BAB 2
LANDASAN TEORI

2.1 Augmented Reality

Augmented reality dapat diartikan sebagai penggabungan antara dunia nyata dan virtual yang maksudnya adalah menambahkan objek virtual yang dibuat oleh komputer terhadap gambar lingkungan yang ada di dunia nyata dengan cara mendeteksi lingkungan atau objek yang dimaksud. Menurut Ronald T Azuma *augmented reality* memiliki tiga karakteristik yaitu [4]:

1. Menggabungkan antara dunia nyata dan virtual
2. Interaktif pada waktu nyata
3. Tergolong dalam lingkungan 3-D

Augmented reality dapat diklasifikasikan menjadi dua berdasarkan ada tidaknya penggunaan marker yaitu :

1. Marker *Augmented Reality*

   Sebuah metode yang memanfaatkan marker yang biasanya berupa ilustrasi hitam dan putih berbentuk persegi atau lainnya dengan batas hitam tebal dan latar belakang putih. Melalui posisi yang dihadapkan pada sebuah kamera komputer atau *smartphone*, maka komputer atau *smartphone* akan melakukan proses menciptakan dunia virtual 2D atau 3D. *Marker Based Tracking* ini sudah lama dikembangkan sejak 1980-an dan pada awal 1990-an mulai dikembangkan untuk penggunaan *augmented reality*.

2. Markerless *Augmented Reality*

   Salah satu metode *augmented reality* yang saat ini sedang berkembang adalah metode markerless *augmented aeality*. Dengan metode ini pengguna tidak perlu lagi menggunakan sebuah marker untuk menampilkan objek 3D atau yang lainnya. Sekalipun dinamakan dengan markerless namun aplikasi tetap berjalan dengan melakukan pemindaian terhadap objek, namun ruang lingkup yang dipindai lebih luas dibanding dengan *Marker Based Tracking*. Seperti yang saat ini dikembangkan oleh perusahaan *augmented reality*

terbesar di dunia Total Immersion. Adapun beberapa teknik yang digunakan dalam markerless *augmented reality* adalah sebagai berikut :

a. Face Tracking

   Dengan menggunakan algoritma yang banyak dikembangkan, komputer dapat mengenali wajah manusia secara umum dengan cara mengenali posisi mata, hidung, dan mulut manusia, kemudian akan mengabaikan objek-objek lain di sekitarnya seperti pohon, rumah, dan benda-benda lainnya.

b. 3D-Object Tracking

   Berbeda dengan *Face Tracking* yang hanya mengenali wajah manusia secara umum, teknik 3D-*Object Tracking* dapat mengenali semua bentuk benda yang ada di sekitar, seperti mobil, meja, televisi, dan lain-lain.

c. Motion Tracking

   Pada teknik ini komputer dapat menangkap gerakan, *Motion Tracking* telah mulai digunakan secara ekstensif untuk memproduksi film-film yang mencoba menyimulasikan gerakan. Contohnya pada film Avatar, dimana James Cameron menggunakan teknik ini untuk membuat film tersebut dan menggunakannya secara *real-time*.

2.1.1 Penerapan Augmented Reality

Bidang-bidang yang pernah menerapkan teknologi Augmented Reality (AR) adalah sebagai berikut :

1. Hiburan (*entertainment*) : Dunia hiburan membutuhkan AR sebagai penunjang efek-efek yang akan dihasilkan oleh hiburan tersebut. Sebagai contoh, ketika sesorang wartawan cuaca memperkirakan ramalan cuaca, dia berdiri di depan layar hijau atau biru, kemudian dengan teknologi AR, layar hijau atau biru tersebut berubah menjadi gambar animasi tentang cuaca tersebut, sehingga seolah- olah wartawan tersebut, masuk ke dalam animasi tersebut.

2. Latihan Militer (*Military Training*) : Militer telah menerapkan AR pada latihan tempur mereka. Sebagai contoh, militer menggunakan AR untuk membuat sebuah permainan perang, dimana prajurit akan masuk kedalam dunia *game* tersebut, dan seolah-olah seperti melakukan perang sesungguhnya.
3. *Engineering Design* : Seorang *engineering design* membutuhkan AR untuk menampilkan hasil *design* mereka secara nyata terhadap klien. Dengan AR klien akan tahu, tentang spesifikasi yang lebih detail tentang desain mereka.
4. Kedokteran (*medical*) : Salah satu bidang yang paling penting bagi sistem augmented reality. Contoh penggunaannya adalah pada pemeriksaan sebelum operasi, seperti CT Scan atau MRI, yang memberikan gambaran kepada ahli bedah mengenai anatomi internal pasien. Dari gambar-gambar ini kemudian pembedahan direncanakan. Augmented reality dapat diaplikasikan sehingga tim bedah dapat melihat data CT Scan atau MRI pada pasien saat pembedahan berlangsung. Penggunaan lain adalah untuk pencitraan ultrasonik, dimana teknisi ultrasonik dapat mengamati pencitraan fetus yang terletak di abdomen wanita hamil.
5. Manufaktur dan Reparasi : Bidang lain dimana AR dapat diaplikasikan adalah pemasangan, pemeliharaan, dan reparasi mesin-mesin berstruktur kompleks, seperti mesin mobil. Instruksi-instruksi yang dibutuhkan dapat dimengerti dengan lebih mudah dengan AR, yaitu dengan menampilkan gambar-gambar 3D di atas peralatan yang nyata. Gambar-gambar ini menampilkan langkah-langkah yang harus dilakukan untuk menyelesaikannya dan cara melakukannya. Selain itu, gambar-gambar 3D ini juga dapat dianimasikan sehingga instruksi yang diberikan menjadi semakin jelas. Beberapa peneliti dan perusahaan telah membuat beberapa prototipe di bidang ini. Perusahaan pesawat terbang Boeing sedang mengembangkan teknologi AR untuk membantu teknisi dalam membuat kerangka kawat yang membentuk sebagian dari sistem elektronik pesawat terbang. Kini, untuk membantu pembuatannya teknisi masih menggunakan papan-papan besar yang perlu disimpan di beberapa gudang penyimpanan

yang terpisah. Menyimpan instruksi-instruksi pembuatan kerangka kawat ini dalam bentuk elektronik dapat menghemat tempat dan biaya secara signifikan.

