



TESIS - KS142501

**INVESTMENT ANALYSIS: PENINGKATAN PERFORMA
DAN EFFISIENSI DARI ADOPTI CLOUD ENGINE PADA
INDUSTRI KREATIF BERBASIS DIGITAL VISUAL DESAIN
YANG MEMILIKI KEBUTUHAN KOMPUTASI & PROSESING
TINGGI**

GEDE INDRA RADITYA MARTHA NRP. 05211750010003

DOSEN PEMBIMBING

Dr. APOL PRIBADI SUBRIADI, S.T., M.T.

NIP. 197002252009121001

PROGRAM MAGISTER

DEPARTEMEN SISTEM INFORMASI

FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMUNIKASI

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2019



TESIS - KS142501

**INVESTMENT ANALYSIS: PERFORMANCE
IMPROVEMENT AND EFFICIENCY OF CLOUD ENGINE
ADOPTION ON CREATIVE INDUSTRIES ELEMENTS
WITH HIGH COMPUTING & PROCESSING
REQUIREMENT**

GEDE INDRA RADITYA MARTHA NRP. 05211750010003

SUPERVISOR

Dr. APOL PRIBADI SUBRIADI, S.T., M.T.

NIP. 197002252009121001

**MASTER PROGRAM
INFORMATION SYSTEM DEPARTMENT
FACULTY OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2019**

(halaman ini sengaja dikosongkan)

LEMBAR PENGESAHAN

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Magister Komputer (M.Kom)

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

oleh

Gede Indra Raditya Martha

NRP 05211750010003

Tanggal Ujian : 15 Januari 2019

Periode Wisuda : Maret 2019

Disetujui oleh:

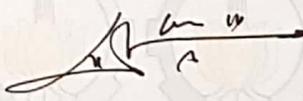
Dr. Apol Pribadi Subriadi, S.T., M.T.
NIP 197002252009121001


(Pembimbing I)

Mahendrawathi ER., S.T., M.Sc., Ph.D
NIP 197610112006042001


(Penguji I)

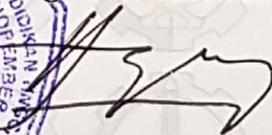
Faizal Mahananto, S.Kom., M.Eng., Ph.D.
NIK 5200201301010


(Penguji II)

Dekan

Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi




Dr. Agus Zainal Arifin, S.Kom., M.Kom.
NIP 19720809 199512 1 001

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

ABSTRAK

Industri kreatif (*Creative Industries*) merupakan salah satu sub-sektor baru dalam dunia ekonomi yang perkembangannya sangat pesat. Industri kreatif adalah industri yang mampu menyediakan produk dan layanan dengan nilai ekspresif dan fungsional. Perusahaan yang bergerak dalam industri kreatif sangat bergantung pada teknologi baru. Lebih dari 90% perusahaan yang bergerak dalam industri kreatif tersebut menggunakan teknologi baru sebagai infrastruktur utama penunjang proses aktifitas mereka baik *hardware* maupun *software*. Beberapa sektor dalam industri kreatif memiliki aktifitas yang membutuhkan *hardware resource* lebih tinggi dibandingkan dengan aktifitas kerja pada umumnya. Aktifitas berhubungan dengan proses mendesain visual, digitalisasi/virtualisasi dan kontennya seperti contoh arsitektur, animasi 3D, VR (*Virtual Reality*), AR (*Augmented Reality*), *Gaming*, dsb, memerlukan spesifikasi *hardware* yang mumpuni untuk dapat menghasilkan dan meningkatkan kualitas hasil akhir serta mendukung kinerja pengguna/pelaku industri kreatif tersebut. Kebutuhan tinggi akan infrastruktur pendukung industri kreatif seperti *hardware* terbatas dengan tingginya *cost* untuk penggunaan infrastruktur tersebut. Dimulai dari pembelian awal, *running, maintenance, replace, upgrade* dsb. Menjawab masalah tersebut, *cloud computing* menawarkan salah satu bentuk gabungan antara *infrastructure* dan *platform as service* sebagai salah satu bentuk layanan untuk menangani kebutuhan *hardware* serta *platform* kerja, yang dalam penelitian ini disebut sebagai *Cloud Engine*. Penelitian ini melakukan analisis untuk membuktikan keuntungan penggunaan *Cloud Engine* apabila dibandingkan dengan perangkat *workstation* konvensional (infrastruktur umum), menganalisis perbandingan keuntungan investasi baik pada *starting cost*, biaya operasional, *raw power performance, maintenance*, dan kebutuhan daya antara *workstation* konvensional dan *Cloud Engine* dan selanjutnya efisiensi dan efektifitas dalam investasi dihitung menggunakan metode CBA (*Cost-Benefit Analysis*) untuk mendapatkan keuntungan/project dan rekomendasi terbaik dalam rangka investasi infrastruktur pendukung industri kreatif berbasis digital visual desain.

Kata Kunci: Industri Kreatif, Infrastruktur, *Hardware*, *Cloud Engine*, Investasi, CBA (*Cost Benefit Analysis*).

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

ABSTRACT

The creative industry is one of the new sub-sectors in the world of economics whose development is very rapid currently. The creative industry is an industry that is able to provide products and services with expressive and functional values. Companies engaged in the creative industry rely heavily on new technology. More than 90% of companies which engaged in the creative industry use new technology as the main infrastructure to support their activity processes both hardware and software. Some sectors in the creative industry have activities that require higher hardware resources compared to work activities in general. Activities related to the process of visual design, digitalization/virtualization and its content such as architecture, 3D animation, VR (Virtual Reality), AR (Augmented Reality), Gaming, etc., require a high hardware specification to produce and improve the qualities of the end products and support the performance of users/creative industry performer. The high demand for creative industry supporting infrastructure such as hardware is limited by the immense cost of infrastructure use. Starting from the initial purchase, running, maintenance, replace, upgrade, etc. Answering this problem, cloud computing offers one of the combined forms of infrastructure as service and platforms as service to handle hardware and work platform needs, which in this study are referred to as Cloud Engines. This study analyzes to proven the advantages of the Cloud Engine use, when compared to conventional workstation devices, analyzing the comparison of investment benefits both in the starting cost, operational costs, raw power performance, maintenance, and power requirements between conventional workstations and Cloud Engines, subsequently efficiency and effectiveness in investment is calculated using the CBA (Cost-Benefit Analysis) method to get the best benefits/projects and recommendations in order seek the best infrastructure investment for supporting the creative industries based on digital visual design.

Keywords: Creative Industry, Infrastructure, Hardware, Cloud Engine, Investment, CBA (Cost Benefit Analysis).

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, Ida Sang Hyang Widhi Wasa karena atas berkat dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Investment Analysis: Peningkatan Performa dan Efisiensi dari Adopsi Cloud Engine pada Industri Kreatif Berbasis Digital Visual Desain yang Miliki Kebutuhan Komputasi dan Prosesing Tinggi” sebagai satu syarat kelulusan dari Program Pascasarjana Jurusan Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Proses pengerjaan tesis ini telah banyak mendapatkan bantuan, bimbingan, masukan serta dukungan dari berbagai pihak sehingga dalam kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Kedua Orang Tua penulis, I Made Parwatha dan Anak Agung Istri Ngurah Marhaeni, serta saudara – saudara penulis, dan Seluruh Keluarga Besar, yang selalu memberikan doa, motivasi, dan dukungan tanpa batas.
2. Bapak Dr. Apol Pribadi Subriadi, S. T., M. T., selaku dosen pembimbing dan Dosen Wali Akademik yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran, serta memberikan saran, motivasi serta ilmu, dan kesabaran baik selama membimbing penulis dari awal hingga tesis ini selesai dan juga saat perkuliahan berlangsung.
3. Ibu Mahendrawathi ER., S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Dosen Penguji I yang telah bersedia menguji dan memberikan masukan serta dukungannya untuk penyelesaian penelitian ini.
4. Bapak Faizal Mahananto, S. Kom., M. Eng., Ph.D., selaku Dosen Penguji II yang telah bersedia menguji dan memberikan masukan serta dukungannya untuk penyelesaian penelitian ini.
5. Seluruh informan yang terlibat dalam penelitian ini, Kevin Lumoindong, Risma Suherja dan I Wayan Pasek Anggadi Kumara yang telah bersedia

direpotkan dalam rangka pengujian, simulasi serta pengambilan data dalam pembuatan tesis ini

6. Teman - teman seperjuangan penulis angkatan 2017 S2 Sistem Informasi ITS, Risky, Satrio, Fajar, Yudha, Mas Doddy, Taufiq, Andri, Ogik, Adon, Pradita, Mirza, Dita, Nanda, Mbak Lolanda, Mbak Fina, Mbak Olive Mbak Ocha, Mbak Tika dan lainnya yang selalu bersedia untuk berbagi ilmu dan saling bantu-membantu dalam menjalani perkuliahan.
7. Kakak - kakak senior S2 Sistem Informasi Mas Harits, Mas Tama, Mbak Maya, Adib, Galih dan senior-senior lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu selama perkuliahan S2 Sistem Informasi.
8. Teman-Teman dekat penulis Eka Steven, Gunggus, Tema, Angga, Wira, Ajus, Angga Gaben, Candra, Juni, Tput, Yama, Po, Bagus, Pande, Indira, Arik, Yuda, Andre yang selalu menyambut kepulangan dan mendukung penulis dalam menyelesaikan studi S2 dengan.
9. Seluruh Dosen dan Karyawan ITS Surabaya.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah membantu dan terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penulisan tesis ini.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih memiliki kekurangan dan ketidaksempurnaan dalam penulisan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca yang bersifat membangun sebagai bahan acuan penelitianpenelitian selanjutnya. Akhir kata, semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Surabaya, Januari 2019

Gede Indra Raditya Martha

DAFTAR ISI

<i>LEMBAR PENGESAHAN</i>	<i>i</i>
<i>ABSTRAK</i>	<i>ii</i>
<i>ABSTRACT</i>	<i>v</i>
<i>KATA PENGANTAR</i>	<i>vii</i>
<i>DAFTAR ISI</i>	<i>ix</i>
<i>DAFTAR GAMBAR</i>	<i>xiii</i>
<i>DAFTAR TABEL</i>	<i>xv</i>
<i>BAB I</i>	<i>1</i>
<i>PENDAHULUAN</i>	<i>1</i>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	5
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Kontribusi Penelitian.....	6
1.6 Sistematika Penulisan.....	7
<i>BAB II</i>	9
<i>KAJIAN PUSTAKA</i>	9
2.1 Dasar Teori.....	9
2.1.1 <i>Cloud Engine</i>	9
2.1.2 Green computing.....	10
2.1.3 Industri Kreatif Berbasis Digital Visual Desain.....	13
2.1.4 <i>Rendering</i>	13
2.2 <i>Hardware Performance Measurement</i>	15
2.2.1 Tujuan Analisis Performa.....	16
2.2.2 Fundamental <i>Performance-Analysis</i> Solution Techniques.....	18
2.2.3 <i>Performance metrics</i>	20
2.2.4 <i>Central Tendency</i>	26
2.2.5 <i>Measurement Strategies</i>	27
2.2.6 <i>Benchmarking</i>	28
2.3 Cost benefit analysis.....	29
2.4 Bentuk Metodologi & Pendekatan Penelitian.....	33
2.4.1 <i>Experimental Design Research (EDR)</i>	33
2.4.2 Studi Kasus.....	39

2.5	Penelitian Terdahulu.....	46
<i>BAB III</i>		49
<i>KERANGKA KONSEPTUAL</i>		49
3.1	Konseptual Model	49
3.2	Analisis Domain	50
3.3	Definisi Elemen Domain	51
<i>BAB IV</i>		57
<i>METODOLOGI PENELITIAN</i>		57
4.1	Tahapan Penelitian	57
4.1.1	Identifikasi Fenomena & Perumusan Masalah	58
4.1.2	Studi Literatur	58
4.1.3	Merancang Studi Kasus Penelitian.....	58
4.1.4	Pengumpulan Data	59
4.1.5	Analisis Data	60
4.2	Setting Lokasi dan Waktu Penelitian	64
4.2.1	Lokasi Penelitian.....	64
4.2.2	Waktu Penelitian.....	64
4.3	Kualifikasi Informan Objek Penelitian.....	65
<i>BAB V</i>		67
<i>EKSEKUSI & PENGUJIAN</i>		67
5.1	Gambaran Umum Obyek Penelitian.....	67
5.1.1	Profil Informan.....	67
5.1.2	Kelayakan Informan.....	73
5.2	Conventional Wokstation <i>Performance</i> & Hardware Analysis	74
5.2.1	System Specification Cascade.....	74
5.2.2	<i>Performance Goal</i>	81
5.2.3	System <i>Performance metrics</i>	81
5.2.4	Averaging <i>Performance Variability</i>	82
5.2.5	Benchmarking Convetional System.....	83
5.2.6	Designing & Executing Experiment/Simulation.....	94
5.2.7	Extracting <i>Performance Values</i>	108
5.3	<i>Cloud Engine Performance Cascade</i> & Hardware Analysis	115
5.3.1	System Specification.....	115
5.3.2	Benchmarking <i>Cloud Engine System</i>	116
5.4.	Benchmark Head-to-Head Summary	120

<i>BAB VI</i>	123
<i>HASIL & PEMBAHASAN</i>	123
6.1 Cost Identification	123
6.1.1 Starting cost.....	123
6.1.2 Workstation Operational Cost.....	125
6.1.3 Project Production Cost Baseline.....	130
6.2 Benefit Identification.....	131
<i>BAB VII</i>	137
<i>KESIMPULAN & SARAN</i>	137
7.1 Kesimpulan.....	137
7.2 Saran.....	138
<i>DAFTAR PUSTAKA</i>	139
<i>LAMPIRAN</i>	144
<i>BIOGRAFI PENULIS</i>	149

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Holistic, multipronged approach to greening IT	12
Gambar 2.2 Pengaplikasian subdivision face pada objek 3D Menggunakan Blender 3D.....	14
Gambar 2.3 Tahapan-tahapan <i>Cost benefit analysis</i>	30
Gambar 3.1 Konseptual Model Penelitian.....	49
Gambar 4.1 Tahapan Penelitian	57
Gambar 4.2 Stage dalam metodologi analisis.....	61
Gambar 4.3 Konsep Alur Penelitian.....	64
Gambar 5.1 Tracer from game Overwatch (Credit: Kevin Lumoindong).....	69
Gambar 5.2 Gob & Friends by Hompimpa Studio (Credits: Bambang Gunawan Santoso – Nganimasi Indonesia, Indonesia Animation Industry Data, 2018).....	70
Gambar 5.3 Final Render Kho-Phagan House Interior, Thailand Project (Credits: Dialog Design Studio)	72
Gambar 5.4 Informan I PC workstation showcase	75
Gambar 5.5 Informan II working space.....	77
Gambar 5.6 Informan III working space	79
Gambar 5.7 Unigine Superposition realtime 3D global illumination effect demo.....	84
Gambar 5.8 SSRTGI disabled vs enabled (Credits 80.lv)	85
Gambar 5.9 CPU processing power scene benchmark (“No Keyframes" by AixSponza).....	90
Gambar 5.10 GPU processing power benchmark scene (“Car Chasing” by Renderbaron)	90
Gambar 5.11 Desain simulasi animasi	107
Gambar 5.12 Objek 3D Garuda Wisnu Kencana untuk pengujian	107
Gambar 5.13 CPU Frequency & Temperatur Workstation Informan I saat pengujian	110
Gambar 5.14. CPU Frequency & Temperatur Workstation Informan II saat pengujian	112
Gambar 5.15 CPU Frequency & Temperatur Workstation Informan III saat pengujian.....	114
Gambar 5.16 <i>Cloud Engine</i> – Render Street New Render Project.....	119

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 komparasi <i>performance-analysis</i> solution techniques	20
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu	46
Tabel 3.1 Elemen Domain.....	51
Tabel 3.2 Domain, elemen dan unsur penelitian.....	53
Tabel 4.1 Jadwal Penelitian.....	65
Tabel 5.1 Kelayakan Informan.....	73
Tabel 5.2 Informan I workstation specs.....	75
Tabel 5.3 Informan II workstation specs.....	77
Tabel 5.4 Informan III workstation specs	79
Tabel 5.5 Performance Goal	81
Tabel 5.6 System Performance metrics.....	82
Tabel 5.7 Superposition benchmark preset	85
Tabel 5.8 Superposition benchmark result.....	86
Tabel 5.9 Cinebench R15 benchmark result	91
Tabel 5.10 OpenCL supported device and process.....	95
Tabel 5.11 Dasar formulasi kalkulasi pengaplikasian filter.....	96
Tabel 5.12 Batch processing measurement formula	98
Tabel 5.13 Photo editing score formula	99
Tabel 5.14 Dasar formulasi dalam video editing	100
Tabel 5.15 Dasar formulasi untuk kalkulasi workloads pada video editing	102
Tabel 5.16 Formula kalkulasi total score pada video editing.....	103
Tabel 5.17 rendering & visualization score formula.....	104
Tabel 5.18 Wawancara kebutuhan spesifikasi project	104
Tabel 5.19 Summary Kebutuhan Client.....	106
Tabel 5.20 Informan I performance value.....	108
Tabel 5.21 Informan II performance value	110
Tabel 5.22 Informan III performance value	112
Tabel 5.23 Cloud Engine simulation specs.....	115

Tabel 5.24 Cloud Engine Equivalent Simulation i9 7900X + 2 X GTX Titan.....	117
Tabel 5.25 Cloud Engine- Render Street Performance	119
Tabel 5.26 Perbandingan persentase performa penggunaan workstation konvensional vs Cloud Engine	120
Tabel 5.27 Benchmark Head-to-Head Summary	120
Tabel 6.1 Starting cost workstation.....	123
Tabel 6.2 real-life cost dalam penggunaan workstation.....	125
Tabel 6.3 Project cost baseline.....	130
Tabel 6.4 Benefit Identification	131
Tabel 6.5 Overhead cost & keuntungan/project dengan menggunakan workstation konvensional	133
Tabel 6.6 Overhead cost & keuntungan/project menggunakan cloud engine.....	134

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dijelaskan tentang pendahuluan terkait penelitian yang meliputi latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan batasan masalah, dan sistematika penulisan laporan penelitian dengan judul “Investment Analysis: Peningkatan Performa dan Effisiensi dari Adopsi *Cloud Engine* pada Industri Kreatif Berbasis Digital Visual Desain yang Miliki Kebutuhan Komputasi dan Prosesing Tinggi”.

1.1 Latar Belakang

Industri kreatif (*Creative Industries*) merupakan salah satu sub-sektor baru dalam dunia ekonomi yang perkembangannya sangat pesat, dalam beberapa sumber penelitian industri kreatif sering disebut juga sebagai ekonomi kreatif (*creative economy*). Menurut disertasi yang berjudul “*The impact of ‘Creative Industries’ definitions on subsector typologies*” industri kreatif adalah industri yang mampu menyediakan produk dan layanan dengan nilai ekspresif dan fungsional [1]. Perusahaan yang bergerak dalam industri kreatif sangat bergantung pada teknologi baru. Lebih dari 90% perusahaan yang bergerak dalam industri kreatif tersebut menggunakan teknologi baru sebagai infrastruktur utama penunjang proses aktifitas mereka baik *hardware* maupun *software* [2]. Beberapa sektor dalam industri kreatif memiliki aktifitas yang membutuhkan *resource hardware* lebih tinggi dibandingkan dengan aktifitas kerja pada umumnya. Aktifitas berhubungan dengan proses mendesain visual, digitalisasi/virtualisasi dan kontennya seperti contoh arsitektur, animasi 3D, VR (*Virtual Reality*), AR (*Augmented Reality*), *Gaming*, dsb, memerlukan spesifikasi *hardware* yang mumpuni untuk dapat menghasilkan dan meningkatkan kualitas hasil akhir serta mendukung pengguna/pelaku industri kreatif tersebut. *Hardware* dan *software* merupakan *driver* utama dalam pertumbuhan serta akselerasi dari perkembangan, sektor desain dan virtualisasi dalam industri kreatif ini [3].

Kebutuhan tinggi akan infrastruktur pendukung industri kreatif seperti *hardware* terbatas dengan tingginya *cost* untuk penggunaan infrastruktur tersebut. Dimulai dari pembelian awal, running, maintenance, replace, upgrade. Menjawab masalah tersebut, *cloud computing* menawarkan salah satu bentuk gabungan antara infrastruktur dan platform sebagai salah satu bentuk layanan untuk menangani kebutuhan *hardware* serta platform kerja, yang dalam penelitian ini disebut sebagai *Cloud Engine*. Kemajuan *cloud computing* sangat cepat dapat diukur dari banyaknya elemen-elemen yang sudah dapat ditangani oleh tren teknologi ini. *Cloud computing* menyajikan perubahan fundamental terhadap bagaimana IT service tersebut diciptakan, di-develop, diluncurkan serta di-maintenance [4]. Secara umum *cloud computing* memiliki 3 bentuk yaitu *Infrastructure as a Service* (IaaS), *Platform as a Service* (PaaS), *Software as a Service* (SaaS) sedangkan dalam penelitian ini menekankan jenis baru yaitu *Render as a Service* (RaaS) [5] sebagai bentuk *cloud computing* untuk memfasilitasi industri kreatif yang memiliki kebutuhan komputasi serta prosesing tinggi yang dalam hal ini dicontohkan pada studi kasus perusahaan kontraktor (arsitektur) serta studio animasi sebagai sebagai pelaku pada industri kreatif yang memerlukan spesifikasi mumpuni untuk aktifitas kreatifnya saat mendesain dan merender project. *Cloud computing* saat ini telah dapat melakukan virtual cloud *rendering & processing* dengan *input/output* data besar dan cepat, hal itu dibuktikan dengan hadirnya layanan cloud gaming seperti Playstation Now [6] dan online cloud *rendering* seperti RenderStreet (<https://render.st>). Layanan tersebut menandakan kemampuan prosesing data *input*, dan *output* hasil proses perangkat komputasi pada server awan (GPU/CPU) dapat terjadi secara cepat walaupun dengan data bandwidth tinggi tetapi proses tersebut dapat berjalan dengan millisecond response time sehingga compatible dalam proses gaming dan *rendering*.

Dalam dunia *rendering*, *Graphical Processing Unit* (GPU) based *rendering* merupakan metode *rendering* yang paling banyak digunakan oleh aplikasi-aplikasi pengolah visual/citra saat ini. *GPU-based rendering* lebih populer karena selain unggul dalam skalabilitas, perkembangan performa GPU dan algoritma GPU based *rendering* lebih cepat daripada *CPU-based rendering* [7]. Dibalik performa tinggi

dari GPU based *rendering* spesifikasi *workstation* PC untuk tujuan *rendering* memakan biaya yang tinggi [5, 8]. Hal tersebut diperparah dengan populernya GPU mining dalam cryptocurrency [9] sehingga menyebabkan kelangkaan *Graphic Card* di pasaran sehingga harga *Graphic Card* melonjak 10-35% [10]. Hal ini menunjukkan kebutuhan komputasi/processing pada industri kreatif berbasis digital visual desain akan infrastruktur ber-spesifikasi tinggi akan memakan biaya yang tidak sedikit.

Dalam dunia desaining dan editing seperti desain arsitektur, animasi 3D dan desain grafis, perangkat PC yang demanding sangat diperlukan karena baik itu dalam desaining, drafting dan *rendering* memerlukan *resource* yang jauh lebih tinggi dibandingkan pekerjaan kantoran umumnya seperti mengetik maupun *input* data biasa. Hal tersebut mengakibatkan spesifikasi PC yang digunakan untuk kegiatan desaining tersebut lebih tinggi daripada perangkat desktop kantoran pada umumnya. Seperti contoh dalam proses desaining CPU(Prosesor) serta GPU(*Graphic Card*) sangat mempengaruhi kecepatan navigasi 3D objek yang bersifat vector yang pada umumnya lebih berat daripada tipe desain raster/pixel based dikarenakan vector image menggunakan algoritma geometrika matematika dalam pengoperasiannya [11]. Hal yang sama juga terjadi pada saat *rendering*. Seperti yang telah disampaikan sebelumnya, terdapat dua tipe dalam *rendering* yaitu CPU based *rendering* serta GPU based *rendering* tergantung dari arsitektur cara kerja aplikasi yang digunakan maupun dari pilihan setting pengguna sehingga apabila CPU dan GPU computing power tinggi akan menghasilkan *output* render yang lebih cepat dan lebih baik dari segi kualitas. Selain itu spesifikasi yang tinggi dalam dunia desaining juga dapat mencegah terjadinya error yang dikarenakan oleh *resource* dari PC yang digunakan dalam proses desaining maupun *rendering* mempersempit *resource* untuk OS dan service/core task pada *background* [12] sehingga kemungkinan terjadi freeze/hang saat desaining ataupun *rendering* lebih besar yang selanjutnya dapat menimbulkan kemungkinan corrupt pada *file* project yang dikerjakan. Hal yang telah dijabarkan tersebut telah membuktikan bahwa *resource* yg besar memang dibutuhkan pada dunia desaining.

Dengan majunya teknologi cloud penulis berasumsi bahwa investasi penggunaan *Cloud Engine* untuk dalam desaining menjadi lebih relevan bagi para pelaku industri kreatif khususnya industri kreatif berbasis digital visual desain. Tingginya *starting cost* dalam perakitan *PC Workstation*, banyaknya biaya listrik dalam pengoperasiannya, kemungkinan penggantian komponen dikarenakan seringnya komponen PC ber-spesifikasi tinggi juga dipakai pada proyek lapangan (melalui raw power source genset), serta melonjaknya harga komponen PC akibat cryptocurrency mining [10, 11] dan naiknya harga *hardware* yang memiliki komponen DRAM didalamnya pada awal tahun 2018 [13] membuat alasan untuk beralih ke *Cloud Engine* lebih besar. *Cloud Engine* merupakan solusi yang ditawarkan oleh penelitian ini untuk menjawab kebutuhan industri kreatif berbasis digital visual desain terhadap infrastruktur penunjang aktifitas kreatif. Penelitian ini mencoba membuktikan keuntungan penggunaan *Cloud Engine* apabila dibandingkan dengan perangkat *workstation*/infrastruktur umum, menganalisis perbandingan keuntungan investasi baik pada *starting cost*, raw power *performance*, maintenance, dan kebutuhan daya dari *Cloud Engine* efisiensi dan efektifitas dalam investasi menggunakan metode CBA (*Cost-Benefit Analysis*) [14, 15] dari adopsi *Cloud Engine* yang di ukur dengan sudut pandang performa yang dihasilkan - energy yang di perlukan - *cost* yang di keluarkan bila diaplikasikan pada industri kreatif yang memiliki requirement *hardware* tinggi seperti visual desain. Penelitian ini dapat diproyeksikan hasilnya tidak hanya pada perusahaan Kontraktor & Arsitektur tetapi bisa juga pada industri kreatif seperti Industri Art Desain, Animasi, Industri Gaming serta industry lain yang memerlukan kapabilitas komputasi tinggi.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan di atas, perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah pengaplikasian *Cloud Engine* dapat memberikan keuntungan secara finansial bagi industri kreatif berbasis digital visual desain baik perusahaan maupun perseorangan dengan kebutuhan prosesing dan komputasi tinggi?

2. Apakah *Cloud Engine* dapat meningkatkan produktifitas *rendering* dalam project ?
3. Apakah *Cloud Engine* memiliki kemampuan processing lebih baik daripada rata-rata *PC Workstation* milik arsitek, visual *designer* dan user yang memiliki kebutuhan *resource* & komputasi tinggi pada kenyataan sebenarnya?
4. Bagaimanakah cara melakukan analisis terhadap infrastruktur *hardware* penunjang industri kreatif berbasis digital visual desain.

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh bukti empiris tentang pengaruh dari investasi *Cloud Engine* terhadap performa kinerja suatu bidang pekerjaan seperti arsitek atau visual *designer* serta perusahaan yang memiliki kebutuhan komputasi dan prosesing tinggi. Adapun secara khusus tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui keuntungan investasi dari *Cloud Engine* yang diukur dengan satuan waktu (Bulan dan Hari)
2. Mengidentifikasi & memetakan *Performance – Time – Cost* dalam project work dan investasinya dengan metode CBA (*Cost benefit analysis*) sehingga dapat mengetahui keuntungan investasi
3. Untuk memberikan perbandingan efisiensi kerja *Cloud Engine* kontra sistem konvensional pada situasi sebenarnya.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini mencakup hal-hal berikut:

1. Penelitian ini mengambil studi kasus pada perusahaan kontraktor (sub arsitektur) & Studio 3D Graphic *Designer* sebagai salah satu bentuk industri kreatif berbasis digital visual desain yang memiliki keperluan komputasi dan prosesing tinggi.
2. *Cloud Engine* dibatasi dengan layanan cloud/online *rendering* dan aplikasi pengolahan citra dan 3D berbasis cloud/online (*web-base*).

3. Untuk Sub bidang pekerjaan yang di observasi dan wawancarai sebagai informan berlatar belakang, Arsitek, 3D Game Desainer, Visual CGI Desainer (Desain grafis, Video Desainer, 3D Desainer, Desainer Animasi).

1.5 Kontribusi Penelitian

1. Kontribusi Praktis

Kontribusi penelitian secara praktis adalah untuk membantu pelaku industri kreatif berbasis digital visual desain dalam memutuskan/melakukan investasi infrastruktur (*hardware*) sesuai dengan kebutuhan secara langsung bagi para pelaku industri kreatif dalam sub arsitektur & desain visual serta sub-bidang pekerjaan lain yang telah disebutkan pada batasan masalah, sehingga dapat mengefektifkan serta mengefisiensi investasi infrastruktur yang dilihat dari sudut pandang performa yang dihasilkan - energy yang di perlukan - *cost* yang di keluarkan.

2. Kontribusi Teoritis

Kontribusi teoritis yang dapat diberikan oleh penelitian ini adalah menyusun/membangun suatu standar benchmarking dalam visual digital desain yang sesuai dengan kenyataan sebenarnya dan cara perhitungan yang dapat digunakan sebagai acuan dalam investasi infrastruktur penunjang industri kreatif berbasis digital visual desain dengan sub-bidang pekerjaan lain yang telah disebutkan pada batasan masalah. Efektifitas dan efisiensi dari investasi disesuaikan dengan kriteria tertentu berdasarkan CBA (*Cost Benefit Analysis*) dengan sudut pandang performa yang dihasilkan - energy yang di perlukan - *cost* yang di keluarkan yang disesuaikan dengan kebutuhan industri kreatif pada instansi/perusahaan serta sub-bidang pekerjaan yang telah disebutkan pada batasan masalah sehingga dapat memberikan contoh analisis investasi *hardware*/infrastruktur yang didasari kepada keuntungan *cost-performance* infrastuktur antara performa *hardware* (processing power) dengan *benefit-cost*.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan proposal penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. BAB I - PENDAHULUAN

Bab 1 - Pendahuluan terdiri dari latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, kontribusi penelitian, batasan penelitian, dan sistematika penulisan.

2. BAB II - KAJIAN PUSTAKA

Bab ini berisi kajian yang meliputi teori-teori dan penelitian yang sudah ada terkait dengan topik penelitian.

3. BAB III - KERANGKA KONSEPTUAL

Bab ini mengulas tentang kerangka konseptual yang dikembangkan dalam penelitian ini, termasuk hipotesis penelitian dan deskripsi operasional.

4. BAB IV - METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas mengenai rancangan penelitian, lokasi dan tempat penelitian dan juga tahapan sistematis yang digunakan selama melakukan penelitian.

5. BAB V - EKSEKUSI & PENGUJIAN

Bab ini membahas tentang hal-hal yang dilakukan saat penelitian berlangsung, tipe dan jenis pengujian dan hal lain yang dilakukan dalam penelitian

6. BAB VI - HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas mengenai hasil penelitian dan analisis terhadap hasil penelitian yang didapatkan serta menyusun model atau kerangka kerja.

