



**LABORATORIUM
S1 INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS AHMAD DAHLAN**

PETUNJUK PRAKTIKUM EDISI KURIKULUM OBE

GRAFIKA TERAPAN



**Penyusun:
Adhi Prahara, S.Si., M.Cs.**

2023

HAK CIPTA

PETUNJUK PRAKTIKUM GRAFIKA TERAPAN

Copyright© 2023,
Adhi Prahara, S.Si., M.Cs.

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip, memperbanyak atau mengedarkan isi buku ini, baik sebagian maupun seluruhnya, dalam bentuk apapun, tanpa izin tertulis dari pemilik hak cipta dan penerbit.

Diterbitkan oleh:

Program Studi Informatika

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Ahmad Dahlan

Jalan Ring Road Selatan, Tamanan, Banguntapan, Bantul Yogyakarta 55191

Penulis : Adhi Prahara, S.Si., M.Cs.

Editor : Laboratorium S1 Informatika, Universitas Ahmad Dahlan

Desain sampul : Laboratorium S1 Informatika, Universitas Ahmad Dahlan

Tata letak : Laboratorium S1 Informatika, Universitas Ahmad Dahlan

Ukuran/Halaman : 21 x 29,7 cm / 109 halaman

Didistribusikan oleh:



Laboratorium S1 Informatika

Universitas Ahmad Dahlan

Jalan Ring Road Selatan, Tamanan, Banguntapan, Bantul Yogyakarta 55191

Indonesia

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga petunjuk praktikum Grafika Terapan dapat diselesaikan dengan lancar. Kami ucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah mendukung dalam penyusunan petunjuk praktikum ini.

Petunjuk praktikum Grafika Terapan disusun untuk memberikan panduan dan kemudahan bagi mahasiswa dalam memahami materi computer grafis seperti shaders, pencahayaan, shading, tekstur, rendering dan pemodelan prosedural.

Kami sadar bahwa dalam penyusunan petunjuk praktikum ini masih banyak kekurangan sehingga kritik dan saran sangat kami harapkan.

Yogyakarta, Juli 2023

Penyusun

DAFTAR PENYUSUN

Adhi Prahara, M.Cs.

KONTRIBUSI PENULIS

Pertemuan Praktikum	Daftar Penulis
Pertemuan 1	Adhi Prahara, S.Si., M.Cs.
Pertemuan 2	Adhi Prahara, S.Si., M.Cs.
Pertemuan 3	Adhi Prahara, S.Si., M.Cs.
Pertemuan 4	Adhi Prahara, S.Si., M.Cs.
Pertemuan 5	Adhi Prahara, S.Si., M.Cs.
Pertemuan 6	Adhi Prahara, S.Si., M.Cs.
Pertemuan 7	Adhi Prahara, S.Si., M.Cs.
Pertemuan 8	Adhi Prahara, S.Si., M.Cs.
Pertemuan 9	Adhi Prahara, S.Si., M.Cs.
Pertemuan 10	Adhi Prahara, S.Si., M.Cs.

HALAMAN REVISI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Adhi Prahara, M.Cs.

NIPM : 19881124 201508 111 1212828

Jabatan : Koordinator Praktikum Grafika Lanjut

Dengan ini menyatakan pelaksanaan Revisi Petunjuk Praktikum Grafika Terapan untuk Program Studi Informatika telah dilaksanakan dengan penjelasan sebagai berikut:

No	Keterangan Revisi	Tanggal Revisi	Nomor Modul
1	a. Menyesuaikan kode di semua pertemuan praktikum ke C++ 11. b. Menambahkan cover depan dan belakang.	25 Juli 2018	PP/018/VII/R1
2	a. Mengganti cover depan dan belakang. b. Menambahkan halaman sesuai template. c. Menambahkan bagian alokasi waktu, total skor, dan indikator capaian di setiap pertemuan praktikum. d. Menambahkan bagian tugas disetiap pertemuan praktikum. e. Menambahkan halaman lembar jawaban pretest dan post test di setiap pertemuan praktikum.	23 Agustus 2019	PP/018/VII/R2
3	a. Menambahkan skenario praktikum b. Menambahkan petunjuk praktikum menggunakan software DevC++ c. Menambahkan pre-test dan post-test	23 Agustus 2020	PP/018/VII/R3
4	Menyesuaikan template modul OBE	1 Agustus 2021	PP/018/V/R4
5	Mengganti konten isi modul dan software menggunakan Unity dan Blender	1 Agustus 2022	PP/018/V/R5
6.	a. Mengganti template modul b. Menambahkan halaman kontribusi penulis c. Menambahkan 2 pertemuan	13 Juli 2023	PP/018/V/R6

Yogyakarta, 23 Juli 2023

Penyusun



Adhi Prahara, M.Cs.

NIPM. 19881124 201508 111 1212828

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Murein Miksa Mardhia S.T., M.T.

NIPM : 19891019 201606 011 1236278

Jabatan : Kepala Laboratorium S1 Informatika

Menerangkan dengan sesungguhnya bahwa Petunjuk Praktikum ini telah direview dan akan digunakan untuk pelaksanaan praktikum di Semester Gasal Tahun Akademik 2023/2024 di Laboratorium Praktikum S1 Informatika, Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan.

Yogyakarta, 26 Juli 2023

Mengetahui,
Ketua Kelompok Keilmuan



Herman Yuliansyah, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIPM. 19830712 201104 111 0896292

Kepala Laboratorium Praktikum
S1 Informatika



Murein Miksa Mardhia S.T., M.T.
NIPM. 19891019 201606 011 1236278

VISI DAN MISI PRODI TEKNIK INFORMATIKA

VISI

Menjadi program studi yang unggul dan inovatif dalam bidang rekayasa perangkat lunak dan sistem cerdas dengan dijiwai nilai-nilai Islam.

MISI

1. Mengimplementasikan nilai-nilai AIK pada semua aspek kegiatan.
2. Memajukan ilmu pengetahuan dan teknologi Rekayasa Perangkat Lunak dan Sistem cerdas melalui pendidikan, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat.
3. Mengembangkan kerjasama dalam pendidikan, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat di tingkat lokal, nasional, maupun internasional.
4. Menyelenggarakan tata kelola program studi yang unggul dan inovatif.
1. Berperan aktif dalam kegiatan yang menunjang profesi dosen.

TATA TERTIB LABORATORIUM TEKNIK INFORMATIKA

DOSEN/KOORDINATOR PRAKTIKUM

1. Dosen harus hadir saat praktikum minimal 15 menit di awal kegiatan praktikum untuk mengisi materi dan menandatangani presensi kehadiran praktikum.
2. Dosen membuat modul praktikum, soal seleksi asisten, pre-test, post-test, dan responsi dengan berkoordinasi dengan asisten dan pengampu mata praktikum.
3. Dosen berkoordinasi dengan koordinator asisten praktikum untuk evaluasi praktikum setiap minggu.
4. Dosen menandatangani surat kontrak asisten praktikum dan koordinator asisten praktikum.
5. Dosen yang tidak hadir pada slot praktikum tertentu tanpa pemberitahuan selama 2 minggu berturut-turut mendapat teguran dari Kepala Laboratorium, apabila masih berlanjut 2 minggu berikutnya maka Kepala Laboratorium berhak mengganti koordinator praktikum pada slot tersebut.

PRAKTIKAN

1. Praktikan harus hadir 15 menit sebelum kegiatan praktikum dimulai, dan dispensasi terlambat 15 menit dengan alasan yang jelas (kecuali asisten menentukan lain dan patokan jam adalah jam yang ada di Laboratorium, terlambat lebih dari 15 menit tidak boleh masuk praktikum & dianggap Inhal).
2. Praktikan yang tidak mengikuti praktikum dengan alasan apapun, wajib mengikuti INHAL, maksimal 4 kali praktikum dan jika lebih dari 4 kali maka praktikum dianggap GAGAL.
3. Praktikan yang akan mengikuti inhal diwajibkan mendaftarkan diri dan membayar administrasi inhal kepada laboran inhal paling lambat H-1 jadwal inhal.
4. Praktikan harus berpakaian rapi sesuai dengan ketentuan Universitas, sebagai berikut:
 - a. Tidak boleh memakai Kaos Oblong, termasuk bila ditutupi Jaket/Jas Almamater (Laki-laki / Perempuan) dan Topi harus Dilepas.
 - b. Tidak Boleh memakai Baju ketat, Jilbab Minim dan rambut harus tertutup jilbab secara sempurna, tidak boleh kelihatan di jidat maupun di punggung (khusus Perempuan).
 - c. Tidak boleh memakai baju minim, saat duduk pun pinggang harus tertutup rapat (Laki-laki / Perempuan).
 - d. Laki-laki tidak boleh memakai gelang, anting-anting ataupun aksesoris Perempuan.
5. Praktikan tidak boleh makan dan minum selama kegiatan praktikum berlangsung, harus menjaga kebersihan, keamanan dan ketertiban selama mengikuti kegiatan praktikum atau selama berada di dalam laboratorium (tidak boleh membuang sampah sembarangan baik kertas, potongan kertas, bungkus permen baik di lantai karpet maupun di dalam ruang CPU).
6. Praktikan dilarang meninggalkan kegiatan praktikum tanpa seizin Asisten atau Laboran.
7. Praktikan harus meletakkan sepatu dan tas pada rak/loker yang telah disediakan.
8. Selama praktikum dilarang NGENET/NGE-GAME, kecuali mata praktikum yang membutuhkan atau menggunakan fasilitas Internet.
9. Praktikan dilarang melepas kabel jaringan atau kabel power praktikum tanpa sepengetahuan laboran
10. Praktikan harus memiliki FILE Petunjuk praktikum dan digunakan pada saat praktikum dan harus siap sebelum praktikum berlangsung.
11. Praktikan dilarang melakukan kecurangan seperti mencontek atau menyalin pekerjaan praktikan yang lain saat praktikum berlangsung atau post-test yang menjadi tugas praktikum.

12. Praktikan dilarang mengubah *setting software/hardware* komputer baik menambah atau mengurangi tanpa permintaan asisten atau laboran dan melakukan sesuatu yang dapat merugikan laboratorium atau praktikum lain.
13. Asisten, Koordinator Praktikum, Kepala laboratorium dan Laboran mempunyai hak untuk menegur, memperingatkan bahkan meminta praktikan keluar ruang praktikum apabila dirasa anda mengganggu praktikan lain atau tidak melaksanakan kegiatan praktikum sebagaimana mestinya dan atau tidak mematuhi aturan lab yang berlaku.
14. Pelanggaran terhadap salah satu atau lebih dari aturan diatas maka Nilai praktikum pada pertemuan tersebut dianggap 0 (NOL) dengan status INHAL.

ASISTEN PRAKTIKUM

1. Asisten harus hadir 15 Menit sebelum praktikum dimulai (konfirmasi ke koordinator bila mengalami keterlambatan atau berhalangan hadir).
2. Asisten yang tidak bisa hadir WAJIB mencari pengganti, dan melaporkan kepada Koordinator Asisten.
3. Asisten harus berpakaian rapi sesuai dengan ketentuan Universitas, sebagai berikut:
 - a. Tidak boleh memakai Kaos Oblong, termasuk bila ditutupi Jaket/Jas Almamater (Laki-laki / Perempuan) dan Topi harus Dilepas.
 - b. Tidak Boleh memakai Baju ketat, Jilbab Minim dan rambut harus tertutup jilbab secara sempurna, tidak boleh kelihatan di jidat maupun di punggung (khusus Perempuan).
 - c. Tidak boleh memakai baju minim, saat duduk pun pinggang harus tertutup rapat (Laki-laki / Perempuan).
 - d. Laki-laki tidak boleh memakai gelang, anting-anting ataupun aksesoris Perempuan.
4. Asisten harus menjaga kebersihan, keamanan dan ketertiban selama mengikuti kegiatan praktikum atau selama berada di laboratorium, menegur atau mengingatkan jika ada praktikan yang tidak dapat menjaga kebersihan, ketertiban atau kesopanan.
5. Asisten harus dapat merapikan dan mengamankan presensi praktikum, Kartu Nilai serta tertib dalam memasukan/Input nilai secara Online/Offline.
6. Asisten mencatat dan merekap praktikan dengan status INHAL setiap minggu serta wajib mengumumkan mekanisme INHAL di awal pertemuan praktikum.
7. Asisten harus dapat bertindak secara profesional sebagai seorang asisten praktikum dan dapat menjadi teladan bagi praktikan.
8. Asisten harus dapat memberikan penjelasan/pemahaman yang dibutuhkan oleh praktikan berkenaan dengan materi praktikum yang diasistensi sehingga praktikan dapat melaksanakan dan mengerjakan tugas praktikum dengan baik dan jelas.
9. Asisten tidak diperkenankan mengobrol sendiri apalagi sampai membuat gaduh.
10. Asisten dimohon mengkoordinasikan untuk meminta praktikan agar mematikan komputer untuk jadwal terakhir dan sudah dilakukan penilaian terhadap hasil kerja praktikan.
11. Asisten wajib untuk mematikan LCD Projector dan komputer asisten/praktikan apabila tidak digunakan.
12. Asisten tidak diperkenankan menggunakan akses internet selain untuk kegiatan praktikum, seperti Youtube/Game/Medsos/Streaming Film di komputer praktikan.

LAIN-LAIN

1. Pada Saat Responsi Harus menggunakan Baju Kemeja untuk Laki-laki dan Perempuan untuk Praktikan dan Asisten.
2. Ketidakhadiran praktikum dengan alasan apapun dianggap INHAL.
3. Pelaksanaan (waktu dan metode) INHAL sama seperti praktikum mingguan/reguler.

4. Izin praktikum mengikuti aturan izin SIMERU/KULIAH.
5. Yang tidak berkepentingan dengan praktikum dilarang mengganggu praktikan atau membuat keributan/kegaduhan.
6. Penggunaan lab diluar jam praktikum maksimal sampai pukul 21.00 dengan menunjukkan surat ijin dari Kepala Laboratorium Prodi Informatika.

Yogyakarta, 10 Juli 2023

Kepala Laboratorium Praktikum
S1 Informatika



Murein Miksa Mardhia S.T., M.T.
NIPM. 19891019 201606 011 1236278

DAFTAR ISI

HAK CIPTA	1
KATA PENGANTAR.....	2
DAFTAR PENYUSUN.....	3
KONTRIBUSI PENULIS	4
HALAMAN REVISI.....	5
HALAMAN PERNYATAAN.....	6
VISI DAN MISI PRODI TEKNIK INFORMATIKA	7
TATA TERTIB LABORATORIUM TEKNIK INFORMATIKA.....	8
DAFTAR ISI	11
DAFTAR GAMBAR	12
DAFTAR TABEL.....	13
SKENARIO PRAKTIKUM SECARA DARING	14
PRAKTIKUM 1: PENGANTAR BLENDER.....	15
PRAKTIKUM 2: PENGANTAR UNITY	28
PRAKTIKUM 3: SHADERS.....	36
PRAKTIKUM 4: PENCAHAYAAN	44
PRAKTIKUM 5: SHADING.....	53
PRAKTIKUM 6: PEMETAAN TEKSTUR	60
PRAKTIKUM 7: TEKSTUR PROSEDURAL.....	71
PRAKTIKUM 8: ANTI-ALIASING.....	80
PRAKTIKUM 9: RENDERING	90
PRAKTIKUM 10: MODEL PROSEDURAL	100
DAFTAR PUSTAKA.....	112

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Pipeline Grafis	37
Gambar 6.1 Skema Pemetaan Tekstur 2D	61
Gambar 9.1 Ilustrasi ray tracing sederhana	91

DAFTAR TABEL

No table of figures entries found.

SKENARIO PRAKTIKUM SECARA DARING

Nama Mata Praktikum : Grafika Terapan
 Jumlah Pertemuan : 10 praktikum + 1 responsi

TABEL SKENARIO PRAKTIKUM DARING

Pertemuan ke	Judul Materi	Waktu (Lama praktikum sampai pengumpulan posttest)	Skenario Praktikum dari pemberian pre-test, post-test dan pengumpulannya serta mencantumkan metode yang digunakan misal video, whatsapp group, Google meet atau lainnya
1	Pengantar Blender	1 minggu	Pre-test dan post-test diberikan dan dikumpulkan melalui e-learning (E-Learning UAD atau Google Classroom) sesuai waktu yang ditentukan.
2	Pengantar Unity	1 minggu	Praktikum dilakukan menggunakan video tutorial dan whatsapp/forum di elearning untuk bertanya.
3	Shaders	1 minggu	Pre-test diberikan di awal praktikum selama 15 menit, keterlambatan diberi waktu sampai waktu praktikum berakhir.
4	Pencahayaan	1 minggu	Post-test dan laporan praktikum dikerjakan selama 1 minggu sampai praktikum berikutnya dimulai.
5	Shading	1 minggu	Laporan praktikum berisi: Cover, Pendahuluan (berisi materi singkat ttg post test yang dikerjakan), Pre-test (berisi jawaban pre-test yang ada di modul praktikum), Praktikum (berisi listing kode jawaban post-test disertai penjelasannya dan screenshot hasil post test) dan Pembahasan (pembahasan singkat dari hasil post test)
6	Pemetaan Tekstur	1 minggu	
7	Tekstur Prosedural	1 minggu	
8	Multi-Sample Anti-Aliasing	1 minggu	
9	Ray Tracing	1 minggu	
10	Model Prosedural	1 minggu	
11	Responsi	1 minggu	Responsi diberikan dan dikumpulkan melalui e-learning (E-Learning UAD atau Google Classroom) sesuai waktu yang ditentukan. Laporan responsi berisi: Cover, Pendahuluan (berisi materi singkat ttg responsi yang dikerjakan), Responsi (berisi listing kode jawaban responsi disertai penjelasannya dan screenshot hasil responsi) dan Pembahasan (pembahasan singkat dari hasil responsi)

PRAKTIKUM 1: PENGANTAR BLENDER

Pertemuan ke : 1

Total Alokasi Waktu : 90 menit

- Materi : 15 menit
- Pre-Test : 15 menit
- Praktikum : 45 menit
- Post-Test : 15 menit

Total Bobot Penilaian : 100%

- Pre-Test : 20 %
- Praktik : 30 %
- Post-Test : 50 %

Pemenuhan CPL dan CPMK:

CPL-07	Mampu memilih, membuat dan menerapkan teknik, sumber daya, penggunaan perangkat teknik modern dan implementasi teknologi informasi untuk memecahkan masalah
CPMK-02	Mampu menjelaskan dan menerapkan shaders, pemetaan tekstur, tekstur prosedural, sampling dan anti-aliasing

1.1. DESKRIPSI CAPAIAN PEMBELAJARAN

Setelah mengikuti praktikum ini mahasiswa diharapkan mampu menggunakan Blender.

1.2. INDIKATOR KETERCAPAIAN PEMBELAJARAN

Indikator ketercapaian diukur dengan:

CPL-07	CPMK-02	Kemampuan mahasiswa dalam menggunakan Blender.
--------	---------	--

1.3. TEORI PENDUKUNG

Blender adalah software pembuatan 3D sumber terbuka dan gratis. Blender mendukung pembuatan model 3D seperti pemodelan, rigging, animasi, simulasi, rendering, komposisi dan pelacakan gerak, bahkan pengeditan video dan pembuatan game. Pengguna tingkat lanjut menggunakan API Blender dengan skrip Python untuk membuat aplikasi. Blender sangat cocok untuk individu dan studio kecil yang mendapat manfaat dari proses pengembangan yang responsif. Blender lintas platform dan berjalan dengan baik di komputer Linux, Windows, dan Macintosh. Antarmukanya menggunakan OpenGL untuk memberikan pengalaman yang konsisten. Untuk mengonfirmasi kompatibilitas tertentu, daftar platform yang didukung selalu diuji secara rutin oleh tim pengembangan. Sebagai proyek berbasis komunitas di bawah Lisensi Publik Umum GNU (GPL), publik diberdayakan untuk membuat perubahan kecil dan besar pada basis kode, yang menghasilkan fitur baru, perbaikan bug yang responsif, dan kegunaan yang lebih baik.

1.4. HARDWARE DAN SOFTWARE

Hardware dan software yang digunakan dalam praktikum ini yaitu:

1. Komputer.
2. Blender.

1.5. PRE-TEST

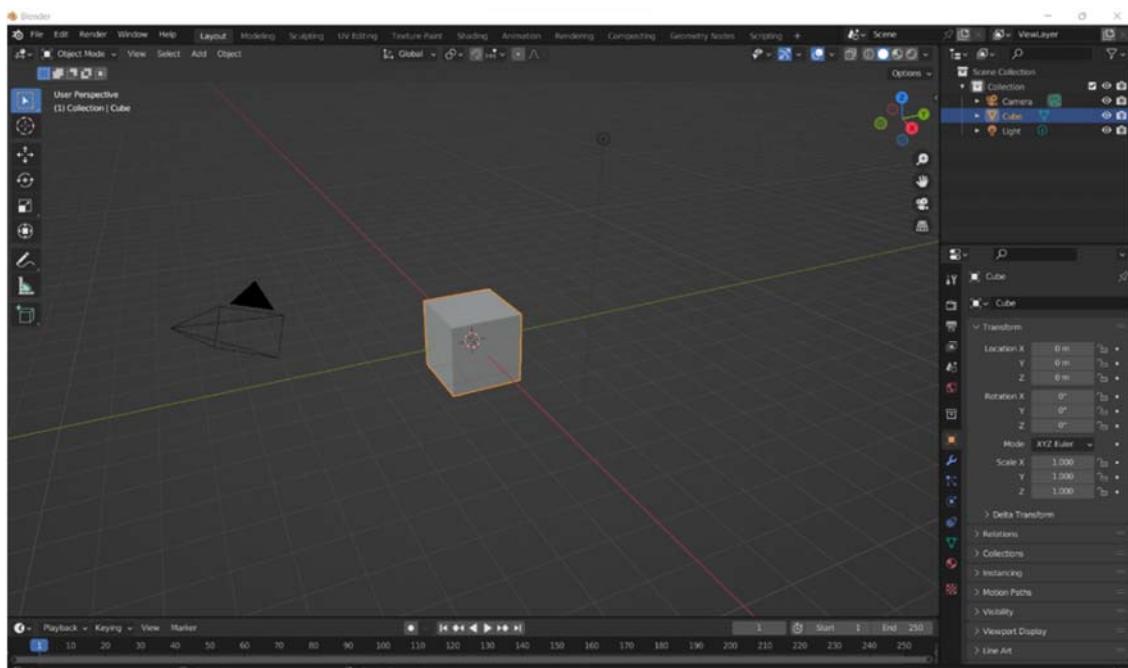
Jawablah pertanyaan berikut (**Total Skor: 100**):

No	CPL	CPMK	Pertanyaan	Skor
1.	CPL-07	CPMK-02	Sebutkan software untuk pemodelan 3D?	50
2.	CPL-07	CPMK-02	Mengapa menggunakan Blender untuk pemodelan 3D?	50

1.6. LANGKAH PRAKTIKUM

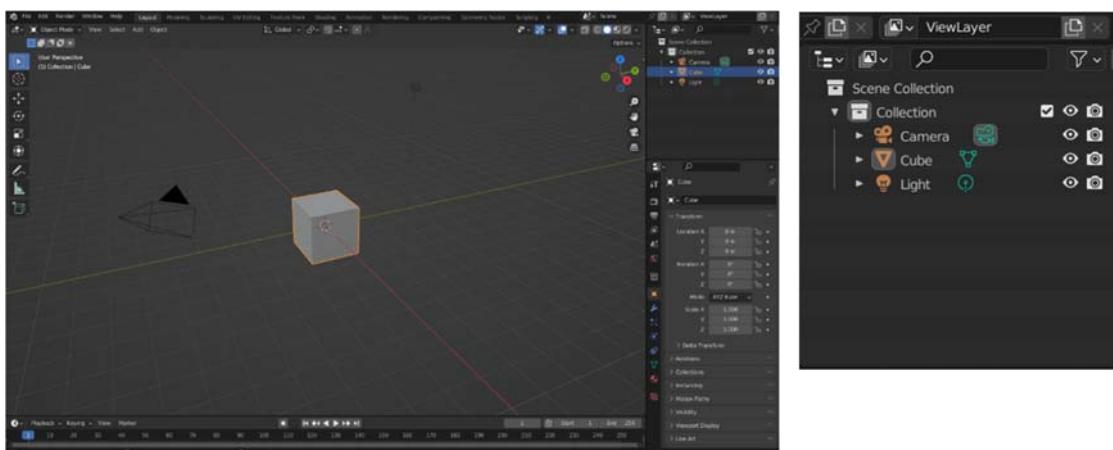
Install Blender 3.X LTS

1. Buka browser anda kemudian masuk ke alamat berikut <https://www.blender.org/download/>.
2. Download Blender 3.X dan install di PC anda.
3. Setelah diinstall pastikan Blender 3.X bisa dibuka seperti tampilan berikut.



PROJECT BARU

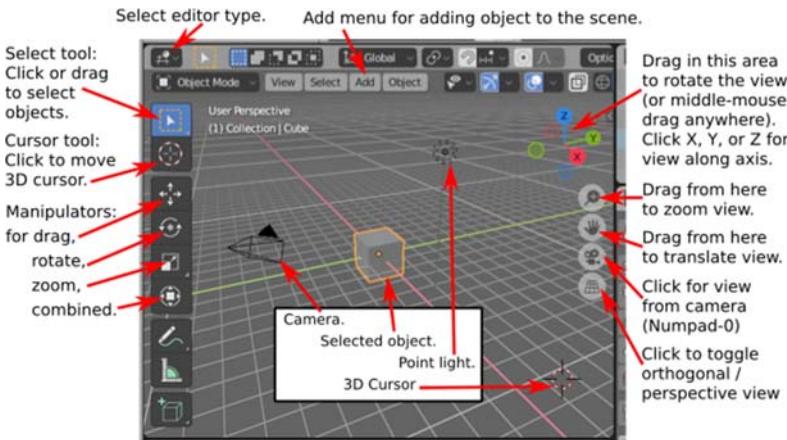
1. Buka aplikasi Blender 3.X maka otomatis anda akan membuat project baru. Di dalam project tersebut Blender secara otomatis membuat 1 objek kubus, 1 kamera dan 1 light (sumber cahaya) seperti pada Gambar berikut.



2. Simpan project tersebut dengan nama **Lab0_Nama_NIM.blend**.

ANTARMUKA

1. Antarmuka Blender ditunjukkan pada Gambar berikut.



Tampilan jendela editor

Menu properties



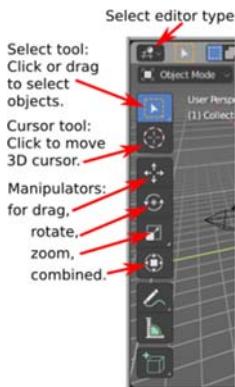
Menu bagian atas – pilihan screens



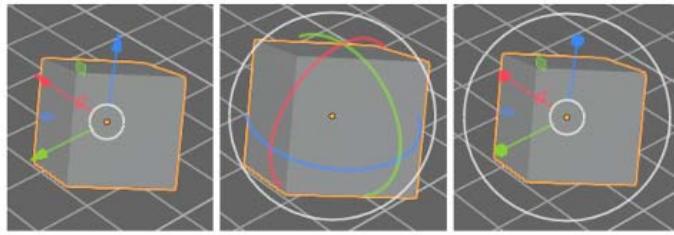
Menu bagian bawah – timeline animasi

TRANSFORMASI

- Pilih objek dengan cara klik kiri mouse anda. Pilih semua objek dengan shortcut **A** dan menghilangkan pilihan semua objek dengan shortcut **Alt + A**.
- Pilih objek kubus dengan cara klik kiri pada objeknya. Objek yang terpilih akan berwarna orange.
- Perhatikan Gambar antarmuka Blender berikut.



Gambar antarmuka untuk transformasi

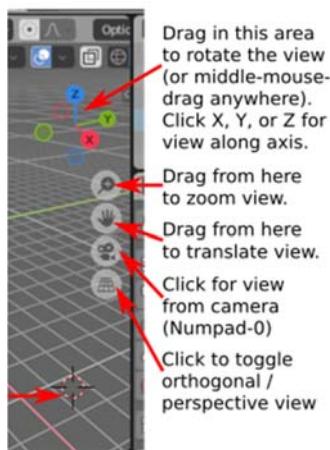


Gambar sumbu transformasi X (warna merah), Y (warna hijau) dan Z (warna biru)

- Lakukan translasi pada objek. Pilih tombol **Move/Drag** atau shortcut **G** kemudian geser objek ke kanan-kiri-atas-bawah. Untuk translasi objek sesuai sumbu X (garis merah), Y (garis hijau) atau Z (garis biru), anda bisa klik garisnya kemudian di translasi atau shortcut **G** lalu **X**, **Y** atau **Z**.
- Lakukan rotasi pada objek. Pilih tombol **Rotate** atau shortcut **R** kemudian rotasikan objek. Untuk rotasi objek sesuai sumbu X, Y atau Z anda bisa klik garisnya kemudian di rotasi atau shortcut **R** lalu **X**, **Y** atau **Z**.
- Lakukan scaling pada objek. Pilih tombol **Scale** atau shortcut **S** kemudian scaling objek. Untuk scaling objek sesuai sumbu X, Y atau Z anda bisa klik garisnya kemudian di scaling atau shortcut **S** lalu **X**, **Y** atau **Z**.

VIEW

- Perhatikan Gambar antarmuka Blender berikut.

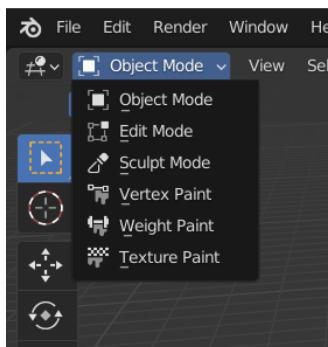


Gambar antarmuka untuk mengubah view

- Lakukan zoom in/out view jendela editor dengan cara tahan tombol **zoom in/out in the view** (gambar kaca pembesar) di sebelah kanan atau **scroll mouse**.
- Geser view jendela editor ke kanan dan kiri dengan cara tahan tombol **move the view** (gambar tangan) di sebelah kanan atau shortcut **Shift + klik tombol tengah mouse** lalu geser.
- Ganti view jendela editor menjadi perspektif atau orthografik dengan cara klik tombol **switch the current view** atau shortcut **numpad 5**.
- Ganti view jendela editor menjadi kamera view dengan cara klik tombol **camera view** atau **numpad 0**.
- Lakukan rotasi/orbit view jendela editor dengan cara **tahan klik tombol tengah mouse** lalu rotasi/orbit kan viewnya.
- Ganti view jendela editor menjadi ortografik top, bottom, left, right, front, back dengan cara:
 - klik tombol sumbu X (merah) atau **numpad 3**,
 - klik tombol sumbu Y (hijau) atau **numpad 1**,
 - klik tombol sumbu Z (biru) atau **numpad 7**.

MODE

- Perhatikan Gambar antarmuka Blender berikut.



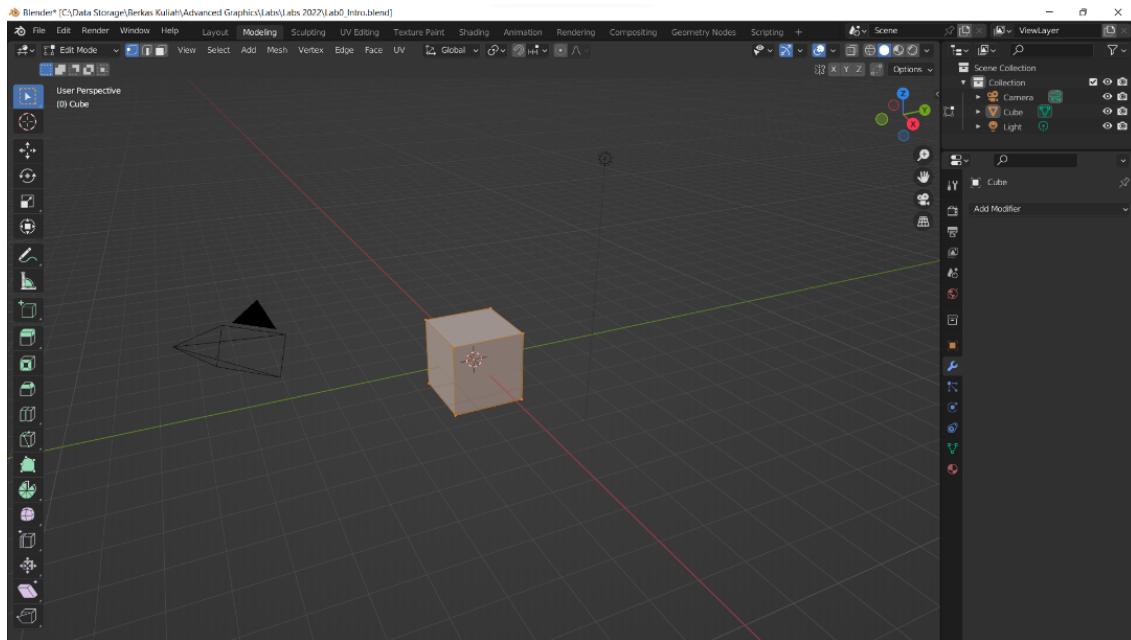
- Pilih **Object Mode** dimana anda bisa memilih/memanipulasi objek-objek yang ada di jendela Editor.
- Pilih **Edit Mode** dimana anda bisa mengedit secara spesifik pada objek vertices, edges, faces dan meshes.
- Pilih **Sculpt Mode** dimana anda bisa mengubah permukaan objek dengan teknik sculpting.
- Pilih **Vertex Paint** dimana anda bisa menggambar warna pada vertices secara langsung.
- Pilih **Weight Paint** dimana anda bisa membuat heat map distribusi bobot di setiap vertex pada objek. Biasanya digunakan saat melakukan rigging pada meshes.
- Pilih **Texture Paint** dimana anda bisa mengedit UV tekstur dan citra tekstur.

SCREENS

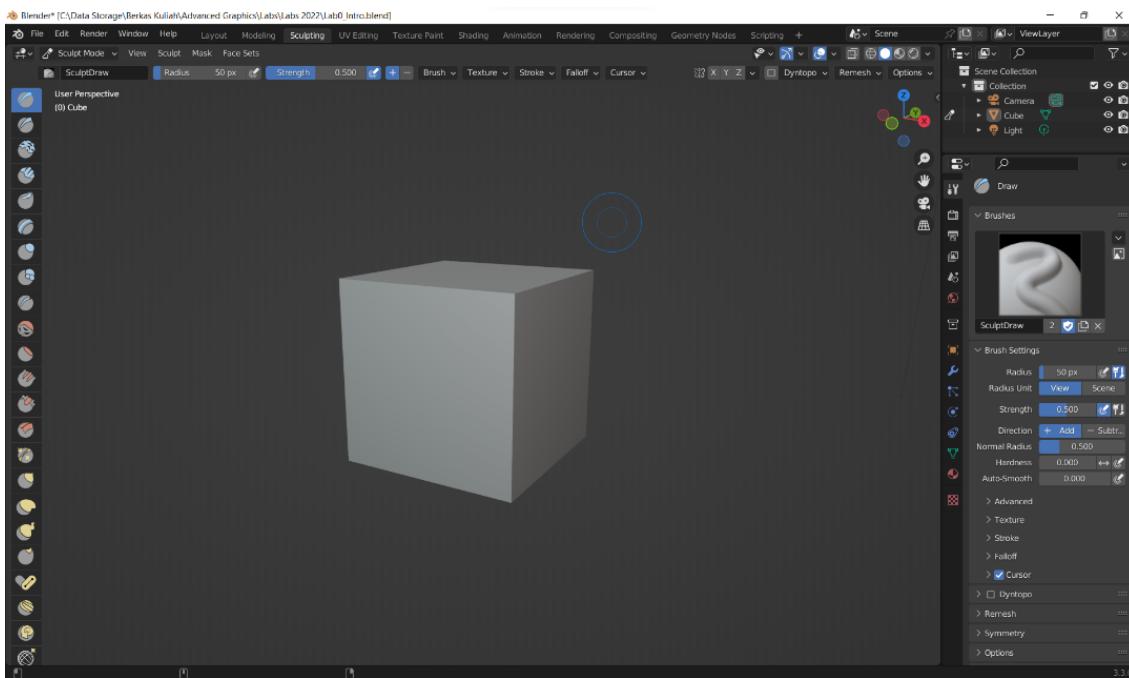
- Perhatikan Gambar antarmuka Blender berikut. Disana ada beberapa pilihan screens yaitu Layout, Modeling, Sculpting, UV Editing, Texture Paint, Shading, Animation, Rendering, Compositing, Geometry Nodes dan Scripting. Anda secara default ada di screen **Layout**.



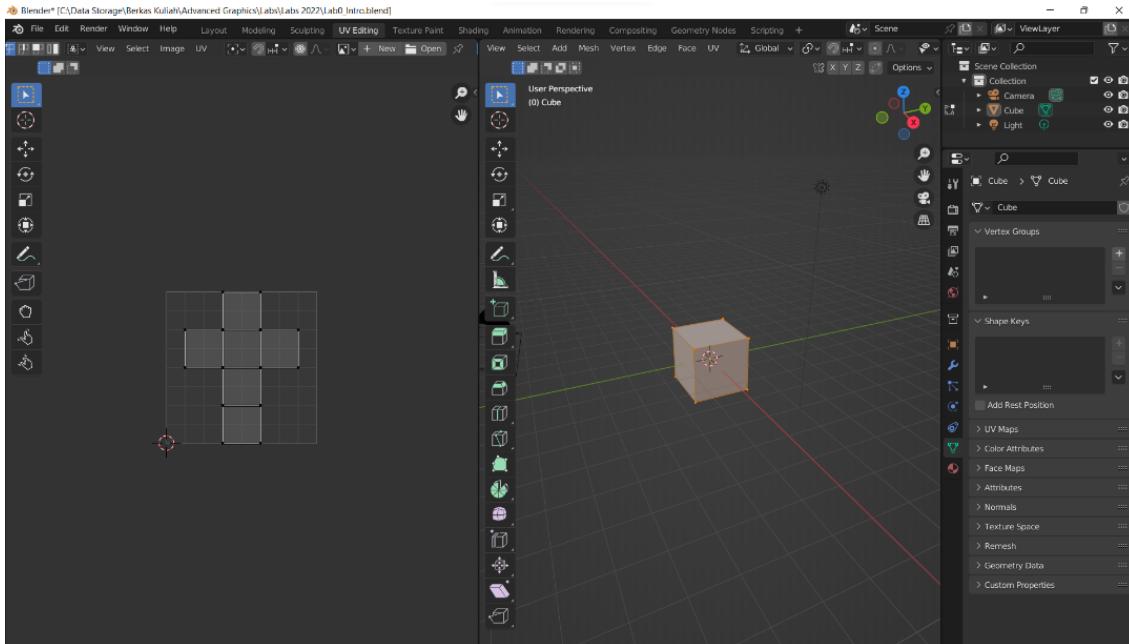
- Pilih screen **Modeling** seperti gambar berikut dan pelajari tombol yang ada di antarmuka nya.



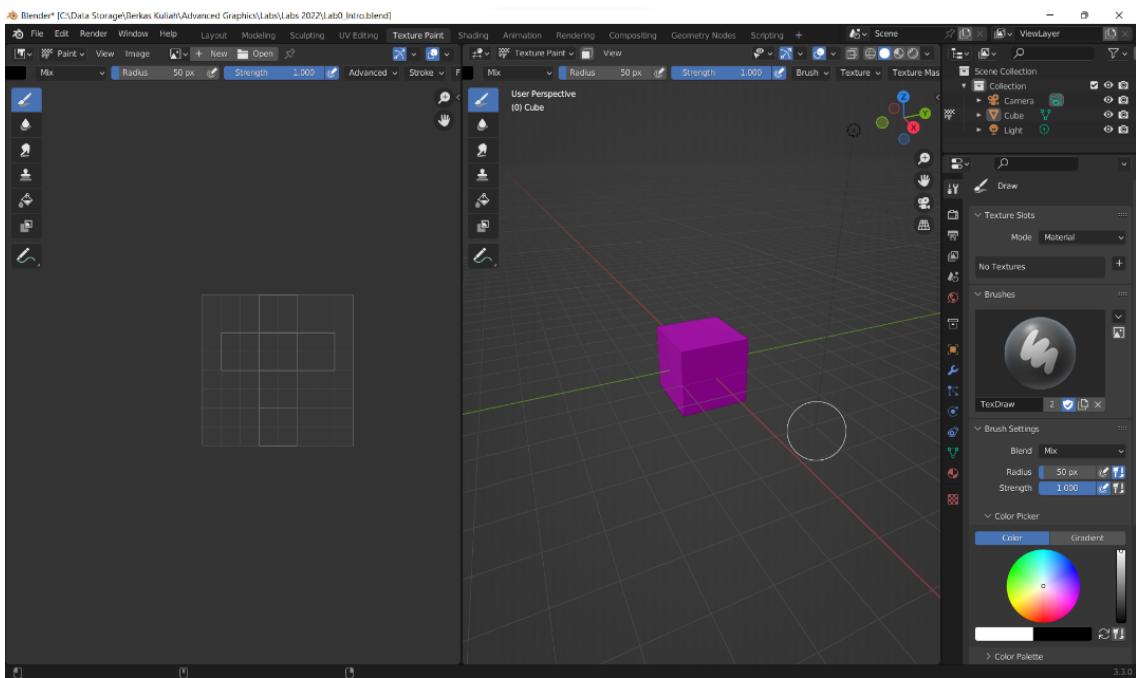
- Pilih screen **Sculpting** seperti gambar berikut dan pelajari tombol yang ada di antarmuka nya.



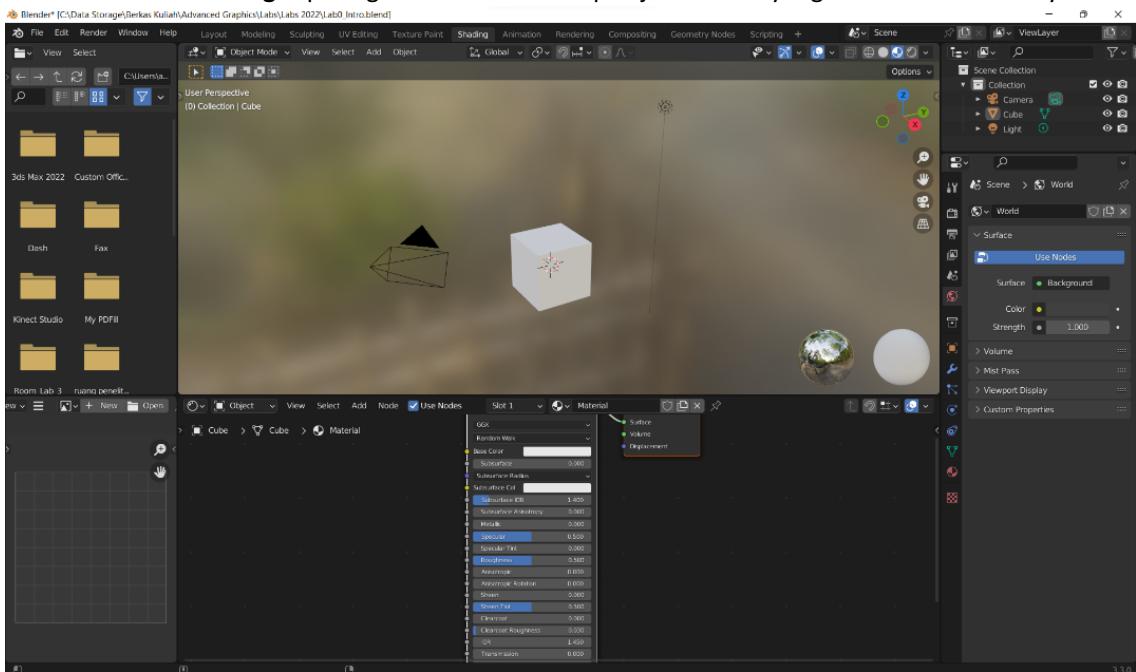
4. Pilih screen **UV Editing** seperti gambar berikut dan pelajari tombol yang ada di antarmuka nya.