6. Navigasi Telepon Genggam : Dalam kurun waktu beberapa tahun terakhir ini, telah banyak integrasi AR yang dimanfaatkan pada telepon genggam. Saat ini ada 3 Sistem Operasi telepon genggam besar yang secara langsung memberikan dukungan terhadap teknologi AR melalui tampilan pemrograman aplikasinya masing-masing. Untuk dapat menggunakan kamera sebagai sumber aliran data visual, maka Sistem Operasi tersebut mesti mendukung penggunaan kamera dalam modus *preview*. AR adalah s sebuah presentasi dasar dari aplikasi-aplikasi navigasi. Dengan menggunakan GPS maka aplikasi pada telepon genggam dapat mengetahui keberadaan penggunanya pada setiap waktu.
7. Otomotif : Penggunaan dalam dunia otomotif sendiri saat ini adalah adanya tampilan 3D sebagai petunjuk jalan (seperti fungsi GPS). Dengan adanya tampilan 3D tersebut, sang pengemudi dapat mengetahui jarak dan rintangan yang ada disekitarnya dengan lebih akurat.
8. Pendidikan : Dunia pendidikan biasanya berkutat dengan buku-buku yang penuh dengan tulisan-tulisan. Penggunaan augmented reality dalam menampilkan pelajaran dapat mempermudah para siswa dalam mempelajari hal-hal yang berkaitan dengan pelajaran tersebut. Untuk contoh, pada pelajaran Sejarah, siswa dapat mengetahui bagaimana terjadinya peristiwa-peristiwa penting di masa lampau.
9. Iklan : Dalam dunia periklanan, hal yang paling dibutuhkan adalah sesuatu yang menarik, baru, dan berbeda daripada iklan produk yang lain. Dengan menggunakan teknologi augmented reality, maka konsumen akan tertarik dengan produk yang ditawarkan. Selain itu, memanfaatkan teknologi ini pun produk yang ditawarkan bisa dilihat konsumen secara nyata karena ditampilkan dalam bentuk 3D.
10. Commercial : Secara komersial, augmented reality telah digunakan sebagai cara untuk menyajikan secara visual isi dari sebuah tender atau proposal

bisnis. Sektor konstruksi menggunakan augmented reality untuk meninjau gambar arsitektur dalam lingkungan dunia nyata.

11. *Website* & *Digital Marketing* : Dengan waktu berlama-lama rata-rata tujuh menit, keuntungan menggunakan augmented reality pada sebuah situs web sudah jelas. Konversi sales, *download*, bahkan total kunjungan halaman web meningkat selama waktu berlama-lama meningkat. Mampu secara fisik menunjukkan produk atau layanan anda dengan mudah melalui internet secara langsung akan meningkatkan penjualan.

2.2 Media Pembelajaran Anak

Keragaman dan jenis media yang dapat dimanfaatkan dalam pembelajaran sangat banyak dan variatif oleh karena itu dalam perkembangannya timbul usaha-usaha untuk mengelompokkan dan mengklasifikasi media-media tersebut menurut kesamaan ciri atau karakteristiknya. Para ahli yang tercatat dalam proses pengklasifikasian tersebut antara lain: Rudy Bretz, Duncan, Briggs, Gagne, Edling, Schramm, Allen, dan lain-lain. Namun demikian dari beberapa pengelompokan media yang mereka lakukan belum terdapat suatu kesepakatan tentang klasifikasi atau taksonomi media yang berlaku umum dan mencakup segala aspeknya, khususnya untuk suatu sistem pembelajaran. Bahkan tampaknya memang tidak pernah akan ada sistem pengelompokan yang sahih dan berlaku umum.

Berkaitan dengan hal tersebut, jenis media tersebut akan dibagi menjadi tiga kelompok besar yaitu media visual (gambar), media audio (suara) dan media audio-visual (gabungan dari suara dan gambar) [3]. Berikut secara singkat diuraikan keterangan dari masing-masing jenis dan karakteristik media pendidikan tersebut.

1. Media Visual

Media visual adalah media yang hanya dapat dilihat. Media visual terdiri atas media yang dapat diproyeksikan (*projected visual*) dan media yang tidak dapat diproyeksikan (*non-projected visual*). Jenis-jenis alat proyeksi yang biasa digunakan untuk menyampaikan pesan pendidikan untuk anak usia dini antaranya: OHP (*overhead projection*) dan slaid suara (*soundslide*). Pada lembaga PAUD yang

ada di daerah perkotaan yang memiliki kemampuan untuk mengadakan alat proyeksi ini tentu sangat menguntungkan sebab pembelajaran bisa ditata lebih menarik perhatian dibandingkan dengan media yang tidak diproyeksikan. Namun pada umumnya lembaga PAUD di daerah-daerah tertentu, terutama di pedesaan, belum memungkinkan untuk mengadakan media proyeksi ini sebab masih dianggap sangat mahal harganya. Media visual yang tidak diproyeksikan terdiri atas media gambar diam/mati, media grafis, media model, dan media realia. Berikut beberapa karakteristik dari masing-masing media tersebut [3].

a. Gambar diam atau gambar mati adalah gambar-gambar yang disajikan secara fotografik atau seperti fotografik, misalnya gambar tentang manusia, binatang, tempat, atau objek lainnya yang ada kaitannya dengan bahan/isi tema yang diajarkan.
b. Media grafis adalah media pandang dua dimensi (bukan fotografik) yang dirancang secara khusus untuk mengkomunikasikan pesan-pesan pendidikan. Unsur-unsur yang terdapat dalam media grafis ini adalah gambar dan tulisan. Media ini dapat digunakan untuk mengungkapkan fakta atau gagasan melalui penggunaan kata-kata, angka serta bentuk simbol (lambang).
c. Media model adalah media tiga dimensi yang sering digunakan dalam kegiatan pendidikan untuk anak usia dini, media ini merupakan tiruan dari beberapa objek nyata, seperti objek yang terlalu besar, objek yang terlalu jauh, objek yang terlalu kecil, objek yang terlalu mahal, objek yang jarang ditemukan, atau objek yang terlalu rumit untuk dibawa ke dalam kelas dan sulit dipelajari wujud aslinya.
d. Media realia merupakan alat bantu visual dalam pendidikan yang berfungsi memberikan pengalaman langsung (*direct experience*) kepada anak. Realia ini merupakan model dan objek nyata dari suatu benda, seperti mata uang, tumbuhan, binatang, dan sebagainya.

2. Media Audio

Media audio adalah media yang mengandung pesan dalam bentuk auditif (hanya dapat didengar) yang dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian, dan

kemauan anak untuk mempelajari isi tema. Contoh media audio yaitu program kaset suara dan program radio. Penggunaan media audio dalam kegiatan pendidikan untuk anak usia dini pada umumnya untuk melatih keterampilan yang berhubungan dengan aspek-aspek keterampilan mendengarkan. Dari sifatnya yang auditif, media ini mengandung kelemahan yang harus diatasi dengan cara memanfaatkan media lainnya [3].

