistem *real time anaglyph* memiliki prosedur sebagai berikut:

- 1) Kamera yang telah dirancang sejajar dalam planar vertikal diuji terlebih dahulu hasil citranya dengan tujuan agar bisa dilakukan pengaturan ulang pada posisi kamera bila mendapat hasil *disparity* selain *vertical disparity*.
- 2) Selanjutnya pengambilan gambar dilakukan terhadap objek-objek yang diletakan pada satu jarak tertentu dan hasil pencitraannya akan dilihat dan dinilai secara kualitatif seberapa bagus efek *depth perception* yang dihasilkan akibat pengaruh efek *vertical disparity*.
- 3) Jika efek *disparity* menghasilkan kualitas *depth perception* yang buruk, maka akan dilakukan penyesuaian menggunakan teknik-teknik yang telah dijelaskan sebelumnya pada sub bab 3.5.
- 4) Setelah ditemukan teknik pengambilan gambar yang menghasilkan *depth*

perception yang baik, selanjutnya dilakukan uji coba dengan objek pada rentang jarak yang bervariasi dan juga campuran dari teknik pengambilan gambar agar bisa didapatkan kesimpulan teknik pengambilan gambar yang terbaik untuk sistem prototipe *3D surveillance* berbasis anaglyph.

- 5) Percobaan terakhir adalah pengambilan gambar pada kondisi pencahayaan yang buruk.



BAB 4

HASIL PERCOBAAN DAN ANALISIS

4.1 Hasil percobaan pada *intial position*

Percobaan pertama yang dilakukan adalah melihat *disparity* yang terjadi pada pemasangan kamera di posisi awal (*initial position*). Sebelumnya, perancangan prototipe telah dibuat agar kedua kamera diposisikan sejajar dengan perbedaan antara titik pusat lensa sejauh 5,5 cm pada *initial position*. Hasil pencitraannya dapat langsung dilihat secara *real time* menggunakan *software HeavyMath Cam 3D*. Untuk penilaian *depth perception* dinilai dengan 3 kategori, yaitu : *Low*, *Moderate*, dan *Good*.

Hasil yang diperoleh seperti pada Gambar 4.1 dan 4.2. Perancangan prototipe telah sesuai dengan parameter hasil pencitraan hanya boleh memiliki *vertical disparity*. Namun dari hasil pencitraan itu juga didapati bahwa pada rentang jarak antar titik pusat lensa paling minimum dihasilkan *disparity* yang cukup jauh sehingga *depth perception* yang dihasilkan tidak bagus. Dan jika jarak antar titik pusat lensa semakin jauh maka *disparity* pun akan semakin menjauh.

Dari pengamatan kedua gambar tersebut artinya jarak antar titik pusat lensa harus lebih dekat lagi, kira-kira antara 2 – 3 cm. Karena antara 5,5 cm dengan 6,5 cm *disparity* yang didapat tidak terlihat berbeda. Artinya pergeseran kamera untuk membuat *disparity* yang signifikan harus lebih dari 1 cm. Selain itu secara *default* prototipe ini tidak bisa menciptakan citra *anaglyph* yang baik. Oleh karena itu perlu digunakan teknik-teknik seperti yang telah disebutkan pada sub bab 3.5.



Gambar 4.1 Hasil *vertical disparity* pada *initial position* dengan jarak antar titik pusat lensa 5.5 cm

Tabel 4.1 Hasil percobaan pada *initial position*

Hasil percobaan Gambar 4.1	
Parameter uji coba	Hasil
Kondisi pencahayaan	Terang
Jarak menuju objek	80 cm - 1 meter
Jarak antar titik pusat lensa	5.5 cm
<i>Depth perception</i> yang dihasilkan	Low



Gambar 4.2 Hasil *vertical disparity* pada jarak antar titik pusat lensa 6,5 cm

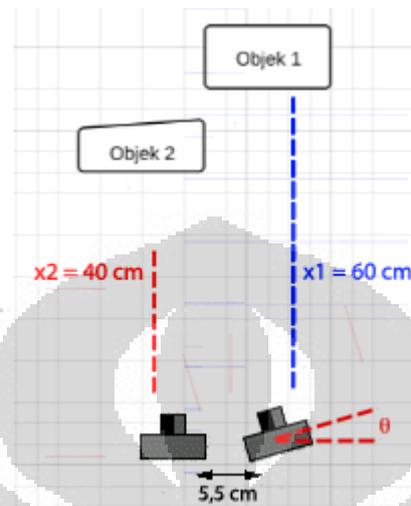
Tabel 4.2 Hasil percobaan pada jarak titik pusat lensa 6,5 cm

Hasil percobaan Gambar 4.2	
Parameter uji coba	Hasil
Kondisi pencahayaan	Terang
Jarak menuju objek	40 cm - 1 meter
Jarak antar titik pusat lensa	6,5 cm
<i>Depth perception</i> yang dihasilkan	Low

4.2 Hasil percobaan menggunakan teknik *cross eye*

Percobaan berikutnya adalah dengan menggunakan teknik *cross eye*, dimana *right eye camera* akan diputar perlahan sampai menghasilkan *depth perception* yang baik dan jarak antar titik pusat lensa masih tetap pada jarak 5.5 cm. Untuk objek pengamatan, digunakan 2 benda yang diletakan pada jarak 60 cm dari posisi kamera dan benda satu lagi diletakan 40 cm lebih dari benda pertama.

