Hak cipta dan penggunaan kembali:

Lisensi ini mengizinkan setiap orang untuk menggubah, memperbaiki, dan membuat ciptaan turunan bukan untuk kepentingan komersial, selama anda mencantumkan nama penulis dan melisensikan ciptaan turunan dengan syarat yang serupa dengan ciptaan asli.

Copyright and reuse:

This license lets you remix, tweak, and build upon work non-commercially, as long as you credit the origin creator and license it on your new creations under the identical terms.

Team project ©2017
Dony Pratidana S. Hum | Bima Agus Setyawan S. IIP

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Animasi

Dari zaman dahulu, animasi bukanlah merupakan hal yang asing. Seperti yang dikutip dari William (2002), sejak ditemukannya prinsip *persistence of vision* oleh Peter Mark Roget, banyak penemuan yang berhubungan dengan ilusi gerak seperti *thaumatrope, phenakistoscope, zoetrope, praxinoscope, flip book*. Tidak hanya itu, pada tahun 1896 kartunis James Stuart Blackton berkolaborasi dengan Thomas Edison dan membuat *Humorous Phases of Funny Faces* yang merupakan awal dari animasi *stop motion*.

Blazer (2016) menyatakan bahwa animasi memiliki keunggulan pada *storytelling* karena animasi terbentuk berdasarkan imajinasi dan tidak memiliki batas. Salah satu pendukung *storytelling* pada animasi adalah warna dan cahaya.

2.2. Warna

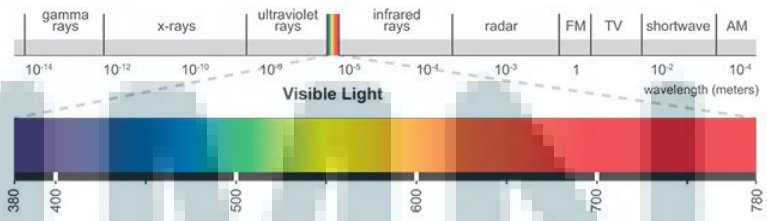
Blazer (2016) pada bukunya yang berjudul *Animated Storytelling* mengatakan bahwa "*Color has tremendous storytelling power. It can express emotion, clarify motivation, and even dictate the entire meaning of a piece*". Ini menjadi salah satu bukti bahwa warna adalah salah satu elemen penting dalam sebuah animasi. Ia juga mengatakan bahwa pemilihan warna, saturasi dan *value* adalah kunci untuk membantu memperjelas emosi yang ingin disampaikan. Hal penting yang harus diperhatikan adalah warna pada *background* dan objek di sekitarnya tidak boleh lebih dominan dibandingkan subjek yang menjadi sorotan utama.

2.3. Teori Cahaya

Cahaya adalah radiasi dari energi elektromaknetis yang melintasi ruang, berdasarkan pemakaiannya dapat digambarkan sebagai suatu bentuk sinar geometris, gelombang atau photon. Pada dasarnya segala sumber cahaya bersifat memancarkan dan bukan memantulkan atau menyerap. Pengaturan bayangan, texture dan hal lain dalam material yang diaplikasikan akan menstimulasi interaksi objek dengan cahaya dan menghasilkan refleksi dan bayangan (Hoffman, Möller, Haines, 2008, hlm 100-101).

2.3.1. Spektrum yang Terlihat

Brooker (2008) menjelaskan bahwa ada berbagai variasi gelombang cahaya yang mengelilingi manusia, mulai dari *x-ray* sampai gelombang radio. Berbagai tipe cahaya ini memiliki perbedaan pada panjang gelombang elektromagnetis yang dimilikinya. Di antara *x-ray* yang memiliki gelombang terpendek dan gelombang radio yang merupakan gelombang terpanjang terdapat sebuah celah sempit yang bisa terlihat dengan mata telanjang.