7. BAB VII - KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan yang dihasilkan dari penelitian yang dilakukan serta saran

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan mengenai kajian pustaka yang terdiri dari dasar teori penunjang yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian dan hasil penelitian terdahulu yang relevan dengan masalah yang sedang dikaji, yang digunakan dalam pembuatan laporan penelitian dengan judul “Investment Analysis: Peningkatan Performa dan Effisiensi dari Adopsi *Cloud Engine* Pada Industri Kreatif Berbasis Digital Visual Desain yang Miliki Kebutuhan Komputasi & Prosesing Tinggi”

2.1 Dasar Teori

Menurut Buku Pedoman Penyusunan Tesis Program Pascasarjana ITS, Dasar Teori merupakan semua teori yang diambil atau dipilih, yang melatarbelakangi permasalahan penelitian yang sedang diteliti. Berikut ini adalah dasar teori dari topik penelitian yang terkait:

2.1.1 *Cloud Engine*

Merupakan salah satu bentuk pengembangan *cloud computing* perpaduan antara Infrastructure as Service (IaaS) dan Platform as Service (PaaS). Salah satu contoh dari *Cloud Engine* yaitu Render as Service (RaaS) [5] yaitu salah satu bentuk penggolongan layanan/service baru dalam *cloud computing*. *Cloud Engine* merupakan mesin yang ada di cloud yang memiliki kelebihan skalabilitas spesifikasi yang tinggi, contohnya saat merender 3D atau animasi. Dengan menggunakan *Cloud Engine* user tidak perlu lagi mengupgrade *hardware* secara konvensional untuk keperluan prosesing tinggi seperti kegiatan *rendering* yang notabene memiliki kebutuhan *hardware* spesifikasi tinggi dan memakan biaya yang tidak sedikit serta memerlukan daya listrik tinggi sehingga dapat mengurangi *cost* keseluruhan proses. *Cloud Engine* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *render farm* dari RenderStreet (<https://render.st/>) yang merupakan *rendering* service dengan tujuan untuk mengubah layanan render 3D yang langka menjadi suatu komoditas kerja industri kreatif berbasis digital visual desain untuk ukuran pekerjaan apa pun - mulai

dari level enthusiast hingga produksi. RenderStreet dipilih karena simplisitas penggunaan, memiliki rata-rata spesifikasi tinggi standar cloud *rendering* sehingga dianggap telah dapat mewakili layanan *rendering* berbasis cloud lainnya.

2.1.2 Green computing

Green computing memiliki karakteristik *energy-aware feature* yang merupakan prinsip teknologi yang di desain untuk menurunkan konsumsi energi [16]. Pendekatan yang dilakukan untuk mencapai *Green computing* bervariasi mulai dari desain, penggunaan, penyusunan baik pada sisi software, manajemen *hardware* hingga kebijakan & aturan. Terdapat 6 pendekatan dalam *Green computing* menurut Murrugessan [17] diantaranya:

1. Green Manufacturing

Memproduksi komponen elektronik, komputer dan subsistem terkait lainnya dengan dampak minimal atau tidak ada terhadap lingkungan serta penggunaan energi, Contohnya seperti memproduksi *low voltage* RAM (DDR3L/DDR4L), memproduksi layar LED panel dibandingkan LCD panel karena LCD panel menggunakan *cold cathode fluorescent lamps* (CCFLs) yang menggunakan energi lebih banyak daripada susunan *light-emitting diodes* (LEDs) yang lebih efisien penggunaan energinya sehingga lebih hemat energi.

2. Green Design

Merupakan pendesainan/pemilihan penggunaan komponen-komponen yang memiliki spesifikasi hemat energi dan ramah lingkungan, komponen-komponen tersebut seperti komputer, server, pendingin ruangan, dsb yang memiliki status “eco”.

3. Green Use

Menggunakan sistem teknologi informasi dengan lebih efektif sehingga mengurangi konsumsi energi komputer dan sistem informasi lainnya dan menggunakan cara yang ramah lingkungan. Contohnya seperti mematikan device saat tidak digunakan, menggunakan mode power saving/balance saat melakukan pekerjaan yang ringan seperti mengetik saat menggunakan

komputer untuk menurunkan *clockrate* (downclock) agar penggunaan energi lebih sedikit.

4. Green Standards & Metrics

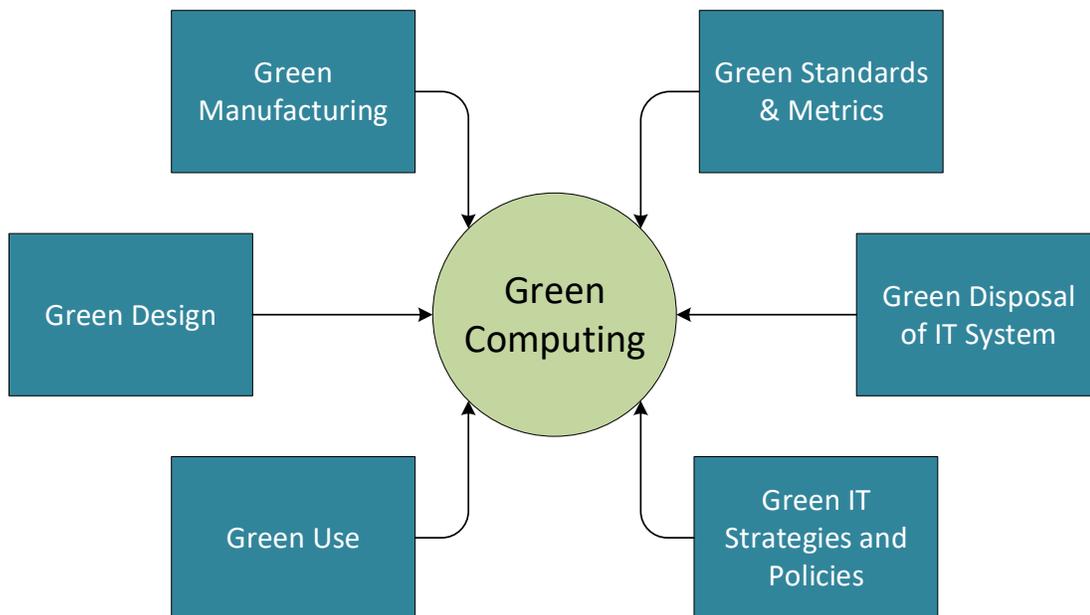
Merupakan penetapan standar dan metrik yang digunakan untuk menawarkan, mengetahui, membandingkan serta mengukur tahapan keberlanjutan, layanan, produk dan praktik dari teknologi informasi yang ramah lingkungan. Contoh pembuatan standar pemakaian monitor LED, menganalisis performa monitor, lalu merumuskan hasilnya dengan metrik yang menggambarkan keuntungan secara green (contoh: *energy draw, conducted replacement* dsb), sehingga kedepannya dapat melakukan perbandingan pengacuan dalam pemilihan penggunaan *hardware* tipe baru.

5. Green Disposal of IT Systems

Melakukan pembaharuan dan memanfaatkan kembali komputer lama, mendaur ulang dengan tepat parts komputer dan peralatan elektronik dengan tujuan mengurangi limbah serta menekan biaya.

6. Green IT Strategies and Policies

Melakukan perumusan strategi dan kebijakan teknologi informasi yang efektif dan tepat guna sehingga diharapkan dapat digunakan untuk menambah value, menjaga keberlangsungan *green computing* tetap terlaksana dan fokus pada keuntungan jangka pendek (*shortterm*) dan panjang (*long-term*) yang selaras dengan strategi, praktik. Contoh menetapkan peraturan tidak boleh bermain game di lab, sehingga mengurangi pemakaian energi dikarenakan draw energy yang lebih besar untuk aktifitas gaming.



Gambar 2.1 *Holistic, multipronged approach to greening IT*

Penelitian ini pada dasarnya memiliki elemen/sifat sifat *green computing* yang melingkupi 2 domain yaitu **Green Use** dan **Green Standards & Metrics** sehingga penggunaan *Cloud Engine* merupakan pengaplikasian *green computing* secara langsung. *Cloud Engine* ini sendiri merupakan teknologi yang ramah terhadap sumber daya. Sumber daya yang dimaksud adalah sumber daya energy (listrik) maupun sumber daya infrastruktur (*hardware*) yang secara tidak langsung mempengaruhi keuntungan dan *cost* dari pengguna sehingga teknologi ini memiliki prinsip *Green computing*.

Dalam penelitian ini penggunaan daya listrik digunakan sebagai salah satu metrik untuk mengukur *cost* penggunaan infrastruktur penunjang teknologi kreatif berbasis digital visual desain. *Cost* penggunaan daya listrik dihitung menggunakan rumus:

$$W = p \times t$$

W = energi listrik (kWh)

p = daya listrik (W)

t = waktu (Jam)

Contoh penggunaan: Contoh kasus penggunaan PC *Workstation* 1200watt nonstop selama 24/7 dengan tarif dasar listrik Rp.1.468/kwh (office use >6000va)

Cost: ((1200/1000) x 24 hours) x Rp.1.468

(1.2x24) x Rp.1.468

28.8 x Rp.1.468

= Rp. 42.278 / day

1 Month 42.278 x 30 = Rp.1.268.352/PC *Workstation*

2.1.3 Industri Kreatif Berbasis Digital Visual Desain

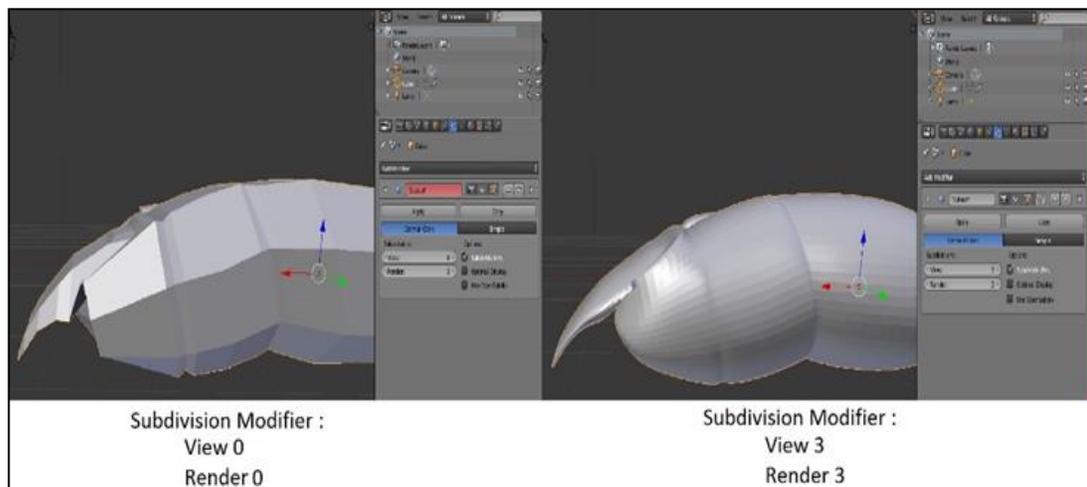
Perkembangan Industri Kreatif saat ini didorong oleh peningkatan minat pada budaya dan kreativitas sebagai alat kuat yang telah membentuk jalur, strategi serta pasar baru dalam pembangunan ekonomi. Industri kreatif mereformasi perekonomian dunia untuk menerima tantangan yang datang dari sumber daya manusia tanpa batas yaitu kreativitas. Menurut disertasi yang berjudul “*The impact of ‘Creative Industries’ definitions on subsector typologies*” industri kreatif adalah industri yang mampu menyediakan produk dan layanan dengan nilai ekspresif dan fungsional [1]. Industri kreatif berbasis digital visual desain yang dimaksud dalam penelitian ini merupakan Industri kreatif yang memiliki kegiatan kreatif berhubungan dengan desain visual/desain grafis seperti Animasi, Desain Arsitektur, Film Maker, Desain 3D dan segala hal yang berhubungan dengan *Computer Generated Imagery (CGI)*.

2.1.4 Rendering

Rendering merupakan proses penggabungan untuk menghasilkan produk digital akhir dari jenis *input* tertentu. Istilah ini biasanya berlaku untuk citra/grafis visual (2D/3D) dan video, tetapi juga dapat merujuk ke audio. Pada penelitian ini *Rendering* yang dimaksud lebih mengarah pada grafis visual. *Rendering* adalah proses menghasilkan satu atau lebih *digital image* dari model atau koleksi model yang dituangkan kedalam suatu *virtual scene*. *Virtual scene* dijelaskan sebagai sebuah

file jadi/final yang telah lengkap berisi segala karakteristik serta informasi yang telah dimasukkan kedalamnya seperti geometri, tekstur, pencahayaan, objek, dan lain sebagainya [18].

Rendering merupakan *hardware intensive activity* atau merupakan kegiatan yang banyak menekan/memerlukan kemampuan *hardware*. Kegiatan penggabungan dalam *rendering* bagaikan menyalin objek, model atau informasi dalam suatu scene, lalu mengedit, menambahkan suatu proses dan mengaturnya sedemikian rupa sesuai yang diinginkan. Contoh seorang animator 3D memasukkan objek 3D pada scene lalu objek 3D tersebut dilakukan *subdivision surface* sehingga permukaan 3D yang awalnya kasar menjadi halus, lalu objek tersebut ditambahkan tekstur dan pencahayaan. Kegiatan yang dilakukan oleh animator memerlukan kemampuan komputasi serta kecepatan transfer/prosesing yang baik dari *hardware*. *Subdivision surface* melipat-gandakan berkali-kali lipat jumlah *vertices* serta *faces* pada vector polygon 3D sehingga prosesor melakukan perhitungan *refinement scheme* yang akan membuat suatu objek/*mesh* menjadi lebih halus karena total jumlah polygon bertambah, selain itu texture yang diaplikasikan pada permukaan *face* semakin detail maka semakin banyak dan semakin tinggi memakan *resource* pada *memory prosesor* (GPU) untuk menyimpan tekstur tersebut saat sedang digunakan.



Gambar 2.2 Pengaplikasian *subdivision face* pada objek 3D Menggunakan Blender 3D.

Banyaknya jumlah polygon juga mempengaruhi kecepatan prosesing, semakin banyak polygon pada mesh/object maka semakin banyak kalkulasi/prosesing saat pengoprasian (editing) objek tersebut pada prosesor.

Penempatan efek-efek lain seperti *lighting source* pada objek 3D juga menambah *processing task* pada prosesor karena mengkalkulasi cahaya yang jatuh pada objek dan juga terhadap scene dan objek lain (*global illumination*) yang juga mempengaruhi *shadow* pada objek 3D terkait. Setiap efek-efek yang ditampilkan lalu selanjutnya di-render merupakan hasil kalkulasi berantai dengan menggunakan seluruh *resource* dari *disk drive* (kecepatan/*transfer rate disk drive* mempengaruhi cepatnya membuka *file* model dan pembacaan objek 3D dan *load* aplikasi), Memory RAM (kecepatan RAM (*hertz*) mempengaruhi kecepatan *transfer-rate file-file* pendukung fungsi aplikasi yang sedang diproses dan berjalan), Processor (Pemrosesan logika koordinat geometri, kalkulasi logika effect pemrosesan logika aplikasi baik fungsi dan perintah), *Graphic Card/GPU* (Pemrosesan logika koordinat geometri *GPU-based*, kalkulasi logika effect *GPU-based*, penyimpanan *effect & texture*). Penjelasan diatas merupakan beberapa penyebab mengapa kegiatan *rendering* disebut sebagai kegiatan yang memiliki kebutuhan intensitas spesifikasi *hardware/resource* yang tinggi karena dalam pengoprasiaannya membutuhkan kemampuan komputasi dan prosesing tinggi.

2.2 Hardware Performance Measurement

Dalam rangka mengetahui keuntungan investasi dari suatu infrastruktur teknologi maka diperlukan pengukuran performa terhadap infrastruktur itu sendiri. Pengukuran performa komputer dilakukan dengan menggunakan *practitioner's guide* yang dipublish oleh Cambridge University oleh David J. Lilja [19], yang telah di sesuaikan dengan keadaan serta objek penelitian yang di gunakan.

Kata performa atau kinerja merupakan istilah yang luas. Analisis performa sebagaimana yang diterapkan pada dunia computer science dan engineering harus dianggap sebagai kombinasi dari pengukuran, interpretasi, atau korelasi antara 'kecepatan' dan 'ukuran' dari sistem, dalam hal ini dapat disebut sebagai kapasistas

sistem. Istilah kecepatan dan ukuran yang digunakan dalam konteks ini adalah untuk menekankan bahwa definisi yang tepat tergantung pada situasi tertentu [19]. Terkadang hanya perlu untuk menganalisis pada sebagian kecil dari sistem, yang independen dari komponen lain. Misalnya peneliti dapat menganalisis kinerja antarmuka jaringan sistem komputer tertentu yang terlepas dari ukuran memori atau jenis prosesornya. Dalam analisis performa, terdapat beberapa hal yang perlu diketahui serta diperhatikan yang menjadi bagian dalam aktifitas ini. Hal-hal tersebut akan dijabarkan pada sub-ini.

2.2.1 Tujuan Analisis Performa

Terdapat 6 tujuan utama yang melatar-belakangi dilakukannya analisis performa [19], diantaranya sebagai berikut:

1. Compare Alternative

Ketika menginvestasi sistem/infrastruktur baru, pengguna akan dihadapkan dengan beberapa pilihan sistem yang berbeda untuk dipilih. Selain itu, pengguna mungkin akan dihadapkan kepada beberapa pilihan sistem yang berbeda yang memiliki biaya maupun performa yang berbeda, seperti ukuran memori, kecepatan prosesor, jenis antarmuka jaringan, ukuran dan jumlah dan ukuran disk drive, jenis perangkat sistem operasi, dan seterusnya. Tujuan dari analisis kinerja dalam hal ini adalah untuk memberikan informasi kuantitatif tentang konfigurasi mana yang paling baik digunakan oleh user dalam kondisi maupun task/proses tertentu.

2. Determine the Impact of a Feature

Dalam merancang sistem baru maupun dalam mengupgrade sistem yang sudah ada, seringkali perlu menentukan dampak dari penambahan atau pengurangan suatu fitur/bagian spesifik dari sistem. Contoh apabila menambah jumlah *Graphic Card*, apakah dapat meningkatkan performa dari task/proses yang dikerjakan, apakah terjadi bottleneck pada sistem apabila menggunakan suatu part dalam sistem yang ada, dan lain sebagainya. Jenis analisis ini sering disebut sebagai perbandingan before & after karena hanya satu komponen yang terdefinisi dengan baik dari keseluruhan sistem.

3. System Tuning

Tujuan dari analisis kinerja dalam system tuning adalah untuk menemukan kumpulan nilai parameter serta konfigurasi yang dapat menghasilkan performa terbaik secara keseluruhan. Contoh, dengan melakukan sedikit downvolting prosesor, ternyata mengakibatkan penurunan suhu sistem sehingga mencegah thermal throttling yang berakibat terhadap penurunan clock-rate secara masif dalam rangka pendinginan sistem/pencegahan overheating sehingga performa sistem tetap stabil. Banyak parameter sistem lainnya, seperti ukuran *buffer disk* dan jaringan, misalnya, juga dapat secara signifikan memengaruhi kinerja sistem. Karena dampak kinerja dari berbagai parameter ini dapat saling berkaitan erat, menemukan kumpulan nilai parameter serta konfigurasi terbaik merupakan pekerjaan yang sulit.

4. Identify Relative Performance

Kinerja sistem komputer biasanya hanya memiliki makna dalam konteks kinerja yang relatif terhadap sesuatu yang lain. Tujuan analisis pada sub ini adalah untuk mengukur perubahan, performa relatif terhadap catatan achievement performa sebelumnya seperti performa relatif terhadap generasi sistem sebelumnya. Tujuan lain adalah untuk mengukur kinerja relatif untuk memenuhi ekspektasi kemampuan sistem yang diharapkan pelanggan, atau sistem kompetitor.

5. Performance Debugging

Debugging sebuah program untuk melihat jalannya eksekusi program merupakan prasyarat mendasar untuk setiap pengujian program aplikasi. Setelah program berfungsi dengan baik, analisis ini berusaha untuk melakukan pengujian berulang kali untuk menguji anggapan bahwa program sekarang menghasilkan hasil yang benar, tetapi mungkin jauh lebih lambat dari yang diinginkan maupun yang seharusnya dapat dicapai. Tujuan dari analisis kinerja pada titik ini adalah untuk menerapkan alat dan teknik analisis yang tepat untuk menentukan mengapa program tidak memenuhi harapan kinerja. Setelah masalah kinerja diidentifikasi, diharapkan masalah kinerja tersebut dapat, dikoreksi.

6. Set Expectation

Pengguna sistem mungkin memiliki beberapa gagasan tentang kemampuan apa dari generasi berikutnya dari garis sistem komputer seharusnya. Tugas analisis kinerja dalam hal ini, adalah menetapkan ekspektasi yang sesuai untuk apa yang sebenarnya mampu dilakukan oleh suatu sistem.

2.2.2 Fundamental Performance-Analysis Solution Techniques

Ketika melakukan analisis performa, terdapat tiga teknik fundamental yang dapat digunakan untuk menemukan solusi yang diinginkan. Measurement pada sistem yang sudah ada, simulasi, dan analytical modeling. Measurement dari sistem yang sudah ada sebenarnya memberikan hasil terbaik karena secara langsung mengukur kapabilitas sistem secara aktual, sehingga lebih dapat dipercaya ketika mereka disajikan kepada orang lain dan memberikan keakuratan tinggi terhadap sistem. Berikut merupakan penjelasan setiap teknik secara lebih detail [19].

1. Measurement

Measurement sistem secara langsung sifatnya tidak fleksibel namun, teknik ini dapat memberikan informasi sistem lebih spesifik sesuai dengan bagian yang ingin diukur. Tujuan umum dari analisis performa adalah untuk mengkarakterisasi bagaimana kinerja sistem dapat berubah ketika parameter tertentu divariasikan. Hal ini merupakan proses yang sangat sulit dan menyita waktu pada kenyataan sebenarnya. Seperti contoh dalam mengevaluasi dampak kinerja dari berbagai variasi kecepatan sistem memori utama. Dengan demikian, *measurement system* secara langsung dapat memberikan hasil yang paling menarik. Tingkat kesulitan dan keterbatasan yang melekat pada teknik ini menghasilkan kebutuhan pada teknik analisis lainnya.

2. Simulation

Simulasi sistem komputer dalam prakteknya memanfaatkan program seperti virtualisasi yang digunakan untuk memodelkan fitur-fitur penting dari sistem yang sedang dianalisis. Karena simulator tidak lebih dari sebuah program, simulator dapat dengan mudah dimodifikasi untuk mempelajari dampak

perubahan yang dibuat pada hampir semua komponen simulasi. Biaya simulasi mencakup waktu dan upaya yang diperlukan untuk menulis dan men-debug program simulasi, dan waktu yang diperlukan untuk menjalankan simulasi yang diperlukan. Tergantung pada kerumitan sistem yang disimulasikan, dan tingkat detail yang dimodelkan, biaya teknik simulasi dapat relatif lebih rendah sampai sedang dibandingkan dengan biaya pembelian mesin nyata untuk melakukan eksperimen yang sesuai. Batasan utama dari teknik ini adalah tidak mungkin untuk dapat memodelkan setiap detail yang ada dalam sistem yang sedang dimodelkan.

3. Analytical Modeling

Teknik ketiga dalam toolbox analisis kinerja adalah analytical modeling. Analytical modeling adalah deskripsi matematis/spesifikasi dari sistem. Dibandingkan dengan simulasi atau pengukuran mesin/sistem yang sebenarnya secara langsung, hasil dari analytical modeling cenderung kurang dapat dipercaya dan jauh lebih tidak akurat. Walaupun begitu analytical modeling secara sederhana tetap dapat memberikan beberapa bayangan penggambaran dari performa sistem secara cepat terhadap perilaku dari keseluruhan sistem maupun salah satu komponennya. Penggambaran ini kemudian dapat digunakan untuk membantu memfokuskan pengukuran atau percobaan simulasi yang lebih detail. *Analytical modeling* juga berguna karena menyediakan setidaknya tingkat validasi kasar dari suatu simulasi atau pengukuran. Yaitu, model analitis yang dapat membantu mengkonfirmasi apakah hasil yang dihasilkan oleh simulator, atau nilai yang diukur pada sistem telah nyata, benar dan tampak masuk akal. Berikut pada tabel 2.1 akan ditampilkan perbandingan antara ketiga teknik yang telah dijabarkan diatas.

Tabel 2.1 komparasi *performance-analysis* solution techniques

Characteristic	Solution Technique		
	Analytical Modeling	Simulation	Measurement
Flexibility	High	High	Low
Cost	Low	Medium	High
Believability	Low	Medium	High
Accuracy	Low	medium	High

2.2.3 Performance metrics

Sebelum memulai masuk kepada aspek-aspek yang ada pada performa sistem, sebelumnya harus ditetapkan hal-hal apa saja yang menarik, baik dan berguna untuk diukur. Memilih *performance metrics* yang sesuai dan tepat didasarkan kepada tujuan dari situasi yang spesifik dan informasi apa yang dibutuhkan [19].

2.2.3.1 Good Metrics Characteristics

Metrik kinerja pada yang memenuhi semua persyaratan berikut umumnya nilainya akan berguna dan memiliki dampak dalam analisis *performance*. Metrik yang memenuhi kriteria seperti yang akan disebutkan di bawah akan memungkinkan perbandingan akurat serta terperinci apabila dibandingkan dengan objek pengukuran yang berbeda. Kriteria ini telah dikembangkan dengan mengamati hasil dari berbagai analisis *performance* selama bertahun-tahun. Meskipun mereka tidak dianggap sebagai persyaratan mutlak dari metrik *performance*, telah diamati bahwa menggunakan metrik yang tidak memenuhi prasyarat ini sering dapat menyebabkan metrik analisis menangkap kesimpulan yang salah.

1 Linearity

Manusia secara intuitif cenderung berpikir secara linier, nilai metrik harus berbanding lurus dengan performa aktual mesin/sistem. Artinya, jika nilai metrik berubah dengan rasio tertentu, kinerja sebenarnya dari mesin harus

berubah dengan rasio yang sama. Karakter proporsionalitas ini membuat metrik secara intuitif menarik bagi kebanyakan orang. Contoh seorang pengguna berupaya untuk mengupgrade sistem yang memiliki metrik kecepatan dua kali lebih besar daripada metrik yang sama pada sistem yang digunakan saat ini. Pengguna kemudian akan mengharapkan dengan mengupgrade sistem baru yang memiliki skor metrik dua kali lipat untuk dapat menjalankan program dalam separuh waktu yang diambil oleh sistem lama (berjalan dua kali lipat lebih cepat). Demikian pula, jika metrik untuk sistem baru tiga kali lebih besar daripada sistem pengguna saat ini, maka ekspektasi waktu pelaksanaan dikurangi menjadi sepertiga dari waktu running sistem saat ini.

2. Reability

Metrik kinerja dianggap dapat diandalkan jika sistem A performanya “selalu” melebihi sistem B ketika nilai metrik untuk kedua sistem menunjukkan bahwa sistem A telah melebihi sistem B. Contoh, peneliti telah mengembangkan metrik kinerja baru yang disebut WIPS yang telah dirancang untuk membandingkan kinerja sistem komputer saat menjalankan kelas program aplikasi pengolah kata. Peneliti mengukur sistem A dan menemukan bahwa sistem tersebut memiliki peringkat WIPS 128, sementara sistem B memiliki rating WIPS 97. Peneliti kemudian baru dapat mengatakan bahwa WIPS adalah metrik kinerja yang andal untuk program aplikasi pengolah kata jika sistem A selalu melebihi sistem B saat mengeksekusi jenis aplikasi ini.

3. Repeatability

Metrik kinerja memiliki prinsip repeatability/dapat diulang jika nilai metrik yang sama selalu muncul setiap kali melakukan pengukuran dalam percobaan yang sama dilakukan. Kejadian ini menyiratkan bahwa metrik yang baik bersifat deterministik.

4. Easiness of Measurement

Kemudahan pengukuran, jika metrik tidak mudah diukur, maka kecil kemungkinan orang lain akan menggunakannya. Lebih jauh lagi, semakin

sulit metrik diukur secara langsung, atau diturunkan ke nilai terukur lainnya, maka semakin besar kemungkinannya metrik tersebut dikatakan salah/tidak benar.

5. Consistency

Metrik kinerja yang konsisten adalah metrik yang di mana memiliki unit metrik dan definisi yang tepat dan dapat digunakan di seluruh sistem yang berbeda dan konfigurasi yang berbeda dari sistem yang sama. Jika unit metrik tidak konsisten, tidak mungkin menggunakan metrik untuk membandingkan kinerja sistem yang berbeda.

6. Independence

Banyak pembeli sistem memutuskan sistem mana yang akan dibeli dengan membandingkan nilai dari beberapa metrik *performance* yang umum digunakan. Akibatnya, ada banyak tekanan pada produsen untuk mendesain mesin mereka untuk mengoptimalkan nilai yang diperoleh pada metrik tertentu dan untuk mempengaruhi komposisi metrik untuk keuntungan mereka sehingga ketika sistem dijalankan performa yang didapatkan tidak sesuai dengan nilai metrik yang sebelumnya didapatkan. Mencegah hal tersebut, maka metrik yang baik harus independen dari pengaruh luar.

2.2.3.2 System Performance metrics

Berbagai metrik *performance* telah dirumuskan dan digunakan di bidang komputer. Sub-bagian berikut menjelaskan banyak metrik umum yang sering digunakan dalam pengukuran performa sistem.

1. Clock-rate

Di banyak iklan untuk sistem komputer, indikasi kinerja yang paling menonjol sering kali merupakan frekuensi central clock prosesor. Implikasinya terhadap pembeli adalah bahwa sistem 250 MHz harus selalu lebih cepat dalam menyelesaikan masalah pengguna daripada sistem 200 MHz. Namun, metrik kinerja ini benar-benar mengabaikan berapa banyak perhitungan yang benar-benar dicapai dalam setiap siklus clock, itu

mengabaikan interaksi kompleks dari prosesor dengan subsistem memori dan subsistem *input / output*, dan mengabaikan sama sekali kemungkinan prosesor sedang mengalami bottleneck sehingga mengurangi performanya. Sehingga membeli sistem dengan clock rate yang lebih cepat tidak menjamin bahwa program mereka akan berjalan dengan lebih cepat. Sehingga dalam analisis yang menggunakan clock-rate sebagai basis metrik diperlukan optimisasi dan pemastian bahwa sistem tidak sedang berjalan dalam keadaan bottleneck.

2. MIPS

Metrik kinerja throughput atau tingkat eksekusi adalah ukuran jumlah komputasi yang dilakukan per satuan waktu. Karena ketika metrik dinormalkan ke basis umum seperti detik, maka metrik akan sangat berguna untuk membandingkan kecepatan relatif. Sebagai contoh, sebuah kendaraan yang berjalan pada 50 m s⁻¹ jelas akan melintasi lebih banyak terhadap tanah dalam interval waktu yang tetap daripada sebuah kendaraan yang melaju pada 35 m s⁻¹. Metrik MIPS adalah upaya untuk mengembangkan metrik laju untuk sistem komputer yang memungkinkan perbandingan langsung terhadap kecepatan sistem. Sementara di dunia fisik kecepatan diukur sebagai jarak yang ditempuh per satuan waktu, MIPS mendefinisikan unit sistem komputer ‘jarak’ sebagai pelaksanaan instruksi. Jadi, MIPS, yang merupakan akronim dari jutaan instruksi yang dieksekusi per detik, didefinisikan sebagai:

$$MIPS \equiv \frac{n}{t_e \times 10^6}$$

di mana t_e adalah waktu yang diperlukan untuk eksekusi sedangkan n merupakan total instruksi.

