

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN APLIKASI MOTIF UKIR DENGAN
MENGUNAKAN KAMERA AUGMENTED REALITY**



Disusun Oleh :
Nama : Arif Awaludin
NIM : 0912513

**KONSENTRASI TEKNIK KOMPUTER
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2015

3072

ИЗДАНИЕ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА ПО
ИСТОРИИ ЛЕКЦИОННОГО БИЗНЕСА
СООБЩАЕМ ВАМ ЛЕКЦИОННОЕ ПОСОБИЕ
КОМПЬЮТЕРНО-ЛЕКЦИОННОЕ ПОСОБИЕ

ИЗДАНИЕ : 1993

ИЗДАТЕЛЬСТВО :

ИЗДАТЕЛЬСТВО :



ИЗДАТЕЛЬСТВО ИСТОРИИ ЛЕКЦИОННОГО БИЗНЕСА
ИЗДАТЕЛЬСТВО ИСТОРИИ ЛЕКЦИОННОГО БИЗНЕСА

ИЗДАТЕЛЬСТВО

LEMBAR PERSETUJUAN

**RANCANG BANGUN APLIKASI MOTIF UKIR DENGAN
MENGUNAKAN KAMERA *AUGMENTED REALITY***

SKRIPSI

*Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Telekomunikasi Strata Satu (S-1)*

Disusun oleh :

ARIF AWALUDIN

NIM. 0912513

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1



M. Ibrahim Ashari, ST, MT

NIP.P. 1030100358


Diperiksa dan Disetujui

Mengetahui
Pembimbing I



Dr. Eng. Aryuanto Soetedjo, ST, MT
NIP.P. 1030800417

Mengetahui
Pembimbing II



Bima Aulia Firmandani, ST
NIP.

**KONSENTRASI TEKNIK KOMPUTER
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2015

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Aplikasi Motif Ukir Dengan Menggunakan Kamera Aungmented Reality”.

Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) pada jurusan Teknik Elektro, konsentrasi Komputer, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan dan dorongan dari semua pihak, maka penulisan laporan Skripsi ini tidak akan lancar. Oleh karena itu pada kesempatan ini, izinkanlah penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Ayah Imam Muhairi dan Ibu Siti Alfiyah selaku Orang Tua yang senantiasa telah memberikan dukungan dan doa -doanya.
2. Bapak Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MTA, selaku rektor ITN Malang.
3. Bapak Ir. Anang Subardi, MT, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang.
4. Bapak M. Ibrahim Ashari, ST, MT, selaku Ketua Jurusan Prodi Teknik Elektro S-1 ITN Malang.
5. Bapak Ir. Yusuf Ismail Nahkoda, MT, selaku Dosen Wali konsentrasi komputer S-1 ITN Malang.
6. Bapak Dr. Eng. Aryuanto Soetedjo, ST, MT, selaku Dosen Pembimbing 1.
7. Bapak Bima Aulia Firmandani, ST, selaku Dosen Pembimbing 2.
8. Seluruh Dosen dan Karyawan di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri ITN Malang.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu dalam penyelesaian laporan ini.

Akhirnya disadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan Skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga saran, masukan, dan kritik sangat diperlukan demi kesempurnaan, dan semoga penyusunan Skripsi ini dapat memberikan kontribusi bagi semua pihak.

Penulis
Malang, Agustus 2015

Arif Awaludin

ABSTRAK

**Nama : Arif Awaludin, NIM: 09125131, Judul : Rancang Bangun Aplikasi Motif Ukir Dengan Menggunakan Kamera Augmented Reality, Jurusan Teknik komputer S-1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.
Dosen Pembimbing 1 : Dr.Eng. Aryuanto Soetedjo, ST, MT
Dosen Pembimbing 2 : Bima Aulia Firmandani, ST**

Perkembangan zaman sekarang ini sangatlah pesat. Berbagai jenis keanekaragaman budaya yang sangat banyak, salah satunya Indonesia. Indonesia sangat terkenal dengan keanekaragaman Adat, Budaya, dan Seni diantaranya adalah kerajinan ukir. Oleh karena itu peneliti ingin membuat sebuah media pembelajaran seni ukir dengan menggunakan Augmented Reality(AR) berbasis PC yang nantinya dapat dipergunakan untuk pembelajaran seni ukir dengan media kertas yang dilipat, dipotong dan dapat menjadi motif ukir.

Pada pembuatan aplikasi ini menggunakan beberapa hardware dan software. Hardware terdiri dari: PC, Kamer Web, dan Marker. Software terdiri dari: ARtoolkit, 3Ds max, OpenCV, Microsoft Visual Studio. Dengan menggunakan marker yang digabungkan dengan ARtoolkit akan menghasilkan 3D pada saat kamera web mendeteksi marker.

Hasil dari pengujian jarak mempengaruhi kamera mendeteksi marker. Pada jarak 20cm dan 30cm marker terdeteksi yang menampilkan 3D. Dan pada jarak 40cm, 50cm,dan 60cm marker terdeteksi dengan tambahan cahaya lampu LED pada kamera web. Pada saat posisi kamera kurang akurat akan muncul 3D lipatan yang seharusnya tidak ditampilkan.

Kata Kunci: ukiran, augmented reality, artoolkit, microsoft visual studio 2008, C++

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

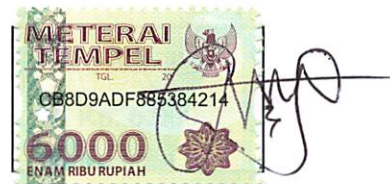
Nama : ARIF AWALUDIN
NIM : 0912513
Program Studi : TEKNIK ELEKTRO S-1
Konsentrasi : TEKNIK KOMPUTER

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi yang saya buat adalah hasil karya sendiri, tidak merupakan plagiasi dari karya orang lain. Dalam Skripsi ini tidak memuat karya orang lain, kecuali dicantumkan sumbernya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Dengan demikian surat pernyataan ini saya buat, dan apabila dikemudian hari ada pelanggaran atas surat pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksinya.

Malang, Juli 2015

Yang membuat
pernyataan



DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
KATA PENGANTAR	ii
ABSTRAK	iv
SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Metodologi Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TEORI DASAR	5
2.1 Teknologi Augmented Reality.....	5
2.2 Ukiran	6
2.2.1 Motif Ukiran dari Jawa	9
2.2.2 Motif Ukiran dari Bali	11
2.2.3 Motif Ukiran dari Sulawesi.....	12
2.2.4 Motif Ukiran dari Minangkabau	14

2.2.5 Motif Ukiran dari Kalimantan	17
2.2.4 Motif Ukiran dari Papua	19
2.3 Perangkat keras	20
2.3.1 Komputer	20
2.3.2 Kamera web	22
2.3.3 Marker.....	23
2.4 Perangkat Lunak	24
2.4.1 ARtoolkit.....	24
2.4.2 3D Studio Max	26
2.4.3 OpenCV	27
2.4.4 Microsoft Visual Studio.....	29
BAB III PERENCANAAN DAN PEMBUATAN	31
3.1 Pendahuluan.....	31
3.2 Perancangan Sistem	37
3.2.1 Perancangan Antar Muka (Interface).....	39
3.2.2 Perancangan Objek 3D	40
3.2.3 Perancangan Marker	43
3.2.4 Flowcart Aplikasi.....	45
BAB IV PENGUJIAN ALAT DAN PEMBAHASAN	47
4.1 Pendahuluan.....	47
4.2 Mengakses Webcam menggunakan Code yang mengimpor dari Library	47
4.3 Pengujian kamera mendeteksi marker pada jarak.....	48

4.3.1 Pengujian kamera mendeteksi marker pada jarak 20cm.....	49
4.3.2 Pengujian kamera mendeteksi marker pada jarak 30cm.....	53
4.3.3 Pengujian kamera mendeteksi marker pada jarak 40cm.....	57
4.3.4 Pengujian kamera mendeteksi marker pada jarak 50cm.....	61
4.3.5 Pengujian kamera mendeteksi marker pada jarak 60cm.....	65
4.4 Pengujian cahaya ruangan dan cahaya kamera.....	69

BAB V PENUTUP..... 70

5.1 Kesimpulan 70

5.2 Saran - Saran..... 70

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Motif Ukiran dari Jawa	9
Gambar 2.2 Motif Ukiran dari bali	11
Gambar 2.3 Motif Ukiran dari Sulawesi.....	12
Gambar 2.4 Motif Ukiran dari minangkabau.....	14
Gambar 2.5 Motif Ukiran dari Kalimantan.....	17
Gambar 2.6 Motif Ukiran dari papua.....	19
Gambar 2.7 Komputer	22
Gambar 2.8 Kamera webcam.....	23
Gambar 2.9 Marker	24
Gambar 2.10 Library ARtoolkit.....	25
Gambar 2.11 3Ds Max	26
Gambar 2.12 Library OpenCV	27
Gambar 2.13 Microsoft Visual Studio 2008.....	29
Gambar 3.1. Diagram sistem	32
Gambar 3.2 Komputer	33
Gambar 3.3 Marker	34
Gambar 3.4 Kamera web.	35
Gambar 3.5 Perencanaan Sistem.....	37
Gambar 3.6 Desain Tampilan Kamera.....	39
Gambar 3.7 Desain Tampilan Marker	39
Gambar 3.8 Desain Tampilan Lipatan.	40

Gambar 3.9 Tampilan 3ds max.....	40
Gambar 3.10 3D tampilan marker A.....	41
Gambar 3.11 3D tampilan marker B.....	41
Gambar 3.12 3D tampilan marker C.....	42
Gambar 3.13 Export 3Ds Max.....	42
Gambar 3.14 Hasil Export.	43
Gambar 3.15 Marker A.....	44
Gambar 3.16 Marker B.....	44
Gambar 3.17 Marker C.....	45
Gambar 3.18 Flowcart Aplikasi.....	46
Gambar 4.1 Hasil Debug dan Release	48
Gambar 4.2 Tampilan kamera.....	48
Gambar 4.3 Gambar Marker A.....	49
Gambar 4.4 Hasil deteksi marker A pada jarak 20cm	49
Gambar 4.5 Marker B	50
Gambar 4.6 Hasil deteksi marker B pada jarak 20cm.	50
Gambar 4.7 Marker C	51
Gambar 4.8 Hasil deteksi marker C pada jarak 20cm	51
Gambar 4.9 Hasil Tampilan Motif Ukir pada jarak 20cm	52
Gambar 4.10 Gambar Marker A.....	53
Gambar 4.11 Hasil deteksi marker A pada jarak 30cm	53
Gambar 4.12 Marker B	54
Gambar 4.13 Hasil deteksi marker B pada jarak 30cm.	54
Gambar 4.14 Marker C	55

Gambar 4.15 Hasil deteksi marker C pada jarak 30cm	55
Gambar 4.16 Hasil Tampilan Motif Ukir pada jarak 30cm	56
Gambar 4.17 Gambar Marker A	57
Gambar 4.18 Hasil deteksi marker A pada jarak 40cm	57
Gambar 4.19 Marker B	58
Gambar 4.20 Hasil deteksi marker B pada jarak 40cm.	58
Gambar 4.21 Marker C	59
Gambar 4.22 Hasil deteksi marker C pada jarak 40cm	59
Gambar 4.23 Hasil Tampilan Motif Ukir pada jarak 40cm	60
Gambar 4.24 Gambar Marker A	61
Gambar 4.25 Hasil deteksi marker A pada jarak 50cm	61
Gambar 4.26 Marker B	62
Gambar 4.27 Hasil deteksi marker B pada jarak 50cm.	62
Gambar 4.28 Marker C	63
Gambar 4.29 Hasil deteksi marker C pada jarak 50cm	63
Gambar 4.30 Hasil Tampilan Motif Ukir pada jarak 50cm	64
Gambar 4.31 Gambar Marker A	65
Gambar 4.32 Hasil deteksi marker A pada jarak 60cm	65
Gambar 4.33 Marker B	66
Gambar 4.34 Hasil deteksi marker B pada jarak 60cm.	66
Gambar 4.35 Marker C	67
Gambar 4.36 Hasil deteksi marker C pada jarak 60cm	67
Gambar 4.37 Hasil Tampilan Motif Ukir pada jarak 60cm	68

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Pengujian Mendeteksi Marker Pada Jarak 20cm.....	52
Tabel 4.2 Pengujian Mendeteksi Marker Pada Jarak 20cm.....	56
Tabel 4.3 Pengujian Mendeteksi Marker Pada Jarak 20cm.....	60
Tabel 4.4 Pengujian Mendeteksi Marker Pada Jarak 20cm.....	64
Tabel 4.5 Pengujian Mendeteksi Marker Pada Jarak 20cm.....	68

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan zaman sekarang ini sangatlah pesat. Berbagai jenis keanekaragaman budaya yang sangat banyak, salah satunya Indonesia. Indonesia sangat terkenal dengan keanekaragaman Adat, Budaya, dan Seni diantaranya adalah kerajinan ukir. Hal ini dapat dilihat dari motif ukiran yang terdapat diberbagai daerah Indonesia. Setiap daerah mempunyai motif ukiran khas sendiri-sendiri.

Dengan perkembangan teknologi yang semakin maju saat ini memungkinkan pembelajaran yang mudah, cepat, dan menarik. Teknologi pada masa ini yang lebih canggih serta otomatisasi dan komputerisasi, Seni ukir dapat dipelajari dengan mudah. Pada umumnya banyak orang mengalami kesulitan saat belajar membuat motif ukir terutama mempelajari ukirannya.

Dalam bidang komputer terdapat teknologi yang disebut *Augmented Reality* atau yang biasa disingkat *AR*. Teknologi *Augmented reality* adalah upaya untuk menggabungkan dunia nyata dan dunia *virtual* yang dibuat oleh komputer sehingga batas antara keduanya menjadi sangat tipis (Networks Rawin, 2008)^[1].

Oleh karena itu peneliti ingin membuat sebuah media pembelajaran seni ukir dengan menggunakan *Augmented Reality (AR)* berbasis *PC* yang nantinya dapat dipergunakan untuk pembelajaran seni ukir dengan media kertas yang dilipat, dipotong dan dapat menjadi motif ukir. Dengan aplikasi yang di rancang dari komputer.

1.2 Rumusan Masalah

Sesuai dengan latar belakang yang telah dijelaskan, dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang aplikasi seni ukir dengan kamera *AR* sebagai perantara inputannya?
2. Bagaimana cara mengidentifikasi marker agar dapat dideteksi oleh kamera pada media kertas?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penyusunan skripsi ini adalah :

1. Mengenalkan teknologi *Augmented Reality* sebagai metode pembelajaran yang menarik sehingga mempermudah belajar membuat motif ukir.
2. Memanfaatkan teknologi *Augmented Reality (AR)* sebagai inputan pada marker atau penanda pada media kertas.
3. Untuk mempermudah menyampaikan pembelajaran membuat seni ukir dengan bantuan kamera *AR* dengan visualisasi langkah-langkah pelipatan kertas sebagai medianya.

1.4 Batasan Masalah

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang terarah dan tidak menyimpang dari tujuan penelitian, maka pada skripsi ini dibatasi sebagai berikut :

1. Aplikasi ini berbasis *PC*.
2. Kamera hanya mendeteksi Marker yang terdapat pada kertas dengan jarak tertentu.
3. Pelipatan kertas hanya antar sudut yang saling silang.
4. Desain yang dibuat sesuai langkah urutan pelipatan.
5. Pelipatan kertas harus sesuai pada ruang bidang agar marker tidak tertutup oleh media kertas.
6. Tidak membahas tentang pengujian cahaya ruangan dan cahaya kamera.

o

1.5 Metodologi Penelitian

Metode penelitian dalam penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Studi Literature

Pengumpulan data dan informasi dilakukan dengan mencari bahan-bahan kepustakaan dan referensi-referensi dari berbagai sumber sebagai landasan teori yang ada hubungannya dengan permasalahan pada perencanaan dan pembuatan skematik.

2. Perancangan Sebelum Pembuatan Aplikasi

Sebelum pembuatan aplikasi terlebih dahulu dibuat rancangan skema berupa blog diagram dan flowchart, proses ini dilakukan agar tidak terjadi kesalahan dan terarah pada saat aplikasi di buat.

3. Perancangan dan Implementasi

Berdasarkan data dan informasi yang telah diperoleh serta analisa kebutuhan, akan dijadikan acuan dalam pembuatan aplikasi secara global yang menggambarkan mekanisme dari rancang bangun aplikasi yang akan dibuat.

4. Pengujian dan Analisa Hasil

Setelah melalui beberapa tahap mulai dari pengumpulan data dan informasi, pada tahap ini desain rancang bangun yang telah selesai dibuat akan diuji coba, yaitu pengujian berdasarkan fungsionalitas, dan akan dilakukan koreksi dan penyempurnaan jika diperlukan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam pembuatan laporan skripsi ini meliputi langkah-langkah sebagai berikut :

BAB I Pendahuluan :

Meliputi berbagai uraian tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, metodologi dan sistematika penulisan.

BAB II Teori Dasar :

Membahas tentang dasar teori mengenai permasalahan yang berhubungan dengan penelitian.

BAB III Perancangan dan Pembuatan :

Dalam bab ini meliputi perancangan dari aplikasi yaitu diagram blok dari rangkaian skematik dari kamera *Augmented Reality*.

BAB IV Pengujian dan Pembahasan :

Berisi tentang pengujian mengenai pembuatan aplikasi serta Pembahasan terhadap aplikasi tersebut

BAB V Penutup :

Bab ini merupakan penutup yang meliputi tentang kesimpulan yang didapat dari pembahasan yang dilakukan dari skripsi ini dan saran yang diberikan demi kesempurnaan dan pengembangan pada masa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA**LAMPIRAN – LAMPIRAN**

BAB II TEORI DASAR

2.1 Teknologi Augmented Reality

Teknologi *Augmented reality* merupakan salah satu terobosan yang digunakan pada akhir-akhir ini dibidang interaksi. Penggunaan teknologi ini akan sangat membantu dalam menyampaikan suatu informasi kepada pengguna. *Augmented Reality* merupakan teknologi interaksi yang menggabungkan antara dunia nyata (*real world*) dan dunia maya (*virtual world*).

Tujuan dalam penggunaan teknologi *Augmented Reality* ini adalah menambahkan pengertian dan informasi pada dunia nyata dimana sistem *Augmented Reality* mengambil dunia nyata sebagai dasar dan menggabungkan beberapa teknologi dengan menambahkan data kontekstual agar pemahaman seseorang menjadi jelas.

Prinsipnya secara umum menurut Ronald T. Azuma (1997:2) masih sama dengan *virtual reality*, yaitu *bersifat interaktif, immersion* (membenamkan/memasukkan), *realtime*, dan *objek virtual biasanya berbentuk 3 dimensi*. Namun kebalikan dari *virtual reality* yang menggabungkan objek nyata (user) kedalam lingkungan virtual, *augmented reality* menggabungkan objek virtual pada lingkungan nyata. Kelebihan utama dari *Augmented reality* dibandingkan *virtual reality* adalah pengembangannya yang lebih mudah dan murah.

Dalam teknologi *Augmented Reality* ada tiga karakteristik yang menjadi dasar diantaranya adalah kombinasi pada dunia nyata dan virtual, interaksi yang berjalan secara *real-time*, dan karakteristik terakhir adalah bentuk obyek yang berupa model 3 dimensi atau 3D. Bentuk data kontekstual dalam sistem *Augmented Reality* ini dapat berupa data lokasi, audio, video ataupun dalam bentuk data model 3D. Dalam teknologi *Augmented Reality* ada tiga karakteristik yang menjadi dasar diantaranya adalah kombinasi pada dunia nyata dan virtual, interaksi yang berjalan secara *real-time*, dan karakteristik terakhir adalah bentuk obyek yang berupa model 3 dimensi atau 3D. Bentuk data kontekstual dalam

sistem *Augmented Reality* ini dapat berupa data lokasi, audio, video ataupun dalam bentuk data model 3D (T. Azuma 1997:2)^[2].

Beberapa komponen yang diperlukan dalam pembuatan dan pengembangan aplikasi *Augmented Reality* adalah sebagai berikut :

1. Komputer
2. *Marker*
3. Kamera

Komputer merupakan perangkat yang digunakan untuk mengendalikan semua proses yang akan terjadi dalam sebuah aplikasi. Penggunaan komputer ini disesuaikan dengan kondisi dari aplikasi yang akan digunakan. Kemudian untuk *output* aplikasi akan ditampilkan melalui monitor.

Marker merupakan gambar (*image*) dengan warna hitam dan putih dengan bentuk persegi. Dengan menggunakan *marker* ini maka proses *tracking* pada saat aplikasi digunakan. Komputer akan mengenali posisi dan orientasi dari *marker* dan akan menciptakan obyek virtual yang berupa obyek 3D yaitu pada titik (0, 0, 0) dan 3 sumbu (X, Y, Z).