Ilustrasi percobaan seperti pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Ilustrasi percobaan I *cross eye*

Dengan keterangan gambar sebagai berikut:

- x_1 = Jarak kamera terhadap objek no. 1 ($x_1 = 60 \text{ cm}$)
- x_2 = Jarak kamera terhadap objek no. 2 ($x_2 = 40 \text{ cm}$)
- θ = Sudut yang terukur dari hasil pencitraan terbaik dengan teknik *cross eye*

Dari percobaan tersebut, Hasil citra terbaik yang bisa didapat seperti pada Gambar 4.4. Dari objek-objek yang diletakan pada jarak 40 cm dan 60 cm terhadap *background* dibelakangnya, secara keseluruhan, *depth perception* yang didapat masih kurang baik. Sedangkan sudut yang terukur dari pencitraan ini adalah $\theta = 5^\circ$ berlawanan jarum jam (*counter clockwise/CCW*).



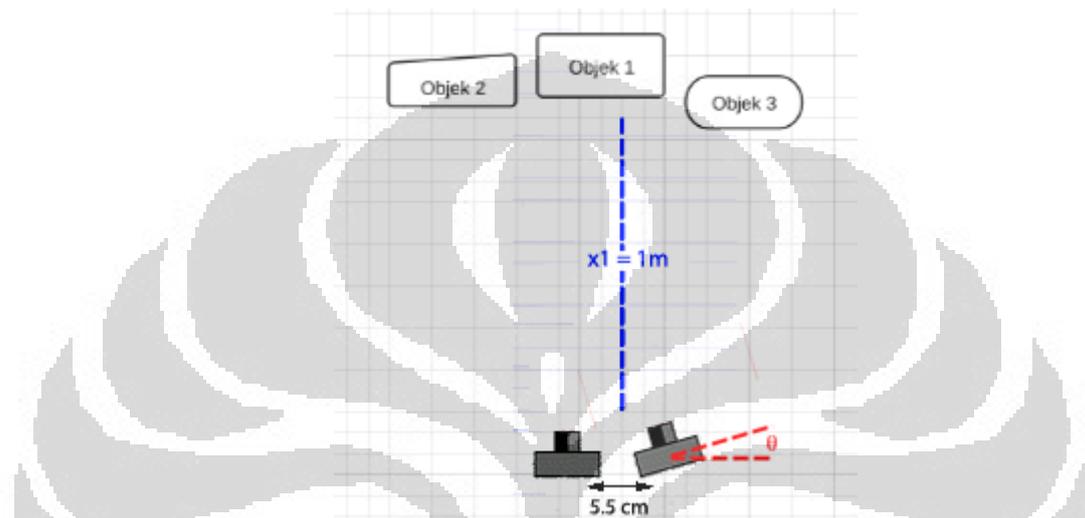
Gambar 4.4 Hasil citra percobaan I *cross eye*

Tabel 4.3 Hasil percobaan teknik cross eye pada jarak 40-60 cm

Hasil percobaan Gambar 4.4	
Parameter uji coba	Hasil
Kondisi pencahayaan	Terang
Jarak menuju objek	40 cm - 60 cm
Jarak antar titik pusat lensa	5.5 cm
<i>Depth perception</i> yang dihasilkan	Low
Sudut yang terbentuk (θ)	5° CCW

Dalam teknik *cross eye*, prinsip kerjanya mirip seperti *binocular depth* pada indra mata manusia. Analoginya jika sebuah objek yang dilihat oleh manusia dan perlahan-lahan objek tersebut semakin mendekat, akan didapatkan bahwa objek lain yang berada dibelakangnya akan terlihat ganda. Sama seperti hasil Gambar 4.4, artinya jarak objek-objek pada kamera yang sejauh 40-60 cm adalah jarak terdekat antara kamera kamera untuk mengambil objek.

Oleh karena itu, dilakukan kembali percobaan dengan teknik *cross eye* namun rentang jarak antara benda dengan kamera yang lebih dijauhkan lagi. Parameter jarak yang dipilih adalah objek-objek yang berjarak 1 meter dari posisi kamera. Ilustrasi percobaan seperti pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Ilustrasi percobaan II *cross eye*

Dengan keterangan gambar sebagai berikut:

x_1 = Jarak kamera terhadap objek-objek ($x_1 = 1$ meter)

θ = Sudut yang terukur dari hasil pencitraan terbaik dengan teknik *cross eye*

Dan hasil yang diperoleh seperti pada Gambar 4.6. Pada gambar tersebut, sebelum melihat menggunakan kacamata 3D, didapatkan hasil visualisasi dimana *vertical disparity* terlihat jauh lebih kecil dibanding pada percobaan-percobaan sebelumnya. Walaupun efek *depth perception* cukup terasa pada hasil citra tersebut, namun secara keseluruhan efek *depth perception* yang terasa pendek.

Selain itu, sudut yang terukur adalah $\theta = 3^\circ$ dan dari hasil pencitraan ini menunjukkan bahwa dengan teknik pengambilan gambar anaglyph menggunakan teknik *cross eye* dan secara real time pada prototype ini, jarak efektif pandang kamera terhadap objek sejauh 1 meter dengan sudut yang terbentuk sebesar $\theta = 3^\circ$ *counter clockwise* (CCW).