3. MFLOPS

Metrik kinerja MFLOPS mencoba untuk memperbaiki kekurangan utama dari metrik MIPS dengan lebih tepat mendefinisikan unit ‘jarak’ yang dilalui oleh

sistem komputer saat menjalankan program. MFLOPS, (*millions of floating-point operations executed per second*) atau jutaan operasi *floating-point* yang dijalankan per detik, mendefinisikan operasi aritmatika pada dua floating-point (pecahan) untuk menjadi unit dasar 'distance.' MFLOPS dengan demikian dihitung sebagai berikut.

$$MFLOPS = \frac{f}{t_e \times 10^6}$$

Dimana f adalah jumlah operasi floating-point yang dieksekusi dalam hitungan detik. Metrik MFLOPS adalah perbaikan atas metrik MIPS karena hasil perhitungan floating-point lebih jelas dibandingkan daripada eksekusi instruksi tunggal pada sistem komputer. Masalah penting dengan metrik ini, adalah rating MFLOPS untuk sistem yang tidak mengeksekusi program dengan melakukan perhitungan floating-point adalah sama dengan nol, sehingga program yang tidak melakukan perhitungan floating-point tidak akan terdeteksi nilainya. Program ini sebenarnya dapat melakukan operasi yang sangat berguna, seperti mencari database atau menyortir sejumlah besar catatan.

4. SPEC

Untuk menstandarisasi definisi actual result yang dihasilkan oleh sistem komputer dalam penggunaan 'umum', beberapa produsen komputer bersama membentuk System *Performance* Evaluation Cooperative (SPEC). Kelompok ini mengidentifikasi satu set integer dan benchmark floating-point untuk merefleksikan cara komputer *workstation* secara umum digunakan. Selain itu, SPEC menstandarisasi metodologi untuk mengukur dan me-report performa yang diperoleh saat menjalankan program. Metodologi yang dirumuskan oleh SPEC adalah sebagai berikut.

- a) Ukur waktu yang diperlukan untuk mengeksekusi setiap program set pada sistem yang sedang diuji.

- b) Bagilah waktu yang diukur untuk setiap program pada langkah pertama dengan waktu yang diperlukan untuk menjalankan setiap program pada mesin standar untuk menormalkan waktu pelaksanaan.
- c) Rata-ratakan dengan semua nilai-nilai yang telah dinormalkan dengan menggunakan geometrik rata-rata untuk menghasilkan nilai tunggal dari metrik *performance*.

5. QUIPS

Metrik QUIPS, yang dikembangkan bersama dengan program benchmark HINT, adalah jenis metrik *performance* yang sangat berbeda dibandingkan metrik-metrik yang disebutkan sebelumnya. Dibandingkan dengan mendefinisikan usaha yang dikeluarkan untuk mencapai hasil tertentu sebagai ukuran dari apa yang dicapai, metrik QUIPS mendefinisikan bahwa kualitas solusi merupakan indikasi yang lebih berarti/bernilai dari tujuan akhir pengguna. Kualitas sangat ditentukan dengan karakteristik matematika dari masalah yang sedang dipecahkan. Membagi ukuran kualitas solusi ini dengan waktu yang diperlukan untuk mencapai tingkat kualitas tersebut menghasilkan QUIPS, atau quality improvement per-second (peningkatan kualitas per detik). QUIPS adalah jenis metrik penting baru yang secara ketat mendefinisikan aspek-aspek menarik dan unik dari *performance* sekaligus memberikan fleksibilitas yang cukup untuk memungkinkan arsitektur sistem menunjukkan kemampuan mereka. Meskipun bukan general-purpose metric sepenuhnya, metrik ini terbukti sangat berguna dalam mengukur kemampuan pemrosesan numerik sistem.

6. *Execution Time*

Metrik *performance* fundamental dari sistem komputer adalah waktu yang diperlukan untuk menjalankan program aplikasi tertentu. Cara penggunaan metrik ini cukup sederhana, sistem yang menghasilkan waktu eksekusi total terkecil (tercepat) untuk program aplikasi tertentu memiliki kinerja tertinggi. peneliti dapat membandingkan waktu secara langsung, atau menggunakannya untuk mendapatkan nilai yang sesuai. Namun, tanpa pengukuran waktu yang

tepat dan akurat, tidak mungkin untuk menganalisis atau membandingkan sebagian besar karakteristik kinerja sistem. Oleh karena itu, penting untuk mengetahui bagaimana cara pengukuran waktu pelaksanaan suatu program untuk memahami keterbatasan alat pengukur.

Teknik dasar untuk mengukur waktu dalam sistem komputer analog dengan menggunakan stopwatch untuk mengukur waktu yang diperlukan untuk melakukan suatu event. Tidak seperti stopwatch yang mulai mengukur waktu dari 0, bagaimanapun, sistem komputer biasanya memiliki counter internal yang hanya menghitung jumlah clock ticks yang telah terjadi sejak sistem pertama kali dihidupkan. Interval waktu kemudian diukur dengan membaca nilai penghitung pada awal event dan akhir dari event tersebut. Waktu yang berlalu adalah perbedaan antara dua nilai hitungan dikalikan dengan periode clock ticks.

7. *Other Types of Performance metrics*

Selain metrik yang sifatnya lebih ke prosesor-sentris seperti yang dijelaskan di atas, ada banyak metrik lain yang biasanya digunakan dalam analisis *performance*. Sebagai contoh, waktu respon sistem (response time) adalah jumlah waktu yang berlalu dari ketika pengguna mengajukan permintaan sampai hasilnya dikembalikan (request – returned/reply) dari sistem. Metrik ini sering digunakan dalam menganalisis kinerja sistem pemrosesan transaksi online. Throughput adalah ukuran jumlah pekerjaan atau operasi yang diselesaikan per satuan waktu. Kinerja sistem pemrosesan video real-time, misalnya, dapat diukur dalam hal jumlah frame video yang dapat diproses per detik (fps/frame per-second). Bandwidth dari suatu jaringan komunikasi adalah ukuran throughput yang mengkuantifikasi jumlah bit yang dapat ditransmisikan melalui jaringan per detik.

2.2.4 *Central Tendency*

Pada bab sebelumnya ditunjukkan pentingnya membuat beberapa pengukuran untuk mengukur suatu eksekusi program yang menandakan performa *hardware* yang

digunakan. Dengan banyaknya pengukuran yang digunakan, untuk menggabungkan/meringkas nilai-nilai tersebut maka dibutuhkanlah sebuah central tendency yang dapat menggambarkan dan merepresentasikan nilai-nilai yang di dapat sebelumnya dan mewakili semua pengukuran yang telah dilakukan sebelumnya. Terdapat tiga indeks central tendency yang biasanya digunakan untuk meringkas berbagai pengukuran yaitu mean, median, dan mode [19].

2.2.5 Measurement Strategies

Alat pengukuran dapat dikategorikan berdasarkan strategi fundamental yang digunakan untuk menentukan nilai aktual dari metrik yang diukur. Terdapat 4 measurement strategy menurut David. J Lilja [19] yaitu sebagai berikut.

1. Event-driven

Strategi event-driven measurement mencatat informasi yang penting untuk menghitung performa metrik saat suatu event terjadi. Contoh jenis pengukuran event yang paling sederhana adalah untuk menghitung secara langsung jumlah kemunculan event tertentu atau waktu yang dibutuhkan untuk suatu event muncul

2. Tracing

Strategi tracing pada umumnya mirip dengan event-driven strategi, tetapi dalam tracing daripada hanya mencatat fakta bahwa suatu event telah terjadi, beberapa bagian dari keadaan sistem dicatat untuk mengidentifikasi peristiwa secara unik. Contohnya tidak hanya menghitung jumlah kesalahan halaman, tracing strategi dapat mencatat sumber yang menyebabkan setiap kesalahan tersebut. Strategi ini jelas membutuhkan penyimpanan yang jauh lebih besar daripada perhitungan jumlah event sederhana. Selain itu, diperlukan tambahan waktu untuk menyimpan keadaan yang diinginkan, baik dengan menyimpannya di dalam memori sistem atau dengan menulis ke disk.

3. Sampling

Berbeda dengan strategi pengukuran yang berdasarkan dengan event, strategi sampling mencatat interval waktu tetap dari setiap keadaan sistem untuk

menentukan metrik yang diukur. Sampling dari keadaan sistem terjadi pada waktu fixed-time.

4. Indirect

Sebuah pengukuran indirect harus digunakan apabila metrik yang ditetapkan tidak secara langsung dapat diakses. Pada kasus ini peneliti harus menggunakan metrik lain yang dapat diukur secara langsung.

2.2.6 Benchmarking

Domain aplikasi yang berbeda memiliki karakteristik eksekusi yang berbeda begitu juga part-*hardware* spesifik yang digunakan dalam aplikasi tersebut, berbagai program benchmark telah dikembangkan dalam upaya untuk mengkarakterisasi domain yang berbeda ini. Selanjutnya, berbagai jenis tolok ukur memenuhi kebutuhan berbagai jenis pengguna. Perancang sistem komputer/infrastruktur baru misalnya sering membutuhkan tolok ukur selama tahap awal dari proses desain yang difokuskan pada penggunaan komponen spesifik dari sistem. Tahap desain awal ini biasanya mengandalkan simulasi untuk memperkirakan kinerja maka tolok ukur harus relatif kecil dan mudah digunakan [19]. Sebuah organisasi besar yang ingin memutuskan sistem/infrastruktur mana yang akan dibeli kemungkinan besar hasil dari *performance* test yang dilakukan untuk kebutuhan mereka akan melebar sehingga kebutuhan akan sistemnya berdasarkan hasil test akan memakan biaya yang sangat tinggi padahal seharusnya sistem yang dibutuhkan tidak sedemikian tinggi. Kasus ini menunjukkan bahwa perusahaan besar membutuhkan program benchmark yang jauh lebih lengkap yang secara lebih akurat untuk menilai lingkungan aplikasi serta kebutuhan infrastruktur mereka sehingga dapat menggambarkan kebutuhan sebenarnya dari perusahaan tersebut. Penting untuk dicatat bahwa program benchmark harus mudah digunakan dan harus relatif sederhana untuk dijalankan pada berbagai sistem yang berbeda. Terdapat beberapa tipe dari benchmark program, tipe tipe tersebut adalah.

1. Single-Instruction Execution Time
2. Instruction-execution mixes

3. Synthetic Benchmark Program
4. Microbenchmark
5. Program Kernel Benchmark
6. Application Benchmark Program

2.2.6.1 Benchmark Strategies

Sebagian besar jenis program benchmark yang dibahas di bagian sebelumnya mendasarkan patokan ukuran kinerja pada waktu yang dibutuhkan untuk eksekusi. Ada beberapa strategi lain yang dapat digunakan dalam program benchmark, namun. Secara khusus, terdapat tiga strategi berbeda untuk menggunakan program benchmark dalam mengukur kinerja sistem komputer yang diantaranya sebagai berikut [19].

1. Mengukur berapa banyak waktu yang dibutuhkan untuk melakukan suatu komputasi “fixed” yang jumlahnya telah sebelumnya ditentukan.
2. Mengukur berapa banyak komputasi yang dilakukan dalam suatu waktu yang sebelumnya telah ditentukan.
3. Mix dengan membebaskan ukuran waktu dan komputasi yang dilakukan untuk mengetahui dan menilai performa suatu sistem terhadap suatu fungsi, penyelesaian suatu problem dan kualitas.

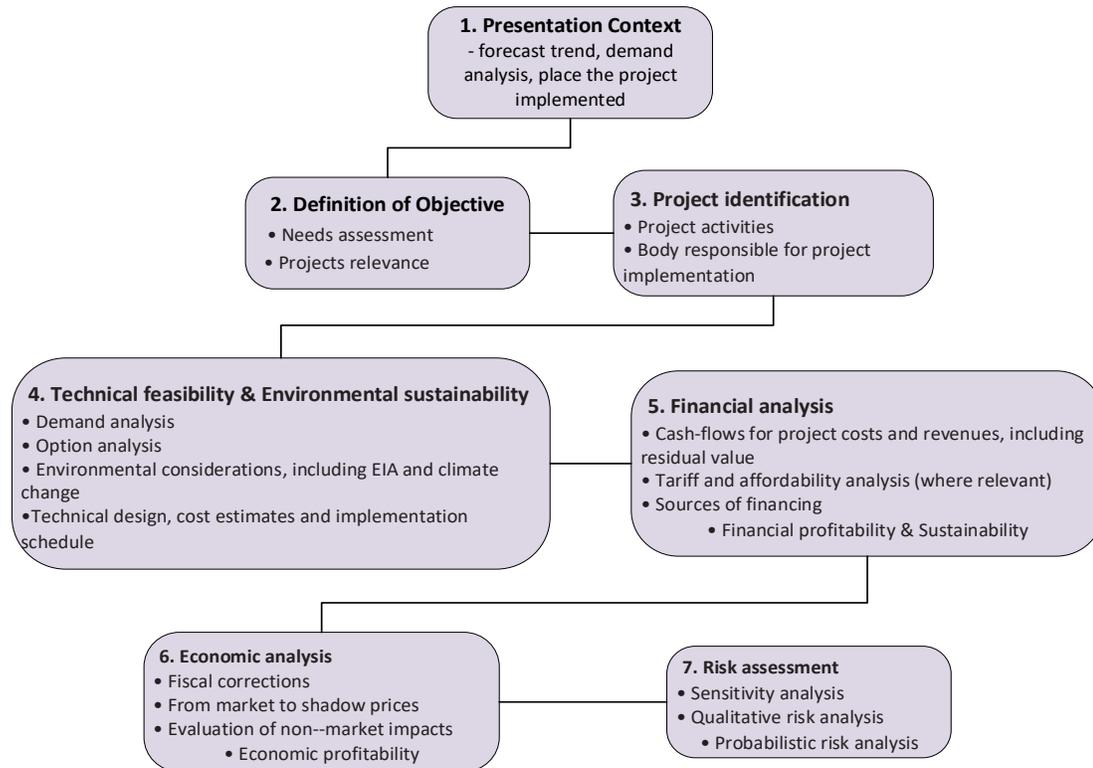
2.3 Cost benefit analysis

Cost benefit analysis merupakan sebuah metode analisis untuk menilai keuntungan maupun kerugian secara ekonomis dari keputusan investasi dengan menilai biaya (*Cost*) dan manfaatnya (*Benefit*) untuk menilai perubahan yang terjadi berkaitan dengan keputusan investasi tersebut [20].

Metode *Cost benefit analysis* adalah pendekatan yang mencoba untuk menentukan atau menghitung nilai dari setiap elemen teknologi informasi yang memiliki kontribusi terhadap biaya yang dikeluarkan dan manfaat yang diperoleh [22]. Pada mulanya, metode ini lahir untuk mengantisipasi banyaknya elemen terkait

seperti manfaat dengan teknologi informasi yang tidak memiliki nilai pasar atau harga yang jelas. Pada *Cost benefit analysis* ini, elemen yang tidak memiliki nilai (value) yang jelas dicoba untuk dicari nilai padanannya (dalam mata uang) dengan menggunakan berbagai teknik penilaian. Kekuatan utama dari metode ini dikarenakan telah berhasilnya manajemen dalam mengkuantifikasikan biaya dan manfaat yang bersifat kualitatif maupun intangible. Sementara kelemahan utama dari metode ini adalah sering terjadinya perdebatan dalam menentukan teknik yang sesuai dalam mencari value elemen yang nilainya tidak jelas tersebut [15].

Terdapat 7 tahapan-tahapan dalam melakukan *Cost benefit analysis* menurut *Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Project* [20] yang dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 2.3 Tahapan-tahapan *Cost benefit analysis*

1 Presentation Context

Presentation context sangat penting untuk meramalkan tren masa depan, terutama untuk analisis permintaan. Faktanya, kemungkinan untuk mencapai

perkiraan yang kredibel tentang pengguna, manfaat, dan biaya bergantung pada keakuratan penilaian

kondisi makro-ekonomi dan sosial wilayah tersebut. Dalam hal ini, rekomendasi yang jelas adalah untuk memeriksa bahwa asumsi yang dibuat, misalnya pada PDB atau pertumbuhan demografis, konsisten dengan data yang diberikan. Selain itu, latihan ini bertujuan untuk memverifikasi bahwa proyek sesuai dengan konteks di dimana project tersebut dilakukan. Apa saja proyek diintegrasikan dalam sistem yang sudah ada sebelumnya dengan aturan dan fitur tersendiri. Investasi untuk menyediakan layanan kepada warga dapat mencapai tujuan mereka melalui integrasi yang baru atau memperbaiki fasilitas pada infrastruktur yang sudah ada.

2. Objective Defenition

Langkah kedua dari penilaian proyek bertujuan untuk mendefinisikan tujuan proyek. Dari analisis semua elemen kontekstual yang tercantum di bagian sebelumnya, kebutuhan regional dan / atau sektoral yang bisa ditangani oleh proyek harus dinilai, sesuai dengan strategi sektoral. Tujuan proyek kemudian harus definisikan secara eksplisit sesuai kebutuhan. Dengan kata lain, penilaian kebutuhan dibangun berdasarkan deskripsi konteks dan memberikan dasar untuk suatu tujuan. Sejauh mungkin, tujuan harus dikuantifikasi melalui indikator dan ditargetkan, sejalan dengan orientasi hasil prinsip Kebijakan.

3. Project Identification

Pada bagian ini, beberapa masalah analitis yang terlibat dalam proyek identifikasi dikembangkan. Secara khusus, proyek telah teridentifikasi jika:

- a) elemen fisik dan kegiatan yang akan dilaksanakan untuk memberikan barang atau jasa yang diberikan, dan untuk dicapai satu set tujuan yang terdefinisi dengan baik yang terdiri dari self-sufcient unit analisis.
- b) badan yang bertanggung jawab untuk implementasi (ex: promotor proyek) diidentifikasi kapasitas teknisnya, keuangan dan kelembagaanya dan,
- c) area dampak, penerima manfaat akhir (final benefciaries,) dan semua stakeholder yang relevan telah diidentifikasi

4. Technical feasibility and environmental sustainability

Tahapan ini merupakan salah satu elemen informasi yang akan disediakan dalam rangka pendanaan permintaan untuk proyek-proyek utama. Meskipun analisis ini tidak secara formal bagian dari CBA, hasilnya harus dilaporkan dan digunakan sebagai sumber data utama dalam CBA. Informasi terperinci harus diberikan pada:

- a) demand analysis
- b) options analysis
- c) environment and climate change considerations
- d) technical *design*, *cost* estimates and implementation schedule.

5. Financial Analysis

Analisis keuangan harus dimasukkan dalam CBA untuk menghitung indikator kinerja keuangan proyek. Analisa keuangan dilakukan untuk:

- a) menilai profitability proyek konsolidasi
- b) menilai keuntungan proyek bagi pemilik proyek dan beberapa pemangku kepentingan utama
- c) verifikasi kelayakan finansial proyek, kondisi kelayakan utama untuk setiap tipologi proyek
- d) menguraikan arus kas yang mendukung perhitungan biaya dan manfaat sosio-ekonomi

6. Economic Analysis

Analisis ekonomi harus dilakukan untuk menilai kontribusi proyek terhadap kesejahteraan/keuntungan dari investor. Konsep utamanya adalah penggunaan harga bayangan untuk merefleksikan biaya peluang sosial dari barang dan jasa, dibandingkan menggunakan harga pasaran saat ini karena memiliki kemungkinan terdistorsi. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penyusunan/pencarian harga bayangan tersebut adalah sebagai berikut:

- a) Non-efficient markets di mana sektor publik dan / atau operator menjalankan kekuasaan mereka (misalnya subsidi untuk pembangkitan energi, harga termasuk mark-up atas biaya marjinal dalam kasus monopoli, dll.

- b) Tarif yang diatur untuk utilitas mungkin gagal untuk mencerminkan biaya peluang *input* karena alasan fleksibilitas dan kesetaraan.
- c) Beberapa harga termasuk persyaratan fiskal (misalnya bea masuk impor, cukai, PPN dan pajak tidak langsung lainnya, pajak penghasilan atas upah, dll.
- d) Untuk beberapa efek yang tersedia (misalnya pengurangan polusi udara, penghematan waktu).

7 Risk Assesment

Risk assesment harus dimasukkan dalam CBA. Hal ini diperlukan untuk menghadapi ketidakpastian yang kiranya selalu ada dalam proses investasi proyek. Langkah-langkah yang disarankan untuk menilai risiko proyek adalah sebagai berikut:

- a) Sensitivity analysis.
- b) Qualitative risk analysis.
- c) Probabilistic risk analysis.
- d) Risk prevention and mitigation.

2.4 Bentuk Metodologi & Pendekatan Penelitian

Penelitian ini memiliki bentuk metodologi *Experimental Design Research* (EDR) untuk menguji, menilai dan mengevaluasi topik penelitian oleh peneliti, sedangkan pendekatan studi kasus digunakan sebagai pendekatan untuk melihat pandangan user terhadap teknologi yang dibandingkan.

2.4.1 *Experimental Design Research* (EDR)

Experimental Design Research (EDR) pada awalnya merupakan metode penelitian dalam dunia psikologi yang dipelopori oleh Thorndike dan Woodworth. Metode penelitian ini dalam dunia psikologi menguji/bereksperimen dan mengamati pengaruh perubahan lingkungan sekitar terhadap experiment yang dilakukan. Experiment ini menuntut desain menggunakan prosedur standar untuk menjaga semua kondisi konstan kecuali variabel independen (percobaan). Standarisasi ini

memastikan validitas internal yang tinggi (kontrol terhadap eksperimen) dalam membandingkan kelompok yang diujikan dalam eksperimen dengan kelompok kontrol pada variabel dependen atau "hasil", yang pada dunia psikologi dalam berbentuk “*treatment*” terbaik yang dapat dilakukan terhadap suatu kasus psikologi yang rekomendasinya didapat dengan melakukan perbandingan pengujian-pengujian experiment terhadap masing-masing jenis “*treatment*”. Selama perjalanannya, teori ini tetap kebal terhadap *paradigm shift* dalam penggunaannya dalam psikologi termasuk dalam hal *behaviorism* ke *cognitivism*, *objectivism* ke *cognitivism*, dan *instructivism* ke *constructivism*.

Validitas internal merupakan derajat bias dari suatu studi/penelitian yang menunjukkan bahwa penelitian tersebut berada pada tingkatan yang dapat dipercaya kebenarannya karena alat ukur yang digunakan dalam penelitian akurat dan tepat guna serta memiliki kemampuan untuk membuat penjelasan yang masuk akal terhadap hasil penelitian yang didapatkan. Saat ini, semakin meningkatnya pengaruh teori konstruktivis membuat kesesuaian antara metode ilmiah tradisional dan perspektif pada pembelajaran lebih sulit. Para peneliti lalu memperhatikan esensi daripada ilmu desain dan bagaimana praktik ilmiah harus disesuaikan dengan bidang yang sedang berkembang ini di mana pemecahan masalah dan pemahaman ilmiah *shared-priority* yang kedepannya dapat digunakan pada penelitian lintas ilmu karena metode experimental ini dianggap dapat selalu menyediakan "tools" maupun temuan yang berharga dalam penelitian yang berlangsung. Pemahaman ini mendasari bahwa metode ini yang berawal dari bidang psikologi penggunaannya mungkin perlu diubah atau diperluas secara relatif terhadap fungsi tradisional mereka untuk mengakomodasi perubahan kompleks teori dan penyelidikan ilmiah dalam teknologi pembelajaran [21].

Dalam konteks penelitian desain (*design research*), eksperimen dapat didefinisikan sebagai “rekaman pengamatan, kuantitatif atau kualitatif, dibuat oleh operasi yang didefinisikan dan direkam dan dalam kondisi yang telah ditentukan maupun dikondisikan, diikuti oleh pemeriksaan data, dengan aturan statistik dan

matematika yang sesuai, untuk memastikan adanya hubungan yang “signifikan” yang menandai hipotesa atau hasil yang diinginkan melalui pengujian yang dilakukan.

Metode ini digunakan dalam penelitian analisis investasi Peningkatan Performa Dan Efisiensi dari Adopsi *Cloud Engine* Pada Kreatif Industri Berbasis Digital Visual Desain Yang Miliki Kebutuhan Komputasi & Prosesing Tinggi karena metode ini dianggap paling dapat meng-*generate* elemen-elemen maupun nilai dan hasil serta mewakili cara pengujian yang akan dilakukan. Pengujian dalam penelitian ini berisikan pengujian secara langsung melalui data yang didapat secara wawancara oleh informan, mengkondisikan serta melakukan simulasi terhadap objek penelitian, melakukan komparasi, memproses nilai/menghitung *value* yang di dapat untuk menghasilkan suatu keputusan/kesimpulan sehingga sejalan dengan metode *Experimental Design Research* (EDR).

2.4.1.1 Tipe-tipe *Experimental Design Research* (EDR)

Terdapat empat tipe pendekatan utama dari *Experimental Design Research* (EDR). Empat tipe utama ini menurut versi Ross & Morrison [21] Keempat bentuk ini merupakan bentuk yang sering digunakan oleh *instructional technology researchers* untuk studi eksperimental serta sering muncul dalam literatur. Keempat bentuk ini juga merupakan "inti" desain maupun komponen dasar dari desain yang lebih kompleks atau terkait yang tidak disebutkan. Berikut merupakan tipe-tipe dari *Experimental Design Research* (EDR).

1. *True Experiments*

Desain ideal untuk memaksimalkan validitas internal adalah dengan menggunakan *True Experiment*, seperti yang digambarkan di bawah ini. R berarti bahwa subjek ditetapkan secara acak, X mewakili suatu tindakan/perlakuan (dalam hal ini, perlakuan alternatif 1 dan 2), dan O berarti pengamatan (atau hasil), misalnya suatu measurement atau sikap yang tergantung.

	$X_1 O$
R	$X_2 O$

Hal yang membedakan antara eksperimen yang pertama dan lainnya adalah dari desain tindakan/perlakuan, sehingga menghilangkan kesalahan sistematis yang mungkin terkait dengan penggunaan suatu kelompok utuh. Dua (atau lebih) kelompok tersebut kemudian mengalami kondisi lingkungan yang identik dengan perlakuan yang berbeda. Dalam *educational technology research*, suatu tindakan tersebut sering terdiri dari metode intruksi yang berbeda [21].

2. *Repeated Measures*

Variasi dari desain eksperimental ini adalah situasi di mana semua tindakan (X_1, X_2, dll) diberikan untuk semua subjek. Dengan demikian, setiap individu (S_1, S_2, dll), pada dasarnya, berfungsi sebagai kontrolnya sendiri dan diuji atau "diamati" (O), seperti yang digambarkan di bawah ini.

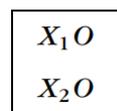
$S_1: X_1O - X_2O \dots X_kO.$
$S_2: X_1O - X_2O \dots X_kO.$
$S_n: X_1O - X_2O \dots X_kO.$

Untuk percobaan menggunakan n (subjek) dan k (tindakan). Diagram menunjukkan setiap subjek yang menerima urutan perlakuan/tindakan yang sama, desain pengujian yang berbeda dan jika memungkinkan akan mendapatkan tindakan yang berbeda secara acak untuk menghilangkan efek sekuens lalu diamati perbedaan hasil yang muncul dari hal-hal yang dilakukan sebelumnya dari setiap individu [21]. Misalkan seorang eksperimen tertarik pada apakah peserta didik lebih cenderung mengingat kata-kata yang dicetak miring atau kata-kata yang digaris-bawahi dalam presentasi teks komputer. Dua puluh subjek membaca paragraf yang berisi lima kata di setiap formulir. Mereka kemudian diminta untuk menuliskan sebanyak mungkin kata yang dicetak miring dan sebanyak mungkin kata-kata yang digaris-bawahi. (Untuk mengurangi bias, bentuk di mana 10 kata diwakili secara acak bervariasi untuk mata pelajaran yang berbeda.) Desain ini memiliki keuntungan menggunakan hanya satu kelompok, sehingga secara efektif menggandakan jumlah subjek per perlakuan relatif terhadap dua kelompok (hanya miring vs hanya garis bawah) desain. Ini juga memastikan bahwa tingkat kemampuan subjek yang menerima dua

tindakan/perlakuan akan sama. Tetapi ada kemungkinan kerugian yang dapat mendistorsi hasil. Pengamatan tidak independen. Mengingat kata yang dicetak miring dapat membantu atau menghambat *recalling* kata yang digaris-bawahi, atau sebaliknya.

3 *Quasi-experimental Designs*

Seringkali dalam studi, terjadi penetapan subyek secara acak untuk suatu tindakan secara tidak praktis dan tidak layak. Hal ini sangat mungkin terjadi dalam penelitian disekolah, di mana kelas-kelas dibentuk pada awal tahun. Keadaan ini menghalangi desain eksperimental yang sebenarnya sementara memungkinkan eksperimen semu sebagai suatu pilihan. Aplikasi umum dalam *educational technology* adalah untuk mengekspos dua kelas siswa yang serupa dengan strategi pengajaran alternatif dan membandingkannya pada langkah-langkah dependen yang ditentukan (misalnya seperti pembelajaran, sikap, perilaku kelas) selama tahun tersebut. Komponen penting dari studi quasi-eksperimental adalah penggunaan *pre-testing* atau analisis pencapaian sebelumnya untuk membangun kesetaraan kelompok. Sedangkan dalam percobaan yang sebenarnya, pengacakan membuatnya tidak mungkin bahwa satu kelompok akan secara signifikan lebih unggul dalam kemampuan dari yang lain. *Quasi-experiment* diwakili secara diagram sebagai berikut.

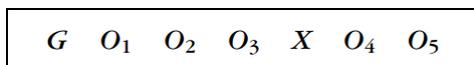


X dan O masing-masing menunjukkan tindakan dan hasil, tetapi tidak ada R untuk menunjukkan tugas acak seperti pada *true experiment*. Contoh suatu kelas yang sama disaat mereka duduk dikelas lima dan saat mereka duduk di kelas enam, satu kelas siswa di sekolah dalam kota menerima ruang kelas dan komputer di rumah sebagai bagian dari program pembelajaran intensif komputer yang disponsori oleh Apple Classrooms of Tomorrow (ACOT). Kelas siswa yang serupa, yang terkena kurikulum yang sama tetapi tanpa dukungan komputer, ditunjuk sebagai kelompok kontrol. Untuk memastikan komparabilitas kelompok, skor pada semua subyek dari

California Achievement Test (CAT), diberikan sebelum program ACOT dimulai, dianalisis sebagai pretest; tidak ada perbedaan kelas yang ditunjukkan. Studi dirancang untuk menemukan anggota dari dua kohort dan mengevaluasi penyesuaian dan kemajuan mereka di tahun kelas tujuh, ketika, sebagai siswa SMP, mereka tidak lagi berpartisipasi dalam ACOT. Meskipun lebih banyak kesamaan daripada perbedaan yang ditemukan, kelompok ACOT secara signifikan lebih unggul daripada kelompok kontrol pada matematika CAT. Hal tersebut dapat terjadi “mungkin” karena pengalaman ACOT dari kelas tersebut, tetapi mengingat desain quasi-experimental yang digunakan, interpretasi ini perlu dibuat dengan hati-hati. Tidak hanya "seleksi diferensial" mata pelajaran, tetapi juga "efek sejarah" dari setiap kelas yang diajarkan di ruang yang terpisah oleh guru yang berbeda selama setiap tahun program. Desain quasi-eksperimental memiliki keunggulan kenyamanan dan kepraktisan tetapi kerugian dari berkurangnya validitas internal [21].

4. *Time-Series Design*

Rangkaian desain ini melibatkan pengukuran berulang terhadap suatu kelompok, dengan perlakuan eksperimental yang diinduksi antara dua langkah. Tipe ini merupakan eksperimen semu karena tidak adanya eksperimen dan kontrol yang dibuat secara acak, terpisah, serta tidak memungkinkan untuk menghubungkan perubahan dalam ukuran dependen secara langsung dengan efek dari tindakan eksperimental. Artinya, kelompok individu yang berpartisipasi dalam *time-series design* dapat meningkatkan kinerjanya dari *pre-testing* ke *post-testing*. Ada berbagai desain seri waktu, beberapa di antaranya memberikan validitas internal yang lebih tinggi daripada yang lain. Desain deret waktu kelompok tunggal dapat digambarkan seperti yang ditunjukkan di bawah ini.