Kamera merupakan perangkat yang berfungsi sebagai *recording sensor*. Kamera tersebut terhubung ke komputer yang akan memproses *image* yang ditangkap oleh kamera. Apabila kamera menangkap *image* yang mengandung *marker*, maka aplikasi yang ada di komputer tersebut mampu mengenali *marker* tersebut. Selanjutnya, komputer akan mengkalkulasi posisi dan jarak *marker* tersebut. Lalu, komputer akan menampilkan objek 3D di atas *marker* tersebut^[3].

2.2 Ukiran

Seni ukir atau ukiran merupakan gambar hiasan dengan bagian-bagian cekung (*kruwikan*) dan bagian-bagian cembung (*buledan*) yang menyusun suatu gambar yang indah. Pengertian ini berkembang hingga dikenal sebagai seni ukir yang merupakan seni membentuk gambar pada kayu, batu, atau bahan-bahan lain.

Bangsa Indonesia mulai mengenal ukir sejak zaman batu muda (*Neolitik*), yakni sekitar tahun 1500 SM. Pada zaman itu nenekmoyang bangsa Indonesia telah membuat ukiran pada kapak batu, tempaan tanah liat atau bahan lain yang ditemuinya. Motif dan pengerjaan ukiran pada zaman itu masih sangat sederhana. Umumnya bermotif geometris yang berupa garis, titik, dan lengkungan, dengan bahan tanah liat, batu, kayu, bambu, kulit, dan tanduk hewan.

Pada zaman yang lebih dikenal sebagai zaman perunggu, yaitu berkisar tahun 500 hingga 300 SM. Bahan untuk membuat ukiran telah mengalami perkembangan yaitu menggunakan bahan perunggu, emas, perak dan lain sebagainya. Dalam pembuatan ukirannya adalah menggunakan teknologi cor. Motif-motif yang di gunakan pada masa zaman perunggu adalah motif meander, tumpal, pilin berganda, topeng, serta binatang maupun manusia. Motif meander ditemukan pada nekara perunggu dari Gunung Merapi dekat Bima. Motif tumpal ditemukan pada sebuah buyung perunggu dari kerinci Sumatera Barat, dan pada pinggiran sebuah nekara (moko dari Alor, NTT). Motif pilin berganda ditemukan pada nekara perunggu dari Jawa Barat dan pada bejana perunggu dari kerinci, Sumatera. Motif topeng ditemukan pada leher kendi dari Sumba, Nusa Tenggara, dan pada kapak perunggu dari danau Sentani, Irian Jaya. Motif ini menggambarkan muka dan mata orang yang memberi kekuatan magis yang dapat menangkis kejahatan. Motif binatang dan manusia ditemukan pada nekara dari Sangean.

Setelah agama Hindu, Budha, Islam masuk ke Indonesia, seni ukir mengalami perkembangan yang sangat pesat, dalam bentuk desain produksi, dan motif. Ukiran banyak ditemukan pada badan-badan candi dan prasasti-prasasti yang di buat orang pada masa itu untuk memperingati para raja-raja. Bentuk ukiran juga ditemukan pada senjata-senjata, seperti keris dan tombak, batu nisan, masjid, keraton, alat-alat musik, termasuk gamelan dan wayang. Motif ukiran, selain menggambarkan bentuk, kadang-kadang berisi tentang kisah para dewa, mitos kepahlawanan, dll. Bukti-bukti sejarah peninggalan ukiran pada periode tersebut dapat dilihat pada relief candi Penataran di Blitar, candi Prambanan dan Mendut di Jawa Tengah.

Saat sekarang ukir kayu dan logam mengalami perkembangan pesat. Dan fungsinyapun sudah bergeser dari hal-hal yang berbau magis berubah menjadi hanya sebagai alat penghias saja. Pada ukiran kayu meliputi motif Pejajaran, Majapahit, Mataram, Pekalongan, Bali, Jepara, Madura, Cirebon, Surakarta, Yogyakarta, dan berbagai macam motif yang berasal dari luar Jawa.

Ada beberapa daerah di Indonesia yang mempunyai kerajinan seni ukir dari kayu yang setiap daerahnya mempunyai ciri khas tersendiri. Misalkan ukiran kayu Jepara yang ada di Pulau Jawa dan sudah terkenal sampai ke mancanegara, seni ukir suku Dayak yang ada di Kalimantan, seni ukir Toraja yang ada di Sulawesi dan juga seni ukir suku Asmat yang ada di Papua.

Untuk mengetahui ciri khas motif ukiran dari setiap daerah tradisional yang ada di Indonesia pasti terdiri dari beberapa motif berikut ini:

1. Motif daun pokok, yaitu motif yang menjadi pokok dari keseluruhan motif ukiran kayu.
2. Motif angkup adalah bentuk motif daun yang masih menelungkup pada bagian punggung daun pokok.
3. Motif simbar adalah motif yang digunakan sebagai penghias dari bagian depan daun pokok.
4. Motif endong adalah motif hias yang digunakan untuk menghias bagian belakang (punggung) dari daun pokok.
5. Motif trubusan atau yang disebut juga dengan tunas, merupakan motif tunas yang muncul dari motif daun pokok.
6. Motif trubusan biasanya berbentuk beberapa daun kecil yang ada di sekitar daun pokok, motif ini sebenarnya hanya sebagai pelengkap atau pengisi dari bidang yang kosong.
7. Motif pecahan adalah motif yang berbentuk sobekan sebuah daun sehingga motif ini juga membentuk karakter sebuah daun. Motif pecahan merupakan motif pemanis atau untuk menambah luwesnya bentuk daun yang sudah dipecah.

8. Motif benangan adalah motif yang berbentuk garis dan terdapat pada pola utama yang mempunyai fungsi sebagai pelengkap motif yang berbentuk bidang. Biasanya motif benangan berbentuk miring mulai dari bawah sampai ke atas dan berhenti pada ulir pokok^[4].

2.2.1 Motif Ukiran dari Jawa



Gambar 2.1 Motif Ukiran dari Jawa(adjiekuswanto.blogspot.com)^[5]

Motif Majapahit

Motif Majapahit merupakan salah satu motif ukiran yang berasal dari Pulau Jawa dan yang paling terkenal adalah motif ukiran yang berasal dari Jepara. Semua bentuk dari motif ukiran berupa daun, bunga dan buah yang berbentuk melengkung cekung dan cembung. Oleh karena itu, ciri-ciri dari motif Majapahit secara umum bisa dikatakan kombinasi antara bentuk cekung dan cembung.

Motif Ukiran Angkup

Motif angkup yang ada pada motif Majapahit ini berbentuk cekung dengan ujung yang berikal. Bentuk tersebut biasanya terdapat di bagian atas sedangkan yang ada di ujung angkup terdapat ikal sebagai tanda akhir dari motif angkup tersebut.

Motif Ukiran Jambul Susun

Jambul Susun biasanya terletak pada bagian muka daun pokok dengan beberapa kali pengulangan bentuk. Sesuai dengan nama motifnya, motif ini memiliki bentuk yang tersusun secara berulang-ulang di bagian depan atas dari motif daun pokok.

Motif Ukiran Daun Trubus

Pada motif Majapahit trubus biasanya terletak di daun pokok. Selain itu, motif trubus ini juga mengalami pengulangan secara berkali-kali dan biasanya tergantung dari selera sang pemahat.

Motif Ukiran Simbar

Motif motif simbar yang pada motif Majapahit ini sama halnya dengan motif simbar yang terdapat di daerah lainnya. Motif simbar ini sebenarnya hanya digunakan sebagai pemanis saja dan bukan merupakan motif pokok yang ada pada motif Majapahit.

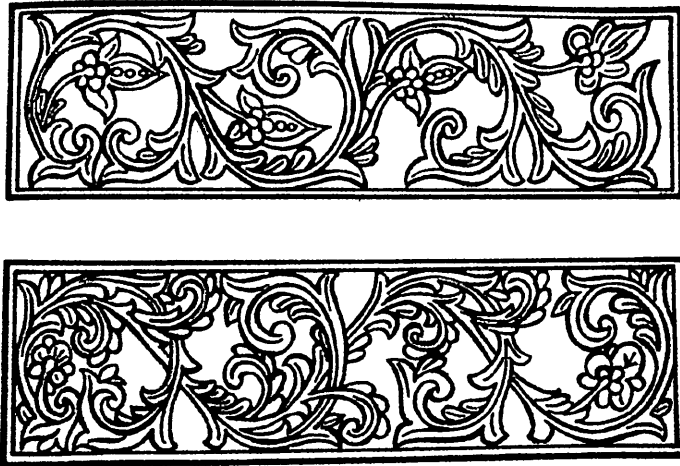
Motif Ukiran Benangan

Motif ini biasanya memiliki benangan rangkap dan juga benangan garis. Benangan ini biasanya berada di bagian daun pokok, tepatnya di bagian depan yang dimulai dari pangkal daun dan mengikuti alur lengkungan daun pokok dan berakhir dengan ukelan/ulir.

Motif Ukiran Pecahan

Seperti halnya pada motif ukiran yang ada di daerah lain, motif pecahan yang terdapat pada motif Majapahit memiliki dua jenis pecahan yaitu pecahan cawen yang terdapat pada ukiran daun patran dan pecahan garis yang menjalar di daun pokok. Keberadaan dari motif pecahan ini bisa menambah keindahan pada ukiran yang dibuat^[5].

2.2.2 Motif Ukiran dari Bali



Gambar 2.2 Motif Ukiran dari bali (desyamaliayusri.wordpress.com)^[5]

Motif ukiran Bali adalah salah satu jenis motif ukiran tradisional yang berkembang dengan pesat di Nusantara. Motif ukiran Bali ini seperti halnya dengan motif tradisional yang ada di daerah lain dan biasanya penamaan dari motif ukiran Bali ini berdasarkan dengan nama-nama kerajaan.

Namun secara garis besar, motif ukiran yang berasal dari Bali ini sama halnya dengan motif ukiran Majapahit, yaitu adanya motif angkup, simbar, trubus, benangan dan pecahan. Yang membedakan motif ukiran Bali dan Jawa adalah adanya motif sunggar dan endong yang merupakan ciri khas dari motif ukiran yang berasal dari pulau Bali^[5].

2.2.3 Motif Ukiran dari Sulawesi



Gambar 2.3 Motif Ukiran dari Sulawesi (adinandra.lingkungan.org)^[5]

Salah satu hasil dari seni ukir yang berasal dari Pulau Sulawesi dan juga termasuk yang paling terkenal adalah ukiran Toraja. Sebagai hasil dari warisan budaya, setiap motif ukiran Toraja menggambarkan makna tertentu dari suatu benda atau bentuk untuk kehidupan masyarakat setempat. Jika kamu merupakan seorang yang mempercayai kekuatan alam, tidak ada salahnya jika kamu mengetahui makna dibalik setiap motif yang terdapat pada ukiran Toraja sebelum kamu berniat untuk membelinya.

Motif Ukiran Ne'Limbongan

Bentuk dasar dari motif ini berupa lingkaran yang dibatasi dengan bujur sangkar. Motif ukiran ini menggambarkan tentang empat arah mata angin utama yang dipercaya oleh masyarakat Toraja sebagai sumber rejeki. Motif Ne'Limbongan juga dipercaya sebagai awal mula dari ukiran Toraja.

Motif Ukiran Pa'Barre Allo

Motif ini berasal dari dua kata, yaitu "barre" yang mempunyai arti bundaran dan "allo" yang mempunyai arti matahari. Bentuk utama dari motif ini berupa empat buah lingkaran yang ada di dalam bujur sangkar. Ukiran ini

melambangkan akan kebesaran masyarakat Toraja, motif ini juga banyak ditemui pada pucuk rumah adat masyarakat Toraja.

Motif ukiran Pa'Kapuk Baka

Bentuk utama dari motif ini berupa empat buah lingkaran yang saling berpotongan antara yang satu dengan yang lainnya dengan simpul yang rumit. Pada zaman dulu ukiran ini digunakan sebagai tanda untuk tempat penyimpanan harta. Simpul motif ukiran yang rumit ini diartikan sebagai sebuah kesatuan keluarga yang tidak boleh tercerai-berai demi terciptanya sebuah kemakmuran.

Motif Ukiran Pa'Tangkik Pantung I dan Pa'Tangkik Pantung II

Motif ukiran ini (Pa'Tangkik Pantung I) mengambil motif dari paku yang digunakan untuk memancang bambu. Motif ukiran ini merupakan sebuah lambang kebesaran dari para bangsawan masyarakat Toraja. Sedangkan untuk motif Pa'Tangkik Pantung II terdiri dari empat buah lingkaran yang membentuk dua buah angka delapan. Motif ini mempunyai pesan tentang pentingnya sebuah persatuan.

Motif Ukiran Pa'Kadang Pao

Motif yang satu ini berupa arsiran garis yang saling berhubungan. Motif ini melambangkan tentang kerja sama, sedangkan garis-garis lurus nya melambangkan tentang kejujuran dalam mencari rezeki.

Motif Ukiran Pa' Sulan Sangbua

Motif ini terdiri dari beberapa garis simetris yang saling bersilangan dan menggambarkan sebuah lipatan daun sirih. Motif ukiran ini melambangkan tentang keanggunan kalangan para bangsawan Toraja.

Motif Ukiran Pa'Bulu Landong

Motif ukiran ini berupa beberapa rangkaian garis yang melengkung dan diartikan sebagai bulu ayam jantan (Landong=Ayam jantan). Motif ukiran ini melambangkan sebuah keperkasaan, kejantanan dan kebijaksanaan.

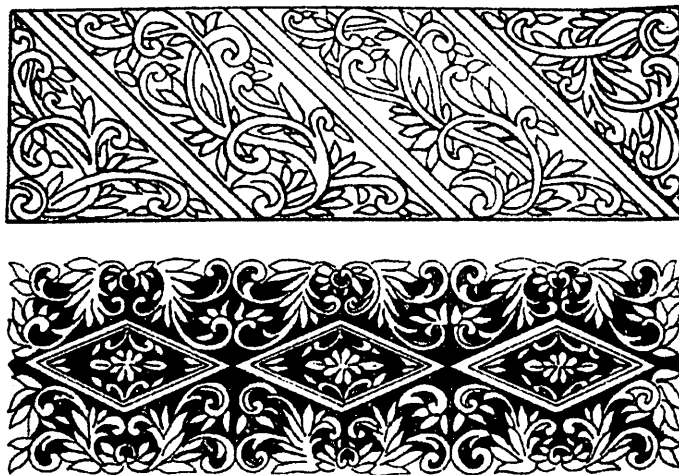
Motif Ukiran Pa'Tedong

Sesuai dengan namanya yang mempunyai arti kerbau, motif ukiran Pa'Tedong ini menggambarkan sebuah kepala kerbau. Mengingat betapa pentingnya kerbau dalam setiap kehidupan dari masyarakat Torajad dan motif ukiran ini dipercaya sebagai lambang kemakmuran.

Motif Pa'Tanduk Re'pe

Motif ukiran Pa'Tanduk Re'pe berupa beberapa garis melengkung yang sejajar dan juga merepresentasikan tentang kerbau. Karena motif menggambar sebuah tanduk kerbau, motif ukiran ini juga memiliki makna tentang sebuah perjuangan hidup yang keras demi untuk mendapatkan kesejahteraan dan juga status social^[5].

2.2.4 Motif Ukiran dari Minangkabau



Gambar 2.4 Motif Ukiran dari minangkabau (desyamaliayusri.wordpress.com)^[5]

Salah satu motif ukiran yang terkenal di pulau Sumatera adalah motif ukiran yang berasal dari Sumatera Barat, motif ukiran dari Sumatera ini biasanya banyak terdapat pada beberapa bagian dari rumah Gadang. Berikut ini ada beberapa motif ukiran masyarakat Minangkabau.

Motif Ukiran Lebah Bergayut

Motif ukiran ini menggambarkan tentang sebuah rumah lebah madu yang biasanya terdapat di dahan pohon. Maksud dari motif ukiran ini adalah untuk mengingat akan kekayaan bumi Melayu Riau yang dulunya banyak terdapat pepohonan besar yang sering digunakan para lebah untuk menggantungkan rumahnya.

Motif Ukiran Itik Sekawan (Itik Pulang Petang)

Motif ukiran ini menggambarkan tentang tingkah laku dari hewan Itik yang biasanya selalu berjalan secara beriringan saat dalam perjalanan pulang ke kandang di waktu petang. Tingkah laku berjalan Itik yang selalu beriringan menggambarkan tentang kedisiplinan, keserasian, persahabatan, kekompakan dan kebersamaan, bisa dijadikan contoh untuk manusia akan arti sebuah kehidupan. Hal tersebut yang kemudian dijadikan sebagai inspirasi suatu corak motif ukir, tenun, tekat dan juga songket.

Motif Ukiran Kaluk Pakis (kaluk paku)

Motif ukiran ini merupakan sebuah gambaran dari pohon/tetumbuhan pakis/paku yang meliuk-liuk atau berkeluk-keluk, motif ini juga biasa diaplikasikan dalam kerajinan tenun, tekat maupun barang kerajinan lain sejenisnya. Semua corak dari motif Melayu dipadukan dengan begitu cermat sehingga hasilnya kelihatan serasi dan saling mengisi.

Motif Ukiran pucuk rebung

Motif ukiran ini melambangkan tentang sebuah harapan baik, hal tersebut diambil berdasarkan corak yang digunakan dalam motif ukiran ini adalah pohon

bambu, yang mana pohon tersebut tidak mudah roboh oleh tiupan angin yang sangat kencang sekalipun. Motif pucuk rebung biasanya selalu ada di setiap kain songket yang digunakan sebagai tumpal kain atau kepala kain tersebut. Penggunaan dari motif pucuk rebung yang ada pada kain songket dimaksudkan supaya si pemakai selalu mendapatkan keberuntungan dan harapan yang baik dalam setiap langkah hidup.

Motif Ukiran Selembayung

Selembayung merupakan sebuah hiasan yang letaknya saling bersilang di kedua ujung perabung bangunan belah bubung dan rumah lontik. Pada bagian bawah terkadang diberi juga hiasan tambahan seperti tombak yang terhunus yang digunakan untuk menyambung kedua ujung dari perabung (tombak-tombak).

Motif Ukiran Sayap Layang-layang atau Sayap Layangan

Motif ukiran ini juga merupakan hiasan yang terdapat pada empat sudut cucuran atap dan bentuknya pun hampir sama dengan motif selembayung. Selain itu, setiap bangunan yang menggunakan motif selembayung harus memadukannya dengan motif sayap layangan sebagai padanannya. Letak motif sayap layang-layang yang ada pada empat sudut cucuran atap merupakan sebuah lambang sari dari empat pintu hakiki, yaitu pintu rezeki, pintu budi, pintu hati dan juga pintu Illahi. Selain itu, motif sayap layang-layang juga melambangkan tentang kebebasan, tetapi kebebasan yang tahu diri dan tahu batas.

Motif Ukiran Singap/Bidai

Bagian dari motif ini biasanya dibuat dengan bertingkat dan diberi sebuah hiasan yang juga berfungsi sebagai ventilas. Sedangkan pada bagian yang menjorok keluar di beri gambar lantai yang disebut dengan teban layar atau lantai alang buang atau disebut juga dengan Undan-undan^[5].

2.2.5 Motif Ukir Kalimantan



Gambar 2.5 Motif Ukiran dari Kalimantan (aredonebolobolo.blogdetik.com)^[5]

Salah satu motif ukiran yang paling terkenal dari Pulau Kalimantan adalah motif ukiran dari suku Dayak Lundayeh atau yang lebih dikenal dengan masyarakat Lun Bawang yang ada di Kalimantan Timur. Berikut beberapa motif ukiran yang berasal dari Kalimantan.

Motif ukiran Arit Linawa dan motif Arit Pawad

Motif ini biasanya diaplikasikan pada ukiran Buluh atau juga Sarung Parang. Motif ini terdiri dari berbagai motif ukiran bunga. Pada era sekarang, pola dari ini juga banyak digunakan pada berbagai macam ukiran, lukisan, properti kesenian, interior furnitur dan lain-lain.

Motif Ukiran Perisai

motif ini merupakan motif yang berupa sebuah bingkai dan didalamnya terukir perpaduan antara beberapa motif kreasi dengan berbagai pola motif dasar. Makna dari motif perisai sendiri melambangkan sebuah pertahanan yang kokoh/kuat dari suku dayak, karena pada dasarnya perisai sering dijadikan sebagai alat pertahanan oleh masyarakat dayak ketika berperang.

Motif Ukiran Burung Enggang

Motif ini biasa dihubungkan dengan kompilasi motif ukiran naga. Hal ini disebabkan, karena enggang dan naga merupakan simbol dari penguasa alam. Pohotara atau Mahatala adalah penguasa alam atas yang disimbolkan dengan Enggang Gading.