Gambar 4.6 Hasil citra percobaan II *cross eye*

Tabel 4.4 Hasil percobaan teknik *cross eye* pada jarak 1 meter

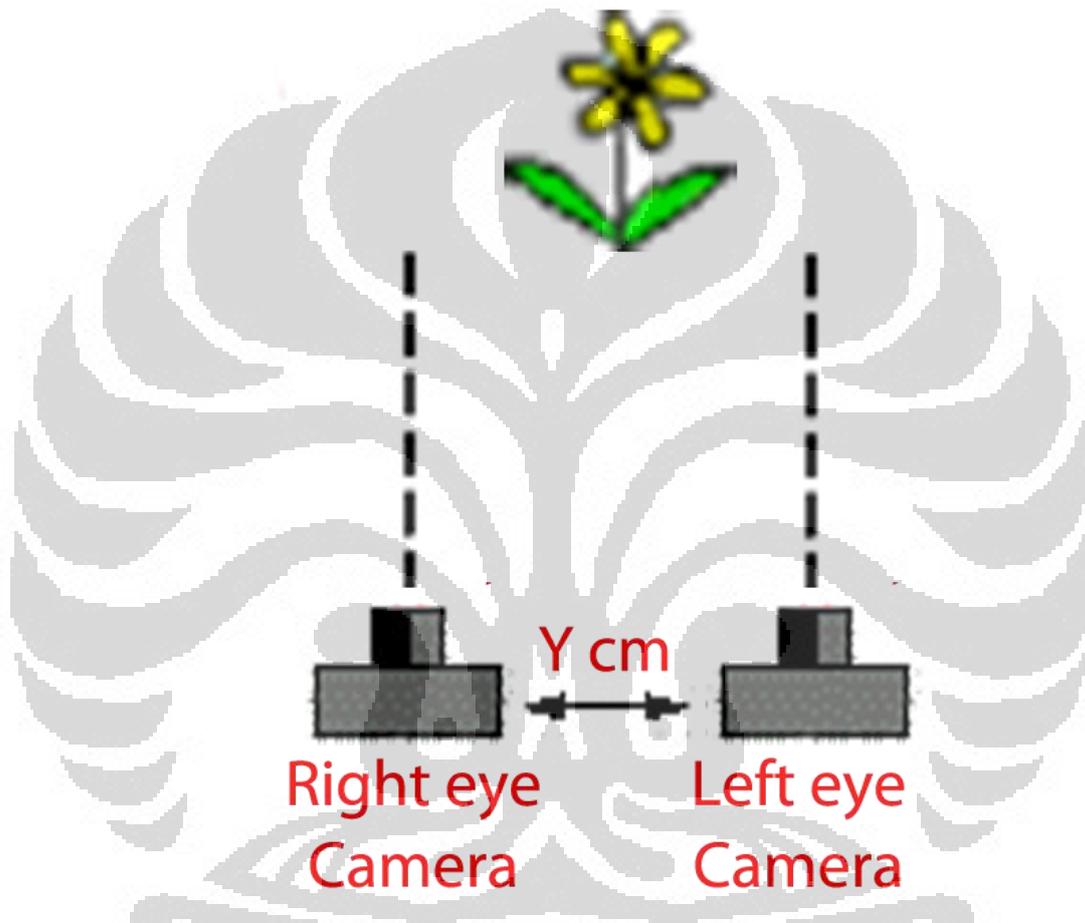
Hasil percobaan Gambar 4.6	
Parameter uji coba	Hasil
Kondisi pencahayaan	Terang
Jarak menuju objek	1 meter
Jarak antar titik pusat lensa	5.5 cm
<i>Depth perception</i> yang dihasilkan	Moderate
Sudut yang terbentuk	3° CCW

4.3 Hasil percobaan menggunakan teknik *cross view*

Teknik terakhir yang akan diuji adalah teknik *cross view*. Perbedaan teknik pengambilan gambar ini dibanding teknik *cross eye* adalah, jika pada teknik *cross eye* salah satu kamera menyorot objek secara bersilangan sehingga fokus dari kamera tertuju pada sebuah benda saja. Akibatnya objek-objek yang berada di belakang benda yang disorot, tergantung seberapa jauh letak benda tersebut, akan

mengalami *vertical disparity* yang cukup jauh seperti pada Gambar 4.5.