Terdapat beberapa pertimbangan yang harus diperhatikan apabila Anda akan menggunakan media audio untuk anak usia dini yaitu:

a. Media ini hanya akan mampu melayani secara baik mereka yang sudah memiliki kemampuan dalam berpikir abstrak. Sedangkan kita mengetahui bahwa anak usia dini masih berpikir konkrit, oleh karena itu penggunaan media audio bagi anak usia dini perlu dilakukan berbagai modifikasi disesuaikan dengan kemampuan anak.
b. Media ini memerlukan pemusatan perhatian yang lebih tinggi dibanding media lainnya, oleh karena itu jika akan menggunakan media audio untuk anak usia dini dibutuhkan teknik-teknik tertentu yang sesuai dengan kemampuan anak.
c. Karena sifatnya yang auditif, jika Anda ingin memperoleh hasil belajar yang yang dicapai anak lebih optimal, diperlukan juga pengalaman-pengalaman secara visual. Kontrol belajar bisa dilakukan melalui penguasaan perbendaharaan kata-kata, bahasa, dan susunan kalimat.

3. Media Audio-Visual

Sesuai dengan namanya, media ini merupakan kombinasi dari media audio dan media visual atau biasa disebut media lihat-dengar. Dengan menggunakan media audio-visual ini maka penyajian isi tema kepada anak akan semakin lengkap dan optimal. Selain itu media ini dalam batas-batas tertentu dapat juga menggantikan peran dan tugas guru. Dalam hal ini guru tidak selalu berperan sebagai penyampai materi, karena penyajian materi bisa diganti oleh media. Peran guru bisa beralih menjadi fasilitator belajar yaitu memberikan kemudahan bagi anak untuk belajar. Contoh dari media audio visual ini di antaranya program televisi/video pendidikan/instruksional, program slide suara, dan sebagainya [3].

2.3 Manfaat Belajar Menggambar dan Mewarnai Bagi Anak

Menggambar dan mewarnai adalah kegiatan yang menyenangkan bagi anak-anak. Lewat menggambar, mereka bisa menuangkan beragam imajinasi yang ada di kepala mereka. Gambar-gambar yang mereka hasilkan juga dapat menunjukkan tingkat kreativitas dan suasana hati masing-masing anak. Selain itu, aktivitas mewarnai juga sudah menjadi bagian dari kehidupan si kecil, bukan hanya sebagai kegiatan untuk mengisi waktu kosong anak, tapi juga sebagai aktualisasi diri anak dalam bidang seni [5].

Terlepas dari itu semua, perlu diketahui bahwa aktivitas menggambar dan mewarnai memiliki banyak manfaat bagi si kecil, diantaranya:

1. Sebagai media berekspresi

   Seperti halnya orang dewasa, aktivitas mewarnai terutama mewarnai bidang kosong merupakan cara bagi anak untuk mengungkapkan perasaan dirinya. Melalui gambar yang dibuatnya dapat terlihat apa yang sedang dirasakannya, apakah itu perasaan gembira atau perasaan sedih.

2. Membantu mengenal perbedaan warna

   Membiasakan anak untuk melakukan aktivitas mewarnai baik dengan krayon, pensil warna maupun spidol warna sejak dini dapat membantu mereka mengenal warna, sehingga mereka dapat membedakan antara warna yang satu dengan warna lainnya. Hal ini juga dapat mempermudah mereka dalam mencampur dan memadukan warna. Kemampuan inilah yang akan membantu anak dalam berkreasi seiring dengan perkembangan usia mereka.

3. Warna merupakan media terapi

   Warna merupakan sebuah media terapi bagi banyak orang, bahkan warna kerap kali digunakan sebagai bahasa global untuk membaca emosi seseorang. Seorang anak yang mewarnai matahari dengan warna-warna gelap seperti hitam atau abu-abu bisa jadi menandakan kemarahan mereka saat itu. Selain itu cara si kecil menorehkan warna juga dapat mengekspresikan sifat dasar mereka. Terlepas dari itu warna sendiri menjadi alat terapi untuk meringankan stres pada si kecil setelah lelah seharian beraktivitas.

4. Melatih anak menggenggam alat tulis

   Bagi sebagian anak, krayon adalah benda pertama yang digenggamnya sebelum mereka menggenggam pensil. Saat mewarnai dengan krayon itulah pertama kali si kecil belajar menggenggam dan mengontrol pensil di tangannya. Kemampuan tersebut yang nantinya akan membantunya dalam menulis saat anak menempuh pendidikan di sekolah.

5. Melatih kemampuan koordinasi

   Kemampuan berkoordinasi merupakan manfaat lain yang bisa diperoleh dari aktivitas mewarnai. Dalam mewarnai diperlukan koordinasi yang bagus antara mata dan tangan, mulai dari bagaimana cara yang tepat menggenggam krayon, hingga memilih warna dan menajamkan krayon. Kemampuan dasar berkordinasi inilah yang dapat mengembangkan kemampuan dasar anak hingga mereka besar nanti.

6. Mengembangkan kemampuan motorik

   Aktivitas mewarnai merupakan Aktivitas yang dapat membantu meningkatkan kinerja otot tangan sekaligus mengembangkan kemampuan motorik anak. Kemampuan tersebut sangat penting dalam perkembangan Aktivitasnya kelak, seperti dalam mengetik, mengangkat benda dan aktivitas lainnya dimana dibutuhkan kinerja otot lengan dan tangan dalam prosesnya.

7. Mewarnai meningkatkan konsentrasi

   Aktivitas mewarnai dapat melatih konsentrasi anak untuk tetap fokus pada pekerjaan yang dilakukannya meskipun banyak Aktivitas lain yang terjadi di sekelilingnya. Seorang anak yang sedang menyelesaikan tugas mewarnai akan fokus pada lembar gambar yang sedang diwarnainya, sehingga sekalipun pun di sekelilingnya ribut dengan Aktivitas anak-anak lain, ia akan tetap fokus menyelesaikan tugas mewarnainya. Kemampuan berkonsentrasi inilah yang kelak berguna bagi anak dalam menyelesaikan soal matematika atau pelajaran lainnya yang membutuhkan konsentrasi tinggi.