Gambar 2. 1. Spektrum Cahaya yang Terlihat
(http://www.eyehortilux.com/education-room/grow-guide.aspx)

Degrees Kelvin	Type of Light Source	Indoor (3200k) Color Balance	Outdoor (5500k) Color Balance
1700-1800K	Match Flame		
1850-1930K	Candle Flame		
2000-3000K	Sun: At Sunrise or Sunset		
2500-2900K	Household Tungsten Bulbs		
3000K	Tungsten lamp 500W-1k		
3200-3500K	Quartz Lights		
3200-7500K	Fluorescent Lights		
3275K	Tungsten Lamp 2k		
3380K	Tungsten Lamp 5k, 10k		
5000-5400K	Sun: Direct at Noon		
5500-6500K	Daylight (Sun + Sky)		
5500-6500K	Sun: through clouds/haze		
6000-7500K	Sky: Overcast		
6500K	RGB Monitor (White Pt.)		
7000-8000K	Outdoor Shade Areas		
8000-10000K	Sky: Partly Cloudy		

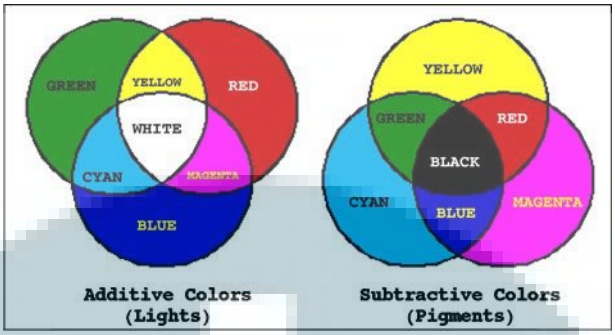
Based on information from the book [digital] Lighting & Rendering
Chart and colors (c)2003 Jeremy Birn for www.3dRender.com

Gambar 2. 2. *Common color Temprature*

(http://www.3drender.com/glossary/colortemp.htm)

2.3.2. Color Mixing

Spektrum warna yang terlihat yang ditampilkan oleh layar monitor menggunakan tiga warna cahaya yaitu *red, green,* dan *blue* (RGB). Berbeda dengan warna pada cat yang berasal dari pigmen dan jika digabung akan menghasilkan warna hitam, apabila warna cahaya RGB digabung maka akan menghasilkan warna putih. Hal ini terjadi karena penggabungan warna RGB pada cahaya menggunakan pendekatan *additive* (menambah) sedangkan warna cat menggunakan pendekatan subtraktif. Pendekatan ini menggunakan warna hitam pada layar dan menambah tiga warna utama untuk menghasilkan warna putih.



Gambar 2. 3. *Color Mixing:* Adiktif dan Subtraktif
(https://www.d.umn.edu/~mharvey/th1501color.html)

2.3.3. Color Balance

Pada film ada dua tipe *color Balance* secara umum; *Tungsten-balanced film* untuk *lighting indoor; daylight-balanced* untuk *lighting outdoor*. Keseimbangan warna pada *lighting outdoor* dimulai dari *color balance* 5500K yang mana akan merepresentasikan cahaya matahari. Temperatur warna cahayanya akan berada di sekitar 4300K dan 5000K bergantung pada waktu. Warna cahaya pada *lighting outdoor* pada realitasnya terbentuk dari berbagai warna yang berasal dari cahaya yang memantul dari objek yang ada pada lingkungan sekitar.

2.3.4. Tingkah Laku Cahaya

Cahaya mengikuti banyak aturan yang beberapa diantaranya berkaitan untuk memahami pencahayaan di komputer grafik. Salah satu aturan yang memiliki kaitan pada dunia 3D adalah *Inverse Square Law* dimana hukum ini menjelaskan bagaimana cahaya memudar pada kejauhan. Hukum cahaya ini diaplikasikan pada segala jenis radiasi. Misalkan pada radiasi panas api, jika seseorang mendekat pada sumber api, maka ia dapat merasakan panas yang meningkat secara perlahan,

namun semakin dekat seseorang dengan api, panas yang ia rasakan akan meningkat secara drastis.

Semakin jauh cahaya dari sumbernya, area lingkup cahaya tersebut akan semakin luas sehingga menyebabkan cahaya tersebut kehilangan intensitas dan memudar. Hukum cahaya yang lain adalah refleksi dimana cahaya memantul pada suatu permukaan. Simulasi cahaya pada hukum ini terlihat pada proses render *raytracing*.

2.3.5. Kualitas Cahaya

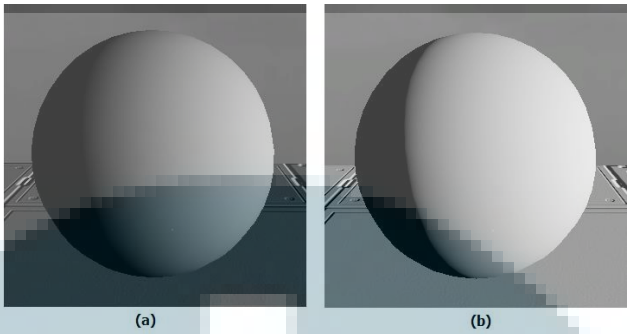
Lebih lanjut Brooker (2008) menjelaskan bahwa ada beberapa karakteristik cahaya yang membuat sumber *lighting* 3D terlihat lebih nyata.