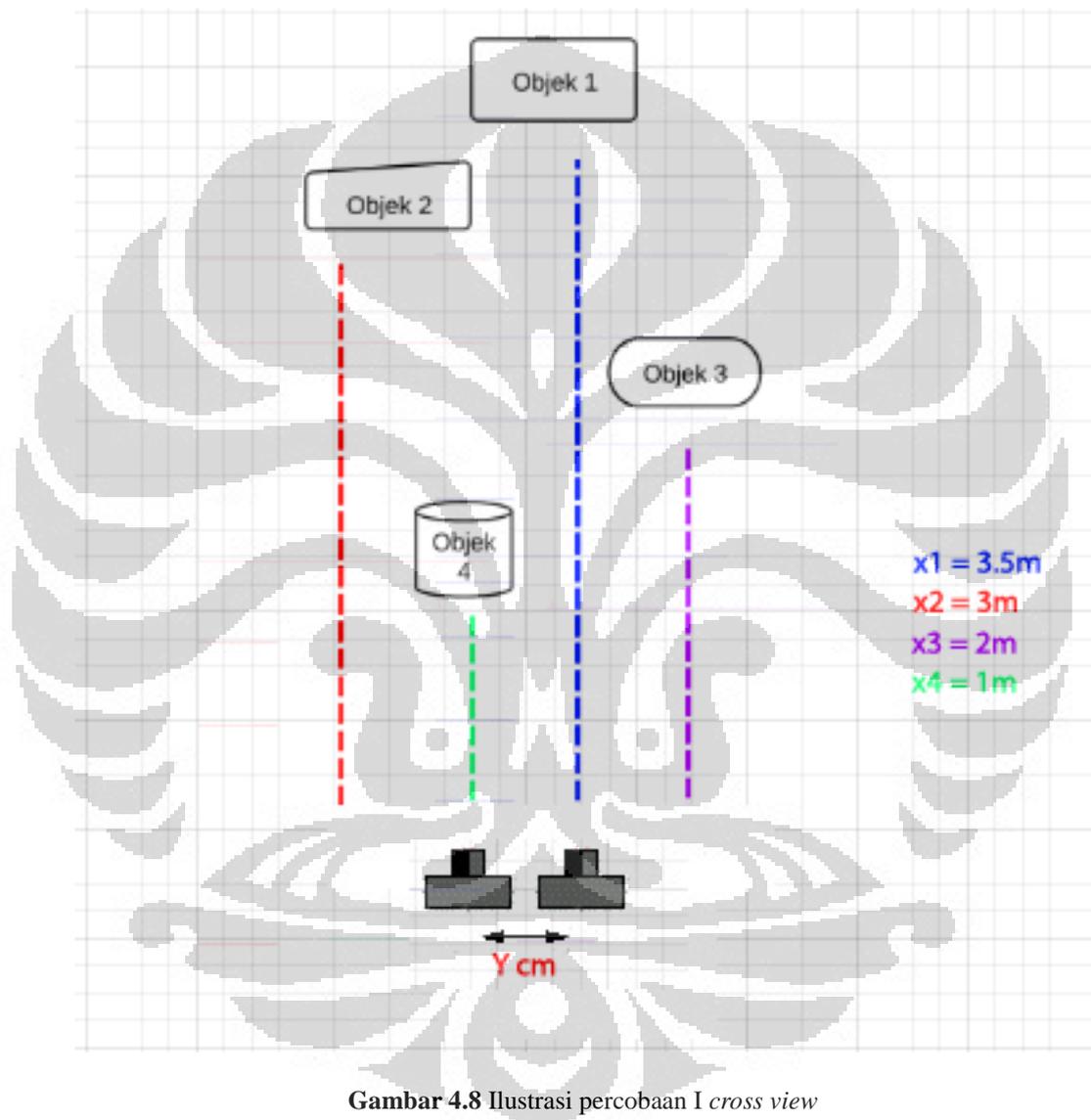
Berdasarkan hasil pada Gambar 4.1 dimana hasil *disparity* pada *initial position* terlihat cukup jauh, maka hal tersebut bisa dimanfaatkan sebagai salah satu teknik pengambilan gambar.



Gambar 4.7 Ilustrasi pengambilan gambar pada teknik *cross view* (Y = jarak antar titik pusat lensa)

Seperti pada Gambar 4.7 dimana *left eye camera* ditukar menempati posisi *right eye camera* dan sebaliknya. Hal ini dilakukan karena pada dasarnya jarak antar kedua titik pusat lensa harus lebih dekat lagi ($Y < 5.5$ cm). Sedangkan pada prototipe ini jaraknya diperlebar lagi maka hasil *vertical disparity* akan semakin jauh. Tapi jika kedua kamera ditukar posisinya seharusnya *vertical disparity* akan bertemu pada suatu poin.

Percobaan pertama menggunakan teknik *cross view* dengan menempatkan beberapa objek para rentang jarak yang bervariasi, mulai dari 1 meter hingga 3.5 meter dengan jarak antar titik pusat lensa perbedaan jarak 5.5 cm. Ilustrasi percobaan ditunjukkan pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Ilustrasi percobaan I *cross view*

Dengan keterangan gambar sebagai berikut:

- x1 = Jarak objek 1 terhadap kamera (3.5 meter)
- x2 = Jarak objek 2 terhadap kamera (3 meter)

- x3 = Jarak objek 3 terhadap kamera (2 meter)
x4 = Jarak objek 4 terhadap kamera (1 meter)
Y = Jarak antar titik pusat lensa (5.5 cm)

Sedangkan hasil yang diperoleh seperti pada Gambar 4.9. Hasil yang diperlihatkan bahwa objek 1 mempunyai *vertical disparity* yang cukup jauh. Sama halnya yang diperlihatkan pada objek 2, namun hasil yang berbeda ditunjukkan pada objek 1. Hasil *vertical disparity* yang diperlihatkan pada objek 1 tidak sejauh dibanding objek-objek lainnya. Secara keseluruhan, untuk kualitas *depth perception* berdasarkan efek *vertical disparity* yang dihasilkan masing-masing objek diberi nilai *moderate*.