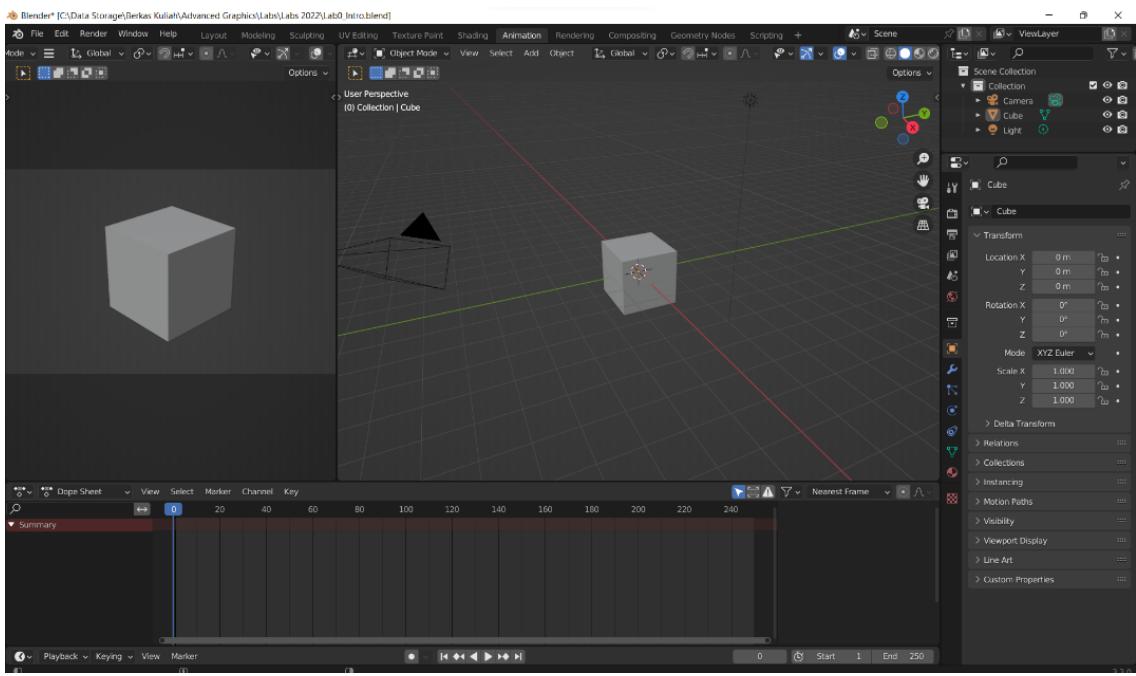
5. Pilih screen **Texture Paint** seperti gambar berikut dan pelajari tombol yang ada di antarmuka nya.



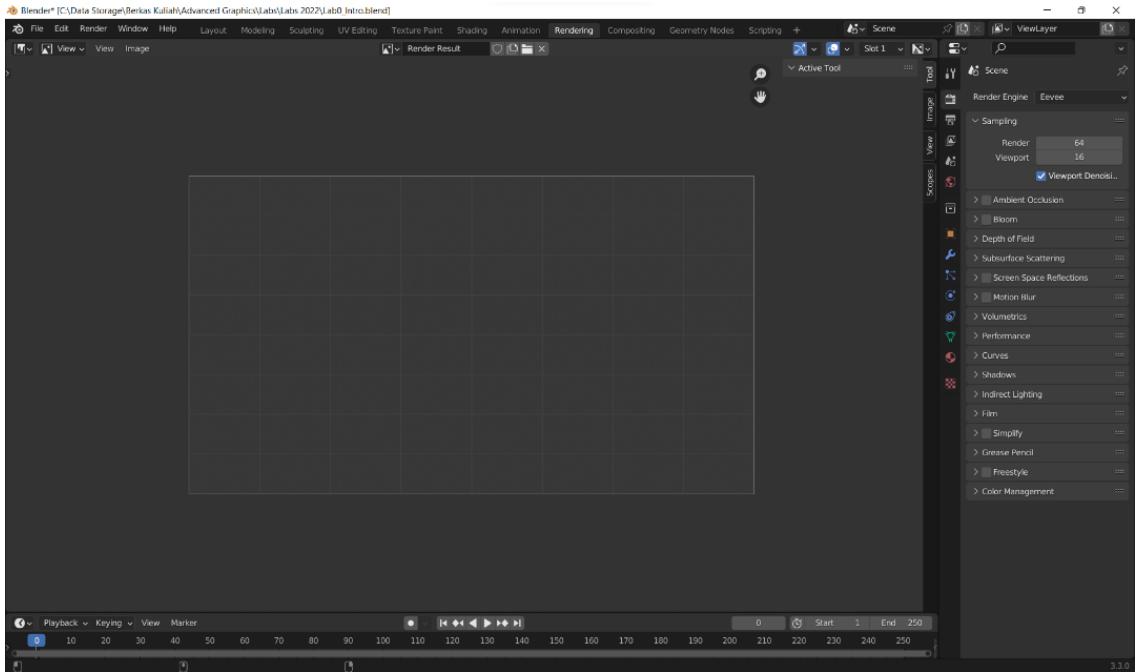
6. Pilih screen **Shading** seperti gambar berikut dan pelajari tombol yang ada di antarmukanya.



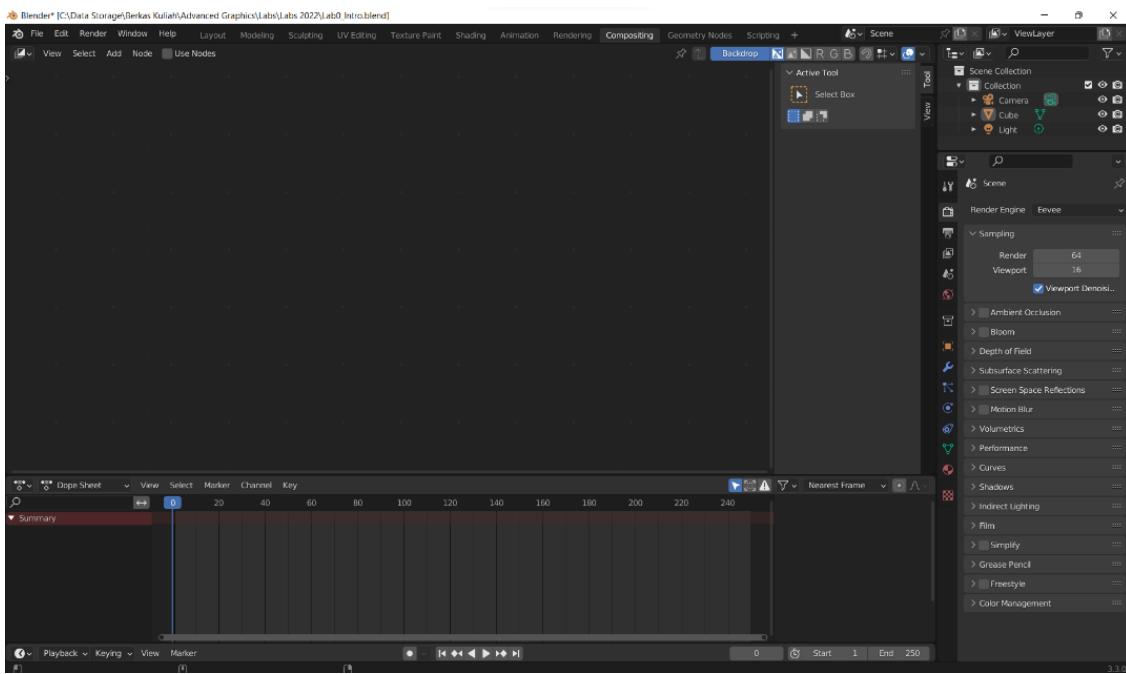
7. Pilih screen **Animation** seperti gambar berikut dan pelajari tombol yang ada di antarmukanya.



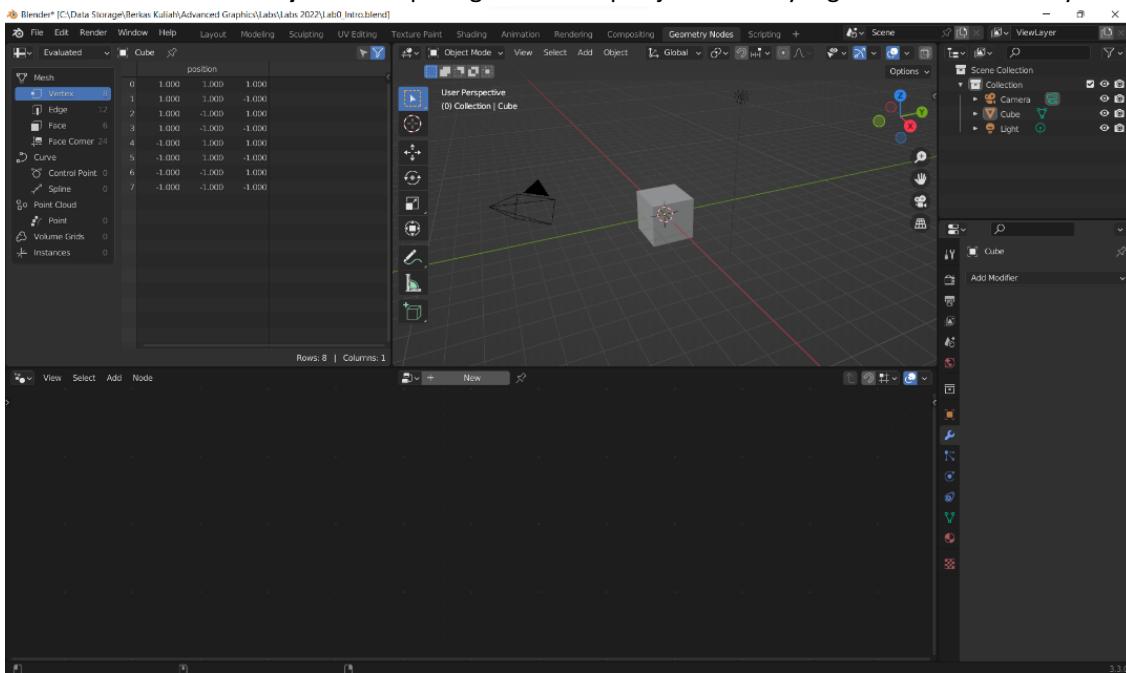
8. Pilih screen **Rendering** seperti gambar berikut dan pelajari tombol yang ada di antarmukanya.



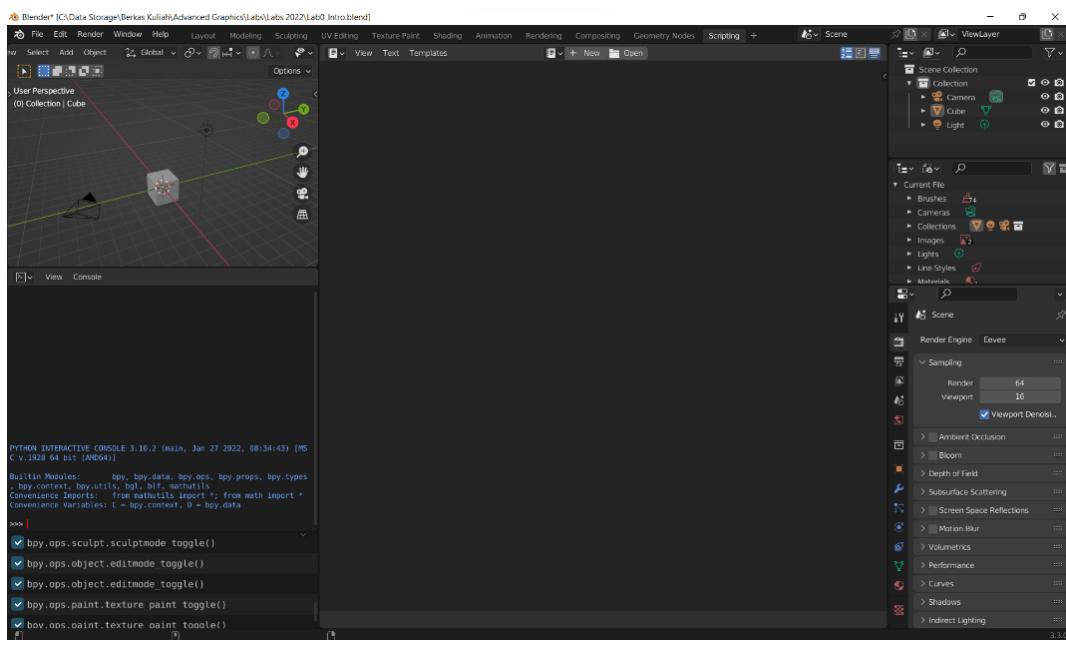
9. Pilih screen **Composing** seperti gambar berikut dan pelajari tombol yang ada di antarmukanya.



10. Pilih screen **Geometry Nodes** seperti gambar dan pelajari tombol yang ada di antarmukanya.

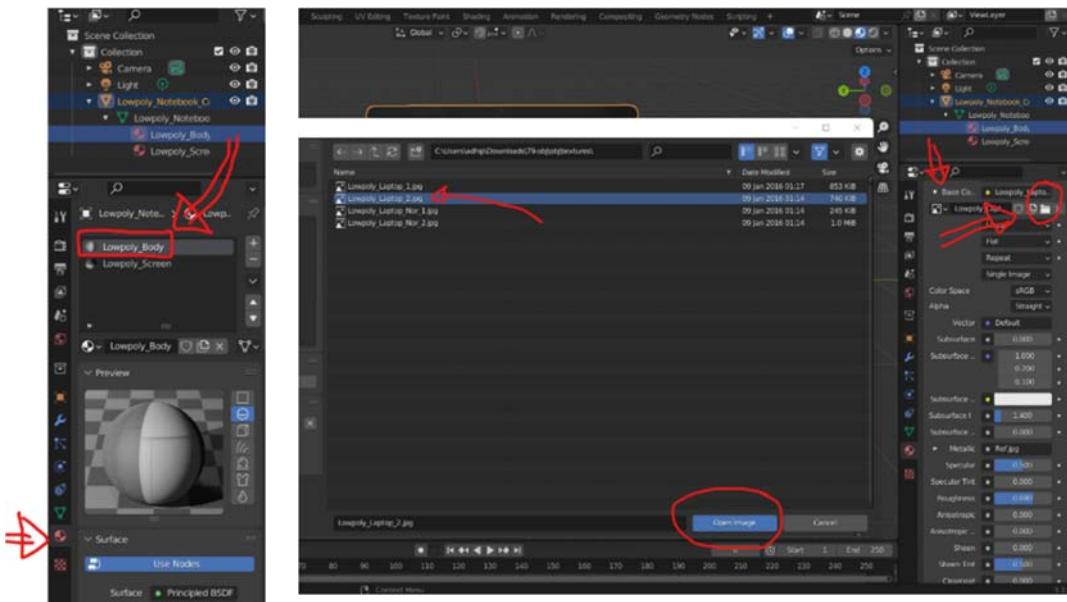


11. Pilih screen **Scripting** seperti gambar berikut dan pelajari tombol yang ada di antarmukanya.

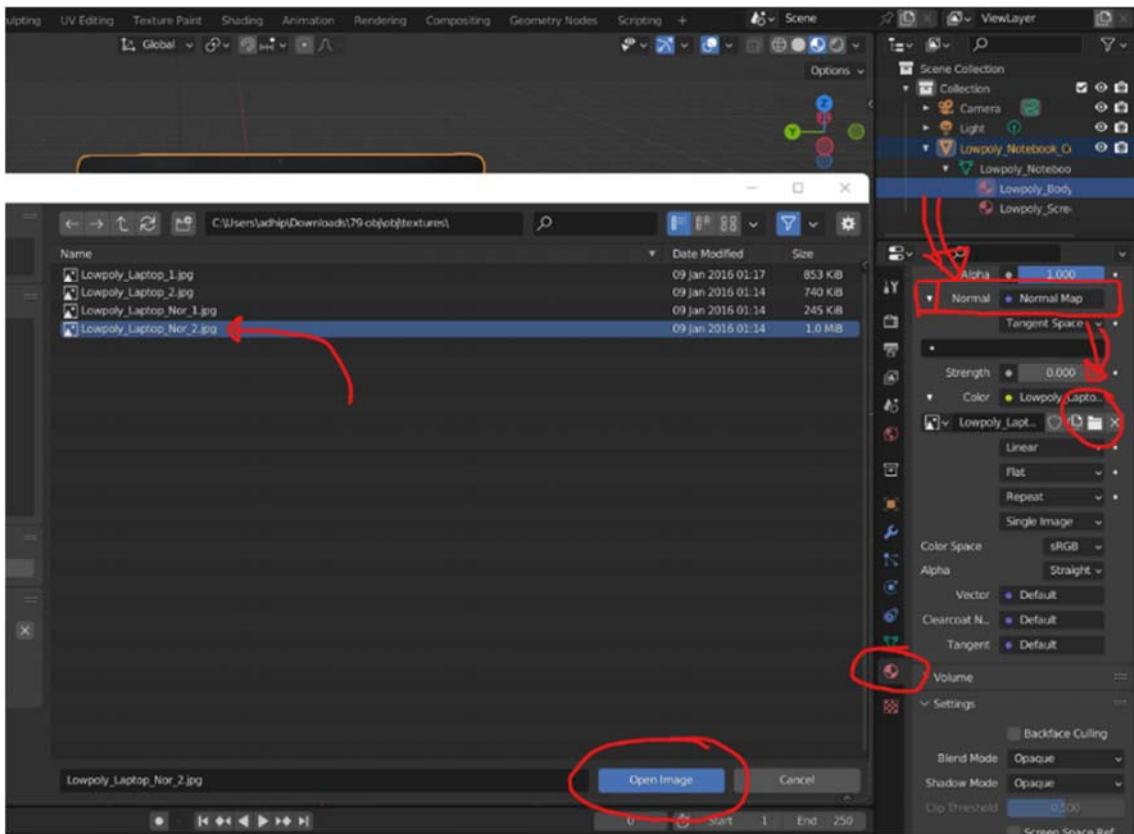


IMPORT DAN EXPORT MODEL

- Hapus objek kubus yang ada di jendela editor dengan cara **klik kiri mouse** pada objek kubus lalu tekan **X** dan klik untuk **Delete**.
- Download file format **OBJ** pada link berikut lalu import ke Blender.
<https://drive.google.com/file/d/1IEH78KMTH4jRqq0tOV7KicrPHqI9uNT4/view?usp=sharing>
- Untuk import model 3D, pilih **File – Import – Pilih format model 3D** misalnya **.obj**.
- Posisikan view objek menghadap ke depan dalam proyeksi perspektif. Jika tampilan objek tidak ada tekturnya maka pilih materials di menu property lalu edit materialnya.
- Terapkan tekstur pada objek dengan cara:
 - Pilih menu **Materials** lalu pilih **Lowpoly_Body**.
 - Cari **Base Color** property lalu ganti citra tekturnya dengan tekstur **Lowpoly_Laptop_2.jpg** yang ada di folder OBJ yang anda download dengan klik tombol folder.
 - Kalau sudah klik tombol **Open Image** seperti pada Gambar.



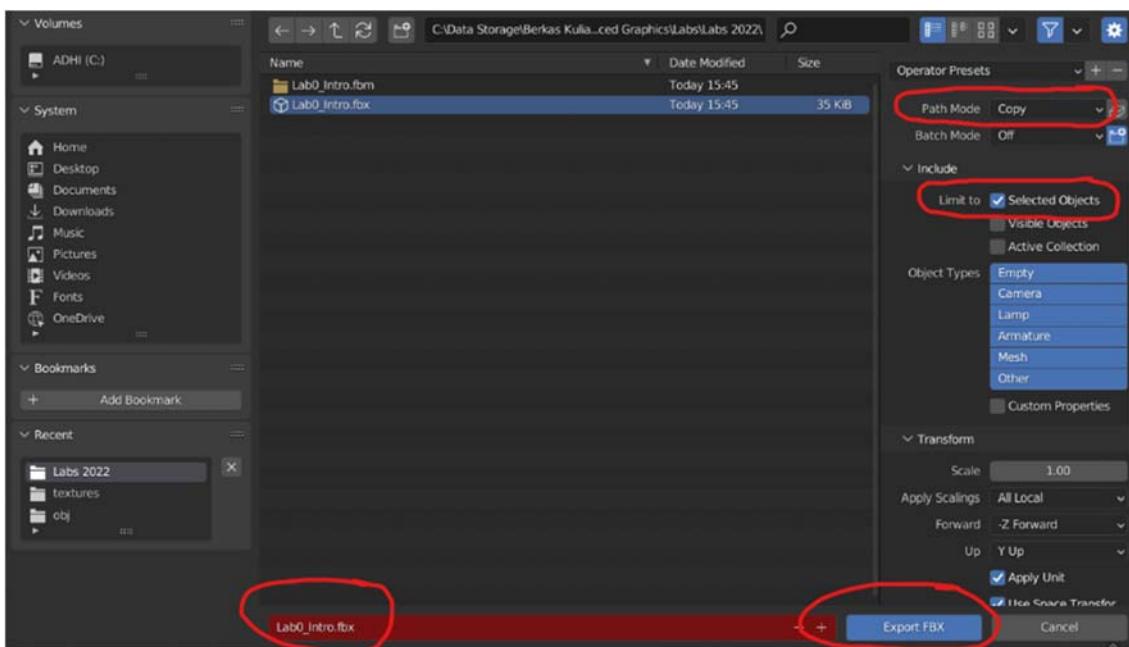
- d) Pasang tekstur normal **Lowpoly_Laptop_Nor_2.jpg** pada **Normal Map** property (Scroll ke bawah jika anda berada di **Base Color** property) seperti pada Gambar berikut.



- e) Terapkan Langkah diatas untuk memasang tekstur pada material **Lowpoly_Screen** dengan tekstur **Lowpoly_Laptop_1.jpg** dan tekstur normal **Lowpoly_Laptop_Nor_1.jpg**. Hasilnya sebagai berikut.



6. Untuk export objek, lakukan cara berikut:
 - a) Pilih File – Export – pilih format export modelnya misalnya **FBX**.
 - b) Pilih **FBX** lalu pada settingnya pilih **Path Mode – Copy**,
 - c) Setting **Include – Limit to** – centang **Selected Objects**,
 - d) Beri nama misalnya **Notebook.fbx**
 - e) Terakhir klik **Export FBX**.



1.7. POST TEST

Jawablah pertanyaan berikut (**Total Skor: 100**):

No	CPL	CPMK	Pertanyaan	Skor
----	-----	------	------------	------

1.	CPL-07	CPMK-02	Download satu objek 3D dari internet kemudian tampilkan di Blender!	100
----	--------	---------	---	-----

1.8. HASIL CAPAIAN PRAKTIKUM

Diisi oleh asisten setelah semua assessment dinilai.

No	Bentuk Assessment	CPL	CPMK	Bobot	Skor (0-100)	Nilai Akhir (Bobot x Skor)
1.	Pre-Test	CPL-07	CPMK-02	20%		
2.	Praktik	CPL-07	CPMK-02	30%		
3.	Post-Test	CPL-07	CPMK-02	50%		
Total Nilai						

PRAKTIKUM 2: PENGANTAR UNITY

Pertemuan ke : 2

Total Alokasi Waktu : 90 menit

- Materi : 15 menit
- Pre-Test : 15 menit
- Praktikum : 45 menit
- Post-Test : 15 menit

Total Bobot Penilaian : 100%

- Pre-Test : 20 %
- Praktik : 30 %
- Post-Test : 50 %

Pemenuhan CPL dan CPMK:

CPL-07	Mampu memilih, membuat dan menerapkan teknik, sumber daya, penggunaan perangkat teknik modern dan implementasi teknologi informasi untuk memecahkan masalah
CPMK-02	Mampu menjelaskan dan menerapkan shaders, pemetaan tekstur, tekstur prosedural, sampling dan anti-aliasing

2.1. DESKRIPSI CAPAIAN PEMBELAJARAN

Setelah mengikuti praktikum ini mahasiswa diharapkan mampu menggunakan Unity.

2.2. INDIKATOR KETERCAPAIAN PEMBELAJARAN

Indikator ketercapaian diukur dengan:

CPL-07	CPMK-02	Kemampuan mahasiswa dalam menggunakan Unity.
--------	---------	--

2.3. TEORI PENDUKUNG

Mesin pengembangan 3D real-time Unity memungkinkan seniman, desainer, dan pengembang berkolaborasi untuk menciptakan pengalaman imersif dan interaktif yang luar biasa. Unity dapat bekerja di Windows, Mac, dan Linux. Unity menyediakan alat untuk membuat dan mengoperasikan game dan pengalaman interaktif real-time lainnya dan menerbitkannya ke berbagai perangkat. Unity mendukung platform dan teknologi baru yang inovatif. Konten di Unity dapat diterapkan di semua platform utama AR, VR, seluler, desktop, dan konsol. Unity meningkatkan kesuksesan game seluler dengan pembuatan prototipe yang cepat, pengoptimalan performa, dan alat pertumbuhan pendapatan, meningkatkan interaksi pemain di seluruh siklus hidup game. Ciptakan pengalaman yang indah dan imersif yang terlibat sejak piksel pertama. Dengan Unity, tim kreatif dapat melakukan iterasi dengan cepat di lingkungan yang sama. Dari pembangunan dunia, animasi, dan sinematik hingga rendering, Unity Editor bekerja mulus dengan alat seperti Maya atau Blender untuk membuat seniman dan desainer tetap mengalir. Unity memungkinkan pembuatan prototipe cepat dan pipeline asset yang

dapat diskalakan dengan Editor yang dapat disesuaikan. Terapkan kode C# berkinerja tinggi ke lebih dari 20 platform.

2.4. HARDWARE DAN SOFTWARE

Hardware dan software yang digunakan dalam praktikum ini yaitu:

1. Komputer.
2. Unity 202X.

2.5. PRE-TEST

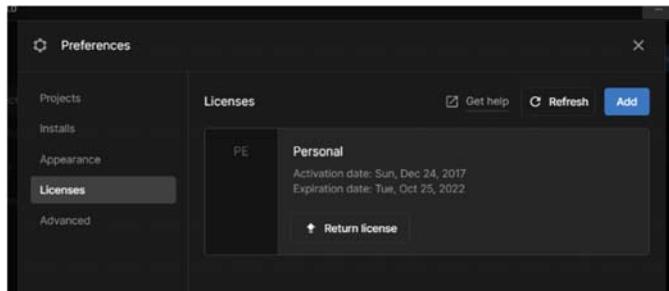
Jawablah pertanyaan berikut (**Total Skor: 100**):

No	CPL	CPMK	Pertanyaan	Skor
1.	CPL-07	CPMK-02	Sebutkan game engine yang anda ketahui?	50
2.	CPL-07	CPMK-02	Mengapa menggunakan Unity untuk membuat game?	50

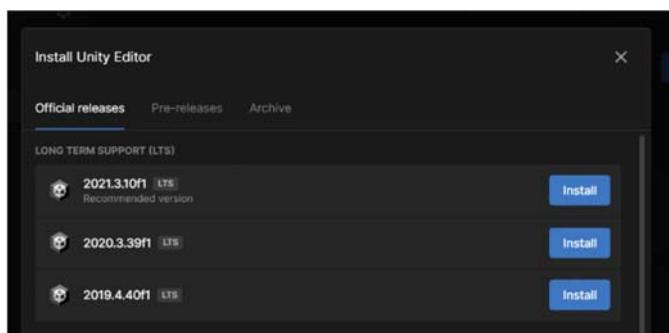
2.6. LANGKAH PRAKTIKUM

Install Unity 202X LTS

1. Buka browser anda kemudian masuk ke alamat berikut <https://unity3d.com/get-unity/download>
2. Pilih **Download Unity Hub** kemudian install **Unity Hub** ke PC anda.
3. Buka **Unity Hub**. Pilih **Setting** (gambar gear).
4. Masuk **License** lalu klik **Add**.
5. Tambahkan license dengan mendaftarkan email anda ke Unity.
6. Gunakan lisensi **personal yang free**.



7. Setelah lisensi aktif, kembali ke Unity Hub lalu pilih menu **Install** disebelah kiri. Klik **Install Editor**.
8. Pilih Unity 202X LTS.



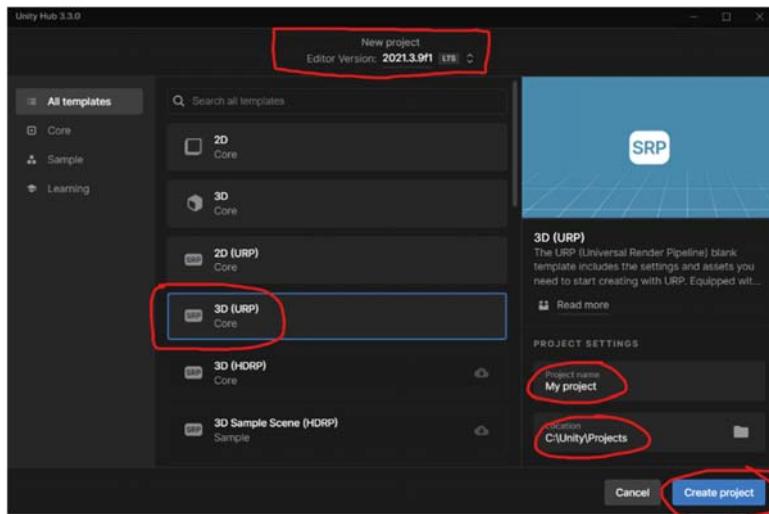
9. Setelah terinstall, disamping kanan Unity Editor, **klik tanda gear – Add Module**.
10. Untuk modulunya pilih/centang:

- Microsoft Visual Studio 2019 Community Edition,
- Android Build Support, dan
- Windows Build Support (IL2CPP).

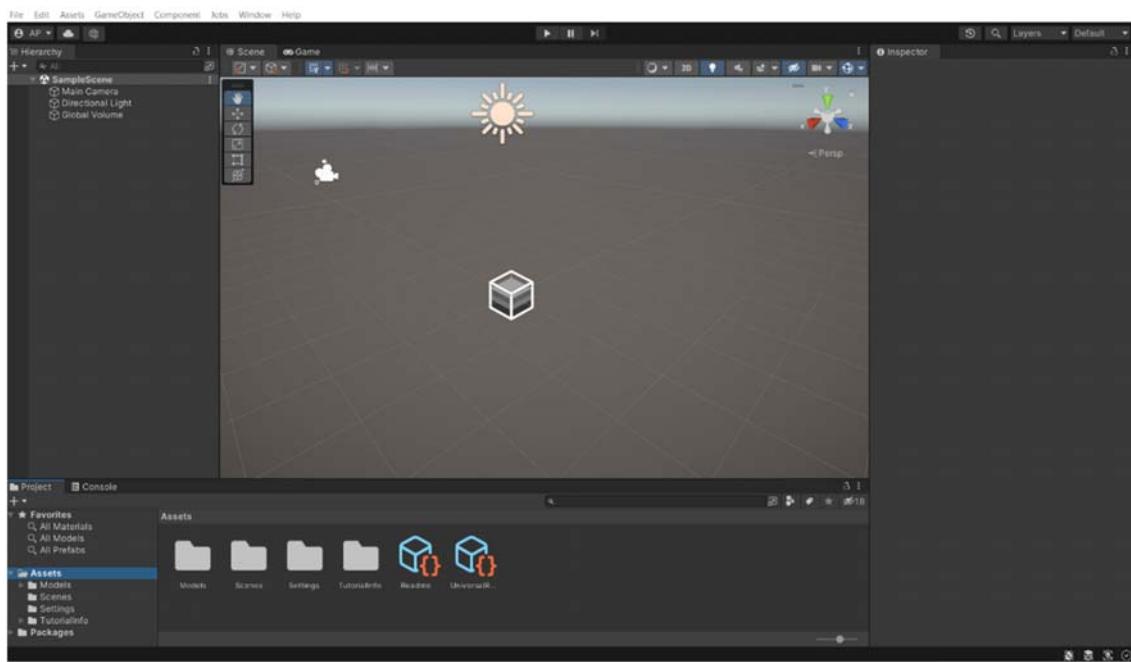
Setelah semua terinstall. Untuk membuat project baru klik **New Project** dan pilih template yang anda inginkan misalnya **3D (URP)**.

PROJECT BARU

1. Buka aplikasi **Unity Hub**, pastikan anda sudah login ke Unity Hub tersebut dan mengaktifkan lisensi free nya. Kalau belum silahkan masuk **Setting – Add license** lalu aktifkan lisensi anda.
2. Pilih **New Project – 3D (URP)**. Jika belum ada templatnya klik **Download Template**.
3. Beri nama projectnya di Project Name yaitu Lab0_Nama_NIM, hafalkan lokasi projectnya dan pastikan editornya adalah Unity 202X.X. Kalau sudah tekan tombol **Create Project**.



4. Anda akan masuk ke Unity Scene. Di dalam project tersebut Unity secara otomatis membuat 1 kamera dan 1 light (sumber cahaya) seperti pada Gambar berikut.



ANTARMUKA

1. Antarmuka dari Unity ditunjukkan pada Gambar berikut.

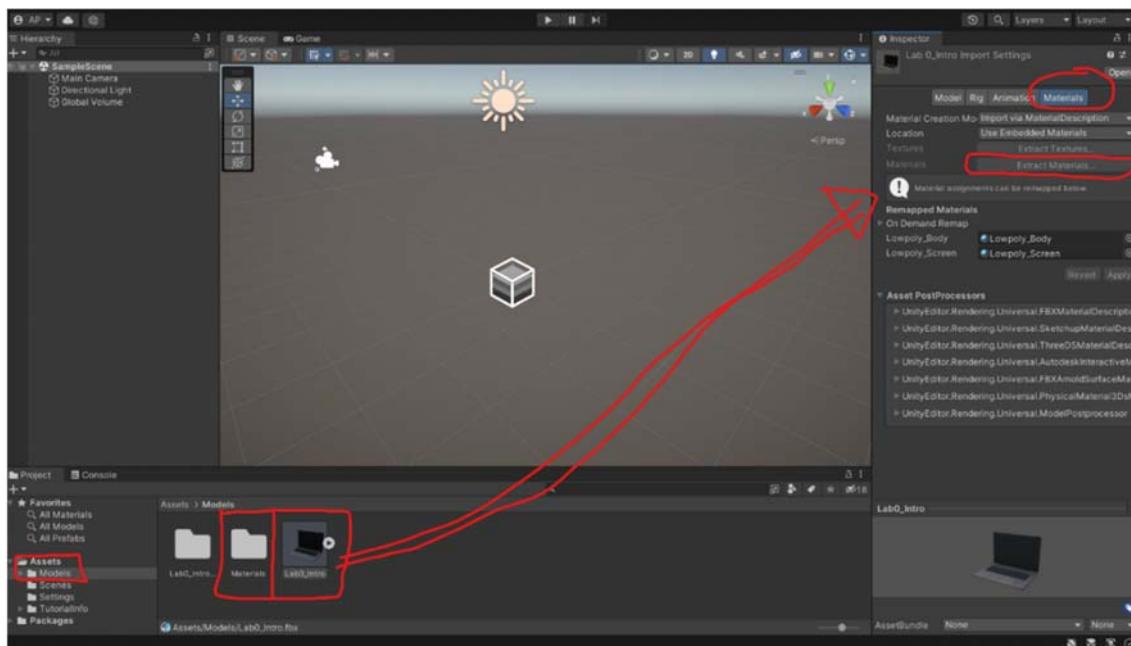


- Bagian (A) adalah **Toolbar** menyediakan akses untuk memanipulasi **Scene view** dan **GameObject** didalamnya (bagian kiri). Bagian tengah adalah **tombol Play, Pause dan Step**. Tombol bagian kanan digunakan untuk mengakses **kolaborasi, layanan cloud** dan akun **Unity** anda, lalu diikuti dengan menu **visibility**, dan menu **layout Editor**.
- Bagian (B) adalah **jendela Hierarchy** yang merepresentasikan hierarki dari **GameObject** pada **Scene**.
- Bagian (C) adalah **Game view** yang mensimulasikan hasil rendering jika dilihat dari **Scene Camera**. Cara menjalankannya dengan klik tombol **Play**.
- Bagian (D) adalah **Scene view** yang digunakan untuk navigasi dan edit **Scene**.

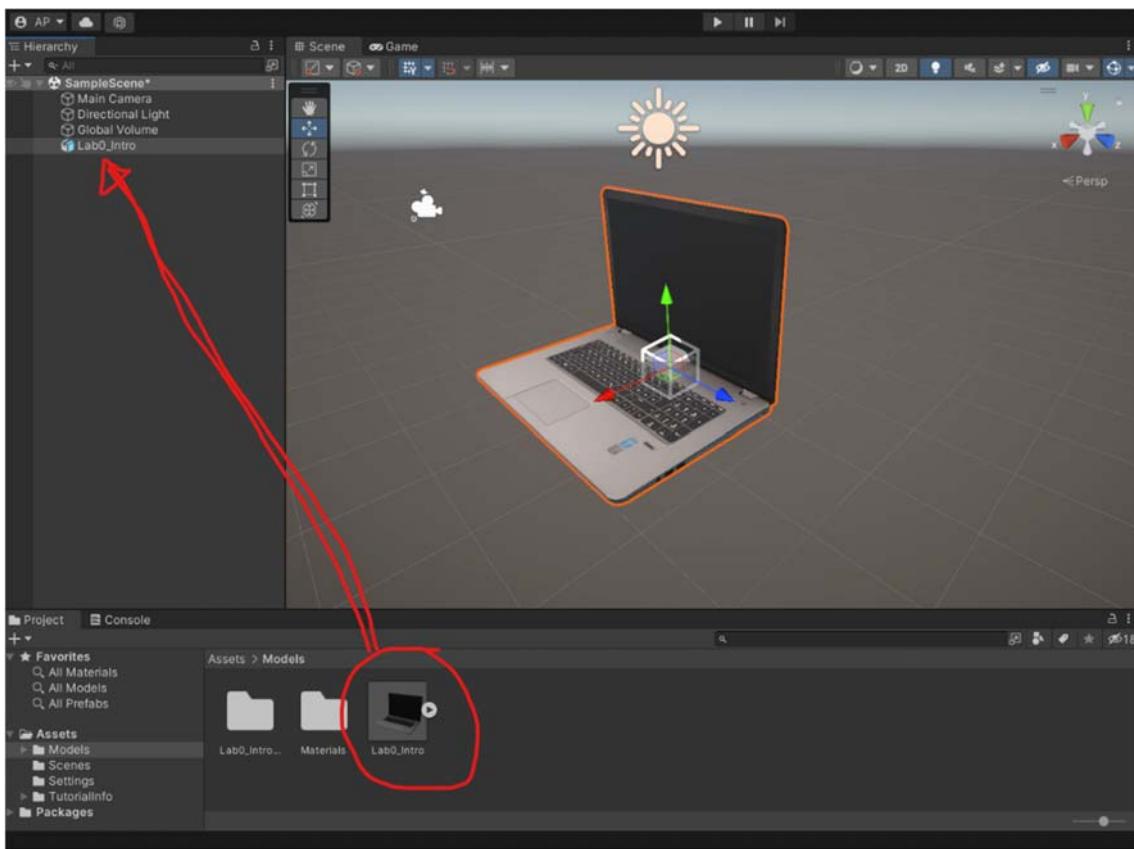
- **Bagian (E)** adalah **jendela Inspector** yang digunakan untuk melihat dan mengedit semua properties dari GameObject yang dipilih.
- **Bagian (F)** adalah **jendela Project** yang menampilkan library Assets yang digunakan pada project anda.
- **Bagian (G)** adalah **status bar** yang menyediakan notifikasi dan informasi tentang proses di Unity termasuk jika terjadi error.

IMPORT OBJECT

1. Buat folder bernama **Models** di dalam folder **Assets** di project anda. Lalu copy kan hasil export file **FBX** dan **folder tekstur** nya dari Blender ke dalam folder **Models** tersebut.
2. Klik file model 3D tersebut lalu pilih **Materials** di bagian **Inspector**.
3. Klik tombol **Extract Materials** dan buat folder bernama **Materials** di dalam folder **Models** tadi.
4. Pilih folder **Materials** itu sebagai tempat menyimpan hasil ekstraksi materials dari file model 3D tersebut.



5. Jika sudah, **drag** file model 3D tadi ke dalam jendela **Hierarchy**. Object 3D tersebut akan muncul di scene anda.



TRANSFORMASI

1. Pilih objek dengan cara klik kiri mouse anda. Pilih semua objek dengan shortcut **Ctrl + A**.
2. Perhatikan Gambar antarmuka Blender berikut.



- a) Pilih tombol **View Tool** (gambar tangan) untuk menggeser view di jendela Editor Scene dengan cara tahan klik kiri mouse dan geser.
- b) Tahan **klik kanan mouse** untuk memutar view pada jendela Editor Scene.
- c) Lakukan translasi pada objek. Pilih tombol **Move Tool** untuk translasi objek ke kanan-kiri-atas-bawah. Untuk translasi objek sesuai sumbu X (garis merah), Y (garis hijau) atau Z (garis biru), anda bisa klik garisnya.
- d) Lakukan rotasi pada objek. Pilih tombol **Rotate Tool** untuk merotasikan objek. Untuk rotasi objek sesuai sumbu X, Y atau Z anda bisa klik garisnya.
- e) Lakukan scaling pada objek. Pilih tombol **Scale Tool** untuk men-scaling objek. Untuk scaling objek sesuai sumbu X, Y atau Z anda bisa klik garisnya.
- f) Pilih tombol **Rect Tool** untuk mengubah ukuran objek dengan menarik titik pada kotakan.
- g) Pilih tombol **Transform Tool** untuk menerapkan semua transformasi pada objek.

VIEW

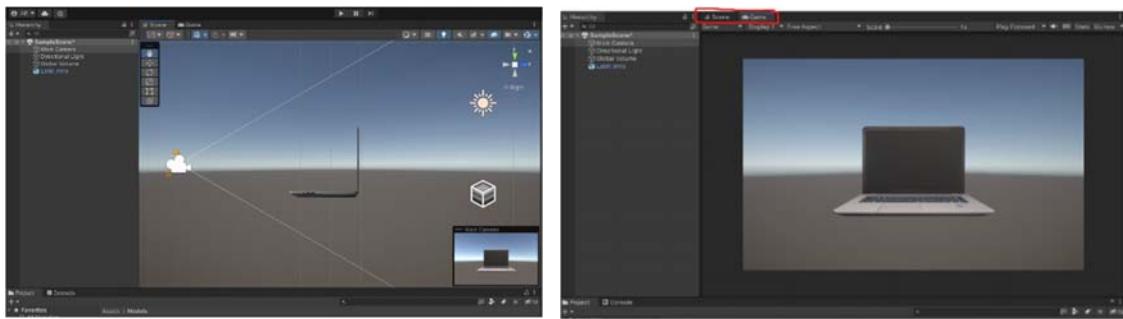
Perhatikan Gambar antarmuka Blender berikut.



- Klik pada tombol **Orientation** (kubus kecil di tengah panah merah, hijau dan biru) atau klik tulisan **Persp** untuk mengubah view menjadi ortografik. Jika berhasil maka tulisan **Persp** akan berubah menjadi **Iso**.
- Klik panah X (merah), Y (hijau) atau Z (biru) untuk mengubah view menjadi ortografik top, bottom, left, right, front dan back.
- Untuk mengembalikan ke mode perspektif, klik tombol **Orientation** atau tulisan **Iso**. Jika berhasil tulisan **Iso** akan berubah menjadi **Persp**.