Seperti yang digambarkan, satu kelompok (G) diamati (O) beberapa kali sebelum menerima tindakan (X) dan mengikuti suatu tindakan. Sebagai contoh penilaian persentase siswa dalam 3 hari berturut-turut yang berhasil menyelesaikan unit pembelajaran berbasis komputer individual. Sebelum hari keempat, tim dibentuk dan

siswa diberikan hadiah tim tambahan untuk menyelesaikan semua unit kerja. Kinerja kemudian dipantau pada hari 4 dan 5. Jika kinerja meningkat relatif terhadap fase pra-perlakuan (hari 1 hingga 3), maka dapat disimpulkan bahwa unit CBI berkontribusi terhadap efek peningkatan tersebut. Karena tidak memiliki desain eksperimental yang benar, maka dalam membuat suatu interpretasi harus dengan lebih hati-hati. Variasi dari desain deret waktu adalah studi subjek tunggal, di mana satu individu diperiksa sebelum dan sesudah pengenalan perlakuan eksperimental. Bentuk paling sederhana adalah desain A – B, di mana A adalah periode baseline (tanpa tindakan) dan B adalah sebuah tindakan. Variasi yang berpotensi lebih kuat adalah desain A – B – A, yang menambahkan fase penarikan setelah dilakukan tindakan. Setiap fase baru (A atau B) yang ditambahkan ke desain memberikan data lebih lanjut untuk memperkuat kesimpulan tentang dampak dari pengaplikasian suatu tindakan. Di sisi lain, setiap fase dapat mewarisi efek kontaminasi kumulatif dari fase sebelumnya. Yaitu, begitu B mengalami suatu tindakan, reaksi selanjutnya terhadap A dan B dapat langsung diubah sebagai konsekuensinya

2.4.2 Studi Kasus

Kata “Studi Kasus” merupakan terjemahan secara langsung “*Case Studies*”. Dalam kamus Oxford Advanced Learner’s Dictionary of Current English (1989), kata “*Case*” yang diterjemahkan menjadi kata “Kasus” diartikan sebagai “instance or example of the occurrence of sth., *“actual state of affairs; situation”*, dan “*circumstances or special conditions relating to a person or thing*”. Penelitian dalam bentuk pendekatan *Case study* merupakan metode penelitian kualitatif di mana peneliti mengeksplorasi sebuah sistem yang memiliki batasan-batasan (*cases*) atau beberapa sistem yang dibatasi (*cases*) dari waktu ke waktu, melalui pengumpulan data mendalam, terperinci & dekat terhadap kasus yang spesifik yang melibatkan banyak sumber informasi (misalnya, observasi, wawancara, audio-visual, dokumen serta laporan) dalam bentuk report deskripsi kasus atau *case-based themes*. Dengan demikian, penelitian studi kasus melibatkan studi tentang masalah yang dieksplorasi melalui penelitian yang dapat terdiri dari sebuah kasus tunggal (a *single-case study*)

atau dua atau lebih kasus (*a multiple-case study*) [23, 24]. Penelitian *case study* juga termasuk penelitian dengan pendekatan deskriptif. Menurut Arikunto (1986), Penelitian deskriptif merupakan penelitian yang dilakukan secara intensif, terperinci dan mendalam terhadap suatu organisme (individu), lembaga atau gejala tertentu dengan daerah atau subyek yang sempit.

Apabila dilihat dari jenis kasus yang diteliti, Studi Kasus dapat digolongkan menjadi dua jenis, yaitu Studi Kasus berupa penyimpangan dari kewajaran dan Studi Kasus ke arah perkembangan yang positif. Studi Kasus pertama bersifat kuratif, dan disebut Studi Kasus Retrospektif (*Retrospective Case study*) dan yang kedua disebut Studi Kasus Prospektif (*Prospective Case study*).

1. *Retrospective Case study* memungkinkan ada tindak lanjut penyembuhan atau perbaikan dari suatu kasus (*treatment*). Tindak penyembuhan tidak harus dilakukan oleh peneliti, tetapi oleh orang lain yang kompeten. Peneliti hanya memberikan masukan dari hasil penelitian.
2. *Prospective Case study* adalah jenis studi kasus yang diperlukan untuk menemukan kecenderungan dan arah perkembangan suatu kasus. Tindak lanjutnya berupa Penelitian Tindakan (*Action Research*) yang dilakukan juga oleh pihak lain yang berkompeten.

2.4.1.1 Manfaat Penelitian Studi Kasus

Menurut Lincoln dan Guba, sebagaimana dikutip Mulyana, keistimewaan Studi Kasus meliputi hal-hal sebagai berikut:

1. Studi Kasus merupakan sarana utama bagi penelitian emik, yakni menyajikan pandangan subjek yang diteliti,
2. Studi Kasus menyajikan uraian menyeluruh yang mirip dengan apa yang dialami pembaca dalam kehidupan sehari-hari (*everyday real-life*),
3. Studi Kasus merupakan sarana efektif untuk menunjukkan hubungan antara peneliti dengan subjek atau informan,

4. Studi Kasus memungkinkan pembaca untuk menemukan konsistensi internal yang tidak hanya merupakan konsistensi gaya dan konsistensi faktual tetapi juga keterpercayaan (*trustworthiness*),
5. Studi Kasus memberikan “uraian tebal” yang diperlukan bagi penilaian atas transferabilitas,
6. Studi Kasus terbuka bagi penilaian atas konteks yang turut berperan bagi pemaknaan atas fenomena dalam konteks tersebut.

2.4.1.2 Langkah Penelitian Studi Kasus

Berikut ini adalah langkah-langkah penelitian studi kasus

1. Pemilihan tema, topik dan kasus.
Pada tahap awal penelitian, peneliti harus yakin bahwa dia akan memilih kasus tertentu yang merupakan bagian dari “*body of knowledge*” bidang yang dipelajari. Kasus bisa diperoleh dari hasil pengamatan peneliti sendiri, pengalamannya selama ini, hasil membaca buku majalah ilmiah, koran, mengikuti pertemuan-pertemuan ilmiah (seperti seminar, lokakarya, konferensi), diskusi dengan teman sejawat, tutor, dosen pembimbing, membaca hasil penelitian orang lain. Setelah sumber-sumber bacaan diperoleh, peneliti membacanya untuk menentukan tema besar penelitian. Dari tema besar disempitkan lagi menjadi topik. Agar bisa fokus, dari topik peneliti dapat memberikan tekanan pada objek kajian, yang selanjutnya menjadi kasus. Dari tema, topik, dan objek kajian, peneliti merumuskan judul penelitian [25]. Dengan demikian, judul penelitian dibuat setelah tema, topik, objek/kasus ditentukan.
2. Pembacaan literatur
Peneliti selanjutnya mengumpulkan literatur atau bahan bacaan sebanyak-banyaknya berupa jurnal, majalah ilmiah, hasilhasil penelitian terdahulu, buku, majalah, surat kabar yang terkait dengan kasus tersebut setelah kasus diperoleh. Menurut Yin [24], pembacaan literatur sangat penting untuk memperluas wawasan peneliti di bidang yang akan diteliti dan mempertajam

rumusan masalah yang akan diajukan. Namun demikian, dalam upaya pengumpulan bahan bacaan peneliti perlu mempertimbangkan dua aspek penting, yakni relevansi (*relevance*) bahan bacaan/literatur tersebut dengan topik bahasan (kasus) yang diangkat dan kemutakhiran (*novelty*). Semakin mutakhir bahan bacaan, semakin baik, sehingga peneliti dapat mengikuti perkembangan keilmuan paling up date atau “*state of the arts*” bidang yang digeluti. Sebab, ilmu pengetahuan senantiasa mensyaratkan hal-hal baru. (Tentang pentingnya “*state of the arts*” dalam penelitian telah dibahas dalam tulisan tersendiri). Terkait dengan bahan bacaan, sering pula ditemukan peneliti mengumpulkan bahan bacaan yang sangat banyak, tetapi tidak relevan dengan objek kajian yang diangkat, sehingga laporan penelitian menjadi sangat tebal. Padahal, kualitas penelitian tidak ditentukan oleh tebalnya atau banyaknya halaman hasil/laporan penelitian, tetapi oleh ketepatan metode penelitian, keluasan perspektif teoretik peneliti, keandalan dan kecukupan data, kedalaman analisis, kebaruan temuan dan sumbangannya bagi ilmu pengetahuan [25].

3. Perumusan fokus dan Masalah penelitian

Fokus penelitian perlu dibuat agar peneliti bisa berkonsentrasi pada satu titik yang menjadi pusat perhatian. Tahap ini sangat penting dalam setiap penelitian karena pada tahap ini akan merumuskan fokus dan masalah dalam penelitian. Di awal telah dibahas bagaimana rumusan masalah penelitian dibuat. Satu hal penting lainnya terkait dengan rumusan masalah ialah dari rumusan tersebut dapat digali informasi penting dan mendalam untuk menjadi pengetahuan yang berharga bagi kemanusiaan, bukan sembarang informasi yang tidak bernilai ilmiah [25].

4. Pengumpulan data

Data penelitian Studi Kasus dapat diperoleh dari beberapa teknik, seperti wawancara, observasi pelibatan (*participant observation*), dan dokumentasi. Peneliti sendiri merupakan instrumen kunci, sehingga dia sendiri yang dapat mengukur ketepatan dan ketercukupan data serta kapan pengumpulan data

harus berakhir. Dia sendiri pula yang menentukan informan yang tepat untuk diwawancarai, kapan dan di mana wawancara dilakukan [25].

5. Pelengkapan/Penyempurnaan data

Semua data yang telah terkumpul perlu disempurnakan. Untuk mengetahui data yang disajikan kurang atau belum sempurna dapat dilakukan dengan cara membaca keseluruhan data dengan merujuk ke rumusan masalah yang diajukan. Jika rumusan masalah diyakini dapat dijawab dengan data yang tersedia, maka data dianggap sempurna. Sebaliknya, jika belum cukup untuk menjawab rumusan masalah, data dianggap belum lengkap, sehingga peneliti wajib kembali ke lapangan untuk melengkapi data dengan bertemu informan lagi, hal tersebut merupakan sebab mengapa penelitian kualitatif berproses secara siklus [25].

6. Pengolahan data

Setelah data yang di dapat dianggap lengkap/sempurna, peneliti selanjutnya melakukan pengolahan data, yakni melakukan pengecekan kebenaran data, menyusun data, melaksanakan penyandian (*coding*), mengklasifikasi data, mengoreksi jawaban wawancara yang kurang jelas. Tahap ini dilakukan untuk memudahkan tahap analisis [25].

7. Analisis data

Setelah data berupa transkrip hasil wawancara dan observasi, maupun gambar, foto, catatan harian subjek dan sebagainya dianggap lengkap dan sempurna, peneliti melakukan analisis data. Analisis data Studi Kasus dan penelitian kualitatif pada umumnya hanya bisa dilakukan oleh peneliti sendiri, bukan oleh pembimbing, teman, atau melalui jasa orang lain. Sebab, sebagai instrumen kunci, hanya peneliti sendiri yang tahu secara mendalam semua masalah yang diteliti. Analisis data merupakan tahap paling penting di setiap penelitian dan sekaligus paling sulit. Sebab, dari tahap ini akan diperoleh informasi penting berupa temuan penelitian [25].

8. Proses analisis data

Pada hakikatnya analisis data adalah sebuah kegiatan untuk memberikan makna atau memaknai data dengan mengatur, mengurutkan, mengelompokkan, memberi kode atau tanda, dan mengkategorikannya menjadi bagian-bagian berdasarkan pengelompokan tertentu sehingga diperoleh suatu temuan terhadap rumusan masalah yang diajukan. Melalui serangkaian aktivitas tersebut, data kualitatif yang biasanya berserakan dan bertumpuktumpuk dapat disederhanakan sehingga dapat dipahami dengan lebih mudah. Tidak ada prosedur atau teknik analisis data yang baku dalam penelitian kualitatif, tetapi langkah-langkah berikut bisa digunakan sebagai pedoman [25]

- a. Peneliti membaca keseluruhan transkrip untuk memperoleh informasi-informasi secara umum (*general*) dari masing-masing transkrip
 - b. Pesan-pesan umum tersebut dikompilasi untuk diambil pesan khususnya (*specific messages*).
 - c. Dari pesan-pesan khusus tersebut akan diketahui pola umum data. Selanjutnya, data tersebut dapat dikelompokkan berdasarkan urutan kejadian, kategori, dan tipologinya. Sebagaimana lazimnya dalam penelitian kualitatif, analisis data Studi Kasus dimulai sejak peneliti di lapangan, ketika mengumpulkan data dan ketika data sudah terkumpul semua
9. Dialog teoritik
- Untuk melahirkan temuan konseptual berupa “*thesis statement*”, setelah pertanyaan penelitian terjawab, peneliti Studi Kasus, khususnya calon magister dan lebih-lebih doktor, melakukan langkah selanjutnya, yaitu melakukan dialog temuan tersebut dengan teori yang telah dibahas di bagian kajian pustaka, sehingga bagian kajian pustaka bukan sekadar ornamen belaka. Tahap ini disebut Dialog Teoretik. Sering kali terjadi ketika pertanyaan penelitian sudah terjawab, peneliti mengira tugasnya sudah selesai. Ini kesalahan umum yang terjadi pada peneliti Studi Kasus [25].
10. Triangulasi temuan (Konfirmabilitas)

Agar temuan tidak dianggap bias, peneliti perlu melakukan triangulasi temuan, atau yang sering disebut sebagai konfirmasi, yakni dengan melaporkan temuan penelitian kepada informan yang diwawancarai. Hal ini juga jarang dilakukan peneliti Studi Kasus, mungkin karena takut hasilnya berbeda dengan yang telah dia temukan. Seorang peneliti harus jujur, sehingga temuannya dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah di masyarakat akademik atau masyarakat umum. Karena akan menjadi ilmuwan, seorang peneliti harus memiliki kejujuran, bertindak secara objektif, bertanggung jawab, dan profesional [25].

11. Simpulan hasil penelitian

Kesalahan umum yang sering terjadi pada bagian ini ialah peneliti mengulang atau meringkas apa yang telah dikemukakan pada bagian-bagian sebelumnya, tetapi membuat sintesis dari semua yang telah dikemukakan sebelumnya. Pada bagian ini peneliti mencantumkan implikasi teoretik [25].

12. Laporan penelitian

Langkah paling akhir kegiatan penelitian ialah membuat laporan penelitian. Laporan penelitian merupakan salah satu bentuk pertanggungjawaban kegiatan penelitian yang dituangkan dalam bahasa tulis untuk kepentingan umum. Menurut Yunus [25], ada beberapa versi mengenai laporan penelitian, tetapi secara umum terdapat 3 syarat agar laporan penelitian dapat dikategorikan sebagai karya ilmiah, yaitu:

- a. Objektif.
- b. Sistematis
- c. Mengikuti metode ilmiah

Objektif artinya data yang diperoleh benar-benar dari subjek yang diteliti, bukan dari peneliti dan pandangan peneliti. Sistematis artinya urut, yakni pembahasan harus mengikuti alur penalaran yang runtut di mana sejak bagian awal pembahasan hingga akhir menunjukkan keterkaitan logis dan merupakan satu kesinambungan [26].

2.5 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu adalah kajian penelitian sebelumnya yang digunakan sebagai referensi dan acuan dalam penelitian ini. Berikut ini adalah penelitian terdahulu terkait dengan topik yang akan dibahas pada penelitian ini

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu

No	Judul	Peneliti	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
1	<i>Design of a Parallel AES for Graphics Hardware using the CUDA framework</i>	Biagio, Andrea Di Barenghi, Alessandro Agosta, Giovanni Milano, Politecnico Pelosi, Gerardo	Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan performa <i>intensive task</i> yaitu <i>AES-CTR symmetric cryptographic</i> apabila menggunakan <i>parallelable Cuda Framework (GPU-based)</i> versus <i>CPU-based OpenSSL</i> yang sudah digunakan secara lebih umum	<i>Graphic hardware</i> seperti GPU dengan kemajuan teknologi <i>graphic hardware</i> saat ini memiliki keunggulan dalam kepararelable-annya (skalabilitas) sehingga dalam pengujian <i>high intensive task</i> seperti <i>AES-CTR symmetric cryptographic</i> peningkatan performa serta <i>cost effective</i> sangat terasa karena pada dasarnya meningkatkan <i>scale 16 core processor (CPU-Based)</i> ke <i>112 core (GPU-based)</i> sehingga peningkatan <i>throughput</i> yang dirasakan 14 kali lipat dibandingkan <i>CPU-based architecture</i> serta memiliki <i>cost to performance 73 mb/dolar (GPU-based)</i> vs <i>4mb/dolar</i> apabila menggunakan arsitektur standar (<i>CPU-based</i>).
2	CURRENT GRAPHICS CARD ANALUSIS & NEW DESIGN CONCEPT	Sheng Huang	Penelitian ini bertujuan menganalisis desain arsitektur terkini dari <i>Graphic Card</i> yang lebih baru serta konsep desain yang akan memungkinkan perbaikan performa signifikan dibandingkan dengan <i>Graphic Card</i> yang lebih	Penelitian ini menunjukkan terdapat peningkatan performa secara pasti baik secara kekuatan proses maupun <i>power consumption</i> terhadap <i>Graphic Card</i> yang memiliki arsitektur yang lebih baru dan spesifikasi yang umumnya lebih tinggi setiap generasinya walaupun berada dalam kelas dan <i>cost</i> yang sama

			lama sesuai dengan struktur pasar dan inovasi teknologi	
3	Price Efficiency in High Performance Computing on Amazon Elastic Compute Cloud Provider in Compute Optimize Packages	Prukantragorn, P. and Tientanopajai, K.	Penelitian ini dilakukan untuk menginvestigasi efficiency dari <i>Cloud computing</i> yang digunakan sebagai tools dalam task high performance computing yang ditinjau dari harga, waktu dan besaran task/problem yang dihadapi.	Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan <i>cloud computing</i> dalam <i>High Performance Computing</i> (HPC) yang ditinjau dari beban kerja dan proporsi yang berbeda merupakan “ <i>best price worthiness</i> ” dengan kata lain performa yang didapatkan sangat efektif dan efisien baik dari harga yang dibayarkan serta mengurangi waktu yang diperlukan. Akan tetapi keputusan dalam memilih package ini tetap tergantung pada kepuasan dalam penggunaan oleh pelanggan.
4	Impact of IT Investment on Firm Performance Based on Technology IT Architecture	Haewon Lee, Hanbyeol Choi, Junyeong Lee, Jinyoung Min, dan Heeseok Lee	Penelitian dilakukan dengan tujuan untuk membangun model empiris untuk menganalisis bagaimana investasi TI mempengaruhi pertumbuhan bisnis.	Hasil dari penelitian tersebut menyebutkan bahwa dari ke lima kategori proyek yang dianalisis, hanya satu proyek yang terbukti mempengaruhi pertumbuhan bisnis secara langsung dan berkontribusi secara signifikan terhadap pertumbuhan bisnis. Hasil dari penelitian ini juga menyebutkan bahwa baik paradoks TI maupun keberhasilan TI dapat terjadi secara bersamaan. Perusahaan juga perlu menetapkan prioritas, mengingat investasi TI akan membawa hasil bisnis ketika dilakukan dan juga perlu menemukan cara bagaimana perusahaan dapat mendorong hasil bisnis yang lebih cepat untuk mengatasi fenomena paradoks TI
5	Evaluation of Information Technology Investment.	Asokan Anandarajan dan H. Joseph Wen	Penelitian ini bertujuan untuk mempresentasikan hasil studi kasus dan menunjukkan berapa banyak manfaat	Hasil penelitian tersebut membuktikan bahwa banyak praktisi yang masih mencari cara untuk dapat menghitung keseluruhan manfaat dan resiko investasi TI dengan baik dan menghasilkan hasil yang akurat. Namun, dari banyak metode baru

			<p>intangible yang sebelumnya diabaikan. Hasil tersebut digabungkan dalam model NPV tradisional melalui diskusi dengan personil dari seluruh departemen yang terkena dampak dari penerapan TI. Juga menunjukkan berapa banyak biaya yang dianggap tersembunyi dapat diukur dan digabungkan dalam model pengambilan keputusan. Menunjukkan bagaimana ketidakpastian dan risiko yang terkait dengan arus kas proyek yang diantisipasi dapat diukur dan disertakan dengan penggunaan probabilitas</p>	<p>yang telah dikembangkan, ternyata 13 metode baru tersebut juga dirasa belum dapat menjabarkan secara keseluruhan.</p>
--	--	--	--	--

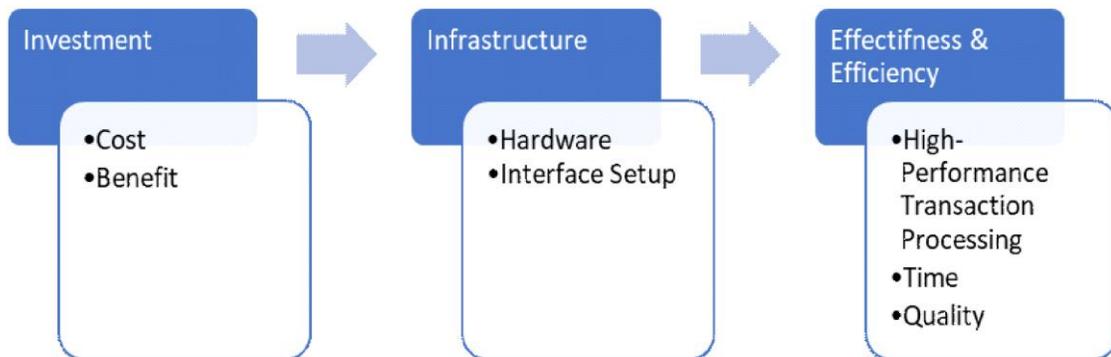
BAB III

KERANGKA KONSEPTUAL

Bab ini membahas alur pikir untuk menyusun kerangka konsep penelitian, konstruk model analisis domain serta elemen-elemen dalam penelitian “Investment Analysis: Peningkatan Performa dan Efisiensi dari Adopsi *Cloud Engine* Pada Kreatif Industri Berbasis Digital Visual Desain yang Miliki Kebutuhan Komputasi & Prosesing Tinggi”.

3.1 Konseptual Model

Dalam penelitian ini akan dikembangkan sebuah model yang akan dijelaskan sebagai kerangka konseptual. Kerangka konseptual merupakan penjelasan yang menyeluruh tentang teori yang menjadi acuan dasar yang dipadukan dengan hasil penelitian-penelitian yang telah ada sebelumnya sehingga memunculkan sebuah gagasan atas suatu permasalahan untuk dapat dikaji lebih lanjut. Konseptual model adalah model yang menggambarkan dan menjelaskan secara visual hubungan domain-domain serta rinciannya yang dianggap berpengaruh pada ke-efektifan dan efisiensi dalam pengadopsian *Cloud Engine* pada perusahaan, atau bidang yang membutuhkan kapabilitas prosesing tinggi. Berdasarkan studi literatur dan kasus yang diteliti di lapangan, maka secara umum, konstruk model penelitian ini dapat dibangun seperti Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1. Konseptual Model Penelitian

3.2 Analisis Domain

Pada penelitian ini, terdapat tiga domain yang digunakan yaitu:

1. Investment

Domain ini digunakan untuk mengetahui konteks dasar dari investasi pada penelitian ini. Teknologi memiliki peran dalam perkembangan ekonomi sehingga investasi dalam teknologi telah menjadi isu strategis dalam pembangunan ekonomi khususnya dalam perusahaan [27, 28]. Investasi pada perusahaan ataupun perseorangan berdasarkan literatur dilakukan secara garis besar dilakukan karena pengguna / pemangku kepentingan merasakan keuntungan berdasarkan *Cost* dan *Benefit* yang didapat setelah melakukan kegiatan investasi pada obyek investasi [29, 30, 31, 32, 33, 34]. Melalui pernyataan tersebut, maka domain investasi diperlukan sebagai konteks dasar penelitian yang dilakukan.

2. Infrastructure

Domain ini digunakan untuk mengetahui konteks dasar dari infrastruktur pada penelitian ini. Infrastruktur pada umumnya merupakan prasarana fisik yang digunakan sebagai fasilitas untuk menjalankan suatu tujuan dalam organisasi maupun lingkup sosial. Penelitian ini didasari dari anggapan bahwa infrastruktur konvensional dalam perusahaan yang memerlukan kebutuhan komputasi dan prosesing tinggi seperti kontraktor dan studio 3D/Animasi kurang efektif dan efisien dibandingkan arsitektur *cloud computing* karena *cloud computing* dapat mengurangi *hardware demand* pada sisi *user* [35] sehingga lebih hemat energi [36] serta mudah digunakan [37], apabila perusahaan tersebut mengadopsi teknologi *Cloud Engine*. Komparasi antara kedua kasus studi dalam tipe infrastruktur tersebut merupakan dasar kenapa domain infrastruktur diperlukan sebagai konteks pada penelitian ini.

3. Effectiveness & Efficiency

Domain ini digunakan untuk untuk mengetahui konteks dasar dari Effectiveness & Efficiency pada penelitian ini. Effectiveness dan efficiency digunakan sebagai domain yang melingkupi nilai-nilai yang menjadi acuan terhadap domain-domain sebelumnya sehingga dapat diketahui perbedaan keefektifan dan efisiensi dari kasus penggunaan *Cloud Engine* kontra konvensional dari segi efisiensi penghematan daya listrik dan biaya [38, 39] operasional [40] dan juga keefektifan serta peningkatan performanya [34, 36, 37, 38, 41].

Untuk memudahkan dalam melakukan analisis domain terhadap data yang telah terkumpul dari observasi, pengamatan, dan dokumentasi, berikut adalah elemen domain:

Tabel 3.1 Elemen Domain

No	Elemen Domain	Hubungan Semantik	Cover term/domain
1	<i>Cost</i>	Menilai dan mengukur	Investment
	<i>Benefit</i>		
2	<i>Hardware</i>	Menilai dan mengukur	Infrastructure
	<i>Interface Setup</i>		
3	<i>High Performance Computing</i>	Menilai dan mengukur	Effectiveness & Efficiency
	<i>Time</i>		
	<i>Quality</i>		

3.3 Definisi Elemen Domain

Domain Investment dibentuk oleh dua elemen yaitu *Cost* dan *Benefit*. Penjelasan lebih detail dapat dilihat di bawah ini.

1. *Cost*

Pada penelitian ini, *Cost* merupakan parameter (menilai dan mengukur) yang menandakan bahwa investment yang dilakukan terhadap *Cloud Engine* memiliki kelebihan dalam pengimplementasian/penggunaannya. *Cloud Engine* yang dalam hal ini merupakan salah satu bentuk *cloud computing* dirasa merupakan metode yang paling efisien untuk digunakan [32]. *Cost* dan *Benefit*

merupakan parameter umum yang dipakai untuk melihat apakah suatu investasi tersebut baik atau tidak [31, 32].

2. *Benefit*

Senada dengan *Cost*, *Benefit* merupakan parameter yang digunakan untuk menandakan bahwa investment yang dilakukan merupakan investment yang baik. Hal yang sulit dalam melakukan investment dari sudut *Cost/Benefit* bukan saat melakukan kalkulasi dari *Cost/Benefit* itu sendiri tetapi saat merepresentasikan dari produk, keuntungan pemakaian, dan biaya yang harus dibayarkan [29, 34] mengukur benefit merupakan salah satu cara untuk membantu pengambilan keputusan Investment IT [33].

Domain Infrastructure dibentuk oleh dua elemen yaitu *Hardware* dan *Interface Setup*, yang merupakan bentuk domain reflektif. Penjelasan lebih detail dapat dilihat di bawah ini.

1. *Hardware*

Hardware merupakan salah satu parameter penting tidak hanya sebagai elemen Infrastructure tetapi sangat penting pada penelitian ini. Penelitian ini berfokus dan bertujuan untuk mengurangi penggunaan *hardware* spesifikasi tinggi yang pada umumnya mahal dan membutuhkan energy yang besar saat pengoperasiannya dengan cara penggunaan *Cloud Engine* yang memiliki banyak keuntungan secara infrastruktur tetapi tetap hemat energy [35, 36].

2. *Interface Setup*

Interface setup merupakan parameter dalam infrastruktur karena untuk membuktikan dan mengukur anggapan bahwa semakin canggih teknologi yang digunakan maka interfacenya akan semakin sulit, mulai dari setting-up secara *hardware* maupun dalam pengoperasiannya. *Interface setup* merupakan elemen reflektif terhadap *cloud computing* yang akan mengukur kemudahan pengguna dalam pengoperasian *Cloud Engine* [35, 37].

Domain *Performance* dibentuk oleh dua elemen yaitu *Time* dan *Quality*, yang merupakan bentuk domain reflektif. Penjelasan lebih detail dapat dilihat di bawah ini.

1. *Time*

Elemen *Time* atau waktu merupakan elemen reflektif yang merefleksikan efektifitas performa dari kinerja berdasarkan waktu saat pengaplikasian *Cloud Engine* [42]. Efektifitas waktu diukur dengan peningkatan kecepatan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan kegiatan *rendering*/komputasi serta banyaknya project yang selesai dalam waktu tertentu [43], seperti contoh banyaknya project selesai dalam hitungan bulan.

2. *Quality*

Elemen *Quality* merupakan elemen reflektif yang digunakan untuk merefleksikan kualitas *output* dari project yang dikerjakan serta kepuasan user yang menggunakan *Cloud Engine* [43]. Kualitas diukur dengan kapabilitas user untuk memilih kualitas format *output* yang lebih baik dalam hal density (kerapatan) serta frame (transisi) dari project yang dikerjakan [42].

Semua rincian domain yang sejenis dikelompokkan selanjutnya dimasukkan ke dalam tipe hubungan semantik dan setelah itu dapat ditentukan elemen-elemen yang ada pada domain tersebut bersama dengan unsur-unsur yang ada di dalam elemen tersebut. Pada penelitian ini, penentuan domain dan rincian domain berdasarkan kajian pustaka tentang pemilihan proyek. Tabel 3.2 berikut memaparkan lebih rinci domain serta unsur dari penelitian.

Tabel 3.2 Domain, elemen dan unsur penelitian.