8. Mewarnai melatih anak mengenali garis batas bidang

   Mengenal batas bidang gambar merupakan manfaat lain dari Aktivitas mewarnai. Di masa awal anak memulai Aktivitas mewarnai, mereka tidak akan

peduli dengan garis batas gambar di hadapannya, hal tersebut wajar-wajar saja, biarkan anak merasa nyaman dan *exited* terlebih dahulu dengan Aktivitas mewarnainya. Seiring dengan berjalannya waktu dan bertambahnya usia si kecil, mereka akan mulai menghargai dan memperhatikan garis-garis batas tersebut, dan berusaha untuk mewarnai gambar di hadapannya tanpa keluar garis. Membiasakan anak belajar mewarnai sejak kecil akan melatihnya lebih peka terhadap batasan garis sejak dini. Kemampuan inilah yang menjadi bekal mereka saat mereka mulai belajar menulis di buku tulis bergaris.

9. Mewarnai melatih anak membuat target

   Proses mewarnai membutuhkan satu target yaitu berhasil mewarnai seluruh bidang gambar yang tersedia. Dengan melakukan Aktivitas mewarnai sejak dini si kecil akan belajar untuk meyelesaikan tugas yang dihadapinya. Di sinilah akan terpupuk rasa tanggung jawab anak dengan pekerjaan yang diterimanya sekaligus memupuk kepercayaan diri anak bahwa ia dapat menyelesaikan tugas yang sedang diembannya. Sikap ini akan membantunya menyelesaikan tugas-tugasnya kelak, dan juga melatihnya untuk tidak mudah menyerah dengan tantangan yang akan dihadapinya.

Mengingat banyaknya manfaat aktivitas mewarnai bagi si kecil, tak ada salahnya jika para orang tua mulai membiasakan anak-anaknya mewarnai gambar sejak dini, mulailah dengan gambar-gambar yang tidak terlalu detail agar si kecil lebih mudah mengaplikasikan warna yang ingin ditorehnya. Jangan terlalu banyak memberi aturan, baik dalam pemilihan warna maupun memberi batasan garis, biarlah ia bereksplorasi dengan warna-warna dan gambar di hadapannya [5].

2.4 Citra Digital

Citra digital merupakan fungsi intensitas cahaya f(x,y), dimana harga x dan y merupakan koordinat spasial dan harga fungsi tersebut pada setiap titik (x,y) merupakan tingkat kecemerlangan citra pada titik tersebut Citra digital adalah citra f(x,y) dimana dilakukan diskritisasi koordinat spasial (sampling) dan diskritisasi tingkat kecemerlangannya/keabuan (kwantisasi).

Citra digital merupakan suatu matriks dimana indeks baris dan kolomnya menyatakan suatu titik pada citra tersebut dan elemen matriksnya (yang disebut sebagai elemen gambar / piksel / *pixel* / *picture element* / *pels*) menyatakan tingkat keabuan pada titik tersebut [6].

Citra digital dinyatakan dengan matriks berukuran N x M (baris/tinggi = N, kolom/lebar = M)

N = jumlah baris $0 \leq y \leq N - 1$

M = jumlah kolom $0 \leq x \leq M - 1$

L = maksimal warna intensitas $0 \leq f(x,y) \leq L - 1$ (derajat keabuan)

$$f(x,y) \approx \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,M-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,M-1) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix}$$

Indeks baris (i) dan indeks kolom (j) menyatakan suatu koordinat titik pada citra, sedangkan f(i, j) merupakan intensitas (derajat keabuan) pada titik (i, j). Masing-masing elemen pada citra digital (berarti elemen matriks) disebut *image element*, *picture element* atau *pixel* atau *pel*. Jadi, citra yang berukuran N x M mempunyai NM buah *pixel*. Sebagai contoh, misalkan sebuah berukuran 256 x 256 *pixel* dan direpresentasikan secara numerik dengan matriks yang terdiri dari 256 buah baris (di-indeks dari 0 sampai 255) dan 256 buah kolom (di-indeks dari 0 sampai 255) seperti contoh berikut [7]:

$$\begin{bmatrix} 0 & 134 & 145 & \dots & \dots & 231 \\ 0 & 167 & 201 & \dots & \dots & 197 \\ 220 & 187 & 189 & \dots & \dots & 120 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 221 & 219 & 210 & \dots & \dots & 156 \end{bmatrix}$$

Pixel pertama pada koordinat (0, 0) mempunyai nilai intensitas 0 yang berarti warna *pixel* tersebut hitam, *pixel* kedua pada koordinat (0, 1) mempunyai

intensitas 134 yang berarti warnanya antara hitam dan putih, dan seterusnya. Proses digitalisasi citra ada dua macam:

1. Digitalisasi spasial (x, y), sering disebut sebagai (sampling).
2. Digitalisasi intensitas f(x, y), sering disebut sebagai kuantisasi.

2.5 FAST (Feature Form Accelerated Segment Test)

FAST merupakan suatu algoritma yang dikembangkan oleh Edward Rosten, Reid Porter, dan Tom Drummond. FAST *corner detection* ini dibuat dengan tujuan mempercepat waktu komputasi secara *real-time* dengan konsekuensi menurunkan tingkat akurasi pendeteksian sudut [8].

FAST *corner detection* bekerja pada suatu citra sebagai berikut:

1. Tentukan sebuah titik *p* pada citra dengan posisi awal (,)
2. Tentukan keempat titik. Titik pertama (n=1) terletak pada koordinat (,-3) titik kedua(n=2) terletak pada koordinat +3, titik ketiga terletak pada koordinat (n=3) terletak pada koordinat (- 3,), titik keempat (n=4) terletak pada koordinat (- 3')
3. Bandingkan intensitas titik pusat *p* dengan keempat titik disekitar. Jika terdapat paling sedikit 3 titik yang memenuhi syarat berikut, maka titik pusat *p*

$$C_p = \begin{cases} 1, I_n < I_p - t \text{ or } I_n > I_p + t \\ 0, \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

Dengan

C_p = Keputusan titik p sebagai sudut, nilai 1 menunjukkan bahwa titik merupakan suatu sudut, dan nilai 0 menunjukkan bahwa titik bukanlah sudut.

I_n = Nilai intensitas piksel ke-n

I_p = Nilai intensitas titik p

t = batas ambang nilai intensitas yang ditoleransi

4. Ulangi proses sampai seluruh titik pada citra sudah dibandingkan intensitasnya

2.6 Unity 3D

Unity 3D adalah sebuah *game engine* yang berbasis *cross-platform*. Unity dapat digunakan untuk membuat sebuah *game* yang bisa digunakan pada perangkat komputer, ponsel pintar android, iPhone, PS3, dan bahkan X-BOX. Unity adalah sebuah sebuah *tool* yang terintegrasi untuk membuat *game*, arsitektur bangunan dan simulasi. Unity bisa untuk *games* PC dan *games Online*. Untuk *games Online* diperlukan sebuah *plugin*, yaitu *Unity Web Player*, sama halnya dengan *Flash Player* pada *Browser*.