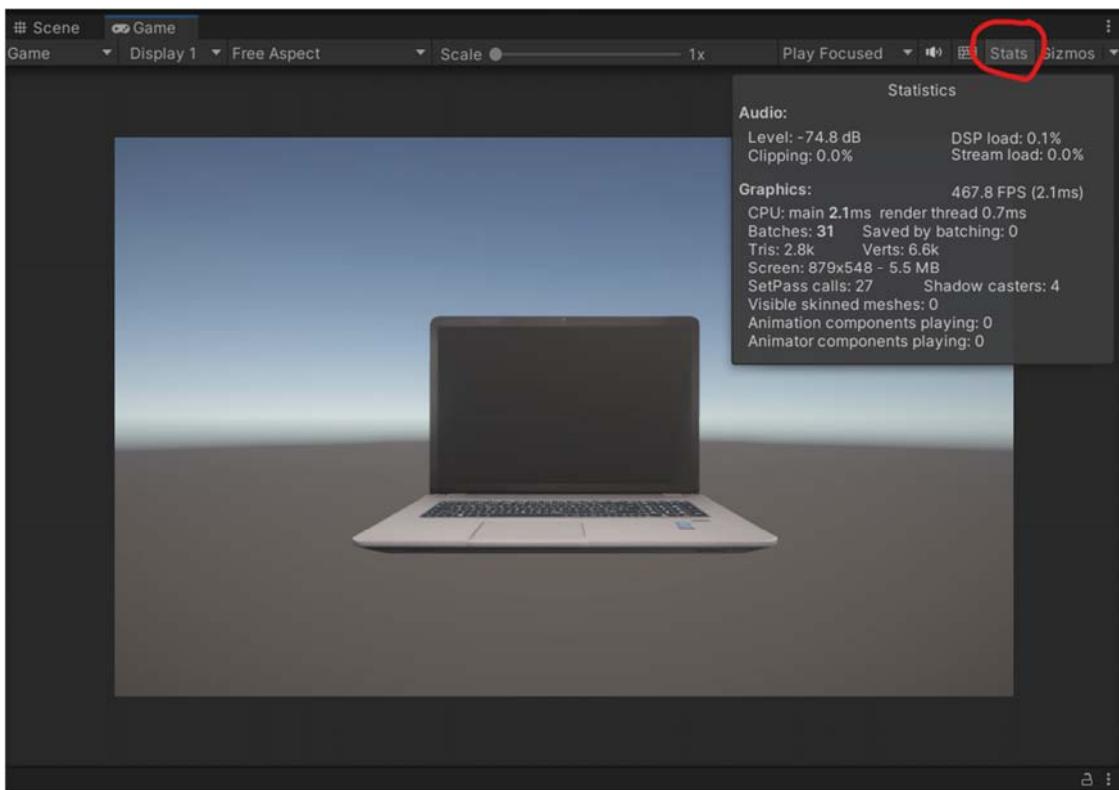
SCENE

Posisikan objek dengan cara klik kiri objek pada jendela hierarchy atau klik kiri pada objek di jendela editor scene dan terapkan transformasi sehingga tampilan render objek menjadi menghadap ke depan kamera seperti pada Gambar. Anda bisa melihat hasil render jika meng klik **Main Camera** pada jendela hierarchy atau di bagian atas klik tab **Game** disebelah tab **Scene**.



RUN SIMULASI

Jalankan simulasi dengan cara klik tombol **Play**. Pada mode **Game**, anda dapat klik tombol **Stats** untuk melihat statistik dari Game yang dijalankan seperti berapa **FPS**, jumlah **triangles** dari objek, jumlah **vertices** dari objek, dan sebagainya.



2.7. POST TEST

Jawablah pertanyaan berikut (**Total Skor: 100**):

No	CPL	CPMK	Pertanyaan	Skor
1.	CPL-07	CPMK-02	Download satu objek 3D dari internet kemudian tampilkan di Blender!	100

2.8. HASIL CAPAIAN PRAKTIKUM

Diisi oleh asisten setelah semua assessment dinilai.

No	Bentuk Assessment	CPL	CPMK	Bobot	Skor (0-100)	Nilai Akhir (Bobot x Skor)
1.	Pre-Test	CPL-07	CPMK-02	20%		
2.	Praktik	CPL-07	CPMK-02	30%		
3.	Post-Test	CPL-07	CPMK-02	50%		
Total Nilai						

REFERENSI

- <https://math.hws.edu/graphicsbook/a2/s1.html>
- <https://free3d.com/3d-model/notebook-low-poly-version-57341.html>
- https://www.youtube.com/watch?v=nloXOpIUVAw&ab_channel=BlenderGuru

PRAKTIKUM 3: SHADERS

Pertemuan ke : 3

Total Alokasi Waktu : 90 menit

- Materi : 15 menit
- Pre-Test : 15 menit
- Praktikum : 45 menit
- Post-Test : 15 menit

Total Bobot Penilaian : 100%

- Pre-Test : 20 %
- Praktik : 30 %
- Post-Test : 50 %

Pemenuhan CPL dan CPMK:

CPL-07	Mampu menerapkan konsep teoritis bidang area Informatika terkait matematika dasar dan ilmu komputer untuk memodelkan masalah dan meningkatkan produktivitas
CPMK-02	Mampu menjelaskan dan menerapkan shaders, pemetaan tekstur, tekstur prosedural, sampling dan anti-aliasing

3.1. DESKRIPSI CAPAIAN PEMBELAJARAN

Setelah mengikuti praktikum ini mahasiswa diharapkan mampu menerapkan shaders dengan API.

3.2. INDIKATOR KETERCAPAIAN PEMBELAJARAN

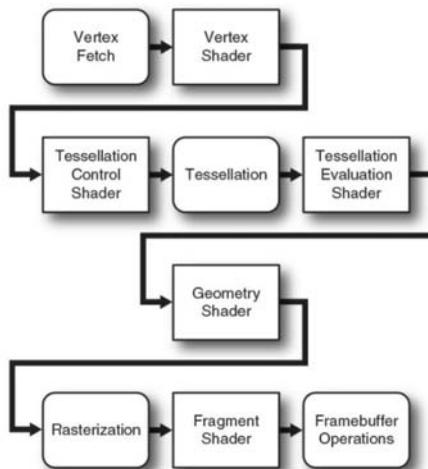
Indikator ketercapaian diukur dengan:

CPL-07	CPMK-02	Kemampuan mahasiswa dalam menerapkan shaders dengan Blender dan Unity.
--------	---------	--

3.3. TEORI PENDUKUNG

Pada komputer grafis, kode atau program yang dibuat dengan OpenGL akan dikirim ke hardware grafis. Didalam hardware grafis, instruksi kode akan diproses secara parallel oleh GPU. GPU (*Graphics Processing Unit*) mempunyai banyak sekali prosesor yang disebut inti shaders (*shaders cores*) yang akan menjalankan program yang disebut dengan shaders. Pemrosesan grafis pada GPU akan mengikuti alur yang disebut dengan *graphics pipeline* seperti ditunjukkan pada Gambar 3.1.

Dari Gambar 3.1, terdapat 5 macam shaders yaitu *vertex shader*, *tessellation control shader*, *tessellation evaluation shader*, *geometry shader*, dan *fragment shader*. Dalam praktikum01 akan ditunjukkan bagaimana menerapkan shader terutama vertex shader dan fragment shader untuk memodifikasi material obyek.



Gambar 3.1 Diagram Pipeline Grafis.

3.4. HARDWARE DAN SOFTWARE

Hardware dan software yang digunakan dalam praktikum ini yaitu:

3. Komputer.
4. Unity 202X.

3.5. PRE-TEST

Jawablah pertanyaan berikut (**Total Skor: 100**):

No	CPL	CPMK	Pertanyaan	Skor
1.	CPL-07	CPMK-02	Apa yang bisa anda lakukan dengan menggunakan shaders?	50
2.	CPL-07	CPMK-02	Mengapa menggunakan shaders dalam pemrosesan 3D?	50

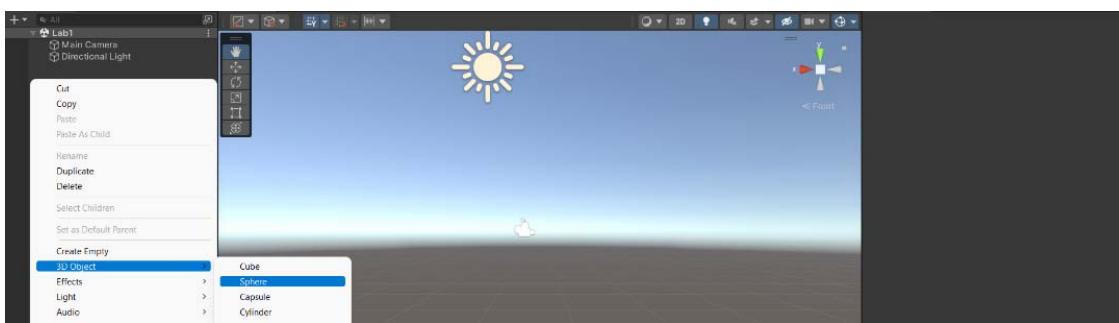
3.6. LANGKAH PRAKTIKUM

Aturan Penilaian (**Total Skor: 100**):

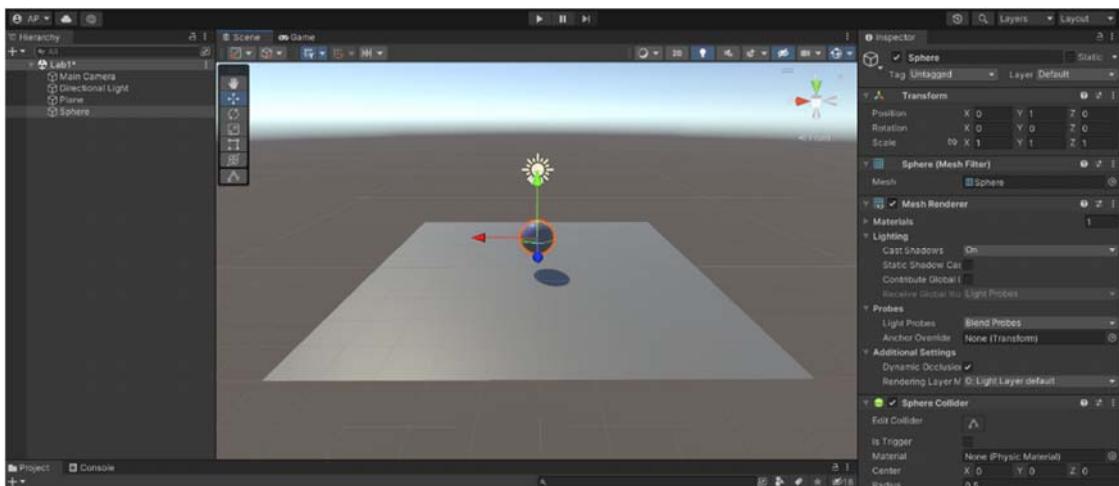
No	CPL	CPMK	Pertanyaan	Dokumen Pendukung	Skor
1.	CPL-07	CPMK-02	Selesaikan langkah praktikum Persiapan!	Hasil praktikum langkah Persiapan	30
2.	CPL-07	CPMK-02	Selesaikan langkah praktikum Unity Standard Shaders!	Hasil praktikum Unity Standard Shaders	30
3.	CPL-07	CPMK-02	Selesaikan langkah praktikum Unity Shader Graph!	Hasil praktikum Unity Shader Graph	40

Persiapan

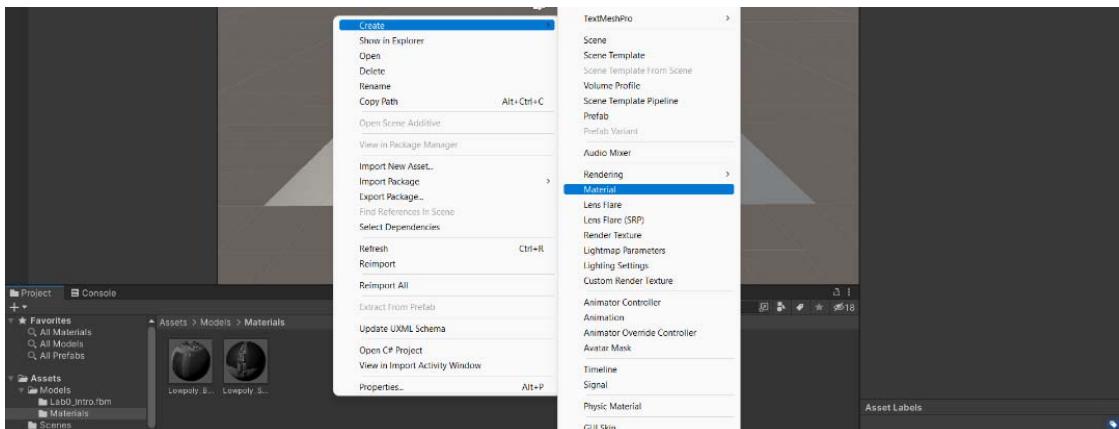
1. Buka Unity Hub. Buat project baru pada Unity. Pilih **New Project – 3D (URP)** – beri nama **Lab3_Nama_NIM**. Hafalkan lokasi folder project anda.
2. Buat folder baru di dalam folder **Assets** beri nama **Models**.
3. Buat folder baru di dalam folder **Models** beri nama **Materials**.
4. Pada jendela hierarchy, **klik kanan mouse – 3D object – Plane**.
5. Pada jendela hierarchy, **klik kanan mouse – 3D object – Sphere**.



6. Atur posisi dan view nya agar objek bola dan plane terlihat di jendela editor scene seperti Gambar berikut.



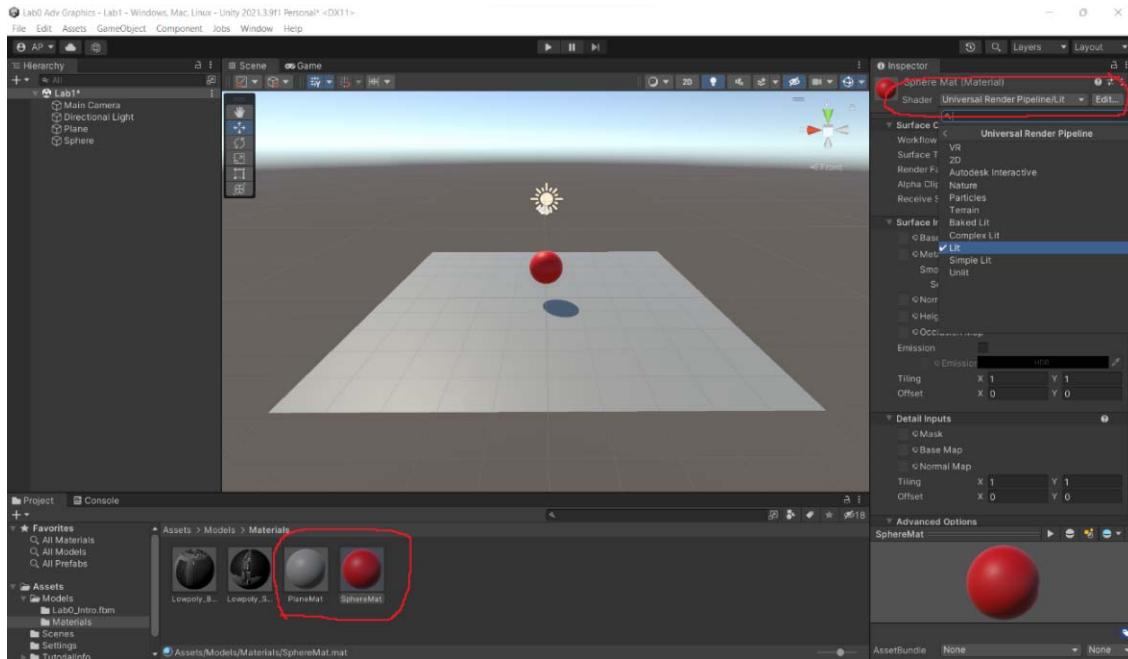
7. Buat material baru untuk dipasangkan pada kedua objek tersebut. Caranya:
- Buka folder **Models/Materials**/
 - Klik kanan pada jendela Project lalu **Create – Material**.
 - Beri nama kedua material tersebut **PlaneMat** dan **SphereMat**.



8. Drag material **PlaneMat** ke objek **Plane** dan drag material **SphereMat** ke objek **Sphere** untuk memasang materialnya.
 9. Persiapan telah selesai.

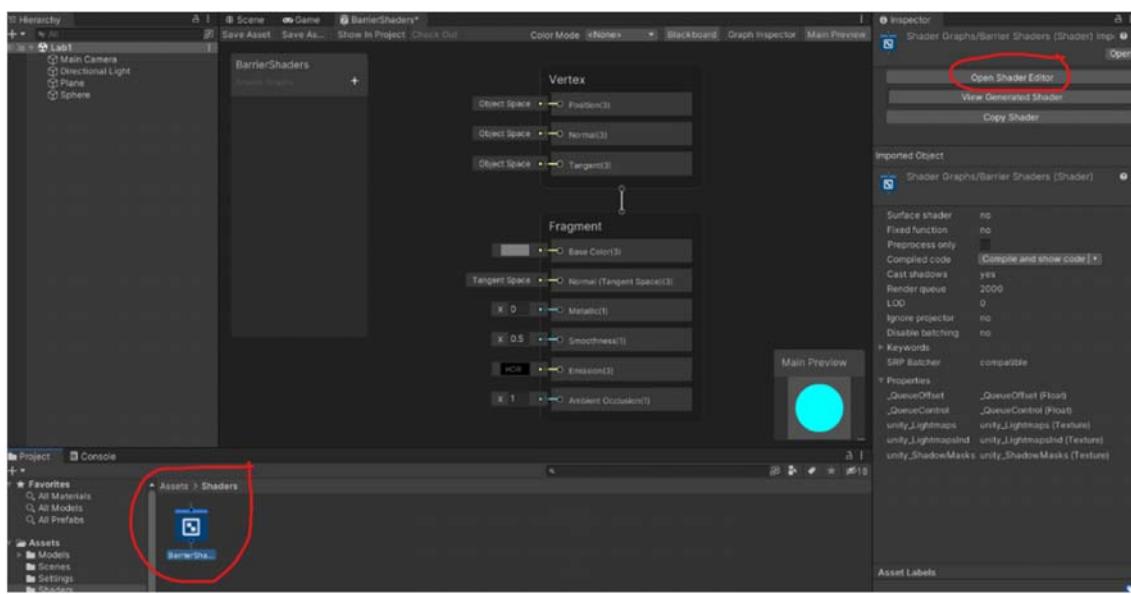
Unity Standard Shaders

1. Klik pada **PlaneMat** lalu lihat jendela **Inspector**. Disana terlihat sudah terdapat shader standar dari Unity yaitu **URP Lit**. Ubah **Surface Inputs - Base Map** dari **PlaneMat** menjadi **warna abu-abu**.
2. Klik pada **SphereMat** lalu lihat jendela **Inspector**. Disana terlihat sudah terdapat shader standar dari Unity yaitu **URP Lit**. Ubah **Surface Inputs - Base Map** dari **SphereMat** menjadi **warna merah**.
3. Anda bisa melihat isi kode dari shader **URP Lit** dengan cara klik **Edit** disebelah shadernya. Hal ini akan membuka jendela Visual Studio untuk menampilkan kodennya. Banyak shader yang bisa anda terapkan misalnya **Lit, Unlit, Simple Lit, VR, 2D**, dsb.



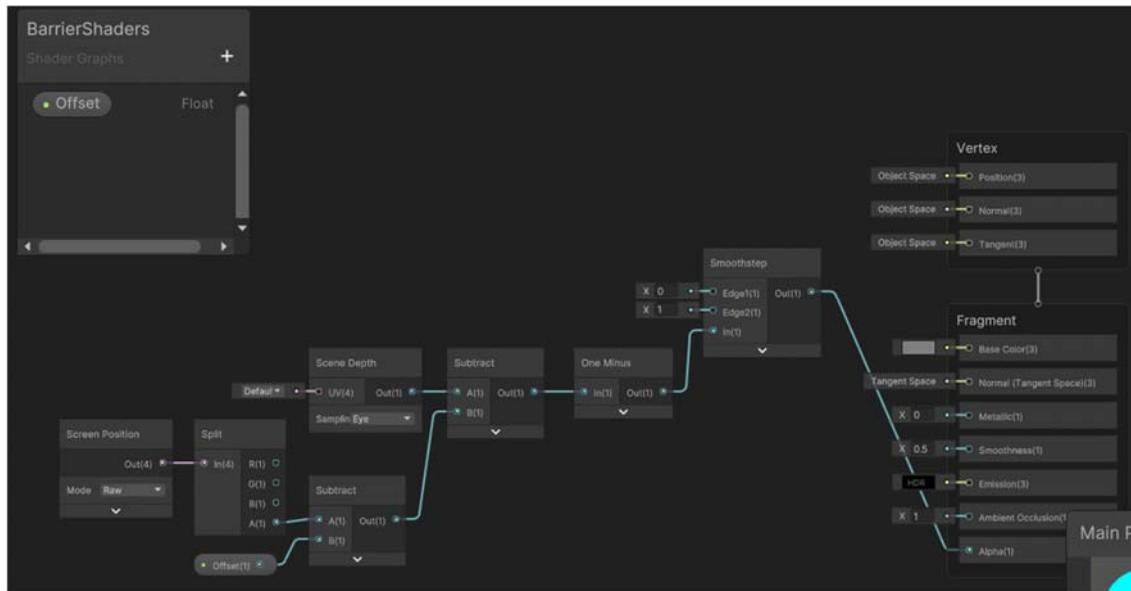
Unity Shader Graph

1. Unity juga menyediakan fitur untuk membuat shader tanpa koding yaitu menggunakan **Shader Graph**. Cek apakah Shader Graph tersedia dengan cara:
 - a) Masuk menu **Window - Package Manager**.
 - b) Ubah lokasi **Package ke Unity Registry**.
 - c) Cek apakah **Shader Graph** dan **Visual Effect Graph** sudah diinstal atau belum.
 - d) Kalau belum terinstall maka klik **Install**.
2. Buat folder baru di folder **Assets**, beri nama **Shaders**.
3. Di dalam folder **Shaders** klik kanan mouse – **Create – Shader Graph – URP – Lit Shader Graph**. Beri nama **BarrierShaders**.
4. Pada material **SphereMat** ganti shader default dari Unity dengan **BarrierShaders**.
5. Pada folder **Assets** cari folder **Settings** lalu didalamnya klik file **URP-HighFidelity.asset**. Di jendela **Inspector**, centang **Depth Texture**.
6. Klik dobel pada **BarrierShaders** lalu jendela **Shader Editor** akan terbuka seperti pada Gambar. Disana terlihat bagian **Vertex** shader dan **Fragment** shadernya. Ada juga **Main Preview** yang menampilkan hasil shader yang anda buat dan **Graph Inspector** yang berisi property dari node yang ada pada **Shader Graph**.



Menambahkan Transparency

7. Buat Node pada **Shader Graph** dan hubungkan seperti Gambar berikut.



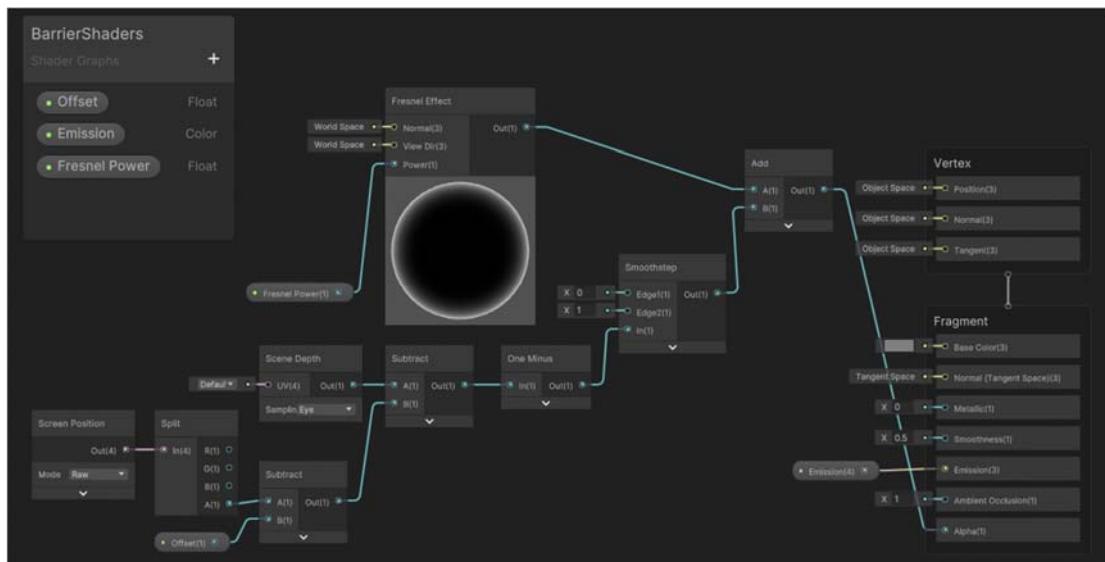
Caranya:

- Klik kanan – **Create Node – Scene Depth**. Ubah sampling mode dari **Linear 01** ke **Eye**.
- Klik kanan – **Create Node – Screen Position**. Ubah mode dari **Default** ke **Raw**.
- Klik kanan – **Create Node – Split**. Hubungkan luaran **Out** dari node **Screen Position** ke input **In** di node **Split**.
- Klik tanda + pada **BarrierShaders** lalu pilih **Float** dan beri nama **Offset**. Klik node **Offset** lalu cek di **Graph Inspector**. Isi default value **X = 1**. Drag **Offset** ke scene editor.
- Klik kanan – **Create Node – Subtract**. Hubungkan luaran **Offset** ke input **B** di node **Subtract** dan luaran **A** dari node **Split** tersebut ke input **A** di node **Subtract**.
- Klik kanan – **Create Node – Subtract**. Hubungkan luaran **Out** dari node **Scene Depth** ke input **A** di node **Subtract** dan luaran **Out** dari node **Subtract** ke input **B** di node **Subtract** ini.

- g) Klik kanan – **Create Node – One Minus**. Hubungkan luaran **Out** dari node **Subtract** ke input **In** di node **One Minus**.
- h) Klik kanan – **Create Node – Smoothstep**. Hubungkan luaran **Out** dari node **One Minus** ke input **In** di node **Smoothstep**.
- i) Hubungkan luaran **Out** dari node **Smoothstep** ke input **Alpha** di node **Fragment**.
- j) Klik node **Fragment** lalu di jendela **Graph Inspector** – **Graph Settings** – **Universal** – **Surface Type**. Ganti mode dari **Opaque** ke **Transparent**.
8. Klik **Save Asset** kemudian lihat hasilnya di Scene anda.
9. Pilih objek bola lalu di jendela **Inspector** cari **Mesh Renderer** – **Cast Shadows** – **Off**.

Menambahkan Fresnel Effect

10. Buat **Node** pada **Shader Graph** dan hubungkan seperti Gambar berikut.

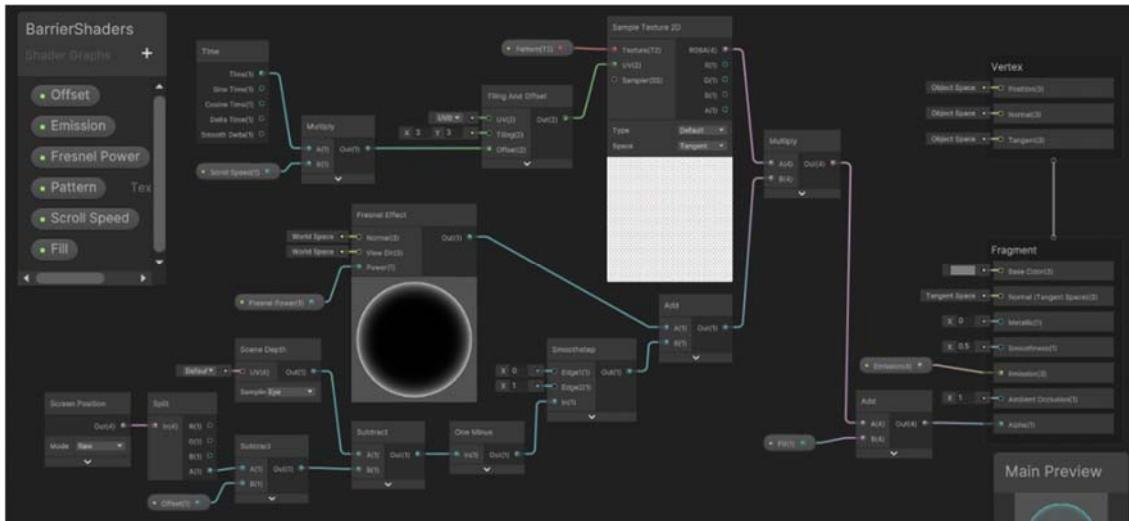


Caranya:

- a) Klik tanda + pada **BarrierShaders** lalu pilih **Color** dan beri nama **Emission**. Klik node **Emission** lalu cek di **Graph Inspector**. Ganti mode menjadi **HDR**. Ganti default warna menjadi **biru muda** dan set **Intensity** = **3**. Drag node **Emission** ke scene editor dan hubungkan luarannya ke input **Emission** di node **Fragment**.
- b) Klik tanda + pada **BarrierShaders** lalu pilih **Float** beri nama **Fresnel Power**. Klik node **Fresnel Power** lalu cek **Graph Inspector**. Isi default value **X = 5**. Drag **Fresnel Power** ke scene editor.
- c) Klik kanan – **Create Node – Fresnel Effect**. Hubungkan luaran **Fresnel Power** ke input **Power** di node **Fresnel Effect**.
- d) Klik kanan – **Create Node – Add**. Hubungkan luaran **Out** node **Fresnel Effect** ke **A** di node **Add**.
- e) Hapus koneksi luaran **Out** dari node **Smoothstep** ke input **Alpha** di node **Fragment** dan koneksi luaran node **Smoothstep** tersebut ke input **B** pada node **Add**.
- f) Hubungkan luaran **Out** node **Add** ke input **Alpha** di node **Fragment**.

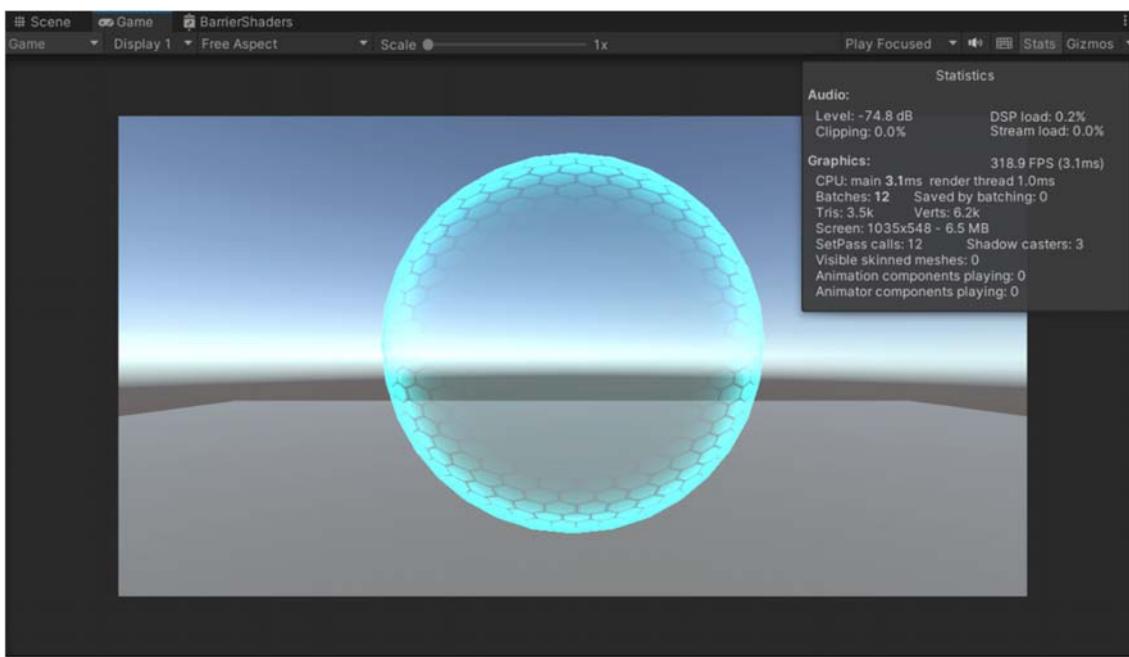
11. Klik **Save Asset** kemudian lihat hasilnya di Scene anda.

Menambahkan Tekstur



Caranya:

- Download texture di link berikut dan copy ke folder **Assets – Models**.
https://drive.google.com/file/d/1FTijf_jleFzLjwPY5curC306MZm5x9L4/view?usp=sharing.
 - Klik tanda + pada **BarrierShaders** (Shader Graphs) lalu pilih **Texture 2D** dan beri nama **Pattern**. Klik node **Pattern** lalu cek di **Graph Inspector**. Ubah default texture di node **Pattern** dengan texture yang sudah didownload tersebut. Drag node **Pattern** ke scene editor.
 - Klik tanda + pada **BarrierShaders** (Shader Graphs) lalu pilih **Float** dan beri nama **Scroll Speed**. Klik node **Scroll Speed** lalu cek di **Graph Inspector**. Ubah default **X = 0.05**. Drag node **Scroll Speed** ke scene editor.
 - Klik kanan – **Create Node – Multiply**. Hubungkan luaran **Scroll Speed** ke input **B** di node **Multiply**.
 - Klik kanan – **Create Node – Time**. Hubungkan luaran **Time** dari node **Time** ke input **A** di node **Multiply**.
 - Klik kanan – **Create Node – Tiling and Offset**. Ubah nilai **X** dan **Y = 3** di input **Tiling**. Hubungkan luaran **Out** dari node **Multiply** ke input **Offset** di node **Tiling and Offset**.
 - Klik kanan – **Create Node – Sample Texture 2D**. Hubungkan luaran **Pattern** ke input **Texture** di node **Sample Texture 2D**.
 - Hubungkan luaran **Out** dari node **Tiling and Offset** ke input **UV** di node **Sample Texture 2D**.
 - Klik kanan – **Create Node – Multiply**. Hubungkan luaran **RGBA** dari node **Sample Texture 2D** ke input **A** di node **Multiply**. Pindahkan luaran **Out** dari node **Add** ke input **B** di node **Multiply**.
 - Klik tanda + pada **BarrierShaders** (Shader Graphs) lalu pilih **Float** beri nama **Fill**. Klik node **Fill** lalu cek di **Graph Inspector**. Lalu ubah default **X = 0.01**. Drag node **Fill** ke scene editor.
 - Klik kanan – **Create Node – Add**. Hubungkan luaran **Out** dari node **Multiply** ke input **A** di node **Add**. Hubungkan luaran **Fill** ke input **B** pada node **Add**.
 - Hubungkan luaran **Out** dari node **Add** ke input **Alpha** di node **Fragment**.
12. **Klik Save Asset** kemudian lihat hasilnya di Scene anda.
13. **Jalankan** dengan klik tombol Play. Hasil dari modifikasi shader akan terlihat seperti di Gambar.



3.7. POST TEST

Jawablah pertanyaan berikut (**Total Skor: 100**):

No	CPL	CPMK	Pertanyaan	Skor
1.	CPL-07	CPMK-02	Terapkan BarrierShaders tersebut ke objek kubus dan buat warnanya menjadi merah!	100

3.8. HASIL CAPAIAN PRAKTIKUM

Diisi oleh asisten setelah semua assessment dinilai.

No	Bentuk Assessment	CPL	CPMK	Bobot	Skor (0-100)	Nilai Akhir (Bobot x Skor)
1.	Pre-Test	CPL-07	CPMK-02	20%		
2.	Praktik	CPL-07	CPMK-02	30%		
3.	Post-Test	CPL-07	CPMK-02	50%		
Total Nilai						

REFERENSI

https://www.youtube.com/watch?v=NiOGWZXBg4Y&ab_channel=Brackeys

PRAKTIKUM 4: PENCAHAYAAN

Pertemuan ke : 4

Total Alokasi Waktu	: 90 menit
• Materi	: 15 menit
• Pre-Test	: 15 menit
• Praktikum	: 45 menit
• Post-Test	: 15 menit

Total Skor Penilaian	: 100%
• Pre-Test	: 20 %
• Praktik	: 30 %
• Post-Test	: 50 %

Pemenuhan CPL dan CPMK:

CPL-08	Mampu merancang dan mengimplementasikan algoritma/metode dalam mengidentifikasi dan memecahkan masalah yang melibatkan perangkat lunak dan pemikiran komputasi
CPMK-03	Mampu menjelaskan dan menerapkan pencahayaan, shading, dan teknik rendering seperti ray tracing, forward dan deferred rendering

4.1. DESKRIPSI CAPAIAN PEMBELAJARAN

Setelah mengikuti praktikum ini mahasiswa diharapkan mampu:

1. Menjelaskan tentang ragam sumber cahaya
2. Menjelaskan tentang model pantulan cahaya
3. Menerapkan model pencahayaan dengan API

4.2. INDIKATOR KETERCAPAIAN PEMBELAJARAN

Indikator ketercapaian diukur dengan:

CPL-08	CPMK-03	Kemampuan mahasiswa dalam menjelaskan dan mengimplementasikan model pencahayaan specular, diffuse, dan ambient.
--------	---------	---

4.3. TEORI PENDUKUNG

Pemodelan cahaya digunakan untuk membuat objek tampak realistik seperti di dunia nyata. Pemodelan cahaya yang biasa dipakai yaitu pencahayaan model Phong. Dalam pencahayaan model Phong, bagaimana cahaya berinteraksi dengan permukaan yang digolongkan kedalam tiga kategori:

- **Cahaya sekitar / ambient light**

Cahaya sekitar tidak berasal dari arah yang spesifik. Objek menerima cahaya tidak langsung dari sumber cahaya tetapi berupa hasil pantulan tidak langsung dari sumber cahaya. Karakteristik objek yang dikenai cahaya sekitar akan terang di seluruh permukaan di segala arah.

- **Cahaya tersebar / diffuse light**

Cahaya tersebar adalah hasil interaksi sumber cahaya dengan permukaan yang menyebarkan cahaya karena permukaannya tidak rata atau kasar.

- **Cahaya biasa / specular light**

Cahaya biasa merupakan hasil dari interaksi sumber cahaya dari arah tertentu terhadap permukaan benda. Permukaan yang terpancar cahaya akan terang dan yang tidak terpancar akan gelap tergantung dari sudut pandang terhadap posisi sumber cahaya dan obyek.

Dalam praktikum02 akan ditunjukkan bagaimana mengatur sumber cahaya dan interaksi cahaya terhadap obyek serta tentang sifat permukaan yang dikenai cahaya ambient, diffuse dan specular.

4.4. HARDWARE DAN SOFTWARE

Hardware dan software yang digunakan dalam praktikum ini yaitu:

1. Komputer.
2. Unity 202X.

4.5. PRE-TEST

Jawablah pertanyaan berikut (**Total Skor: 100**):

No	CPL	CPMK	Pertanyaan	Skor
1.	CPL-08	CPMK-03	Jelaskan perbedaan dari pencahayaan specular dan diffuse!	50
2.	CPL-08	CPMK-03	Apakah efek dari objek dengan permukaan halus bila terkena pencahayaan specular?	50

4.6. LANGKAH PRAKTIKUM

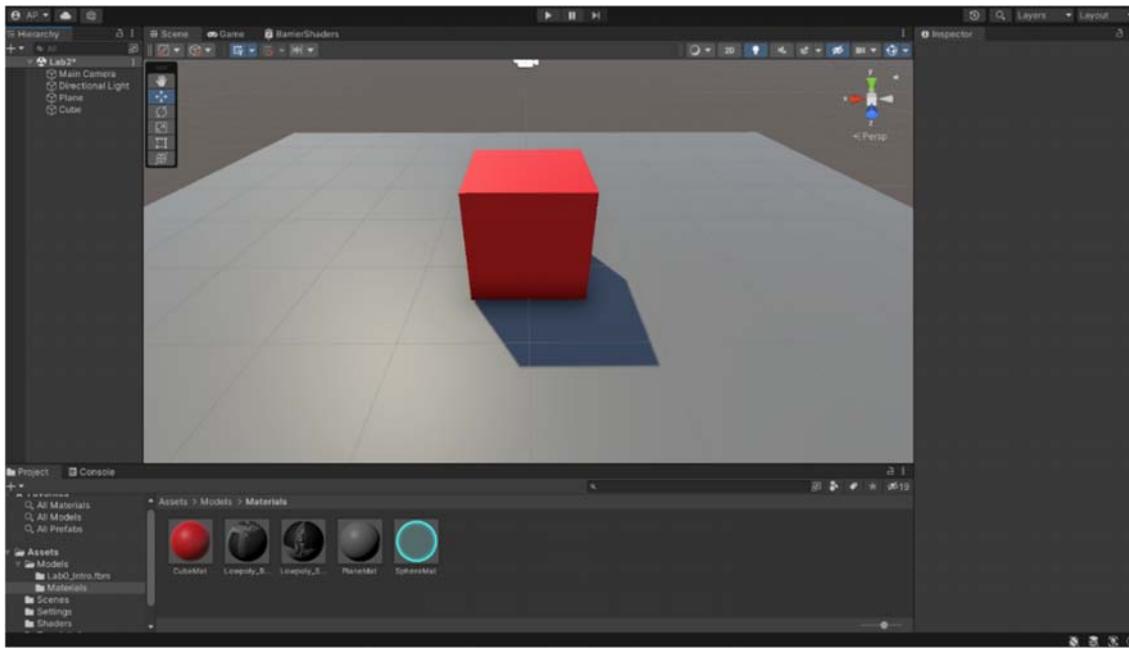
Aturan Penilaian (**Total Skor: 100**):

No	CPL	CPMK	Pertanyaan	Dokumen Pendukung	Skor
1.	CPL-08	CPMK-03	Selesaikan langkah praktikum Persiapan!	Hasil praktikum langkah Persiapan	20
2.	CPL-08	CPMK-03	Selesaikan langkah praktikum Standar Pencahayaan dari Unity!	Hasil praktikum langkah Standar Pencahayaan dari Unity	20
5.	CPL-08	CPMK-03	Selesaikan Langkah praktikum Emissive Materials!	Hasil praktikum Langkah Emissive Materials	30
6.	CPL-08	CPMK-03	Selesaikan Langkah praktikum Pencahayaan pada Objek yang Dinamis!	Hasil praktikum Langkah Pencahayaan pada Objek yang Dinamis	30

Persiapan

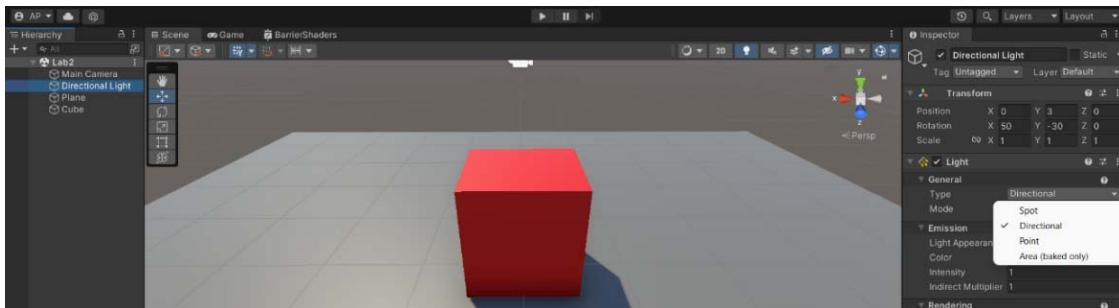
1. Buka Unity Hub. Buat project baru pada Unity. Pilih **New Project – 3D (URP)** – beri nama **Lab4_Nama_NIM**. Hafalkan lokasi folder project anda.
2. Buat folder baru di dalam folder **Assets** beri nama **Models**.
3. Buat folder baru di dalam folder **Models** beri nama **Materials**.
4. Pada jendela hierarchy, **klik kanan mouse – 3D object – Plane**.
5. Pada jendela hierarchy, **klik kanan mouse – 3D object – Cube**.
6. Buat material baru untuk dipasangkan pada kedua objek tersebut. Caranya:
 - a) Buka folder **Models/Materials**
 - b) **Klik kanan** pada jendela **Project** lalu **Create – Material**.
 - c) Beri nama kedua material tersebut **PlaneMat** dan **CubeMat**.
7. Drag **PlaneMat** ke objek **Plane** dan drag **CubeMat** ke objek **Cube** untuk memasang materialnya.