Motif Ukiran Naga

Pola dasar dari motif ukiran naga ini juga banyak diaplikasikan dalam gambar lukisan suku Dayak. Menurut masyarakat Dayak naga atau yang lebih dikenal dengan sebutan Juata atau Jata dipercaya sebagai simbol penguasa dari alam bawah (air/tanah).

Motif Ukiran Anjing

Motif ukiran ini biasa diukir pada lukisan yang digunakan sebagai alat untuk pengenalan kehidupan suku dayak. Dalam sebuah cerita rakyat dari suku Dayak, anjing merupakan hewan jelmaan dari dewa yang diusir dari alam kahyangan dan diturunkan ke dunia sebagai penjaga manusia. Suku Dayak sendiri membuat motif anjing sebagai bagian dari berbagai hal, sebagai rasa terimakasih mereka kepada hewan peliharaan yang selalu menemani dan menjaga mereka ketika mereka sedang berburu dan juga karena kesetiaannya kepada tuannya^[5].

2.2.6 Motif Ukiran Papua



Gambar 2.6 Motif Ukiran dari papua (pauacarvings.blogspot.com)^[5]

Bagi masyarakat suku Asmat, seni ukir kayu merupakan bagian kehidupan sehari-hari mereka yang sudah turun-temurun dan jadi suatu kebudayaan yang tidak hanya dikenal di Papua dan Indonesia saja, tetapi sudah ke mancanegara juga. Setiap turis yang datang berkunjung ke Papua, rasanya kurang lengkap jika tidak mengenal dan pastinya membeli cenderamata karya ukir dari suku Asmat dalam berbagai ukuran.

Ciri khas dari motif ukiran suku Asmat ada pada bentuk polanya yang natural dan berbentuk unik, yang mana dari beberapa pola tersebut akan terlihat betapa rumitnya proses pembuatan. Tak heran jika karya ukir dari suku Asmat bernilai sangat tinggi, namun seni ukir dari suku Asmat ini juga banyak diminati oleh para turis yang sedang berkunjung terutama bagi mereka yang cinta karya seni.

Dari sisi model ukiran yang dibuat oleh suku Asmat juga mempunyai pola yang sangat beragam, mulai dari bentuk patung model manusia, perahu, binatang, panel, tifa, perisai, telur kaswari serta ukiran tiang. Dalam membuat sebuah karya seni, biasanya suku Asmat mengadopsi dari pengalaman yang mereka dapat dari

lingkungan hidup sehari-hari yang kemudian mereka gunakan sebagai pola ukiran^[5].

2.3 Perangkat Keras yang Digunakan

2.3.1 Komputer

Kata Komputer berasal dari kata bahasa Yunani "*Computare*" yang berarti memperhitungkan atau menggabungkan bersama-sama. Kata *com* berarti menggabungkan dalam pikiran atau secara mental, sedangkan *putare* berarti memikirkan perhitungan atau penggabungan. Dalam bahasa Inggris: "*To Compute*" yang artinya menghitung.

Menurut *Barnhart Concise Dictionary of Etymology* yaitu kata komputer sebagai kata untuk "*orang yang menghitung*" yang digunakan dalam bahasa Inggris pada tahun 1646. Kemudian pada tahun 1897 kata *computer* sebagai kata untuk "alat hitung mekanis". Dan secara umum definisi komputer pernah dipakai untuk mendefinisikan dengan menggunakan atau tidak menggunakan alat bantu yang melakukan perhitungan aritmatika. Pada perang dunia ke II, kata komputer sendiri dipakai oleh para pekerja wanita Inggris dan Amerika Serikat untuk menghitung jalan artileri perang menggunakan mesin hitung. Ada sebuah desain mesin hitung pertama kali yang disebut dengan mesin analitikal yang didesain oleh Charles Babbage. Dan ada juga slide rule yang merupakan alat mesin sederhana yang bisa dikatakan sebagai komputer (*Barnhart: 1646*)^[6].

Definisi komputer secara luas adalah sistem pengolah informasi atau yang mengolah informasi. Ada juga pengertian yang lainnya tentang komputer yang dipakai selama bertahun-tahun, dan ada juga beberapa kata yang mengandung arti komputer. Sehingga dalam pengertiannya terdapat pula seperti jenis kalkulator mekanik mulai dari abakus dan seterusnya, slide rule dan semua komputer elektronik yang kontemporer. Jadi Komputer juga dapat diartikan sebagai "suatu perangkat elektronik atau sekumpulan perangkat elektronik yang bekerja secara otomatis, terintegrasi dan terkoordinasi yang dapat melakukan tugas-tugas tertentu (misalnya menerima, menyimpan, mengolah dan menyajikan Data), dikendalikan serta dikontrol oleh instruksi atau program yang tersimpan di dalamnya (mesin)".

Menurut pengertian di atas, Komputer terdiri dari sekumpulan perangkat serta instruksi atau program yang dalam kenyataannya satu sama lain tidak bisa dipisahkan, baik di antara perangkat (mesin) itu sendiri maupun antara mesin dengan instruksi atau program. Semuanya merupakan satuan yang saling bekerja sama dan saling tergantung satu sama lain. Karena itu komputer juga merupakan suatu sistem.

Definisi komputer di atas sudah mewakili beberapa alat khusus yang hanya dapat memperhitungkan satu atau memiliki beberapa fungsi. Dengan pemrograman yang benar, sehingga semua komputer dapat mengolah sifat apapun (biasanya dibatasi oleh kapasitas penyimpanan dan kecepatan yang berbeda merupakan hal yang membedakan antara komputer modern (sekarang) dengan komputer yang lebih awal. Dan dijamin mesin yang akan kita ciptakan dapat meniru alat perkomputeran pada masa depan, meskipun membutuhkan waktu yang cukup lama.

Dalam sebuah pengertian dan definisi komputer secara umum adalah alat yang istimewa yang lebih awal atau tes yang berguna mengenali komputer. Pengertian secara umum merupakan salah satu dari persyaratan bahwa komponen suatu mesin harus sama dengan mesin Turing universal. Mesin yang sama dengan Turing universal ini merupakan mesin yang diproduksi pada tahun 1940 yang berada di tengah kesibukan perkembangan di seluruh dunia. Dan mesin ini dikenal sebagai mesin Turing terlengkap. Untuk lebih jelasnya, lihatlah artikel sejarah komputer.

Ada beberapa komputer yang masih menggunakan arsitektur Von Neumann pada tahun 1940 yang diusulkan oleh John von Neumann. Ada beberapa definisi komputer dengan 4 bagian utama yang diarsitekturi oleh Von Neumann, yaitu alat masukan dan hasil (secara kolektif dinamakan I/O), memori, unit kontrol dan Unit Aritmatika dan Logis (*ALU*). Dan pada tahun 1940 teknologi pada komputer digital sudah berganti hingga menjadi yang lebih canggih lagi (Von Neumann: 1940)^[7].



Gambar 2.7 Komputer^[7].

2.3.2 Kamera Web

Webcam atau *web camera* adalah kamera digital, digital camera yang terhubung dengan komputer. *Webcam* didesain untuk berhubungan dengan *PC*. Kamera bias digunakan untuk merekam klip video yang bisa dikirim lewat *e-mail* atau untuk mentransmisikan gambar secara langsung di Internet untuk keperluan *video conferencing*.

Cara Kerja Webcam

Webcam bekerja seperti halnya sebuah kamera digital hanya saja *webcam* ini di desain untuk computer jadi tidak bisa di bawa ke mana-mana dan jauh lebih simple di banding kamera-kamera pada umumnya.

Sebuah *web camera* yang sederhana terdiri dari :

1. Sebuah lensa standar, dipasang di sebuah papan sirkuit untuk menangkap sinyal gambar.
2. *Casing (cover)*, termasuk casing depan dan casing samping untuk menutupi lensa standar dan memiliki sebuah lubang lensa di *casing* depan yang berguna untuk memasukkan gambar.
3. Kabel *support*, yang dibuat dari bahan yang fleksibel, salah satu ujungnya dihubungkan dengan papan sirkuit dan ujung satu lagi memiliki *connector*, kabel ini dikontrol untuk menyesuaikan ketinggian, arah dan sudut pandang *web camera*.

4. Sebuah *web camera* biasanya dilengkapi dengan *software*, *software* ini mengambil gambar-gambar dari kamera digital secara terus menerus ataupun dalam interval waktu tertentu dan menyiarkannya melalui koneksi internet. Ada beberapa metode penyiaran, metode yang paling umum adalah *software* mengubah gambar ke dalam bentuk *file JPEG* dan menguploadnya ke *web server* menggunakan *File Transfer Protocol (FTP)*.
5. *Frame rate* mengindikasikan jumlah gambar sebuah *software* dapat mengambil dan transfer dalam satu detik. Untuk *streaming video*, dibutuhkan minimal 15 *frame per second (fps)* atau idealnya 30 *fps*. Untuk mendapatkan *frame rate* yang tinggi, dibutuhkan koneksi internet yang tinggi kecepatannya. Sebuah *web camera* tidak harus selalu terhubung dengan komputer, ada *web camera* yang memiliki *software webcam* dan *web server built-in*, sehingga yang diperlukan hanyalah koneksi internet. *Web camera* seperti ini dinamakan "*network camera*". Kita juga bisa menghindari penggunaan kabel dengan menggunakan hubungan radio, koneksi *Ethernet* ataupun *WiFi*^[8].



Gambar 2.8 Kamera webcam^[8].

2.3.3 Marker

Marker merupakan sebuah penanda khusus yang memiliki pola tertentu sehingga saat kamera mendeteksi *marker*, objek 3 dimensi dapat ditampilkan. *Augmented reality* saat ini melakukan perkembangan besar-besaran, salah satunya

pada bagian *marker*. *Marker* pertama adalah *marker based tracking*. *Marker Based Tracking* ini sudah lama dikembangkan sejak 1980-an dan pada awal 1990-an mulai dikembangkan untuk penggunaan *Augmented Reality*. Kemudian *Markerless*, perkembangan terbaru *marker* ini merupakan salah satu metode *Augmented Reality* tanpa menggunakan *frame marker* sebagai obyek yang dideteksi. Dengan adanya *Markerless Augmented Reality*, maka penggunaan *marker* sebagai *tracking object* yang selama ini menghabiskan ruang, akan digantikan dengan gambar, atau permukaan apapun yang berisi dengan tulisan, logo, atau gambar sebagai *tracking object* (obyek yang dilacak) agar dapat langsung melibatkan obyek yang dilacak tersebut sehingga dapat terlihat hidup dan interaktif, juga tidak lagi mengurangi efisiensi ruang dengan adanya^[9].

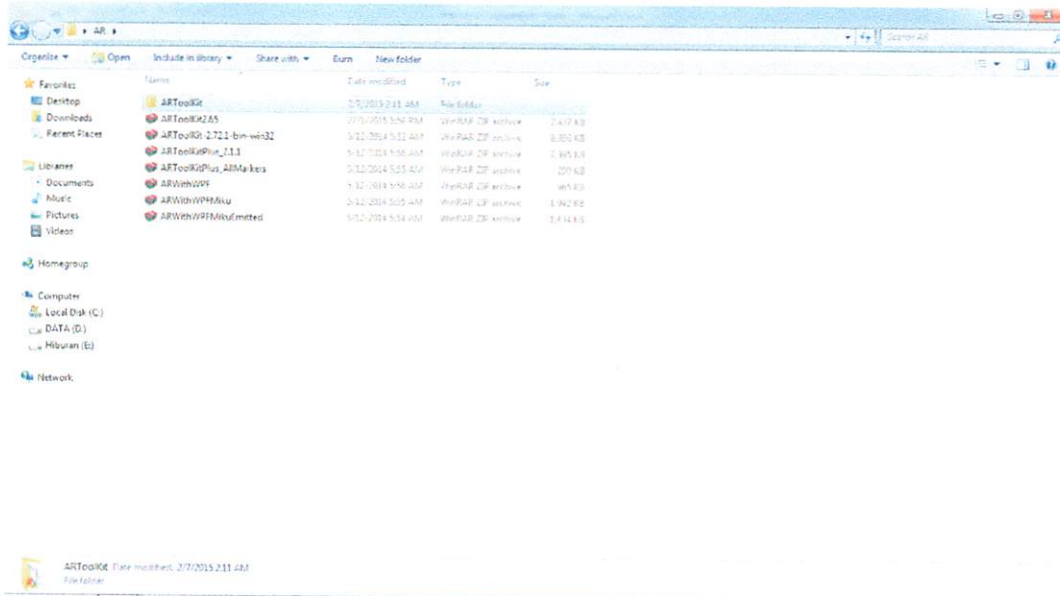


Gambar 2.9 *Marker*^[9]

2.4 Perangkat Lunak yang Digunakan

2.4.1 *ArToolkit*

Pengertian *ARToolKit* secara luas adalah *software library* untuk membangun *Augmented Reality* dan aplikasi ini adalah aplikasi yang melibatkan *overlay* pencitraan virtual ke dunia nyata. Untuk melakukan hal tersebut, *ARToolKit* menggunakan cara dengan pelacakan video, agar dapat menghitung posisi kamera yang nyata dengan mengorientasikan pola pada kertas *marker* secara *realtime*.



Gambar 2.10 Library ARtoolkit.

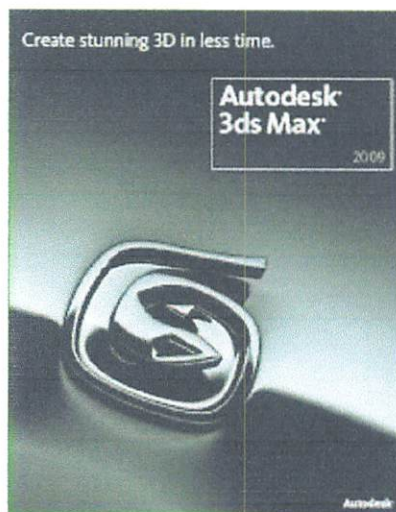
Proses Kerja ARToolKit

Proses kerja ARToolKit menggunakan teknik visi komputer untuk melakukan kalkulasi sudut pandang kamera nyata ke marker yang nyata. Secara sistematis ada 5 langkah dalam proses kerja dari ARToolKit, yaitu:

- a. Kamera menangkap video dari dunia nyata dan mengirimkannya ke komputer.
- b. ARToolKit mencari setiap frame video pada kamera (nyata) yang berbentuk kotak.
- c. Apabila kotak persegi telah ditemukan oleh kamera, maka ARToolKit akan melakukan perhitungan matematis untuk menghitung kamera ke bingkai hitam marker.
- d. Setelah posisi kamera diketahui, maka model objek 3D user akan di-render atau digambarkan pada posisi marker yang telah ditemukan tersebut.
- e. Terakhir, setelah di-render maka objek 3D akan tampil pada display komputer user^[10].

2.4.2 3D Studio Max

3D Studio Max (kadang kala disebut *3ds Max* atau hanya *MAX*) adalah sebuah perangkat lunak grafik vektor 3-dimensi dan animasi, ditulis oleh *Autodesk Media & Entertainment* (dulunya dikenal sebagai *Discreet* and *Kinetix*). Perangkat lunak ini dikembangkan dari pendahulunya *3D Studio fo DOS*, tetapi untuk platform *Win32*. *Kinetix* kemudian bergabung dengan akuisisi terakhir Autodesk, *Discreet Logic*. Versi terbaru *3Ds Max* pada Juli 2005 adalah 7. *3Ds Max Autodesk 8* diperkirakan akan tersedia pada akhir tahun (*Discreet di Siggraph: 2005*)^[11].

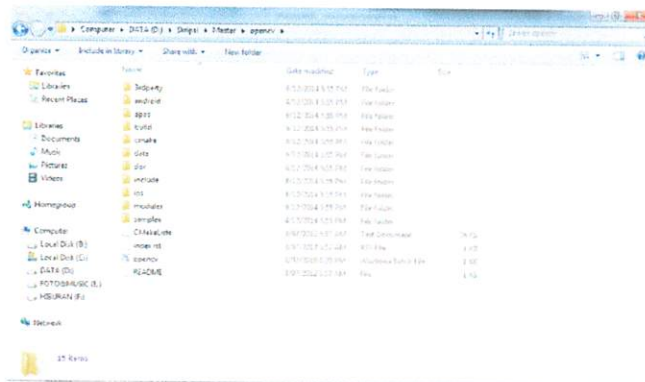


Gambar 2.11 3Ds Max^[11].

3ds Max adalah salah satu paket perangkat lunak yang paling luas digunakan sekarang ini, karena beberapa alasan seperti penggunaan platform *Microsoft Windows*, kemampuan mengedit yang serba bisa, dan arsitektur plugin yang banyak^[11].

2.4.3 OpenCV

OpenCV pertama kali diluncurkan secara resmi pada tahun 1999 oleh Inter Research sebagai lanjutan dari bagian proyek bertajuk aplikasi intensif berbasis CPU, real-time ray tracing dan tembok penampil 3D.



Gambar 2.12 Library OpenCV

Para kontributor utama dalam proyek ini termasuk mereka yang berkecimpung dalam bidang optimasi di Intel Russia, dan juga Tim Pusataka Performansi Intel. Pada awalnya, tujuan utama dari proyek OpenCV ini dideskripsikan sebagai berikut,

1. Penelitian penginderaan citra lanjutan tidak hanya melalui kode program terbuka, tetapi juga kode yang telah teroptimasi untuk infrastruktur penginderaan citra.
2. Menyebarkan ilmu penginderaan citra dengan menyediakan infrastruktur bersama di mana para pengembang dapat menggunakannya secara bersama-sama, sehingga kode akan tampak lebih mudah dibaca dan ditransfer.
3. Membuat aplikasi komersial berdasarkan penginderaan citra, di mana kode yang telah teroptimasi tersedia secara bebas dengan lisensi yang tersedia secara bebas yang tidak mensyaratkan program itu harus terbuka atau gratis.

OpenCV adalah suatu library gratis yang dikembangkan oleh developer-developer Intel Corporation. Library ini terdiri dari fungsi-fungsi computer vision dan API (Application Programming Interface) untuk *image processing high level*

maupun *low level* dan sebagai optimasi aplikasi realtime. *OpenCV* sangat disarankan untuk programmer yang akan berkecukupan pada bidang *computer vision*, karena library ini mampu menciptakan aplikasi yang handal, kuat dibidang digital vision, dan mempunyai kemampuan yang mirip dengan cara pengolahan visual pada manusia, Karena library ini bersifat cuma-cuma dan sifatnya yang open source, maka dari itu *OpenCV* tidak dipesan khusus untuk pengguna arsitektur Intel, tetapi dapat dibangun pada hampir semua arsitektur. Saat ini para developer dari Intel Corporation telah membuat berbagai macam versi, yaitu:

1. OpenCV untuk bahasa pemrograman C/C++.
2. OpenCV untuk bahasa pemrograman C# (masih dalam tahap pengembangan).
3. OpenCV untuk bahasa pemrograman Java.

Untuk bahasa pemrograman C# dan Java, karena masih dalam tahap pengembangan, maka kita membutuhkan library lain sebagai pelengkap kekurangan yang ada. Namun untuk bahasa pemrograman C/C++ tidak memerlukan *library* lainnya untuk pemrosesan pada *computer vision*.

Fitur

Berikut ini adalah fitur2 pada library OpenCV:

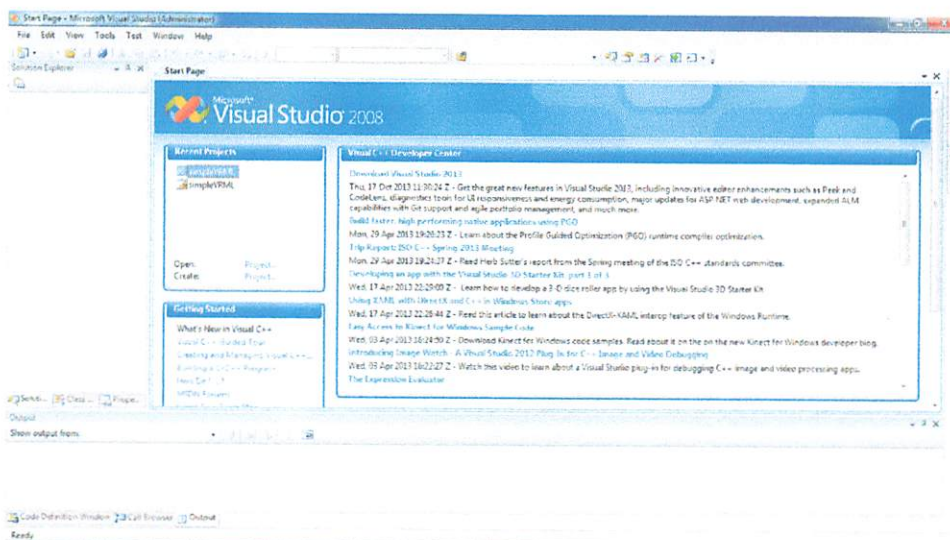
1. Manipulasi data gambar (alokasi memori, melepaskan memori, kopi gambar, setting serta konversi gambar)
2. *Image/Video I/O* (Bisa menggunakan camera yang sudah didukung oleh library ini).
3. manipulasi matrix dan vektor serta terdapat juga routines linear algebra (*products, solvers, eigenvalues, SVD*).
4. *Image processing* dasar (*filtering, edge detection*, pendeteksian tepi, sampling dan interpolasi, konversi warna, operasi morfologi, *histograms, image pyramids*).
5. Analisis struktural.
6. Kalibrasi kamera.
7. Pendeteksian gerak.
8. pengenalan objek.
9. Basic GUI (*Display gambar/video, mouse/keyboard kontrol, scrollbar*).