Unity tidak dirancang untuk proses desain atau *modelling*, dikarenakan *unity* bukan *tool* untuk mendesain. Jika ingin mendesain, pergunakan 3D editor lain seperti 3dsmax atau Blender. Banyak hal yang bisa dilakukan dengan *unity*, ada fitur *audio reverb zone, particle effect*, dan *Sky Box* untuk menambahkan langit. Fitur *scripting* yang disediakan, mendukung 3 bahasa pemrograman, JavaScript, C#, dan Boo. *Flexible and EasyMoving, rotating*, dan *scaling objects* hanya perlu sebaris kode. Begitu juga dengan *Duplicating, removing*, dan *changing properties*. *Visual Properties Variables* yang di definisikan dengan *scripts* ditampilkan pada Editor. Bisa digeser, di *drag and drop*, bisa memilih warna dengan *color picker*. Berbasis .NET. Artinya penjalanan program dilakukan dengan *Open Source* .NET platform, Mono [9]. Tampilan Unity 3d dapat dilihat seperti pada Gambar 2.1.



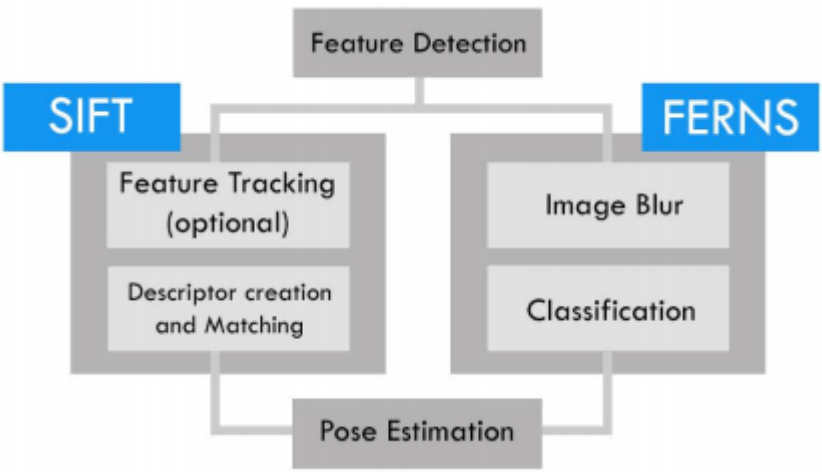
Gambar 2.1 Tampilan Aplikasi Unity 3D

2.7 Natural Feature Tracking and Detection

Dalam metode ini informasi yang diperlukan untuk tujuan pelacakan dapat diperoleh dengan cara *optical-flow* berbasis pencocokan *template* atau korespondensi fitur. *Optical flow* atau aliran optik adalah pola gerakan jelas benda, permukaan, dan tepi dalam adegan visual yang disebabkan oleh gerakan relatif antara pengamat (mata atau kamera) dan adegan. Korespondensi fitur bekerja lebih baik dan lebih efektif daripada pencocokan *template* karena korespondensi fitur bergantung pada pencocokan fitur lokal. Mengingat korespondensi tersebut, posisi secara kasar dapat dihitung dengan estimasi yang kuat yang membuatnya cukup sensitif terhadap oklusi parsial, blur, refleksi, perubahan skala, kemiringan, perubahan iluminasi atau kesalahan pencocokan. [10]

Salah satu unsur diterapkan pendekatan pelacakan fitur alami didasarkan pada versi modifikasi dari SIFT dan FERNS fitur deskriptor. SIFT sangat baik dalam mengekstrak tetapi prosesor bekerja secara intensif karena komputasi, sementara FERNS menggunakan klasifikasi fitur yang cepat, tetapi membutuhkan kapasitas memori yang besar. Dalam hal ini pelaksanaan SIFT dan FERNS telah terintegrasi, tetapi dengan modifikasi signifikan untuk membuat sebuah sistem

pelacakan yang cocok untuk ponsel. [10] Alur SIFT dan FERNS dapat dilihat pada Gambar 2.2.



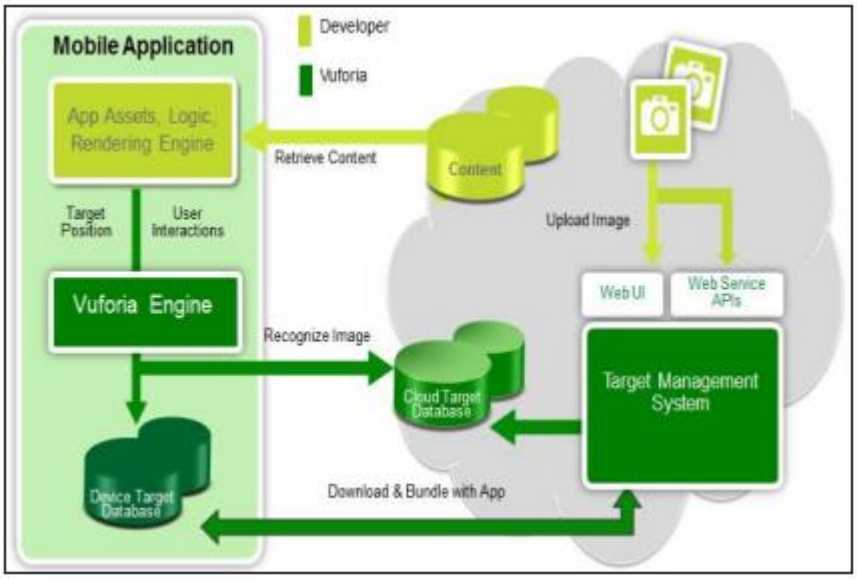
Gambar 2.2 Alur SIFT dan FERN

2.8 Vuforia

Vuforia merupakan salah satu *library* untuk *Augmented Reality*, yang menggunakan sumber yang konsisten mengenai *computer vision* yang fokus pada *image recognition*. Vuforia mempunyai banyak fitur-fitur dan kemampuan, yang dapat membantu pengembang untuk mewujudkan pemikiran mereka tanpa adanya batas secara teknis. [11]

Vuforia mendukung pengembang untuk membuat aplikasi yang dapat digunakan di hampir seluruh jenis *smartphone* dan *tablet*. Pengembang juga diberikan kebebasan untuk mendesain dan membuat aplikasi yang mempunyai kemampuan antara lain :