8. Klik pada **PlaneMat** lalu lihat jendela **Inspector**. Disana terlihat sudah terdapat shader default dari Unity yaitu **URP Lit**.
9. Ubah **Surface Inputs - Base Map** dari **PlaneMat** menjadi warna abu-abu.
10. Klik pada **CubeMat** lalu lihat jendela **Inspector**. Disana terlihat sudah terdapat shader default dari Unity yaitu **URP Lit**.
11. Ubah **Surface Inputs - Base Map** dari **CubeMat** menjadi warna merah.
12. Atur posisi dan view nya agar objek kubus terlihat di jendela editor scene seperti Gambar berikut.

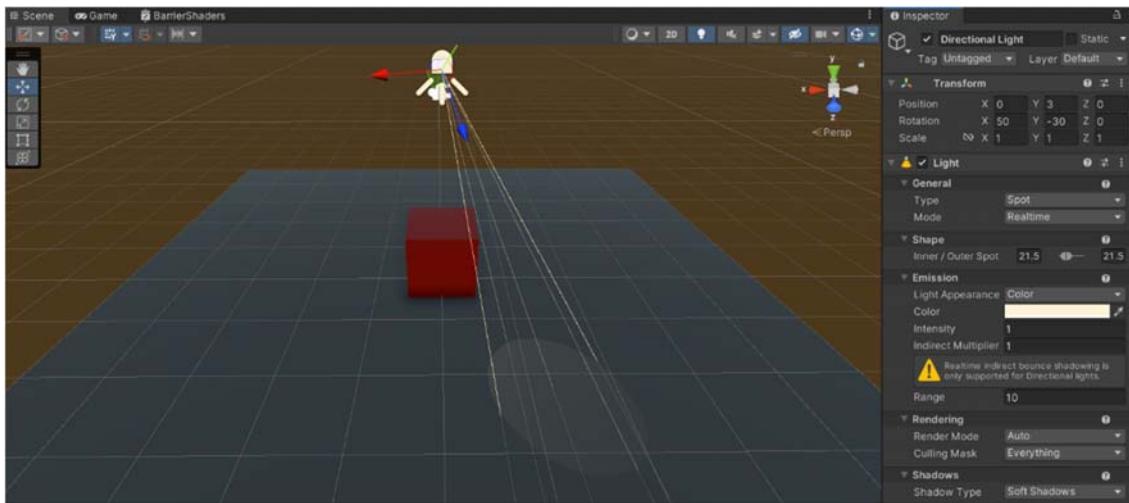


Standar Pencahayaan dari Unity

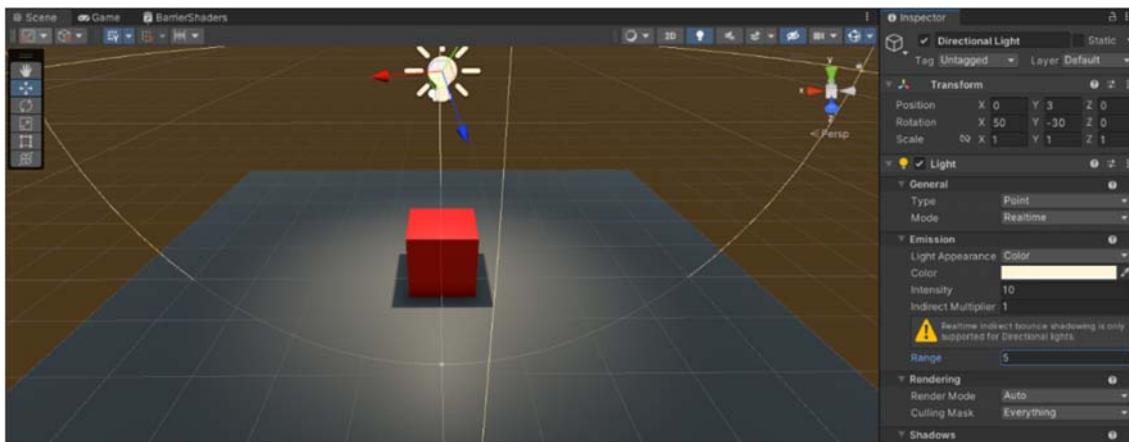
1. Klik objek **Directional Light** pada jendela **Hierarchy** lalu lihat di jendela **Inspector** nya.
2. Klik **Light – General – Type**. Buka dropdownnya disana akan ada berbagai tipe pencahayaan default dari Unity seperti:
 - a) **Spot**,
 - b) **Directional**,
 - c) **Point**,
 - d) **Area** (hanya digunakan pada mode **Bake**).
3. Secara default Unity akan membuat sumber cahaya dengan tipe directional light saat membuat project baru. Tipe directional light biasanya digunakan untuk memodelkan sumber cahaya dari matahari.



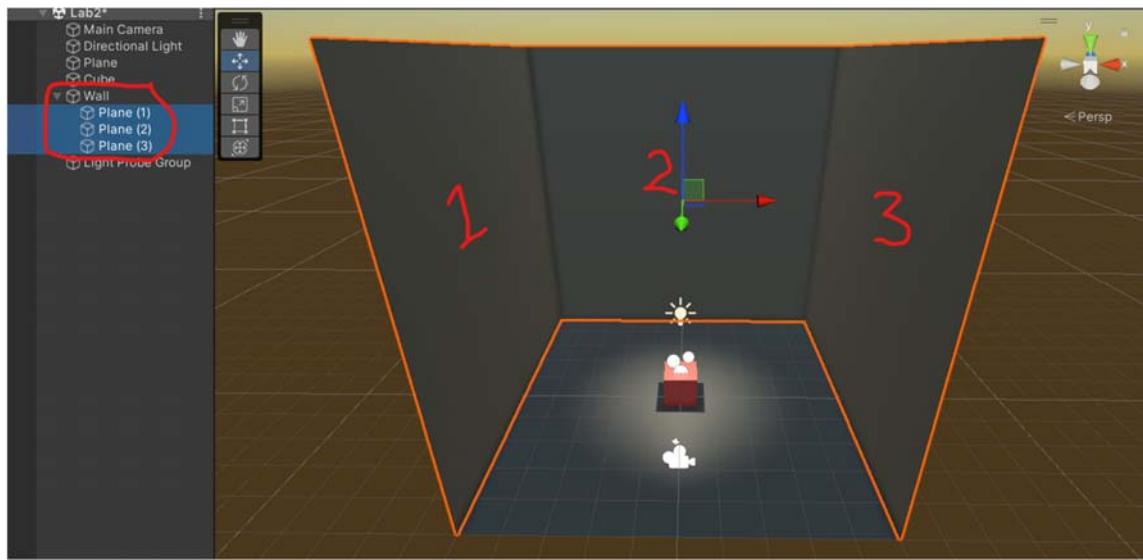
4. Ubah tipe objek **Directional Light** ke **Spot**. Ubah-ubah nilai inner/outer spot. Lihat hasilnya. Pencahayaan Spot biasanya digunakan untuk memodelkan lampu sorot yang cahayanya berupa kerucut. Anda bisa juga mengubah warnanya pada property **Color**.



5. Ubah tipe objek **Directional Light** ke **Point**. Ubah-ubah nilai intensity dan radius. Lihat hasilnya. Pencahayaan Point biasanya digunakan untuk memodelkan lampu dengan cahaya berbentuk lingkaran. Anda bisa juga mengubah warnanya pada property **Color**.



6. Ubah tipe bayangan dengan cara klik objek **Directional Light** di jendela **Hierarchy**.
7. Klik **Shadows – Shadow Type**. Buka dropdownnya disana akan ada berbagai tipe bayangan standar dari Unity seperti:
- No Shadow**,
 - Hard Shadow**,
 - Soft Shadow**.
8. Secara default Unity akan mengatur bayangan ke **Soft Shadow**. Ubah-ubah tipe shadow untuk melihat bedanya.
9. Buat dinding untuk simulasi pencahayaan di ruangan tertutup. Caranya:
- Pada jendela **Hierarchy**, pilih objek **Plane** lalu **klik kanan mouse – Duplicate**.
 - Duplikat objek **Plane** sebanyak **3x**.
 - Lakukan transformasi pada **Plane** sehingga membentuk dinding seperti pada Gambar.
 - Perhatikan bahwa bagian depan **Plane** harus menghadap kedalam.

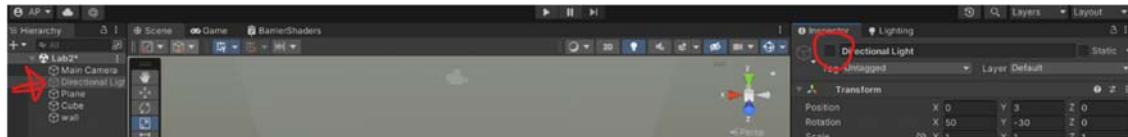


10. Buat material baru untuk dipasangkan pada dinding tersebut. Caranya:

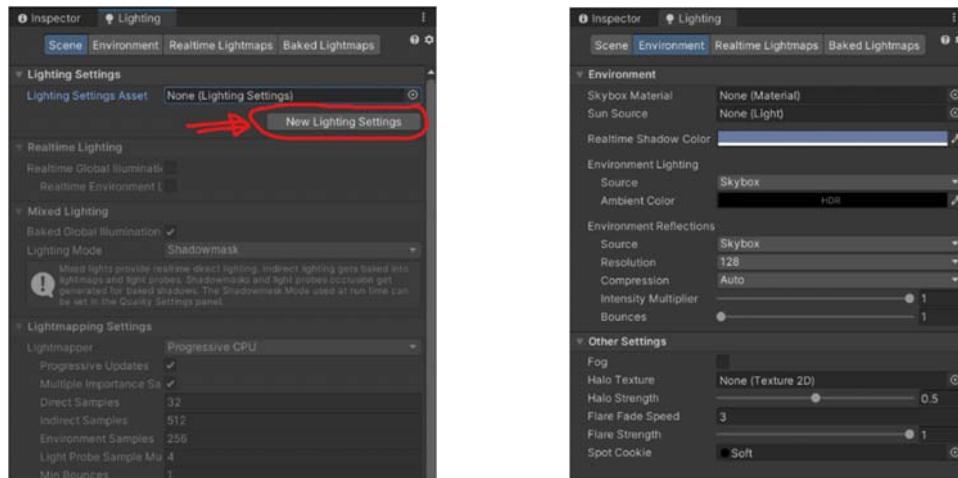
- Buka folder **Models/Materials**/
- Klik kanan pada jendela Project lalu **Create – Material**. Beri nama **WallMat**.
- Drag material ke dinding-dinding tersebut.

Emissive Materials

- Matikan pencahayaan di objek **Directional Light** dengan cara hilangkan tanda centang pada GameObject nya seperti pada Gambar.



- Klik menu **Window – Rendering – Lighting**. Maka akan muncul jendela pengaturan pencahayaan.
- Pada tab **Scene** anda klik **New Lighting Settings** untuk membuat pengaturan pencahayaan baru.
- Pada tab **Environment** anda, Set **Skybox Material** ke **None**.



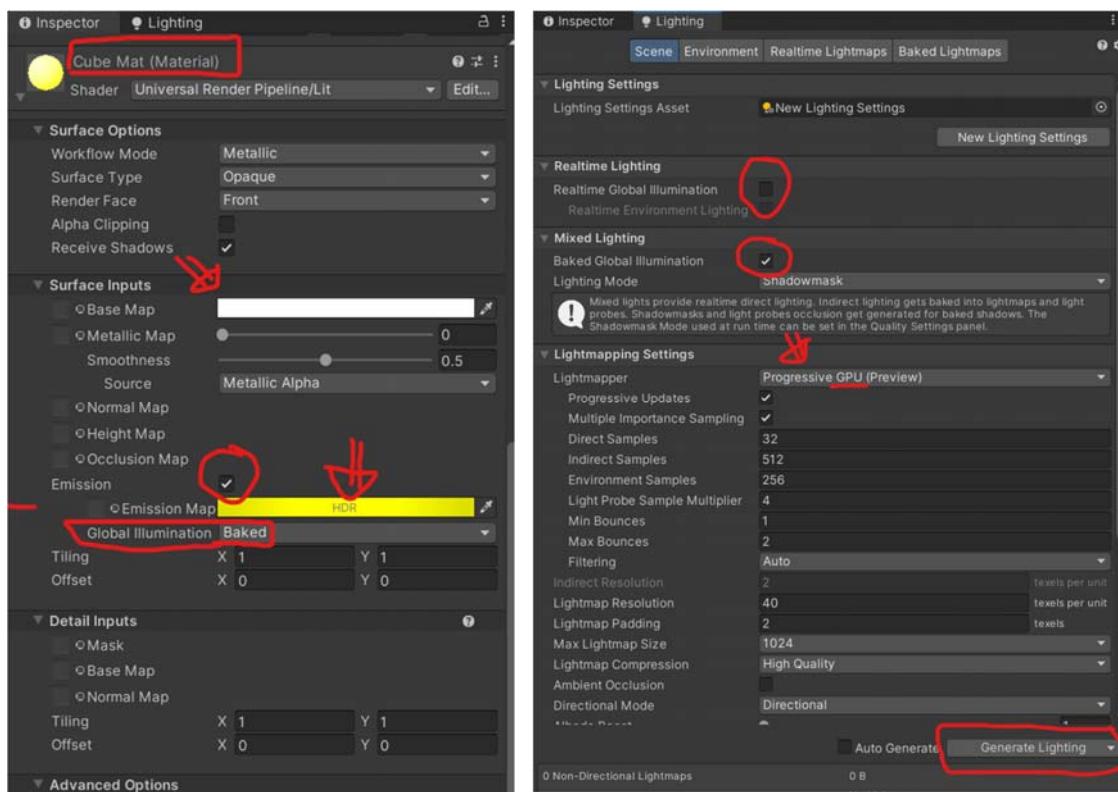
Gambar Langkah 3

5. Tampilan **Scene** anda akan hitam semua karena tidak ada pencahayaan.
6. Pilih semua **GameObject Cube, Wall dan Plane** di jendela **Hierarchy** lalu centang **Static** pada jendela **Inspector**. Ini akan membuat objek-objek tersebut dianggap tidak bergerak sehingga pencahayaan bisa di **Baked** menjadi tekstur **LightMap**.



Gambar Langkah 4

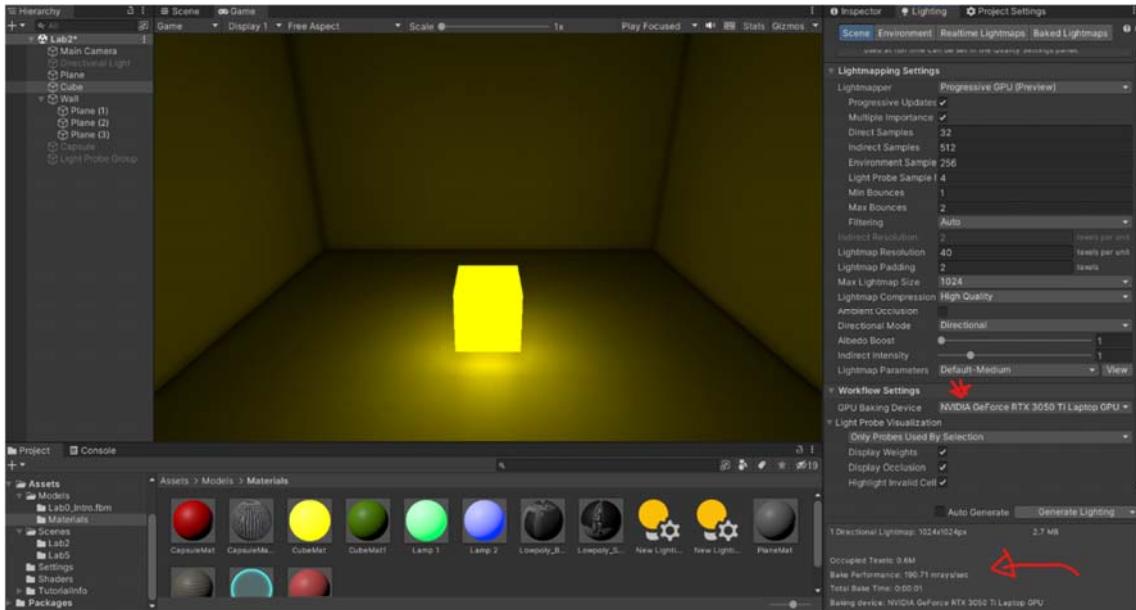
7. Klik pada kubus yang berada ditengah ruangan. Lihat setting material di jendela **Inspector** nya.
8. Ubah setting pada material **CubeMat** seperti pada Gambar. Caranya:
 - a) Centang bagian **Emission**.
 - b) Set **Base Map** ke warna **putih**,
 - c) Set **Emission Map** ke warna **kuning** dan set **Intensity = 3**.
 - d) Set **Global Illumination** ke **Baked**.
9. Pada setting **Lighting** / pencahayaan, pastikan:
 - a) **Realtime Global Illumination** tidak dicentang.
 - b) **Baked global illumination** dicentang.
 - c) **Lightmapper** nya diganti **Progressive GPU (Preview)** agar rendernya cepat menggunakan GPU.
 - d) **Tidak perlu mencentang Auto Generate** karena akan membuat Unity merender secara terus-menerus jika ada perubahan pada Scene.
10. Klik **Generate Lighting** dan tunggu prosesnya selesai. Scene anda akan sedikit demi sedikit menjadi terang karena ada cahaya dari objek kubus.



Gambar Langkah 8

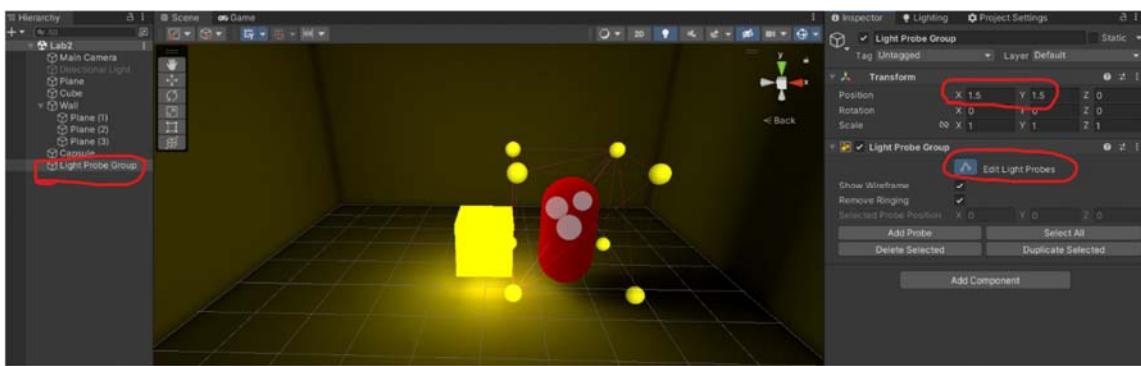
Gambar Langkah 9 dan Langkah 10

11. Informasi tentang GPU dan LightMap yang dibuat ada di bagian bawah setting Pencahayaan.

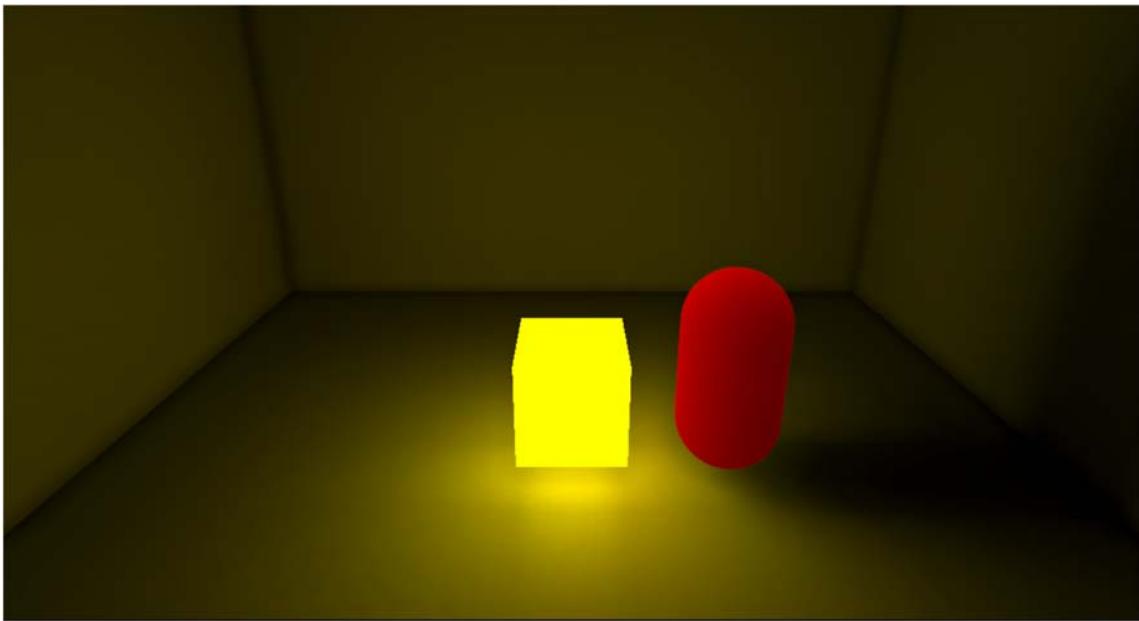


Pencahayaan pada Objek yang Dinamis

1. Baked lighting efektif untuk mengurangi komputasi saat melakukan rendering pada objek-objek yang statis (tidak bergerak) akan tetapi perlu strategi untuk menerapkannya pada objek yang dinamis. Hal ini bisa diatasi menggunakan **LightProbes**.
2. Pada jendela hierarchy, **klik kanan mouse – 3D object – Capsule**.
3. Berikan **Material** dengan nama **CapsuleMat** pada objek kapsul tersebut dengan warna **merah**.
4. **Translasikan** objek kapsul tersebut sehingga berada di sebelah kubus. Misal **X = -1.5, Y = 1.2, Z = 0**.
5. Pastikan pada jendela **Inspector** objek kapsul bagian **Static tidak dicentang**. Hal ini akan membuat objek kapsul tersebut **Dinamis** dan tidak ikut di **Baked**.
6. Pastikan di jendela **Inspector** objek kapsul di bagian **Lighting – Contributes Global Illumination dicentang** dan pada **Receive Global Illumination** dipilih **Light Probes**.
7. Agar objek yang dinamis dapat menerima cahaya maka buat **Light Probes** dengan cara **klik kanan – Light – Light Probe Group**. Atur **Light Probes** seperti pada Gambar (Misalnya di translasi ke **X=1.5, Y=1.5, Z=0**).
8. Misalnya anda ingin menambah bola **Light Probes**, klik **Edit Light Probes** lalu pilih bola yang akan di duplikat. Geser bola hasil duplikat tadi ke posisi yang diinginkan.



9. Klik **Generate Lighting** pada setting pencahayaan dan tunggu prosesnya selesai. Scene anda akan sedikit demi sedikit menjadi terang karena ada cahaya dari objek kubus dan objek kapsul akan tampak beserta bayangannya.



4.7. POST-TEST

Jawablah pertanyaan berikut (**Total Skor: 100**):

No	CPL	CPMK	Pertanyaan	Skor
1.	CPL-08	CPMK-03	Buatlah satu lagi sumber cahaya tapi dari objek sphere. Buat agar bola bercahaya hijau! Anda bisa melakukan langkah yang sama saat membuat objek kubus sebagai sumber cahaya.	100

4.8. HASIL CAPAIAN PRAKTIKUM

Diisi oleh asisten setelah semua assessment dinilai.

No	Bentuk Assessment	CPL	CPMK	Bobot	Skor (0-100)	Nilai Akhir (Bobot x Skor)
1.	Pre-Test	CPL-08	CPMK-03	20%		
2.	Praktik	CPL-08	CPMK-03	30%		
3.	Post-Test	CPL-08	CPMK-03	50%		

	Total Nilai
--	--------------------

REFERENSI

https://www.youtube.com/watch?v=VnG2gOKV9dw&ab_channel=Brackeys

PRAKTIKUM 5: SHADING

Pertemuan ke : 5

Total Alokasi Waktu : 90 menit

- Materi : 15 menit
- Pre-Test : 15 menit
- Praktikum : 45 menit
- Post-Test : 15 menit

Total Skor Penilaian : 100%

- Pre-Test : 20 %
- Praktik : 30 %
- Post-Test : 50 %

Pemenuhan CPL dan CPMK:

CPL-08	Mampu merancang dan mengimplementasikan algoritma/metode dalam mengidentifikasi dan memecahkan masalah yang melibatkan perangkat lunak dan pemikiran komputasi
CPMK-03	Mampu menjelaskan dan menerapkan pencahayaan, shading, dan teknik rendering seperti ray tracing, forward dan deferred rendering

5.1. DESKRIPSI CAPAIAN PEMBELAJARAN

Setelah mengikuti praktikum ini mahasiswa diharapkan mampu:

1. Menjelaskan tentang ragam sumber cahaya
2. Menjelaskan tentang model pantulan cahaya
3. Menjelaskan tentang Bidirectional Scattering Distribution Function (BSDF)
4. Menerapkan model pencahayaan dengan API

5.2. INDIKATOR KETERCAPAIAN PEMBELAJARAN

Indikator ketercapaian diukur dengan:

CPL-08	CPMK-03	Kemampuan mahasiswa dalam menjelaskan dan mengimplementasikan model shading.
--------	---------	--

5.3. TEORI PENDUKUNG

The High-Definition Render Pipeline (HDRP) uses a refraction algorithm to simulate light deviation and absorption within Materials. To speed up computation, HDRP uses the following assumptions about the path that light travels:

- Light first travels through air, then through the Material, and then through air again. This means that the algorithm calculates light deviation at both interfaces with the Material: air to Material, and Material to air.

- A simple shape can approximate the surface of the object. This shape is defined in the Refraction Model.

HDRP uses the refraction model to determine the deviated light direction and the distance that light travels within the Material. HDRP then ray cast against a probe proxy volume (Proxy Raycasting) to find the hit point of the refracted light ray.

Screen space refraction

The first tier of the refraction hierarchy is a screen space solution. To calculate screen space refraction, the algorithm traces a ray starting from the refractive object. It then refracts the ray according to the properties of the material. To compute the refracted ray, the algorithm assumes that the refractive object can be approximated as a simple shape (Refraction Model). The refracted ray will be then intersected against the proxy volume to find the right pixel in screen space that best approximates the result of the refracted ray.

Reflection Probes

The second level of the refraction hierarchy uses Reflection Probes. When screen space refraction does not manage to produce useful refraction data for a pixel, possibly because the area it reflects is off screen, HDRP uses Reflection Probes. Reflection Probes capture the Scene from their point of view, and store the result as a Texture. Refractive Materials in range of a Probe can query that Probe's Texture and then use it to simulate accurate refraction.

5.4. HARDWARE DAN SOFTWARE

Hardware dan software yang digunakan dalam praktikum ini yaitu:

1. Komputer.
2. Unity 202X.

5.5. PRE-TEST

Jawablah pertanyaan berikut (**Total Skor: 100**):

No	CPL	CPMK	Pertanyaan	Skor
1.	CPL-08	CPMK-03	Jelaskan perbedaan antara refleksi dan refraksi!	50
2.	CPL-08	CPMK-03	Bagaimana menerapkan refleksi pada Unity?	50

5.6. LANGKAH PRAKTIKUM

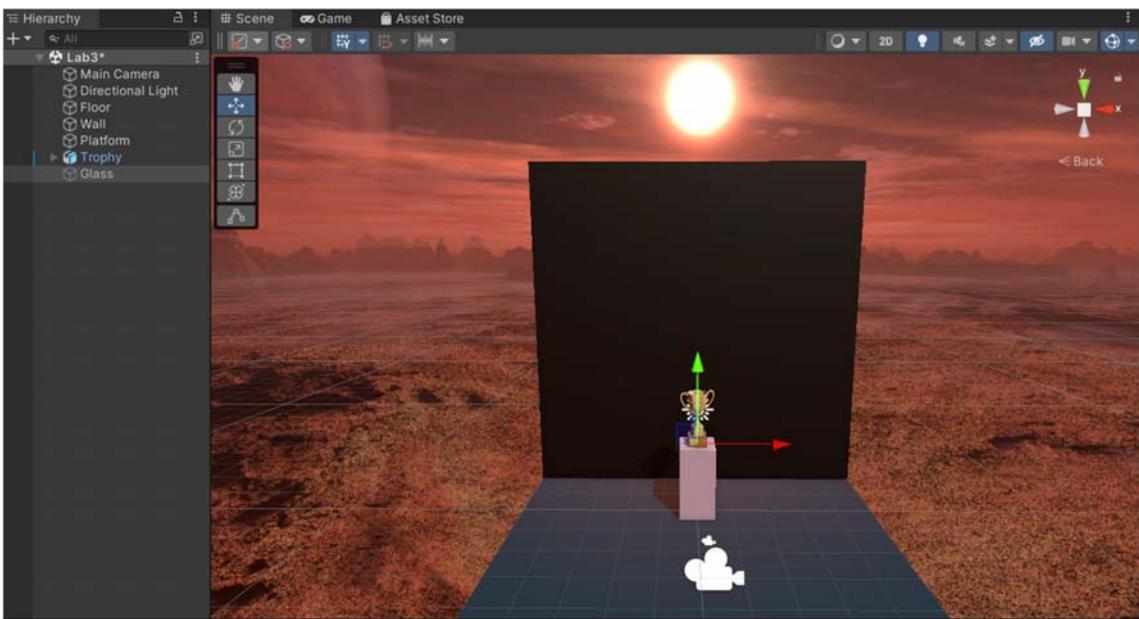
Aturan Penilaian (**Total Skor: 100**):

No	CPL	CPMK	Pertanyaan	Dokumen Pendukung	Skor
1.	CPL-08	CPMK-03	Selesaikan langkah praktikum Persiapan!	Hasil praktikum langkah Persiapan	30
2.	CPL-08	CPMK-03	Selesaikan langkah praktikum Membuat Model Kaca!	Hasil praktikum langkah Membuat Model Kaca	30
3.	CPL-08	CPMK-03	Selesaikan Langkah praktikum Membuat Refleksi dengan Probe!	Hasil langkah praktikum Membuat Refleksi dengan Probe	40

Persiapan

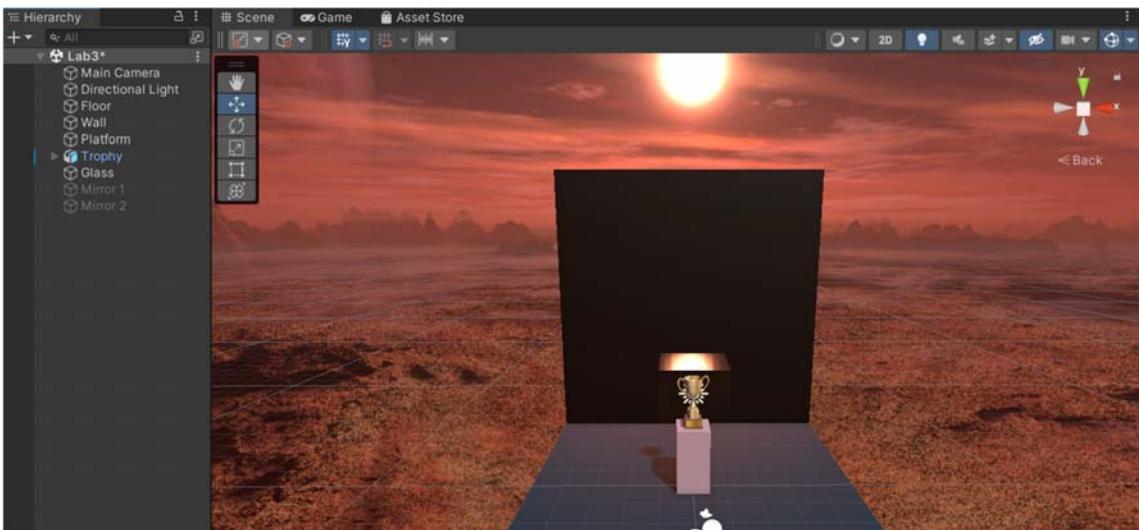
1. Buka Unity Hub. Buat project baru pada Unity. Pilih **New Project – 3D (HDRP)** – beri nama **Lab5_Nama_NIM**. Hafalkan lokasi folder project anda.
2. Buat folder baru di dalam folder **Assets** beri nama **Models**.

3. Buat folder baru di dalam folder **Models** beri nama **Materials**.
4. Buat objek lantai dengan cara:
 - a) Pada jendela hierarchy, **klik kanan mouse – 3D object – Plane**.
 - b) Ubah namanya di jendela **Hierarchy** menjadi **Floor**.
 - c) Pastikan objek **Floor** berada pada posisi **X=0, Y=0, Z=0**.
5. Buat objek dinding dengan cara:
 - a) Pada jendela hierarchy, **klik kanan mouse – 3D object – Plane**.
 - b) Ubah namanya di jendela **Hierarchy** menjadi **Wall**.
 - c) **Pindahkan** objek **Wall** ke posisi **X=0, Y=5, Z=5**.
 - d) **Rotasikan** objek **Wall** di sumbu **X= -90**.
6. Buat objek platform dengan cara:
 - a) Pada jendela hierarchy, **klik kanan mouse – 3D object – Cube**.
 - b) Ubah namanya di jendela **Hierarchy** menjadi **Platform**.
 - c) **Perbesar** objek **Platform** dengan factor skala **X=1, Y=2, Z=1**.
 - d) **Pindahkan** objek **Platform** di posisi **X=0, Y=1, Z=0**.
7. Buat material baru untuk dipasangkan pada ketiga objek tersebut. Caranya:
 - a) Buka folder **Models/Materials**.
 - b) **Klik kanan** pada jendela **Project** lalu **Create – Material**.
 - c) Ulangi **2x lagi** untuk membuat material berikutnya.
 - d) Beri nama ketiga material tersebut **FloorMat**, **WallMat** dan **PlatformMat**.
 - e) Beri warna ketiga material tersebut di **Base Map** seperti pada Gambar di bawah.
 - f) Drag masing-masing material ke objek-objek tersebut.
8. Download objek **Trophy** dengan format FBX di link berikut.
https://drive.google.com/file/d/1h6xT7JfvYpGKIIQfMPxnF8xU_ev9gy7c/view?usp=sharing
9. Extract file **Trophy** tersebut. Anda akan menemukan 1 file **FBX** dan 1 folder tekstur. Copy kan semua ke **Project** anda di folder **Assets/Models/**.
10. Buat objek trophy dengan cara:
 - a) Klik file **Trophy** tersebut di jendela **Project** lalu di jendela **Inspector** nya pilih **Model**.
 - b) **Hilangkan centang** pada **Convert Units**.
 - c) **Centang** pada **Generate Lightmatps UVs** lalu klik **Apply**.
 - d) Pilih **Material** kemudian klik **Extract Material** lalu pilih folder **Materials** untuk menyimpan hasil ekstraksi materials tersebut.
 - e) Drag file **Trophy** ke jendela **Hierarchy** maka objek **Trophy** akan muncul di jendela **Editor**.
 - f) **Perbesar** objek **Trophy** tersebut dengan factor skala **X=5, Y=5, Z=5**.
 - g) **Pindahkan** objek **Trophy** tersebut di posisi **X=0, Y=2, Z=0**.
 - h) **Rotasikan** objek **Trophy** tersebut di sumbu **Y=180**.
11. Ubah Skybox dengan cara:
 - a) Download **skybox** di link berikut:
https://drive.google.com/file/d/1FPtLPz2JCPDoaSaWT9kMse34e7aa3jJ_/view?usp=sharing
 - b) Ekstrak file **HDRISkyBox** tersebut. Anda akan menemukan 2 file yaitu **.mat** dan **.hdr**. Copy kan semua ke **Project** and di folder **Asset/Models/**.
 - c) Klik pada file **UnearthlyRed4K.hdr** lalu di jendela **Inspector** ganti **texture shape** nya ke **Cube**.
 - d) Klik pada file **UnearthlyRed.mat** lalu di jendela **Inspector** bagian **Cubemap (HDR)** pilih file **UnearthlyRed4K.hdr**.
 - e) Masuk ke **File – Build Setting – Player Settings – HDRP Global Settings** – cari bagian **HDRI Sky**.
 - f) Drag file **UnearthlyRed4K.hdr** ke **HDRI Sky** untuk menggantikan **skybox** default dari Unity.
12. Hasil tampilan ketiga objek diatas yaitu **Floor**, **Wall**, **Platform** dan **Trophy** ditunjukkan pada Gambar berikut.



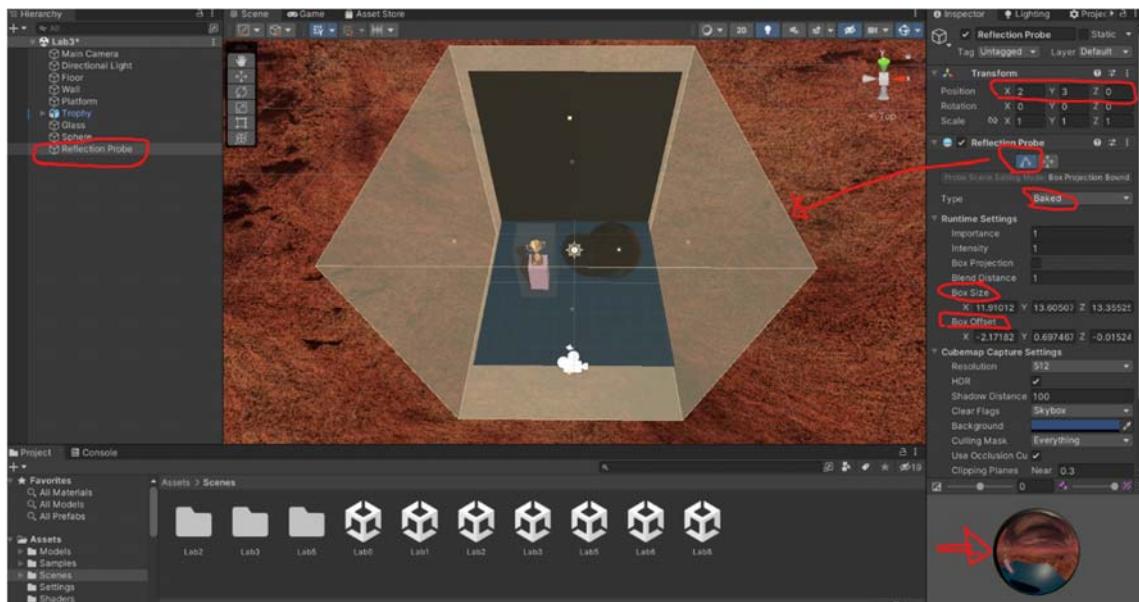
Membuat Model Kaca

1. Buat objek kaca dengan cara:
 - a) Pada jendela **Hierarchy**, klik kanan mouse – **3D object – Cube**.
 - b) Ubah namanya di jendela **Hierarchy** menjadi **Glass**.
 - c) Perbesar objek **Glass** dengan faktor skala **X=2, Y=4, Z=2**.
 - d) Pindahkan objek **Glass** ke posisi **X=0, Y=2, Z=0**.
2. Buat material baru untuk dipasangkan pada objek **Glass**. Caranya:
 - a) Buka folder **Models/Materials**.
 - b) Klik kanan pada jendela **Project** lalu **Create – Material**.
 - c) Beri nama material tersebut **GlassMat**.
 - d) Drag material ke objek tersebut.
3. Untuk membuat objek **Glass** menjadi kaca lakukan cara berikut:
 - a) Di jendela **Inspector – Materials – Surface Type** – Ganti **Opaque** ke **Transparent**.
 - b) Klik **warna** pada **Base Map** dan ganti channel **A** atau **Alpha** dengan nilai **10**.
 - c) Pada bagian **Metallic Map** ubah nilainya dari **0** menjadi **1** dengan menggeser slidernya.
 - d) Pada bagian **Smoothness** ubah nilainya dari **0** menjadi **1** dengan menggeser slidernya.

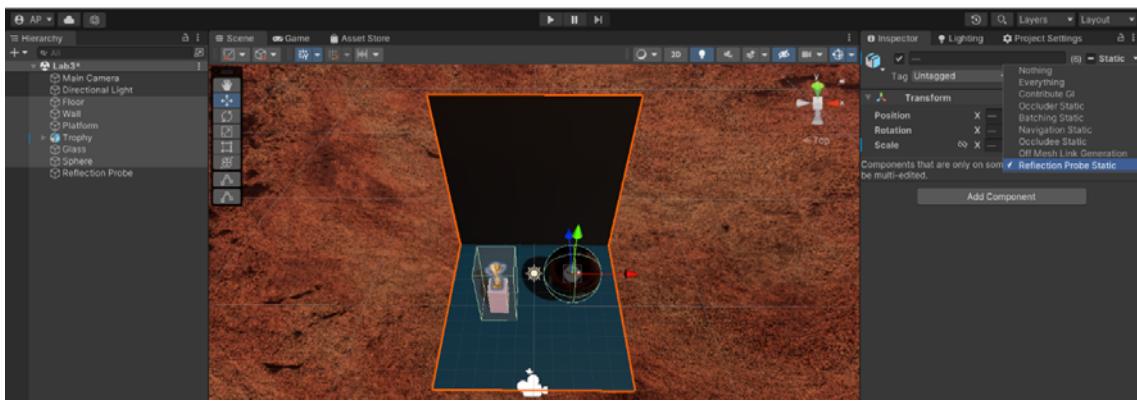


Membuat Refleksi dengan Probe

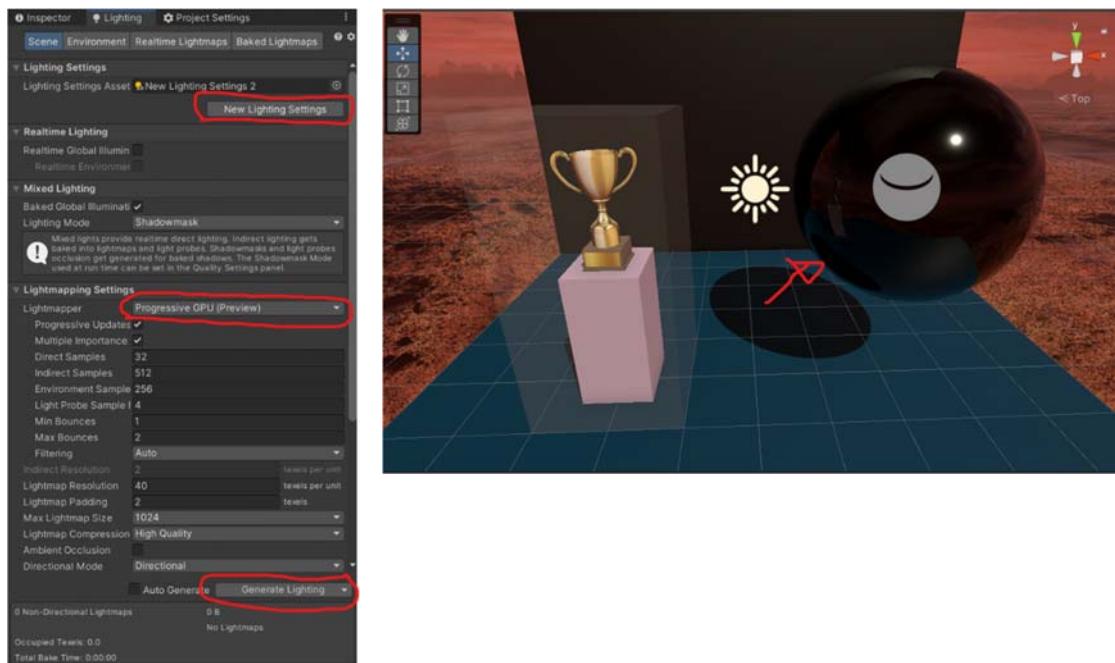
1. Buat refleksi dengan cara:
 - a) Pada jendela hierarchy, **klik kanan mouse – 3D object – Sphere**.
 - b) Ubah namanya di jendela **Hierarchy** menjadi **Sphere**.
 - c) **Pindahkan objek Sphere** ke posisi **X=2, Y=3, Z=0**.
 - d) **Perbesar objek Sphere** di sumbu **X=3, Y=3, Z=3**.
 - e) **Pindahkan objek Trophy, Platform, Glass** ke posisi **X=-2**
2. Buat material baru untuk dipasangkan pada objek **Sphere**. Caranya:
 - a) Buka folder **Models/Materials**.
 - b) **Klik kanan** pada jendela **Project** lalu **Create – Material**.
 - c) Beri nama material tersebut **SphereMat**.
 - d) Beri warna pada **Base Map** nya misalnya hitam.
 - e) **Drag** material tersebut ke objek **Sphere**.
3. Untuk membuat objek **Sphere** bisa refleksi lakukan cara berikut:
 - a) Pada bagian **Smoothness** ubah nilainya dari **0** menjadi **1** dengan menggeser slidernya.
 - b) Pada jendela **Hierarchy**, buat reflection dengan cara **klik kanan – Light – Reflection Probe**.
 - c) Pindahkan **Reflection Probe** ke posisi **X=2, Y=3, Z=0**.
 - d) Edit box dari **Reflection Probe** sehingga box tersebut melingkupi semua objek-objek yang ada di Scene dengan cara pada bagian **Box Size – Set X=20, Y=20, Z=20** dan **Box Offset** ke **X=0, Y=0, Z=0**.
 - e) Pastikan **reflection probe** pada mode **Baked**.