2.3.5.1. Intensitas

Pengaturan seberapa terang cahaya diatur berdasarkan konten pada *shot* yang ingin ditampilkan. Cahaya yang memiliki intensitas paling kuat disebut *key light* dan akan menghasilkan bayangan yang paling terlihat. Intensitas cahaya pada 3D dikontrol dari warna dan tingkat *multiplier*-nya.

2.3.5.2. Hard or Soft

Brown (2008) mengatakan bahwa faktor penting untuk mengatur *softness* dan *hardness* pada sebuah cahaya adalah seberapa besar sumber cahaya terhadap subjek. Semakin besar sumber radiasi, semakin luas pula jangkauan cahaya tersebut terhadap kontur objek (*softlight)*.



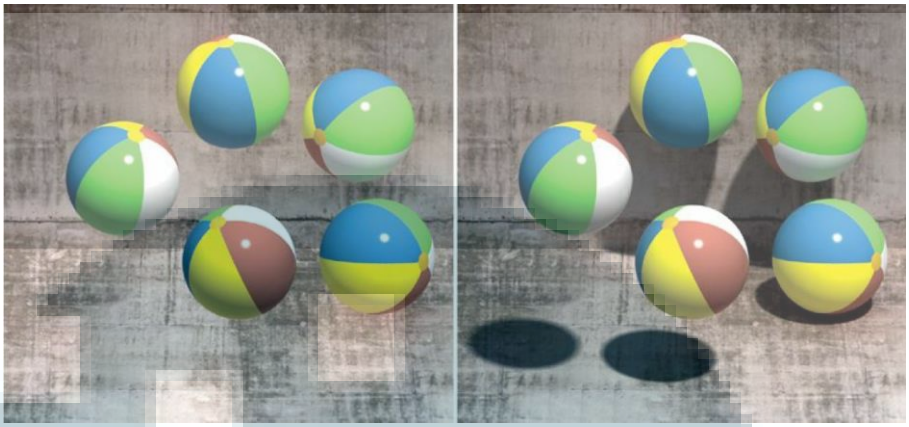
Gambar 2. 4. (a)*Softlight* (b)*Hardlight*
(http://frictionalgames.blogspot.co.id/2013_11_01_archive.html)

2.3.5.3. Shadow

Bayangan memiliki peran dalam mendiskripsikan cahaya. Bayangan melengkapi konsistensi, hubungan, komposisi dan seberapa nyata sebuah *scene* (Brooker, 2008, hlm 45-48). Birn (2014) pada bukunya *Digital Lighting and Rendering* menjabarkan bahwa ada beberapa fungsi dari bayangan, diantaranya adalah:

1. Mendefinisikan hubungan spatial

   Hubungan spatial akan terlihat saat objek menghasilkan bayangan terhadap objek yang lain. Bayangan dapat membantu menampilkan kontak fisik antara objek saat objek tersebut bersentuhan dengan yang lain.



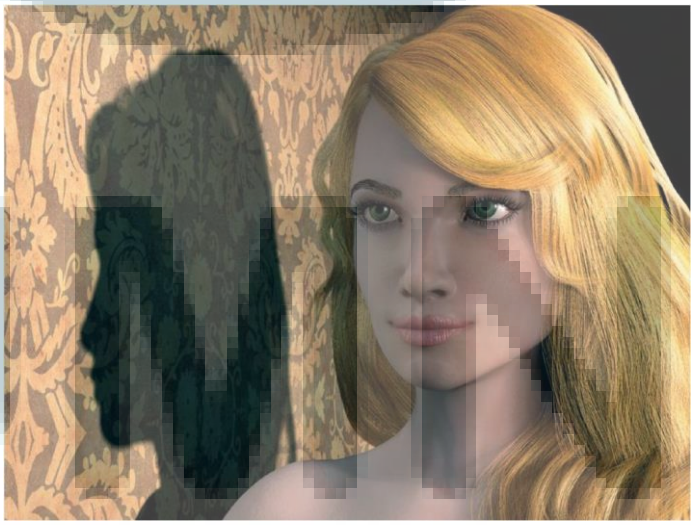
Gambar 2. 5. Letak Objek berdasarkan Bayangan

(*Digital Lighting and Rendering* / Birn/ 2014)

Dengan adanya bayangan, letak objek terhadap lantai dapat terlihat dengan jelas. Untuk setiap benda yang ada di ruangan, seseorang dapat melihat objek mana yang menyentuh lantai atau bahkan melayang.