No	Domain dan Elemen Dalam Domain	Unsur	Penggunaan Instrument Penelitian
1.	Investment	<i>Keseluruhan instrument pertanyaan mengenai Domain Investment</i>	
	<i>Cost</i>	Short-time <i>Cost</i> & Base Infrastructure	Pertanyaan maupun dokumen analisis tentang Short-time <i>Cost</i> termasuk Base Infrastructure <i>Cost</i>

		<i>Hardware Replacement Cost</i>	Pertanyaan maupun dokumen analisis tentang <i>Hardware Replacement Cost</i>
		<i>Long-term Cost</i>	Pertanyaan maupun dokumen analisis tentang <i>Long-term Cost</i>
	Benefit	Features	Pertanyaan tentang komparasi features antara <i>case</i> konvensional & <i>Cloud Engine</i>
		Services	Pertanyaan tentang komparasi services antara <i>case</i> konvensional & <i>Cloud Engine</i>
		Reliability	Pertanyaan tentang komparasi reability antara <i>case</i> konvensional & <i>Cloud Engine</i>
	2.	Infrastructure	<i>Keseluruhan instrument pertanyaan mengenai Domain Infrastruktur</i>
<i>Hardware</i>		<i>hardware demand</i>	Pertanyaan & observasi komparasi antara <i>case</i> konvensional & <i>Cloud Engine</i> tentang <i>Hardware demand</i>
		Actual Processing Speed	Pertanyaan & observasi komparasi antara <i>case</i> konvensional & <i>Cloud Engine</i> tentang Actual Processing Speed
		Raw Specification	Pertanyaan & observasi komparasi antara <i>case</i> konvensional & <i>Cloud</i>

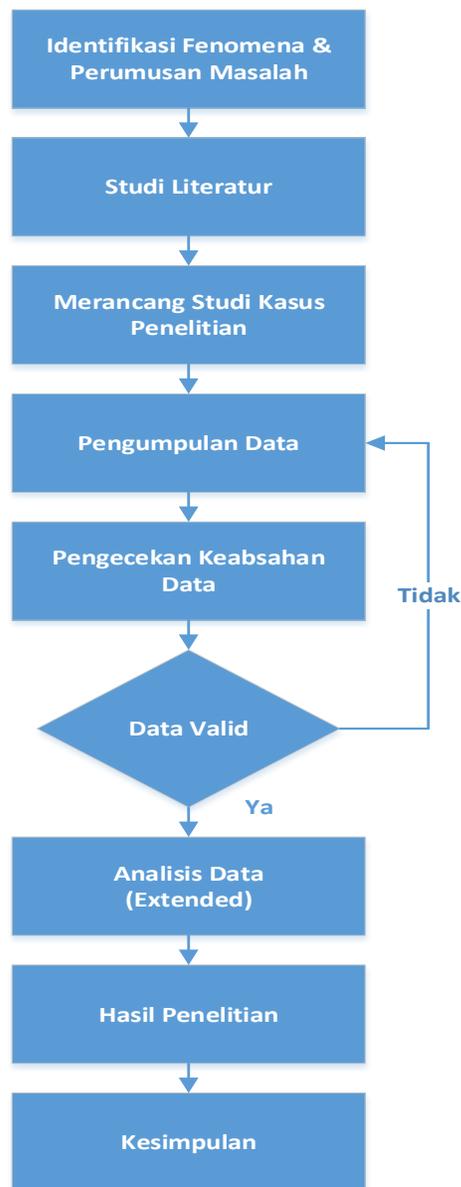
			<i>Engine</i> tentang Raw Specification
		<i>Output Scalability</i>	Pertanyaan & observasi komparasi antara <i>case</i> konvensional & <i>Cloud Engine</i> tentang <i>Output Scalability</i>
		Energy Requirement	Pertanyaan & observasi komparasi antara <i>case</i> konvensional & <i>Cloud Engine</i> tentang Energy Requirement
	Interface Setup	Ease of Use	Pertanyaan komparasi antara <i>case</i> konvensional & <i>Cloud Engine</i> tentang kemudahan penggunaan
		Requirement	Pertanyaan komparasi antara <i>case</i> konvensional & <i>Cloud Engine</i> tentang kebutuhan yang diperlukan untuk menjalankan sistem
		Setup	Pertanyaan komparasi antara <i>case</i> konvensional & <i>Cloud Engine</i> tentang setup yang dilakukan dalam menjalankan sistem
3	Efectiveness & Efficiency	<i>Keseluruhan instrument penelitian mengenai Domain Efectiveness & Efficiency</i>	
	High Performance Computing	Throughput	Observasi & analisis terhadap ke-efektifan unit kerja (<i>thread</i>) pada suatu proses dalam suatu waktu sekaligus.
		Cycle and Execution	Observasi & analisis terhadap efisiensi eksekusi dalam suatu cycle

	Time	Render Time	Pertanyaan & observasi komparasi antara <i>case</i> konvensional & <i>Cloud Engine</i> tentang Energy Requirement
		Project Done	Pertanyaan & observasi komparasi antara <i>case</i> konvensional & <i>Cloud Engine</i> tentang Energy Requirement
	Quality	<i>Output Density</i>	Pertanyaan & observasi komparasi antara <i>case</i> konvensional & <i>Cloud Engine</i> tentang <i>output density</i>
		<i>Output Frame</i>	Pertanyaan & observasi komparasi antara <i>case</i> konvensional & <i>Cloud Engine</i> tentang <i>output frame</i>
		User Satisfaction	Pertanyaan & observasi komparasi antara <i>case</i> konvensional & <i>Cloud Engine</i> tentang user satisfaction

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Tahapan Penelitian

Tahapan-tahapan dalam penelitian ini secara lengkap dalam penelitian ini dijelaskan pada gambar 4.1 di bawah ini.



Gambar 4.1 Tahapan Penelitian

4.1.1 Identifikasi Fenomena & Perumusan Masalah

Dalam memulai suatu penelitian, hal mendasar yang menjadi salah satu yang paling penting adalah mengidentifikasi fenomena topik yang akan di teliti dan merumuskan masalah yang menjadi trigger dilakukannya penelitian tersebut. Masalah merupakan penyimpangan antara yang diharapkan dengan yang terjadi, penyimpangan antara teori dengan praktek, penyimpangan antara aturan dan pelaksanaan, penyimpangan antara tujuan dengan hasil yang dicapai, dan penyimpangan antara masa lampau dengan yang terjadi [44].

Pada tahapan Identifikasi Fenomena & Perumusan Masalah, sesuatu yang diangkat dapat berasal dari fenomena/peristiwa yang terjadi di masyarakat maupun dari penelitian terdahulu dengan upaya untuk mengimprove, membantah, menambahkan atau menciptakan hal baru dengan memanfaatkan beberapa penelitian sebelumnya, sehingga tahap ini akan menciptakan latar belakang, perumusan masalah batasan serta tujuan penelitian, dimana tujuan secara umum adalah untuk menjawab kesenjangan atau gap yang terjadi

4.1.2 Studi Literatur

Tahap Studi Literatur merupakan tahap dimana dilakukannya pengumpulan data penunjang dari media tertulis seperti buku, jurnal mengenai teori-teori terkait pendukung penelitian dan juga metode-metode yang kedepannya digunakan dalam penelitian yang sedang dijalankan, serta jurnal/report tentang penelitian terdahulu. Pemahaman terhadap literatur bertujuan untuk menyusun dasar teori terkait penelitian.

4.1.3 Merancang Studi Kasus Penelitian

Bentuk pendekatan penelitian adalah studi kasus. Studi kasus merupakan salah satu bentuk penelitian kualitatif. Akan tetapi, penelitian ini tidak serta merta mengikuti kaidah-kaidah penelitian kualitatif, hal tersebut dikarenakan bentuk penelitian kualitatif memfokuskan untuk mencari pembuktian preposisi mayor dan minor untuk merumuskan kesimpulan. Peneliti menganggap menelitian ini hasilnya akan terbatas apabila mengikuti melakukan pengujian preposisi karena bentuk akhir dari penelitian

merupakan temuan dan benchmarking yang digunakan untuk membantu investasi. Alasan penelitian ini menggunakan metode studi kasus karena peneliti bermaksud untuk menggali informasi serta data yang kiranya hanya dapat didapat apabila langsung melakukan observasi dan wawancara ke tempat penelitian yang merupakan cara akuisisi data dari pendekatan studi kasus. Pada pendekatan ini, peneliti membuat suatu gambaran kompleks, observasi dan membandingkan antar *case* berbeda melalui beberapa benchmark, performance assessment dan simulasi, meneliti kata-kata informan, laporan terinci dari pandangan informan, lalu hasil dari perbandingan antar kedua *case* tersebut dianalisis dengan metode CBA (*Cost benefit analysis*) untuk melihat keuntungan investasi serta menyusun *cost to performance index*.

Bentuk pendekatan pada penelitian ini adalah *multiple case study* untuk mengamati dan membandingkan *case* 1 yaitu sistem konvensional serta *case* 2 sistem *Cloud Engine* dengan objek penelitian industri kreatif/perusahaan yang memiliki kebutuhan prosesing tinggi seperti 3D Artist Studio dan Kontraktor.

4.1.4 Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan salah satu tahap yang paling strategis dalam penelitian, karena tujuan utama dari penelitian pembuktian berdasarkan analisis yang bersumber dari data. Apabila dilihat dari segi cara atau teknik pengumpulan data, maka teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan observasi (pengamatan), interview (wawancara), dan dokumen analisis. Adapun penjelasan dari masing-masing metode tersebut sebagai berikut.

1. Wawancara

Wawancara dilakukan kepada informan yang dipilih berdasarkan kompetensinya dalam hal yang berkaitan dengan masalah penelitian dengan menggunakan pedoman wawancara. Pada penelitian ini digunakan wawancara semi terstruktur dan mendalam berupa daftar pertanyaan terbuka yang diajukan kepada informan penelitian. Tujuan wawancara ini adalah untuk menggali secara mendalam informasi yang dibutuhkan dalam penelitian. Apabila data-data yang digali dari wawancara tersebut belum begitu mendalam maka dapat dikembangkan lagi dengan

pertanyaan yang lain yang dapat memancing informasi lebih dalam dari informan tapi tetap berada pada fokus penelitian.

2. Observasi

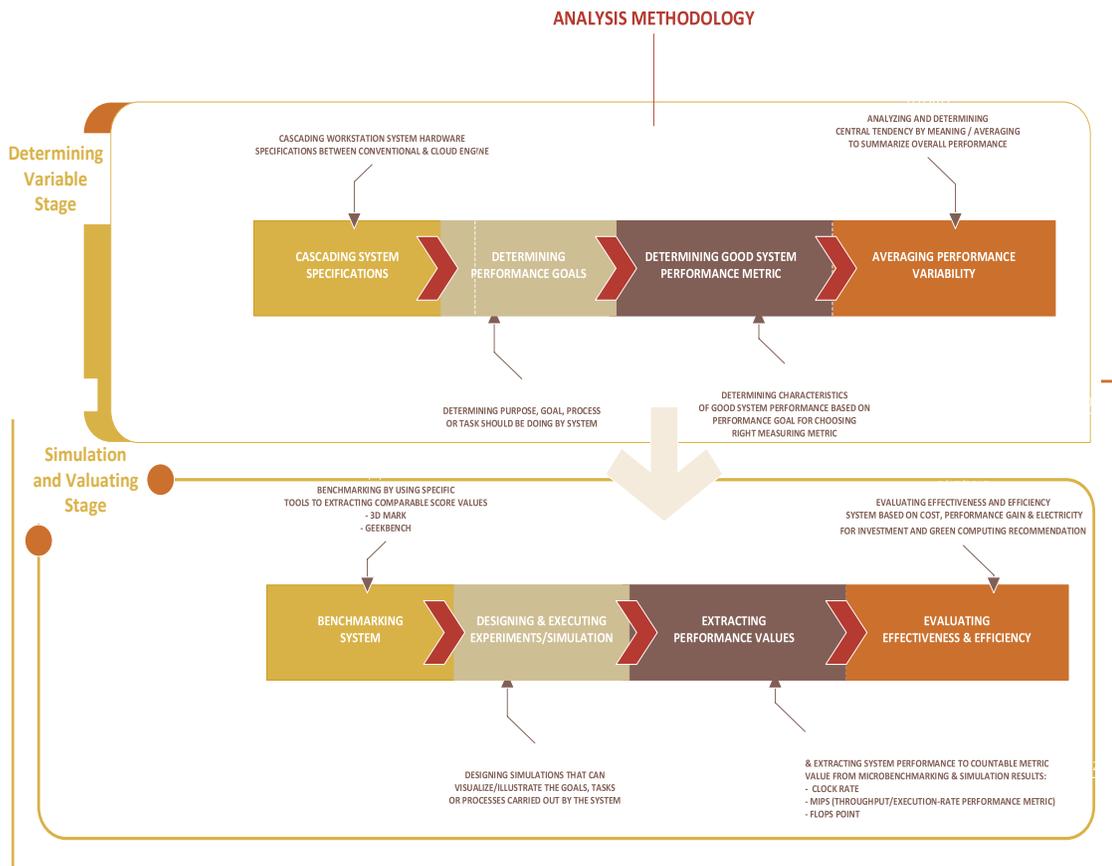
Observasi adalah salah satu alat penting untuk mengumpulkan data dalam penelitian kualitatif dan begitu juga studi kasus. Observasi dilakukan dengan pengamatan secara langsung terhadap bagian-bagian dari objek penelitian di lapangan melalui kelima indera peneliti, sering kali dengan instrumen atau perangkat, dan merekamnya untuk tujuan ilmiah. Observasi tersebut didasarkan pada tujuan penelitian dan pertanyaan riset penelitian. Pada penelitian ini, observasi dilakukan terhadap peristiwa yang diteliti untuk memunculkan data – data yang tidak dapat ditangkap atau didapatkan apabila menggunakan metode lainnya seperti wawancara maupun dokumen analisis

3. Dokumen analisis

Dokumen analisis merupakan metode analisis data kualitatif yang berfungsi untuk mendapatkan data dari record terperinci dan historis berbentuk dokumen fisik yang kiranya tidak bisa didapatkan secara menyeluruh dan lengkap melalui observasi serta wawancara.

4.1.5 Analisis Data

Prinsip utama metode analisis kualitatif ialah mengolah dan menganalisa data-data yang terkumpul menjadi data yang sistematis, teratur, terstruktur dan mempunyai makna [23]. Analisis data dilakukan untuk meng-generate data yang sebelumnya didapat ditafsirkan untuk memunculkan hal baru yang dibutuhkan kedepannya untuk menjawab rumusan masalah, mengkonfirmasi preposisi mayor serta minor yang sebelumnya dirumuskan serta mencapai tujuan dari penelitian. Berikut ini merupakan gambar 4.2 yang berisikan alur analisis data penelitian.



Gambar 4.2 Stage dalam metodologi analisis

Alur analisis diatas dihasilkan oleh penulis setelah melihat faktor dan tahapan-tahapan dalam *hardware assestment* menurut David. J Lilja [19], lalu mengeliminasiya sesuai dengan ketersediaan terhadap aspek-aspek penelitian yang sedang dilakukan. Terdapat 2 tahapan dalam penelitian ini yang meliputi *determining variable stage* lalu *simulation and valuating stage* seperti ditampilkan pada gambar 4.2 diatas, detail tahapan adalah sebagai berikut.:

1. Determining Variable Stage

Stage ini merupakan stage awal dari tahapan analisis penelitian yang berisikan upaya untuk membuat & menetapkan standar pengukuran melalui metriks, goal dari proses maupun task yang dilakukan oleh sistem, serta menetapkan central tendency dari measurement yang dilakukan.

a. Checking System Specification

Pada tahapan ini dilakukan pencarian sample yang dapat digunakan, mendata sistem spesifikasi dari infrastruktur yang akan diuji baik cloud maupun komputer *workstation* yang digunakan dalam kegiatan desain.

b. Determining *Performance Goal*

Tahapan ini bertujuan untuk menetapkan dan memetakan apa saja tujuan sistem yang di uji dibangun, proses serta task apa saja yang dijalankan pada sistem kedepannya. Hal ini menjadi penting dikarenakan tahapan ini digunakan untuk menetapkan metriks yang relevan pada tahap selanjutnya.

c. Determining Good System *Performance Metric*

Tahapan ini bertujuan untuk menetapkan metriks pengukuran yang sesuai dengan goal, serta proses dan task yang dijalankan oleh sistem. Metriks ini akan mengisyaratkan bagaimana ukuran sistem yang baik serta memiliki performa tinggi dalam menjalankan proses maupun tasknya.

d. Averaging *Performance Variability*

Pada tahapan ini akan disimpulkan/dirumuskan single value yang merupakan central tendency yang dapat mewakili dan merepresentasikan measurement - measurement yang sebelumnya dilakukan.

2. **Simulation and Valuating Stage**

Stage ini merupakan stage kedua sekaligus stage terakhir dalam tahapan analisis. Pada stage ini dilakukan pengujian-pengujian baik yang sifatnya penilaian secara langsung melalui benchmarking, simulasi berdasarkan task maupun proses yang di rumuskan pada stage sebelumnya, mengekstrak *performance value*, lalu mengevaluasi data hasil simulasi.

a. Benchmarking System

Benchmarking merupakan kegiatan untuk mengetahui performa dari sistem melalui pengujian stress test suatu proses melalui metrik ukur serta nilai yang dapat menggambarkan performa dari sistem yang diuji seperti contoh *clock-rate*, *fps (frame/sec)*, *surface*, *triangle*, *polygon*, *temperature*, *memory* dsb.

pada tahap benchmarking akan digunakan alat/*tools benchmark* seperti 3D Mark, Geekbench.

b. *Designing & Executing Experiment/Simulation*

Tahapan ini memiliki kesamaan dengan tahapan sebelumnya yaitu dengan tujuan menilai dan membandingkan (benchmark) antara performa *Cloud Engine* dengan *workstation* konvensional akan tetapi pada tahap ini uji coba akan dilakukan dengan simulasi kerja sistem pada task dan proses kegiatan sebenarnya.

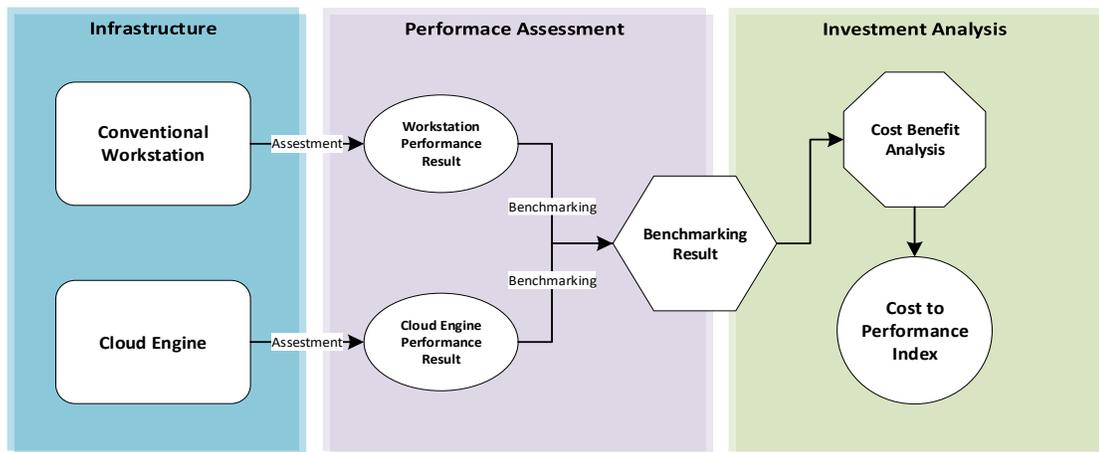
c. *Extracting Performance Values*

Tahapan ini merangkum nilai performa serta hasil pengujian-pengujian sebelumnya, baik pada tahap benchmark maupun tahap simulasi untuk diolah pada tahap selanjutnya.

d. *Evaluating Effectiveness & Efficiency*

Tahap terakhir adalah menganalisis nilai performa yang di dapat pada tahap sebelumnya, lalu mengkorelasikannya dengan metode analisis IE dan CBA untuk mengetahui keuntungan investasi.

Tahap ini akan dilakukan penafsiran nilai-nilai yang terkandung dalam data yang didapat lalu men-generate nya untuk memunculkan poin-poin baru dan mengelompokkannya sesuai dengan *input* requirement dari method yang akan digunakan dalam implementasi yang selanjutnya untuk menjawab rumusan masalah sesuai tujuan penelitian setelah data tersebut di elaborasi. Untuk memperjelas konsep inti dari alur penelitian secara lebih jelas gambar 4.3 berikut menggambarkan konsep alur penelitian secara garis besar.



Gambar 4.3. Konsep Alur Penelitian

4.2 Setting Lokasi dan Waktu Penelitian

Berikut ini merupakan penjabaran setting lokasi dan lingkup waktu pengerjaan pada penelitian ini.

4.2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Seven QBits Studio 3D yang berlokasi di Sidoarjo Jawa Timur dan PT Tunas Jaya Sanur yang terletak Jl. By Pass Ngurah Rai Sanur, Denpasar Selatan, Bali. Alasan pemilihan lokasi karena:

- 1) Kedua tempat sudah cukup terkenal baik nasional maupun mancanegara untuk menyelesaikan proyek proyek yang diberikan.
- 2) Alasan faktor jarak, waktu dan biaya apabila dibandingkan dengan pemilihan tempat penelitian lain.
- 3) Ketersesuaian dengan kepentingan data yang dibutuhkan.
- 4) Kemudahan akses data yang dibutuhkan.

4.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan kurang lebih selama 5 bulan yaitu bulan Maret – Juli 2018. Untuk lebih jelasnya, mengenai waktu penelitian beserta aktivitasnya, dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Jadwal Penelitian

Kegiatan	September				Oktober				Nopember				Desember				Januari			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Identifikasi dan perumusan masalah	■	■	■	■																
Studi literatur			■	■	■	■	■	■	■	■	■									
Merancang studi kasus penelitian							■	■	■	■										
Pengumpulan data									■	■	■	■	■	■						
Pengecekan keabsahan data												■	■	■	■					
Analisis Data													■	■	■	■	■	■		
Hasil penelitian																	■	■	■	■
Penyusunan kesimpulan																			■	■
Penyusunan laporan					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

4.3 Kualifikasi Informan Objek Penelitian

Seorang narasumber memiliki standar/kualifikasi yang dapat menjadikannya sebagai informan dalam penelitian ini. Kualifikasi informan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merupakan Desainer 3D, Animator, Arsitektur dsb atau Project Manager yang secara langsung mendesain dan menggunakan perangkat PC workstation untuk desaining. (yang secara langsung berurusan dengan desain, bukan humas studio).
2. Secara fasih dalam menggunakan aplikasi desaining khususnya 3D (Blender, Maya, 3DS Max etc).
3. Secara rutin mengambil project setidaknya 1 dalam 1 bulan.
4. Memiliki PC Workstation yang diperuntukkan khusus untuk mendesain.
5. Memiliki paling tidak 3 tahun pengalaman dalam mendesain secara profesional.
6. Minimal memiliki project skala nasional.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V

EKSEKUSI & PENGUJIAN

Bab ini membahas proses dan hasil penelitian yang telah dilakukan untuk menjawab rumusan masalah sehingga tujuan penelitian yang diharapkan dapat tercapai. Bab ini berisi tentang penjelasan gambaran umum objek penelitian, meliputi profil informan, pengumpulan dan penyajian data, proses analisis menggunakan pendekatan metode yang sebelumnya dirumuskan dan mengikuti kaidah *Experimental Design Research*.

5.1 Gambaran Umum Obyek Penelitian

Obyek penelitian pada penelitian ini adalah infrastruktur hardware penunjang industri kreatif digital berbasis visual desain. Untuk mengetahui performa penggunaan hardware dan dapat menemukan analisis investasi yang baik, maka diperlukan wawancara terhadap informan, untuk mengetahui beban project terhadap hardware, observasi penggunaan secara langsung untuk meng-ekstrak data yang tidak bisa didapatkan dengan wawancara lalu simulasi dan pengujian untuk mendapatkan efektifitas kerja dari hardware yang dinilai dari pembuatan skor yang dicapai oleh hardware per-item, maupun set total

5.1.1 Profil Informan

Berdasarkan setting informan penelitian pada tahapan penelitian, teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah purposive sampling yaitu teknik pengambilan sampel sumber data dengan pertimbangan tertentu (Sugiyono, 2014). Teknik purposif memiliki arti bahwa sampel tidak dimaksudkan untuk mewakili populasi, melainkan untuk mewakili informasi. Terdapat 4 informan yang telah dipilih sesuai dengan topik objek penelitian, ke-empat informan tersebut diantaranya:

1. Informan I

Nama : Kevin Lumoindong

Umur : 30 Tahun

Jenis Kelamin : Laki-Laki

Alamat : Sidoarjo
Pekerjaan : 3D Artist, Animator, 3D Generalist, Game Character Designer, Film
Maker.
Afiliasi : Seven QBits Studio

Informan lahir pada 10 Desember 1988 di Surabaya oleh orang tua yang bekerja sebagai wiraswasta. Pendidikan formal ditempuh dari SD sampai dengan perguruan tinggi. Sejak kecil Informan telah memiliki hobi menggambar hingga saat akan memutuskan kuliah, Informan akhirnya memutuskan untuk menjadikan hobinya tersebut menjadi lebih serius untuk mencari uang. Latar belakang wiraswasta dari keluarganya sempat menentang keinginannya untuk melanjutkan studi ke bidang yang sesuai dengan hobinya tersebut, tetapi akhirnya dengan usahanya Informan diterima di Universitas LASALLE College of the Arts, Singapore angkatan tahun 2009 dan tamat dan meraih gelar .BA (Bachelor of Animation) pada tahun 2013.

Setelah lulus Informan aktif terus aktif mempromosikan skill yang dia miliki secara online dengan cara memposting desain desain 3D nya di Daviantart, Pin Interest serta Artstation, dengan banyaknya desain-desainnya 3D yang ia produksi dalam waktu singkat dan memperkaya protfolio galeri onlinenya. Skillnya mulai dilihat setelah beberapakali mendesain animasi untuk video animasi pendek, dan tidak lama setelah itu mulai mengambil proyek skala nasional seperti Iklan Animasi Teh Gelas, membuat beberapa animasi untuk film iklan, video promosi beberapa game mobile seperti Brave Frontier, dan saat ini sering mengambil desain 3D Character Rigging untuk Game, dan telah memiliki beberapa animasi game yang ia telah desain sendiri. Informan pun telah pernah membuat project animasi yang bernilai miliaran rupiah dengan tim animasi yang ia miliki.

Salah satu puncaknya Informan juga telah mendesain action poses karakter game blockbuster berkualitas AAA untuk game Overwatch karakter Tracer. Saat ini Informan menjabat sebagai Head of Department of Animation at Seven QBits Studio 3D yang terletak di Sidoarjo Jawa Timur. Perbulannya informan dapat dengan mudah menghasilkan ratusan juta dari pekerjaan yang sesuai dengan hobinya ini.



Gambar 5.1 Tracer from game Overwatch (Credit: Kevin Lumoindong)

Menurut wawancara dengan Informan I, perbulan paling tidak mengambil 2 project baik animasi maupun film/videografi. Untuk project 3D dengan detail minimal seperti karakter Overwatch – Tracer yang sebelumnya dibuat paling tidak Informan I mendapatkan sekitar 2500-3000 USD/Karakter 3D, tergantung dari kualitas dan detail dan belum termasuk animasi dan efek spesial lainnya. Untuk project animasi biasanya dipatok sekitar 15 juta rupiah/menit untuk standar tetapi harga dapat berubah tergantung spesifikasi dari project animasi.

2. Informan II

Nama : Risma Suherja

Umur : 30 Tahun

Jenis Kelamin : Laki-Laki

Alamat : Surabaya

Pekerjaan : 3D Artist, Animator, Animation Director, Project Manager, Producer, Film Maker, Motion Capturer.

Affiliation : HOMPIMPA Studio.

Informan II merupakan seorang Founder dari Studio Animasi Hompimpa yang berdiri sejak Desember tahun 2012 bertempat di Gubeng, Surabaya. Studio Animasi Hompimpa saat ini telah memiliki kurang lebih 25 Staff tetap dan belasan staff magang dari berbagai SMK jurusan DKV. Informan merupakan lulusan ITS Jurusan DKV-Desain Produk Industri yang saat ini aktif dalam desaining serta memimpin produksi project animasi baik dalam dan luar negeri.

Informan II bersama dengan Studio Animasi Hompimpa telah banyak menghasilkan karya animasi dari tahun pertama berdiri sampai sekarang dengan rata-rata 4-5 project/bulan. Hompimpa Animation Studio mulai memproduksi karya pertamanya yaitu Panpan dan Brucci saat awal studio ini berdiri yaitu pada tahun 2012. Berselang setahun kemudian, Hompimpa memproduksi animasi yang berjudul Pesawat Kertas yang menceritakan tentang kehidupan seorang anak TK di lingkungan sekolahnya. Di tahun yang sama, Hompimpa juga memproduksi film animasi yang berjudul Manggis Town. Pada tahun 2014, Hompimpa memproduksi film animasi yang menceritakan tentang perang salib yaitu Salahudin dan Knight of Damascus. Pada tahun 2015, Hompimpa memproduksi animasi web series pertama mereka yang berjudul Gob and Friends yang memiliki total 91 jumlah episode.



Gambar 5.2 Gob & Friends by Hompimpa Studio (Credits: Bambang Gunawan Santoso - Nganimasi Indonesia, Indonesia Animation Industry Data, 2018)

Serial ini disiarkan pertama kali di saluran TV swasta nasional, Indosiar. Hompimpa Studio dengan Gob and Friends juga menorehkan prestasi yaitu dua penghargaan Indonesia Film Trailer Award (IFTA) pada tahun 2015 yaitu penghargaan Best Project Trailer serta Audience Favorite 2015. Hompimpa Animation Studio juga pernah berkolaborasi dalam pembuatan animasi Plentis Kentus, Ethan the Dump Truck, dan Construction Sound.

Studio Hompimpa saat ini tetap aktif dalam project-project animasinya dengan pendapatan total diperkirakan 200 juta/bulan tergantung kualitas dan banyaknya project yang dikerjakan. Salah satu project yang termahal yang pernah dibuat yaitu pembuatan trailer untuk iklan bioskop sepanjang 1 menit 30 detik dengan nilai nominal 80 juta rupiah. Rata-rata animasi yang dikerjakan oleh Hompimpa Studio berdurasi antara 3-5 menit. Hompimpa secara rutin membuat project permintaan dari luar negeri untuk keperluan series anak-anak dan produksi animasi untuk konten chanel youtube anak-anak dengan bayaran 1500 USD/1 sketsa episode berdurasi 3 menit. Dalam pengerjaan project-project animasi, 1-episode biasanya dikerjakan oleh kurang lebih 10 orang dengan berbagi tugas dan untuk menyelesaikan semua project sesuai deadline kurang lebih 25 komputer tidak pernah mati dalam sebulan untuk melakukan desaining dan rendering. Studio Hompimpa memiliki beban biala listrik kurang lebih 15 juta perbulan.

3. Informan III

Nama : I Wayan Pasek Anggadi Kumara
Umur : 25 Tahun
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Alamat : Denpasar
Pekerjaan : Arsitek & Interior Desainer
Affiliation : Dialog Design Studio Architecture

Informan III adalah salah seorang co-founder dari Studio Design Arsitektur yang bernama Dialog Design Studio yang baru saja diresmikan pada awal tahun 2018.

Walaupun status berdirinya studio ini belum berlangsung lama, akan tetapi sudah banyak *client* yang telah ditangani oleh studio ini baik dari nasional maupun mancanegara dan bahkan sebelum studio ini berdiri secara resmi.

Beberapa contoh dari project yang dikerjakan oleh studio ini seperti interior desain sebuah rumah mewah di Kho-Phagan, Thailand oleh *client* Mr. Loup yang berdomisili di Thailand. Rumah mewah 2 lantai + 1 basement di Jakarta oleh *client* Bapak Chandra. P yang berdomisili di Jakarta. Lounge dan front office Hotel Solis, Ubud oleh *Client* Cappela.LTD. Cafe & showroom di Bingin-Uluwatu, Bali oleh *client* PT. Deus Ex Machina Indonesia.



Gambar 5.3 Final Render Kho-Phagan House Interior, Thailand Project (Credits: Dialog Design Studio)

Menurut wawancara dengan Informan III, studio ini secara umum melakukan desain dan rendering arsitektur bangunan (siteplan master plan, concept art, interior, exterior) baik dalam bidang 2D dan 3D untuk villa, kantor, rumah, hotel, cafe, dsb. Selain itu studio ini juga melakukan pembuatan animasi/video untuk pengenalan bangunan yang di buat untuk keperluan promosi dan presentasi untuk *client* dengan durasi durasi 1-5 menit tergantung kompleksitas bangunan terkait ruangan, luas bangunan, point-point penting yang perlu tersorot secara mendetail baik exterior dan interior. Untuk biaya desain tergantung pada total besar bangunan yang dipatok Rp.120.000/meter persegi luas bangunan, saat ini rata-rata project yang diambil seluas kurang lebih 4 are sehingga bernilai kurang lebih 50 juta rupiah..

5.1.2 Kelayakan Informan

Penentuan sampel dalam penelitian ini dilakukan saat peneliti mulai memasuki lapangan dan selama penelitian berlangsung. Peneliti memilih orang tertentu yang dipertimbangkan akan memberikan data yang diperlukan sebagai informan. Seperti yang sudah dijelaskan pada bab sebelumnya, informan memiliki kualifikasi minimal sebagai berikut:

1. Merupakan Desainer 3D, Animator, Arsitektur dsb atau Project Manager yang secara langsung mendesain dan menggunakan perangkatan PC workstation untuk desaining. (yang secara langsung berurusan dengan desain, bukan humas studio).
2. Secara fasih dalam menggunakan aplikasi desaining khususnya 3D (Blender, Maya, 3DS Max etc).
3. Secara rutin mengambil project setidaknya 1 dalam 1 bulan.
4. Memiliki PC Workstation yang diperuntukkan khusus untuk mendesain.
5. Memiliki paling tidak 3 tahun pengalaman dalam mendesain secara profesional.
6. Minimal memiliki project skala nasional.