1. Teknologi *computer vision* tingkat tinggi yang mengizinkan developer untuk membuat efek khusus pada *mobile device*.
2. Dapat secara terus-menerus mengenali *multiple image*.
3. *Tracking* dan *Detection* tingkat lanjut.
4. Solusi pengaturan *database* gambar yang fleksibel [9] seperti pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Struktur Vuforia

2.8.1 Vuforia SDK

Vuforia SDK adalah *Augmented Reality Software Development Kit* (SDK) untuk perangkat *mobile* yang memungkinkan pembuatan aplikasi AR. SDK Vuforia juga tersedia untuk digabungkan dengan unity yaitu bernama Vuforia AR Extension for Unity. Vuforia merupakan SDK yang disediakan oleh Qualcomm untuk membantu para developer membuat aplikasi-aplikasi Augmented Reality (AR) di *mobile phones* (iOS, Android). SDK Vuforia sudah sukses dipakai di beberapa aplikasi-aplikasi mobile untuk kedua platform tersebut. AR Vuforia memberikan cara berinteraksi yang memanfaatkan kamera *mobile phones* untuk digunakan sebagai perangkat masukan, sebagai mata elektronik yang mengenali penanda tertentu, sehingga di layar bisa ditampilkan perpaduan antara dunia nyata dan dunia yang digambar oleh aplikasi. Dengan kata lain, Vuforia adalah SDK untuk *computer vision based* AR. Jenis aplikasi AR yang lain adalah GPS-based AR [11]

Beberapa fitur dan keunggulan yang dimiliki oleh vuforia SDK adalah sebagai berikut:

1. Jangkauan Maksimum

   Platform Vuforia mendukung *smartphone* dan tablet yang menggunakan Android dan iOS. Para pengembang dapat membangun aplikasi Vuforia di Eclipse, Xcode, dan *Cross-platform Games engine* Unity.

2. Keandalan yang Tiada Tanding

   SDK kami memberikan visi komputer yang terbaik di kelasnya, sehingga memastikan pengalaman yang dapat diandalkan dalam berbagai lingkungan.

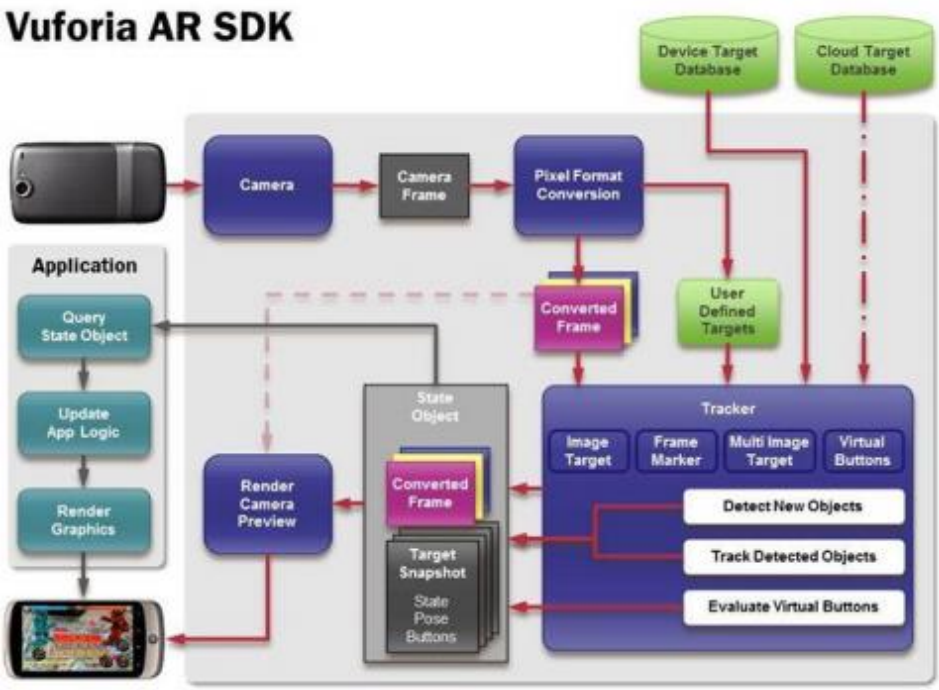
3. Pemberdayaan Kreatif

   SDK ini menawarkan kebebasan kreatif kepada para pengembang untuk membangun pengalaman unik yang mencerminkan merek dan menggerakkan hasil bisnis.

4. Visi Canggih

   Aplikasi yang diaktifkan Vuforia dapat mengenali berbagai benda sehari-hari seperti buku, majalah, mainan, kemasan produk, dan banyak lagi.

Berikut ini adalah gambaran dari diagram aliran data Vuforia, dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Diagram Aliran Data Vuforia

1. *Camera*

   Digunakan untuk menangkap gambar per-*frame* kemudian mempersiapkan format dan ukurannya (*pixel*) menghasilkan "*camera-frame*".

2. *Pixel Format Conversion*

   Setiap kamera *smartphone* memiliki format yang berbeda seperti YUV, RGB, CMYK, dan lain-lain. Oleh karena itu harus di *convert* menjadi format yang dapat diolah dengan baik oleh Vuforia yang berbasis OpenGL, kemudian menghasilkan "*converted frame*" yaitu format yang siap diolah oleh Vuforia.

3. *Tracker*

   Merupakan *engine* inti dari Vuforia, yang berisi algoritma *computer vision* yaitu SIFT dan FERNS dengan metode NFT (*Natural Feature Tracking*). Sehingga dapat melakukan *tracking* objek yang ada di dunia nyata (*converted frame*). *Tracking* marker dapat dilakukan pada benda seperti gambar 2D ataupun benda lainnya seperti meja, kursi, dan sebagainya. Marker yang dapat di *tracking* berasal dari *database* yang sudah dibuat sebelumnya, yaitu pada *cloud* ataupun pada *smartphone*).

4. *Application*

   Merupakan tahapan pembangunan aplikasi bagi developer, pada bagian ini dilakukan pengolahan terhadap pembangunan aplikasi misalnya *coding*, mengatur *event* atau *action* yang dibutuhkan, serta mengatur objek yang akan ditampilkan pada aplikasi.