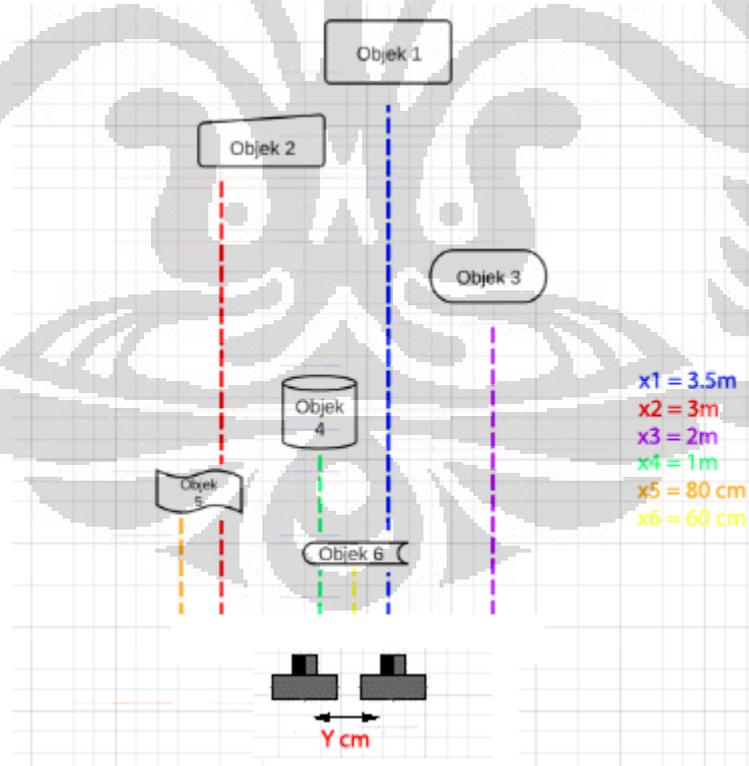


Gambar 4.9 Hasil citra percobaan I *cross view*

Table 4.5 Hasil percobaan *cross view* terhadap jarak 1 – 3.5 meter

Hasil percobaan Gambar 4.9	
Parameter uji coba	Hasil
Kondisi pencahayaan	Terang
Jarak menuju objek	1 - 3.5 meter
Jarak antar titik pusat lensa	5.5 cm
<i>Depth perception</i> yang dihasilkan	Moderate

Dari hasil tersebut selanjutnya akan dilakukan percobaan untuk benda-benda yang jaraknya kurang dari 1 meter terhadap benda-benda yang jaraknya lebih jauh seperti yang ditunjukkan Gambar 4.10. Dengan parameter yang sama seperti sebelumnya hanya ditambahkan objek-objek yang jaraknya lebih dekat lagi. Percobaan ini untuk membuktikan bahwa teknik pengambilan gambar ini juga cocok untuk jarak-jarak dekat.

**Gambar 4.10** Ilustrasi percobaan II *cross view*

Dengan keterangan gambar sebagai berikut:

- x1 = Jarak objek 1 terhadap kamera (3.5 meter)
- x2 = Jarak objek 2 terhadap kamera (3 meter)
- x3 = Jarak objek 3 terhadap kamera (2 meter)
- x4 = Jarak objek 4 terhadap kamera (1 meter)
- x5 = Jarak objek 5 terhadap kamera (80 cm)
- x6 = jarak objek 6 terhadap kamera (60 cm)
- Y = Jarak antar titik pusat lensa (5.5 cm)



Gambar 4.11 Hasil percobaan II *cross view*

Tabel 4.6 Hasil percobaan cross view terhadap objek-objek jarak dekat

Hasil percobaan Gambar 4.11	
Parameter uji coba	Hasil
Kondisi pencahayaan	Terang
Jarak menuju objek	60 cm - 3.5 meter
Jarak antar titik pusat lensa	5.5 cm
<i>Depth perception</i> yang dihasilkan	Moderate

Dari hasil yang didapatkan seperti pada Gambar 4.11 terlihat pada benda-benda yang berjarak dekat terasa efek 3 dimensinya. Antara objek 6, objek 5, objek 4 ketiga hanya ketiga benda ini yang menghasilkan kualitas 3 dimensi yang baik. Hal tersebut dapat dilihat bahwa hanya ketiga objek tersebut yang memiliki *vertical disparity* yang jauh.

Secara keseluruhan kualitas anaglyph pada Gambar 4.11 tergolong *moderate*, karena efek *depth perception* belum begitu terasa secara keseluruhan, kecuali efek 3 dimensi pada objek-objek yang berjarak dekat dengan kamera.

4.4 Analisa teknik pengambilan citra *anaglyph* secara *real time*

Setelah dilakukan rangkaian percobaan untuk menghasilkan citra anaglyph dan dikumpulkan pada Tabel 4.7, bisa disimpulkan untuk bahwa *vertical disparity* adalah hal yang paling penting agar bisa menciptakan citra *anaglyph* dengan kualitas *depth perception* yang baik. Jika pada *post processing* hal tersebut bisa didapatkan dengan menggeser frame hingga mendapat *vertical disparity* yang sesuai, sedangkan untuk sistem *real time* penyesuaian dilakukan dengan teknik pengambilan gambar seperti *cross view* atau *cross eye*.