Berdasarkan kualifikasi tersebut, berikut merupakan tabel kelayakan informan:

Tabel 5.1 Kelayakan Informan

Informan	Kriteria						Keterangan
	1	2	3	4	5	6	
Informan I (Kevin Lumoindong - SevenQBits Studio)	√	√	√	√	√	√	Dipilih berdasarkan kriteria/ciri tertentu yang telah ditetapkan (<i>purposive</i>), selain itu telah memiliki pengalaman project nasional dan internasional, project bertipe <i>3D rigging character</i> untuk <i>game</i> kualitas kelas <i>Triple A</i> , animasi, film, Iklan. Dan project-project 3D secara general.
Informan II (Risma)	√	√	√	√	√	√	Dipilih berdasarkan kriteria/ciri tertentu

Suherja – HOMPIMPA Animation Studio)							yang telah ditetapkan (<i>purposive</i>), telah memiliki pengalaman dalam menghandle project-project animasi baik dalam negeri maupun mancanegara secara aktif dan sangat produktif (4-5 project/bulan) serta telah memenangkan beberapa penghargaan yang telah membuktikan kualitasnya secara implisit.
Informan III (I Wayan Pasek Angadi Kumara – Dialog Design Studio)	√	√	√	√	√	√	Dipilih berdasarkan kriteria/ciri tertentu yang telah ditetapkan (<i>purposive</i>) Memiliki produktifitas project yang sangat baik, di level nasional maupun mancanegara walaupun studio baru saja berdiri di awal tahun 2018.

5.2 Conventional Workstation Performance & Hardware Analysis

Pada bab ini akan membahas tentang *benchmarking analysis* yang digunakan untuk menentukan, menunjukkan, dan membandingkan performa dari hardware dalam menjalankan suatu *task* dalam project.

5.2.1 System Specification Cascade

Merupakan list yang menunjukkan detail spesifikasi hardware dari setiap workstation yang dibandingkan baik konvensional workstation maupun *Cloud Engine*.

1. Informan 1



Gambar 5.4 Informan I PC workstation showcase

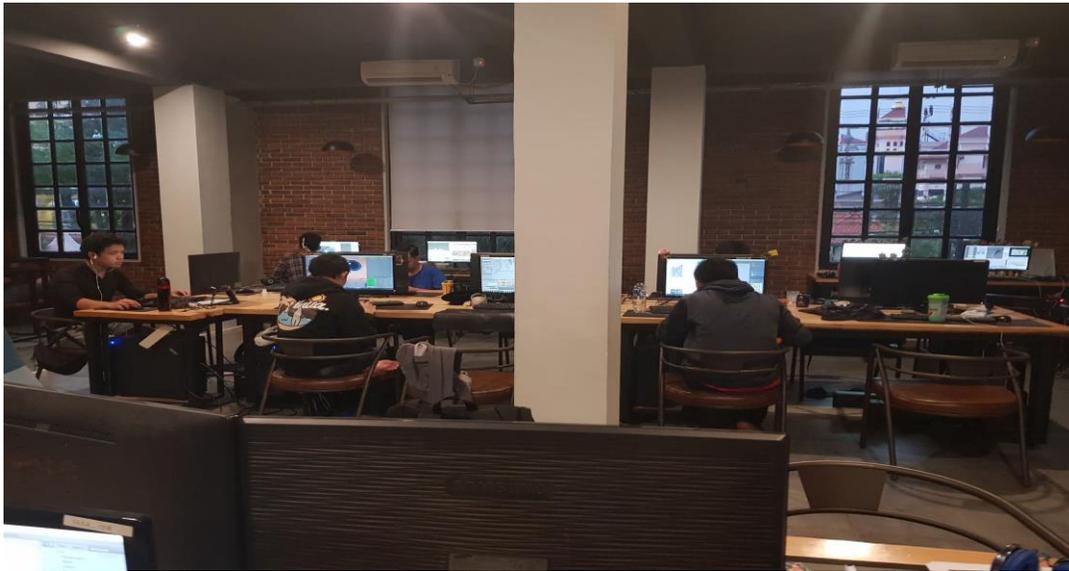
Tabel 5.2 Informan I workstation specs

Informan I – Kevin Lumoindong Workstation Specs	
Processor	GPU
AMD Ryzen Threadripper 1950X	4 x NVIDIA GeForce GTX 1080 Ti
Code name	Memory
Threadripper	11264MB GDDR5X
Clock frequency	Code name
3691 MHz	GP102
Cores	Manufacturer
16 (32)	NVIDIA / MSI
Package	Manufacturing process
Socket SP3r2 (4094)	16 nm
Instructions	Driver version
MMX EXTENDED_MMX SSE SSE2 SSE3 SSSE3 SSE41 SSE42 SSE4A X86_64 NX VMX	23.21.13.9135
Manufacturing process	Core Clock
14 nm	1531 MHz (1531 MHz)

Core VID	Boost Clock
1.200000 V	1645 MHz (1645 MHz)
Max Cache Level	Memory clock
3	1376 MHz (1376 MHz)
Hyper Threading	Display 1
Yes	\\.\DISPLAY1 (1920 × 1080)
Virtual Technology	
Yes	
General	
Motherboard	BIOS
Gigabyte Technology Co., Ltd. X399 AORUS Gaming 7	American Megatrends Inc. 10/03/2017
North bridge	Operating system
AMD X399	Windows 10 64-bit (undefined)
Total memory	Total storage
65536 MB	2873.05 GB
Module 1	Drive 1
8192 MB DDR4_SDRAM @ 2660 MHz DDR	ST2000DX002-2DV164 1907.73 GB
Module 2	Drive 2
8192 MB DDR4_SDRAM @ 2660 MHz DDR	Samsung SSD 750 EVO 500GB 476.94 GB
Module 3	Drive 3
8192 MB DDR4_SDRAM @ 2660 MHz DDR	Samsung SSD 960 PRO 512GB 488.38 GB
Module 4	Time
8192 MB DDR4_SDRAM @ 2660 MHz DDR	2018-12-14 14:03 +08:00
Module 5	HPET
8192 MB DDR4_SDRAM @ 2660 MHz DDR	Not used
Module 6	Application
8192 MB DDR4_SDRAM @ 2660 MHz DDR	v1.0.1457 64

Module 7	SystemInfo
8192 MB DDR4_SDRAM @ 2660 MHz DDR	v5.14.693
Module 8	
8192 MB DDR4_SDRAM @ 2660 MHz DDR	

2. Informan II



Gambar 5.5 Informan II *working space*

Tabel 5.3 Informan II *workstation specs*

Informan II – Risma Suherja Workstation Specs	
Processor	GPU
Intel Core i7 6700	NVIDIA GeForce GTX 960
Code name	Memory
Skylake	2048MB GDDR5
Clock frequency	Code name
3400 MHz	GM206
Cores	Manufacturer
4 (8)	NVIDIA / ASUS
Package	Manufacturing process

Socket 1151 LGA	28 nm
Instructions	Driver version
MMX SSE SSE2 SSE3 SSSE3 SSE41 SSE42 X86_64 NX VMX	23.21.13.8813
Manufacturing process	Core Clock
14 nm	1190 MHz (1190 MHz)
Core VID	Boost Clock
1.201660 V	1253 MHz (1253 MHz)
Max Cache Level	Memory clock
3	1753 MHz (1753 MHz)
Hyper Threading	Display 1
Yes	\\.\DISPLAY1 (1920 × 1080)
Virtual Technology	
Yes	
General	
Motherboard	Total storage
MSI B150M PRO-VDH (MS-7982)	953.87 GB
North bridge	Drive 1
Intel B150	WDC WD1003FZEX-00RLFA0 953.87 GB
Total memory	Time
16384 MB	2018-12-18 18:21 +08:00
Module 1	HPET
8192 MB DDR4_SDRAM @ 2154 MHz DDR	Not used
Module 2	Application
8192 MB DDR4_SDRAM @ 2154 MHz DDR	v1.0.1457 64
BIOS	SystemInfo
American Megatrends Inc. 09/10/2015	v5.4.642

Operating system	
Windows 10 64-bit (undefined)	

3. Informan III



Gambar 5.6 Informan III *working space*

Tabel 5.4 Informan III *workstation specs*

Informan III – I Wayan Pasek Angadi Kumara Workstation Specs	
Processor	GPU
Intel Core i7 6700	NVIDIA GeForce GTX 970
Code name	Memory
Skylake	4096MB GDDR5
Clock frequency	Code name
3400 MHz	GM204
Cores	Manufacturer
4 (8)	NVIDIA / Zotac/PC Partner
Package	Manufacturing process
Socket 1151 LGA	28 nm
Instructions	Driver version

MMX SSE SSE2 SSE3 SSSE3 SSE41 SSE42 X86_64 NX VMX	23.21.13.9077
Manufacturing process	Core Clock
14 nm	1102 MHz (1102 MHz)
Core VID	Boost Clock
1.160034 V	1241 MHz (1241 MHz)
Max Cache Level	Memory clock
3	1762 MHz (1762 MHz)
Hyper Threading	Display 1
Yes	\\.\DISPLAY1 (1920 × 1080)
Virtual Technology	
Yes	
General	
Motherboard	Total storage
Gigabyte Technology Co., Ltd. H110M-DS2 DDR3-CF	2146.20 GB
North bridge	Drive 1
Intel Skylake PCH	WDC WD20EZRZ-00Z5HB0 1907.73 GB
Total memory	Drive 2
16384 MB	Samsung SSD 850 EVO 250GB 238.47 GB
Module 1	Time
8192 MB DDR3_SDRAM @ 1866 MHz DDR	2018-12-24 22:14 +08:00
Module 2	HPET
8192 MB DDR3_SDRAM @ 1866 MHz DDR	Not used
BIOS	Application
American Megatrends Inc. 10/30/2015	v1.0.1457 64
Operating system	SystemInfo
Windows 10 64-bit (undefined)	v5.4.642

5.2.2 Performance Goal

Pada sub-bab ini menjelaskan tentang *performance goal* dari sistem yang diuji yang dilihat dalam *task* yang akan dilakukan. melalui tema penelitian yang membahas tentang infrastruktur pendukung industri kreatif digital visual design, maka goal dari performa system/infrastruktur dirumuskan sebagai berikut:

Tabel 5.5 Performance Goal

Performance goal: Sistem yang baik efektif dan efisien secara performa, cost dan pemakaian energi listrik dalam melakukan <i>tasks</i> yang berhubungan dengan visual digital design (<i>3D design, animasi, visual design & editing</i>) seperti rendering, proses <i>desaining</i> .	
Rendering	Memberikan hasil rendering yang terbaik dari sisi <i>output</i> , cepat, performa tetap stabil walaupun menggunakan <i>preference output/setting</i> yang berbeda-beda secara kualitas.
Proses Design & Penggunaan	Memberikan pengalaman penggunaan perangkat yang baik, stabil, efektif (tidak bottle-neck sehingga mengurangi performa yang seharusnya didapat), efisien (<i>profitable</i> dari pendapatan project serta <i>expense</i> yang dilakukan dalam pengoperasian perangkat).
Project Requirement	Setelah melalui pencocokan dan penyimpulan spesifikasi rata-rata proyek melalui wawancara maka didapatkan summary yang dapat menggambarkan kebutuhan umum proyek yang diambil dari ketiga studio yang harus dipenuhi dalam merumuskan <i>performance goal</i> pada domain project requirement yaitu sebagai berikut: <ul style="list-style-type: none"> - Animasi: Durasi 3 Menit - Total Polygon/Vertices dalam Scene: 2 Juta Polygon - 25 fps / menit - 1920 x 1080p resolusi render

5.2.3 System Performance metrics

Sistem performace metrics merupakan metrics/variabel yang digunakan sebagai tolak ukur untuk mengetahui performa sistem. Setelah pemetaan domain-domain yang ada pada *performance goal*, terdapat beberapa metriks yang dapat menggambarkan kapabilitas sistem yang sesuai dengan akan di gambarkan sebagai berikut:

Tabel 5.6 System Performance metrics

Metriks	Penjelasan	Alasan
FPS (<i>Frame per Second</i>)	Dalam konteks <i>motion picture</i> , istilah " <i>Frame per Second</i> " mengacu pada kecepatan penampilan atau pengambilan gambar secara berturut-turut dalam satu detik [45]. Semakin banyak frame yang dapat ditampilkan dalam 1 detik maka semakin halus gerakan transisi dari <i>moving object</i> yang ditampilkan pada suatu video/animasi.	FPS dapat menjadi metriks karena sesuai dengan sifatnya dapat memperlihatkan kapabilitas komputasi hardware, semakin tinggi kapabilitas komputasi pada umumnya dapat menghasilkan <i>frame</i> yang lebih banyak dalam 1 detik. Sehingga apabila dalam pengujian pada suatu perangkat framerate yang dihasilkan tinggi maka semakin baik pula hardware tersebut.
<i>Throughput (seconds)</i>	Mengacu kepada kecepatan sistem dalam menyelesaikan suatu perintah atau taks yang dikerjakan dalam satuan waktu. Contoh: waktu yang dibutuhkan untuk merender 150 <i>frames</i> (dalam detik).	Throughput juga dapat menjadi metriks karena dapat menggambarkan kapabilitas kecepatan preoesing hardware, semakin cepat waktu yang dibutuhkan dalam penyelesaian suatu perintah atau taks, maka semakin baik pula kemampuan hardware tersebut.
FLOPS	FLOPS (<i>floating-point operations executed per second</i>) merupakan suatu satuan pengukuran performa prosesing dalam menyelesaikan perhitungan pada suatu perangkat (<i>hardware</i>) terhadap bilangan pecahan (<i>floating point</i>) tiap satu satuan waktu.	FLOPS dapat menggambarkan raw power dari suatu hardware melalui besarnya satuan perhitungan yang dapat diselesaikan oleh perangkat komputasi seperti GPU atau CPU. FLOPS sudah sangat umum digunakan dalam mengukur performa komputasi, sehingga matriks ini dapat diandalkan sebagai dasar untuk melihat efektifitas kapabilitas komputasi apabila selanjutnya dibandingkan dalam penyelesaian suatu taks.
<i>Score</i>	<i>Score</i> disini merupakan hasil/ <i>output</i> yang digunakan untuk menilai kapabilitas suatu <i>workstation</i> dalam menyelesaikan suatu simulasi/benchmark.	<i>Score</i> digunakan karena dapat menggambarkan banyak value dalam suatu satuan angka, <i>score</i> juga dirasa sangat simple dan dapat lebih mudah dimengerti oleh orang-orang pada umumnya. Semakin besar nilai <i>score</i> dari suatu workstation perangkat maka semakin tinggi juga kapabilitas prosesing dari <i>workstation</i> tersebut.

5.2.4 Averaging Performance Variability

Seperti yang sebelumnya telah disebutkan pada bab metodogi, bahwa untuk mendapatkan/menghitung performa dari sebagian banyak *task* yang dilakukan maka diperlukan suatu nilai variabel yang dapat menyimpulkan performa dari beberapa tahap pengukuran. Contohnya seperti untuk menghitung *photo editing score* maka akan

dirumuskan terlebih dahulu hal-hal yang biasanya dilakukan dalam photo editing. Hal-hal tersebut seperti *color adjusting*, *noise adding*, *gaussian blur*, *wavelet denoise* dan lain sebagainya. Selanjutnya *tasks* tersebut diukur satu persatu lalu nilai-nilai masing masing task akan digabungkan untuk menyimpulkan performa *photo editing score*. Penggabungan nilai-nilai tersebut memerlukan nilai tengah/*central tendency*. *Central tendency* pada umumnya menggunakan metode average, mean, median dan mode, dalam penelitian ini menggunakan standar yang umum digunakan oleh algoritma *benchmarking* dalam meratakan skor yaitu metode Geomean (*Geometric Mean*). Menurut Robin.S Kalder, Geomean adalah ketika *middle terms* atau nilai rata-rata proporsi bernilai sama, maka nilai tersebut adalah merupakan *geometric mean* dari *extremes* [46]. Secara sederhana geomean digambarkan dalam rumus sebagai berikut:

$$\frac{a}{x} = \frac{x}{b}$$

Apabila menggunakan rumus persamaan tersebut, maka variable “x” adalah rata-rata geometrik “a” dan “b” dan sama dengan akar kuadrat positif dari “ab” [46].

5.2.5 Benchmarking Convetional System

Tahap benchmarking system ini merupakan tahap penilaian sistem dengan beberapa tools benchmark. Benchmark ini bersifat umum, karena itu walaupun task dalam tools benchmark yang dinilai juga menggambarkan kegiatan dalam rendering akan tetapi benchmark ini tidak dapat seutuhnya menunjukkan keadaan sebenarnya dari *workload project* pada studio yang diuji, sehingga nilainya hanya digunakan sebagai pembantu dalam mengetahui kapabilitas komputasi sistem, bukan sebagai tolak ukur utama yang akan digunakan untuk memetakan efektifitas, efisiensi dan *performance gain* dalam investasi hardware pendukung industri kreatif visual digital desain. Akan tetapi, benchmarking ini dapat digunakan sebagai pengukur konsistensi performa hardware dengan spesifikasi hardware sebelum melakukan simulasi *workload project* sebenarnya, sehingga dengan konsistensi ini dapat menandakan efektifitas dan efisiensi awal yang harus dimiliki oleh sistem yang akan diuji.

Benchmarking sistem ini juga dapat digunakan sebagai mapping performa umum dari hardware yang diuji dengan log result benchmark hardware lain yang tersimpan pada database tools benchmark menggunakan internet. Untuk benchmark pengujian menggunakan 2 jenis tools yang berbeda yaitu Unigine Superposition dan Cinebench.

5.2.5.1 Unigine Superposition

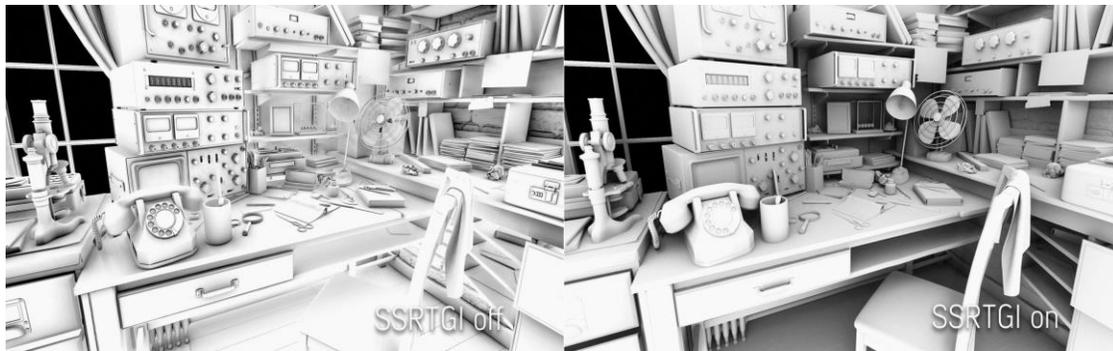
Superposition merupakan benchmarking tools keluaran Unigine yang merupakan perusahaan global yang berfokus pada teknologi 3D real-time. Unigine memberikan solusi B2B dan B2C yang mutakhir untuk simulasi, visualisasi, penelitian ilmiah, video game, sistem virtual reality dan lain sebagainya. Unigine telah menerima pengakuan di seluruh dunia karena mendorong batas teknologi lebih jauh dari yang dibayangkan melalui standar saat ini. Hal ini merupakan salah satu penyebab kenapa Unigine Superposition digunakan sebagai tools pengujian karena superposition merupakan salah satu benchmarking terberat (*heavy workload*) saat ini, sehingga memaksa kapabilitas komputasi maksimal komputer.



Gambar 5.7 Unigine Superposition *realtime 3D global illumination effect demo*

Demo Benchmark dilakukan dengan menggunakan scene superposition yaitu scene dimana disimulasikan sebuah lab yang dibuat berdasarkan ruangan kelas bekas yang digunakan seorang profesor untuk menguji penelitian-penelitian berbahayanya. *Benchmark scene* tersebut terdiri dari 17 *scene* dengan lebih dari 900 objek interaktif yang akan di kalkulasi, *track*, dan di-render setiap efek, pergerakan dan *scene*

environmen dari setiap objek secara *real-time* dan menyeluruh, sehingga perlu daya kalkulasi yang besar untuk melakukan benchmark simulasi 3D ini. Selain itu Uningine superposition juga menerapkan method/algoritma Unique SSRTGI (*Screen-Space Ray-Traced Global Illumination*) *dynamic lighting technology*, yaitu sebuah metode algoritma gabungan untuk perhitungan jatuhnya cahaya terhadap *object* dan *scene* [47, 48]. SSRTGI saat ini masih merupakan salah satu *chalanges* terbesar dalam menciptakan *real-time 3D rendering* ultra realistis [49], secara umum benchmark ini bersifat GPU intensif sehingga kapabilitas GPU lebih teruji saat melakukan benchmark ini, tetapi tetap semua komponen dalam sistem berperan dalam benchmark ini.



Gambar 5.8 SSRTGI *disabled* vs *enabled* (Credits 80.lv)

Benchmark dapat menggunakan berbagai jenis opsi yang dapat di *custom* dan memiliki 3 jenis preset benchmark mulai dari *performance* benchmark, game benchmark dan virtual reality benchmark. Penelitian ini menggunakan preset *performance* benchmark dengan setting yang telah disesuaikan dengan kebutuhan project agar performa yang dihasilkan dan dihitung dapat lebih menggambarkan kebutuhan dalam project (contoh resolusi request rata-rata project dari ketiga informan adalah 1080p dsb). Berikut merupakan preset yang digunakan saat benchmark:

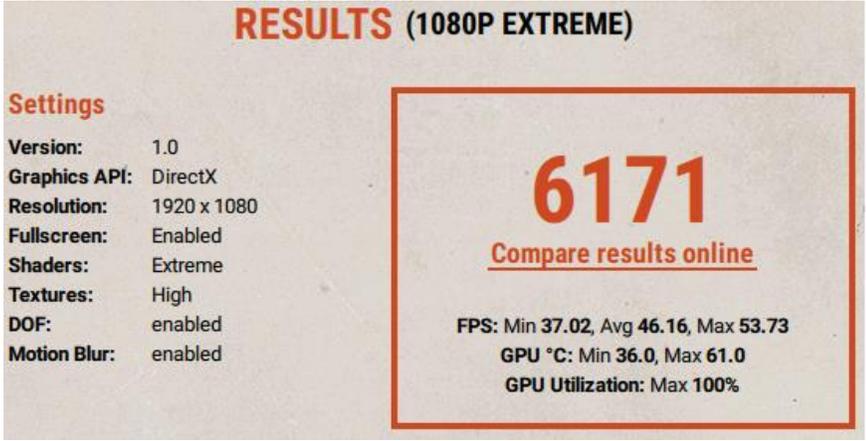
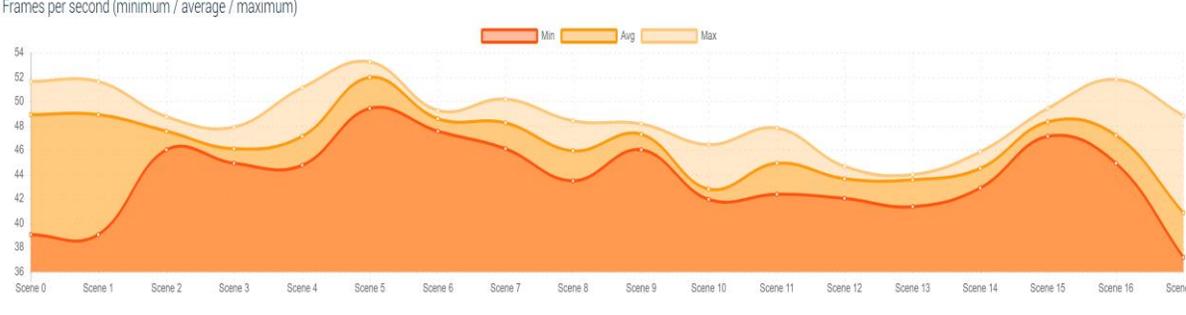
Tabel 5.7 Superposition benchmark preset

Setting	Preset
Benchmark Preset	<i>Performance</i> Benchmark
Graphics API (Aplication Interface)	DirectX
Resolution	1920 x1080p
Fullscreen	Enabled
Shader	Extreme

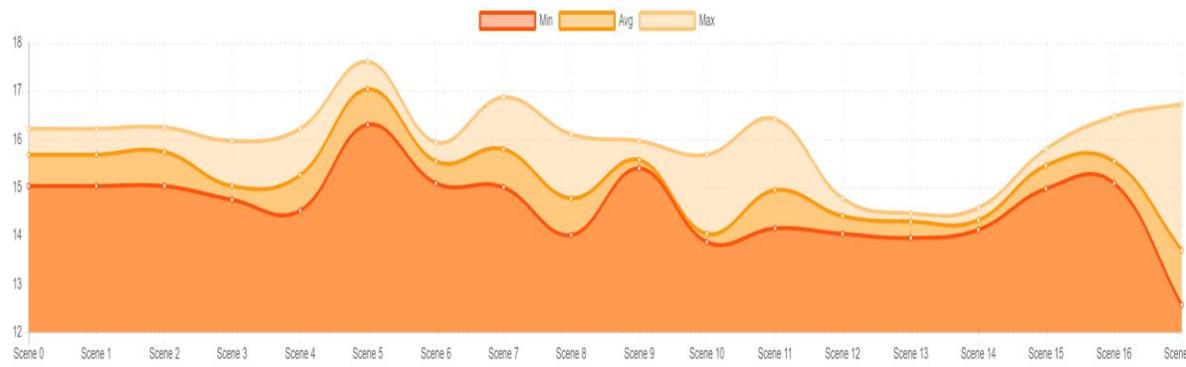
Texture	High
DoF (Deep of Field)	Enabled
Motion Blur	Enabled

Berdasarkan preset tersebut berikut adalah hasil dari benchmark Superposition pada ketigas workstation informan sebagai berikut:

Tabel 5.8 Superposition *benchmark result*

<p>Informan I</p>	
<p>Frames per second (minimum / average / maximum)</p> 	
<p>Penjelasan</p>	<p>Dengan preset 1080p extreme pada informan I menghasilkan skor 6171 dengan rincian detail FPS Minimal terjadi pada scene 1 menuju scene 2 (37,02), FPS max terjadi pada saat rendering scene 5 ke scene 6 (53.73), dengan rata-rata fps 46.16 pada keseluruhan scene.</p>
<div style="background-color: #f4a460; height: 30px;"></div>	

<p>Informan II</p>	<div style="text-align: center;"> <h2>RESULTS (1080P EXTREME)</h2> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>Settings</p> <p>Version: 1.0 Graphics API: DirectX Resolution: 1920 x 1080 Fullscreen: Enabled Shaders: Extreme Textures: High DOF: enabled Motion Blur: enabled</p> </div> <div style="width: 50%; border: 2px solid orange; padding: 10px; text-align: center;"> <h1 style="color: orange;">1070</h1> <p>Compare results online</p> <p>FPS: Min 6.83, Avg 8.00, Max 9.61 GPU °C: Min 36.0, Max 76.0 GPU Utilization: Max 100%</p> </div> </div>																																																																												
<p>Frames per second (minimum / average / maximum)</p> <table border="1"> <caption>Approximate FPS Data from Graph</caption> <thead> <tr> <th>Scene</th> <th>Min FPS</th> <th>Avg FPS</th> <th>Max FPS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Scene 0</td><td>8.0</td><td>8.2</td><td>8.5</td></tr> <tr><td>Scene 1</td><td>8.0</td><td>8.2</td><td>8.5</td></tr> <tr><td>Scene 2</td><td>8.0</td><td>8.2</td><td>8.5</td></tr> <tr><td>Scene 3</td><td>8.0</td><td>8.2</td><td>8.5</td></tr> <tr><td>Scene 4</td><td>7.5</td><td>8.0</td><td>8.5</td></tr> <tr><td>Scene 5</td><td>8.8</td><td>9.2</td><td>9.6</td></tr> <tr><td>Scene 6</td><td>8.8</td><td>9.2</td><td>9.6</td></tr> <tr><td>Scene 7</td><td>7.0</td><td>7.5</td><td>8.0</td></tr> <tr><td>Scene 8</td><td>7.5</td><td>7.8</td><td>8.2</td></tr> <tr><td>Scene 9</td><td>7.5</td><td>7.8</td><td>8.2</td></tr> <tr><td>Scene 10</td><td>6.8</td><td>7.0</td><td>7.5</td></tr> <tr><td>Scene 11</td><td>6.8</td><td>7.0</td><td>7.5</td></tr> <tr><td>Scene 12</td><td>6.8</td><td>7.0</td><td>7.5</td></tr> <tr><td>Scene 13</td><td>6.8</td><td>7.0</td><td>7.5</td></tr> <tr><td>Scene 14</td><td>6.8</td><td>7.0</td><td>7.5</td></tr> <tr><td>Scene 15</td><td>7.5</td><td>7.8</td><td>8.2</td></tr> <tr><td>Scene 16</td><td>7.5</td><td>7.8</td><td>8.2</td></tr> <tr><td>Scene 17</td><td>6.0</td><td>6.5</td><td>7.0</td></tr> </tbody> </table>		Scene	Min FPS	Avg FPS	Max FPS	Scene 0	8.0	8.2	8.5	Scene 1	8.0	8.2	8.5	Scene 2	8.0	8.2	8.5	Scene 3	8.0	8.2	8.5	Scene 4	7.5	8.0	8.5	Scene 5	8.8	9.2	9.6	Scene 6	8.8	9.2	9.6	Scene 7	7.0	7.5	8.0	Scene 8	7.5	7.8	8.2	Scene 9	7.5	7.8	8.2	Scene 10	6.8	7.0	7.5	Scene 11	6.8	7.0	7.5	Scene 12	6.8	7.0	7.5	Scene 13	6.8	7.0	7.5	Scene 14	6.8	7.0	7.5	Scene 15	7.5	7.8	8.2	Scene 16	7.5	7.8	8.2	Scene 17	6.0	6.5	7.0
Scene	Min FPS	Avg FPS	Max FPS																																																																										
Scene 0	8.0	8.2	8.5																																																																										
Scene 1	8.0	8.2	8.5																																																																										
Scene 2	8.0	8.2	8.5																																																																										
Scene 3	8.0	8.2	8.5																																																																										
Scene 4	7.5	8.0	8.5																																																																										
Scene 5	8.8	9.2	9.6																																																																										
Scene 6	8.8	9.2	9.6																																																																										
Scene 7	7.0	7.5	8.0																																																																										
Scene 8	7.5	7.8	8.2																																																																										
Scene 9	7.5	7.8	8.2																																																																										
Scene 10	6.8	7.0	7.5																																																																										
Scene 11	6.8	7.0	7.5																																																																										
Scene 12	6.8	7.0	7.5																																																																										
Scene 13	6.8	7.0	7.5																																																																										
Scene 14	6.8	7.0	7.5																																																																										
Scene 15	7.5	7.8	8.2																																																																										
Scene 16	7.5	7.8	8.2																																																																										
Scene 17	6.0	6.5	7.0																																																																										
<p>Penjelasan</p>	<p>Dengan preset 1080p extreme pada informan II menghasilkan skor 1070 dengan rincian detail FPS Minimal terjadi pada scene 10 menuju scene 11 (6.83), FPS max terjadi pada saat rendering scene 5 ke scene 6 (9.61), dengan rata-rata fps 8.00 pada keseluruhan scene.</p>																																																																												