2.8.2 Vuforia API References

API Reference berisi informasi tentang hirarki kelas dan fungsi *member* dari QCAR SDK. Sistem *High-level* pada vuforia dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Sistem *High-Level* Vuforia

Sebuah gambaran dari SDK yang ditampilkan pada Gambar 2.5 ini menyediakan :

1. *Callbacks events* (Contoh : Sebuah gambar kamera baru tersedia)
2. *High-level access to hardware units* (contoh : Kamera mulai/berhenti)
3. *Multiple trackables* / Jenis pelacakan yaitu dapat melalui :
   a. Image Targets

      Dapat mengenali gambar dengan detail yang cukup termasuk majalah, iklan atau brosur serta kemasan yang tertera pada produk.
   b. Multi Targets

      Dapat mengenali lebih dari satu marker secara bersamaan.
   c. Cylinder Targets

      Dapat mengenali benda seperti botol, cangkir, kaleng, dan sebagainya.
   d. Word Targets

      Mendukung pengenalan kata bahasa Inggris dari database standar 100.000 kata atau kosa kata kustom didefinisikan oleh pengembang.
   e. Frame Markers

      ID unik dari *frame marker* dikodekan ke dalam pola biner sepanjang perbatasan gambar marker. Sebuah *frame marker* memungkinkan gambar apapun untuk ditempatkan dalam batas-batas marker.
4. *Real-world Interactions* (contoh : penggunaan *virtual button* agar dapat berinteraksi dengan objek) [11]

2.9 Unified Modelling Language

UML (*Unified Modeling Language*) adalah sebuah bahasa yang berdasarkan grafik/gambar untuk memvisualisasi, Men-spesifikasikan, membangun, dan pendokumentasian dari sebuah sistem pengembangan *software* berbasis OO (*Object-Oriented*). UML sendiri juga memberikan standar penulisan sebuah sistem *blue print*, yang meliputi konsep bisnis proses, penulisan kelas-kelas dalam bahasa program yang spesifik, skema *database*, dan komponen-komponen yang diperlukan dalam sistem *software*. Bahasa pemodelan (sebagian besar grafik) merupakan notasi dari metode yang digunakan untuk mendesain secara cepat. Berikut ini merupakan beberapa bagian dari UML [12]:

a. *Use Case Diagram*

Menggambarkan sejumlah eksternal aktor dan hubungannya ke *use case* yang diberikan oleh sistem. Komponen utama pembentuk *use case* antara lain:

- Aktor (*actor*), menggambarkan suatu hal diluar sistem yang berinteraksi dengan sistem.
- *Use case* , kegiatan/aktivitas yang disiapkan oleh sistem. Menekankan pada "apa" yang dikerjakan oleh sistem, bukan "bagaimana" sistem itu bekerja.
- Hubungan (*link*), penjelasan tentang hubungan suatu komponen *use case* diagram dengan komponen lainnya.

Pada *use case* terdapat *use case relationship* yang menunjukkan sifat *reusable*, *optional*, and bahkan menspesialisasikan *use case behavior* antar tiap *use case* yang ada. Terdapat 4 jenis *Relationship* pada *use case* yaitu Asosiasi, Generalisasi, <<*include*>> dan <<*extend*>>. [12]

1. Asosiasi

   Asosiasi digunakan untuk menggambarkan interaksi antara aktor dengan setiap *use case* tertentu. Relasi ini digambarkan sebagai garis penghubung aktor terhadap *use case* yang berelasi dengan aktor tersebut.

2. Generalisasi

   Suatu relasi antara *use case* umum (induk) dan *use case* yang lebih spesifik (anak). Relasi Generalisasi memungkinkan *use case* yang lebih spesifik memiliki perilaku (*behaviour*) yang sama dengan *use case* yang lebih

umum atau bisa disebut *use case* induk. Relasi generalisasi digambarkan dengan anak panah segitiga. *Use case* yang terletak di sisi anak panah adalah *use case* induk dan yang terletak di sisi lainnya adalah *use case* yang mewarisi perilaku *use case* induk.

3. <<*include*>> *relationship*

   Relasi *include* memungkinkan terjadinya penambahan perilaku (*behaviour*) ke dalam *use case* awal yang pada dasarnya *use case* ini tidak dapat berdiri sendiri tanpa adanya penambahan *use case* , dan *use case* awal tidak akan lengkap tanpa adanya *use case* tambahan ini. *Use case* yang berada pada kepala anak panah adalah *use case* awal, dan pada sisi lain adalah *use case* penambah. Contoh penggunaan <<*include*>> *relationship* dimana *use case* `Create a new Blog Account` dan `Create a new Personal Wiki` secara utuh bergantung dan selalu menyertakan langkah yang ada pada *use case* `Check Identity`.

4. <<*extend*>> *relationship*

   Relasi *extend* memungkinkan terjadinya penambahan beberapa *behaviour* (tingkah laku) ke dalam *use case* awal yang pada dasarnya *use case* tersebut sudah dapat berdiri sendiri tanpa adanya penambahan. *Extend* digambarkan dengan anak panah yang mempunyai garis putus-putus. *Use case* yang berada pada kepala anak panah adalah *use case* awal dan yang berada di lain sisi adalah *use case* tambahan.

b. *Activity Diagram*

   Activity Diagram digunakan untuk menggambarkan rangkaian aliran dari aktivitas, digunakan untuk mendeskripsikan aktivitas yang dibentuk dalam suatu operasi sehingga dapat juga digunakan untuk aktivitas lainya seperti *use case*.

c. *Class Diagram*

   Menggambarkan struktur dan deskripsi *class*, *package* (paket) dan objek beserta hubungan satu sama lain seperti *containment* (penahanan), pewarisan, asosiasi dan lain-lain.

d. *Sequence Diagram*

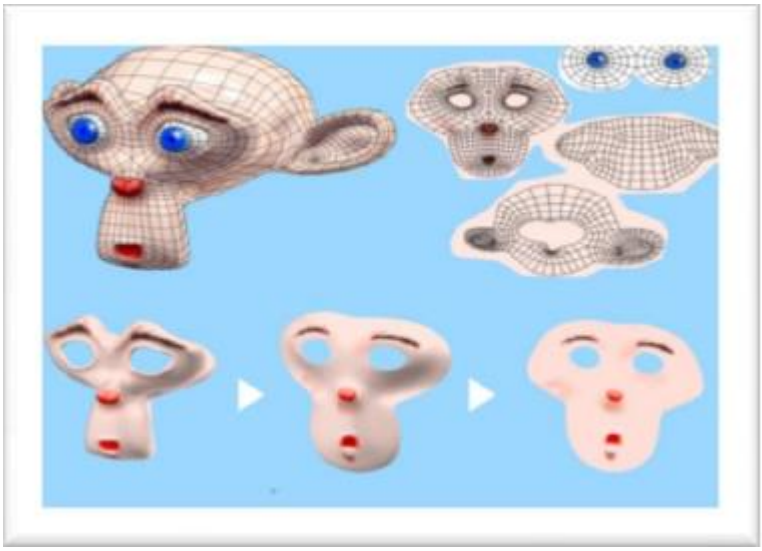
Sequence diagram menggambarkan kolaborasi dinamis antara sejumlah objek dan untuk menunjukkan rangkaian pesan yang dikirim antara objek juga interaksi. Sesuatu yang terjadi pada titik tertentu dalam eksekusi sistem.