10. Image Labelling (line, conic, polygon, text drawing)^[12].

2.4.4 Microsoft Visual Studio

Microsoft Visual Studio by merupakan sebuah perangkat lunak lengkap (*suite*) yang dapat digunakan untuk melakukan pengembangan aplikasi, baik itu aplikasi bisnis, aplikasi personal, ataupun komponen aplikasinya, dalam bentuk aplikasi *console*, aplikasi *Windows*, ataupun aplikasi *Web*. *Visual Studio* mencakup *compiler*, *SDK*, *Integrated Development Environment (IDE)*, dan dokumentasi (umumnya berupa *MSDN Library*). Kompiler yang dimasukkan ke dalam paket *Visual Studio* antara lain *Visual C++*, *Visual C#*, *Visual Basic*, *Visual Basic .NET*, *Visual InterDev*, *Visual J++*, *Visual J#*, *Visual FoxPro*, dan *Visual SourceSafe*.

Microsoft Visual Studio dapat digunakan untuk mengembangkan aplikasi dalam *native code* (dalam bentuk bahasa mesin yang berjalan di atas *Windows*) ataupun *managed code* (dalam bentuk *Microsoft Intermediate Language* di atas *.NET Framework*). Selain itu, *Visual Studio* juga dapat digunakan untuk mengembangkan aplikasi *Silverlight*, aplikasi *Windows Mobile* (yang berjalan di atas *.NET Compact Framework*).



Gambar 2.13 *Microsoft Visual Studio 2008*

Visual Studio kini telah menginjak versi *Visual Studio 9.0.21022.08*, atau dikenal dengan sebutan *Microsoft Visual Studio 2008* yang diluncurkan pada 19 November 2007, yang ditujukan untuk *platform Microsoft .NET Framework 3.5*. Versi sebelumnya, *Visual Studio 2005* ditujukan untuk *platform .NET Framework 2.0 dan 3.0*. *Visual Studio 2003* ditujukan untuk *.NET Framework 1.1*, dan *Visual Studio 2002* ditujukan untuk *.NET Framework 1.0*. Versi-versi tersebut di atas kini dikenal dengan sebutan *Visual Studio NET*^[12].

BAB III

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN

3.1 Pendahuluan

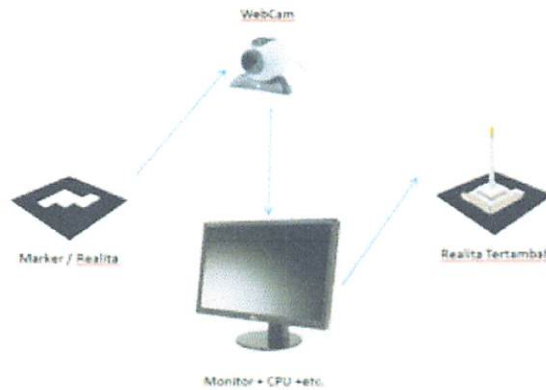
Pada bab ini membahas mengenai perencanaan sistem, prinsip kerja sistem, perancangan perangkat keras (*Hardware*).

Masing-masing bagian tersebut disusun dengan pemilihan beberapa jenis komponen dengan fungsi sesuai perencanaan, sehingga akan dihasilkan suatu sistem dengan fungsi sesuai dengan perencanaan yang dilakukan diawal. Sistem aplikasi ini berbasis *augmented reality* ini, merupakan sebuah sistem dengan objek 3D. Sehingga dapat memberikan kesan seperti dengan keadaan yang terdapat dalam dunia nyata, karena *augmented reality* adalah penggabungan objek virtual dengan objek nyata secara *real time*.

Aplikasi *Augmented Reality* (AR) ini akan menangkap objek melalui kamera *webcam* yang berupa kotak hitam atau yang disebut dengan *marker* yang kemudian ditandai untuk disimpan dalam *library*. Aplikasi ini dapat mengenali *marker* secara otomatis dengan cara menyorotkannya didepan kamera *webcam*, jika *marker* terbaca oleh kamera *webcam* maka akan muncul objek persegi sebagai tanda bahwa marker terbaca oleh kamera dan bisa disimpan dalam *library* sebaliknya jika *marker* tidak terbaca oleh kamera maka tidak akan muncul objek persegi di objek *marker* sebagai tanda bahwa kamera tidak mengenali objek tersebut sebagai *marker*.

Setelah objek dikenali oleh kamera kemudian akan disimpan dalam bentuk (.patt) di *library Augmented Reality*, objek tersebut adalah sebagai *action* dalam pemanggilan objek 3D yang sebelumnya sudah dirancang dan kemudian dicocokkan dengan *marker*. Aplikasi *Augmented Reality* ini dapat menangkap objek marker yang telah tersimpan dalam *library*, dengan menyorotkan objek *marker* didepan kamera *webcam* maka akan dikenali secara otomatis apakah *marker* tersebut sudah tersimpan

dalam *library* atau belum. Jika objek *marker* yang ditangkap sudah tersimpan dalam *library* maka akan muncul objek 3D sebagai hasil *output* nya, sebaliknya jika *marker* tidak dikenali oleh kamera maka tidak akan muncul objek 3D.



Gambar 3.1 Diagram sistem

Aplikasi ini bertujuan untuk memudahkan membuat motif ukir dengan pola sendiri menggunakan media kertas. Teknologi yang digunakan yaitu teknologi Augmented Reality (AR). Dalam aplikasi ini membutuhkan gambar penanda atau yang disebut Marker.

Adanya marker atau penanda pada media akan dikonfigurasi dengan animasi. Sehingga pada saat kamera mendeteksi adanya marker menampilkan secara otomatis akan muncul animasi tersebut.

Dengan media kertas sebagai inputannya dapat menghasilkan motif ukir sesuai dengan yang diinginkan. Lipatan antar sudut yang saling bersilangan dan pemberian pola pada media akan menimbulkan motif pada sisi lipatan lainnya.

Untuk menjalankan Augmented Reality dibutuhkan perangkat keras yang mampu mendukung dalam proses kerjanya. Beberapa komponen yang diperlukan dalam pembuatan dan pengembangan aplikasi *Augmented Reality* adalah sebagai berikut :

1. Komputer

Komputer merupakan perangkat yang digunakan untuk mengendalikan semua proses yang akan terjadi dalam sebuah aplikasi. Penggunaan komputer ini disesuaikan dengan kondisi dari aplikasi yang akan digunakan. Kemudian untuk *output* aplikasi akan ditampilkan melalui monitor.

Hardware yang digunakan dalam membangun sistem :

- a. Operating System: Windows 7 Ultimate 32-bit (6.1, Build 7601) Service Pack 1 (7601.win7sp1_gdr.150525-0603)
- b. Processor: Intel(R) Celeron(R) CPU B800 @ 1.50GHz (2 CPUs), ~1.5GHz
- c. Memory: 4096MB RAM
- d. VGA: Intel(R) HD Graphics Family

Kebutuhan *minimal* hardware dalam menjalankan sistem :

1. Laptop dengan *processor* 1 GHz
2. Kapasitas RAM 1 GB
3. Hardisk 128 GB
4. VGA card onboard 512 MB
5. *Webcam* resolusi VGA (640 x 480 pixel)



Gambar 3.2 Komputer

2. Marker

Augmented reality saat ini melakukan perkembangan besar-besaran, salah satunya pada bagian marker. Marker pertama adalah marker based tracking. Marker Based Tracking ini sudah lama dikembangkan sejak 1980-an dan pada awal 1990-an mulai dikembangkan untuk penggunaan Augmented Reality. Kemudian Markerless, perkembangan terbaru marker ini merupakan salah satu metode Augmented Reality tanpa menggunakan frame marker sebagai obyek yang dideteksi.

Marker merupakan gambar (*image*) dengan warna hitam dan putih dengan bentuk persegi. Dengan menggunakan *marker* ini maka proses *tracking* pada saat aplikasi digunakan. Komputer akan mengenali posisi dan orientasi dari *marker* dan akan menciptakan obyek virtual yang berupa obyek 3D yaitu pada titik (0, 0, 0) dan 3 sumbu (X, Y, Z).



Gambar 3.3 Marker

Marker merupakan sebuah gambar berpola khusus yang sudah dikenali oleh *Template Memory ARToolKit*. Nantinya, marker tersebut berfungsi untuk dibaca dan dikenali oleh kamera lalu dicocokkan dengan template *ARToolKit*. Setelah itu, baru kamera akan melakukan *render* objek 3D diatas marker. Marker standar yang sering

dipakai oleh para *user* pemula Augmented Reality adalah Marker Hiro dan Marker Kanji. Kedua pola Marker tersebut sudah ada pada *Template Memory ARToolkit*, jadi *user* pemula dapat mengembangkan Augmented Reality lebih jauh lagi.

Pada umumnya, Marker yang bisa dikenali ARToolkit hanya marker dengan pola berbentuk kotak dengan bingkai hitam didalamnya. Akan tetapi seiring dengan berkembangnya Augmented Reality, sudah banyak para pengembang Augmented Reality yang bisa membuat marker tanpa bingkai hitam.

3. Kamera

Kamera merupakan perangkat yang berfungsi sebagai *recording* sensor. Kamera tersebut terhubung ke komputer yang akan memproses *image* yang ditangkap oleh kamera. Apabila kamera menangkap *image* yang mengandung *marker*, maka aplikasi yang ada di komputer tersebut mampu mengenali *marker* tersebut. Selanjutnya, komputer akan mengkalkulasi posisi dan jarak *marker* tersebut. Lalu, komputer akan menampilkan objek 3D di atas *marker* tersebut.



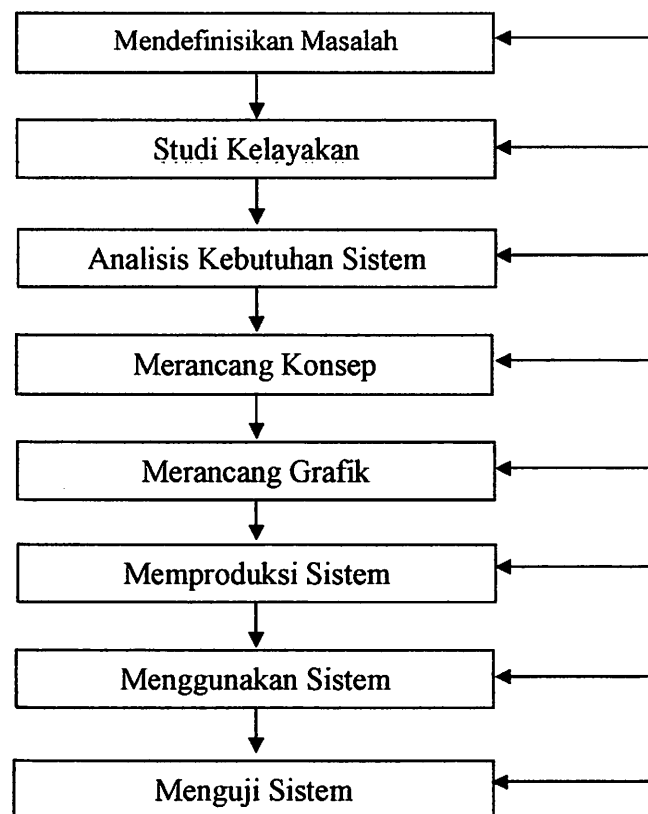
Gambar 3.4 Kamera web

Spesifikasi kamera web yang digunakan dalam membangun sistem:

<i>Interface to PC</i>	<i>High Speed USB 2.0 (Compatible with USB 1.1)</i>
<i>Sensor Type</i>	<i>VGA CMOS Image Sensor</i>
<i>Resolution</i>	<i>800×480, 352×600, 640×288, 320×240</i>
<i>Lens Features</i>	<i>Fixed Lens, F/#2.0mm, f=1:3.85mm</i>
<i>Frame Rate</i>	<i>640 x 480 pixels / up to 15fps (VGA), 320 x 240 pixels / up to 30fps (CIF)</i>
<i>Picture Control</i>	<i>Auto Color Compensation, Auto Brightness Adjustment</i>
<i>Focus Type</i>	<i>Manual Focus Lens (with Range 50mm ~ infinity)</i>
<i>Built-In Microphone</i>	<i>Available with 3.5mm Audio Port</i>
<i>Face Tracking</i>	<i>Not Available</i>
<i>Still Image Capture</i>	<i>1-Touch Snapshot with Built-in Button (File format : JPEG)</i>
<i>Night Vision Support</i>	<i>Available by 3 LED with Trimmer Control</i>
<i>LED Lightning Support</i>	<i>Available by 3 LED with Trimmer Control</i>
<i>Pan / Tilt Model</i>	<i>Available (Manual)</i>
<i>Operating System Support</i>	<i>PC with Windows® (2000 / XP / Vista)</i>
<i>Other Features</i>	<i>Clip Base, No Driver Needed on Windows XP/Vista (Driverless)</i>
<i>Dimension (WHD)</i>	<i>63(W) x 68(H) x 57.8(D) mm, Cable Length : 135 cm</i>
<i>Weight</i>	<i>97 gram</i>

3.2 Perancangan Sistem

Perancangan sistem tidak akan berhasil dengan baik jika tidak melakukan pendekatan dengan berbagai sistem yang ada seperti pendekatan yang melibatkan pemakai sebagai pengguna akhir, profesional komunikasi yang membantu dalam menentukan keseluruhan sistem. Pengembangan sistem bisa dilihat pada bagan berikut :



Gambar 3.5 Perencanaan Sistem

Keterangan :

1. Mendefinisikan masalah

Melakukan identifikasi dimana letak permasalahannya, penyebabnya dan berusaha mengumpulkan semua informasi.

2. Studi kelayakan

Suatu tinjauan sekilas pada faktor-faktor utama yang akan mempengaruhi kemampuan sistem untuk mencapai tujuan yang diinginkan.

3. Analisis kebutuhan sistem

Meneliti kebutuhan sistem yang perlu digunakan dalam membangun aplikasi.

4. Merancang Konsep

Proses menyusun atau mengembangkan sistem yang akan dibuat.

5. Merancang Grafik

Suatu penyusunan antar muka (Interface) yang akan digunakan dalam pembuatan aplikasi.

6. Memproduksi sistem

Dengan pembuatan sistem akan dapat digunakan dan diterapkan pada suatu tujuan untuk menghasilkan aplikasi yang diinginkan.

7. Menggunakan Sistem

Pemakai menggunakan sistem untuk mencapai tujuan yang diidentifikasi pada tahap perencanaan.

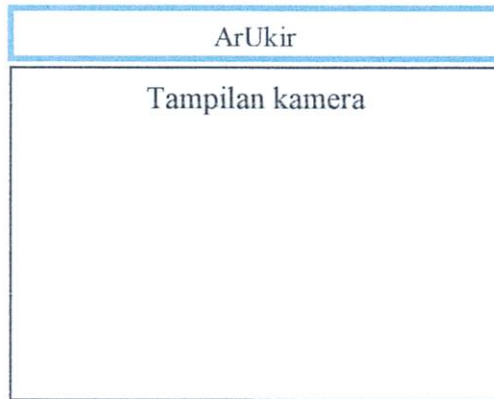
8. Menguji sistem

Proses yang bertujuan untuk memastikan apakah semua fungsi sistem bekerja dengan baik dan mencari kesalahan yang mungkin terjadi pada sistem.

3.2.1 Perancangan Antar Muka (Interface)

Perancangan interface adalah bagian paling penting dari pembuatan aplikasi, karena yang pertama kali dilihat ketika aplikasi dijalankan adalah antar muka (interface) aplikasi.

A. Antar Muka Tampilan Kamera



Gambar 3.6 Desain Tampilan Kamera

Gambar 3.6 menampilkan rancangan antarmuka tampilan utama bagi pengguna.

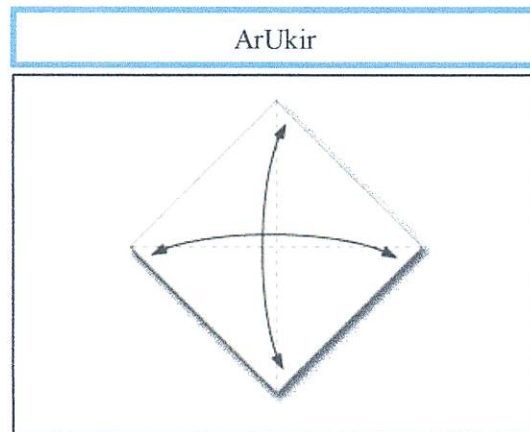
B. Antar Muka Tampilan Marker



Gambar 3.7 Desain Tampilan Marker

Gambar 3.7 menampilkan rancangan antarmuka marker. Melalui fitur ini pengguna dapat melihat objek penangkapan marker.

C. Antar Muka Tampilan Lipatan

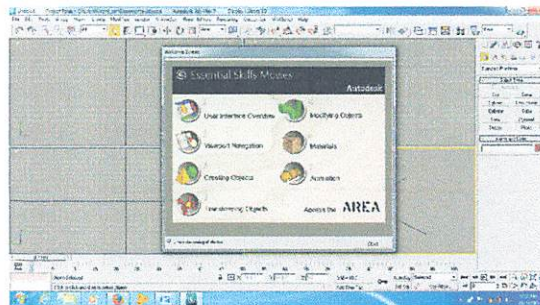


Gambar 3.8 Desain Tampilan Lipatan

Gambar 3.8 Melalui fitur ini pengguna dapat melihat objek 3D dari hasil kamera mendeteksi marker.

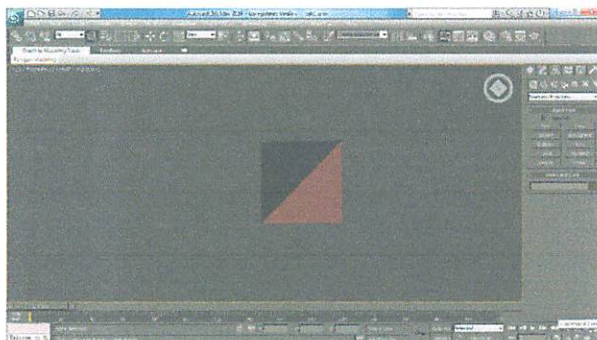
3.2.2 Perancangan Objek 3D

Pemodelan objek 3D dibagi dalam tiga model, yang merupakan, tiga objek terpenting, saat *user* menjalankan aplikasi AR. Objek-objek tersebut adalah objek 3D lipatan kertas, dan ukiran.



Gambar 3.9 Tampilan 3ds max

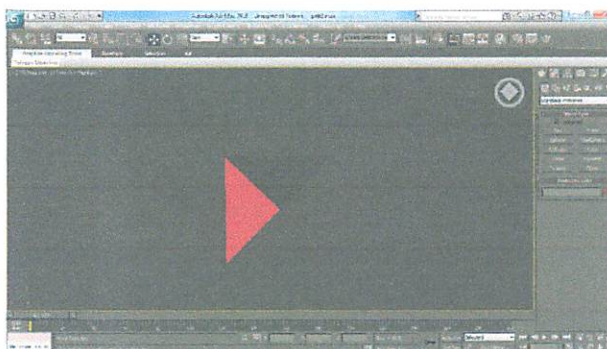
1. Pembuatan 3D marker A



Gambar 3.10 3D tampilan marker A

Dengan pembuatan 3d marker A akan menghasilkan lipatan 3d dari bentuk persegi menjadi segitiga pada tampilan.

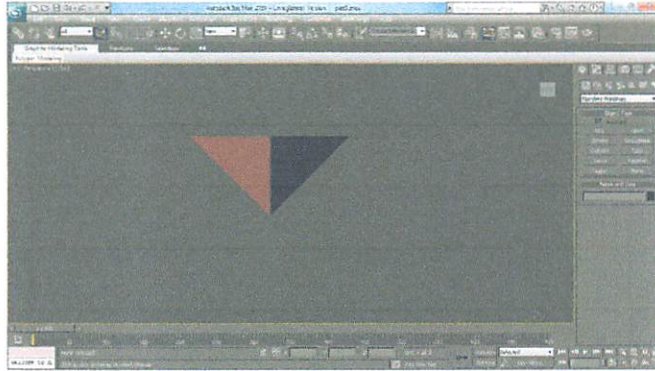
2. Pembuatan 3D Marker B



Gambar 3.11 3D tampilan marker B

Pada pembuatan 3D marker B menghasilkan lipatan 3D dari bentuk segitiga lipatan pertama menjadi segitiga lipatan kedua yang lebih kecil.