Informan III	<p style="text-align: center;">RESULTS (1080P EXTREME)</p> <p>Settings</p> <p>Version: 1.0 Graphics API: DirectX Resolution: 1920 x 1080 Fullscreen: Enabled Shaders: Extreme Textures: High DOF: enabled Motion Blur: enabled</p> <div style="border: 2px solid orange; padding: 10px; text-align: center;"> <p style="font-size: 2em; font-weight: bold; color: orange;">2041</p> <p style="color: orange;">Compare results online</p> <p>FPS: Min 13.82, Avg 15.27, Max 17.51 GPU °C: Min 38.0, Max 78.0 GPU Utilization: Max 100%</p> </div>																																																																												
<p>Frames per second (minimum / average / maximum)</p>  <table border="1" style="display: none;"> <caption>Approximate FPS Data from Graph</caption> <thead> <tr> <th>Scene</th> <th>Min FPS</th> <th>Avg FPS</th> <th>Max FPS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Scene 0</td><td>15.0</td><td>15.5</td><td>16.0</td></tr> <tr><td>Scene 1</td><td>15.0</td><td>15.5</td><td>16.0</td></tr> <tr><td>Scene 2</td><td>15.0</td><td>15.5</td><td>16.0</td></tr> <tr><td>Scene 3</td><td>15.0</td><td>15.5</td><td>16.0</td></tr> <tr><td>Scene 4</td><td>14.5</td><td>15.0</td><td>16.5</td></tr> <tr><td>Scene 5</td><td>16.5</td><td>17.0</td><td>17.5</td></tr> <tr><td>Scene 6</td><td>15.5</td><td>16.0</td><td>16.5</td></tr> <tr><td>Scene 7</td><td>15.0</td><td>15.5</td><td>16.0</td></tr> <tr><td>Scene 8</td><td>14.0</td><td>14.5</td><td>15.0</td></tr> <tr><td>Scene 9</td><td>15.5</td><td>16.0</td><td>16.5</td></tr> <tr><td>Scene 10</td><td>13.8</td><td>14.0</td><td>14.5</td></tr> <tr><td>Scene 11</td><td>14.0</td><td>14.5</td><td>15.0</td></tr> <tr><td>Scene 12</td><td>14.0</td><td>14.5</td><td>15.0</td></tr> <tr><td>Scene 13</td><td>14.0</td><td>14.5</td><td>15.0</td></tr> <tr><td>Scene 14</td><td>14.0</td><td>14.5</td><td>15.0</td></tr> <tr><td>Scene 15</td><td>14.5</td><td>15.0</td><td>15.5</td></tr> <tr><td>Scene 16</td><td>15.0</td><td>15.5</td><td>16.0</td></tr> <tr><td>Scene 17</td><td>13.0</td><td>13.5</td><td>14.0</td></tr> </tbody> </table>		Scene	Min FPS	Avg FPS	Max FPS	Scene 0	15.0	15.5	16.0	Scene 1	15.0	15.5	16.0	Scene 2	15.0	15.5	16.0	Scene 3	15.0	15.5	16.0	Scene 4	14.5	15.0	16.5	Scene 5	16.5	17.0	17.5	Scene 6	15.5	16.0	16.5	Scene 7	15.0	15.5	16.0	Scene 8	14.0	14.5	15.0	Scene 9	15.5	16.0	16.5	Scene 10	13.8	14.0	14.5	Scene 11	14.0	14.5	15.0	Scene 12	14.0	14.5	15.0	Scene 13	14.0	14.5	15.0	Scene 14	14.0	14.5	15.0	Scene 15	14.5	15.0	15.5	Scene 16	15.0	15.5	16.0	Scene 17	13.0	13.5	14.0
Scene	Min FPS	Avg FPS	Max FPS																																																																										
Scene 0	15.0	15.5	16.0																																																																										
Scene 1	15.0	15.5	16.0																																																																										
Scene 2	15.0	15.5	16.0																																																																										
Scene 3	15.0	15.5	16.0																																																																										
Scene 4	14.5	15.0	16.5																																																																										
Scene 5	16.5	17.0	17.5																																																																										
Scene 6	15.5	16.0	16.5																																																																										
Scene 7	15.0	15.5	16.0																																																																										
Scene 8	14.0	14.5	15.0																																																																										
Scene 9	15.5	16.0	16.5																																																																										
Scene 10	13.8	14.0	14.5																																																																										
Scene 11	14.0	14.5	15.0																																																																										
Scene 12	14.0	14.5	15.0																																																																										
Scene 13	14.0	14.5	15.0																																																																										
Scene 14	14.0	14.5	15.0																																																																										
Scene 15	14.5	15.0	15.5																																																																										
Scene 16	15.0	15.5	16.0																																																																										
Scene 17	13.0	13.5	14.0																																																																										
Penjelasan	<p>Dengan preset 1080p extreme pada informan I menghasilkan skor 2041 dengan rincian detail FPS Minimal terjadi pada scene 10 menuju scene 11 (37,02), FPS max terjadi pada saat rendering scene 5 ke scene 6 (53.73), dengan rata-rata fps 46.16 pada keseluruhan scene.</p>																																																																												

Berdasarkan pengujian pada ketiga *workstation* informan, maka diketahui konsistensi skor dengan spesifikasi hardware telah sesuai, spesifikasi tertinggi merupakan workstation informan I dengan skor 6171 diikuti oleh informan III dengan skor 2041 lalu informan ke II dengan skor 1070. Konsistensi juga dilihat dari alur naik dan turunnya FPS yang di dapatkan saat rendering scene. *Scene 5 ke 6* selalu menjadi *peak* FPS saat pengujian di ketiga *workorkstation* milik masing-masing informan. Begitu juga sebaliknya FPS terendah selalu terjadi pada *scene 10 ke scene 11* di semua workstation tetapi pada workstation milik informan I *peak* terendah terjadi pada *scene*

awal yaitu *scene 1* ke *scene 2*, hal tersebut dikarenakan fitur *boost fan* pada custom workstation milik informan I belum dinyalakan sehingga pada awal *scene* GPU dari workstation informan pertama tidak bekerja maksimal. Setelah dilakukan *boost fan* rata-rata FPS serta *peak* FPS telah sesuai dengan konsistensi FPS di workstation lainnya dan menyisakan *scene 10* dan *11* sebagai fps terendah yang dirender oleh workstation informan I konsisten seperti workstation milik informan lainnya.

5.2.5.2 Cinebench R15

Cinebench R15 merupakan benchmarking tools dari MAXON Computer adalah pengembang perangkat lunak 3D terkemuka untuk industri kreatif, yang terkenal dengan pemodelan 3D-nya, seni lukisan digital, rendering, dan Cinema 4D yang merupakan *software* animasi. Saat ini sangat banyak animator di seluruh dunia mengandalkan Cinema 4D untuk membuat *cutting-edge 3D motion graphics*, visualisasi arsitektur dan produk, *video game graphics*, ilustrasi, dan lain sebagainya. Daftar *client* MAXON meliputi ABC, Blizzard Entertainment, BMW, Sky, CNN, Fox, ITV Creative, MPC (Moving Picture Company), NBC, NFL Network, VDO, Sony Pictures Imageworks, The Walt Disney Company, Turner Broadcasting, Vitra, dan lain sebagainya.

Cinebench R15 memiliki 2 jenis benchmark yaitu *processor performance* benchmark dan *Graphic Card performance benchmark*. Cinebench R15 dipilih karena memiliki benchmark spesifik ada dapat mewakili 2 tipe rendering secara terpisah. Kapabilitas CPU rendering dapat diuji menggunakan performa CPU threads dalam rendering 3D scene, sedangkan kapabilitas GPU rendering diuji menggunakan *graphical application interface* Open GL

Skenario pengujian pertama untuk CPU processing *performance* diuji dengan merender photorealistic 3D scene (animasi "No Keyframes" dari AixSponza). *Scene* ini memanfaatkan berbagai algoritma untuk menekankan semua inti prosesor yang tersedia, Cinebench bahkan dapat mengukur sistem hingga *256 threads* prosesor.



Gambar 5.9 CPU processing power scene benchmark (“No Keyframes” by AixSponza)

Scene uji coba ini berisi sekitar 2.000 objek yang pada totalnya berisi lebih dari 300.000 *polygon*, dan menggunakan algoritma efek *sharp and blurred reflections*, *area lights*, *shadows*, *procedural shaders*, *antialiasing* dsb. Hasilnya ditampilkan dalam poin (pts). Semakin tinggi angkanya, semakin cepat kecepatan prosesor.

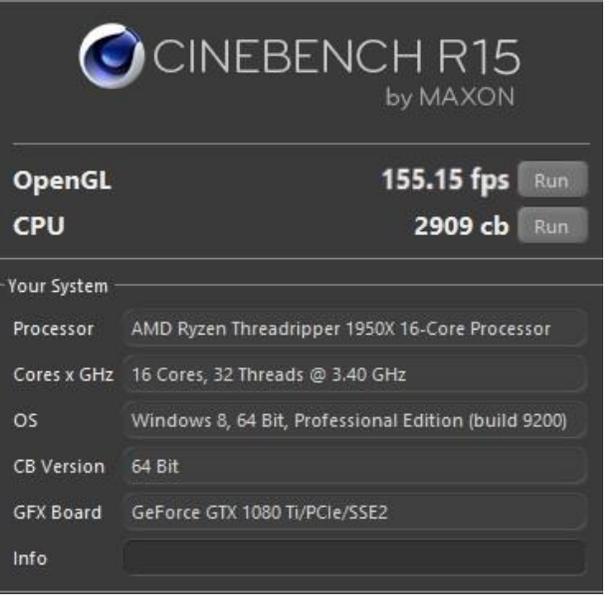
Skenario pengujian kedua merupakan *scene* yang menggunakan adegan 3D kompleks yang menggambarkan kejaran mobil (dibuat oleh renderbaron) yang mengukur kinerja *Graphic Card* dalam mode OpenGL.

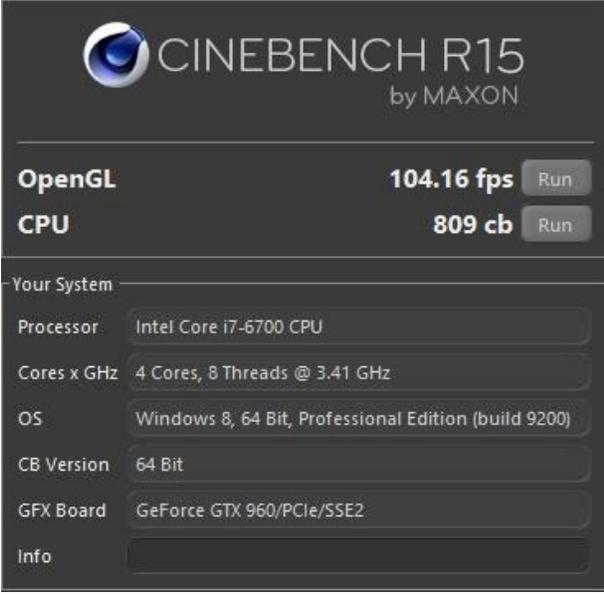


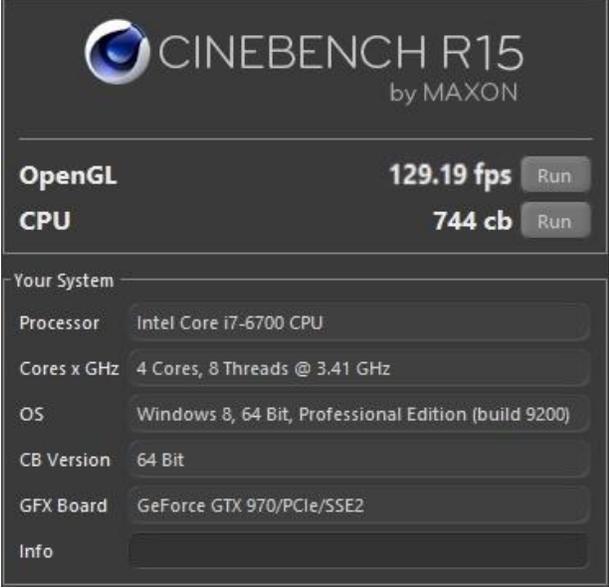
Gambar 5.10 GPU processing power benchmark scene (“Car Chasing” by Renderbaron)

Graphic Card harus merender sejumlah besar geometri dengan jumlah kurang lebih 1 juta poligon dan tekstur, serta berbagai efek, seperti *environments*, *bump maps*, *transparency*, *lighting* dan lainnya untuk mengevaluasi kinerja lintas disiplin ilmu yang berbeda dan memberikan gambaran rata-rata yang baik dari kemampuan hardware khususnya *Graphic Card*. Akan tetapi pada kenyataannya, *Graphic Card* (GPU) testing berbasis OpenGL milik Cinebench R15 merupakan benchmark yang tidak terlalu baik untuk mengukur kapabilitas prosesor GPU dari skalabilitas spesifikasi terlebih untuk tipe hardware yang lebih baru, tidak seperti Cinebench saat mengukur kapabilitas CPU power yang termasuk sangat baik dalam mengukur prosesor power dari CPU. Hal ini dapat dilihat dari hasil benchmark Open GL, GTX 1080ti milik Informan I yang memiliki. Hasilnya diukur dalam frame per second (FPS). Berikut adalah hasil pengujian pada ketiga workstation masing masing informan:

Tabel 5.9 Cinebench R15 benchmark result

Informan I	
Penjelasan	Workstation informan I mendapat skor cpu benchmark sebesar 2909 cb dalam CPU rendering <i>scene</i> “NoKeyframes” jumlah yang sangat jauh dibandingkan skor workstation lainnya. Hal ini sangat mungkin terjadi

	<p>mengingat dasar spesifikasi prosesor AMD Threadripper 1950X memiliki 16 <i>physical core</i> dan 32 <i>Threads</i> sehingga <i>batch rendering</i> dapat berjalan secara bersamaan sebanyak 32 <i>tiles render</i> sehingga proses tentu akan lebih cepat. Open GL score yang dihasilkan oleh benchmark sebesar 155.15 fps.</p>
<p>Informan II</p>	
<p>Penjelasan</p>	<p>Workstation informan I mendapat skor cpu benchmark sebesar 809 cb dalam CPU rendering scene “NoKeyframes” skor ini termasuk skor yang baik mengingat AMD Threadripper 1950X milik informan I menghasilkan 2909 dengan 32 threads yang berarti 4x lipat jumlah threads Intel core i9 6700. Dengan threads yang sama secara kasar i7 6700 paling tidak dapat menghasilkan 3200 score benchmark (809 x 4) tapi tetap tergantung optimisasi. Open GL score yang</p>

	dihasilkan oleh benchmark sebersar 104.16 fps.
Informan III	
Penjelasan	<p>Memiliki prosesor yang sama dengan Informan II, Workstation informan III mendapat skor cpu benchmark sebesar 744 cb dalam CPU rendering scene “NoKeyframes”. Jumlah ini lebih rendah 65 poin dibandingkan workstation milik informan II. Setelah dilakukan pengecekan ulang, ternyata terjadi sedikit bottleneck pada kecepatan RAM jika dibandingkan dengan informan II yang memiliki spesifikasi 8192 X 2 MB DDR4 @ 2154 MHz DDR sedangkan Informan III hanya menggunakan 8192 MB DDR3 @ 1866 MHz sehingga informan III memiliki spesifikasi RAM 288 MHz lebih rendah dan berteknologi lebih lama (DDR4 memiliki base yang lebih cepat dan lebih efisien dibandingkan DDR3). Open GL score yang dihasilkan oleh</p>

	benchmark sebesar 129.19 fps.
--	-------------------------------

Melalui pertimbangan yang sebelumnya dikatakan bahwa Cinebench R15 GPU testing berbasis OpenGL tidak dapat dengan baik menghitung kapabilitas sehingga nilai GPU test tidak akan dijadikan acuan dan hanya menggunakan skor CPU benchmarking power sebagai acuan pada tahap selanjutnya.

5.2.6 Designing & Executing Experiment/Simulation

Agar dapat mengukur kapabilitas prosesor hardware sesuai dengan *performance* goal dan kebutuhan project yang telah dirumuskan pada sub-bab sebelumnya, maka diperlukan pendesainan simulasi project yang sesuai dengan keadaan sebenarnya yang selanjutnya digunakan untuk mencari dan mengetahui keuntungan investasi dan performa dari hardware tersebut. Dalam melakukan simulasi akan dibantu tools PCMark10 untuk membantu mencatat dan memonitor keadaan hardware saat dilakukan simulasi. Performa hardware akan ditandai dengan skor yang didapatkan setelah menggabungkan semua aspek-aspek penilaian dengan geomean (Geometric Mean) seperti yang telah dijelaskan pada sub sebelumnya sesuai dengan workload yang telah di desain.

5.2.6.1 Monitoring & Comparing Workloads

Tahap ini berisikan pengujian workload yang dinilai dengan kecepatan eksekusi dari task dalam satuan detik (s) dan frame per second (fps). Pengujian terdiri dari 3 jenis simulasi kerja yaitu *Photo Editing, Video Editing, Rendering & Visualization workloads* Berikut merupakan detail *workload* dan dasar perhitungan dalam *workload* benchmarking:

1. Photo Editing

Simulasi photo editing menggunakan *use case* saat penggunaan dan editing photo pada suatu aplikasi editor photo, seperti (gimp/photoshop) dan mensimulasikan pengaplikasian efek-efek umum yang membutuhkan prosesor time. Photo editing test menggunakan ImageMagick library dan menggunakan binary yang dibuat UL. Photong editing test menggunakan OpenCL sebagai graphical API sehingga test device

menggunakan device yang mendukung OpenCL untuk dapat menggunakan ImageMagick library.

Tabel 5.10 OpenCL supported device and process

	CAMERA	FILE SIZE	RESOLUTION
INTERACTIVE RAW	Fujifilm X-E1	24.9 MB	4952 × 3288
BATCH 1 RAW	Canon EOS 5D	15.8 MB	4386 × 2920
BATCH 2 RAW	Nikon D600	20.5 MB	6034 × 4028
BATCH 3 RAW	Nikon D800	72.2 MB	7378 × 4924
BATCH 4 RAW	Canon EOS 5D	13.5 MB	4386 × 2920
BATCH 5 RAW	Olympus E-PL7	14.5 MB	4640 × 3472
BATCH 6 RAW	Sony ILCE-7	23.8 MB	6024 × 4024
BATCH 7 JPG	Nikon D3100	6.9 MB	4608 × 3072
BATCH 8 JPG	Nikon D3	5.5 MB	4256 × 2832
OUTPUT PNG	-	27.8 MB	4952 × 3288
OUTPUT JPEG	-	7.2–8.9 MB	4952 × 3288

Berikut merupakan skenario *workload* penggunaan interaktif yang mensimulasikan pengeditan foto dalam program manipulasi gambar. *Workloads* melakukan tugas-tugas berikut:

- a. Muat dan tampilkan gambar sumber ke dalam adjustment view.
- b. Terapkan kecerahan, kontras, saturasi, *unsharp mask*, *Gaussian noise*, *Gaussian blur*, *a further unsharp mask*, *local contrast* dan *wavelet denoise* ke

gambar sumber melalui slider di antarmuka pengguna dan menampilkan gambar yang dihasilkan dalam tampilan penyesuaian. Setiap slider dipindahkan 2-5 kali, tergantung pada operasinya. Setelah setiap pemfilteran penyaringan merupakan hasil sekunder, setiap gambar disimpan pada disk dalam format JPEG dan PNG.

Workloads mengukur waktu yang diperlukan untuk memuat gambar, menerapkan filter, dan menyimpan gambar dalam setiap format.

Tabel 5.11 Dasar formulasi kalkulasi pengaplikasian *filter*

	<i>Color adjusting CPU = M3 + M4 + M5 + M6 + M7</i>
Where:	<p><i>M3 = BrightnessContrastImage(brightness 1 – 9, 3 step)</i></p> <p><i>M4 = BrightnessContrastImage(brightness 8 – 1.77,3 step)</i></p> <p><i>M5 = BrightnessContrastImage(contrast 1 – 27.34,4 step)</i></p> <p><i>M6 = ModulateImage(saturation 101 – 99,2 step)</i></p> <p><i>M7 = ModulateImage(saturation 101 – 112,4 step)</i></p>
	<i>Noise adding CPU = M8</i>
Where:	<i>M8 = AddNoiseImage(noistype GaussianNoise)</i>
	<i>Gaussian blur OCL = M9 + M10</i>
Where:	<p><i>M9 = GaussianBlurImage(radius 2 – 0.3,5 step)</i></p> <p><i>M9 = GaussianBlurImage(sigma 1 – 0.15,5 step)</i></p>
	<i>Local contrast OCL = M11 + M12</i>
Where:	

$M11 = LocalContrastImage(radius\ 20 - 100,5\ step)$

$M12 = LocalContrastImage(amount\ 25 - 75,5\ step)$

$Wavelet\ denoise\ OCL = M13$

Where:

$M13 = WaveletDenoiseImage(threshold\ 1 - 10,5\ step)$

$Unsharp\ mask\ 1\ CPU = M14 + M15 + M16 + M17$

Where:

$M14 = UnsharpMaskImage(radius\ 1 - 8, 5\ step)$

$M15 = UnsharpMaskImage(sigma\ 1 - 4, 5\ step)$

$M16 = UnsharpMaskImage(amount\ 99 - 32, 5\ step)$

$M17 = UnsharpMaskImage(threshold\ 0.2 - 3, 5\ step)$

$Unsharp\ mask\ 2\ OCL = M18 + M19 + M20 + M21$

Where:

$M18 = UnsharpMaskImage(radius\ 1 - 2.6,5\ step)$

$M19 = UnsharpMaskImage(sigma\ 1 - 1.3,5\ step)$

$M20 = UnsharpMaskImage(amount\ 99 - 35, 5\ step)$

$M21 = UnsharpMaskImage(threshold\ 1 - 2, 5\ step)$

$Save\ PNG = M22$

Where:

$M22 = Sum\ of\ save\ times\ to\ png$

$Save\ JPEG = M23$

Where:

$M23 = Sum\ of\ save\ times\ to\ jpeg$

Skenario pemrosesan *batch* mensimulasikan pengeditan sekelompok foto dalam program *image editor*. *Workloads* melakukan tugas-tugas sebagai berikut:

- a) Memuat setiap thumbnail satu per satu ke dalam matriks pratinjau (*preview*)
- b) Menerapkan kecerahan, kontras, saturasi, *unsharp mask*, *Gaussian noise*, *Gaussian blur*, *a further unsharp mask*, *local contrast* dan *wavelet denoise* ke semua gambar asli.
- c) Melanjutkan ke gambar berikutnya.

Workloads mengukur waktu yang diperlukan untuk memuat *thumbnail*, menerapkan *filter*, dan menyimpan gambar dalam setiap format.

Tabel 5.12 *Batch processing measurement formula*

<p><i>Thumbnail loading CPU = geomean(M1, M2)</i></p>
<p>Where:</p> <p style="text-align: center;"><i>M1 = geomean of 8 image file load times</i></p> <p style="text-align: center;"><i>M2 = geomean of the resize time of 8 images to a thumbnail</i></p> <p>where:</p> <p>The load time of the files is the following measurement:</p> <p style="text-align: center;">dbg_photo_load_cpu.</p> <p>The resize time of the files is the following measurement:</p> <p style="text-align: center;">dbg_photo_resize_cpu.</p> <p style="text-align: center;"><i>Batch transformation OCL = M3 + M4 + M5 + M6 + M7 + M8 + M9 + M10</i></p> <p>Where:</p> <p style="text-align: center;"><i>M3 = BrightnessContrastImage(brightness 1.77,contrast 27.34))</i></p> <p style="text-align: center;"><i>M4 = ModulateImage(saturation 112)</i></p> <p style="text-align: center;"><i>M5 = UnsharpMaskImage(radius 8, sigma 4, amount 32, threshold 3)</i></p> <p style="text-align: center;"><i>M6 = AddNoiseImage(noistype GaussianNoise)</i></p> <p style="text-align: center;"><i>M7 = GaussianBlurImage(radius 0.3,sigma 0.15)</i></p> <p style="text-align: center;"><i>M8 = UnsharpMaskImage(radius 2.6,sigma 1.3,amount 35,threshold 2)</i></p> <p style="text-align: center;"><i>M9 = LocalContrastImage(radius 50, amount 20)</i></p>

$$M10 = \text{WaveletDenoiseImage}(\text{threshold } 10, \text{softness } 0)$$

Skor dari Photo Editing test diukur dengan geomean dari *workloads* yang telah disampaikan diatas untuk mengkalkulasi skor keseluruhan, berikut merupakan formula untuk Photo editing score

Tabel 5.13 Photo editing score formula

RESULT	DEFINITION	UNIT	TYPICAL RANGE
R1	Thumbnail loading CPU	s	0.32-0.70
R2	Color adjusting CPU	s	4.9-10
R4	Noise adding CPU	s	0.49-1.2
R5	Gaussian blur OCL	s	0.60-3.0
R6	Local contrast OCL	s	4.0-38
R7	Wavelet denoise OCL	s	1.3-12
R8	Batch transformation OCL	s	8.5-78
A1	Unsharp mask 1 CPU	s	3.9-7.8
A2	Unsharp mask 2 OCL	s	1.7-7.5
A3	Save PNG	s	14-22
A4	Save JPEG	s	1.5-2.2

2. Video Editing

Pengujian *video editing* menggunakan uji kasus untuk mengukur beberapa penggunaan umum dari aplikasi *video editing*. Pengujian *video editing* menggunakan bagian-bagian dari PCMark 8 Video Editing dan Media To Go. Windows Media Foundation digunakan dengan *codec* bawaannya untuk mentranskode video. *Hardware acceleration* dapat digunakan jika sistem mendukung. Pengujian *video editing* menggunakan FFmpeg pada bagian *sharpening* dan *deshaking* serta penggunaan *binary* FFmpeg yang sudah dibangun sebelumnya. Pengujian *video editing* akan menggunakan OpenCL sebagai *graphical Application Interface*. Berikut merupakan formula yang digunakan dalam video editing

Tabel 5.14 Dasar formulasi dalam video editing

Part 1: on the go
Stage 1: Fast downscaling
Code path: x86/x64
Uses Media Foundation Fast transcode feature to transcode video files to a format suitable for mobile use
Code path: x86/x64 and whatever is the implementation with Media Foundation H.264 codecs installed on the system
Similar to Video to go test in PCMark 8
Part 2: Sharpening
Sharpens the 1080p H.264 video
Uses publicly available executable FFmpeg.exe
Command line:
FFmpeg.exe -y -v 40 -i <input file> -vf
scale=w=1920:h=1080:flags=bicubic,unsharp=openc1=%OCL%:lx=7:ly=7:l
a=0.56:cx=7:cy=7:ca=0.28 -strict -2 <output file>
Stage 2 - CPU:
Run always
Code path: x86/x64

Stage 2 - OpenCL:

Condition: OpenCL device available

Code path: OpenCL

If the OpenCL of the Stage 2 test takes longer than the CPU version, the CPU result is used instead

Part 3: Deshaking

Uses publicly available executable FFmpeg.exe

Video deshaked

Command line:

```
FFmpeg.exe -y -v 40 -i <input file> -vf
```

```
deshake=opencl=%OCL%:search=1:blocksize=16,crop=in_w-384:in_h-
```

```
216,scale=w=1920:h=1080 -strict -2 <output file>
```

Stage 3 - CPU:

Run always

Code path: x86/x64

Stage 3 - OpenCL:

Condition: OpenCL device available

Code path: OpenCL

If the OpenCL test takes longer than the CPU test, the CPU run time is used instead

Seperti yang dikatakan sebelumnya dalam pengujian ini digunakan 3 fungsi utama yang relevan dengan editing video secara umum, yaitu *fast downscaling*, *deshaking* filtering lalu sharpening, *workloads video editing* akan diukur dengan metrik *frame per second* (fps) berikut merupakan formulasi untuk kalkulasi *workload* dalam video editing.

Tabel 5.15 Dasar formulasi untuk kalkulasi *workloads* pada *video editing*

$$\text{On the go} = \frac{M_1}{M_2}$$

Where:

$$M_1 = \text{dbg_pcm10_video_go_frames}$$

$$M_2 = \text{dbg_pcm10_video_go_time}$$

$$\text{Sharpening CPU} = \frac{M_3}{M_4}$$

Where:

$$M_3 = \text{dbg_pcm10_video_downscale_frames}$$

$$M_4 = \text{dbg_pcm10_video_downscale_time_cpu}$$

$$\text{Sharpening OCL} = \frac{M_5}{\text{Min}(M_6, M_7)}$$

Where:

$$M_5 = \text{dbg_pcm10_video_downscale_frames}$$

$$M_6 = \text{dbg_pcm10_video_downscale_time_ocl}$$

$$M_7 = \text{dbg_pcm10_video_downscale_time_cpu}$$

$$\text{Deshaking CPU} = \frac{M_8}{M_9}$$

Where:

$$M_8 = \text{dbg_pcm10_video_deshake_frames}$$

$$M_9 = \text{dbg_pcm10_video_deshake_time_cpu}$$

$$\text{Deshaking OCL} = \frac{M_{10}}{\text{Min}(M_{11}, M_{12})}$$

Where:

$$M_{10} = \text{dbg_pcm10_video_deshake_frames}$$

$$M_{11} = \text{dbg_pcm10_video_deshake_time_ocl}$$

$$M_{12} = \text{dbg_pcm10_video_deshake_time_cpu}$$

Skor dari video editing menggunakan geomean untuk mengkalkulasi total dari keseluruhan workload pada video editing. Berikut merupakan formula kalkulasi total score.

Tabel 5.16 Formula kalkulasi total score pada video editing

<i>Video Editing score = K * geomean (R1, R2, R3)</i>			
Where:			
<i>K = scoring coefficient = 93</i>			
<i>R2 = geomean (A1, A2)</i>			
<i>R3 = geomean (A3, A4)</i>			
Where:			
RESULT	DEFINITION	UNIT	TYPICAL RANGE
R1	On the go	FPS	17-51
A1	Sharpening CPU	FPS	31-47
A2	Sharpening OCL	FPS	67-154
A3	Deshaking CPU	FPS	13-17
A4	Deshaking OCL	FPS	49-83

3. Rendering & Visualization

Pengujian menggunakan engine 3DMark SlingShot yang telah dimodifikasi dijalankan dengan *custom content* pada OpenGL 4.3. Pengujian ini mencakupi dua skenario yaitu visualisasi dari 3D model, dan perhitungan simulasi. Pengujian *ray-tracing* menggunakan POV-Ray yang dibuat oleh UL yang telah dimodifikasi. Modifikasi tersebut meliputi:

- a) Lebar dan tinggi untuk gambar yang dihasilkan oleh POV-Ray *benchmark* telah diubah dari 512×512 ke 256×256 .
- b) Entri registri diubah dari POV-Ray ke POV-Ray-Futuremark

workload untuk pengujian *ray-tracing* adalah *scene benchmark* bawaan pada POV-Ray, dengan ukuran gambar output 256×256 . Skor dihitung sebagai total waktu yang dibutuhkan untuk menjalankan benchmark POV-Ray. Berikut merupakan formula untuk menghitung skor total dari performa rendering dan visualization.