4. Pada jendela Hierarchy pilih objek **Floor, Wall, Platform, Trophy** kemudian centang **Reflection Probe Static** seperti pada Gambar.



5. Klik **Window – Lighting – Setting** untuk membuka pengaturan pencahayaan.
6. Klik **New Lighting Settings** lalu ubah **Progressive GPU (Preview)** dan klik **Generate Lighting**.
7. Objek sphere akan merefleksikan sekelilingnya.



5.7. POST-TEST

Jawablah pertanyaan berikut (**Total Skor: 100**):

No	CPL	CPMK	Pertanyaan	Skor
1.	CPL-08	CPMK-03	Buatlah refleksi pada objek Kubus seperti anda menerapkan refleksi pada objek Sphere.	100

5.8. HASIL CAPAIAN PRAKTIKUM

Diisi oleh asisten setelah semua assessment dinilai.

No	Bentuk Assessment	CPL	CPMK	Bobot	Skor (0-100)	Nilai Akhir (Bobot x Skor)
1.	Pre-Test	CPL-08	CPMK-03	20%		
2.	Praktik	CPL-08	CPMK-03	30%		
3.	Post-Test	CPL-08	CPMK-03	50%		
Total Nilai						

REFERENSI

https://www.youtube.com/watch?v=VnG2gOKV9dw&ab_channel=Brackeys

PRAKTIKUM 6: PEMETAAN TEKSTUR

Pertemuan ke : 6

Total Alokasi Waktu : 90 menit

- Materi : 15 menit
- Pre-Test : 15 menit
- Praktikum : 45 menit
- Post-Test : 15 menit

Total Skor Penilaian : 100%

- Pre-Test : 20 %
- Praktik : 30 %
- Post-Test : 50 %

Pemenuhan CPL dan CPMK:

CPL-07	Mampu menerapkan konsep teoritis bidang area Informatika terkait matematika dasar dan ilmu komputer untuk memodelkan masalah dan meningkatkan produktivitas
CPMK-02	Mampu menjelaskan dan menerapkan shaders, pemetaan tekstur, tekstur prosedural, sampling dan anti-aliasing

6.1. DESKRIPSI CAPAIAN PEMBELAJARAN

Setelah mengikuti praktikum ini mahasiswa diharapkan mampu:

1. Menjelaskan tentang konsep tekstur
2. Menjelaskan konsep pemetaan tekstur 2D
3. Menjelaskan metode-metode pemetaan tekstur
4. Menerapkan pemetaan tekstur dengan API OpenGL

6.2. INDIKATOR KETERCAPAIAN PEMBELAJARAN

Indikator ketercapaian diukur dengan:

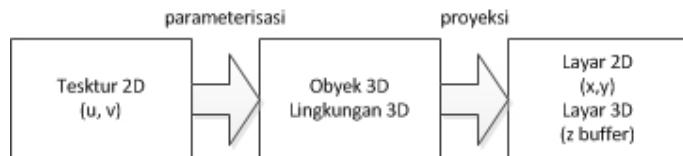
CPL-07	CPMK-02	Kemampuan mahasiswa dalam menjelaskan dan mengimplementasikan pemetaan tekstur pada objek dengan OpenGL
--------	---------	---

6.3. TEORI PENDUKUNG

Tekstur merupakan bentuk terstruktur dari storage yang dapat diakses untuk dibaca atau ditulis oleh shaders. Biasanya digunakan untuk menyimpan data citra tekstur 2D. Tekstur dapat dipetakan dengan cara sebagai berikut:

- Menentukan koordinat 2D (s, t) yang merupakan koordinat pada citra
- Normalisasi ke rentang [0, 1] yang kemudian disebut koordinat tekstur
- Memetakan koordinat tekstur ke setiap vertex di permukaan 3D
- Memetakan tekstur parametrik dengan mengubah nilai pikselnya sesuai yang diinginkan.

Skema pemetaan tekstur ditunjukkan Gambar 6.1 berikut. Pada praktikum04 akan ditunjukkan cara menerapkan tekstur 2D dengan menggunakan fungsi tekstur pada OpenGL.



Gambar 6.1 Skema Pemetaan Tekstur 2D

6.4. HARDWARE DAN SOFTWARE

Hardware dan software yang digunakan dalam praktikum ini yaitu:

1. Komputer.
2. Blender.

6.5. PRE-TEST

Jawablah pertanyaan berikut (**Total Skor: 100**):

No	CPL	CPMK	Pertanyaan	Skor
1.	CPL-07	CPMK-02	Sebutkan manfaat dari penerapan tekstur pada objek 3D!	50
2.	CPL-07	CPMK-02	Jelaskan langkah penerapan tekstur dari proses unwrapping UV Map!	50

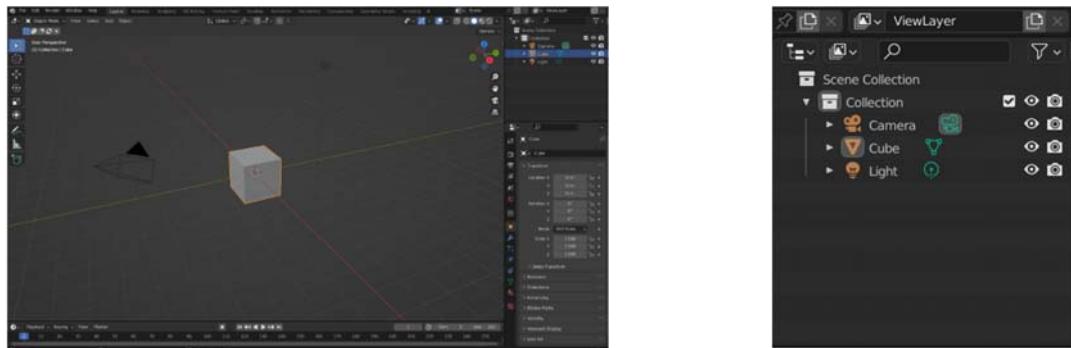
6.6. LANGKAH PRAKTIKUM

Aturan Penilaian (**Total Skor: 100**):

No	CPL	CPMK	Pertanyaan	Dokumen Pendukung	Skor
1.	CPL-07	CPMK-02	Selesaikan langkah praktikum Persiapan!	Hasil praktikum langkah Persiapan	30
2.	CPL-07	CPMK-02	Selesaikan langkah praktikum Membuat model 3D!	Hasil praktikum langkah Membuat model 3D	30
3.	CPL-07	CPMK-02	Selesaikan langkah praktikum Pemetaan Tekstur!	Hasil praktikum Langkah Pemetaan Tekstur	40

Persiapan:

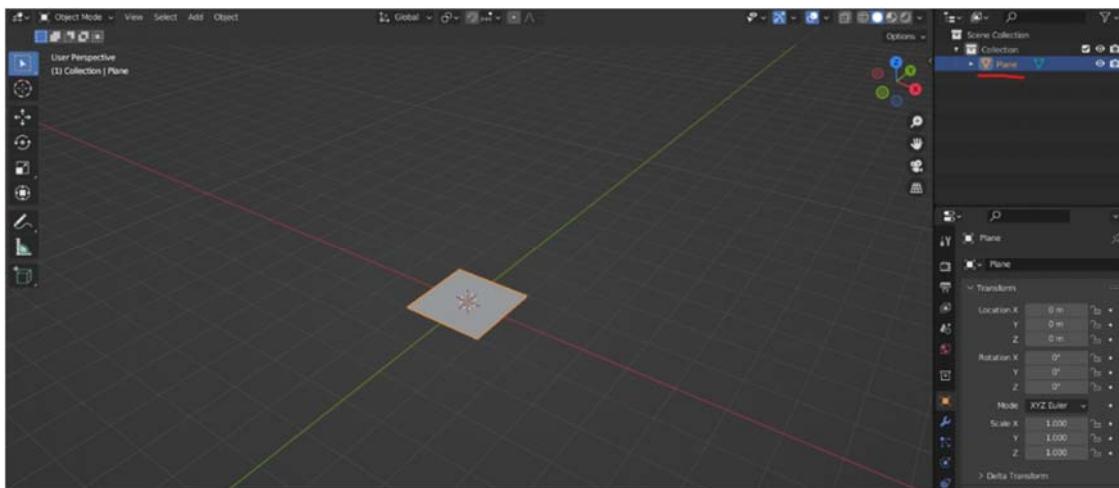
1. Buka aplikasi Blender 3.X maka otomatis anda akan membuat project baru. Di dalam project tersebut Blender secara otomatis membuat 1 objek kubus, 1 kamera dan 1 light (sumber cahaya) seperti pada Gambar berikut.



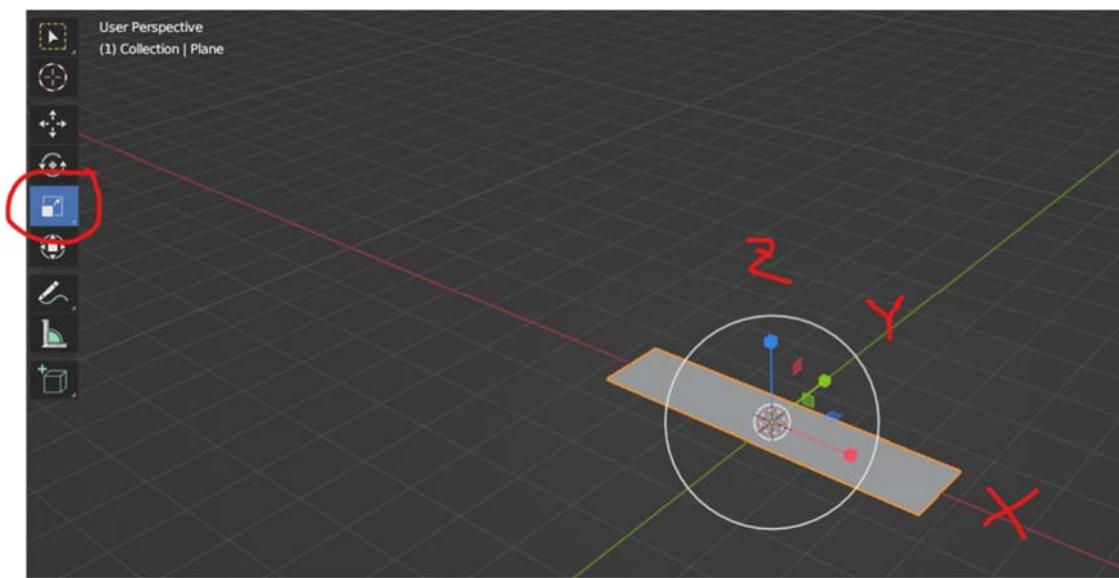
2. Simpan project tersebut dengan nama **Lab6_Nama_NIM.blend**.
3. Hapus semua object di layar editor dengan cara tekan **A** lalu **X** lalu pilih **Delete**.

Membuat Model 3D

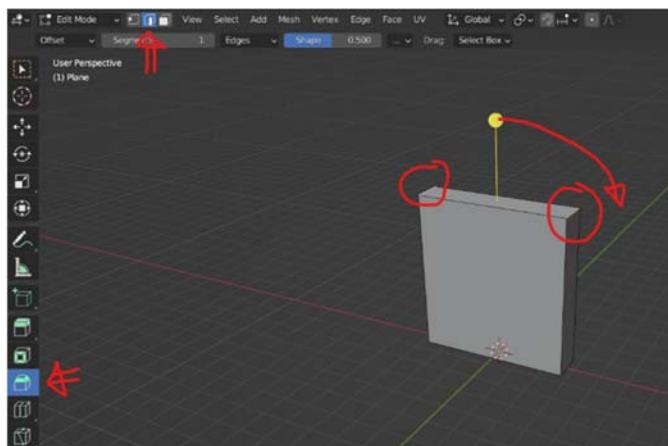
4. Tambahkan objek **Plane** ke dalam editor. Anda bisa klik menu **Add – Mesh – Plane** atau menggunakan shortcut dengan menekan tombol **Shift + A** dan pilih **Mesh – Plane**.



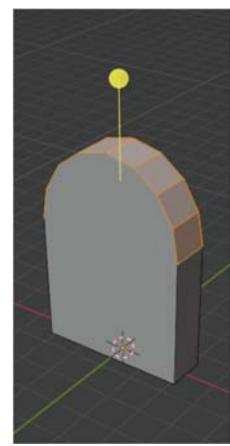
5. Scaling objek **Plane** tersebut dengan cara tekan tombol **Scale** disamping kiri lalu tarik ke arah sumbu X (garis merah) dan sumbu Y (garis hijau) sehingga membentuk hasil seperti pada Gambar. Atau jika anda ingin menggunakan shortcut maka tekan **S** lalu **X** kemudian tarik ke arah sumbu X dan tekan **S** lalu **Y** kemudian tarik ke arah sumbu Y.



6. Ubah dari **Object Mode** ke **Edit Mode** untuk memanipulasi objek.
7. Extrude objek **Plane** tersebut ke atas dengan memilih tombol **Extrude** atau shortcut **E**.
8. Klik select mode – **Edge Select** untuk mengubah selection ke edge atau menggunakan shortcut 2. Pilih 2 garis tepian/edge di bagian atas objek dengan cara **Shift + klik kiri** di kedua edges tersebut.
9. **Bevel** kedua tepian tadi dengan cara menarik bulatan kuning ke samping bawah sampai berbentuk segitiga lalu di **scroll mouse** untuk menambah segment dari bevelnya.

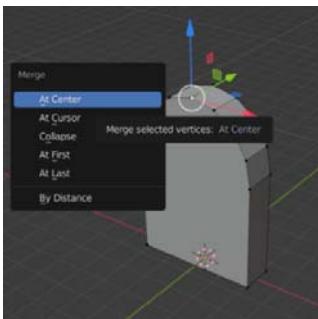


Gambar Langkah 8

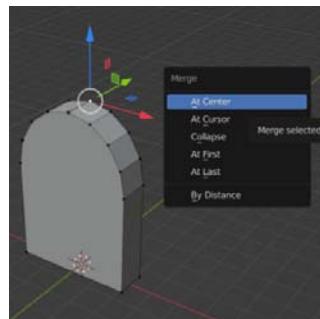


Gambar Langkah 9

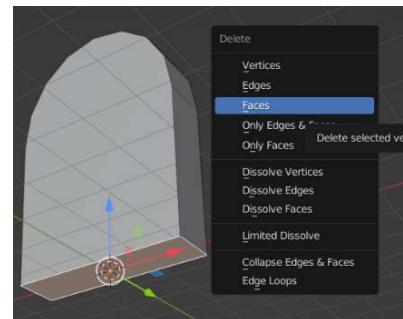
10. Ubah mode dari **Edge Mode** ke **Vertex Mode**. Pilih 2 vertex yang berdekatan di tengah (anda mungkin perlu zoom in untuk melihatnya) kemudian tekan **M** untuk merge vertex **at Center**. Ini agar 2 vertex yang berdekatan tersebut di merge menjadi satu vertex di posisi tengah. Lakukan hal yang sama untuk vertex di belakangnya.
11. Ubah mode dari **Vertex Mode** ke **Face Mode**. Pilih face di bagian bawah objek dan tekan **X** lalu **Delete** untuk menghapusnya.



Gambar Langkah 10

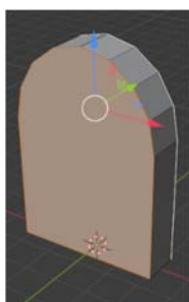
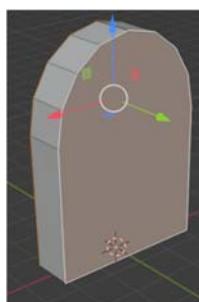
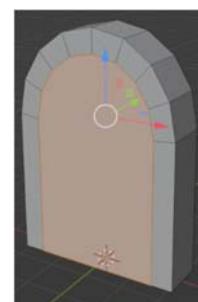
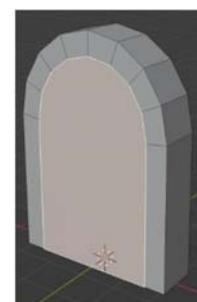
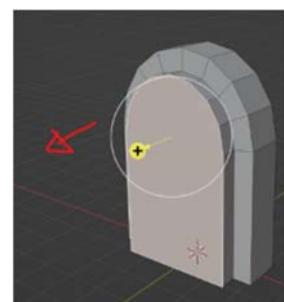


Gambar Langkah 10

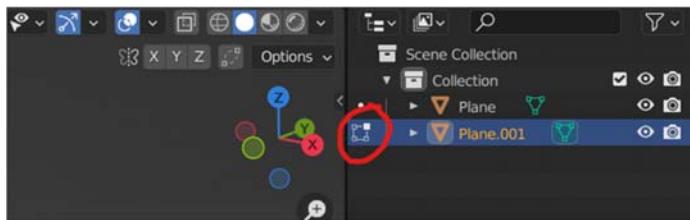


Gambar Langkah 11

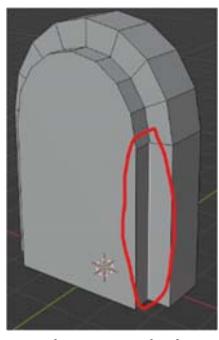
12. Masih di **Face Mode**. Pilih 2 face di bagian depan dan belakang objek. Tekan shortcut **I** untuk melakukan **Inset** lalu shortcut **B** untuk melakukan boundary inset.
13. Pilih face yang didepan saja kemudian klik tombol **Extrude** atau shortcut **E**. Tarik ke depan sedikit.

Gambar
Langkah 12 -
Pilih face depanGambar Langkah
12 - Pilih face
belakangGambar
Langkah 12-
Inset + BGambar
Langkah 13 -
Pilih face depanGambar Langkah 13 -
Extrude

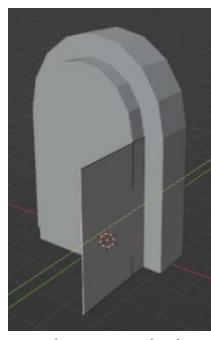
14. Ubah ke **Edge Mode**. Pilih edge pada objek seperti di Gambar kemudian tekan **Shift + D** untuk duplikat lalu **klik kanan**. Tekan tombol **P** lalu pilih **Selection** untuk memisahkan edge yang telah diduplikat tadi.



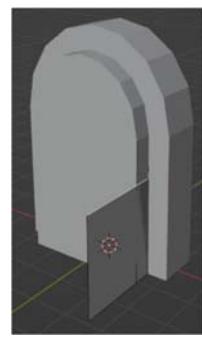
15. Pilih objek hasil duplikat tadi lalu **Extrude** ke depan di sumbu **X** atau shortcut **E** lalu **X** kemudian tarik ke depan.
 16. Pilih edge yang di atas lalu tekan tombol **Move** atau shortcut **G** dan geser ke bawah.
 17. Tekan **A** untuk **Select All** lalu **Extrude** ke samping atau shortcut **E** lalu tekan **X** geser ke samping.



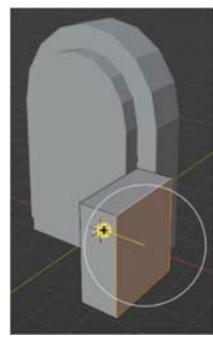
Gambar Langkah 14



Gambar Langkah 15

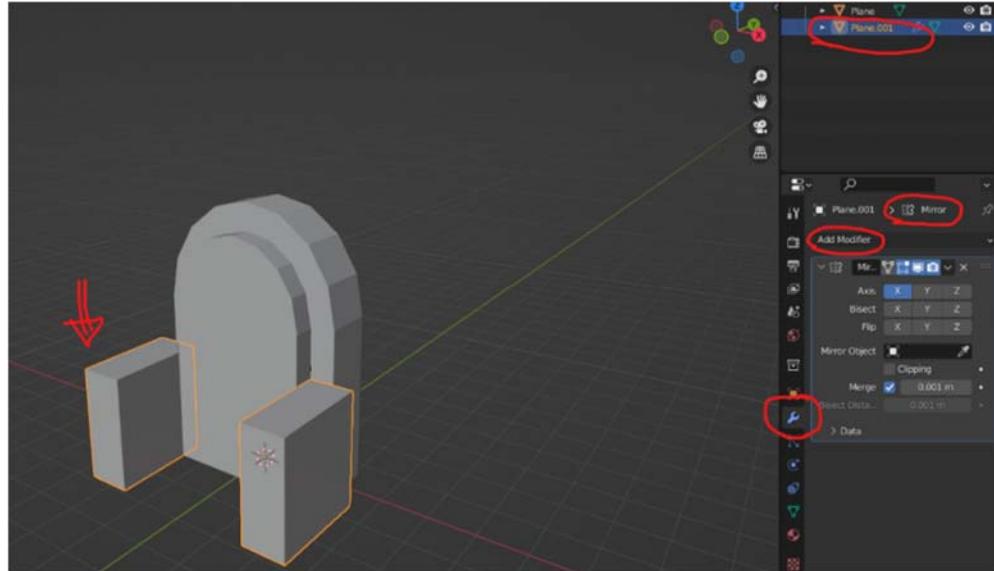


Gambar Langkah 16



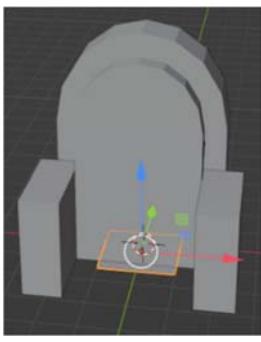
Gambar Langkah 17

18. Ubah ke **Object Mode**. Masih pilih objek di Langkah 17, pilih **Modifier** di deretan menu bagian kanan lalu pilih **Mirror**. Hal ini akan membuat objek di Langkah 17 menjadi dicerminkan (ada 2).

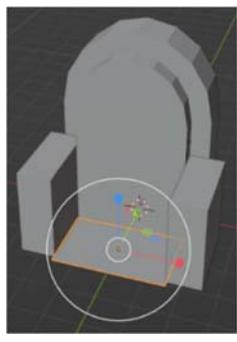


19. Tambahkan objek **Plane** ke dalam editor. Anda bisa klik menu **Add – Mesh – Plane** atau menggunakan shortcut dengan menekan tombol **Shift + A** dan pilih **Mesh – Plane**.

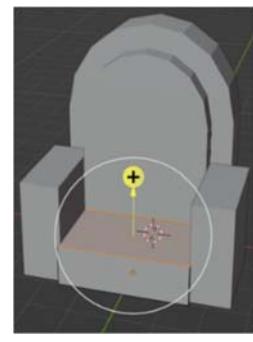
20. Scale dan Move objek **Plane** tersebut sehingga berada di dasar objek.
21. Ubah ke **Face Mode**. Extrude objek **Plane** tersebut ke atas.
22. Ubah ke **Edge Mode**. Pilih edge yang didepan kemudian terapkan **Bevel** sambil scroll mouse untuk menambah atau mengurangi segmen nya.



Gambar Langkah 19



Gambar Langkah 20

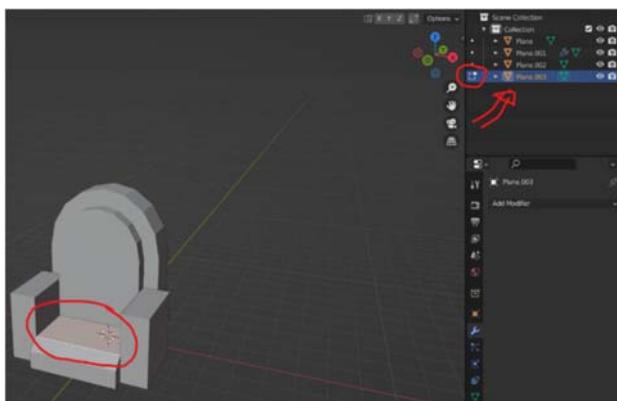


Gambar Langkah 21

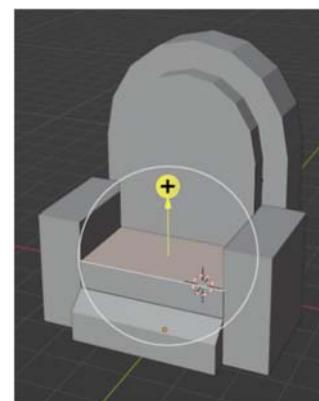


Gambar Langkah 22

23. Ubah ke **Face Mode**. Pilih face bagian atas kemudian **Shift + D** untuk duplikat lalu tekan **klik kanan**. Tekan **P** lalu pilih **Selection** untuk memisahkan objek yang diduplikat tadi.
24. Pilih objek yang diduplikat tadi kemudian **Extrude** ke atas atau shortcut **E** lalu tarik ke atas.

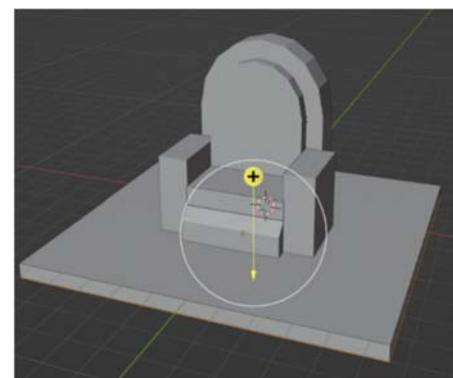
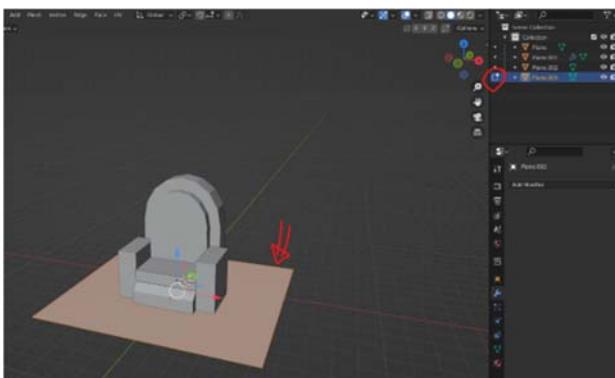


Gambar Langkah 23



Gambar Langkah 24

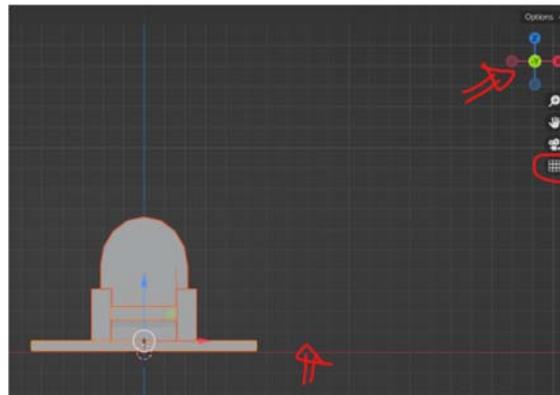
25. Tambahkan objek **Plane** ke dalam editor. Anda bisa klik menu **Add – Mesh – Plane** atau menggunakan shortcut dengan menekan tombol **Shift + A** dan pilih **Mesh – Plane**.
26. Scale dan Move objek **Plane** tersebut sehingga berada di dasar objek.
27. Ubah ke **Face Mode**. Extrude objek **Plane** tersebut ke bawah. Hal ini akan membuat platform dari objek tersebut.



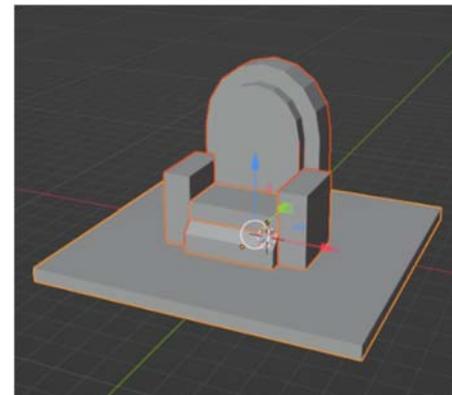
Gambar Langkah 26

Gambar Langkah 27

28. Ubah ke **Object Mode**. Pilih semua objek dengan shortcut **A** lalu ubah view ke **ortografik** tampak depan. **Move** objek agar berada di sumbu **Y = 0**.
29. Objek sudah selesai dibuat.



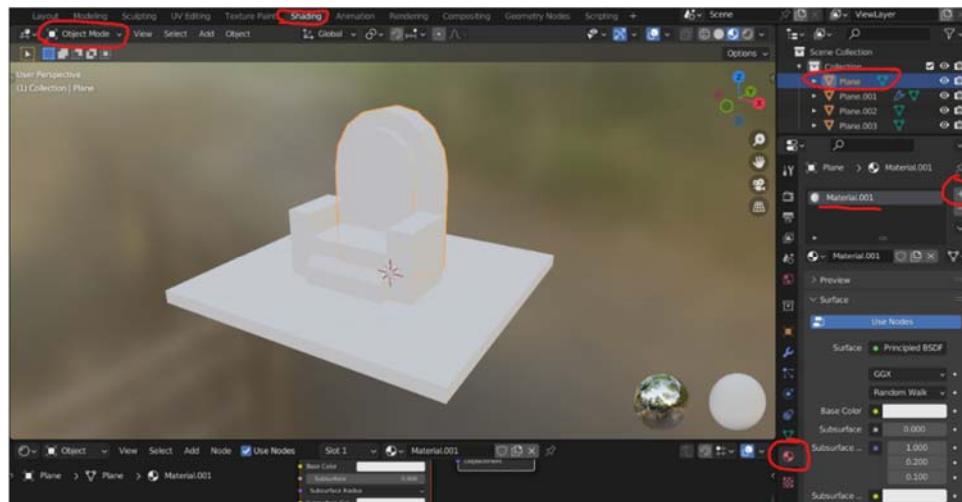
Gambar Langkah 28



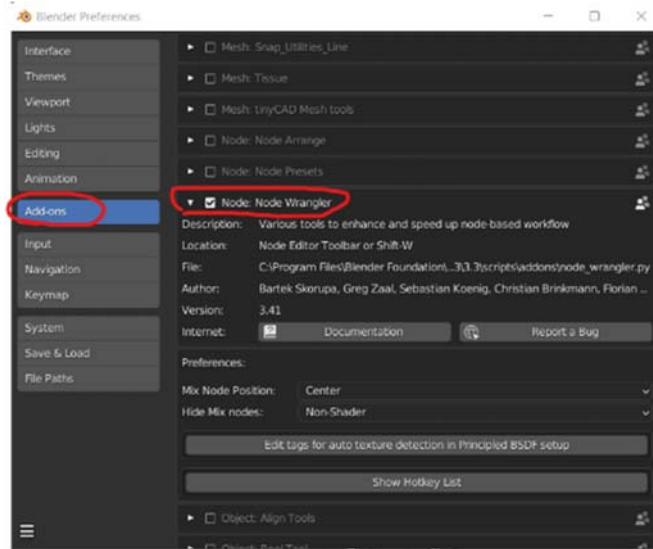
Gambar Langkah 29

Pemetaan Texture

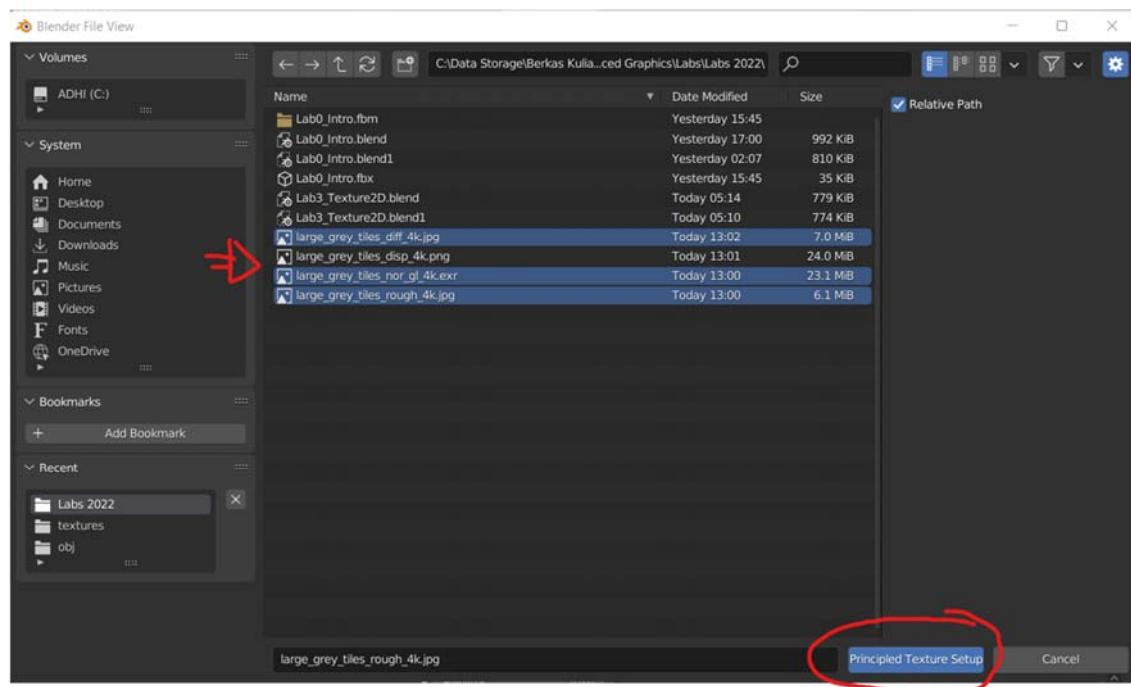
1. Pastikan semua **Normal** sudah dikomputasi. Pilih **Edit Mode** lalu tekan **A** untuk memilih semua objek. Tekan **Shift + N** untuk rekalkulasi Normal.
2. Masuk ke **Screen Shading** di bagian atas. Pilih objek sembarang. Pilih **Material** di deretan menu bagian kanan lalu klik **New**. Ini akan membuat material bagi objek. Beri nama **Stone**.



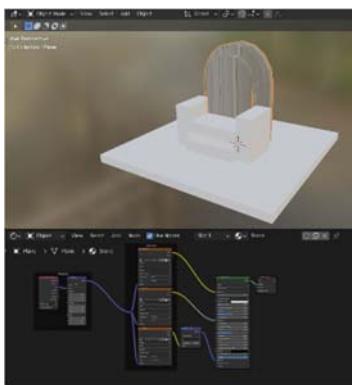
3. Download texture dari link berikut.
<https://drive.google.com/file/d/1wryOG7wf8V1ULQciqwD7AexOSsmQpmaw/view?usp=sharing>
4. Aktifkan addon **Node Wrangler** dengan cara masuk menu **Edit – Preference – Addons - Centang Node Wrangler**.



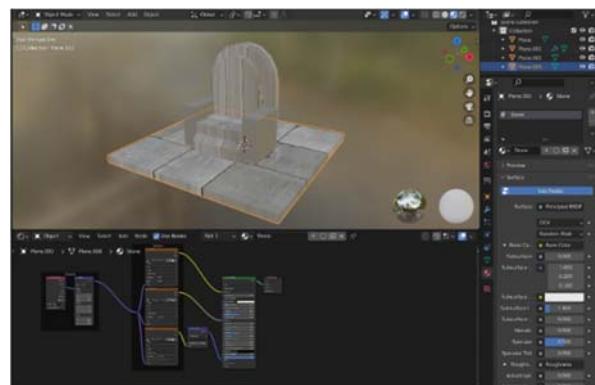
5. Tekan **Ctrl + Shift + T** untuk membuka folder texture. Cari texture yang anda download sebelumnya. Pilih **diffuse map (diff)**, **normal map (nor)** dan **roughness map (rough)**. Lalu tekan **Principle Texture Setup**.



6. Secara otomatis tekstur akan ter setting ke dalam node material **Stone** tadi. Pasang material yang sama untuk objek-objek lainnya.

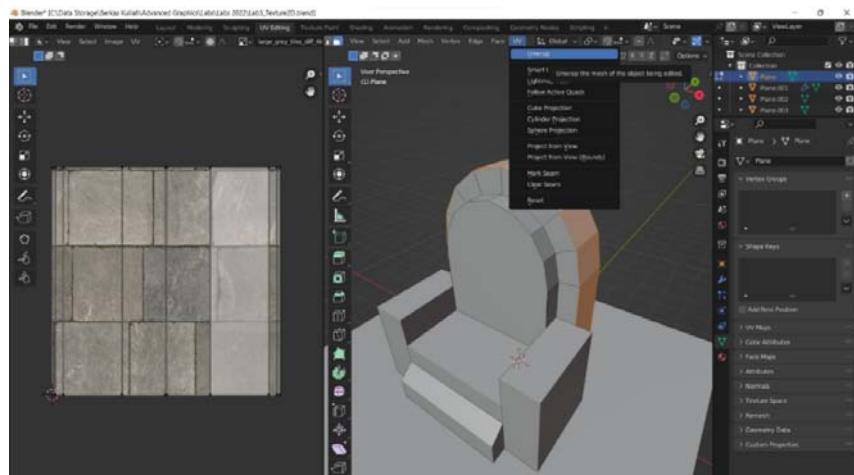


Gambar hasil Langkah 6

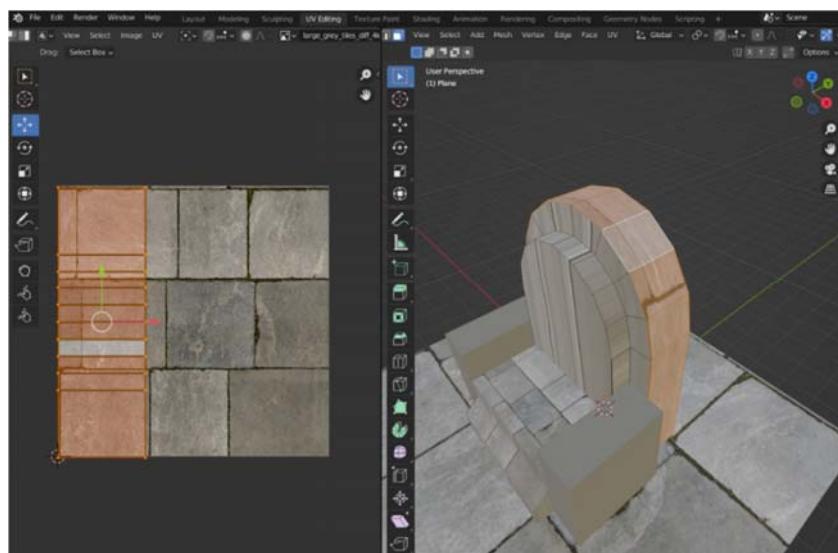


Gambar Langkah 6

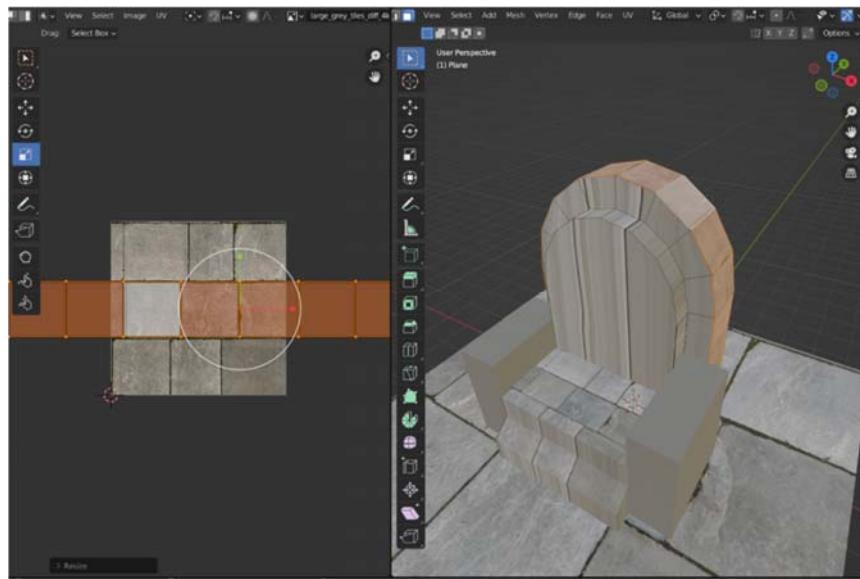
7. Masuk ke **Screen UV Editing**. Masuk ke **Edit Mode** lalu pilih **Face Mode**. Pilih objek pertama. Pilih bagian tepian objek dengan cara klik salah satu face kemudian **Alt + klik** face disebelahnya.



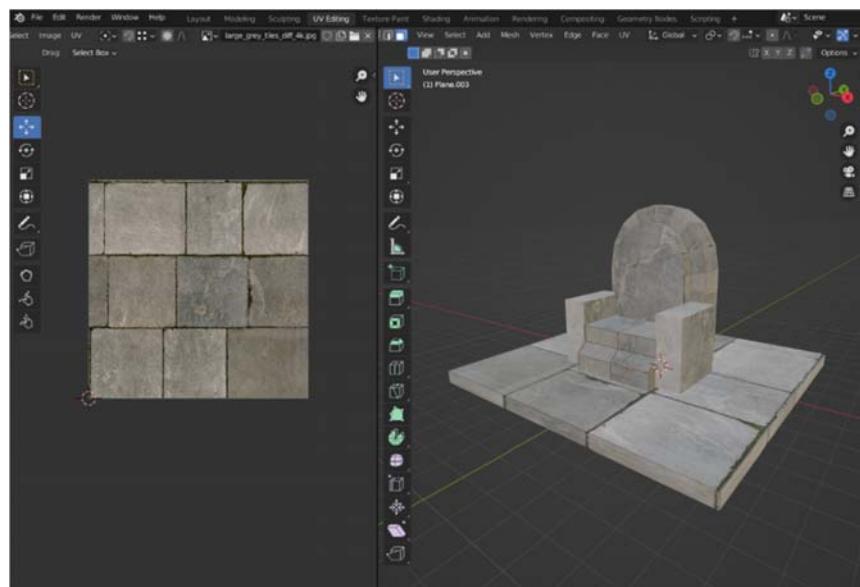
8. Pilih menu **UV** atau shortcut **U** lalu pilih **Unwrap** atau kalau hasil unwrapping jelek anda bisa pilih **Smart UV Unwrap**. Ini akan memberikan lokasi pemetaan tekstur pada objek.
9. Ganti tampilan objek menjadi **Material Preview** dengan cara tekan **Z** lalu pilih **Material Preview**.



10. Gunakan **Move**, **Scale** atau **Rotate** pada **Mode Vertex**, **Edge** atau **Face** untuk mencocokkan posisi tekstur pada objek. Langkah ini tidak harus mirip hasilnya tetapi harus tampak wajar.