3. Pembuatan 3D Marker C



Gambar 3.12 3D tampilan marker C

Pembuatan 3D yang terakhir menghasilkan 3D pemotongan lipatan segitiga dan hasil.

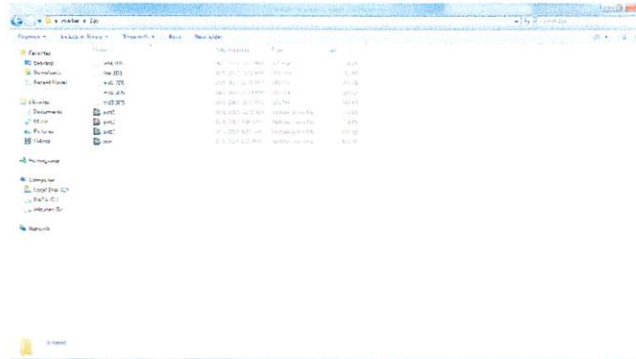
4. Export 3Ds Max



Gambar 3.13 Export 3Ds Max

Dengan Export object akan menjadi file 3Ds.

5. Hasil Export



Gambar 3.14 Hasil Export

Hasil dari export menghasilkan file 3d yang akan dipergunakan untuk menggabungkan dengan marker.

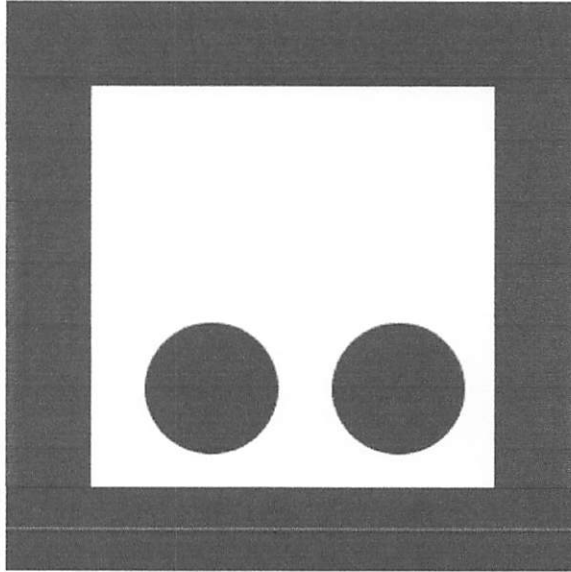
3.2.3 Perancangan Marker

Marker, merupakan objek nyata yang digunakan sebagai penghubung antara dunia nyata dan maya dan sebagai alat berinteraksi dengan sistem (Mark Fiala. Artag,2005). *Marker* adalah pola yang dibuat dalam bentuk gambar dan dicetak dengan mesin printer yang akan dikenali oleh perangkat kamera.

Cara proses kerja *marker* adalah, kamera mendeteksi *marker*, kemudian kamera membaca pola yang ada didalam *marker* tersebut, bila pola terdeteksi maka kamera akan menampilkan objek 3D.

Dalam perancangan *marker*, digunakan dua *software* yaitu *software design grafis* bisa berupa *paint*, *adobe photoshop*, dll dan *mk_patt*. *Software design grafis* digunakan untuk membuat pola *marker*, dalam hal ini, *marker* dibuat dengan pola hitam-putih. Disini *marker* yang satu dengan yang lain diberi pembeda untuk lebih memudahkan sistem mendeteksi *marker*. *Software mk_patt* digunakan untuk mempol *marker*, kemudian *marker* yang sudah terpolah *mk_patt* disimpan di dalam *template memory* ArToolkit, sehingga *marker* dapat dibaca oleh ArToolkit.

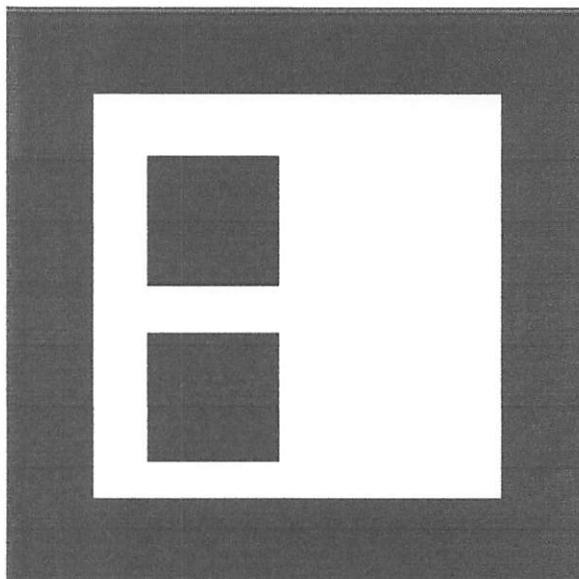
1. Marker A



Gambar 3.15 Marker A

Pembuatan marker A dengan 2 buah bulatan yang terdapat didalam frame marker akan dapat terdeteksi oleh kamera.

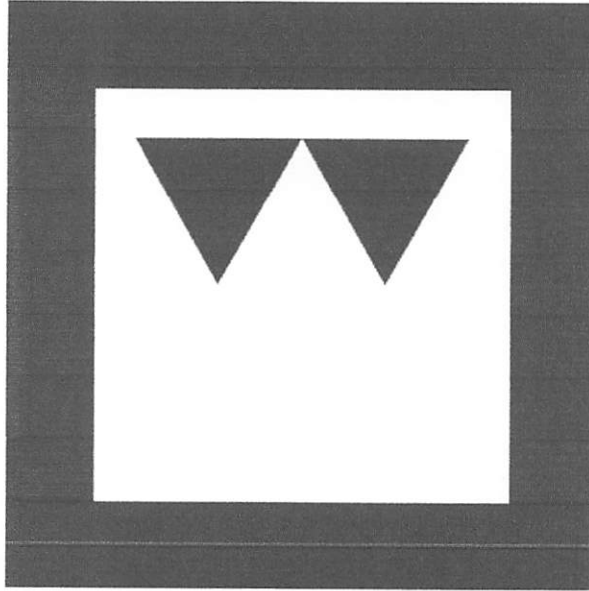
2. Marker B



Gambar 3.16 Marker B

Pada marker B dengan bentuk kotak persegi yang ada didalam frame marker akan membedakan 3D pada marker A dan akan menampilkan marker B pada aplikasi.

3. Marker C



Gambar 3.17 Marker C

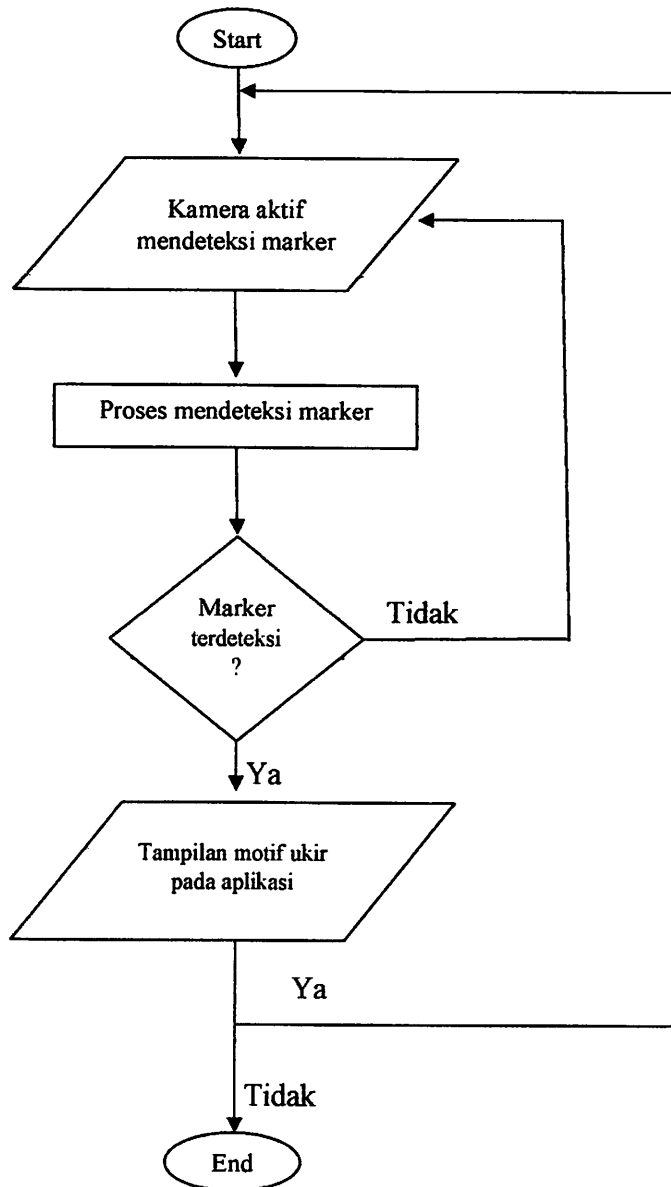
Pada marker C berbentuk 2 buah segitiga gar membedakan dari marker A dan marker B yang akan menampilkan 3D potongan dan hasil potongan sesuai keinginan.

3.2.4 Flowchart Aplikasi

Pada aplikasi ini terdapat satu proses dan satu titik pengambilan keputusan, yaitu proses pendeteksian marker dan kondisi dimana ketika terdeteksi atau tidaknya marker.

Awal berjalannya aplikasi ini yaitu mulai aktifnya kamera *Augmented Reality* yang sudah dikonfigurasi dengan marker dan animasi lipatan kertas. Kemudian berlanjut pada proses pendeteksian marker. Pada proses ini, ketika kamera

mendeteksi adanya marker, animasi lipatan kertas akan muncul. Tetapi bila kamera tidak mendeteksi adanya marker, sistem akan menunggu terdeteksinya marker.



Gambar 3.18 Flowcart Aplikasi

BAB IV

PENGUJIAN ALAT DAN PEMBAHASAN

4.1 Pendahuluan

Pada bab ini dibahas tentang pengujian aplikasi yang dirancang. Untuk mengetahui system yang dirancang sesuai dengan fungsi yang diharapkan,, dilakukan pengujian terhadap system tersebut baik secara keseluruhan maupun subsistem.

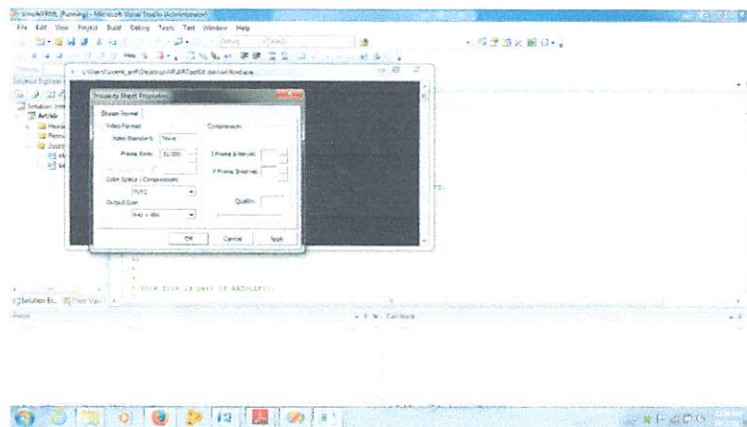
Pengujian aplikasi bertujuan untuk memastikan bahwa aplikasi telah memiliki fungsi seperti yang diharapkan dan mencari kesalahan yang terdapat pada aplikasi. Pengujian aplikasi ini terdiri dari proses Pengujian marker, dan kemudian pengujian 3D lipatan kertas.

Bagian-bagian yang akan diuji adalah:

1. Mengakses webcam menggunakan code yang mengimpor dari library.
2. Pengujian kamera mendeteksi marker, meliputi:
 - a. Marker A
 - b. Marker B
 - c. Marker C
3. Pengujian cahaya ruangan dan cahaya kamera.

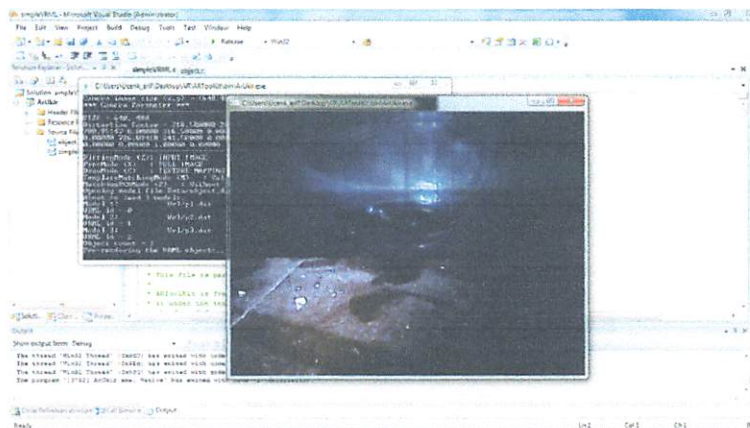
4.2 Mengakses webcam menggunakan code yang mengimpor dari library.

Menghasilkan aplikasi .EXE yang kemudian digunakan sebagai tangkapan webcam secara langsung dapat ditampilkan pada layar inti. Hasil Mengakses webcam menggunakan code yang mengimpor dari library berhasil. Hasil dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar 4.1 Hasil Debug dan Release

Dengan hasil debug dan release diatas kamera dapat diaktifkan dengan menu tampilan settings kamera dengan cara menekan play atau aply.



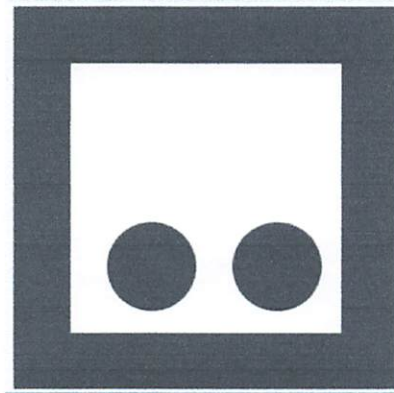
Gambar 4.2 Tampilan kamera

4.3 Pengujian kamera mendeteksi Marker berdasarkan jarak

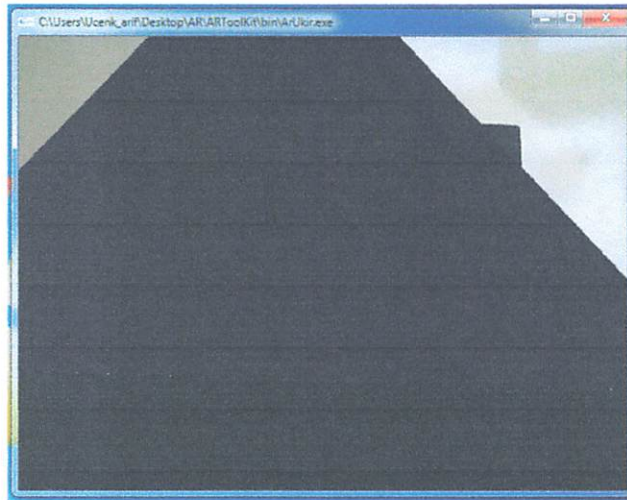
Setelah menampilkan kamera AR secara otomatis akan mulai mendeteksi marker, pada layar akan memunculkan animasi tiga dimensi yang telah dikonfigurasi terhadap marker. Pada gambar di bawah, kamera diuji menggunakan marker pada jarak tertentu.

4.3.1 Pengujian kamera mendeteksi marker pada jarak 20cm

A. Marker A



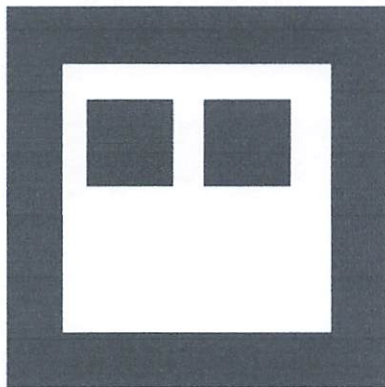
Gambar 4.3 Gambar Marker A



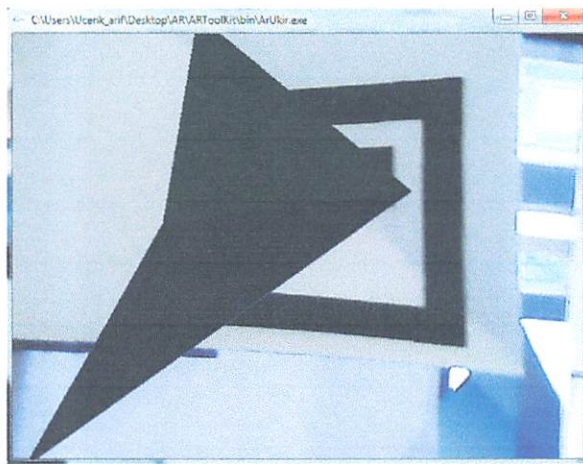
Gambar 4.4 Hasil deteksi marker A pada jarak 20cm

Pada jarak 20cm kamera mendeteksi marker A dengan hasil marker terbaca dan terdeteksi oleh kamera yang menampilkan lipatan 3D melebihi resolusi frame kamera.

B. Marker B



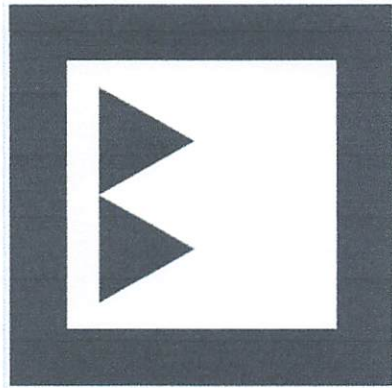
Gambar 4.5 Marker B



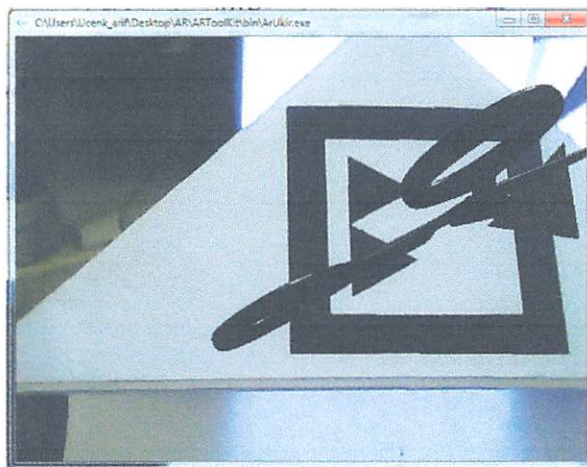
Gambar 4.6 Hasil deteksi marker B pada jarak 20cm

Pada jarak 20cm kamera mendeteksi marker B dengan hasil marker terbaca dan terdeteksi oleh kamera yang menampilkan lipatan 3D segitiga.

C. Marker C

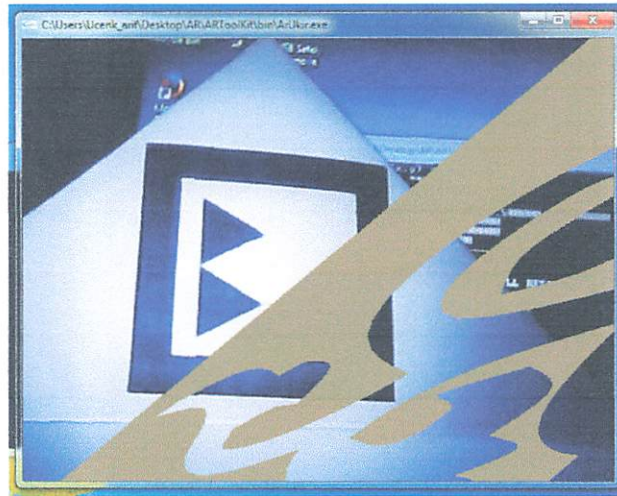


Gambar 4.7 Marker C



Gambar 4.8 Hasil deteksi marker C pada jarak 20cm

Pada jarak 20cm kamera mendeteksi marker C dengan hasil marker terbaca dan terdeteksi oleh kamera yang menampilkan lipatan 3D memotong media.



Gambar 4.9 Hasil Tampilan Motif Ukir pada jarak 20cm

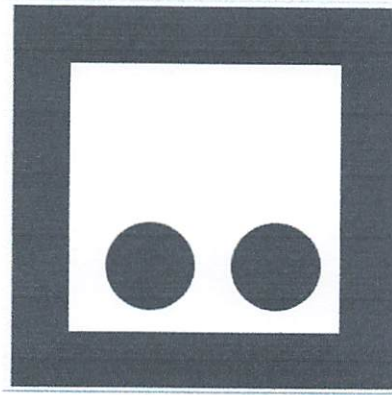
Pada jarak 20cm hasil marker terbaca dan terdeteksi oleh kamera yang menampilkan lipatan 3D melebihi resolusi frame kamera.