2. Menunjukan Sudut Alternatif

Bayangan yang ditempatkan secara tepat dapat menunjukan sudut baru dari subjek.



Gambar 2. 6. Bayangan Menunjukan sisi lain karakter

(*Digital Lighting and Rendering / Birn / 2014)*

Seperti yang terlihat pada gambar 2.6, gambar wanita secara profil terlihat dari bayangan dan tanpa bayangan, yang terlihat hanya wajah wanita tersebut dari depan saja. Pemberian bayangan bisa diandaikan sebagai kamera kedua dan bisa menjadi sangat *tricky*, bayangan yang dihasilkan dari objek harus terlihat meyakinkan dan masuk akal. Jika terlihat aneh, sudut dari bayangan harus diubah agar objek dan pencahayaan terlihat nyata.

3. Memperkaya Komposisi

Banyangan dapat memainkan peran yang penting pada komposisi gambar secara menyeluruh. Bayangan dapat mengarahkan mata orang yang melihat sekaligus memberi keseimbangan komposisi.

Gambar 2. 7. Bayangan Menghilangkan kesan monoton dinding (gambar kanan)

(*Digital Lighting and Rendering / Birn / 2014)*

4. Menambah Kontras

Pada gambar 2.7 juga memperlihatkan bagaimana bayangan dapat menambah kontras di antara dua elemen yang memiliki warna yang serupa. Gambar 2.7 sebelah kanan, bayangan pada bagian belakang vas memberi kesan kedalaman dengan meningkatkan kontras antara vas dan dinding

5. Mengindikasi *Offscreen* Space

Bayangan yang tercipta karena objek yang berada di luar tampilan layar mengindikasi keberadaan objek yang tidak berada pada layar dan sekaligus menunjukkan bahwa masih ada dunia yang luas selain yang ditampilkan. Hal ini berguna ketika ingin menceritakan sesuatu atau memberikan *mood* pada *scene* yang sempit.

Gambar 2. 8. Bayangan yang menunjukan *Off-screen Space*
(*Digital Lighting and Rendering / Birn / 2014)*

6. Mengintegerasikan Elemen

Teknik untuk mengkalkulasi *shadow* pada program *render*, diantaranya ada *shadow map* dan *Raytraced shadow*. *Shadow map* adalah tenik yang cepat dan efisien namun memiliki batasan resolusi. Sedangkan *raytraced shadow* adalah teknik yang akurat dan mudah digunakan walaupun waktu yang digunakan untuk me-*render* cenderung lebih lama.

2.3.6. Tujuan dari Desain *Lighting*

Birn (2014) mengungkapkan bahwa ada kegunaan lain dari desain pencahayaan selain mengimplementasikan pencahayaan di dunia nyata. Pencahayaan juga diatur dan diberikan untuk mencapai tujuan visual tertentu, hal ini juga dipengaruhi seberapa baik pencahayaan pada sebuah *shot*.

2.3.6.1. Membuat Sesuatu menjadi Terlihat

Sama halnya dengan fotografi, sinematografi dan painting, 3D rendering adalah sebuah proses yang menghasilkan gambar 2D melalui *scene* 3D. Yang dimaksud dengan membuat sesuatu menjadi terlihat adalah menghasilkan gambar dimana penonton dapat menafsirkannya sebagai ruang dimensi 3D dan susuran dari objek-objek yang *solid*. Hal ini berguna untuk mendapat hasil *render* yang memiliki kepadatan dan keberadaan, juga menyampaikan kesan 3D dari objek atau karakter kepada penonton. Beberapa orang menyebut proses ini sebagai *modeling* dengan cahaya karena pencahayaanlah yang memberi penonton kesan 3D.

2.3.6.2. Memberi kesan Meyakinkan

Hasil *render* komputer grafis dapat berupa berbagai *style* visual, beberapa projek membutuhkan hasil yang foto-realis sedangkan yang lainnya didesain lebih kearah kartunis atau semacamnya. Walaupun demikian, desain pencahayaan harus dapat dipercaya oleh penonton. Sebuah gambar yang dapat dipercaya harus memiliki konsistensi dengan cahaya yang termotivasi selayaknya di dunia nyata.