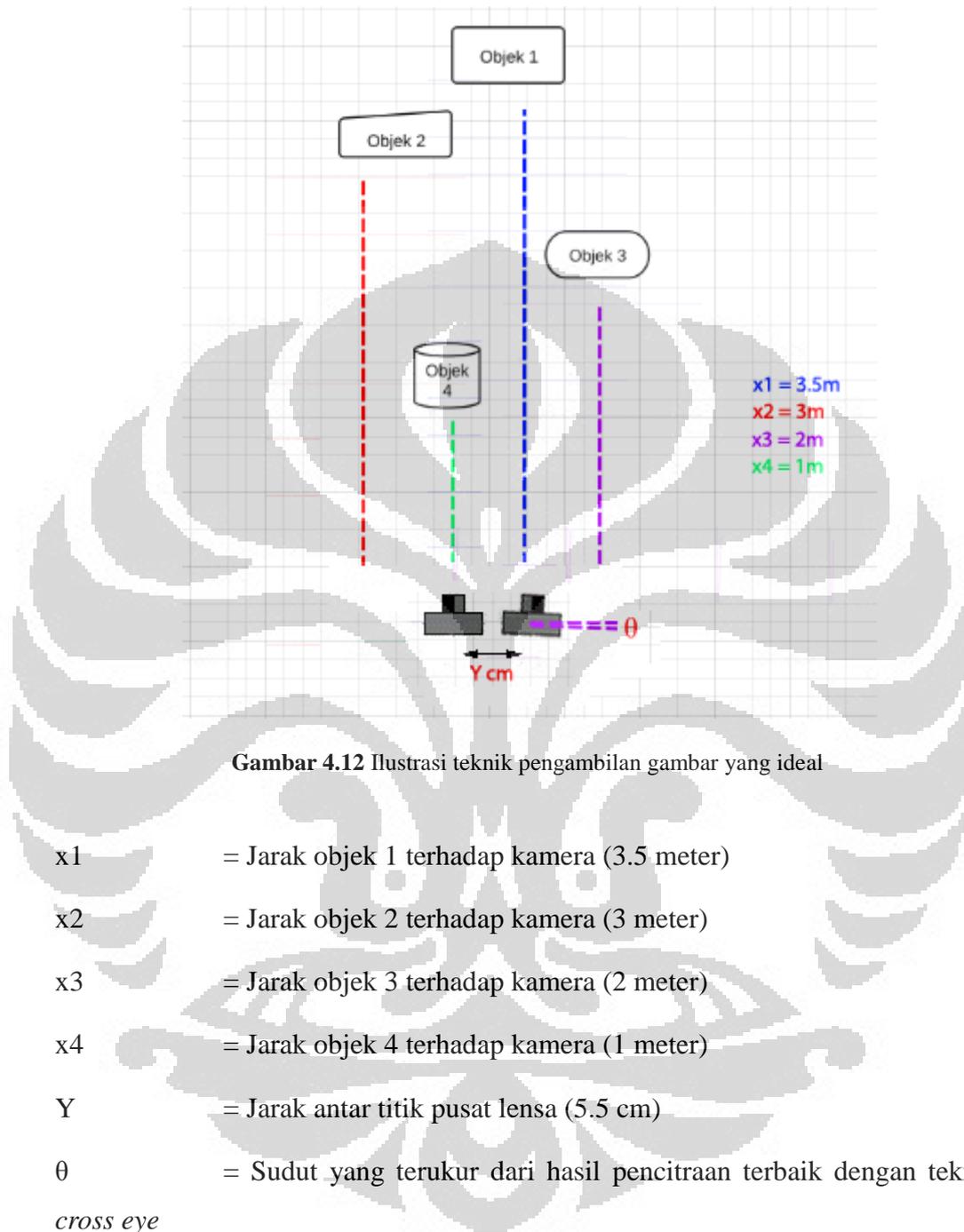
Jika ditinjau kembali hasil-hasil percobaan yang dilakukan setiap teknik mempunyai keunggulan dan kekurangan dalam menciptakan efek *depth perception* tergantung dari jarak kamera terhadap objek.

Tabel 4.7 Hasil percobaan berbagai teknik pengambilan gambar

Hasil percobaan teknik <i>cross eye</i>		
Parameter uji coba	Hasil	
Kondisi pencahayaan	Terang	Terang
Jarak menuju objek	40 cm - 60 cm	1 meter
Jarak antar titik pusat lensa	5.5 cm	5.5 cm
<i>Depth perception</i> yang dihasilkan	Low	Moderate
Sudut yang terbentuk	5° CCW	3° CCW
Hasil percobaan <i>cross view</i>		
Parameter uji coba	Hasil	
Kondisi pencahayaan	Terang	Terang
Jarak menuju objek	1 - 3.5 meter	60 cm - 3.5 meter
Jarak antar titik pusat lensa	5.5 cm	5.5 cm
<i>Depth perception</i> yang dihasilkan	Moderate	Moderate

Dari data tersebut dapat diketahui pada teknik *cross eye* hasil yang memiliki *depth perception* yang cukup terasa jika jarak antara kamera dan objeknya berada di jarak jauh. Sedangkan untuk teknik *cross view* efeknya lebih terasa untuk objek-objek jarak dekat. Maka dari hasil tersebut dapat dirancang sebuah teknik pembuatan citra *anaglyph* secara *real time* yang ideal untuk prototipe sistem *3D surveillance* ini seperti pada Gambar 4.12.

Dengan menggabungkan teknik *cross eye* dengan *cross view* agar kamera dapat mereduksi *vertical disparity* sehingga bisa mendapatkan efek *depth of field* yang baik dan hasil percobaan tersebut seperti pada Gambar 4.13. Gambar tersebut memiliki kualitas efek *depth perception* yang baik. Terlihat pada hasil *vertical disparity* yang dihasilkan jaraknya tidak jauh. Selain itu sudut yang terbentuk hasil teknik *cross eye* sebesar $\theta = 2^\circ$ searah jarum jam (*Clockwise/CW*).





Gambar 4.13 Hasil citra 3 dimensi dengan kualitas baik

Tabel 4.8 Hasil percobaan teknik gabungan *cross eye* dengan *cross view*

Hasil percobaan Gambar 4.13	
Parameter uji coba	Hasil
Kondisi pencahayaan	Terang
Jarak menuju objek	1 meter – 3.5 meter
Jarak antar titik pusat lensa	5.5 cm
<i>Depth perception</i> yang dihasilkan	Good
<i>Sudut yang terbentuk</i>	2° CW

Selanjutnya adalah menguji teknik ini untuk mengambil hasil pencitraan terhadap objek dengan jarak-jarak yang lebih dekat seperti skema Gambar 4.10 dan dengan konfigurasi kamera yang sama pada percobaan Gambar 4.12. Tujuannya adalah untuk melihat sudut yang terbentuk apakah sama seperti pada percobaan Gambar 4.13 bisa dan digunakan untuk menghasilkan *depth perception* yang sama baiknya untuk berbagai jarak.