2.10 Pengujian Alpha

Di dalam pengembangan software, pengujian pada umumnya sangat diperlukan sebelum perangkat lunak tersebut diberikan kepada kalayak ramai. Pengujian yang di kenal dengan alpha testing sering dilakukan di bawah suatu *debugger* atau dengan *hardware-assisted* yang *debugging* untuk menangkap *bugs* dengan cepat. Teknik ini juga dikenal sebagai white-box testing. Selanjutnya diserahkan staff pengujian untuk pemeriksaan tambahan di dalam lingkungan yang serupa. Teknik ini dikenal juga dengan black-box testing dan sering di sebut langkah lanjutan dari white-box testing/alpha testing [13].

2.11 UVW Mapping

UVW Mapping adalah suatu proses pemodelan 3D membuat gambar 2D mewakili sebuah model 3D. Peta mengubah objek 3D ke gambar dikenal sebagai tekstur. Berbeda dengan “X”, “Y” dan “Z”, yang merupakan koordinat untuk objek 3D asli dalam ruang modeling, “U” dan “V” adalah koordinat obyek yang berubah. Hal ini menciptakan efek lukisan gambar ke permukaan objek 3D. Jadi intinya kita membuat tekstur untuk gambar 3D yang akan kita buat [14]. Contoh UVW Mapping dapat dilihat seperti pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 UVW Mapping

2.12 Texture Mapping

Pemetaan tekstur adalah metode untuk menambahkan detail, tekstur permukaan (*bitmap* atau *raster image*), atau warna ke dalam model grafis yang dihasilkan komputer atau 3D. Teknik ini diciptakan oleh Edwin Catmull pada tahun 1974 [15]. *Texture* merupakan data segi-empat sederhana yang berada pada bidang *texture*. Bidang *texture* diwakili oleh dua sumbu koordinat yaitu sumbu s dan sumbu t. Setiap *texture* akan memenuhi bidang koordinat (0.0,0.0) sampai dengan (1.0,1.0). Nilai individual dari *array texture* biasanya dikenal dengan istilah *texels* (*texture pixels*).

Mapping ialah sebuah bentuk kegiatan untuk melakukan pewarnaan atau memetakan permukaan geometri pada objek 3D. Sedangkan Maps adalah bentuk gambar atau warna yang digunakan untuk melapisi objek 3D pada saat dilakukan *mapping*. Dengan kata lain pemetaan *texture* merupakan pemberian sebuah gambar pada permukaan objek sehingga objek akan tampak realistis. *Texture mapping* memungkinkan untuk menaruh gambar pada *geometric primitive* tersebut dan sekaligus mengikuti transformasi yang diterapkan kepada objek. Contohnya apabila sebuah objek kubus tanpa gambar diberi *texture* bebatuan pada permukaannya, maka objek tersebut akan tampak memiliki tekstur kasar seperti batu. *Texture* pada

permukaan objek dapat dilihat dari berbagai *perspective* yang berbeda. Contoh *texture* pada objek 3D dapat dilihat seperti pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Contoh Texture pada Objek 3D

2.13 Mapping Coordinate

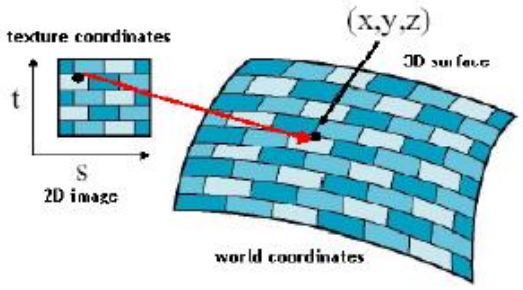
Mapping coordinate adalah setiap titik dalam *polygon* diberi koordinat tekstur (yang dalam kasus 2D juga dikenal sebagai UV koordinat) baik melalui tugas eksplisit atau menurut definisi prosedural. Gambar lokasi sampling kemudian diinterpolasi di muka poligon untuk menghasilkan hasil visual yang tampaknya memiliki lebih kekayaan daripada yang bisa dicapai dengan sejumlah poligon. Contohnya apabila sebuah objek kubus tanpa gambar diberi tekstur bebatuan pada permukaannya, maka objek tersebut akan tampak memiliki tekstur kasar seperti batu. Tekstur pada permukaan objek dapat dilihat dari berbagai prespektif yang berbeda.

Secara sederhana dalam pemetaan tekstur dilakukan perhitungan koordinat dunia (*world coordinates*) yang berasal dari koordinat teksturnya. Gambar 2.8 mengilustrasikan pemetaan tekstur.

$x = x(s,t)$

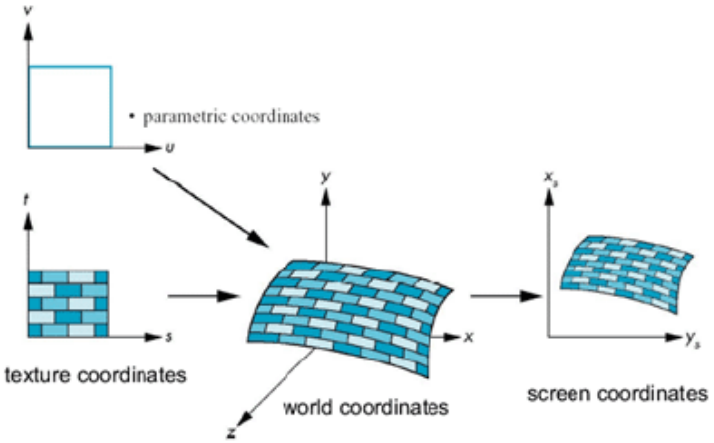
$y = y(s,t)$

$z = z(s,t)$



Gambar 2.8 Ilustrasi Pemetaan Tekstur

Dalam memetakan suatu tekstur pada suatu permukaan dikenal 4 komponen yang terlibat. *Parametric coordinates*, digunakan untuk memodelkan permukaan objek. *Texture coordinates*, digunakan untuk mengenali posisi dari tekstur yang akan dipetakan. *World coordinates*, dimana pemetaan dilakukan. *Screen coordinates*, dimana pemetaan dari tekstur ditampilkan. Gambar 2.9 mengilustrasikan 4 komponen dalam pemetaan tekstur.



Gambar 2.9 Komponen dalam Pemetaan Tekstur