11. Terapkan hal yang sama untuk bagian permukaan dan objek yang lain.
 12. Hasil akhir kira-kira seperti ini. Hasilnya tidak harus mirip yang penting tekturnya tampak wajar.



6.7. POST-TEST

Jawablah pertanyaan berikut (**Total Skor: 100**):

No	CPL	CPMK	Pertanyaan	Skor
1.	CPL-07	CPMK-02	Terapkan tekstur yang lain pada objek tersebut! Misalnya tekstur berikut https://drive.google.com/file/d/1pHyD4Cu3HoTcWwmcr3yTaTi8s6yWSp-z/view?usp=sharing	100

6.8. HASIL CAPAIAN PRAKTIKUM

Diisi oleh asisten setelah semua assessment dinilai.

No	Bentuk Assessment	CPL	CPMK	Bobot	Skor (0-100)	Nilai Akhir (Bobot x Skor)
1.	Pre-Test	CPL-07	CPMK-02	20%		
2.	Praktik	CPL-07	CPMK-02	30%		
3.	Post-Test	CPL-07	CPMK-02	50%		
Total Nilai						

REFERENSI

https://www.youtube.com/watch?v=z9n0C25RENo&ab_channel=PolygonRunway

PRAKTIKUM 7: TEKSTUR PROSEDURAL

Pertemuan ke : 7

Total Alokasi Waktu : 90 menit

- Materi : 15 menit
- Pre-Test : 15 menit
- Praktikum : 45 menit
- Post-Test : 15 menit

Total Skor Penilaian : 100%

- Pre-Test : 20 %
- Praktik : 30 %
- Post-Test : 50 %

Pemenuhan CPL dan CPMK:

CPL-07	Mampu memilih, membuat dan menerapkan teknik, sumber daya, penggunaan perangkat teknik modern dan implementasi teknologi informasi untuk memecahkan masalah
CPMK-02	Mampu menjelaskan dan menerapkan pemetaan tekstur, tekstur prosedural, sampling dan anti-aliasing

7.1. DESKRIPSI CAPAIAN PEMBELAJARAN

Setelah mengikuti praktikum ini mahasiswa diharapkan mampu:

1. Menjelaskan konsep tekstur prosedural
2. Menjelaskan cara pemetaan tekstur lingkungan: refleksi
3. Menjelaskan metode pemetaan teksur dengan Bump mapping dan displacement mapping
4. Menerapkan pemetaan tekstur prosedural dengan API OpenGL

7.2. INDIKATOR KETERCAPAIAN PEMBELAJARAN

Indikator ketercapaian diukur dengan:

CPL-07	CPMK-02	Kemampuan mahasiswa dalam menjelaskan dan mengimplementasikan tekstur procedural pada objek.
--------	---------	--

7.3. TEORI PENDUKUNG

Tesktur procedural merupakan tekstur yang dibuat dari sebuah fungsi yang menghitung koordinat tekstur. Tekstur yang bisa dibuat dengan fungsi prosedural seperti tekstur pola kayu dan marble yang dibuat dengan fungsi sinus harmonik yang diberi noise, tekstur langit, tesktur pasir dan sebagainya. Tekstur procedural mempunyai berbagai keuntungan seperti menghindari perhitungan transformasi tekstur dari koordinat citra 2D ke permukaan obyek, membutuhkan ruang simpan yang kecil, dan dapat divariasikan sesuai kebutuhan. Tekstur procedural juga mempunyai kelemahan yaitu apabila menggunakan fungsi yang kompleks maka pemrosesannya lambat.

Bump mapping

Metode untuk pemetaan tekstur permukaan kasar / tidak rata / bergelombang / bumpy. Contoh : tekstur kulit jeruk, strawberry. Caranya dengan menerapkan fungsi perturbation terhadap permukaan normal (surface normal) kemudian menggunakan perturbed normal pada perhitungan model pencahayaannya. Caranya menggunakan tekstur untuk mengganggu permukaan normal. Perturbation function / bump function biasanya dibuat table yang disebut bump table agar perhitungan lebih cepat.

Displacement Mapping

menggunakan tekstur untuk menggantikan geometri permukaan

Bedanya dengan bump mapping :

Bump mapping menggunakan tekstur untuk mengubah permukaan normal

Displacement mapping menggunakan tekstur untuk menggantikan permukaan keseluruhan

7.4. HARDWARE DAN SOFTWARE

Hardware dan software yang digunakan dalam praktikum ini yaitu:

1. Komputer.
2. Blender.

7.5. PRE-TEST

Jawablah pertanyaan berikut (**Total Skor: 100**):

No	CPL	CPMK	Pertanyaan	Skor
1.	CPL-07	CPMK-02	Jelaskan keunggulan dan kelemahan tekstur procedural dibandingkan dengan tekstur citra!	50
2.	CPL-07	CPMK-02	Sebutkan contoh implementasi tekstur procedural pada objek 3D!	50

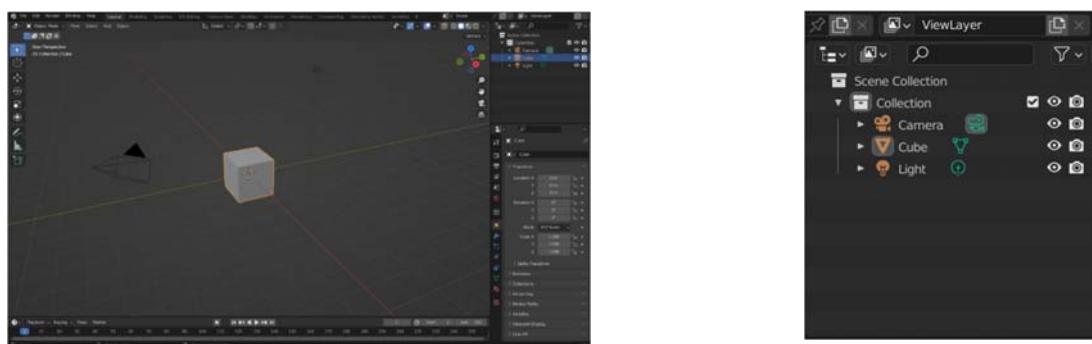
7.6. LANGKAH PRAKTIKUM

Aturan Penilaian (**Total Skor: 100**):

No	CPL	CPMK	Pertanyaan	Dokumen Pendukung	Skor
1.	CPL-07	CPMK-02	Selesaikan langkah praktikum Persiapan!	Hasil praktikum langkah Persiapan	40
2.	CPL-07	CPMK-02	Selesaikan langkah praktikum Memetakan Tekstur!	Hasil praktikum langkah Memetakan Tekstur	60

Persiapan:

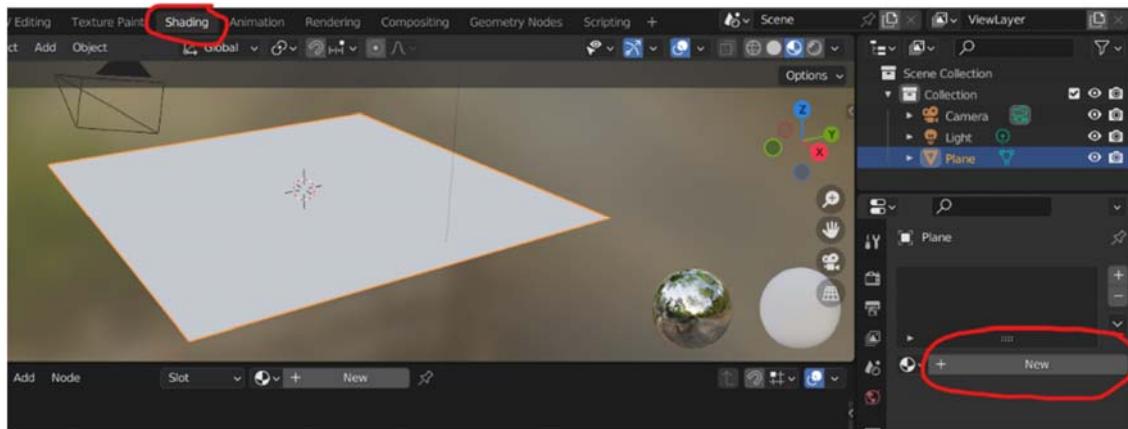
1. Buka aplikasi Blender 3.X maka otomatis anda akan membuat project baru. Di dalam project tersebut Blender secara otomatis membuat 1 objek kubus, 1 kamera dan 1 light (sumber cahaya) seperti pada Gambar berikut.



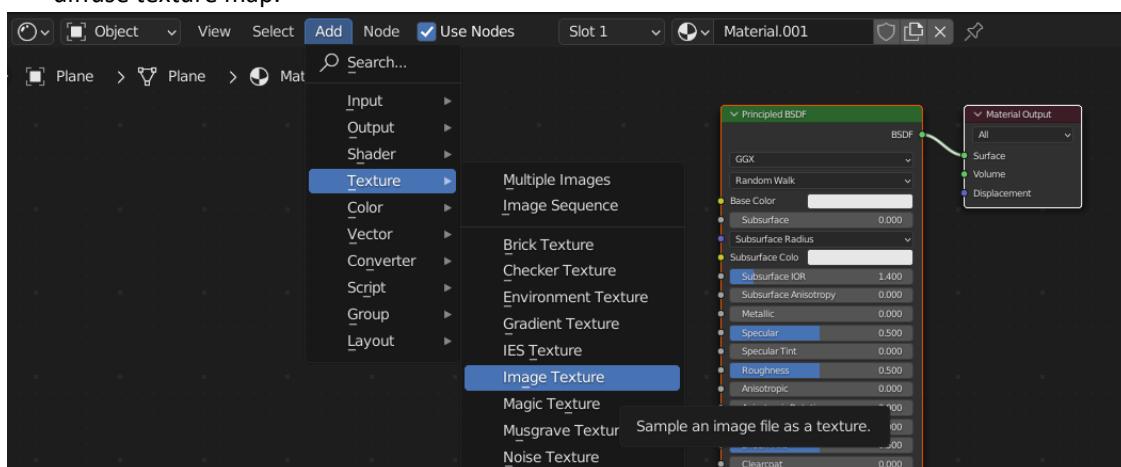
2. Simpan project tersebut dengan nama **Lab7_Nama_NIM.blend**.
3. Hapus objek kubus di layar editor dengan cara klik objek kubus lalu pilih **X** lalu pilih **Delete**.

Memetakan Tekstur

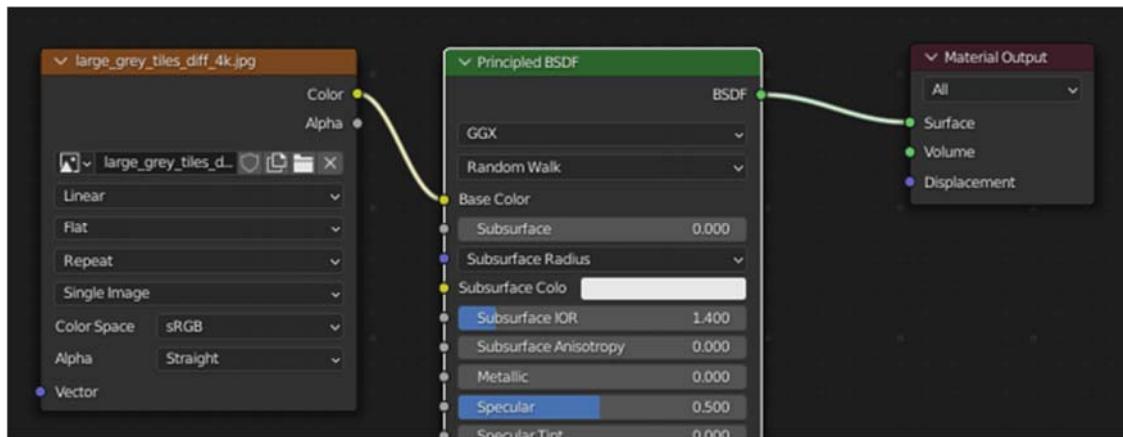
1. Tambahkan objek **Plane** ke dalam editor. Anda bisa klik menu **Add – Mesh – Plane** atau menggunakan shortcut dengan menekan tombol **Shift + A** dan pilih **Mesh – Plane**.
2. Scaling objek **Plane** tersebut secukupnya dengan cara klik tombol **Scale** atau shortcut **S**.
3. Masuk ke **Screen Shading** lalu tambahkan **Material** baru pada objek tersebut.



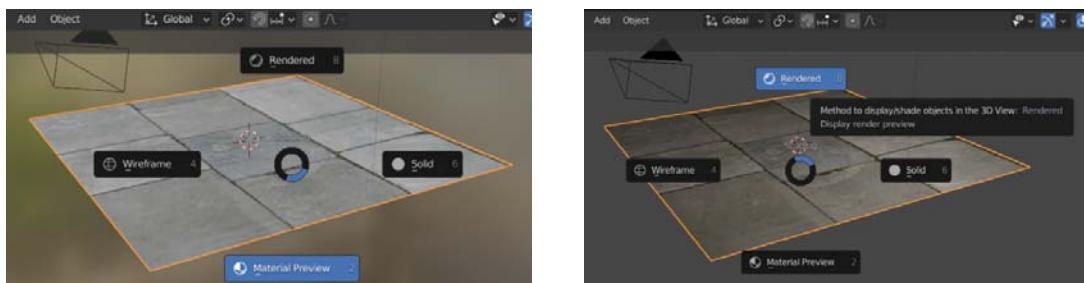
4. Download texture dari link berikut.
<https://drive.google.com/file/d/1wryOG7wf8V1ULQciqwD7AexOSsmQpmaw/view?usp=sharing>
5. Pada **shader editor** (di bagian bawah), klik **Add – Texture – Image Texture** untuk menambahkan diffuse texture map.



6. Klik **open** (gambar folder) pada node **Image Texture** tersebut lalu pilih diffuse texture dari file teksur yang sudah anda download tadi (yang di nama filenya ada **diff** nya).
7. Hubungkan luaran **Color** dari node **Image Texture** ke input **Base Color** pada node **Principled BSDF**.



8. Untuk melihat preview hasil pemetaan tekturnya klik pada objek **Plane** lalu tekan **Z** dan pilih **Material Preview**. Untuk melihat preview hasil render klik pada objek **Plane** lalu tekan **Z** dan pilih **Rendered**.



Mode Material Preview

Mode Rendered

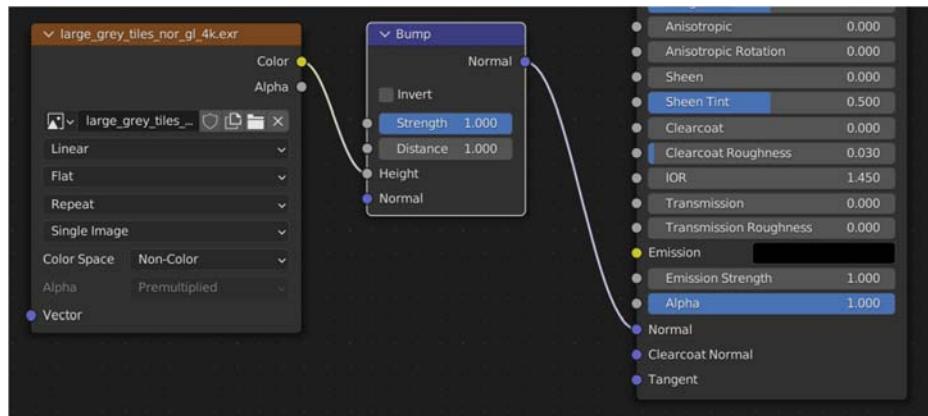
9. Posisikan sumber cahaya di tengah **Plane** agar nanti terlihat efek hasil pemetaan tekturnya. Pindahkan **sumber cahaya** dengan **Move** atau shortcut **G** ke tengah atas **Plane**.



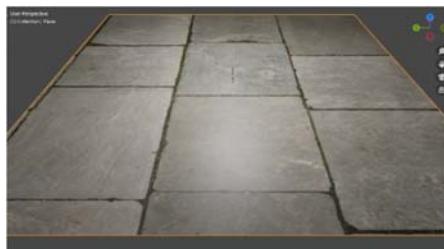
Menambahkan Bump Map

1. Pada shader editor, klik **Add – Texture – Image Texture** untuk menambahkan bump texture map.

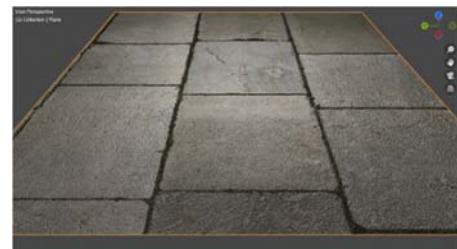
2. Klik **open** (gambar folder) pada node **Image Texture** tersebut lalu pilih normal texture dari file teksur yang sudah anda download tadi (yang di nama filenya ada **nor** nya). Set **Color Space** ke **Non-Color**.
3. Pada shader editor, klik **Add – Vector – Bump** untuk menambahkan node **Bump**.
4. Hubungkan luaran **Color** pada node **Image Texture** ke input **Height** di node **Bump**. Hubungkan juga luaran **Normal** pada node **Bump** ke input **Normal** di node **Principled BSDF**.



5. Perhatikan hasilnya dengan zoom pada objek Plane di mode preview **Rendered**. Jika efek bump mapping terlalu kuat maka anda bisa mengatur **Strength** nya pada node **Bump**.



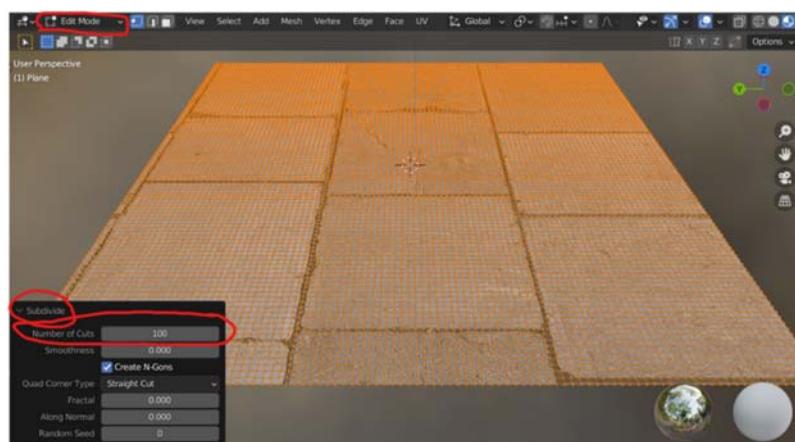
Sebelum diterapkan bump mapping



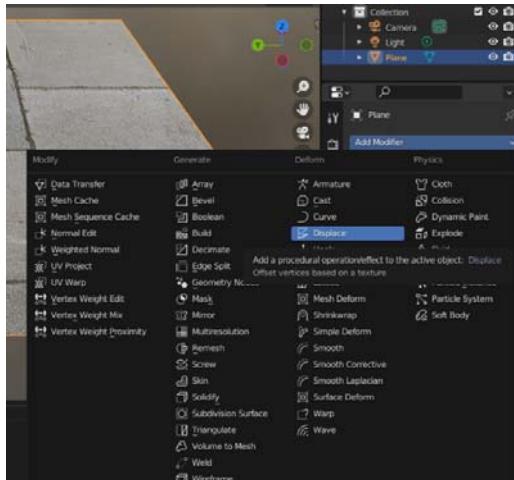
Setelah diterapkan bump mapping

Menambahkan Displacement Map

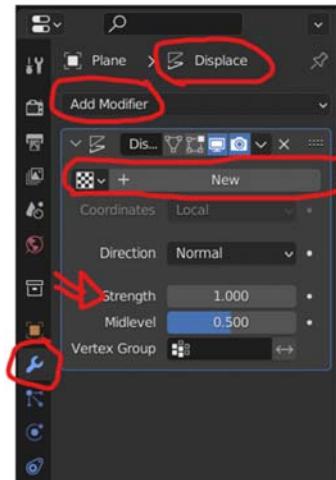
1. Ubah ke **Edit Mode**. Pilih objek **Plane** lalu klik kanan - **Subdivide**. Set **Number of Cuts = 100**. Hal ini digunakan karena displacement map akan mengubah geometri dari objek sehingga objek perlu tambahan geometri untuk mengakomodasi perubahannya.



2. Pilih **Modifier** di deretan menu bagian kanan lalu pilih **Add Modifier - Displace**.
3. Pada menu **Displace Modifier** klik **New** untuk menambahkan texture.

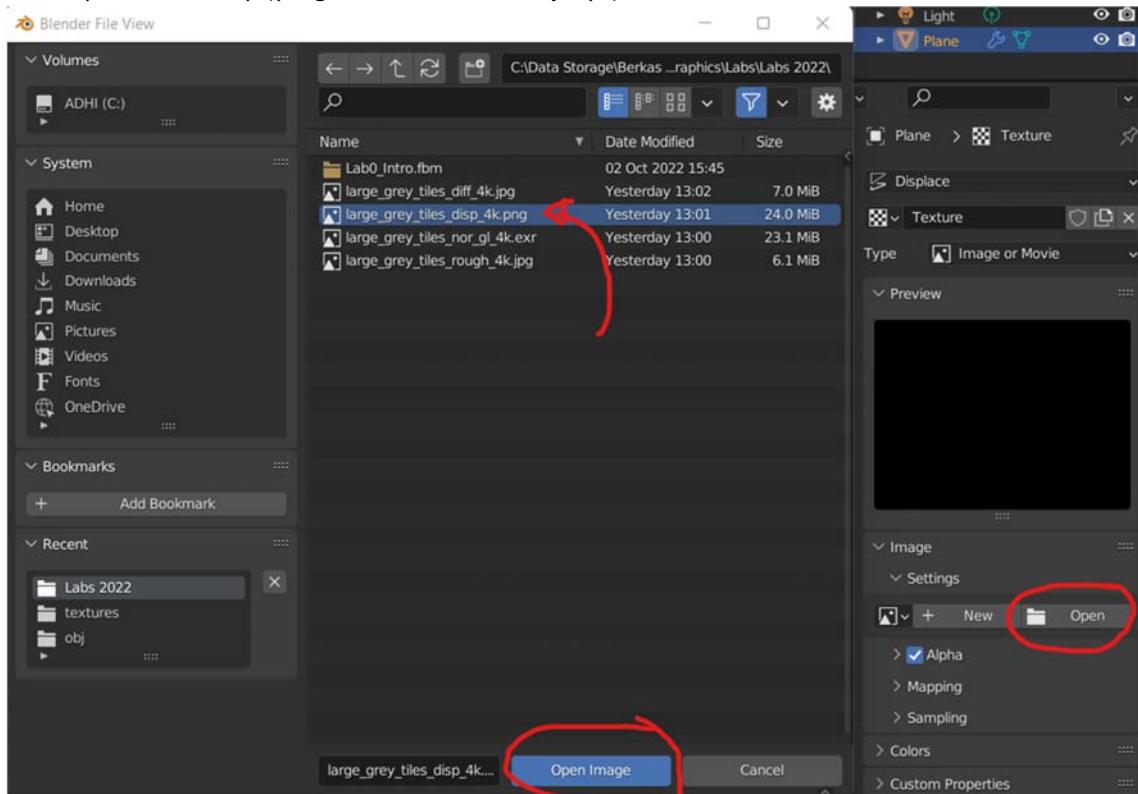


Gambar Langkah 19

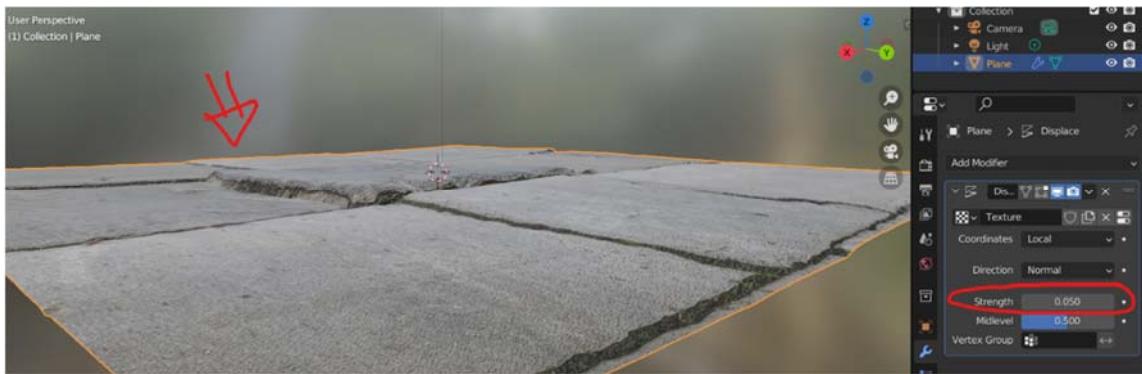


Gambar Langkah 20

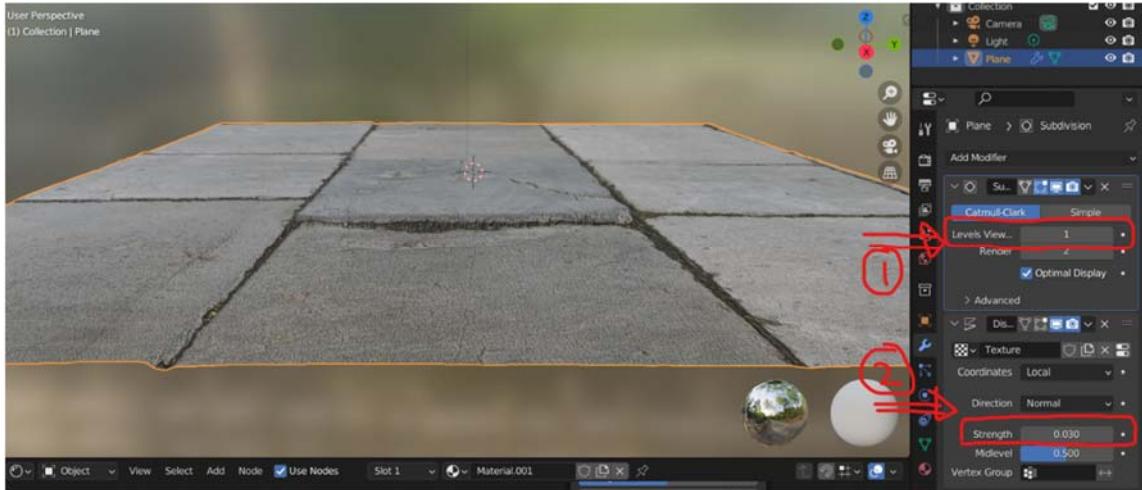
4. Pilih **Texture Property** di deretan menu bagian kanan (paling bawah). Klik **Open** lalu pilih texture displacement map (yang di nama file ada **disp** nya).



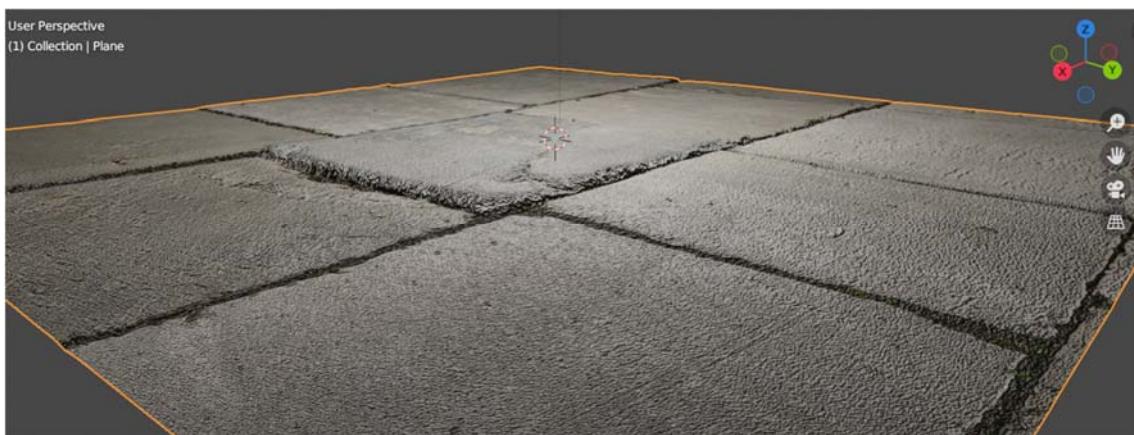
5. Perhatikan perubahan tampilan pada objek **Plane**. Ini karena kekuatan di **Displace Modifier** terlalu tinggi. Atur **Strength = 0.05** atau anda bisa mencoba yang paling baik nilainya. Tampilan objek **Plane** akan menjadi tidak rata berbeda dengan saat menerapkan Bump Map.



6. Klik kanan pada object **Plane** lalu pilih **Shade Smooth** untuk smoothing.
7. Jika tampilan objek masih kurang realistik anda bisa tambahkan subdivision lagi dengan cara **Add Modifier – Subdivision Surface**. Drag **Subdivision Surface Modifier** di atas **Displace Modifier**. Set **Level** nya sesuai yang anda inginkan sampai objek terlihat realistik, **defaultnya = 1**. Set **Displace Modifier Strength = 0.03**.



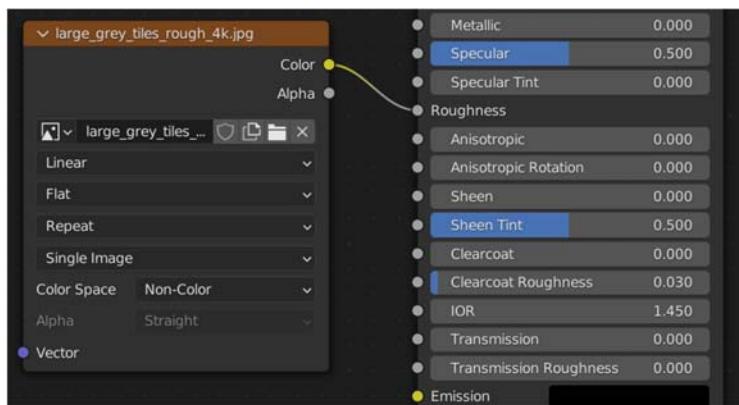
8. Masuk ke preview Render untuk melihat hasilnya dengan cara klik objek **Plane** lalu tekan **Z** dan pilih **Rendered**.



Menambahkan Roughness Map

1. Pada shader editor, di node **Principled BSDF**, edit nilai **Roughness = 0**.

2. Pada shader editor, klik **Add – Texture – Image Texture** untuk menambahkan roughness map.
3. Klik **open** (gambar folder) pada node **Image Texture** tersebut lalu pilih roughness texture dari file tekstur yang sudah anda download tadi (yang di nama filenya ada **rough** nya). Set **Color Space** ke **Non-Color**.



4. Perhatikan hasilnya. Objek akan menjadi lebih realistik dengan detil permukaan kasarnya.



7.7. POST-TEST

Jawablah pertanyaan berikut (**Total Skor: 100**):

No	CPL	CPMK	Pertanyaan	Skor
1.	CPL-07	CPMK-02	Terapkan tekstur yang lain pada objek tersebut! Misalnya tekstur berikut https://drive.google.com/file/d/1pHyD4Cu3HoTcWwmcr3yTaTi8s6yWSp-z/view?usp=sharing	100

7.8. HASIL CAPAIAN PRAKTIKUM

Diisi oleh asisten setelah semua assessment dinilai.

No	Bentuk Assessment	CPL	CPMK	Bobot	Skor (0-100)	Nilai Akhir (Bobot x Skor)

1.	Pre-Test	CPL-07	CPMK-02	20%		
2.	Praktik	CPL-07	CPMK-02	30%		
3.	Post-Test	CPL-07	CPMK-02	50%		
Total Nilai						

REFERENSI

https://www.youtube.com/watch?v=DOm4G9HVo2M&ab_channel=CGInfinite

https://www.youtube.com/watch?v=GILWaF6WJSg&ab_channel=CGInfinite

https://www.youtube.com/watch?v=pIEglp1LW2w&ab_channel=CGInfinite

PRAKTIKUM 8: ANTI-ALIASING

Pertemuan ke : 8

Total Alokasi Waktu : 90 menit

- Materi : 15 menit
- Pre-Test : 15 menit
- Praktikum : 45 menit
- Post-Test : 15 menit

Total Skor Penilaian : 100%

- Pre-Test : 20 %
- Praktik : 30 %
- Post-Test : 50 %

Pemenuhan CPL dan CPMK:

CPL-07	Mampu memilih, membuat dan menerapkan teknik, sumber daya, penggunaan perangkat teknik modern dan implementasi teknologi informasi untuk memecahkan masalah
CPMK-02	Mampu menjelaskan dan menerapkan pemetaan tekstur, tekstur prosedural, sampling dan anti-aliasing

8.1. DESKRIPSI CAPAIAN PEMBELAJARAN

Setelah mengikuti praktikum ini mahasiswa diharapkan mampu:

1. Menjelaskan tentang sampling dan kuantisasi
2. Menjelaskan tentang aliasing dan anti-aliasing
3. Menjelaskan tentang magnifikasi dan minifikasi
4. Menerapkan metode anti-aliasing dengan API

8.2. INDIKATOR KETERCAPAIAN PEMBELAJARAN

Indikator ketercapaian diukur dengan:

CPL-07	CPMK-02	Kemampuan mahasiswa dalam menjelaskan dan mengimplementasikan metode multi-sample anti aliasing pada objek.
--------	---------	---

8.3. TEORI PENDUKUNG

Pada saat rendering sering terjadi aliasing. Aliasing biasanya berupa garis berundak pada tepian obyek yang disebabkan karena tidak semua pixel pada layar terpetakan dengan benar terhadap piksel tekturnya. Banyak solusi yang dapat digunakan untuk mengatasi aliasing yang disebut dengan anti-aliasing. Anti-aliasing ada beberapa cara seperti melakukan mip-mapping pada tekstur atau dengan menerapkan filter. Filter yang digunakan misalnya bilinear, trilinear maupun anisotropic. Untuk meningkatkan sample rate pada citra bisa dilakukan multi-sample anti-aliasing (MSAA). MSAA akan melakukan sample obyek primitif pada beberapa lokasi didalam piksel. Grafis modern sudah

menggunakan teknik MSAA ini. Pada OpenGL, anti-aliasing dapat dilakukan tergantung pada objek yang akan diterapkan anti aliasing.

8.4. HARDWARE DAN SOFTWARE

Hardware dan software yang digunakan dalam praktikum ini yaitu:

1. Komputer.
2. Unity.

8.5. PRE-TEST

Jawablah pertanyaan berikut (**Total Skor: 100**):

No	CPL	CPMK	Pertanyaan	Skor
1.	CPL-07	CPMK-02	Jelaskan manfaat penerapan anti-aliasing pada rendering objek 3D!	50
2.	CPL-07	CPMK-02	Sebutkan teknologi anti-aliasing yang diimplementasikan pada game saat ini!	50

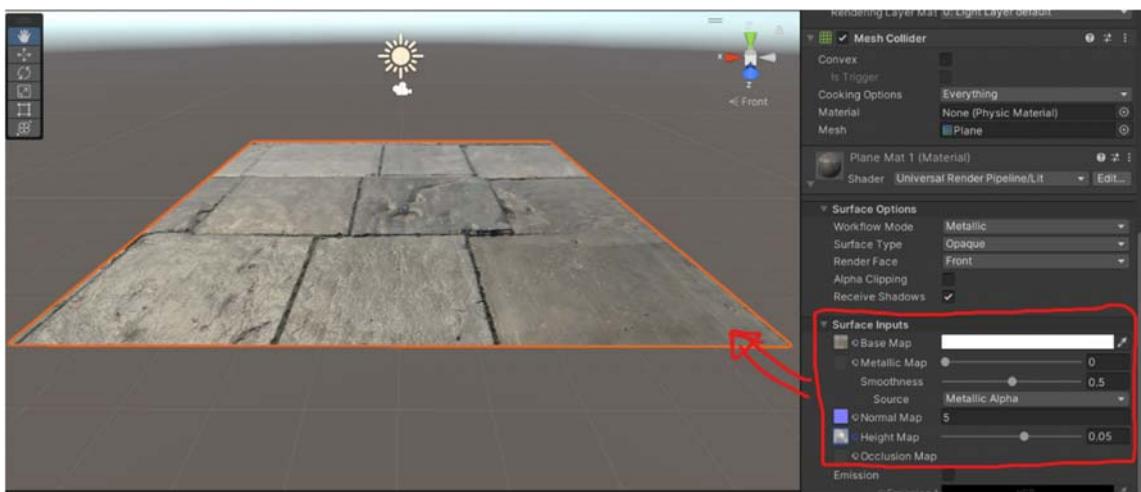
8.6. LANGKAH PRAKTIKUM

Aturan Penilaian (**Total Skor: 100**):

No	CPL	CPMK	Pertanyaan	Dokumen Pendukung	Skor
1.	CPL-07	CPMK-02	Selesaikan langkah praktikum Persiapan	Hasil praktikum langkah Persiapan	20
2.	CPL-07	CPMK-02	Selesaikan langkah praktikum Mipmapping dan filtering!	Hasil praktikum langkah Mipmapping dan filtering	40
3.	CPL-07	CPMK-02	Selesaikan Langkah praktikum MSAA!	Hasil praktikum langkah MSAA	40

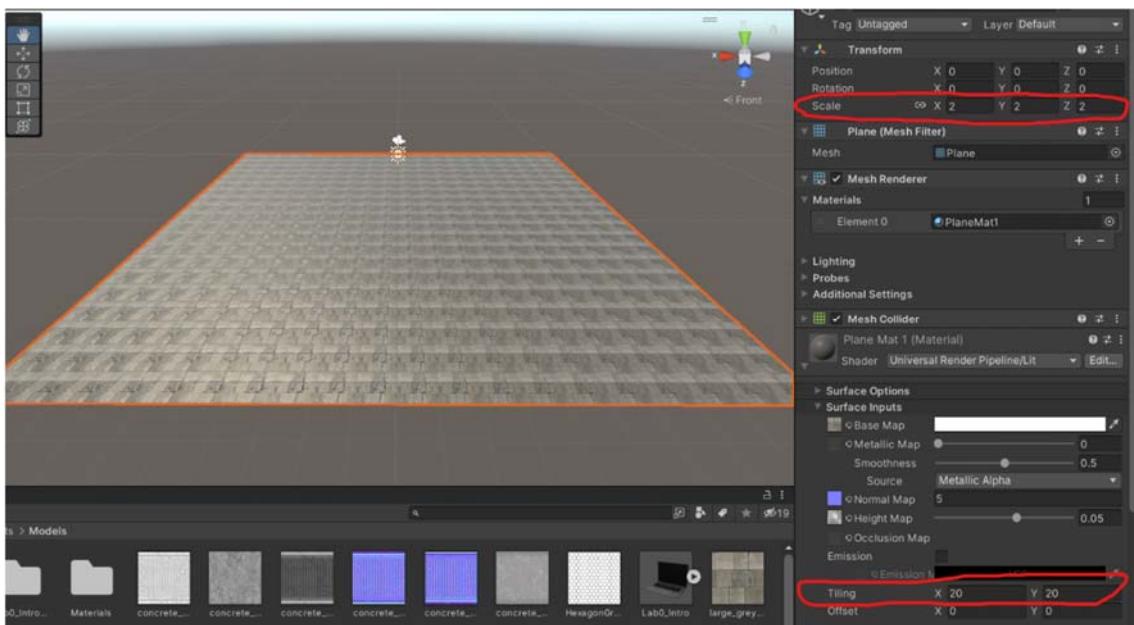
Persiapan:

1. Buka Unity Hub. Buat project baru pada Unity. Pilih **New Project – 3D (URP)** – beri nama **Lab8_Nama_NIM**. Hafalkan lokasi folder project anda.
2. Buat folder baru di dalam folder **Assets** beri nama **Models**. Buat folder baru di dalam folder **Models** beri nama **Materials**.
3. Pada jendela hierarchy, **klik kanan mouse – 3D object – Plane**. Ini akan membuat objek **Plane** di editor scene anda. Atur view nya agar objek plane tersebut terlihat di jendela editor scene.
4. Buat material baru untuk dipasangkan pada objek **Plane** tersebut. Buka folder **Models/Materials** dan klik kanan pada **jendela Project** lalu **Create – Material**. Beri nama **PlaneMat**.
5. Drag **PlaneMat** ke objek **Plane** untuk menerapkan materialnya pada objek.
6. Download texture dari link berikut.
<https://drive.google.com/file/d/1wryOG7wf8V1ULQciqwD7AexOSsmQpmaw/view?usp=sharing>
7. Petakan tekstur tersebut ke **PlaneMat** dibagian **Surface Inputs**:
 - **Base Map** diisi dengan tekstur yang di nama filenya ada **diff** nya
 - **Normal Map** diisi dengan tekstur yang di nama filenya ada **nor** nya. Setting **Strength = 5**
 - **Height Map** diisi dengan tekstur yang di nama filenya ada **disp** nya. Setting **Strength = 0.05**

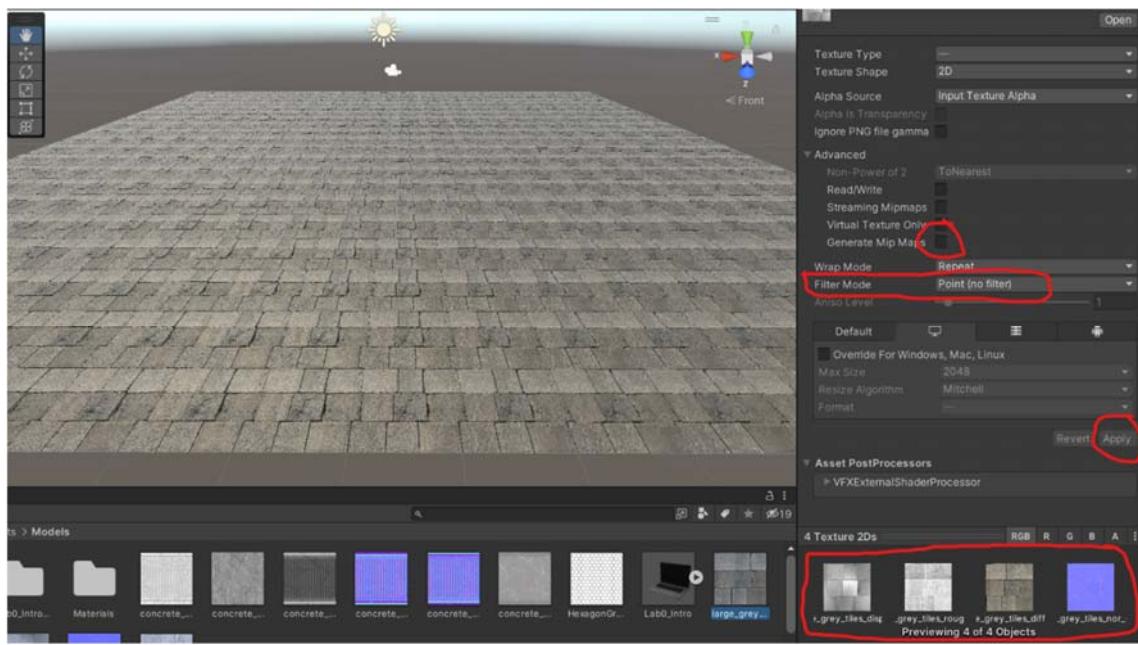


MipMapping dan Filtering

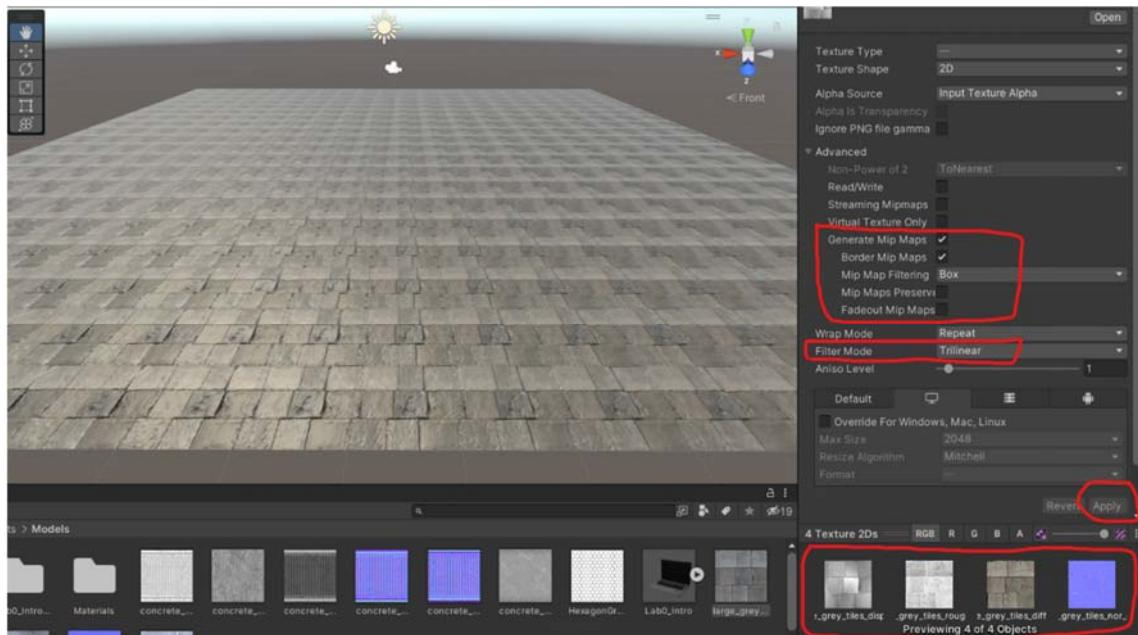
- Untuk mengetahui efek dari mipmapping dalam mengatasi aliasing, klik objek **Plane** lalu perbesar (**Scaling**) dengan **factor 2** ke arah sumbu X, Y dan Z.
- Di jendela **Inspector** cari **Material** lalu dibagian **Surface Inputs – Tiling** isi dengan **X = 20** dan **Y = 20**. Ini membuat tekstur pada objek **Plane** tersebut menjadi lebih rapat dan berulang.