2.3.6.3. Menambah kualitas *Shader* dan Efek

Lighting di 3D grafis dibutuhkan untuk menampilkan identitas dari berbagai permukaan dan material. Misalnya memberi *highlights* pada mata agar terlihat lebih basah dan memberi pantulan pada permukaan aluminium agar terlihat lebih metalik. Banyak efek yang bisa didapat dengan mengembangkan dan mengatur tekstur pada 3D objek.

2.3.6.4. Menjaga Kesinambungan

Pada projek yang panjang seperti *featured films*, banyak orang yang terlibat dalam perancangan *lighting*. Walaupun demikian, kesinambungan antara *shot* harus dijaga agar penonton tidak merasa janggal.

2.3.6.5. Mengarahkan Pandangan Penonton

Pada *scene* yang memiliki penerangan yang baik, tata cahaya harus bisa mengarahkan penonton kearah yang menjadi fokus pada *shot*. Pencahayaan yang baik, tidak boleh membuat perhatian penonton teralih misalkan akibat dari adanya *flicker* atau *artifact*, *hightlight* yang tidak harusnya ada atau

bayangan yang menutupi karakter karena hal tersebut dapat mengganggu perhatian pada cerita.

2.3.6.6. Dampak Emosional

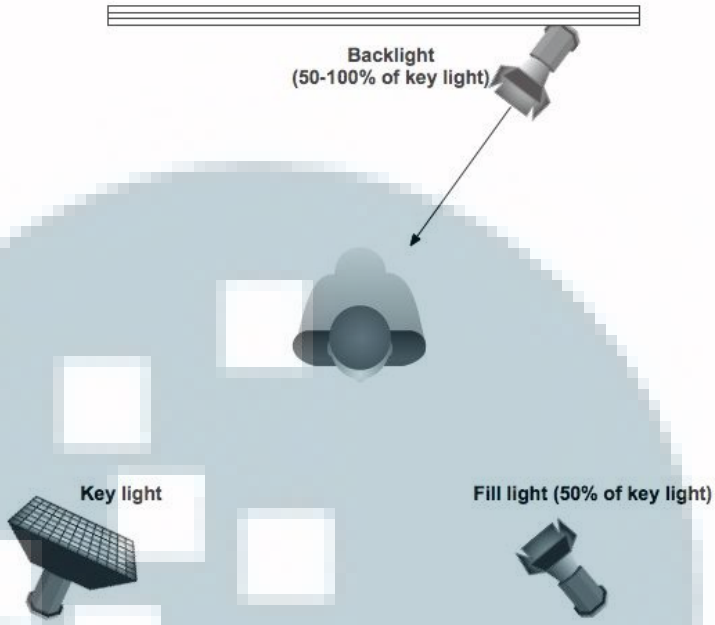
Saat penonton terbawa oleh cerita dam menikmatinya, secara tidak sadar mereka akan melihat dan merasakan *lighting*. Hal ini membantu dalam membangun *mood* yang mempengarushi emosi penonton.

2.4. Teknik-teknik Pencahayaan

Brooker (2008) mengatakan bahwa tidak ada alat yang sekuat *lighting* dalam membentuk sebuah koneksi emosi kepada penonton. Ada berbagai cara yang bisa ditempuh untuk mencapai hasil yang diinginkan pada 3D, hal ini dapat diartikah bahwa proses *lighting* merupakan proses yang fleksibel.

2.4.1 Three-point lighting

Salah satu teknik dasar yang digunakan pada *lighting* cinema atau *lighting* pada komputer grafik. Teknik ini member penekanan pada bentuk objek 3D. Pada teknik ini, sumber pencahayaan menggunakan tiga sumber yaitu *key light; fill light; backlight*.



Gambar 2. 9. Three-point Lighting
(https://strongvideo1415.wordpress.com/2012/05/17/
todays-tutorial-three-point-lighting/)

2.4.1.1 Key Light

Key light adalah *lighting* yang memiliki intensitas cahaya terkuat dan menghasilkan cahaya, bayangan yang paling terlihat serta memberi keterangan tipe dan lokasi dari sumbernya. Pada *Outdoor lighting*, posisi *keylight* ditentukan oleh waktu dan musim, misalnya sebuah sumber cahaya diletakan pada suatu titik yang rendah dan menghasilkan bayangan yang halus dan panjang, maka itu direpresentasikan sebagai pagi hari atau sore hari. *Keylight* tidak ditentukan oleh posisi saja tetapi ditentukan berdasarkan kekuatan intensitas cahaya yang paling besar pada suatu *scene* (brooker, 2008, hlm 65-66).