Tabel 4.1 Pengujian Mendeteksi Marker Pada Jarak 20cm

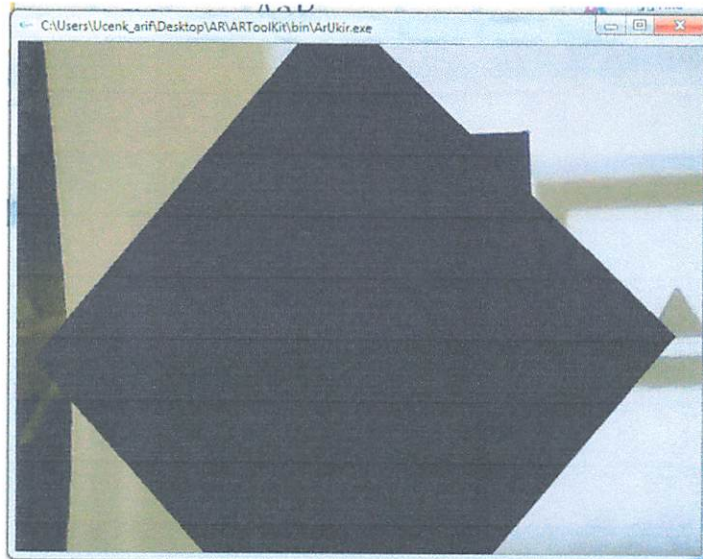
Pengujian pada jarak 20cm	Bentuk Pengujian	Hasil Yang diharapkan	Hasil Pengujian
Marker A	Mengarahkan kamera ke marker A pada jarak 20cm	Muncul 3D lipatan diatas marker A dilihat dari kamera	Terdeteksi
Marker B	Mengarahkan kamera ke marker B pada jarak 20cm	Muncul 3D lipatan diatas marker B dilihat dari kamera	Terdeteksi
Marker C	Mengarahkan kamera ke marker C pada jarak 20cm	Muncul 3D lipatan diatas marker C dilihat dari kamera	Terdeteksi

4.3.2 Pengujian kamera mendeteksi marker pada jarak 30cm

A. Marker A



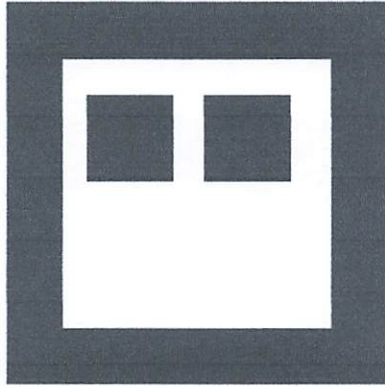
Gambar 4.10 Gambar Marker A



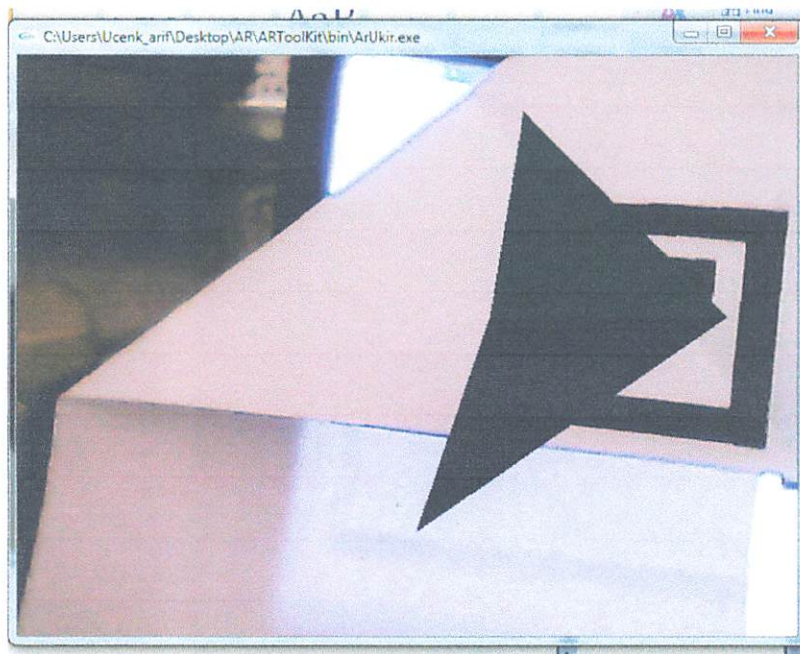
Gambar 4.11 Hasil deteksi marker A pada jarak 30cm

Pada jarak 30cm kamera mendeteksi marker A dengan hasil marker terbaca dan terdeteksi oleh kamera yang menampilkan lipatan 3D masih melebihi resolusi frame kamera.

B. Marker B



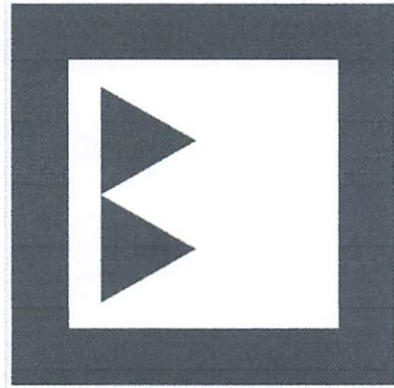
Gambar 4.12 Marker B



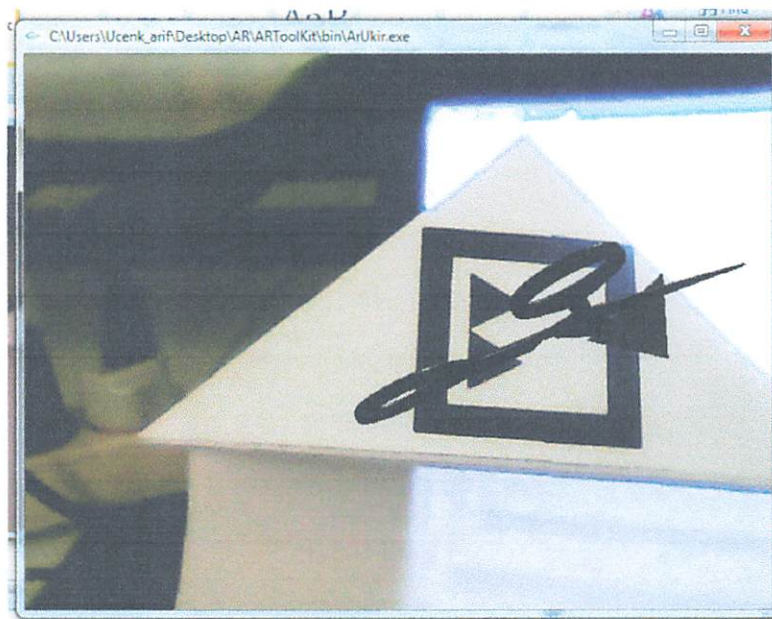
Gambar 4.13 Hasil deteksi marker B pada jarak 30cm

Pada jarak 30cm kamera mendeteksi marker B dengan hasil marker terbaca dan terdeteksi oleh kamera yang menampilkan lipatan 3D segitiga.

C. Marker C



Gambar 4.14 Marker C



Gambar 4.15 Hasil deteksi marker C pada jarak 30cm

Pada jarak 30cm kamera mendeteksi marker C dengan hasil marker terbaca dan terdeteksi oleh kamera yang menampilkan lipatan 3D memotong media.



Gambar 4.16 Hasil Tampilan Motif Ukir pada jarak 30cm

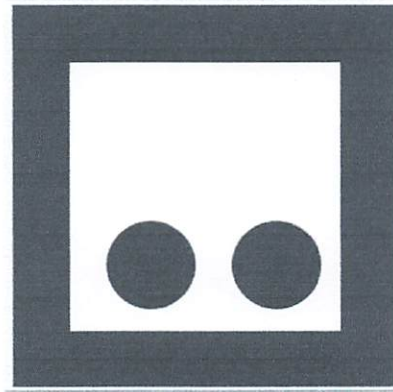
Pada jarak 30cm hasil marker terbaca dan terdeteksi oleh kamera yang menampilkan lipatan 3D melebihi resolusi frame kamera.

Tabel 4.2 Pengujian Mendeteksi Marker Pada Jarak 30cm

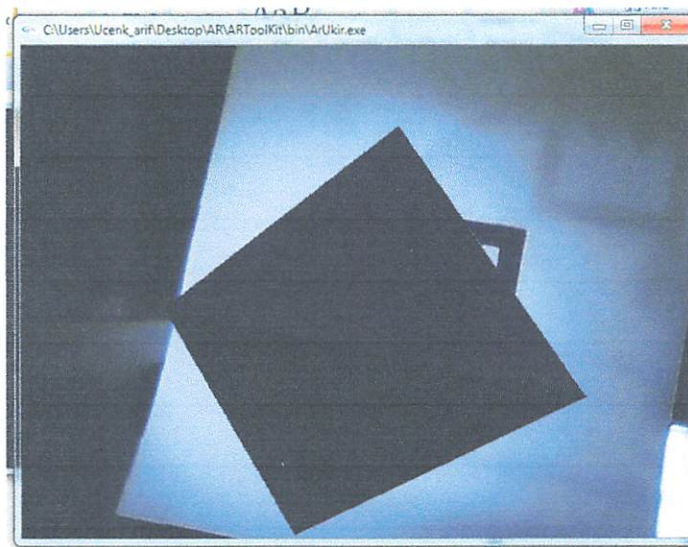
Pengujian pada jarak 30cm	Bentuk Pengujian	Hasil Yang diharapkan	Hasil Pengujian
Marker A	Mengarahkan kamera ke marker A pada jarak 30cm	Muncul 3D lipatan diatas marker A dilihat dari kamera	Terdeteksi
Marker B	Mengarahkan kamera ke marker B pada jarak 30cm	Muncul 3D lipatan diatas marker B dilihat dari kamera	Terdeteksi
Marker C	Mengarahkan kamera ke marker C pada jarak 30cm	Muncul 3D lipatan diatas marker C dilihat dari kamera	Terdeteksi

4.3.3 Pengujian kamera mendeteksi marker pada jarak 40cm

A. Marker A



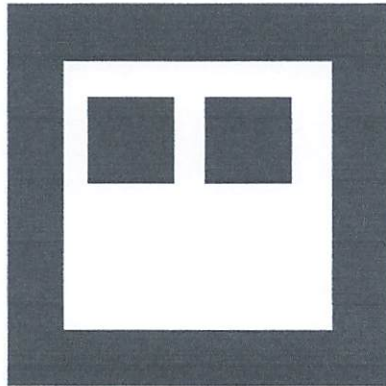
Gambar 4.17 Gambar Marker A



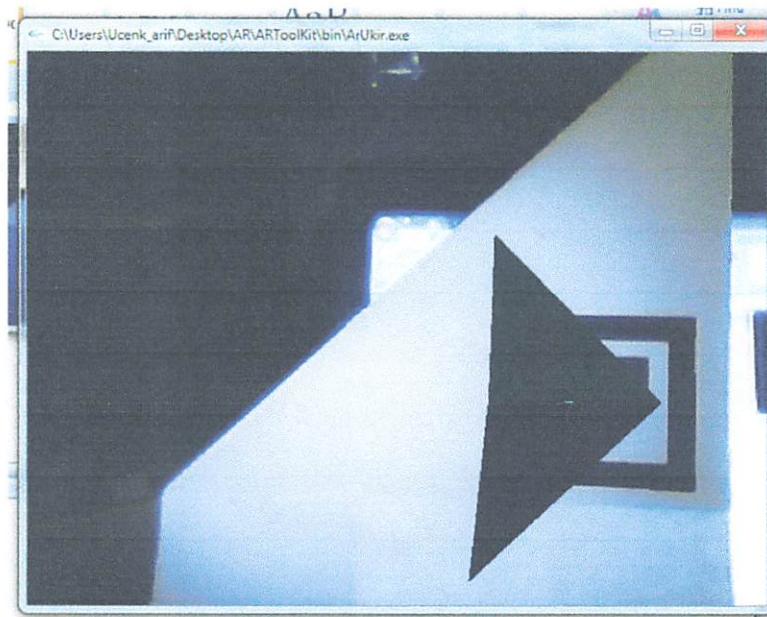
Gambar 4.18 Hasil deteksi marker A pada jarak 40cm

Pada jarak 40cm kamera mendeteksi marker A dengan hasil marker terbaca dan terdeteksi oleh kamera tetapi dengan tambahan pencahayaan lampu LED pada kamera web.

B. Marker B



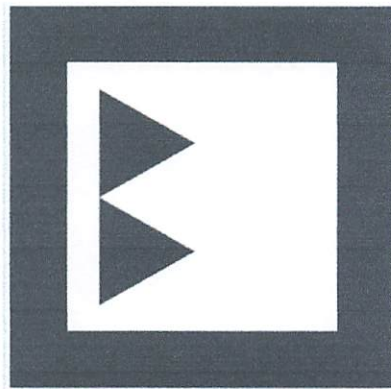
Gambar 4.19 Marker B



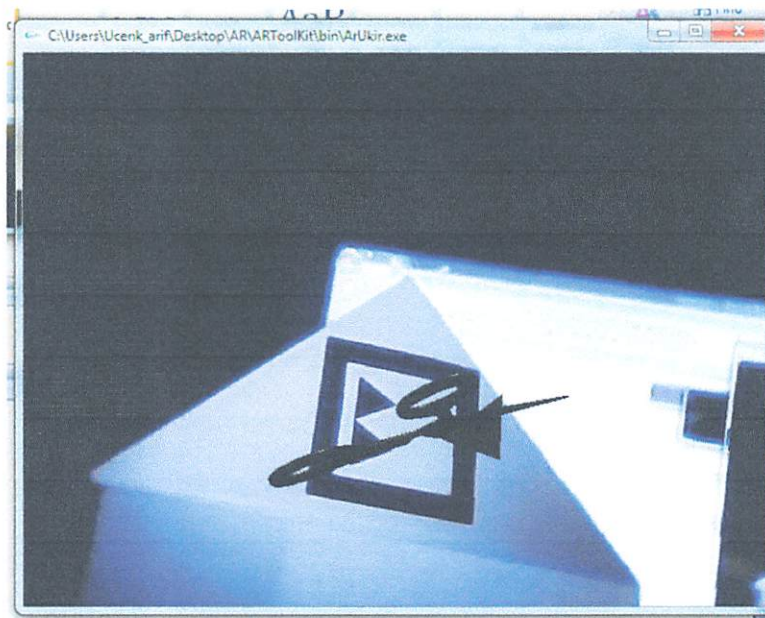
Gambar 4.20 Hasil deteksi marker B pada jarak 40cm

Pada jarak 40cm kamera mendeteksi marker B dengan hasil marker terbaca dan terdeteksi oleh kamera tetapi dengan tambahan pencahayaan lampu LED pada kamera web.

C. Marker C



Gambar 4.21 Marker C



Gambar 4.22 Hasil deteksi marker C pada jarak 40cm

Pada jarak 40cm kamera mendeteksi marker C dengan hasil marker terbaca dan terdeteksi oleh kamera tetapi dengan tambahan pencahayaan lampu LED pada kamera web.



Gambar 4.23 Hasil Tampilan Motif Ukir pada jarak 40cm

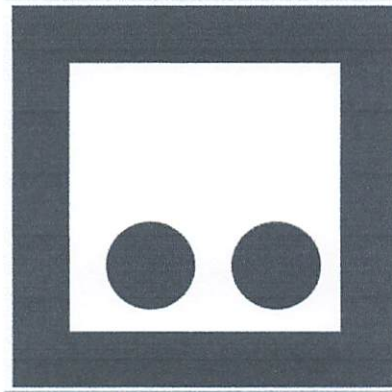
Pada jarak 40cm hasil marker terbaca dan terdeteksi oleh kamera tetapi dengan tambahan pencahayaan lampu LED pada kamera web.

Tabel 4.3 Pengujian Mendeteksi Marker Pada Jarak 40cm

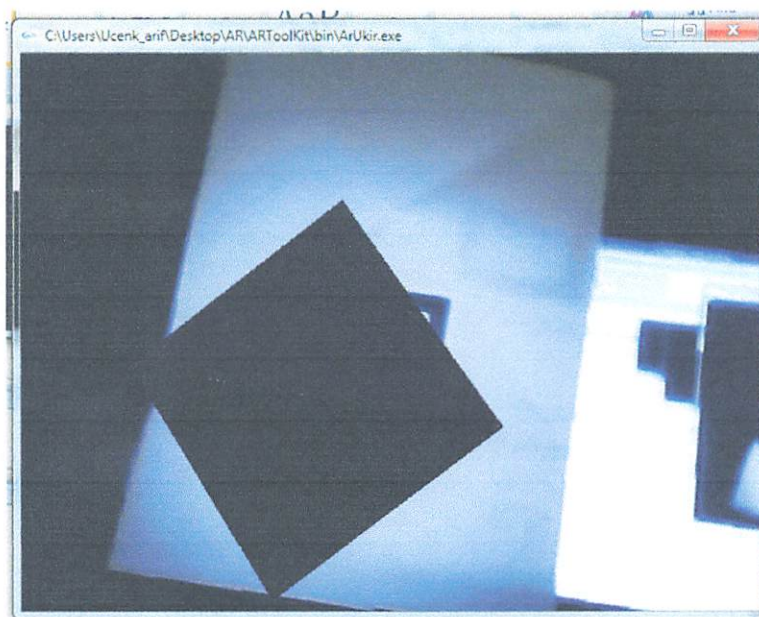
Pengujian pada jarak 40cm	Bentuk Pengujian	Hasil Yang diharapkan	Hasil Pengujian
Marker A	Mengarahkan kamera ke marker A pada jarak 40cm	Muncul 3D lipatan diatas marker A dilihat dari kamera	Terdeteksi
Marker B	Mengarahkan kamera ke marker B pada jarak 40cm	Muncul 3D lipatan diatas marker B dilihat dari kamera	Terdeteksi
Marker C	Mengarahkan kamera ke marker C pada jarak 40cm	Muncul 3D lipatan diatas marker C dilihat dari kamera	Terdeteksi

4.3.4 Pengujian kamera mendeteksi marker pada jarak 50cm

A. Marker A



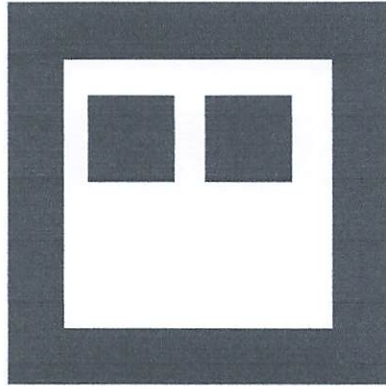
Gambar 4.24 Gambar Marker A



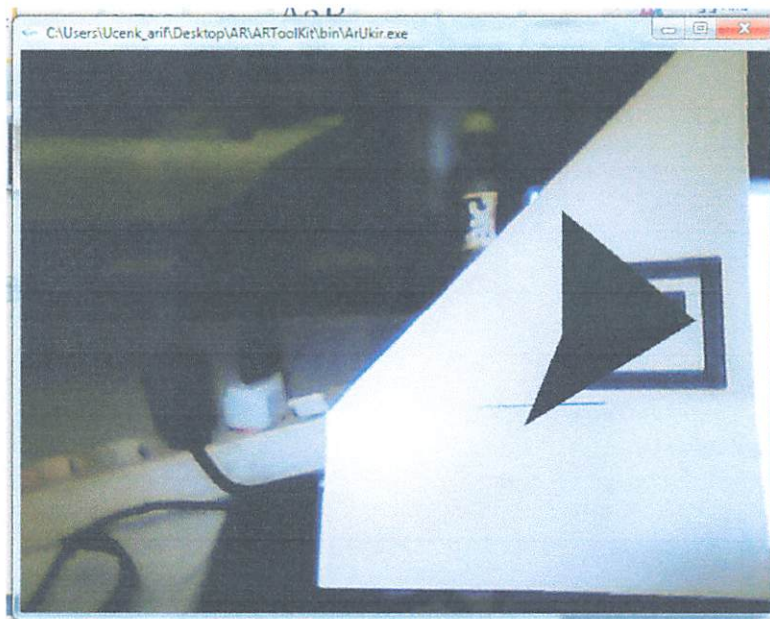
Gambar 4.25 Hasil deteksi marker A pada jarak 50cm

Pada jarak 50cm kamera mendeteksi marker A dengan hasil marker terbaca dan terdeteksi oleh kamera tetapi dengan tambahan pencahayaan lampu LED pada kamera web dan tampilan 3D lebih kecil.