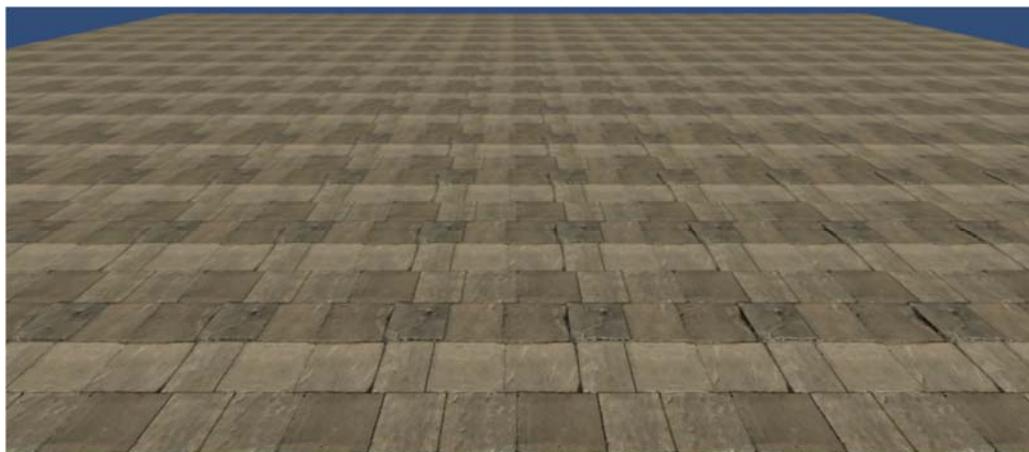
- Secara default, Unity telah menerapkan mipmapping pada citra tekturnya.** Untuk mengetahui efeknya maka anda perlu menonaktifkan mipmap pada tekturnya terlebih dahulu dengan cara klik **thumbnail** pada **Base Map** di **Material** objek **Plane**. Anda akan diarahkan ke teknur yang digunakan di material tersebut.
- Pilih semua teknur** yang anda pakai di material objek **Plane** tadi (**diffuse map**, **normal map** dan **displacement map**). Di jendela **Inspector**, hilangkan centangan dibagian **Generate Mip Maps** dan pada **Filter Mode** pilih **Point (No Filter)** lalu klik **Apply**.
- Perhatikan hasil pemetaan tekturnya. Tekstur pada objek **Plane** akan terlihat jelek karena efek aliasing dimana bagian yang jauh dari kamera akan pecah-pecah tekturnya.



6. Pilih semua tekstur yang anda pakai di material objek Plane lagi. Centang lagi Generate Mip Maps dan Border Mip Maps pada citra tekstur dan ubah Filter Mode ke Bilinear/Trilinear. Klik Apply untuk melihat hasilnya.
7. Perhatikan hasil pemetaan tekturnya. Tekstur pada objek Plane akan terlihat bagus karena diterapkan anti aliasing dengan mipmapping dan filter bilinear/trilinear. Tapi tekstur yang jauh dari kamera masih terlihat blur.



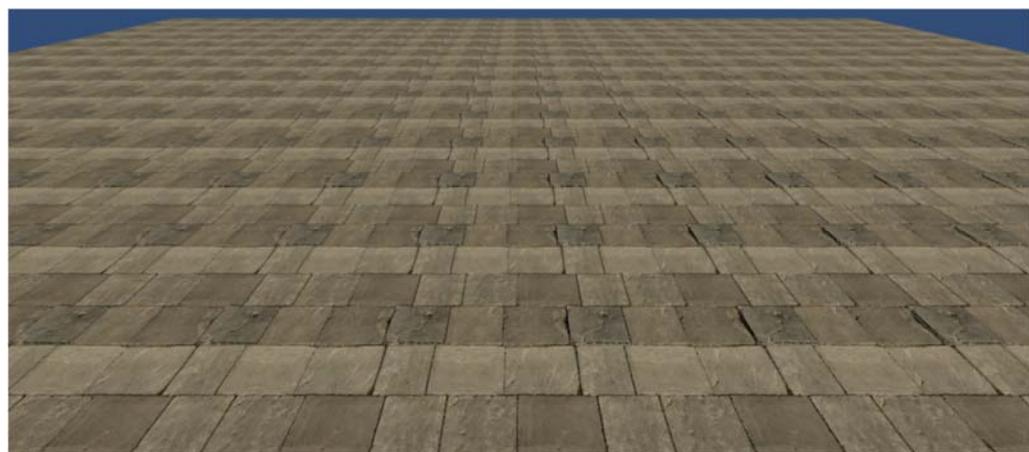
8. Pilih semua tekstur yang anda pakai di material objek Plane lagi. Ubah Aniso Level (Anisotropy Filter) dari 1 ke 3. Klik Apply untuk melihat hasilnya. Semakin tinggi level Anisotropy maka tekstur yang jauh dari kamera akan terlihat lebih jelas dan tajam tidak blur lagi.



Aniso Level 1



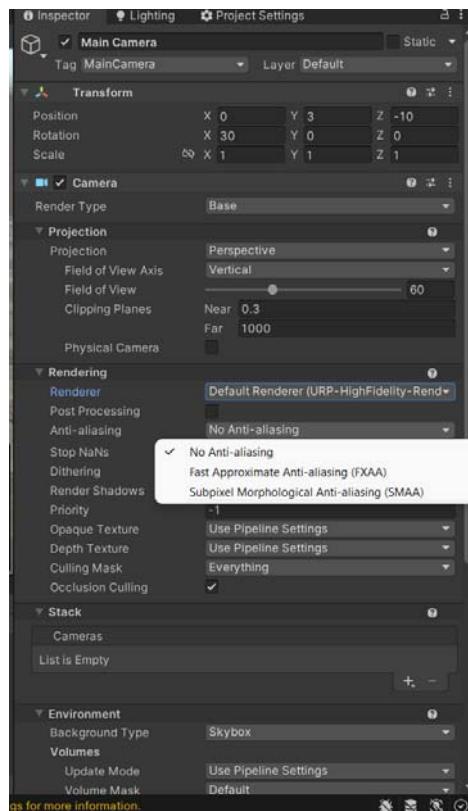
Aniso Level 3



Aniso Level 5

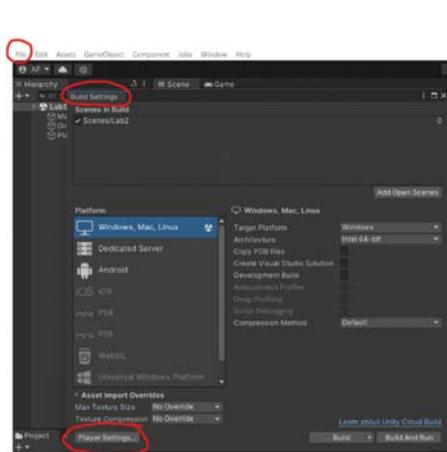
FXAA dan SMAA

9. Pengaturan **FXAA** (Fast Approximate Anti Aliasing) dan **SMAA** (Subpixel Morphological Anti Aliasing) ada di objek Kamera. Klik objek **Main Camera** lalu lihat di jendela **Inspector**. Di bagian **Anti-Aliasing** bisa dipilih **No Anti-Aliasing**, **FXAA** atau **SMAA**.

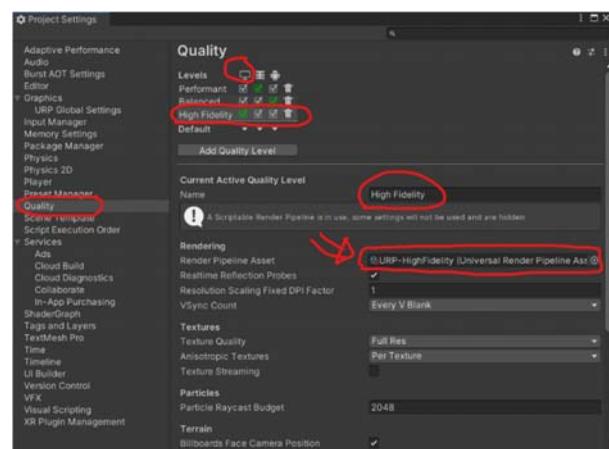


Multi-Sample Anti Aliasing

10. Pengaturan **Multi Sample Anti-Aliasing (MSAA)** dapat diakses di folder **Assets – Setting** – Pilih konfigurasi yang dipakai di **Player Settings**. Konfigurasi yang dipakai dapat dilihat di **File – Build Settings – Player Settings**.
11. Di **Player Setting**, klik **Quality** lalu cek di **Windows** digunakan default setting yang mana. Unity biasanya set **High Fidelity** sebagai default setting Windows. Klik pada **URP-HighFidelity** (tanda panah) untuk mengetahui lokasi penyimpanan Setting tersebut.



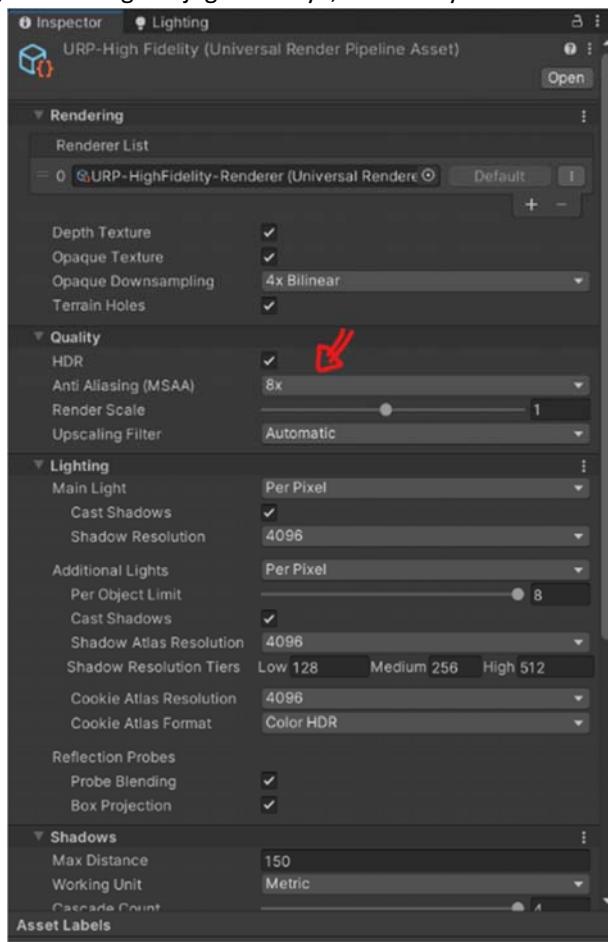
Gambar Langkah 10



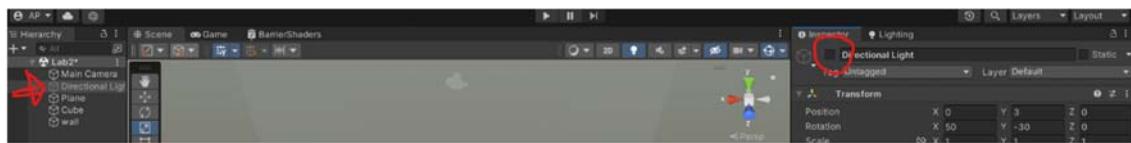
Gambar Langkah 11

12. Klik pada **URP-HighFidelity...** setting lalu cek jendela **Inspector** nya. Secara default setting **High Fidelity** sudah menerapkan **MSAA 4x**. Anda bisa mengubahnya menjadi **MSAA 8x** dan centang

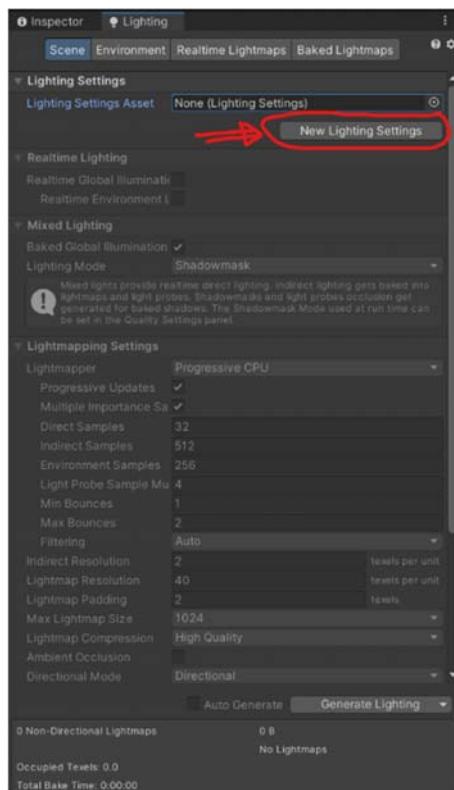
beberapa pengaturan seperti centang **Depth Texture**, **Opaque Texture**, **Downsampling 4x Bilinear**, **Upsampling** bisa anda ganti juga filernya, dan lainnya.



13. Matikan pencahayaan di objek **Directional Light** dengan cara hilangkan tanda centang pada GameObject nya seperti pada Gambar.



14. Klik menu **Window – Rendering – Lighting**. Maka akan muncul jendela pengaturan pencahayaan.
15. Pada tab **Scene** anda klik **New Lighting Settings** untuk membuat pengaturan pencahayaan baru.
16. Pada tab **Environment** anda atur seperti pada Gambar. Set **Skybox Material** ke **None**. Set **Ambient Color** ke warna **hitam**.



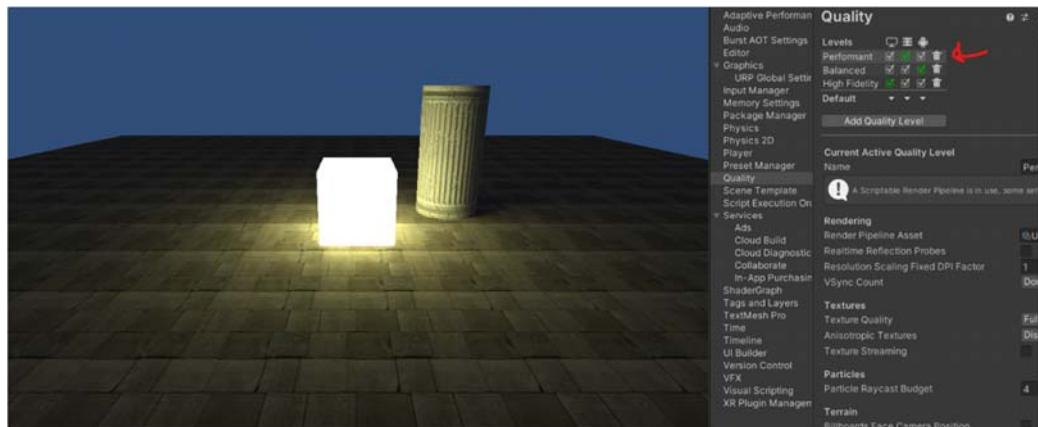
Gambar Langkah 15



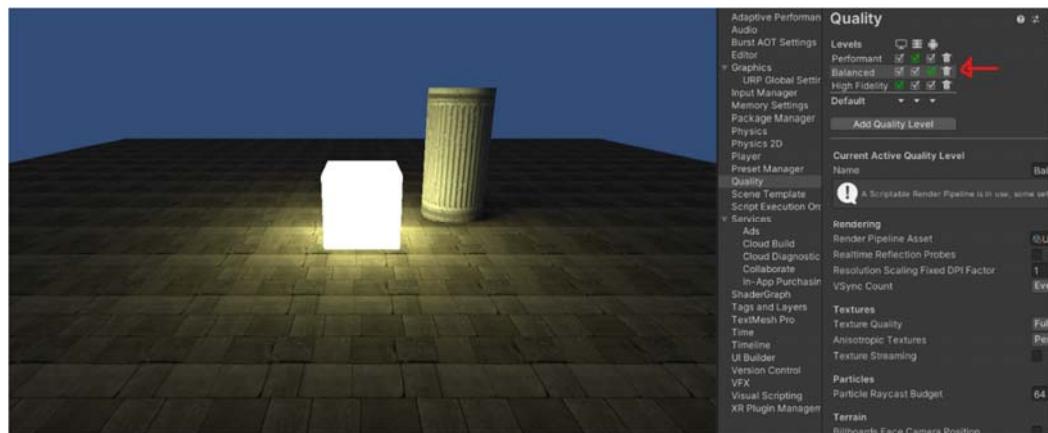
Gambar Langkah 16

17. Tampilan **Scene** anda akan hitam semua karena tidak ada pencahayaan.
18. Buat objek kubus dan silinder dengan cara **klik kanan - 3D Object – Cube** dan **Cylinder**.
19. Buat material untuk kedua objek tersebut. Beri nama **CubeMat** dan **CylinderMat** dengan cara klik kanan pada jendela **Projects – Create – Material**. Drag material ke objek masing-masing.
20. Klik pada kubus. Lihat setting material di jendela **Inspector** nya. Ubah setting pada material **CubeMat**. Centang bagian **Emission**. Set **Emission Map** ke warna **putih** dan set **Intensity = 3**. Set **Global Illumination** ke **Baked**.
21. Download texture dari link berikut.
<https://drive.google.com/file/d/1wDhkyp140C-8DUs9rNpjFcewZaFCRxqU/view?usp=sharing>
22. Klik pada **Silinder**. Lihat setting material di jendela **Inspector** nya. Pada bagian **Surface Inputs** pasang tekstur berikut:
 - **Base Map** diisi dengan tekstur yang di nama filenya ada **ao** nya
 - **Normal Map** diisi dengan tekstur yang di nama filenya ada **normal_directx** nya. Setting **Strength = 5**
 - **Height Map** diisi dengan tekstur yang di nama filenya ada **height** nya. Setting **Strength = 0.05**
23. Posisikan **Kubus** ditengah objek **Plane** lalu posisikan **Silinder** di samping kanan **Kubus**.
24. Pilih semua GameObject **Cube**, **Cylinder** dan **Plane** di jendela **Hierarchy** lalu centang **Static** pada jendela **Inspector**. Ini akan membuat objek-objek tersebut dianggap tidak bergerak sehingga pencahayaan bisa di **Baked** menjadi tekstur **LightMap**.
25. Pada setting pencahayaan (Lighting), pastikan **Realtime Global Illumination** tidak dicentang. **Baked global illumination** dicentang. **Lightmapper** nya diganti **Progressive GPU (Preview)** agar rendernya cepat menggunakan GPU. **Tidak perlu mencentang Auto Generate** karena akan membuat Unity merender secara terus-menerus jika ada perubahan pada Scene.
26. Klik **Generate Lighting** pada setting pencahayaan dan tunggu prosesnya selesai. Scene anda akan sedikit demi sedikit menjadi terang karena ada cahaya dari objek kubus dan objek silinder akan tampak beserta bayangannya.

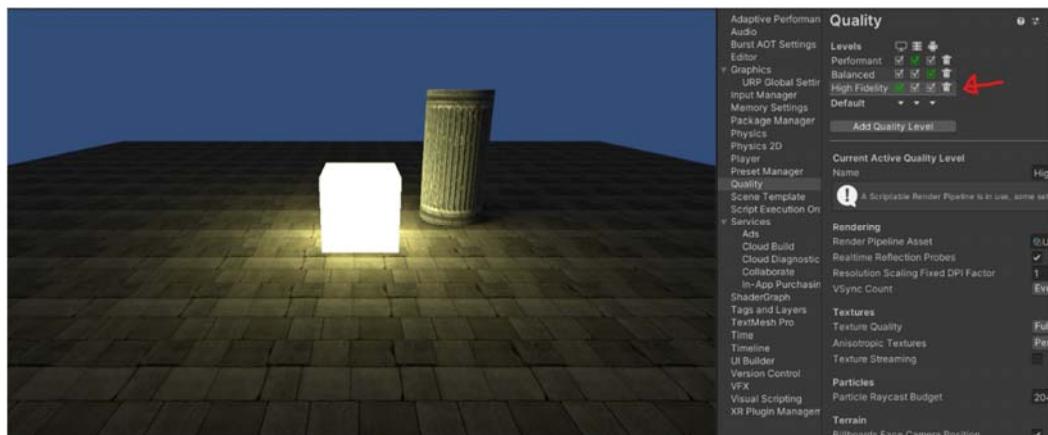
27. Lihat perbedaannya dengan mengubah klik mode **Performant**, **Balance** dan **High Fidelity** di **Player Setting**. Drag window **Player Setting** ke sebelah jendela **Inspector** agar mudah di akses. Lalu setting posisi kamera agar objek **Plane** terlihat keseluruhan. Pada mode **Game** di jendela **Player Setting** klik mode **Performant**, **Balance** dan **High Fidelity** untuk melihat perbedaannya.



Mode Performant (Fokus ke performance tinggi, kurang kualitas)



Mode Balanced (performance seimbang dengan kualitas)



Mode High Fidelity (Fokus ke kualitas tinggi, performance bisa menurun)

8.7. POST-TEST

Jawablah pertanyaan berikut (**Total Skor: 100**):

No	CPL	CPMK	Pertanyaan	Skor
1.	CPL -07	CPMK -02	Terapkan tekstur yang lain pada objek tersebut! Misalnya tekstur berikut https://drive.google.com/file/d/1pHyD4Cu3HoTcWwmcr3yTaTi8s6yWSp-z/view?usp=sharing	100

8.8. HASIL CAPAIAN PRAKTIKUM

Diisi oleh asisten setelah semua assessment dinilai.

No	Bentuk Assessment	CPL	CPMK	Bobot	Skor (0-100)	Nilai Akhir (Bobot x Skor)
1.	Pre-Test	CPL-07	CPMK-02	20%		
2.	Praktik	CPL-07	CPMK-02	30%		
3.	Post-Test	CPL-07	CPMK-02	50%		
Total Nilai						

PRAKTIKUM 9: RENDERING

Pertemuan ke : 9

Total Alokasi Waktu : 90 menit

- Materi : 15 menit
- Pre-Test : 15 menit
- Praktikum : 45 menit
- Post-Test : 15 menit

Total Skor Penilaian : 100%

- Pre-Test : 20 %
- Praktik : 30 %
- Post-Test : 50 %

Pemenuhan CPL dan CPMK:

CPL-08	Mampu merancang dan mengimplementasikan algoritma/metode dalam mengidentifikasi dan memecahkan masalah yang melibatkan perangkat lunak dan pemikiran komputasi
CPMK-03	Mampu menjelaskan konsep dan algoritma rendering dan mengimplementasikan ray tracing / rasterisasi

9.1. DESKRIPSI CAPAIAN PEMBELAJARAN

Setelah mengikuti praktikum ini mahasiswa diharapkan mampu:

1. Menjelaskan tentang ray tracing
2. Menjelaskan ragam ray tracing
3. Menjelaskan tentang radiosity
4. Menerapkan metode ray tracing dengan API OpenGL

9.2. INDIKATOR KETERCAPAIAN PEMBELAJARAN

Indikator ketercapaian diukur dengan:

CPL-08	CPMK-03	Kemampuan mahasiswa dalam menjelaskan dan mengimplementasikan metode ray tracing.
--------	---------	---

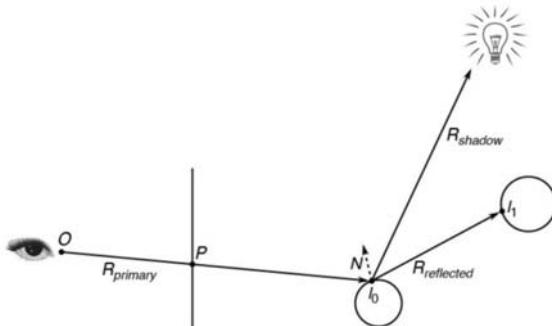
9.3. TEORI PENDUKUNG

Dalam melakukan rendering dapat dilakukan dengan dua cara yaitu rasterisasi dan ray casting. Ray casting dilakukan dengan menelusuri berkas cahaya yang jatuh atau memantul di objek kembali ke sumber cahaya. Gambaran ray casting ditunjukkan pada Gambar 9.1. Prosedur melakukan ray casting adalah untuk setiap piksel pada layar dilakukan langkah sebagai berikut:

- Inisialisasikan warna pertama kali misalnya 0.
- Tentukan parameter sinar seperti titik asal sinar, jumlah sinar, arah sinar, dsb.
- Untuk setiap objek pada layar, tentukan perpotongan terdekat antara sinar dengan objek.

- Jika terjadi perpotongan maka untuk setiap sinar, bila sinar tidak berada di daerah bayangan obyek lain maka tambahkan pengaruh sinar pada permukaan warna obyek.
- Warna permukaan obyek adalah warna awal ditambah pengaruh sinar dikalikan faktor pantulan.
- Faktor pantulan saat ini dihitung dengan mengalikan faktor pantulan sebelumnya dengan property pantulan permukaan.
- Iterasi dilakukan sampai faktor pantulan bernilai 0 atau kedalaman mencapai nilai yang ditentukan.

Perbedaan kelebihan rasterisasi dengan ray tracing adalah rasterisasi sulit mendapatkan tampilan yang bagus tapi cepat dalam pemrosesannya sedangkan ray tracing mudah mendapatkan tampilan yang bagus tapi perhitungannya lebih lama. Pada praktikum 07 akan ditunjukkan penerapan metode ray tracing dengan OpenGL.



Gambar 9.1 Ilustrasi ray tracing sederhana

9.4. HARDWARE DAN SOFTWARE

Hardware dan software yang digunakan dalam praktikum ini yaitu:

1. Komputer.
2. Unity.

9.5. PRE-TEST

Jawablah pertanyaan berikut (**Total Skor: 100**):

No	CPL	CPMK	Pertanyaan	Skor
1.	CPL-08	CPMK-03	Jelaskan tahapan rendering dengan forward rendering!	50
2.	CPL-08	CPMK-03	Sebutkan keunggulan rendering dengan raytracing pada game saat ini!	50

9.6. LANGKAH PRAKTIKUM

Aturan Penilaian (**Total Skor: 100**):

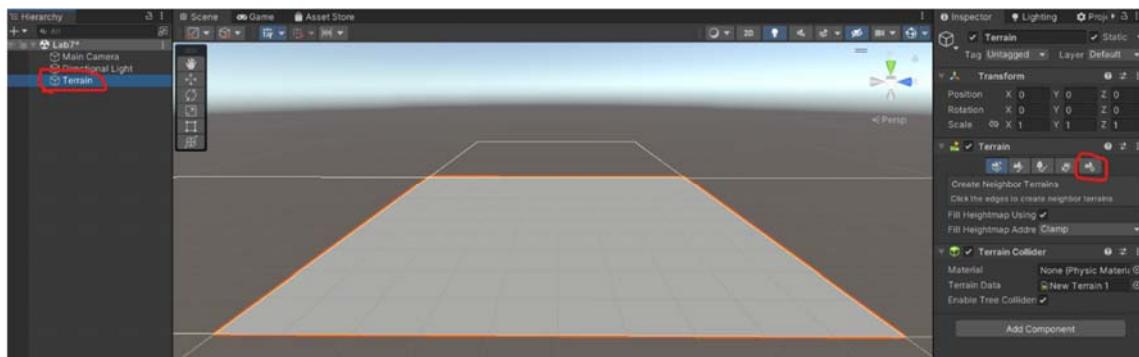
No	CPL	CPMK	Pertanyaan	Dokumen Pendukung	Skor
1.	CPL-08	CPMK-03	Selesaikan langkah praktikum Persiapan!	Hasil praktikum langkah 1 – 9	30
2.	CPL-08	CPMK-03	Selesaikan langkah praktikum Membuat Terrain!	Hasil praktikum langkah 10	40
3.	CPL-08	CPMK-03	Selesaikan langkah praktikum Menerapkan Post Processing!	Hasil praktikum langkah Menerapkan Post Processing	30

Persiapan:

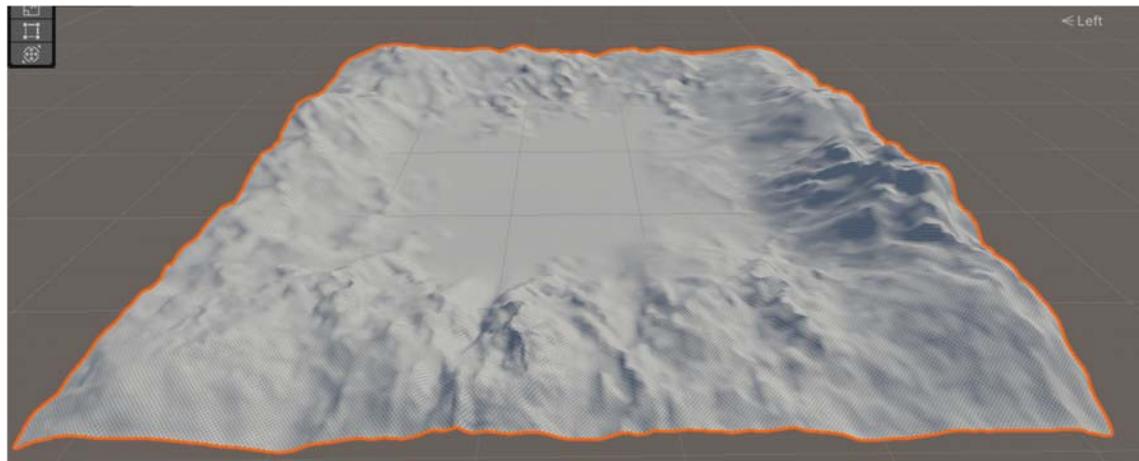
1. Buka Unity Hub. Buka project baru pada Unity. Pilih **New Project – 3D (URP)** – beri nama **Lab9_Nama_NIM**. Hafalkan lokasi folder project anda.
2. Buat folder baru di dalam folder **Assets** beri nama **Models**. Buat folder baru di dalam folder **Models** beri nama **Materials**.
3. Pilih **Assets – Import Package – Custom Package**. Lalu cari file yang bernama **Terrain Sample Asset Pack.unitypackage**. Klik **Open**. Lalu klik **Import**.
4. Pilih **Assets – Import Package – Custom Package**. Lalu cari file yang bernama **Standard Assets for Unity 2018.4.unitypackage**. Klik **Open**. Lalu Klik **Import**.

Membuat Terrain

1. Klik kanan pada jendela **Hierarchy – 3D Object – Terrain**. Ini akan menampilkan terrain pada Scene anda.

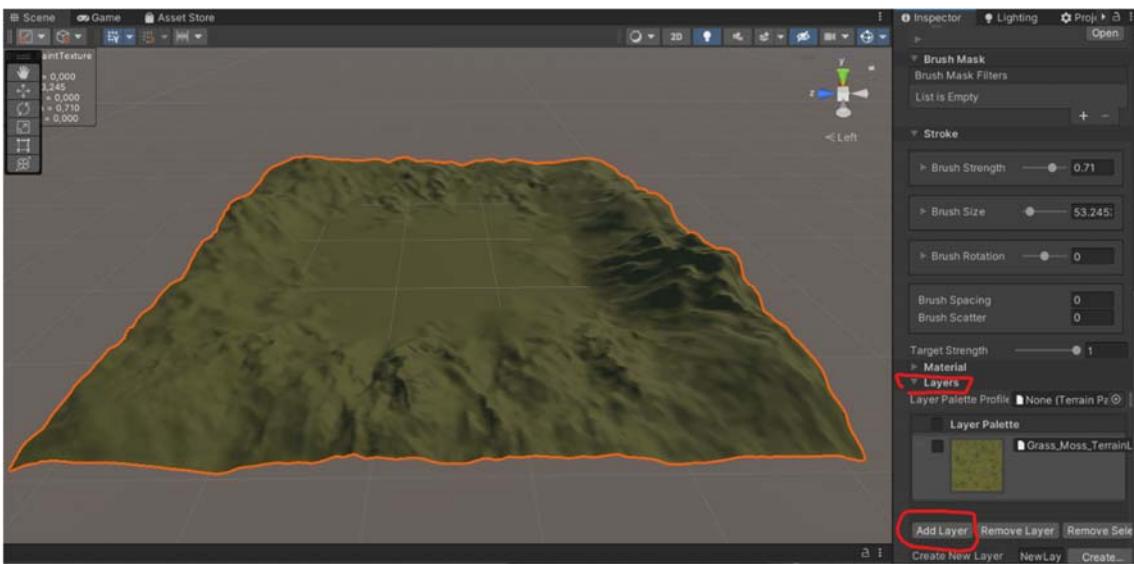


2. Pada jendela **Inspector** di objek **Terrain**, klik **Terrain Settings**. Di bagian **Mesh Resolution** ubah **Terrain Width = 512**, **Terrain Length = 512**. Hal ini akan memperkecil ukuran **Terrain**.
3. Pada jendela **Inspector** di objek **Terrain**, klik **Paint Terrain**. Pada dropdown di bawahnya pilih **Set Height**. Pada bagian **Set Height Controls – Height** misalnya **400**.
4. Pilih **Brushes** sesuai selera anda. Anda bisa mengubah ukuran **Brushes** pada bagian **Stroke**. Disana ada **Brush Strength**, **Size** dan **Rotation**. Ubah-ubah sesuai keinginan anda.
5. Silahkan mulai menggambar **Terrain** anda masing-masing. Anda bisa mengubah tampilan view menjadi **ortografik** **tampak atas/samping** untuk mempermudah anda menggambar **Terrain**.
6. Sisakan ruangan di tengah terrain sebagai **Danau** untuk dipasangi **Water**.
7. Misalnya hasilnya sebagai berikut.

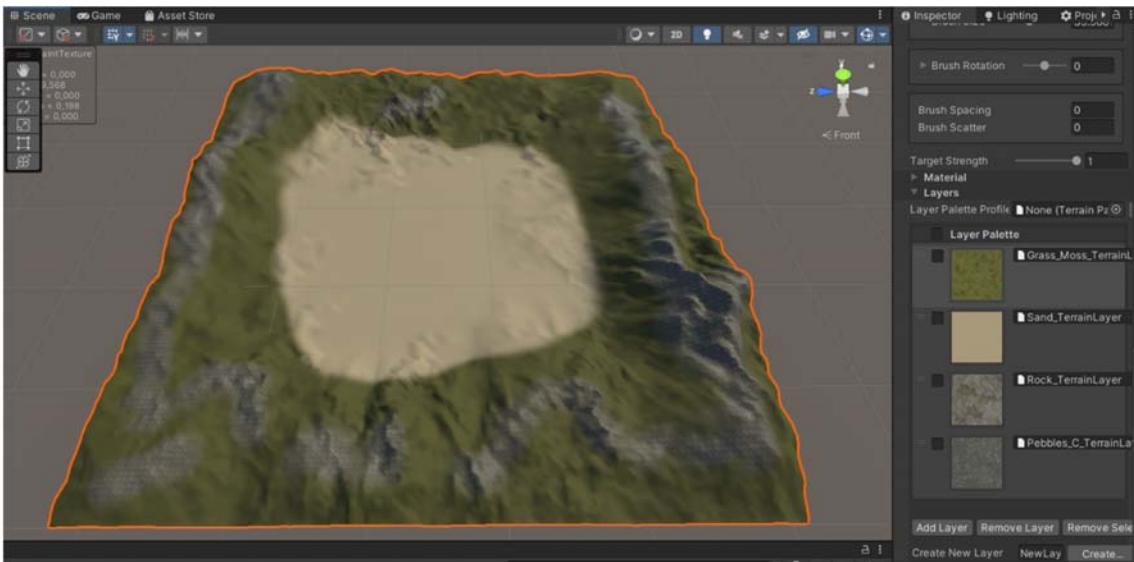


8. Masih di **Paint Terrain**. Pada dropdown dibawahnya pilih **Paint Texture**.

9. Pada bagian **Layers**, klik **Add Layer** lalu pilih texture yang anda inginkan untuk dipasang di **Terrain** tersebut. Misal texture rumput sebagai berikut.



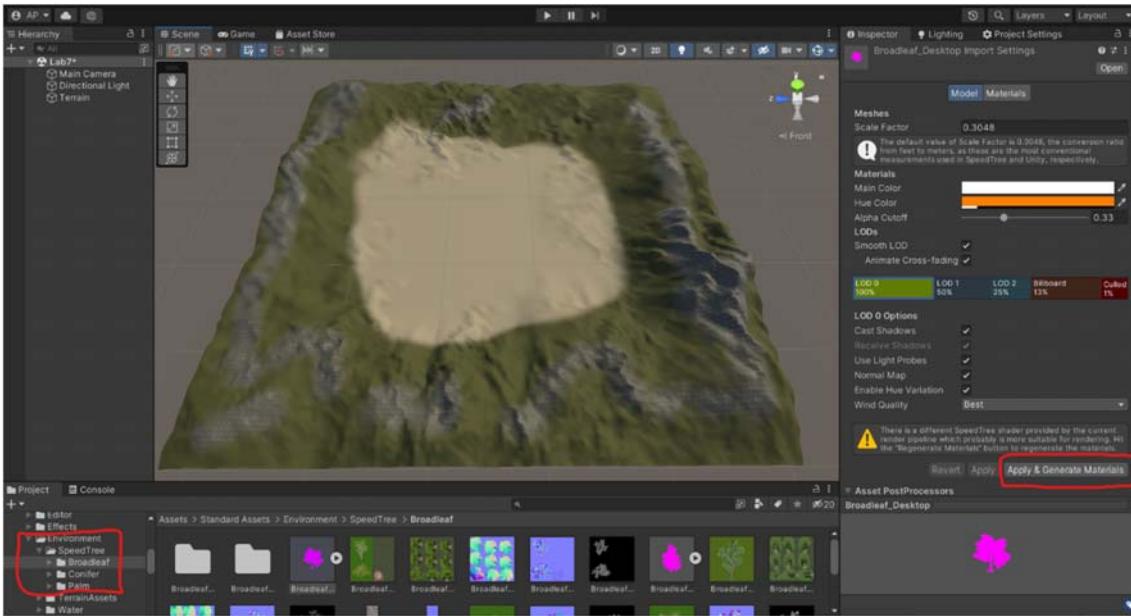
10. Klik **Add Layer** lagi untuk menggambar **Texture** yang lain misalnya **Sand** pada bagian yang rendah dan **Rock** pada bagian yang tinggi. Anda juga bisa memilih **Brush** untuk menerapkan Texture tersebut.



Menggambar Pepohonan

1. Jika landscape **Terrain** sudah dibuat, kita tambahkan Vegetasi seperti rumput dan pepohonan.
2. Di jendela **Project** anda, masuk ke folder **Standard Assets – Environment – SpeedTree**. Disana ada 3 jenis pohon tapi Shadernya tidak cocok jika diterapkan di URP.
3. Masuk ke folder **Broadleaf**, di sana ada pohon berwarna pink. Itu tandanya Shadernya tidak cocok dipasang di Materialnya.
4. Untuk memperbaikinya, di jendela **Inspector** pohon pink tersebut pada bagian **Models** klik **Apply & Generate Materials**.
5. Pada bagian **Materials** juga sama klik **Apply & Generate Materials**.
6. Pohon masih tetap berwarna pink tapi setelah di gambar di **Terrain**, materialnya akan terbaca.

7. Lakukan Langkah yang sama untuk semua pohon yang berwarna pink di folder **Conifer** dan **Palm**.



8. Untuk menggambar pepohonan, klik **Paint Trees**.
9. Pada bagian **Trees**, klik **Edit Trees – Add Trees**.
10. Pada bagian **Tree Prefab** (dibagian lingkaran) pilih pohon yang ada di **Assets** anda. Klik **Add**.
11. Masukkan pohon satu per satu dengan Langkah yang sama seperti diatas.
12. Atur **Brush Size** dan **Tree Density** dari pohon lalu gambar pada **Terrain**.
13. Jika anda ingin menggambar pohon secara serentak gunakan tombol **Mass Place Tree**. Lalu isi berapa banyak pohon yang ingin anda gambar di **Number of Trees**. Ini akan menggambar pohon di seluruh **Terrain** anda.
14. Untuk menghapus pohon tahan **Shift + Klik kiri mouse** pada area pohon yang mau dihapus.

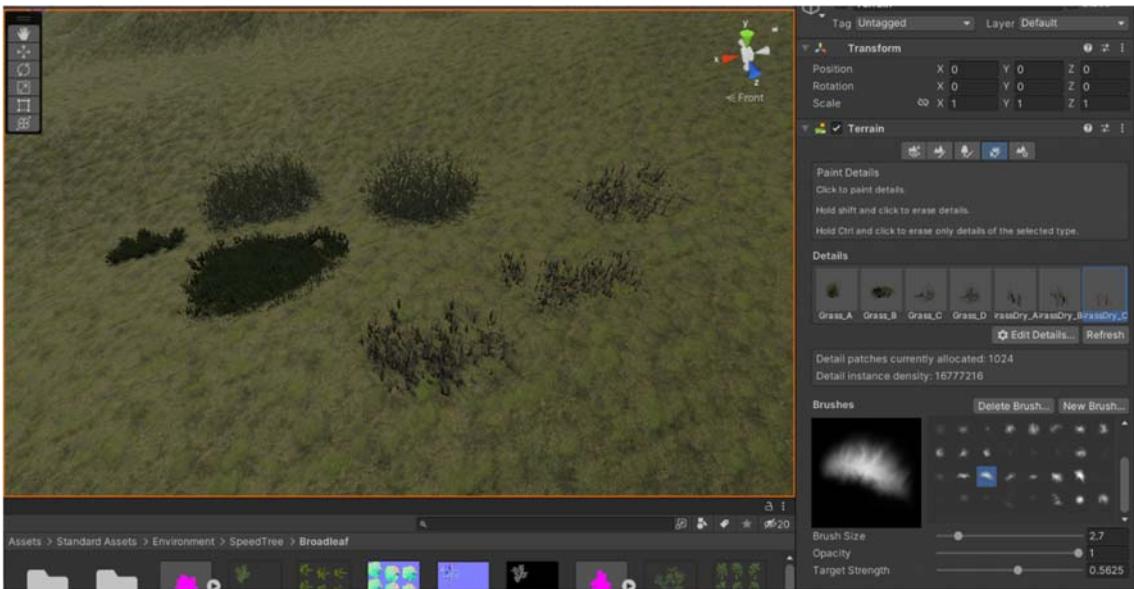


15. Buat vegetasi di terrain sesuai selera anda.

Menggambar Rumput

1. Untuk menambahkan detil rerumputan pada **Terrain**, klik **Paint Details**.
2. Pada bagian **Details**, klik **Edit Details – Add Detail Mesh**.