Dan hasil yang didapatkan adalah seperti pada Gambar 4.14 dan 4.15. Pada kedua gambar tersebut yang diubah hanya posisi objek yang berada pada jarak 80 cm dengan tujuan untuk menciptakan perspektif yang berbeda. Dan hasil efek *depth perception* yang didapat dari kedua gambar tersebut tergolong baik. Berdasarkan Tabel 4.9 dan 4.10 besar sudut yang dihasilkan pun sama, yaitu sebesar $\theta = 2^\circ$ CW. Artinya besar sudut tersebut sudah cukup untuk menciptakan *depth perception* yang baik dari objek-objek berjarak 60 cm sampai 3,5 meter.



Gambar 4.14 Hasil citra anaglyph terhadap objek-objek jarak dekat dan jauh (sample gambar 1)

Tabel 4.9 Hasil percobaan teknik gabungan terhadap objek-objek jarak dekat dan jauh I

Hasil percobaan Gambar 4.14	
Parameter uji coba	Hasil
Kondisi pencahayaan	Terang
Jarak menuju objek	60 cm – 3.5 meter
Jarak antar titik pusat lensa	5.5 cm
<i>Depth perception</i> yang dihasilkan	Good
<i>Sudut yang terbentuk</i>	2° CW



Gambar 4.15 Hasil citra anaglyph terhadap objek-objek jarak dekat (sample gambar 2)

Tabel 4.10 Hasil percobaan teknik gabungan terhadap objek -objek jarak dekat dan jauh II

Hasil percobaan Gambar 4.15	
Parameter uji coba	Hasil
Kondisi pencahayaan	Terang
Jarak menuju objek	60 cm – 3.5 meter
Jarak antar titik pusat lensa	5.5 cm
<i>Depth perception</i> yang dihasilkan	Good
<i>Sudut yang terbentuk</i>	2° CW

4.5. Hasil percobaan terhadap kondisi penerangan

Dan percobaan tahap terakhir adalah kondisi terhadap penerangan. Percobaan dilaksanakan pada 2 kondisi karena secara teori dikatakan pengambilan gambar tidak boleh dalam kondisi yang sangat terang menuju silau karena akan kehilangan komponen warna yang akan difilter. Kedua tidak boleh mengambil gambar dalam kondisi ruangan yang gelap dengan alasan yang sama.

Percobaan hanya akan dilakukan pada sebuah ruangan dalam 2 kondisi karena percobaan sebelumnya dilakukan pada kondisi penerangan ideal :

- 1) Malam hari, saat ruangan hanya disinari oleh lampu dan kondisi pencahayaan di ruangan agak redup (*dim light*)
- 2) Sore hari, saat sinar matahari hanya menerangi salah satu bagian ruangan dan dengan bantuan cahaya lampu.

Sedangkan untuk konfigurasi kamera tetap menggunakan teknik gabungan *cross eye* dan *cross view*. Untuk objek pengamatannya sendiri antara percobaan sore hari dengan malam hari berbeda konfigurasinya karena pada sore hari mengikuti cahaya matahari yang masuk, sehingga objek pengamatan diambil berdasarkan sudut cahaya yang datang. Oleh karena itu pada percobaan sore hari pengambilan gambar dialihkan pada objek berjarak dalam rentang 80 cm – 2 meter. Dan hasil yang didapat seperti pada Gambar 4.16.

Pada kondisi tersebut, kondisi pencahayaan ruangan sedikit redup. Karena kondisi tersebut hanya objek-objek yang mendapat penerangan yang baiklah yang dapat difilter komponen warnanya dengan sempurna. Sebaliknya, objek yang kurang mendapat penerangan yang baik menjadi kurang terlihat 3D karena komponen warnanya tidak bisa difilter dengan sempurna.

Oleh karena itu pada Gambar 4.16 tergolong buruk karena hanya sebagian objek yang terlihat menjadi 3D. Sedangkan pada bagian gambar yang terlihat gelap tidak bisa menghasilkan efek 3D. Secara keseluruhan gambar ini tidak dapat menghasilkan *depth perception* yang baik.



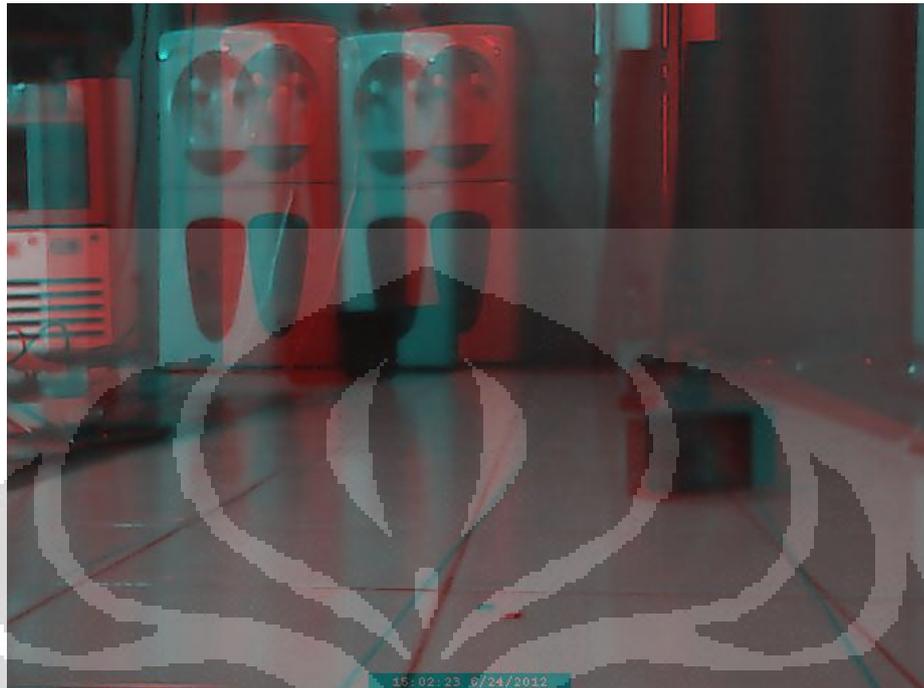
Gambar 4.16 Hasil pencitraan citra saat kondisi sore hari