B. Marker B



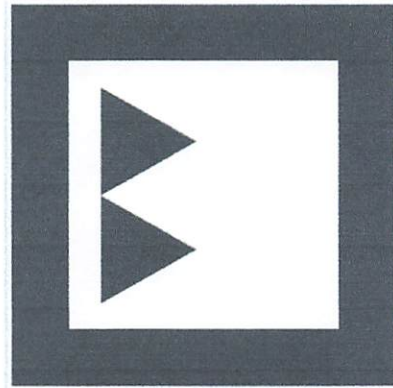
Gambar 4.26 Marker B



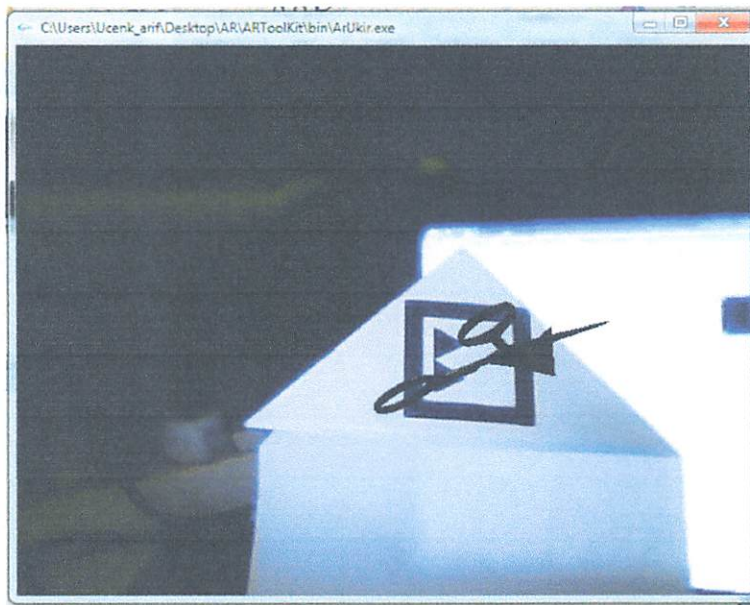
Gambar 4.27 Hasil deteksi marker B pada jarak 50cm

Pada jarak 50cm kamera mendeteksi marker B dengan hasil marker terbaca dan terdeteksi oleh kamera tetapi dengan tambahan pencahayaan lampu LED pada kamera web dan tampilan 3D lebih kecil.

C. Marker C



Gambar 4.28 Marker C



Gambar 4.29 Hasil deteksi marker C pada jarak 50cm

Pada jarak 50cm kamera mendeteksi marker C dengan hasil marker terbaca dan terdeteksi oleh kamera tetapi dengan tambahan pencahayaan lampu LED pada kamera web dan tampilan 3D lebih kecil.



Gambar 4.30 Hasil Tampilan Motif Ukir pada jarak 50cm

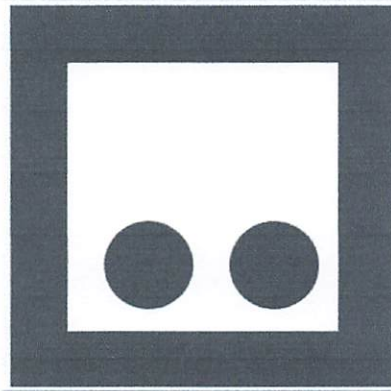
Pada jarak 50cm hasil marker terbaca dan terdeteksi oleh kamera tetapi dengan tambahan pencahayaan lampu LED pada kamera web dan tampilan 3D masih melebihi frame kamera web.

Tabel 4.4 Pengujian Mendeteksi Marker Pada Jarak 50cm

Pengujian pada jarak 50cm	Bentuk Pengujian	Hasil Yang diharapkan	Hasil Pengujian
Marker A	Mengarahkan kamera ke marker A pada jarak 50cm	Muncul 3D lipatan diatas marker A dilihat dari kamera	Terdeteksi
Marker B	Mengarahkan kamera ke marker B pada jarak 50cm	Muncul 3D lipatan diatas marker B dilihat dari kamera	Terdeteksi
Marker C	Mengarahkan kamera ke marker C pada jarak 50cm	Muncul 3D lipatan diatas marker C dilihat dari kamera	Terdeteksi

4.3.5 Pengujian kamera mendeteksi marker pada jarak 60cm

A. Marker A



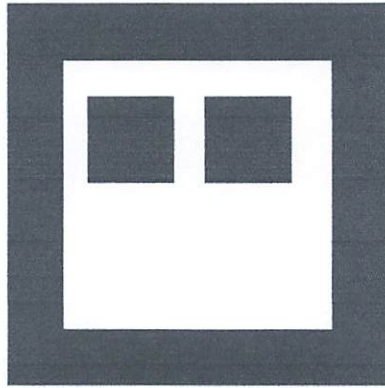
Gambar 4.31 Gambar Marker A



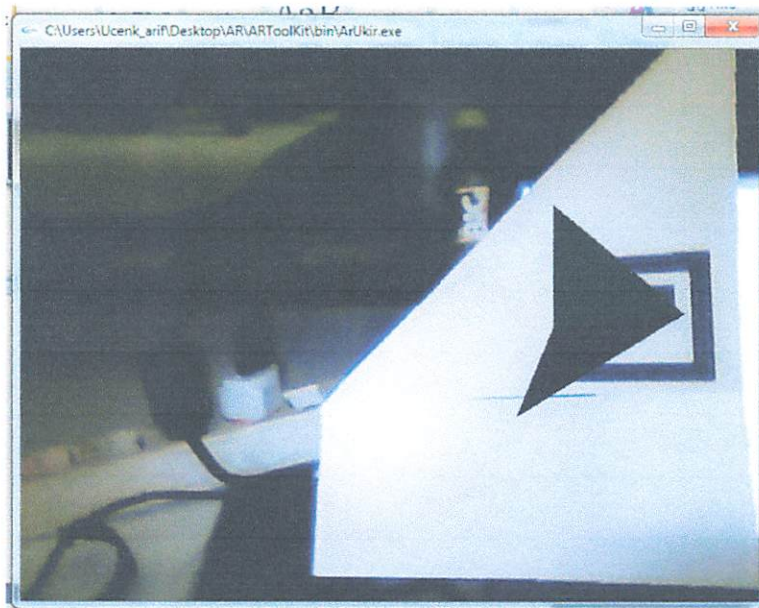
Gambar 4.32 Hasil deteksi marker A pada jarak 60cm

Pada jarak 60cm kamera mendeteksi marker A dengan hasil marker terbaca dan terdeteksi oleh kamera tetapi dengan tambahan pencahayaan lampu LED pada kamera web dan tampilan 3D kecil.

B. Marker B



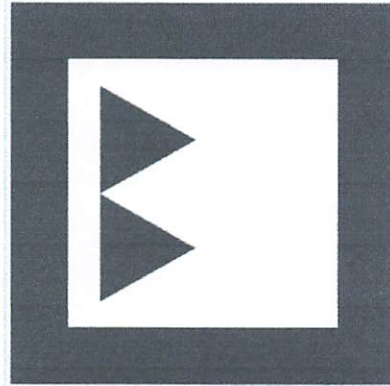
Gambar 4.33 Marker B



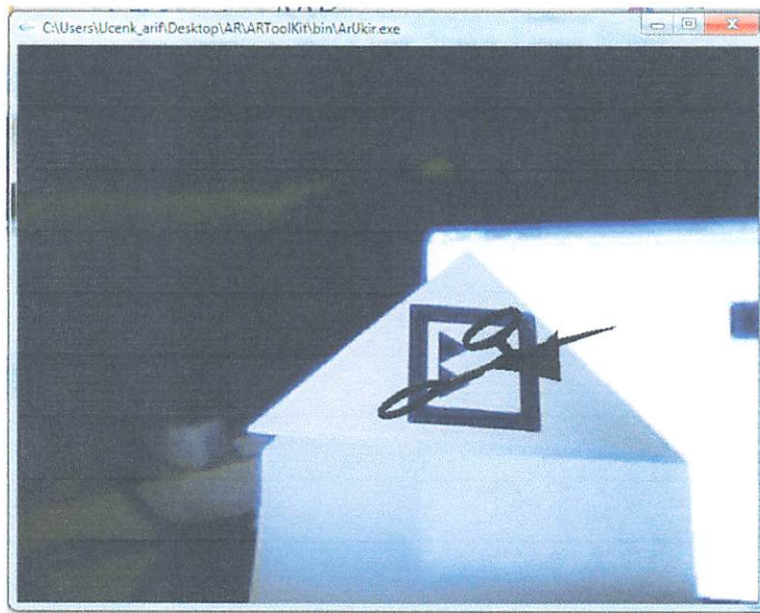
Gambar 4.34 Hasil deteksi marker B pada jarak 60cm

Pada jarak 60cm kamera mendeteksi marker B dengan hasil marker terbaca dan terdeteksi oleh kamera tetapi dengan tambahan pencahayaan lampu LED pada kamera web dan tampilan 3D kecil.

C. Marker C

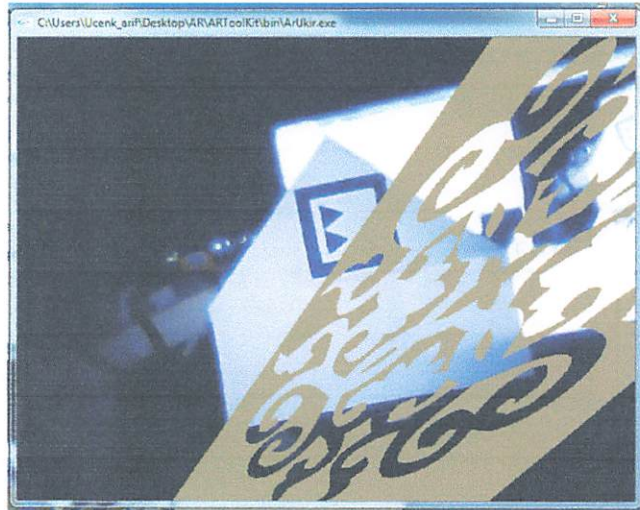


Gambar 4.35 Marker C



Gambar 4.36 Hasil deteksi marker C pada jarak 60cm

Pada jarak 60cm kamera mendeteksi marker C dengan hasil marker terbaca dan terdeteksi oleh kamera tetapi dengan tambahan pencahayaan lampu LED pada kamera web dan tampilan 3D kecil.



Gambar 4.37 Hasil Tampilan Motif Ukir pada jarak 60cm

Pada jarak 60cm hasil marker terbaca dan terdeteksi oleh kamera tetapi dengan tambahan pencahayaan lampu LED pada kamera web dan tampilan 3D masih melebihi frame kamera web.

Tabel 4.5 Pengujian Mendeteksi Marker Pada Jarak 60cm

Pengujian pada jarak 60cm	Bentuk Pengujian	Hasil Yang diharapkan	Hasil Pengujian
Marker A	Mengarahkan kamera ke marker A pada jarak 60cm	Muncul 3D lipatan diatas marker A dilihat dari kamera	Terdeteksi
Marker B	Mengarahkan kamera ke marker B pada jarak 60cm	Muncul 3D lipatan diatas marker B dilihat dari kamera	Terdeteksi
Marker C	Mengarahkan kamera ke marker C pada jarak 60cm	Muncul 3D lipatan diatas marker C dilihat dari kamera	Terdeteksi

4.4 Pengujian cahaya ruangan dan cahaya kamera

LED yang digunakan untuk memperoleh intensitas cahaya yang telah ditentukan pada penelitian yaitu LED pada kamera web. Lampu tersebut untuk menyesuaikan intensitas cahaya yang diperlukan untuk penerangan pada ruang baca. Dengan demikian kebutuhan intensitas cahaya pada kamera web dapat dideteksi dengan bantuan LED tersebut.

Dari sistem deteksi yang telah dibuat maka kita dapat mengetahui jarak antar objek yang dihasilkan. Dari hasil pengujian juga didapatkan bahwa ada beberapa faktor yang mempengaruhi keakuratan yaitu cahaya, dan jarak.

Pada jarak 10cm-30cm kamera dapat mendeteksi objek. Dan pada jarak 40cm intensitas cahaya mempengaruhi pendeteksian objek. Untuk mencapai keakuratan ketika pada kondisi jarak 40 cm cahaya lampu LED menyala, objek dapat dideteksi oleh kamera web.

Pencahayaan ruangan mempengaruhi kinerja sistem pendeteksi obyek bergerak dikarenakan kamera (*webcam*) yang digunakan memiliki fitur untuk meningkatkan kualitas pencahayaan pada objek yang dihasilkan dengan cara menambahkan intensitas cahaya dengan LED pada kamera web.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat mendeteksi dan menjaga kestabilan intensitas cahaya ruang dengan tambahan LED pada kamera web.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian aplikasi ini maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut.

1. Pengujian marker A, marker B dan marker C pada jarak 20cm dan 30cm kamera dapat mendeteksi marker untuk menampilkan 3D.
2. Pengujian marker A, marker B, dan marker C pada jarak 40cm, 50cm, dan 60cm kamera agar dapat mendeteksi marker membutuhkan bantuan lampu LED pada kamera untuk menambah intensitas cahaya pada media kertas.
3. Pada pengujian jarak sangat mempengaruhi besar-kecilnya tampilan 3D tetapi tidak terlalu mempengaruhi tampilan hasil akhir motif ukir.
4. Jika kamera mendeteksi marker pada posisi yang kurang tepat akan menghasilkan tampilan 3D marker yang tidak seharusnya muncul.

5.2 Saran – Saran

Berdasarkan pengujian terhadap aplikasi Motif Ukir yang telah dibuat, dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut.

- A. Aplikasi motif ukir dapat dikembangkan dengan menambah motif ukir yang lain.
- B. Aplikasi dapat dikembangkan untuk penerapan alat ukir.

Daftar Pustaka

- [1]. Network, Rawin, 2008. "Teknologi *Augmented reality*", Desain Augmented Reality Origami Berbasis Metode Logika *Fuzzy*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- [2]. Ronald, T. Azuma, 1997:2. "Prinsip *virtual reality*", Desain Augmented Reality Origami Berbasis Metode Logika *Fuzzy*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- [3]. Nugraha, Iwan, 2013. "PEMANFAATAN AUGMENTED REALITY UNTUK PEMBELAJARAN ALAT MUSIK PIANO". Semarang: Universitas Diponegoro.
- [4]. Aku, Pasti, Bisa, 2015. "Pengertian Ukiran". http://aku-pastibisaa.blogspot.co.id/2013/09/pengertian-seni-ukir_7.html. Diakses 7 Juli 2015.
- [5]. Cara, Juki, 2015. "Macam Ukiran dari Berbagai Daerah". <http://carajuki.com/motif-ukiran-dari-berbagai-daerah/>. Diakses 7 Juli 2015.
- [6]. *Barnhart*, 1646. "Komputer". <https://id.wikipedia.org/wiki/Komputer>. Diakses 7 Juli 2015.
- [7]. Von, Neumann: 1940. "Arsitektur Komputer". <http://visiuniversal.blogspot.co.id/2014/02/pengertian-dan-definisi-komputer.html>. Diakses 7 Juli 2015.
- [8]. Wikipedia, 2015. "Kamera Web". https://id.wikipedia.org/wiki/Kamera_web. Diakses 7 Juli 2015.
- [9]. *E-journal*, 2015. "*Marker AR*". <https://e-journal.uajy.ac.id/5157/4/3TF05511.pdf>. Diakses 7 Juli 2015.
- [10]. Anonim, 2003. "ARToolkit". <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>. Diakses 7 Juli 2015 .
- [11]. Wikipedia, 2015. "Pengertian 3D MAX". https://id.wikipedia.org/wiki/3D_Studio_Max. Diakses 1 Juli 2015.
- [12]. Muhammad, Hariri, 2014. "Open CV dan Microsoft Visual Studio". <http://muhammadhariri41.blogspot.com/2012/08/opencv-dan-microsoft-visual-studiokali.html>. Diakses:20 Noveember 2014.

LAMPIRAN PROGRAM



PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian skripsi Program studi Teknik Elektro jenjang strata satu (S-1) yang diselenggarakan pada :

Hari : Selasa
Tanggal : 18 Agustus 2015

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

Nama : Arif Awaludin
NIM : 0912513
Perogram Studi : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Komputer
Judul Skripsi : **RANCANG BANGUN APLIKASI MOTIF UKIR
DENGAN MENGGUNAKAN KAMERA
AUGMENTED REALITY**

No	Materi Perbaikan	Keterangan
1.	Istilah bahasa inggris harus ketik miring	
2	Di BAB II materi yang diambil dari Referensi/tulisan orang wajib disertakan kutipan	
3	Flowcart Aplikasi kurang detail	
4	Kesimpulan harus menjawab tujuan	

Dosen Penguji I

Dr. F. Yudi Limpraptono, ST, MT
NIP. Y. 1039500274

Dosen Pembimbing I

Dr.Eng. Aryanto Soetedjo, ST, MT
NIP. Y. 1030800417

Dosen Pembimbing II

Bima Aulia Firmandani, ST
NIP. P.



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTROS-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA

PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian skripsi Program studi Teknik Elektro jenjang strata satu (S-1) yang diselenggarakan pada :

Hari : Selasa
Tanggal : 18 Agustus 2015

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

Nama : Arif Awaludin
NIM : 0912513
Perogram Studi : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Komputer
Judul Skripsi : **RANCANG BANGUN APLIKASI MOTIF UKIR
DENGAN MENGGUNAKAN KAMERA
AUGMENTED REALITY**

No	Materi Perbaikan	Keterangan
1.	Pengujian cahaya ruangan dan cahaya kamera	
2.	Batasan Masalah diperjelas	
3.	Penulisan masih banyak yang salah	
4.	Referensi kurang	

Dosen Penguji II

Yuli Wahyuni, ST, MT
NIP. P. 1031200456

Dosen Pembimbing I

Dr. Eng. Arvianto Soetedjo, ST, MT
NIP. Y. 1030800417

Dosen Pembimbing II

Bima Aulia Firmandani, ST
NIP. P.



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
Jl. Raya Karangla, Km. 2 MALANG

Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

Dalam Pelaksanaan Ujian Skripsi Jenjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi T.Energi Listrik, /
T. Elektronika, /T. Komputer, / T.Telekomunikasi, Maka Perlu Adanya Perbaikan Skripsi Untuk Mahasiswa:

Nama : Anf Awaludin

NIM : 09.12.513

Perbaikan Meliputi :

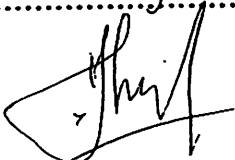
1. Pengujian cahaya ruangan dan ~~efek~~ cahaya Kamera.

2. Batasan Masalah diperjelas.

3. Penulisan masih banyak yang salah.





4. Referensi kurang.

Malang, 18 Agustus2015


(.....Yuli Wahyuni, ST, MT.....)



BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Konsentrasi : Teknik Komputer

1.	Nim	: 0912513		
2.	Nama	: ARIF AWALUDIN		
3.	Konsentrasi Jurusan	: Teknik Komputer		
4.	Jadwal Pelaksanaan:	Waktu	Tempat	
	14 Oktober 2014	09:00	III.1.1	
5.	Judul proposal yang diseminarkan Mahasiswa	RANCANG BANGUN APLIKASI MOTIF UKIR DENGAN MENGGUNAKAN KAMERA AUGMENTED REALITY		
6.	Perubahan judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian	# MEDIA PEMBELAJARAN. SENI. UKIR. dg menggunakan AR BERBASIS PC.		
7.	Catatan :	# AR dipurdayakan, # TEKNIK AR dipurdayakan.		
8.	Catatan :			
	Persetujuan judul Skripsi			
	Disetujui, Dosen Keahlian I	Disetujui, Dosen Keahlian II	Disetujui, Dosen Keahlian III	
	 (.....)	 (.....)	 (.....)	
Mengetahui, Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1	Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs			
	Pembimbing I	Pembimbing II		
 M. Ibrahim Ashari, ST, MT NIP. P 1030100358	 (.....)	 (.....)		