2.4.1.2 Fill Light

Fill light biasanya diposisikan di arah yang berlawanan dengan *keylight* pada *eye-level* atau lebih rendah. *Fill light* berguna untuk menyeimbangkan dan mengatur bayangan yang dihasilkan oleh *key light* serta memperluas daerah penerangan *keylight*.

2.4.1.3 Backlight

Backlight biasanya ditempatkan dibelakang objek dan beguna untuk memperjelas kontur sebuah objek 3D. Backlight akan sangat efektif apabila model 3d yang diterangi memiliki rambut, jika tidak memiliki rambut maka posisi backlight biasanya ditempatkan sedikit keatas agar cahaya tersebut hanya menangkap tepi permukaan.

2.4.2 Outdoor Lighting Technique

Tenik pencahayaan diluar ruangan lebih menantang untuk dikontrol karena matahari adalah sumber cahaya yang sangat kuat. Berbagai variasi cahaya matahari alami memiliki sisi puitis. "*Golden hour*" merupakan waktu yang mengacu pada beberapa jam setelah matahari terbit dan beberapa saat sebelum matahari terbenam. Di saat *golden hour* ini cahay matahari cenderung memiliki warna yang lebih hangat. Cahaya yang dihasilkan juga lebih lembut dan tersebar. Komponen cahaya pertama dapat ditujukan pada *skylight* dimana cahaya yang tersebar disebabkan oleh cahaya matahari yang tersebar melewati atmosfir.

2.4.2.1. *Sunlight*

Waktu dapat ditentukan oleh matahari dan bagaimana matahari mengubah keadaan cahaya yang mengelilingi manusia. Cara memberi pencahayaan pada CG akan memberi keterangan pada waktu dan dapat memberi dukungan pada unsur storytelling

2.4.2.2. The Sun's Angle

Ada dua petunjuk utama untuk menentukan waktu pada CG yaitu sudut dan temperatur warnanya. Sudut pencahayaan matahari mulai dari 0 derajat pada saat terbit dan berakhir pada sudut yang sama pada saat terbenam. Matahari mencapai titik puncak sudutnya pada saat siang hari namun sudut ini masih dipengaruhi oleh musim. Pada 3Ds Max terdapat *sunlight system* dimana dapat menggunakan referensi musim yang sudah terdata.

2.4.3 *Lighting Indirect*

Pada dunia nyata ataupun digital *global illumination* mengacu pada bagaimana sebuah objek diterangi oleh keadaan disekitarnya. *Global Illumination* adalah nama alogaritma pada *software* 3D dimana *Global Illumination (GI)* menstimulasi cahaya baik cahaya langsung (*direct illumination)* maupun cahaya yang terpantul dari permukaan objek (*indirect illumination)*.

2.4.4 *Light Distribution*

Seberapa banyak partikel cahaya yang terserap bergantung pada tekstur sebuah permukaan. Permukaan yang halus dan rata akan memantukan partikel cahaya ke satu arah yang memiliki sudut yang sama dengan arah datang cahaya tersebut. Cahaya ini disebut sebagai *specular reflection.* Sebaliknya, permukaan yang kasar akan menyebarkan cahaya, tipe cahaya yang terpantul disebut *diffuse reflection.*

2.4.5 *Raytracing*

Raytracing adalah alogaritma yang menelusuri jalan cahaya dari setiap *pixel* pada layar ke *scene*. *Raytracing* sangat berguna dalam menghasilkan berbagai jangkauan pencahayaan yang mana secara akurat merepresentasikan bayangan, *specular reflection,* dan pembiasan.