Tabel 4.11 Hasil percobaan pada sore hari

Hasil percobaan Gambar 4.16	
Parameter uji coba	Hasil
Kondisi pencahayaan	Sedikit redup
Jarak menuju objek	80 cm – 2 meter
Jarak antar titik pusat lensa	5.5 cm
<i>Depth perception</i> yang dihasilkan	Bad

Sedangkan pada kondisi malam hari menggunakan skema dan konfigurasi kamera yang sama seperti Gambar 4.8. Dan hasil yang didapat seperti pada Gambar 4.17. Hasil citra tersebut tergolong buruk karena kondisi cahaya yang redup dan membuat pantulan warna dari objek-objek menjadi kurang sehingga proses pemfilteran warna menjadi tidak sempurna.

Objek-objek yang memiliki *disparity* yang jauh terlihat gelap dan tidak tampak efek 3D begitupun dengan objek yang memiliki *disparity* yang dekat. Secara keseluruhan Gambar 4.17 hanya seperti gambar biasa pada ruangan gelap.



Gambar 4.17 Hasil pencitraan citra saat kondisi malam hari

Tabel 4.12 Hasil percobaan pada malam hari

Hasil percobaan Gambar 4.17	
Parameter uji coba	Hasil
Kondisi pencahayaan	Redup
Jarak menuju objek	1 meter – 3.5 meter
Jarak antar titik pusat lensa	5.5 cm
<i>Depth perception</i> yang dihasilkan	Bad

BAB 5

KESIMPULAN

Dari percobaan-percobaan diatas dapat ditarik beberapa kesimpulan. Pertama kesimpulan dari percobaan remote surveillanace, dari hasil percobaan dapat disimpulkan:

- 1) Dari hasil percobaan yang dilakukan dengan prototipe ini, teknik pengambilan gambar *cross eye* cocok digunakan untuk menghasilkan citra anaglyph dengan objek yang jaraknya 1 meter atau lebih.
- 2) Sedangkan teknik *cross view* cocok digunakan untuk objek yang jaraknya kurang dari 1 meter
- 3) Teknik pengambilan gambar yang ideal menggunakan prototipe *3D surveillanace* ini adalah menggunakan teknik penggabungan antara *cross view* dan *cross eye* dengan konfigurasi 5,5 cm pada jarak antar kedua kamera dan sudut sebesar.
- 4) Salah satu kondisi yang mempengaruhi baik atau buruknya citra *anaglyph* adalah kondisi penerangan. Semakin baik kondisi penerangannya semakin baik hasil yang didapat dan semakin redup cahayanya semakin buruk hasilnya

Daftar acuan

1. Lyon, David. (2007). *“Surveillance Studies: An Overview”*. Cambridge: Polity Press.
2. Simpson, Rachel. (1997). “Listening devices and other forms of surveillance: issues and proposals for reform”, Briefing Paper No 20/97. New South Wales: NSW Parliamentary Library Research Service. Australia
3. Seagate surveillance manual. (2007). *“Surveillance Solution Guide”*. Seagate Technology LLC. USA
4. Jhon Honovich. (2009, January). *“Security Manager's Guide to Video Surveillance”*. IPVideoMarket.info.
5. Jerry Ratcliffe. (2006, February). *“Video Surveillance of Public Places (ISBN: 1-932582-58-4)”*. U.S. Department of Justice: Office of Community Oriented Policing Services.
6. Jhon Honovich. January, 2009. *“What's the difference between HD and Megapixel Cameras?”* IPVideoMarket.info.
7. Jeong, Tung H. (2008). *“Fundamental of Photonics : Basic Principles and Applications of Holography”*. Illinois: Lake Forest College.
8. Thimbleby, Harold W., Stuart Inglis, Ian H. Witten. (1994). *“Displaying 3D Images: Algorithms for Single-Image Random-Dot Stereograms”*. IEEE.
9. Harbour, Bill. July - September, 2004. *“Create Anaglyph Using ArcScene”*. ArcUser, Esri News.
10. Iizuka Keigo. 1985. *“Engineering Optics, 2nd edition”*. Berlin: Springer-Verlag.
11. Palmer, Stephen E. (2005). *“Early computational processing in binocular vision and depth perception: Progress in Biophysics and Molecular*

Biology". JCA 2005.

12. Oxford Press. "*Visual Perception*", hal. 110 – 135, chapter 6
13. Blackburn, Terry. (2004). "Stereographic Imaging in theory and Practice", (Online), (http://terryblackburn.us/WildIdeas/stereographic_theory.html, diakses 30 Mei 2012).
14. Summerhayes, David. "*Creating 3D Stereo Chromatic Anaglyphs Using a digital camera and Photoshop*". Australia.
15. Dubois, Eric. June, 2000. "*Generation of anaglyph stereoscopic images*". VIVA Lab, University of Ottawa, Kanada.
16. Izmantoko, Y.S, A.B. Suksmono, T.L Mengko. July, 2011. "*Implementation of Anaglyph Method for Stereo Microscope Image Display*". IEEE.