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

T. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : **ARIF AWALUDIN**
NIM : **09.12.513**
Program Studi : **Teknik Elektro S-1**
Konsentrasi : **Teknik Komputer**
Masa Bimbingan : **Semester Genap 2014-2015**
Judul : **RANCANG BANGUN APLIKASI MOTIF UKIR DENGAN
MENGUNAKAN KAMERA AUGMENTED REALITY**

Dipertahankan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada :

Hari : **Selasa**
Tanggal : **18 Agustus 2015**
Nilai : **75.2 (B+)**

Panitia Ujian Skripsi:

Majelis Ketua Penguji

Sekretaris Majelis Penguji

M. Ibrahim Ashari, ST, MT
NIP.P. 1030100358


Dr.Eng. I Komang Somawirata, ST, MT
NIP.P. 1030100361

Anggota Penguji:

Penguji Pertama

Penguji Kedua

Dr. F. Yudi Limpraptono, ST, MT
NIP. Y. 1039500274


Yuli Wahyuni, ST, MT
NIP. P. 1031200456



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor Surat : ITN-206/EL-FTI/2015
Lampiran : -
Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI

Tanggal, 28 Mei 2015

Kepada : Yth. Bapak/Ibu **Dr. Eng. Aryunto Soetedjo, ST, MT**
Dosen Teknik Elektro S-1
ITN MALANG

Dengan Hormat

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk mahasiswa :

Nama : **ARIF AWALUDIN**
Nim : **0912513**
Fakultas : **Teknologi Industri**
Program Studi : **Teknik Elektro S-1**
Konsentrasi : **Teknik Komputer**


Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/i selama masa waktu :

“Semester Genap Tahun Akademik Genap 2014 - 2015”

Demikian agar maklum dan atas perhatian serta bantuannya kami sampaikan terima kasih.



Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1


M. Ibrahim Ashari, ST, MT
NIP.P. 1030100358



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor Surat : ITN-206/EL-FTI/2015
Lampiran : -
Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI

Tanggal, 28 Mei 2015

Kepada : Yth. Bapak/Ibu **Bima Aulia Firmandani, ST**
Dosen Teknik Elektro S-1
ITN MALANG

Dengan Hormat

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk mahasiswa :

Nama : **ARIF AWALUDIN**
Nim : **0912513**
Fakultas : **Teknologi Industri**
Program Studi : **Teknik Elektro S-1**
Konsentrasi : **Teknik Komputer**

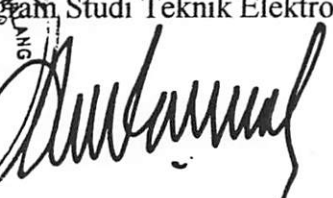
Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/i selama masa waktu :

“ Semester Genap Tahun Akademik Genap 2014 - 2015 “

Demikian agar maklum dan atas perhatian serta bantuannya kami sampaikan terima kasih.



Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1


M. Ibrahim Ashari, ST, MT
NIP.P. 1030100358



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor Surat : ITN-243/EL-FTI/2014
Lampiran : -
Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI

Kepada : Yth. Bapak/Ibu **Bima Aulia Firmandani, ST**
Dosen Teknik Elektro S-1
ITN MALANG

Dengan Hormat

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk mahasiswa

Nama : **ARIF AWALUDIN**
Nim : **0912513**
Fakultas : **Teknologi Industri**
Program Studi : **Teknik Elektro S-1**
Konsentrasi : **Teknik Komputer**

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/i selama masa waktu :

" Semester Ganjil Tahun Akademik 2014-2015 "

Demikian agar maklum dan atas perhatian serta bantuannya kami sampaikan terima kasih.



Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1

M. Ibrahim Ashari, ST, MT

NIP.P. 1030100358



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor Surat : ITN-243/EL-FTI/2014
Lampiran : -
Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI

Kepada : Yth. Bapak/Ibu **Dr. Eng. Aryuanto Soetedjo, ST, MT**
Dosen Teknik Elektro S-1
ITN MALANG

Dengan Hormat

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk mahasiswa

Nama : **ARIF AWALUDIN**
Nim : **0912513**
Fakultas : **Teknologi Industri**
Program Studi : **Teknik Elektro S-1**
Konsentrasi : **Teknik Komputer**

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/i selama masa waktu :

" Semester Ganjil Tahun Akademik 2014-2015 "

Demikian agar maklum dan atas perhatian serta bantuannya kami sampaikan terima kasih.



Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1

M. Ibrahim Ashari, ST, MT

NIP.P. 1030100358



MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI SEMESTER GANJIL TAHUN AKADEMIK 2014-2015

Nama Mahasiswa : Arif Awaludin
NIM : 0912513
Nama Pembimbing : Dr. Eng. Aryuanto Soetedjo, ST, MT
Judul Skripsi : Media Pembelajaran Seni Ukir Dengan Menggunakan AR Berbasis PC

Minggu Ke-	Hari, Tanggal	Waktu Bimbingan	Materi Bimbingan	Paraf
1	20/11 Kam	13:00	- kumpulkan paper	
2	Kam, 27/11	13:00	- kumpulkan noler	
3	Reb 10/12	14:00	- progress (seni)	
4	Selasa 22/12	14:00	- Revisi paper	
5				
6				
7				

Malang,

Pembimbing

Dr. Eng. Aryuanto Soetedjo, ST, MT
NIP.P. 1030800417



MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI SEMESTER GANJIL TAHUN AKADEMIK 2014-2015

Nama Mahasiswa : Arif Awaludin
NIM : 0912513
Nama Pembimbing : Bima Aulia Firmandani, ST
Judul Skripsi : Media Pembelajaran Seni Ukir Dengan Menggunakan AR Berbasis PC

Minggu Ke-	Hari, Tanggal	Waktu Bimbingan	Materi Bimbingan	Paraf
1	27/11 2014	12.00	konsep Pasar AR diperdalam.	
2				
3				
4				
5				
6				
7				

Malang,

Pembimbing

Bima Aulia Firmandani, ST

Listening Program

```
/*
 *   simpleVRML.c
 *
 *   Demonstration of ARToolKit with models rendered in VRML.
 *
 *   Press '?' while running for help on available key commands.
 *
 *   Copyright (c) 2002 Mark Billinghurst (MB) grof@hitl.washington.edu
 *   Copyright (c) 2004 Raphael Grasset (RG) raphael.grasset@hitlabnz.org.
 *   Copyright (c) 2004-2006 Philip Lamb (PRL) phil@eden.net.nz.
 *
 *   Rev           Date           Who           Changes
 *   1.0.0 ?????-??-?? MB           Original from ARToolKit
 *   1.0.1 2004-10-29 RG           Fix for ARToolKit 2.69.
 *   1.0.2 2004-11-30 PRL          Various fixes.
 */
/*
 *
 * This file is part of ARToolKit.
 *
 * ARToolKit is free software; you can redistribute it and/or modify
 * it under the terms of the GNU General Public License as published by
 * the Free Software Foundation; either version 2 of the License, or
 * (at your option) any later version.
 *
 * ARToolKit is distributed in the hope that it will be useful,
 * but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of
 * MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the
 * GNU General Public License for more details.
 *
 * You should have received a copy of the GNU General Public License
 * along with ARToolKit; if not, write to the Free Software
 * Foundation, Inc., 59 Temple Place, Suite 330, Boston, MA 02111-1307 USA
 */

//
=====
//   Includes
//
=====

#ifdef _WIN32
# include <windows.h>
#endif
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>

#ifdef __APPLE__
# include <GLUT/glut.h>
#else
```

```

# include <GL/glut.h>
#endif

#include <AR/config.h>
#include <AR/video.h>
#include <AR/param.h>           // arParamDisp()
#include <AR/ar.h>
#include <AR/gsub_lite.h>
#include <AR/arvrml.h>

#include "object.h"

//
=====
//   Constants
//
=====

#define VIEW_SCALEFACTOR          0.025      // 1.0 ARToolkit unit becomes
0.025 of my OpenGL units.
#define VIEW_SCALEFACTOR_1        1.0       // 1.0 ARToolkit unit
becomes 1.0 of my OpenGL units.
#define VIEW_SCALEFACTOR_4        4.0       // 1.0 ARToolkit unit
becomes 4.0 of my OpenGL units.
#define VIEW_DISTANCE_MIN         4.0       // Objects closer to
the camera than this will not be displayed.
#define VIEW_DISTANCE_MAX        4000.0     // Objects further away
from the camera than this will not be displayed.

//
=====
//   Global variables
//
=====

// Preferences.
static int  prefWindowed = TRUE;
static int  prefWidth = 640;           // Fullscreen mode
width.
static int  prefHeight = 480;         // Fullscreen mode height.
static int  prefDepth = 32;          // Fullscreen mode bit
depth.
static int  prefRefresh = 0;          // Fullscreen mode
refresh rate. Set to 0 to use default rate.

// Image acquisition.
static ARUint8      *gARTImage = NULL;

// Marker detection.
static int          gARTThreshold = 100;
static long         gCallCountMarkerDetect = 0;

// Transformation matrix retrieval.
static int          gPatt_found = FALSE; // At least one marker.

// Drawing.

```

```

static ARParam          gARTCparam;
static ARGV_CONTEXT_SETTINGS_REF gArgvSettings = NULL;

// Object Data.
static ObjectData_T    *gObjectData;
static int             gObjectDataCount;

//
=====
//   Functions
//
=====

static int setupCamera(const char *cparam_name, char *vconf, ARParam *cparam)
{
    ARParam          wparam;
    int             xsize, ysize;

    // Open the video path.
    if (arVideoOpen(vconf) < 0) {
        fprintf(stderr, "setupCamera(): Unable to open connection to
camera.\n");
        return (FALSE);
    }

    // Find the size of the window.
    if (arVideoInqSize(&xsize, &ysize) < 0) return (FALSE);
    fprintf(stdout, "Camera image size (x,y) = (%d,%d)\n", xsize, ysize);

    // Load the camera parameters, resize for the window and init.
    if (arParamLoad(cparam_name, 1, &wparam) < 0) {
        fprintf(stderr, "setupCamera(): Error loading parameter file %s
for camera.\n", cparam_name);
        return (FALSE);
    }
    arParamChangeSize(&wparam, xsize, ysize, cparam);
    fprintf(stdout, "*** Camera Parameter ***\n");
    arParamDisp(cparam);

    arInitCparam(cparam);

    if (arVideoCapStart() != 0) {
        fprintf(stderr, "setupCamera(): Unable to begin camera data
capture.\n");
        return (FALSE);
    }

    return (TRUE);
}

static int setupMarkersObjects(char *objectDataFilename)
{
    // Load in the object data - trained markers and associated bitmap
files.
    if ((gObjectData = read_VRMLdata(objectDataFilename, &gObjectDataCount))
== NULL) {

```

```

        fprintf(stderr, "setupMarkersObjects(): read_VRMLdata returned error
!!\n");
        return (FALSE);
    }

    printf("Object count = %d\n", gObjectDataCount);

    return (TRUE);
}

// Report state of ARToolkit global variables arFittingMode,
// arImageProcMode, arglDrawMode, arTemplateMatchingMode, arMatchingPCAMode.
static void debugReportMode(void)
{
    if(arFittingMode == AR_FITTING_TO_INPUT ) {
        fprintf(stderr, "FittingMode (Z): INPUT IMAGE\n");
    } else {
        fprintf(stderr, "FittingMode (Z): COMPENSATED IMAGE\n");
    }

    if( arImageProcMode == AR_IMAGE_PROC_IN_FULL ) {
        fprintf(stderr, "ProcMode (X) : FULL IMAGE\n");
    } else {
        fprintf(stderr, "ProcMode (X) : HALF IMAGE\n");
    }

    if (arglDrawModeGet(gArglSettings) == AR_DRAW_BY_GL_DRAW_PIXELS) {
        fprintf(stderr, "DrawMode (C) : GL_DRAW_PIXELS\n");
    } else if (arglTexmapModeGet(gArglSettings) ==
AR_DRAW_TEXTURE_FULL_IMAGE) {
        fprintf(stderr, "DrawMode (C) : TEXTURE MAPPING (FULL
RESOLUTION)\n");
    } else {
        fprintf(stderr, "DrawMode (C) : TEXTURE MAPPING (HALF
RESOLUTION)\n");
    }

    if( arTemplateMatchingMode == AR_TEMPLATE_MATCHING_COLOR ) {
        fprintf(stderr, "TemplateMatchingMode (M) : Color Template\n");
    } else {
        fprintf(stderr, "TemplateMatchingMode (M) : BW Template\n");
    }

    if( arMatchingPCAMode == AR_MATCHING_WITHOUT_PCA ) {
        fprintf(stderr, "MatchingPCAMode (P) : Without PCA\n");
    } else {
        fprintf(stderr, "MatchingPCAMode (P) : With PCA\n");
    }
}

static void Quit(void)
{
    arglCleanup(gArglSettings);
    arVideoCapStop();
    arVideoClose();
#ifdef _WIN32
    CoUninitialize();
#endif
}

```

```

#endif
    exit(0);
}

static void Keyboard(unsigned char key, int x, int y)
{
    int mode;
    switch (key) {
        case 0x1B: // Quit.
        case 'Q':
        case 'q':
            Quit();
            break;
        case 'C':
        case 'c':
            mode = arglDrawModeGet(gArglSettings);
            if (mode == AR_DRAW_BY_GL_DRAW_PIXELS) {
                arglDrawModeSet(gArglSettings,
AR_DRAW_BY_TEXTURE_MAPPING);
                arglTexmapModeSet(gArglSettings,
AR_DRAW_TEXTURE_FULL_IMAGE);
            } else {
                mode = arglTexmapModeGet(gArglSettings);
                if (mode == AR_DRAW_TEXTURE_FULL_IMAGE)
                    arglTexmapModeSet(gArglSettings, AR_DRAW_TEXTURE_HALF_IMAGE);
                else arglDrawModeSet(gArglSettings,
AR_DRAW_BY_GL_DRAW_PIXELS);
            }
            fprintf(stderr, "**** Camera - %f (frame/sec)\n",
(double)gCallCountMarkerDetect/arUtilTimer());
            gCallCountMarkerDetect = 0;
            arUtilTimerReset();
            debugReportMode();
            break;
        case '?':
        case '/':
            printf("Keys:\n");
            printf(" q or [esc]    Quit demo.\n");
            printf(" c                Change arglDrawMode and
arglTexmapMode.\n");
            printf(" ? or /          Show this help.\n");
            printf("\nAdditionally, the ARVideo library supplied the
following help text:\n");
            arVideoDispOption();
            break;
        default:
            break;
    }
}

static void Idle(void)
{
    static int ms_prev;
    int ms;
    float s_elapsed;
    ARUint8 *image;

```

```

    ARMarkerInfo    *marker_info;                // Pointer to
array holding the details of detected markers.
    int             marker_num;                  // Count of
number of markers detected.
    int             i, j, k;

    // Find out how long since Idle() last ran.
ms = glutGet(GLUT_ELAPSED_TIME);
s_elapsed = (float)(ms - ms_prev) * 0.001;
if (s_elapsed < 0.01f) return; // Don't update more often than 100 Hz.
ms_prev = ms;

    // Update drawing.
arVrmlTimerUpdate();

    // Grab a video frame.
if ((image = arVideoGetImage()) != NULL) {
    gARTImage = image;        // Save the fetched image.
    gPatt_found = FALSE;     // Invalidate any previous detected
markers.

    gCallCountMarkerDetect++; // Increment ARToolkit FPS counter.

    // Detect the markers in the video frame.
if (arDetectMarker(gARTImage, gARTThreshhold, &marker_info,
&marker_num) < 0) {
    exit(-1);
}

    // Check for object visibility.
for (i = 0; i < gObjectDataCount; i++) {

    // Check through the marker_info array for highest
confidence
    // visible marker matching our object's pattern.
k = -1;
for (j = 0; j < marker_num; j++) {
    if (marker_info[j].id == gObjectData[i].id) {
        if (k == -1 ) k = j; // First marker detected.
        else if (marker_info[k].cf < marker_info[j].cf)
k = j; // Higher confidence marker detected.
    }
}

    if (k != -1) {
real camera.
        // Get the transformation between the marker and the

        //fprintf(stderr, "Saw object %d.\n", i);
        if (gObjectData[i].visible == 0) {
            arGetTransMat(&marker_info[k],
gObjectData[i].marker_center, gObjectData[i].marker_width,
                                gObjectData[i].trans);
        } else {
            arGetTransMatCont (&marker_info[k],
gObjectData[i].trans,

```

```

gObjectData[i].marker_center, gObjectData[i].marker_width,
gObjectData[i].trans);
    }
    gObjectData[i].visible = 1;
    gPatt_found = TRUE;
} else {
    gObjectData[i].visible = 0;
}
}

// Tell GLUT to update the display.
glutPostRedisplay();
}
}

//
// This function is called on events when the visibility of the
// GLUT window changes (including when it first becomes visible).
//
static void Visibility(int visible)
{
    if (visible == GLUT_VISIBLE) {
        glutIdleFunc(Idle);
    } else {
        glutIdleFunc(NULL);
    }
}

//
// This function is called when the
// GLUT window is resized.
//
static void Reshape(int w, int h)
{
    glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL_DEPTH_BUFFER_BIT);
    glViewport(0, 0, (GLsizei) w, (GLsizei) h);

    glMatrixMode(GL_PROJECTION);
    glLoadIdentity();
    glMatrixMode(GL_MODELVIEW);
    glLoadIdentity();

    // Call through to anyone else who needs to know about window sizing
    here.
}

//
// This function is called when the window needs redrawing.
//
static void Display(void)
{
    int i;
    GLdouble p[16];
    GLdouble m[16];

```



```

// Select correct buffer for this context.
glDrawBuffer(GL_BACK);
glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL_DEPTH_BUFFER_BIT); // Clear the
buffers for new frame.

    arglDispImage(gARTImage, &gARTCparam, 1.0, gArglSettings); // zoom =
1.0.
    arVideoCapNext();
    gARTImage = NULL; // Image data is no longer valid after calling
arVideoCapNext().

    if (gPatt_found) {
        // Projection transformation.
        arglCameraFrustumRH(&gARTCparam, VIEW_DISTANCE_MIN,
VIEW_DISTANCE_MAX, p);
        glMatrixMode(GL_PROJECTION);
        glLoadMatrixd(p);
        glMatrixMode(GL_MODELVIEW);

        // Viewing transformation.
        glLoadIdentity();
        // Lighting and geometry that moves with the camera should go
here.
        // (I.e. must be specified before viewing transformations.)
        //none

        // All other lighting and geometry goes here.
        // Calculate the camera position for each object and draw it.
        for (i = 0; i < gObjectDataCount; i++) {
            if ((gObjectData[i].visible != 0) &&
(gObjectData[i].vrml_id >= 0)) {
                //fprintf(stderr, "About to draw object %i\n", i);
                arglCameraViewRH(gObjectData[i].trans, m,
VIEW_SCALEFACTOR_4);
                glLoadMatrixd(m);

                arVrmlDraw(gObjectData[i].vrml_id);
            }
        }
    } // gPatt_found

    // Any 2D overlays go here.
    //none

    glutSwapBuffers();
}

int main(int argc, char** argv)
{
    int i;
    char glutGamemode[32];
    const char *cparam_name =
        "Data/camera_para.dat";
#ifdef _WIN32
    char          *vconf = "Data\\WDM_camera_flipV.xml";
#else
    char          *vconf = "";
#endif

```

```

#endif
    char objectDataFilename[] = "Data/object_data_vrml";

    // -----
    // Library inits.
    //

    glutInit(&argc, argv);

    // -----
    // Hardware setup.
    //

    if (!setupCamera(cparam_name, vconf, &gARTCparam)) {
        fprintf(stderr, "main(): Unable to set up AR camera.\n");
        exit(-1);
    }

#ifdef _WIN32
    CoInitialize(NULL);
#endif

    // -----
    // Library setup.
    //

    // Set up GL context(s) for OpenGL to draw into.
    glutInitDisplayMode(GLUT_DOUBLE | GLUT_RGBA | GLUT_DEPTH);
    if (!prefWindowed) {
        if (prefRefresh) sprintf(glutGamemode, "%ix%i:%i@%i", prefWidth,
prefHeight, prefDepth, prefRefresh);
        else sprintf(glutGamemode, "%ix%i:%i", prefWidth, prefHeight,
prefDepth);
        glutGameModeString(glutGamemode);
        glutEnterGameMode();
    } else {
        glutInitWindowSize(gARTCparam.xsize, gARTCparam.ysize);
        glutCreateWindow(argv[0]);
    }

    // Setup argl library for current context.
    if ((gArglSettings = arglSetupForCurrentContext()) == NULL) {
        fprintf(stderr, "main(): arglSetupForCurrentContext() returned
error.\n");
        exit(-1);
    }
    debugReportMode();
    arUtilTimerReset();

    if (!setupMarkersObjects(objectDataFilename)) {
        fprintf(stderr, "main(): Unable to set up AR objects and
markers.\n");
        Quit();
    }
}

```

```
// Test render all the VRML objects.
fprintf(stdout, "Pre-rendering the VRML objects...");
fflush(stdout);
glEnable(GL_TEXTURE_2D);
for (i = 0; i < gObjectDataCount; i++) {
    arVrmlDraw(gObjectData[i].vrml_id);
}
glDisable(GL_TEXTURE_2D);
fprintf(stdout, " done\n");

// Register GLUT event-handling callbacks.
// NB: Idle() is registered by Visibility.
glutDisplayFunc(Display);
glutReshapeFunc(Reshape);
glutVisibilityFunc(Visibility);
glutKeyboardFunc(Keyboard);

glutMainLoop();

return (0);
}
```