2.5 *Lighting* pada *Computer Graphic*

Memberi *lighting* pada sebuah scene berbeda dengan sekedar menberi penerangan pada scene tersebut. *Lighting* mengandalkan posisi yang tepat dan harus memiliki keseimbangan antara satu dengan yang lainnya. Pada komputer grafik, *lighting* akan memberi penekanan pada dunia 3D, memunculkan efek terbaik dari suatu objek saat dirender. Pada 3dsMax, *photometric lights* bersifat tidak fleksibel dan lebih berdasarkan pencahayaan yang sebenarnya. Hal ini bertolak belakang dengan *Standard lighting* yang memiliki fleksibelitas dan lebih mudah dikontrol, oleh karena itu jenis *lighting* ini dapat digunakan untuk menciptakan berbagai *style*

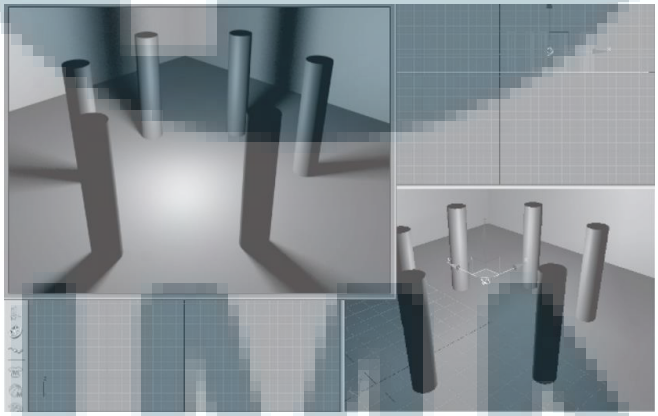
pencahayaan dan memudahkan *lighting artist* untuk memantau kualitas dan waktu render. (Brooker, 2008, hlm 29-34).

2.5.1 *Standard Lights*

Walaupun teknik radiositas memiliki hasil render yang lebih realistis tapi *Standard light* memiliki fleksibelitas dan mudah dikontrol. Hal ini menyebabkan banyak orang lebih sering menggunakannya.

2.5.2 *Omni Light*

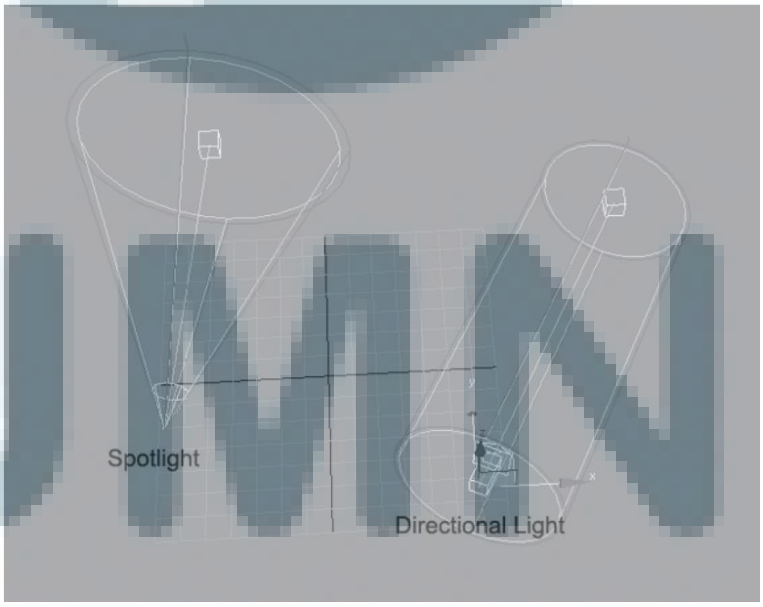
Dariush dan Randi (2011) menjabarkan bahwa *Omni light* adalah jenis sumber cahaya yang memancarkan cahaya ke segala arah. Jenis ini sangat simpel dan tidak memiliki dialog parameter khusus, namun tidak sebaik jenis *directional light* dalam menstimulasi cahaya matahari (hlm. 296).



Gambar 2. 10. Efek Omni Light
(3ds Max Lighting/Boughen/2005)

2.5.3 *Spotlight*

Lebih lanjut Dariush dan Randi (2011) pada bukunya mengatakan bahwa *target spotlight* adalah salah satu jenis pencahayaan yang serba guna dan paling sering digunakan, cahaya yang terarah seperti lampu senter membuat pencahayaan ini efektif digunakan untuk menerangi sebuah daerah tertentu tanpa mengganggu daerah lainnya. Tidak seperti *target light* yang memancarkan cahaya dalam bentuk *cone, target direct light* memancarkan cahaya secara pararel dan lebih merepresentasikan cahaya matahari yang sebenarnya. Keduanya memiliki target objek sehingga arah pancarannya yang bisa diatur (hlm. 291-293). Cahaya yang dihasilkan oleh *directional light* mengenai permukaan objek pada sudut yang sama seperti cahaya matahari. Dapat dilihat bahwa pembentukan bayangan yang terjadi bergantung pada posisi objek dan sumber dari cahaya itu sendiri (Brooker, 2008, hlm 35)