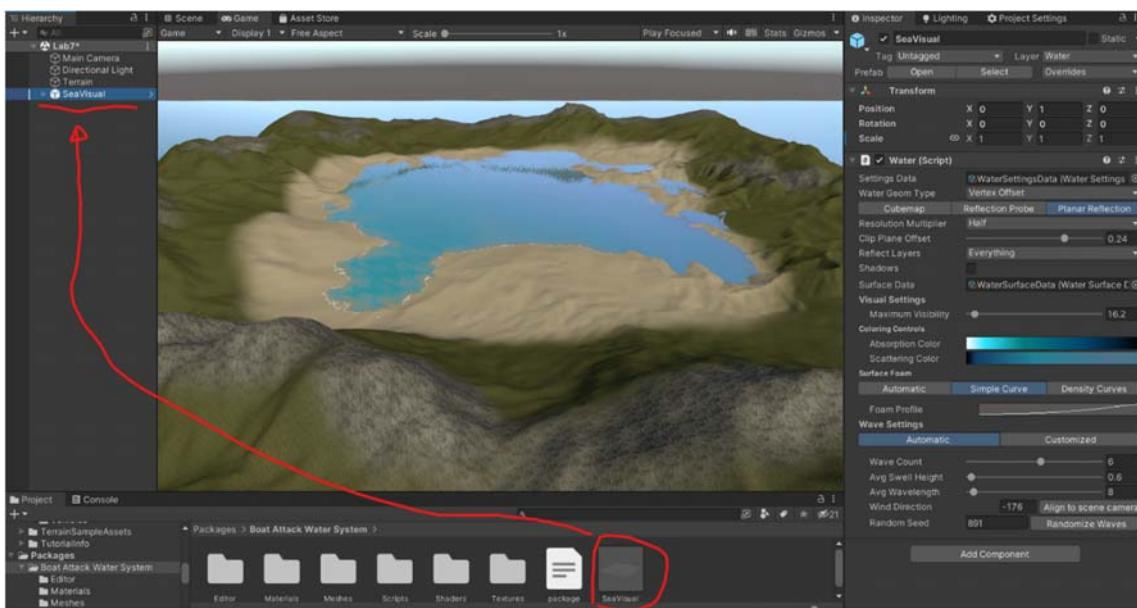
3. Pada bagian **Detail Prefab** (klik tombol lingkaran) pilih model yang nama filenya ada **Grass** nya. Klik **Add**.
4. Tambahkan detail untuk **Grass** yang lain dengan cara yang sama.
5. Atur **Brush Size**, **Opacity**, dan **Target Strength** lalu gambar pada **Terrain**.
6. Untuk menghapus details tahan **Shift + Klik kiri mouse** pada area pohon yang mau dihapus.



7. Buat vegetasi di terrain sesuai selera anda.

Membuat Water

1. Download package Water di link berikut:
[https://drive.google.com/file/d/1k_o0MeQLNx4JPOjtTgUZdofhl1Bbn7y /view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1k_o0MeQLNx4JPOjtTgUZdofhl1Bbn7y/view?usp=sharing)
2. Extract package tersebut lalu copykan di folder **Project/Packages/**.
3. Pada jendela **Project**, buka **Packages** lalu buka folder **Boat Attack Water System** lalu drag **Sea Visual** ke jendela **Hierarchy**.
4. Posisikan **Sea Visual** sesuai bentuk **Terrain** anda (misalnya di tengah). Atur ketinggiannya agar tampak bagus.



5. Jika ada **Error** maka fix error dengan cara:
 - a) Masuk menu **Window – Package Manager**.
 - b) Cari package yang ada tanda merahnya seperti **XX-High Definition**. Remove Package tersebut.
 - c) Jika ada **Error** tentang **GUIText** maka klik dobel Error nya lalu akan terbuka Script **SimpleActivatorMenu.cs** di Visual Studio.
 - d) Edit scriptnya seperti gambar berikut (yang digaris merah).
 - e) Klik **Save** script tersebut lalu tutup Visual Studio.

```

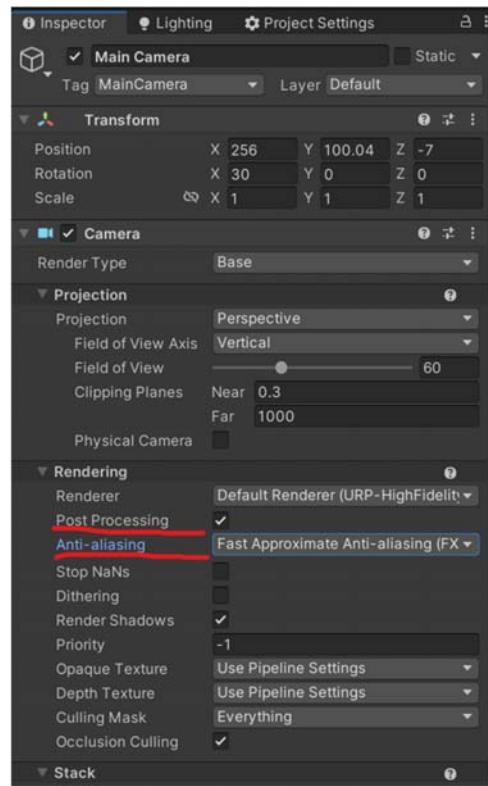
SimpleActivatorMenu.cs*  x  Water.cs  Lit.shader
Assembly-CSharp-firstpass  UnityStandardAssets.Utility.SimpleActivatorMenu  m_CurrentActiveObject

1  using System;
2  using UnityEngine;
3  using UnityEngine.UI;
4
5  #pragma warning disable 618
6  namespace UnityStandardAssets.Utility
7  {
8      public class SimpleActivatorMenu : MonoBehaviour
9      {
10         // An incredibly simple menu which, when given references
11         // to gameobjects in the scene
12         public Text canSwitchButton;
13         public GameObject[] objects;
14
15         private int m_CurrentActiveObject;
16     }
17 }

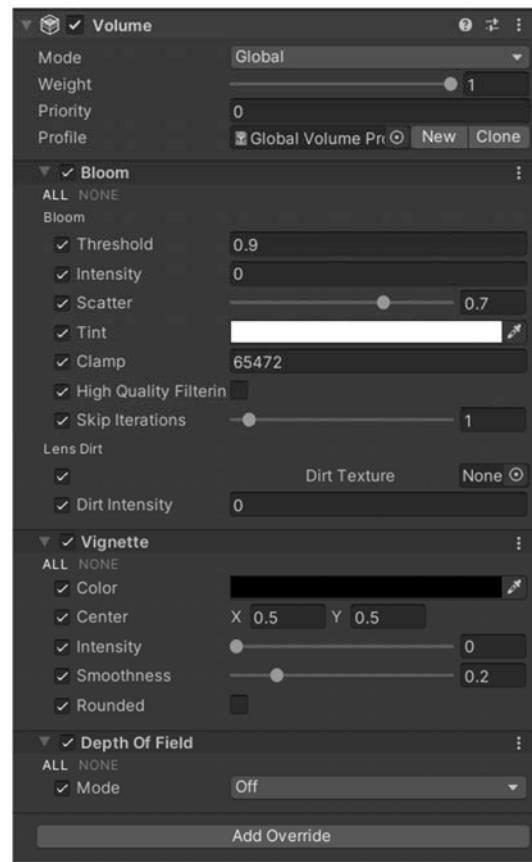
```

Menerapkan Post Processing

1. Pada jendela **Hierarchy** klik **Main Camera** lalu centang **Post Processing**.
2. Ubah juga **Anti-Aliasing** ke **Fast Approximate Anti Aliasing (FXAA)**



3. Klik kanan pada jendela **Hierarchy – Volume – Global Volume**.
4. Pada jendela **Inspector Global Volume** klik **New** untuk menambahkan setting **Post Processing**.
5. Klik **Add Override – Post Processing** lalu tambahkan **Post Processing** berikut:
 - a) **Bloom**
 - b) **Vignette**
 - c) **Depth of Field**
6. Anda juga bisa menambahkan **Post Processing** yang lain untuk mengetahui efeknya pada **Scene**.
7. Centang dan atur semua parameter pada **Post Processing** tersebut untuk melihat efeknya.



8. Tambahkan **Skybox**, **WindZone** dan efek **Fog** agar **Scene** anda tampak bagus. Caranya:
9. Pilih **Assets – Import Package – Custom Package**. Lalu cari file yang bernama **Skybox Series Free.unitypackage**. Klik **Open**. Lalu klik **Import**.
10. Di jendela **Project** buka folder **SkySeries Freebie**.
11. Drag salah satu **skybox** ke **Scene** anda sesuai yang anda inginkan.
12. Klik **Window – Rendering – Lighting**. Centang **Fog** lalu atur **Density** nya misal = **0.002**.
13. Klik kanan pada jendela **Hierarchy – WindZone**. Atur kekuatan anginnya agar pepohonan dan rumput bergerak.



9.7. POST-TEST

Jawablah pertanyaan berikut (**Total Skor: 100**):

No	CPL	CPMK	Pertanyaan	Skor
1.	CPL-08	CPMK-03	Teruskan merender Terrain dengan mengubah-ubah parameter pada post-processing sampai mendapatkan hasil yang realistik!	100

9.8. HASIL CAPAIAN PRAKTIKUM

Diisi oleh asisten setelah semua assessment dinilai.

No	Bentuk Assessment	CPL	CPMK	Bobot	Skor (0-100)	Nilai Akhir (Bobot x Skor)
1.	Pre-Test	CPL-08	CPMK-03	20%		
2.	Praktik	CPL-08	CPMK-03	30%		
3.	Post-Test	CPL-08	CPMK-03	50%		
Total Nilai						

REFERENSI

<https://github.com/Unity-Technologies/BoatAttack>

<https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.render-pipelines.universal@13.1/manual/integration-with-post-processing.html>

PRAKTIKUM 10: MODEL PROSEDURAL

Pertemuan ke : 10

Total Alokasi Waktu : 90 menit

- Materi : 15 menit
- Pre-Test : 15 menit
- Praktikum : 45 menit
- Post-Test : 15 menit

Total Skor Penilaian : 100%

- Pre-Test : 20 %
- Praktik : 30 %
- Post-Test : 50 %

Pemenuhan CPL dan CPMK:

CPL-07	Mampu memilih, membuat dan menerapkan teknik, sumber daya, penggunaan perangkat teknik modern dan implementasi teknologi informasi untuk memecahkan masalah
CPMK-04	Mampu menerapkan metode prosedural seperti sistem partikel, fraktal untuk membangun model 3D

10.1. DESKRIPSI CAPAIAN PEMBELAJARAN

Setelah mengikuti praktikum ini mahasiswa diharapkan mampu:

1. Menjelaskan konsep model procedural
2. Menjelaskan tentang ragam model procedural system partikel

10.2. INDIKATOR KETERCAPAIAN PEMBELAJARAN

Indikator ketercapaian diukur dengan:

CPL-07	CPMK-04	Kemampuan mahasiswa dalam menjelaskan dan mengimplementasikan model procedural system partikel.
--------	---------	---

10.3. TEORI PENDUKUNG

Sistem Partikel

Kumpulan dari partikel, biasanya berupa titik pusat massa dimana perilaku dinamis dari partikel ditentukan dari solusi persamaan differensial. Misalnya:

- Memodelkan perilaku turbulensi pada dinamika fluida
- Memodelkan benda yang deformable, apabila dikenakan gaya maka bentuk benda berubah sesuai partikel penyusunnya
- Memodelkan letusan kembang api
- Memodelkan gelombang

Sistem partikel yang mengikuti hukum newton dua

$$\mathbf{f}=m\mathbf{a}$$

Dimana f adalah gaya, m adalah massa partikel, a adalah percepatan

Setiap partikel pada bidang 3D mempunyai 6 derajat kebebasan. Dalam sistem partikel, setiap partikel akan berinteraksi dengan yang lain dan dikenakan gaya tertentu pada masing-masing partikel

Hal ini lebih mudah diterapkan pada model partikel independen

Misalnya :

- Sebuah partikel hanya dikenai gaya gravitasi
- Setiap partikel diberikan lifetime yang berbeda-beda
- Cocok digunakan dalam merender model asap atau awan

10.4. HARDWARE DAN SOFTWARE

Hardware dan software yang digunakan dalam praktikum ini yaitu:

1. Komputer.
2. Unity 2021.

10.5. PRE-TEST

Jawablah pertanyaan berikut (**Total Skor: 100**):

No	CPL	CPMK	Pertanyaan	Skor
1.	CPL-07	CPMK-04	Sebutkan macam-macam model procedural dan contoh penerapannya!	50
2.	CPL-07	CPMK-04	Jika ada ingin membuat objek air laut yang bergelombang, model procedural apa yang bisa anda pakai dan bagaimana caranya?	50

10.6. LANGKAH PRAKTIKUM

Aturan Penilaian (**Total Skor: 100**):

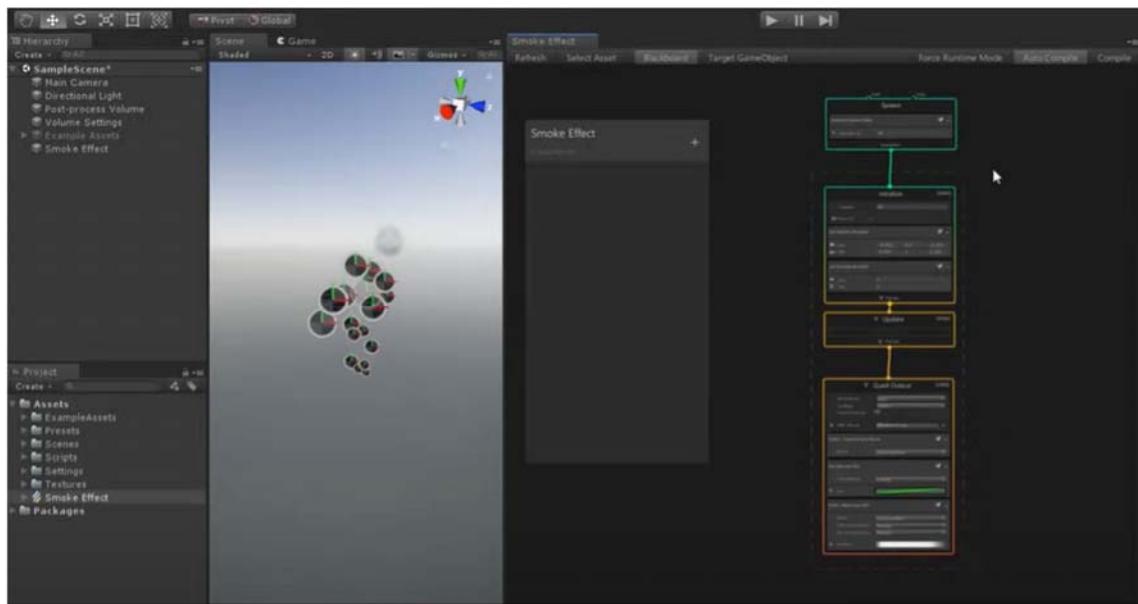
No	CPL	CPMK	Pertanyaan	Dokumen Pendukung	Skor
1.	CPL-07	CPMK-04	Selesaikan langkah praktikum Persiapan!	Hasil praktikum langkah Persiapan	30
2.	CPL-07	CPMK-04	Selesaikan langkah praktikum Membuat Efek Asap!	Hasil praktikum Langkah Membuat Efek Asap	40
3.	CPL-07	CPMK-04	Selesaikan langkah praktikum Membuat Efek Api!	Hasil praktikum Langkah Membuat Efek Api	30

Persiapan:

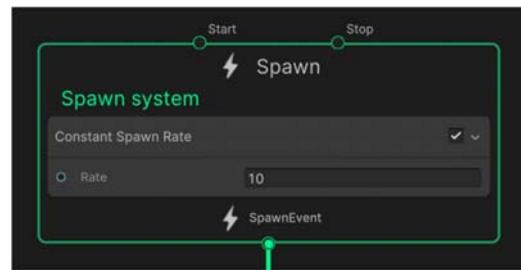
1. Buka Unity Hub. Buat project baru pada Unity. Pilih **New Project – 3D (URP)** – beri nama **Lab10_Nama_NIM**. Hafalkan lokasi folder project anda.
2. Buat folder baru di dalam folder **Assets** beri nama **Models**. Buat folder baru di dalam folder **Models** beri nama **Materials**.
3. Pada jendela hierarchy, **klik kanan mouse – 3D object – Plane**. Ini akan membuat objek **Plane** di editor scene anda. Atur view nya agar objek plane tersebut terlihat di jendela editor scene.
4. Buat material baru untuk dipasangkan pada objek **Plane** tersebut. Buka folder **Models/Materials** dan klik kanan pada **jendela Project** lalu **Create – Material**. Beri nama **PlaneMat**.
5. Drag **PlaneMat** ke objek **Plane** untuk menerapkan materialnya pada objek.

Membuat Efek Asap

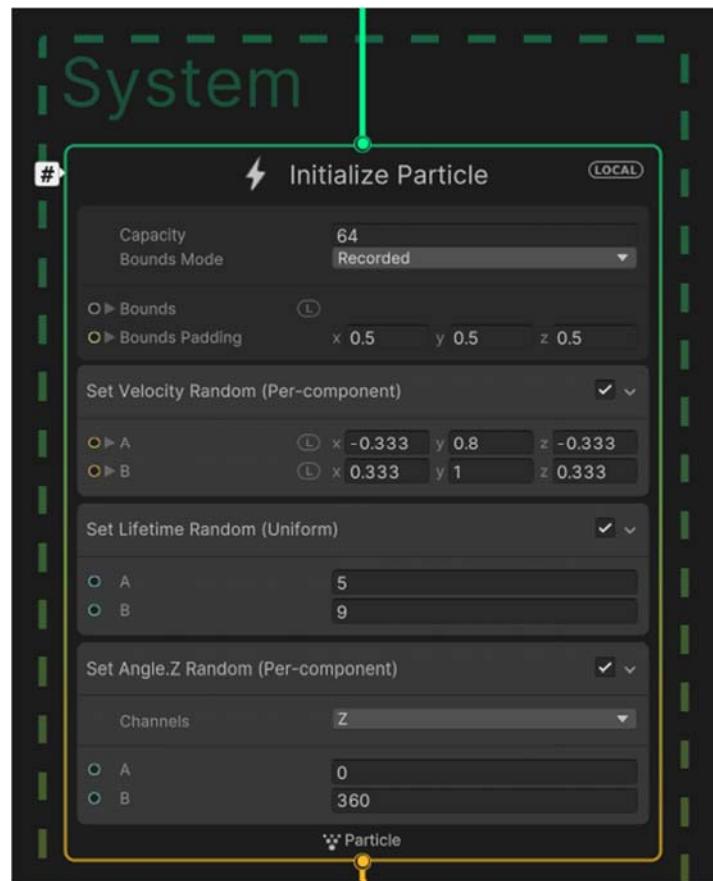
- Klik kanan pada jendela Project – Create – Visual Effects – Visual Effect Graph. Lalu beri nama **Smoke Effect**.
- Drag **Smoke Effect** ke jendela Hierarchy untuk melihat hasilnya.
- Untuk mengedit **Smoke Effect**, dobel klik pada **Smoke Effect** di jendela Project lalu **Visual Effect Editor** akan terbuka.
- Posisikan **Visual Effect Editor** bersebelahan dengan **Scene** anda agar mudah dilihat hasilnya dengan cara Drag judul Smoke Effect lalu tempatkan disebelah Scene.



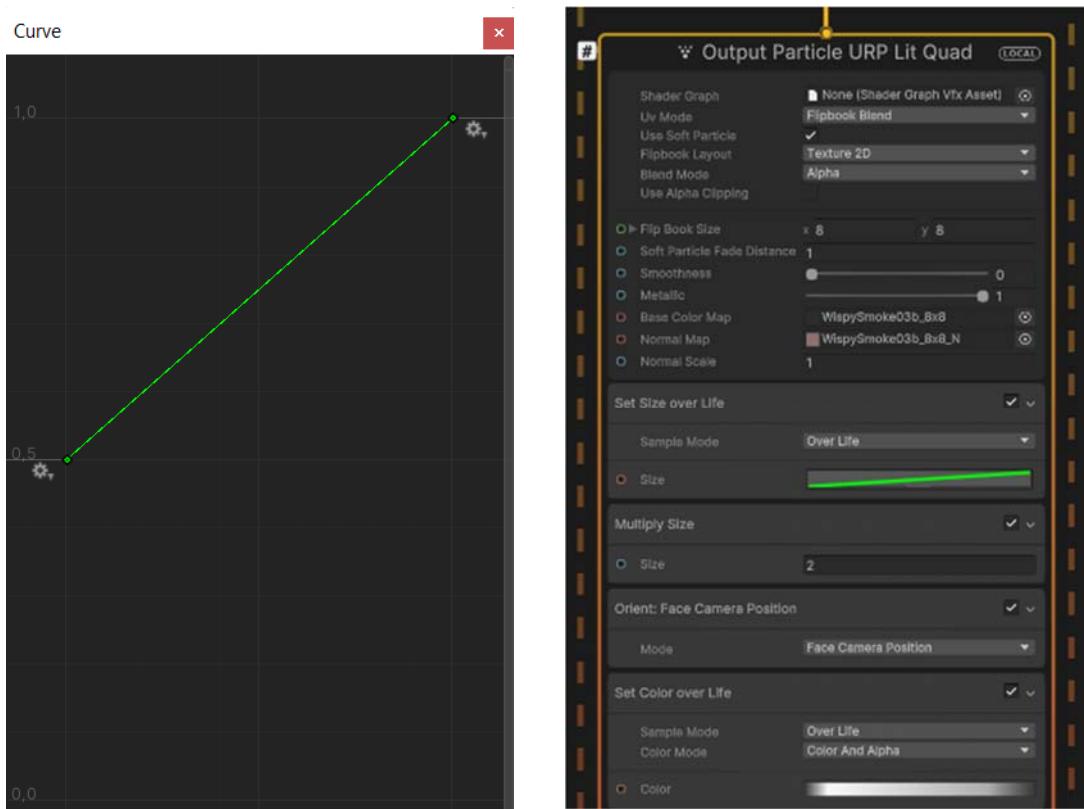
- Di blok **Spawn**, isi **Rate = 10**.



- Di blok **Initialize Particle**, ubah pengaturan sebagai berikut:
 - Isi **Capacity** = 64.
 - Set Velocity Random**, isi sumbu Y = 0.8.
 - Set Lifetime Random**, isi **Min** = 5 dan **Max** = 9.
 - Tambahkan Blok **Set Angle** dengan cara, klik kanan – Create Block – Set Angle.
 - Pada **Channels** pilih Z.
 - Klik pada Blok **Set Angle** lalu di jendela **Inspector** di bagian **Random** pilih **Per Component**.
 - Pada blok **Set Angle** ubah **Min** = 0 dan **Max** = 360.

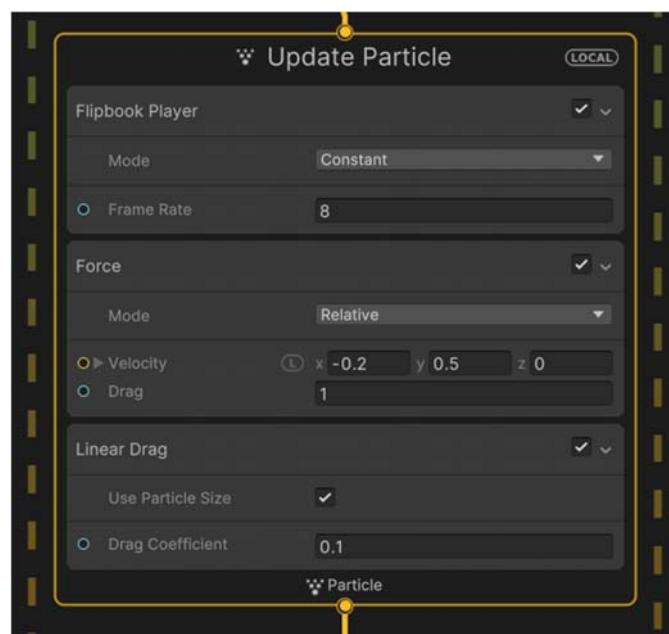


7. Download texture asap di link berikut:
<https://drive.google.com/file/d/1om2Rb3aNGIqEkdV6nHj22vJiYqkbrWtj/view?usp=sharing>
8. Extract texture tersebut lalu copykan ke folder **Assets – Models** di Project anda.
9. Ganti node **Output** dengan **Lit Quad Output**. Caranya:
 - a) Hapus node **Quad Output**.
 - b) Klik kanan pada **Visual Effect Editor – Create Node – Output Particle URP Lit Quad**.
 - c) Hubungkan node tersebut dengan **Node Update** diatasnya.
 - d) Pada node **Output Particle URP Lit Quad**, centang **Use soft particle**.
 - e) Set **Smoothness = 0**.
 - f) Ubah **UV Mode** ke **FlipbookBlend** karena kita akan menggunakan Texture Sheet.
 - g) Ubah **Flipbook Size** ke **X=8, Y=8** karena pada texture terdapat 8x8 bentuk asap yang berbeda.
 - h) Drag file texture **WispySmoke03b_8x8.png** ke **Base Color Map**.
 - i) Klik kanan – **Create Block – Multiply Size**. Isi **Size = 2** untuk memperbesar particle asap.
 - j) Klik kanan – **Create Block – Orient: Face Camera Position** agar posisi particle selalu menghadap ke kamera.
 - k) Klik kanan – **Create Block – Set Size over Life**. Drag blok ini agar posisinya berada di atas **Blok Multiply Size**.
 - l) Klik gambar kurva pada blok **Set Size over Life**. Pilih yang **linear** (nomor 2 dari kiri).
 - m) Atur **kurva** seperti pada Gambar yaitu **minimum di 0.5**.



10. Pada **Node Update Particle**. Isikan pengaturan berikut:

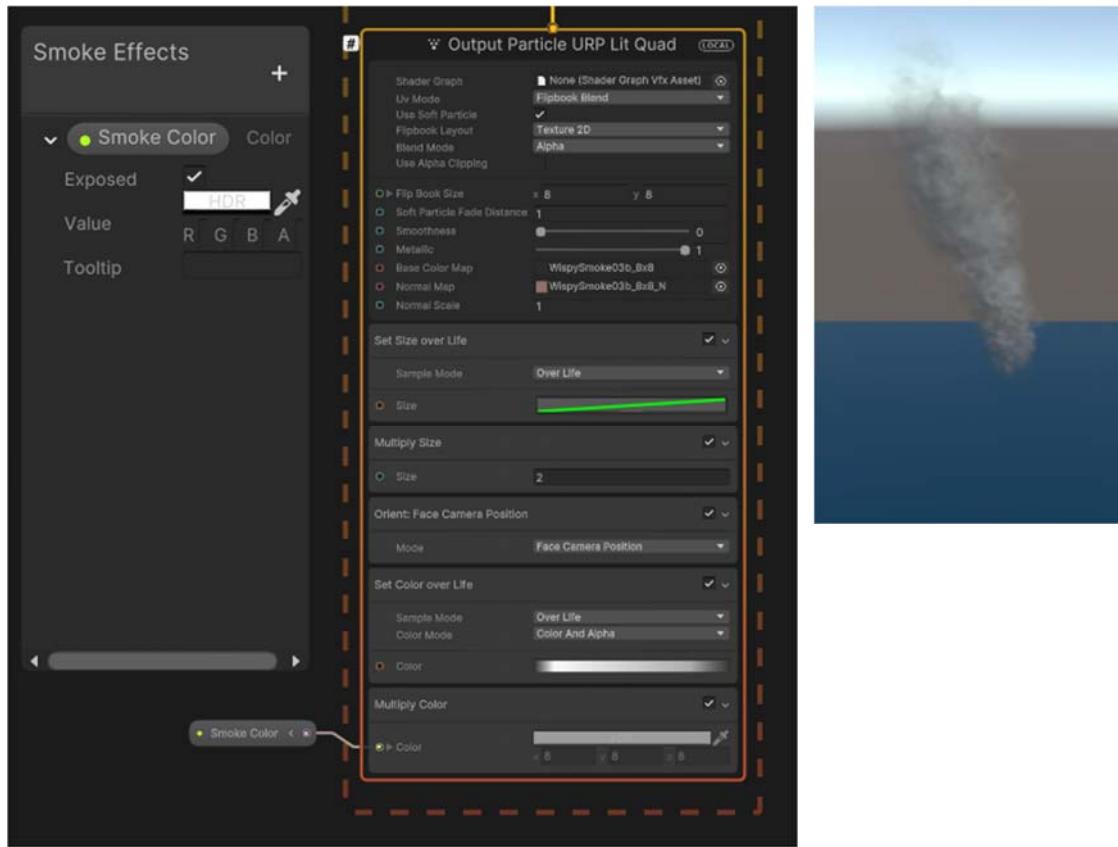
- Klik kanan – Create Block – Flipbook Player. Set Frame Rate = 8.
- Klik kanan – Create Block – Force. Atur Mode ke Relative. Atur Velocity X= -0.2, Y=0.5, Z=0.
- Klik kanan – Create Block – Linear Drag. Centang Use Particle Size. Atur Drag Coefficient = 0.1



11. Kembali pada node **Output Particle URP Lit Quad**. Klik node tersebut lalu isikan pengaturan berikut di jendela **Inspector** nya.

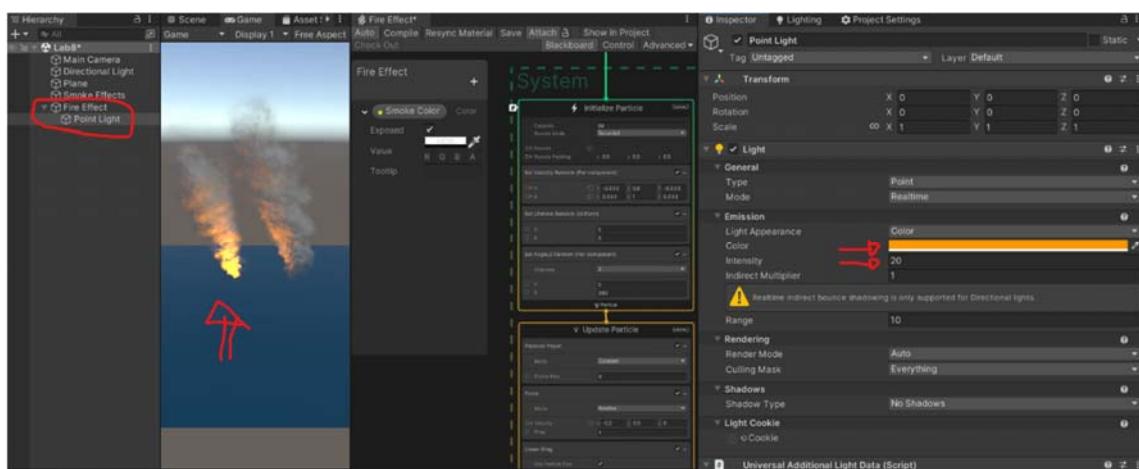
- Pada **Base Color Map** ubah menjadi **Alpha**.

- b) Klik kanan pada node Output tersebut – **Create Block** – **Set Color over Life** untuk menerapkan gradient warna pada asap.
- c) Klik kanan – **Create Block** – **Multiply Color**. Ubah warna pada **Color** sesuai warna Asap misalnya abu-abu gelap.
12. Agar warna asap bisa diubah-ubah maka tambahkan parameter warna dengan cara. Klik tanda + pada **Smoke Effect** lalu pilih **Color**. Beri nama **Smoke Color**. Centang **Exposed**.
13. Drag node **Smoke Color** tersebut ke **Visual Effect Editor** lalu hubungkan dengan input **Color** pada **Block Multiply Color**.
14. Klik pada node **Output Particle URP Lit Quad**. Di jendela **Inspector** centang **Use Normal Map**.
15. Drag file texture **WispySmoke03b_8x8_N.png** ke **Normal Map**. Particle Asap akan menjadi lebih 3D.



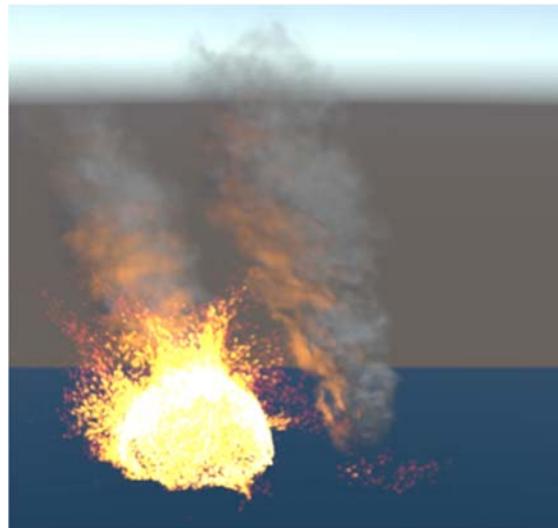
Membuat Efek Api

- Pada jendela **Project**, **Duplicate Smoke Effect** dengan cara klik pada **Smoke Effect** lalu tekan **Ctrl+D** lalu ganti namanya menjadi **Fire Effect**.
- Drag **Fire Effect** ke jendela **Hierarchy** untuk melihat hasilnya. Posisikan agar bersebelahan dengan **Smoke Effect** untuk melihat perbandingannya.
- Klik kanan pada **Fire Effect** di jendela **Hierarchy** – **Light** – **Point Light**. Pada jendela **Inspector**, ubah **Color** menjadi **orange** dan **Intensity = 20**.
- Klik pada **Fire Effect** di jendela **Hierarchy**. Di jendela **Inspector** ubah-ubah warna **Smoke Color** sesuai yang anda inginkan.

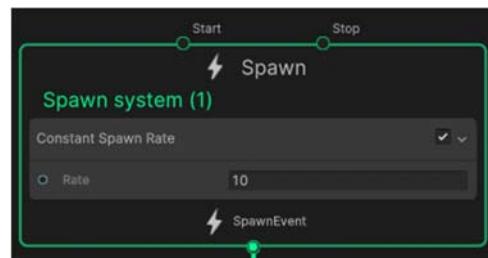


Menambahkan Percikan Api

5. Untuk menambahkan percikan api klik dobel pada **Fire Effect** di jendela Project.
6. Klik kanan pada jendela **Visual Effect Editor – Simple Swarm Particle System**. Ini akan membuat system baru di sebelah system particle fire effect.



7. Pada node **Spawn**, isi **Rate = 10**

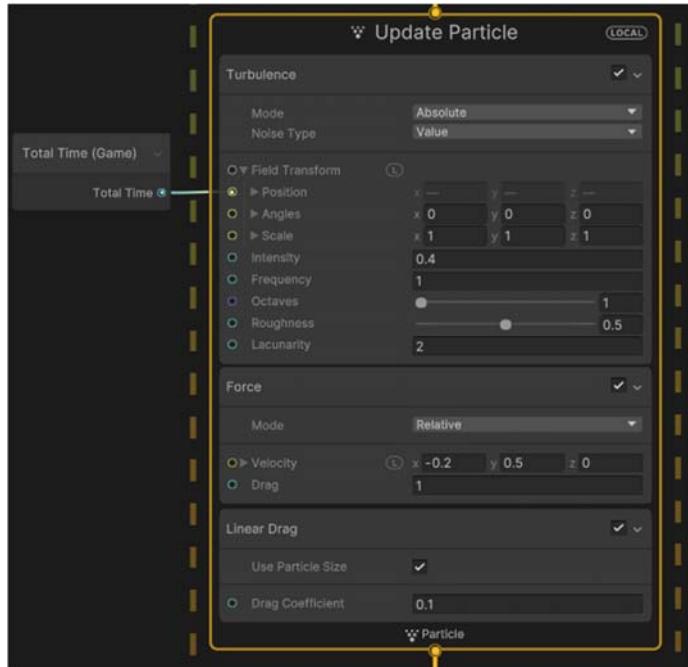


8. Pada node **Initialize Particle**, Isikan pengaturan berikut:
 - a) Isi **Capacity = 100**.
 - b) Pada **Add Position**, klik **Arch Sphere – Sphere – Radius = 0.2**
 - c) Pada **Set Lifetime Random**, isi **A = 2** dan **B = 4**
9. Pada **Fire Effect System** copy blok **Set Velocity Random** di node **Initialize Particle** lalu paste di **Swarm Particle System** pada node **Initialize Particle**.

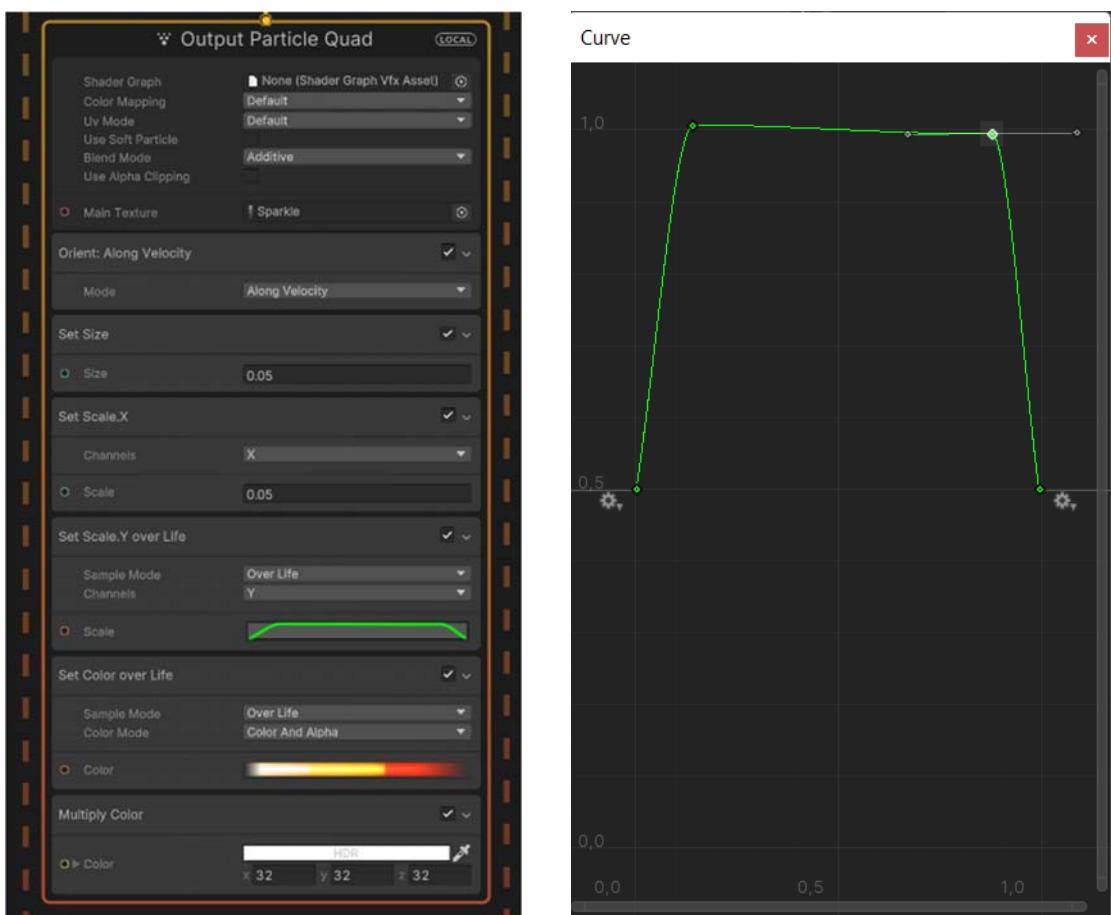
10. Set **Min X= -0.5, Y=0.8, Z= -0.5** dan **Max X=0.5, Y=1, Z=0.5**



11. Pada **Fire Effect System** copy blok **Force** dan **Linear Drag** di node **Update Particle** lalu paste di **Swarm Particle System** pada node **Update Particle**.
12. Pada node **Update Particle** di blok **Turbulence**. Ubah **Mode** ke **Absolute**.
13. Klik kanan pada jendela **Visual Effect Editor – Create Node – Total Time**.
14. Klik pada **Field Transform** untuk membuka pengaturannya. Hubungkan output node **Total Time** ke input **Position** pada **Field Transform**. Ubah **Intensity = 0.4**



15. Pada node **Output Particle Quad**, klik kanan – Create Block – **Multiply Color**.
16. Ubah **Color** menjadi **putih** dan atur **Intensity = 5**.
17. Klik kanan – Create Block – **Set Size**. Drag blok **Set Size** agar berada di atas blok **Set Scale:X**.
Ubah **Size = 0.05**
18. Pada blok **Set Scale:X** ubah **Size = 0.05**.
19. Pada blok **Set Scale:Y** ubah **Sample Mode** ke **Over life**. Klik gambar kurva pada **Scale** lalu ubah seperti pada Gambar. Anda bisa menambahkan titik baru pada garis dengan **klik kanan – Add Key**.



Hasil



10.7. POST-TEST

Jawablah pertanyaan berikut (**Total Skor: 100**):

No	CPL	CPMK	Pertanyaan	Skor
1.	CPL-07	CPMK-04	Tambahkan objek Silinder pada Scene tersebut!	30
2.	CPL-07	CPMK-04	Modifikasi warna api menjadi Flare seperti gambar berikut!	70



10.8. HASIL CAPAIAN PRAKTIKUM

Diisi oleh asisten setelah semua assessment dinilai.

No	Bentuk Assessment	CPL	CPMK	Bobot	Skor (0-100)	Nilai Akhir (Bobot x Skor)
1.	Pre-Test	CPL-07	CPMK-04	20%		
2.	Praktik	CPL-07	CPMK-04	30%		
3.	Post-Test	CPL-07	CPMK-04	50%		
Total Nilai						

REFERENSI

https://www.youtube.com/watch?v=OCzGXcdyqnQ&ab_channel=Unity

https://www.youtube.com/watch?v=R6D1b7zZHHA&ab_channel=Brackeys

LEMBAR JAWABAN PRE-TEST DAN POST-TEST PRAKTIKUM

Nama : NIM :	Asisten: Paraf Asisten:	Tanggal: Nilai:
-------------------------------	--	----------------------------------

DAFTAR PUSTAKA

1. Edward Angel dan Dave Shreiner, 2011, Interactive Computer Graphics – A Top-Down Approach with Shader-Based OpenGL 6th Edition, Pearson Education
2. Donald Hearn dan M. Pauline Baker, 1997, Computer Graphics C Version 2nd Edition, Pearson Education
3. John F. Hughes, Andries Van Dam, Morgan McGuire, David F. Sklar, James D. Foley, Steven K. Feiner dan Kurt Akeley, 2013, Computer Graphics Principles and Practice 3rd Edition, Addison-Wesley Professional
4. Dave Shreiner, Graham Sellers, John Kessenich and Bill Licea-Kane, 2013, OpenGL Programming Guide 8th Edition, Pearson Education
5. Edward Angel dan Dave Shreiner, 2014, Interactive Computer Graphics – A Top-Down Approach with WebGL 7th Edition, Pearson Education
6. R. Stuart Ferguson, 2014, Practical Algorithms for 3D Computer Graphics 2nd Edition, CRC Press: Taylor & Francis Group, LLC
7. Graham Sellers, Richard S. Wright, Jr, dan Nicholas Haemel. OpenGL SuperBible 7th Edition – Comprehensive Tutorial and Reference. Addison-Wesley. 2015.
8. <http://lodev.org/cgtutor/randomnoise.html>
9. http://nuclear.mutantstargoat.com/articles/sdr_fract/
10. <http://www.learnopengl.com/#!Advanced-OpenGL/Anti-aliasing>
11. http://paulbourke.net/texture_colour/perlin/
12. <http://www.scratchapixel.com/lessons/3d-basic-rendering/introduction-to-ray-tracing/how-does-it-work>



**LABORATORIUM
S1 INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS AHMAD DAHLAN**



2023