Gambar 2. 11. *Spotlight* dan *Directional Light*

(3ds Max Lighting/Boughen/2005)

2.5.4 Direct Light

Dariush dan Randi (2011) menjelaskan bahwa jenis *lighting* ini hampir sama dengan *spotlight* dan *target directional light,* hanya saja *free direct light* dan *free spot* tidak dilengkapi dengan target objek (hlm 294-295)

2.5.5 Area Lights

Brooker (2008) menjelaskan bahwa sumber cahaya pada kehidupan nyata memiliki ukuran fisik dimana semakin besar ukuran sumber cahaya, maka bayangan yang terbentuk akan semakin halus dan area jangkauan cahaya tersebut akan semakin luas.

2.5.6 Ambient Lights

Pada dunia nyata, *ambient light* adalah pencahayaan yang secara umum dapat dilihat dari cahaya yang memantul pada satu objek ke objek yang lain. Pada 3Ds max *ambient light* dapat diatur melalui warna dan besarnya cahaya

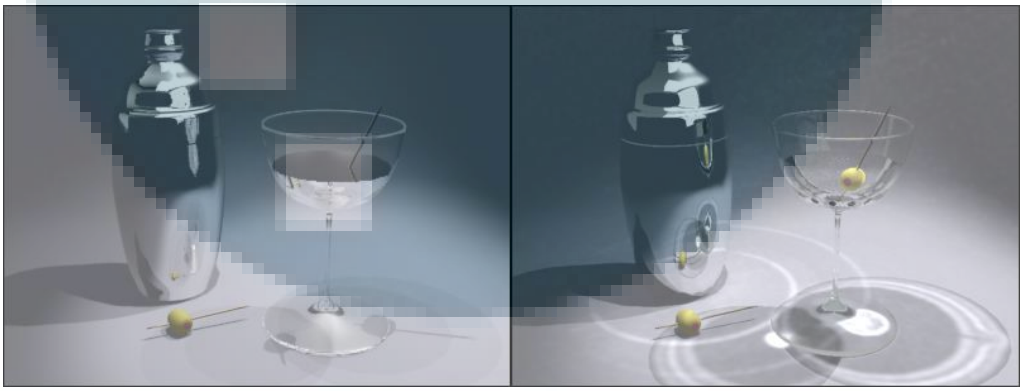
2.6 Render Engine

Dariush dan Randi (2015) mengatakan bahwa *rendering* adalah tahap terakhir pada proses pembuatan karya digital, namun harus diperhitungkan pertama kali pada saat membuat sebuah *scene*. Pada proses *rendering*, cahaya, bayangan, gerakan dan permukaan objek dikalkulasi dan dijadikan sebagai *sequence* gambar. Hasil akhir akan sangat dipengaruhi oleh *setting* pada *render engine.*

Pada 3ds Max terdapat beberapa *render engine,* diantaranya adalah *Scanline Renderer; Mental Ray Renderer; Vray Renderer.* Pada projek TA ini, fokus penulis adalah dengan menggunakan *mental ray renderer.*

2.6.1 Mental Ray Renderer

Derakhshani (2015) mengatakan bahwa *mental ray* adalah *render engine* yang multiguna dan sangat populer. Hal ini dikarenakan *mental ray* dapat mengkalkulasi bayangan dan cahaya secara akurat berdasarkan cahaya yang terpantul dari satu objek ke objek lain pada sebuah *scene* yang mana didalamanya sudah termasuk *ray-traced reflections and redractions, caustics* dan *global illumination.*



Gambar 2. 12. Perbandingan Hasil *Render* dengan *Scanline* (kiri) *dan Mental Ray* (kanan) (https://knowledge.autodesk.com/support/3ds-max/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2016/ENU/3DSMax/files/GUID-484B095B-1229-4CB9-BC53-952AC40F67C2-htm.html)

Brooker (2008) juga menambahkan bahwa *3Ds Max* memiliki jenis cahaya dan material khusus untuk *mental ray renderer* yang tidak bisa ditemukan pada *Scanline renderer.* Berbeda dengan *scanline renderer* yang me-*render* gambar dari

atas ke bawah, *Mental ray* menggunakan kotak-kotak kecil yang disebut *bucket* yang urutan munculnya bervariasi.

UMN