Tabel 5.17 *rendering & visualization score formula*

$\text{Rendering and Visualization score} = K * \text{geomean} \left(R_1, \frac{1}{R_2} \right)$			
Where:			
$K = \text{scoring coefficient} = 3530$			
Result	Definition	Unit	Typical range
<i>R1</i>	Graphics	FPS	13-245
<i>R2</i>	Ray tracing	s	46-110

5.2.6.2 Average *Client Needs & Real-life project simulation*

Sub ini membahas tentang pembuatan simulasi yang dibuat sesuai dengan rata-rata permintaan *client* terhadap informan dalam studionya. Beberapa hal tentang spesifikasi yang diminta oleh *client* pada informan telah disampaikan pada bab-bab sebelumnya, pada sub ini akan dirangkum kembali dan dibuat simulasi berdasarkan hal-hal yang didapat sesuai wawancara. Berikut merupakan spesifikasi project yang rata-rata diambil oleh ketiga informan:

Tabel 5.18 Wawancara kebutuhan spesifikasi project

Informan I	
Pertanyaan & Spesifikasi Project	Jawaban + Kebutuhan Klien
Berapa lama durasi animasi yang diminta oleh <i>client</i> ?	Tergantung permintaan <i>client</i> , rata-rata paling cepat 1 menit rata-rata paling lama 5 menit , tapi <i>client</i> ada yang pernah pesan animasi 30 menit, tapi itu untuk kasus <i>extraordinary sih</i> , rata-rata 1-5 menit .
Berapa resolusi project yang umumnya diambil?	Kami selalu render 1080p minimal <i>biar</i> bagus dan kalau <i>kenapa-napa</i> tidak kerja dua kali lipat.
Berapa framerate rata-rata yang biasa	Tergantung <i>client</i> kalau request mungkin mintanya 30/60 fps tapi

diambil/diminta oleh <i>client</i> ?	rata-rata <i>client sih</i> jarang <i>minta</i> khusus berapa <i>framerate</i> , jadi kita <i>ikutin</i> standar animasi dan video aja sekitar 24 frame sampai dengan 25 frame .
Untuk level detail , seberapa detail permintaan <i>client</i> pada umumnya? Mungkin bisa dicontohkan dalam satuan polygon	Ya seperti pada umumnya kalo animasi/3D semakin detail semakin mahal karena semakin lama pembuatannya, mungkin paling gampang kalau di hitung pakai polygon sekitar 2 Juta polygon/project dalam 1 animasi untuk kualitas bagus umumnya/rata-rata tapi tergantung request bisa lebih dari itu bisa kurang.
Informan II	
Berapa lama durasi animasi yang diminta oleh <i>client</i> ?	Tergantung <i>client</i> ada yang 1 menit 3 menit, ada yang 6, ada yang 8 menit, mungkin kalo di rata-ratakan yang panjang nutupin projek yang pendek mungkin sekitar 4 menit lah .
Berapa resolusi project yang umumnya diambil?	Ya standar 720p kalau tidak 1080p
Berapa framerate rata-rata yang biasa diambil/diminta oleh <i>client</i> ?	Kalo framerate rata-rata 25 fps atau 30 fps , kalo <i>by request</i> mungkin ada yang 60 fps.
Untuk level detail , seberapa detail permintaan <i>client</i> pada umumnya? Mungkin bisa dicontohkan dalam satuan polygon	Tergantung <i>client</i> mau sedetil apa dan sebanyak apa objek yang ada di <i>scene</i> kalo pastinya saya jarang hitung mungkin kisaran 1,5 juta – 2,5 juta polygon .
Informan III	
Berapa lama durasi animasi yang diminta oleh <i>client</i> ?	<i>Client sih</i> ngk pernah request spesifik spek animasinya, karena kita arsitek, animasi ya untuk presentasi, jadi tergantung seberapa kompleks bangunan brp yg disorot kisaran 1-3 menit lah .
Berapa resolusi project yang umumnya diambil?	Kalau lagi render animasi untuk presentasi kita <i>ikutin defaultnya</i> kalau tidak 720p ya 1080p , kalo deadlinenya mepet langsung render 720p , kalo waktu masih panjang, dan merasa <i>client</i> perlu di impress sama presentasi mungkin pakai 1080p .
Berapa framerate rata-rata yang biasa diambil/diminta oleh <i>client</i> ?	Tergantung <i>mepet</i> atau tidaknya, kalau sifatnya presentasi umum ya dibuat 30 defaultnya lah , biar rendernya ngak lama dan filenya tidak besar.

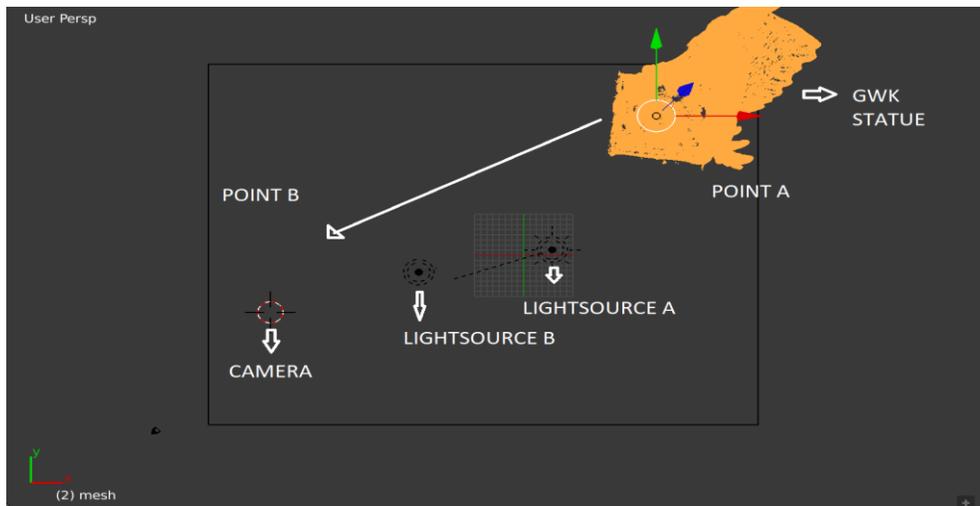
Untuk level detail , seberapa detail permintaan <i>client</i> pada umumnya? Mungkin bisa dicontohkan dalam satuan polygon	Saya <i>ngak</i> pernah hitung totalnya berapa, <i>Cuma</i> yang <i>paling</i> lama saya pernah buat desain animasi perumahan di desain keseluruhan sampai contoh interiornya dibuat sekalian dalam 1 <i>scene</i> itu rendernya lama <i>banget</i> dan rendernya dibagi 3. Langsung lihat saja file projectnya. (1.492.046 Polygon)
---	---

Melalui wawancara tersebut maka dibuatlah rata-rata yang sekiranya dapat mewakili rata-rata project informan. Berikut adalah summary dari kebutuhan informan.

Tabel 5.19 Summary Kebutuhan *Client*

Spesifikasi	Kebutuhan <i>Client</i>
Durasi	Informan I = $(1 + 5) : 2 = 3$ Menit Informan II = 4 menit Informan III $(1 + 3) : 2 = 2$ Menit Durasi = $(3 + 4 + 2) : 3 = 3$ Menit (180 sec)
Resolusi	1920 x 1080p (paling banyak muncul)
Framerate	Terdapat beberapa framerate yang umum digunakan dalam video, animasi dan CGI, yaitu 24, 25, 30, 50, 60. Framerate yang paling sering muncul adalah 25 dan 30 masing-masing sejumlah 2 kali, berbeda dengan durasi framerate tidak cocok untuk di rata-ratakan. Berdasarkan jurnal [50, 51] rata-rata menyebutkan 25 fps sebagai standar maka dipustuskan standar yang dipai adalah 25 fps .
Polygon	Dibulatkan menjadi kurang lebih 2 Juta Polygon

Melalui tabel diatas maka dibuat file project animasi yang sesuai dengan spesifikasi rata-rata kebutuhan detail *client*. Project animasi ini dibangun untuk mengukur kecepatan prosesi workstation yang dilihat dari seberapa cepat workstation menyelesaikan rendering animasi dari 3D object yang dibangun oleh peneliti.



Gambar 5.11 Desain simulasi animasi

Pada gambar 5.11 memperlihatkan *scene* animasi sederhana yang hanya terdiri dari 24 *keyframe* ini yang memperlihatkan perpindahan 3D Objek dari Poin A ke Poin B yang posisinya tepat di depan kamera lalu Lightsource A akan masuk diikuti oleh Lightsource B, lalu animasi berhenti setelah Lightsource A dan B berada di depan 3D Objek. 3D object merupakan patung Garuda Wisnu Kencana (GWK) yang telah di desain untuk memiliki total 2.178.736 *polygon & face*, 2.181.912 *vertices*, dan 4.357.472 *tris* sehingga telah lebih dari cukup untuk melakukan *stresstest* dalam rendering karena 1 objek ini telah bernilai sama dengan semua objek dalam *scene* lengkap pada umumnya mulai dari 3D character sampai *environment* dalam 1 video.



Gambar 5.12 Objek 3D Garuda Wisnu Kencana untuk pengujian

Project juga dibangun dengan resolusi 1920 x 1080p. Agar mempercepat waktu pengujian, animasi di desain sebanyak 150 frame yang di-set 25 *frame per second* sesuai dengan *summary* kebutuhan *client* pada tabel 5.19, sehingga project animasi yang dibuat berdurasi 6 detik ($150:25 = 6$ detik) sehingga untuk mencapai 3 menit (180 detik) waktu lama render harus dikalikan 30 durasi rata-rata kebutuhan *client* maka:

$$\text{rendering processing performance} = tR \times K$$

Keterangan:

$tR = \text{Time needed for complete rendering GWK Project (6 sec)}$

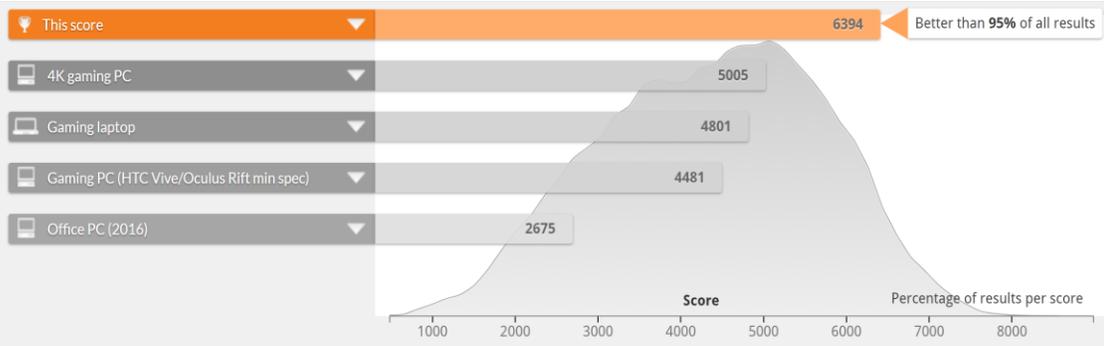
$K = \text{Scoring coefficient} = 30$

5.2.7 Extracting Performance Values

Pada sub ini akan ditampilkan hasil-hasil pengujian terhadap hardware berdasarkan *workload*, *task*, dasar perhitungan dan hal-hal lainnya yang telah disebutkan pada bab sebelumnya.

Tabel 5.20 Informan I *performance value*

Informan I	
Photo Editing Score	12385
Color adjusting	1.90907 s
Unsharp mask 1	2.23396 s
Noise adding	0.16536 s
Gaussian blur	0.5953 s
Local contrast	2.47833 s
Wavelet denoise	0.94254 s
Unsharp mask 2	1.62809 s
Thumbnail loading	0.15927 s
Save PNG	13.8501 s
Save JPEG	1.33438 s
Batch transformation	6.57055 s
Rendering and Visualization Score	9959
Graphics	205 FPS
Ray tracing	49.123 s

Video Editing Score	5757
On the go	56.64251 fps
Sharpening OpenCL	235.0 fps
Sharpening CPU	50.0 fps
Deshaking CPU	18.0 fps
Deshaking OpenCL	83.0 fps
Superposition Score	6171
Cinebench Score	2909
	
<p><i>Real-life project simulation: GWK Project</i> <i>tR = 19 menit 49 detik</i> <i>K = 30 (coefficient)</i> Score: 35.670 (smaller better) (9 Jam 54 Menit)</p>	

Performa yang diperlihatkan oleh workstation milik Informan I sangat baik, dapat dilihat bahwa dengan spesifikasi yang dimiliki dan raw *performance* yang dicapai, workstation Informan I dapat menyelesaikan *real-life project simulation* selama 9 Jam 54 Menit. Performa kerja dalam visual digital desain oleh workstation Informan I dalam database UL (PCMark) juga menempati ranking urutan 95% dari performa PC dunia. Untuk menunjukkan bahwa skor ini valid dan merupakan performa terbaik yang dapat diberikan oleh workstation, maka dalam pengujian dilakukan monitor untuk melihat apakah terjadi *thermal throttling* yang merupakan kondisi dimana prosesor akan mulai mengurangi performanya disaat CPU mulai beroperasi di atas ambang batas panas yang diijinkan oleh CPU, Motherboard atau pengaturan BIOS, dengan cara secara perlahan mengurangi frekuensi untuk menurunkan panas berlebih dari prosesor dengan mengurangi performanya agar dapat mencegah sistem failure dan overheat [52].

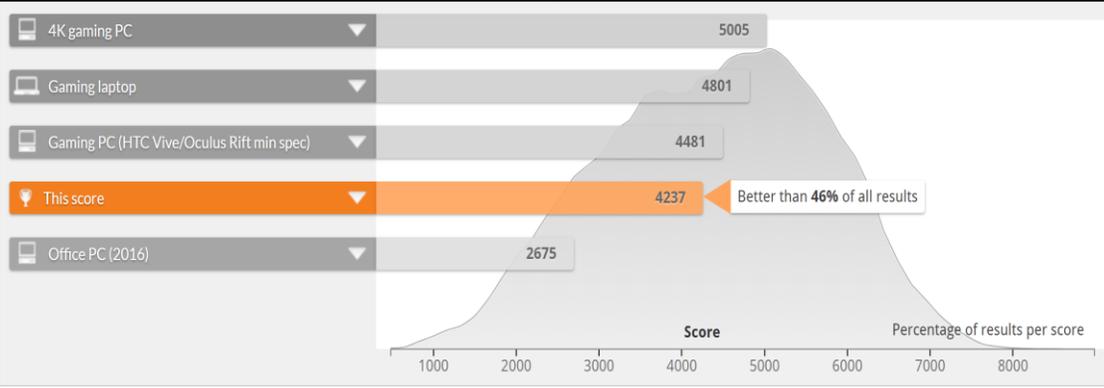


Gambar 5.13 CPU Frequency & Temperatur Workstation Informan I saat pengujian

Dapat dilihat bahwa tidak terjadi *throttling* pada prosesor dibuktikan dengan grafik frekuensi berjalan stabil baik saat photo editing, video editing, rendering dan virtualisasi dengan peak 4063.30 mhz dan lowest 2194.76 dengan rata-rata 3547.21 mhz dengan panas rata-rata 52.20 celsius. Dengan demikian dapat dipastikan thermal throttling tidak terjadi sehingga hasil telah valid.

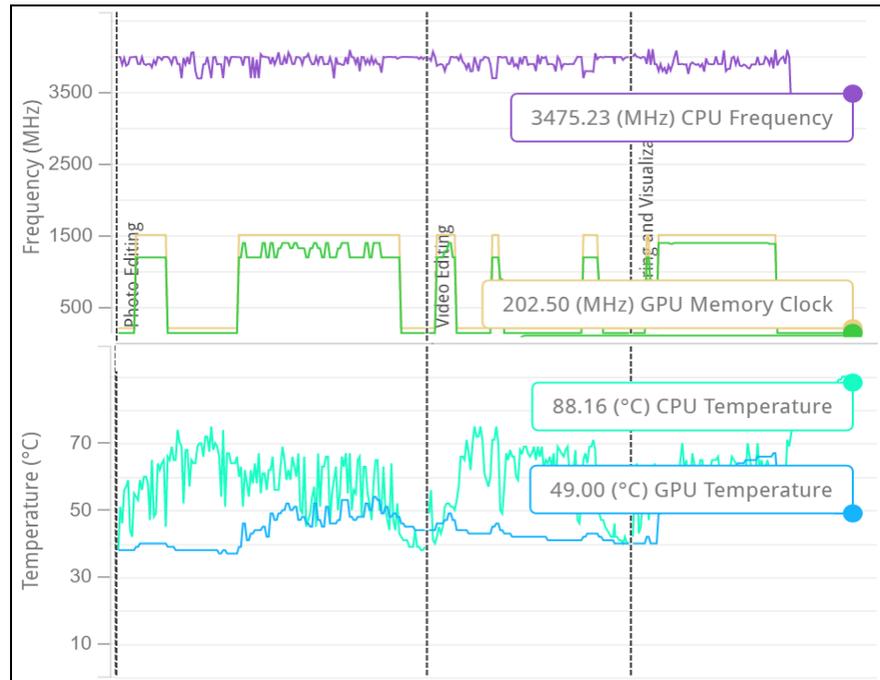
Tabel 5.21 Informan II *performance value*

Informan II	
Photo Editing Score	5 107
Color adjusting	4.894 s
Unsharp mask 1	13.850 s
Noise adding	0.558 s
Gaussian blur	1.503 s
Local contrast	12.009 s
Wavelet denoise	1.990 s
Unsharp mask 2	23.874 s
Thumbnail loading	0.293 s
Save PNG	15.674 s

Save JPEG	1.550 s
Batch transformation	19.952 s
Rendering and Visualization Score	5 735
Graphics	112.53 FPS
Ray tracing	42.629 s
Video Editing Score	4 213
On the go	31.75 FPS
Sharpening OpenCL	166.00 FPS
Sharpening CPU	42.00 FPS
Deshaking CPU	15.00 FPS
Deshaking OpenCL	82.00 FPS
Superposition Score	1070
Cinebench Score	809
	
<p><i>Real-life project simulation: GWK Project</i> <i>tR = 1 Jam 13 menit 7 detik</i> <i>K = 30 (coefficient)</i> Score: 131.610 (smaller better) (36 Jam 33 Menit)</p>	

Performa yang diperlihatkan oleh workstation milik Informan II dibawah sedikit dibawah rata-rata, dapat dilihat bahwa dengan spesifikasi yang dimiliki dan raw *performance* yang dicapai, workstation Informan II dapat menyelesaikan *real-life project simulation* selama 36 jam 33 menit. Performa kerja dalam visual digital desain oleh workstation Informan II dalam database UL (PCMark) menempati ranking urutan 46% dari performa PC dunia. Untuk menunjukkan bahwa skor ini valid dan merupakan performa terbaik yang dapat diberikan oleh workstation, maka dalam pengujian dilakukan monitor untuk melihat apakah terjadi thermal throttling yang merupakan kondisi dimana prosesor akan mulai mengurangi performanya disaat CPU mulai

beroperasi di atas ambang batas panas yang diijinkan oleh CPU, Motherboard atau pengaturan BIOS, dengan cara secara perlahan mengurangi frekuensi untuk menurunkan panas berlebih dari prosesor dengan mengurangi performanya agar dapat mencegah sistem failure dan overheat [52].



Gambar 5.14 CPU Frequency & Temperatur Workstation Informan II saat pengujian

Meskipun fluktuasi panas pada workstation informan II akan tetapi tidak terjadi *thermal throttling* pada prosesor dibuktikan dengan grafik frekuensi berjalan stabil baik saat photo editing, video editing, rendering dan virtualisasi dengan peak 4079.37 mhz dan lowest 3291.73 dengan rata-rata 3821.28 mhz dengan panas rata-rata 61.68 celsius. Dengan demikian dapat dipastikan thermal throttling tidak terjadi sehingga hasil telah valid.

Tabel 5.22 Informan III *performance value*

Informan III	
Photo Editing Score2	2 506
Color adjusting	5.528 s
Unsharp mask 1	14.929 s
Noise adding	0.583 s
Gaussian blur	3.402 s

Local contrast	49.964 s
Wavelet denoise	9.042 s
Unsharp mask 2	24.460 s
Thumbnail loading	0.505 s
Save PNG	16.625 s
Save JPEG	1.700 s
Batch transformation	106.327 s
Rendering and Visualization Score	6 696
Graphics	150.48 FPS
Ray tracing	41.815 s
Video Editing Score	2 564
On the go	38.39 FPS
Sharpening OpenCL	39.00 FPS
Sharpening CPU	39.00 FPS
Deshaking CPU	14.00 FPS
Deshaking OpenCL	14.00 FPS
Superposition Score	2041
Cinebench Score	744

Real-life project simulation: GWK Project
tR = 1 Jam 21 menit 2 detik
K = 30 (coefficient)
Score: 145.840 (smaller better)
(40 Jam 30 Menit)

Performa yang diperlihatkan oleh workstation milik Informan III dibawah rata-rata, dapat dilihat bahwa dengan spesifikasi yang dimiliki dan raw *performance* yang dicapai, workstation Informan III dapat menyelesaikan *real-life project simulation* selama 40 jam 30 menit. Performa kerja dalam visual digital desain oleh workstation Informan III dalam database UL (PCMark) menempati ranking urutan 42% dari

performa PC dunia. Untuk menunjukkan bahwa skor ini valid dan merupakan performa terbaik yang dapat diberikan oleh workstation, maka dalam pengujian dilakukan monitor untuk melihat apakah terjadi *thermal throttling* yang merupakan kondisi dimana prosesor akan mulai mengurangi performanya disaat CPU mulai beroperasi di atas ambang batas panas yang diijinkan oleh CPU, Motherboard atau pengaturan BIOS, dengan cara secara perlahan mengurangi frekuensi untuk menurunkan panas berlebih dari prosesor dengan mengurangi performanya agar dapat mencegah sistem failure dan overheat [52].



Gambar 5.15 CPU Frequency & Temperatur Workstation Informan III saat pengujian

Meskipun fluktuasi panas dan frekuensi pada workstation informan III akan tetapi tidak terjadi *thermal throttling* pada prosesor dibuktikan dengan tidak adanya penurunan secara eksponensial lalu tetap pada poin terendah pada grafik frekuensi dan panas rata-rata yang tinggi dan menurun secara eksponensial saat photo editing, video editing, rendering dan virtualisasi dengan peak 3898.09 mhz dan lowest 799.61 dengan rata-rata 3493.78 mhz dengan panas rata-rata 6.84 celsius. Dengan demikian dapat dipastikan *thermal throttling* tidak terjadi sehingga hasil telah valid.

5.3 *Cloud Engine Performance Cascade & Hardware Analysis*

Berbeda dengan workstation konvensional, sistem *Cloud Engine* tidak dapat dijabarkan dengan terlalu terperinci karena peneliti tidak dapat menguji dan melakukan measurement dengan cara yang sama seperti workstation konvensional secara umum terhadap sistem *Cloud Engine*, selain itu penyedia layanan tidak menyediakan detail sistem yang terlalu mendetail. Mengatasi hal tersebut berdasarkan *Fundamental Performance-Analysis Solution Techniques* David J. Lilja [19], maka dilakukanlah metode analytical-modeling yang akan menggambarkan kapabilitas dan performa sistem walaupun tidak melakukan measurement secara langsung seperti saat melakukan pengujian terhadap workstation konvensional.

5.3.1 System Specification

Berikut merupakan spesifikasi dari *Cloud Engine* yang merupakan layanan rendering online bernama RenderStreet.

Tabel 5.23 *Cloud Engine* simulation specs

Render Street – <i>Cloud Engine</i>	
Processor	GPU
2 x Intel E5-2698v3	4x Nvidia K520
Code name	Memory
Xeon	8 GB GDDR5
Clock frequency	Code name
3400 MHz	Grid
Cores	Manufacturer
16 (32)	NVIDIA / Founder
Module 1	
8192 MB DDR4_SDRAM	
@ 2666 MHz DDR	
Module 2	

8192 MB DDR4_SDRAM	
@ 2666 MHz DDR	
Module 3	
8192 MB DDR4_SDRAM	General
@ 2666 MHz DDR	Drive 1
Module 4	WDC WD20EZRZ-00Z5HB0 1907.73 GB
8192 MB DDR4_SDRAM	Drive 2
@ 2666 MHz DDR	Samsung SSD 850 EVO 250GB 238.47 GB
Motherboard	Total storage
Asus WS C621 LGA 2011v3	2146.20 GB

Seperti yang disampaikan sebelumnya bahwa RenderStreet tidak menyampaikan secara keseluruhan dan detail spesifikasi dari sistemnya maka disimulasikanlah sistem yang lengkap seperti pada tabel 5.23 untuk mengisi kekosongan hardware yang lain. Sistem ini disimulasikan dengan mempertimbangkan kecocokan hardware sehingga sistem tidak bottleneck dan dapat berjalan dengan baik, sehingga apabila telah disimulasikan dengan kostumisasi yang optimal seperti ini maka sistem akan memiliki performa yang kurang lebih sama pada kenyataan sebenarnya.

5.3.2 Benchmarking *Cloud Engine* System

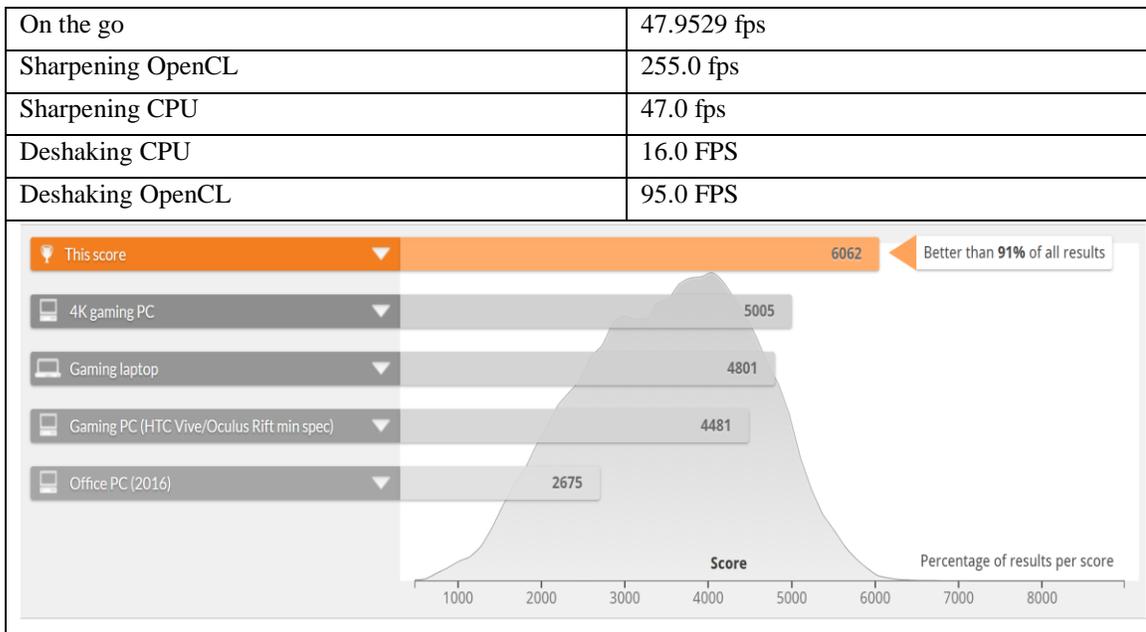
Baik sistem konvensional dan *Cloud Engine* dalam keperluan visual digital desain sama-sama memiliki *performance goal, metrics, central tendency* dalam *scoring* yang sama, dikarenakan tujuan dan sistem yang dipakai pada umumnya bersifat sama (GPU/CPU processing), sehingga tidak perlu mendeklarasikannya dalam cara atau metode yang lain dan tetap sama seperti yang digunakan pada saat pengujian sistem konvensional. Pengujian dari sistem ini akan dimulai dari benchmark.

Untuk diketahui bahwa dalam *Cloud Engine* dan virtualisasi pada umumnya tidak menggunakan prosesor dan *Graphic Card* yang biasanya digunakan oleh konsumen secara general. Pada umumnya *Cloud Engine* menggunakan prosesor

bertipe Xeon yang pada biasanya digunakan untuk server, dan *Graphic Card* bertipe Quadro atau Grid, yang lebih diperuntukkan untuk workstation, rendering dan virtualisasi karena selain lebih efektif, sistem dengan hardware seperti ini lebih *scalable* dan dapat diintegrasikan secara paralel dengan lebih baik. RenderStreet sendiri menggunakan Intel Xeon E5 dan GPU Nvidia Grid. Sangat sulit untuk mengetahui performa kasar dari hardware cloud apabila tidak mengujinya secara langsung selain itu pada *database score* UL PCMark tidak ada yang melakukan benchmarking pada kedua tipe hardware ini. Untuk dapat memberikan bayangan kasar performa dari Xeon dan Nvidia Grid maka disimulasikanlah performa dari Xeon E5 dan Nvidia Grid dengan hardware yang *equivalent* atau setara. Menurut RenderStreet performa dari 4 buah Nvidia Grid K520 setara dengan 2 buah GTX Titan. Serta Intel Xeon E5 2698v3 (Passmark Score 21149) memiliki *performance score* Passmark setara i9 7900X (Passmark score 22004). Berikut akan ditampilkan perfroma kasar dari *setup* i9 7900X + GTX Titan yang kiranya *equivalent* dengan sistem *Cloud Engine* berdasarkan database UL PCMark (bukan pengujian sebenarnya secara langsung).

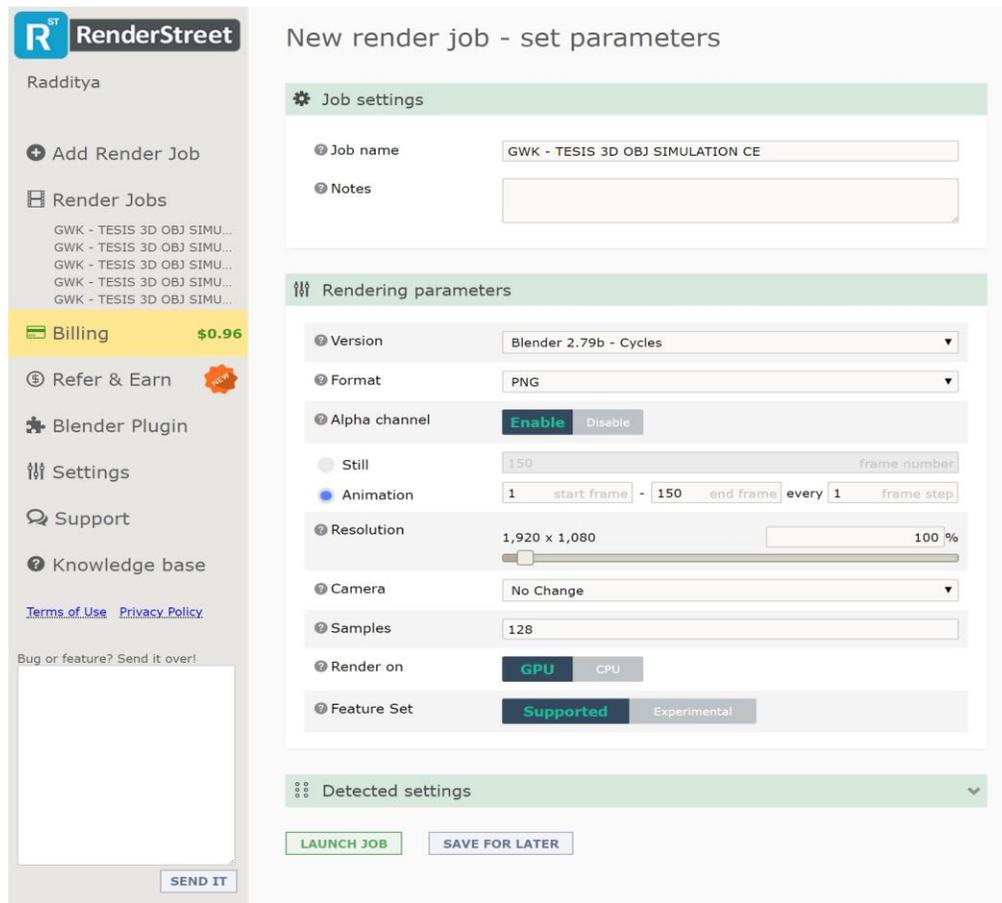
Tabel 5.24 *Cloud Engine* Equivalent Simulation i9 7900X + 2 X GTX Titan

<i>Cloud Engine</i> Equivalent Simulation	
Photo Editing Score	10743.0
Color adjusting	3.20197 s
Unsharp mask 1	3.74049 s
Noise adding	0.27124 s
Gaussian blur	0.61307 s
Local contrast	2.38744 s
Wavelet denoise	0.88154 s
Unsharp mask 2	2.03795 s
Thumbnail loading	0.15355 s
Save PNG	15.35695 s
Save JPEG	1.44714 s
Batch transformation	6.05058 s
Rendering and Visualization Score	5 735
Graphics	112.53 FPS
Ray tracing	42.629 s
Video Editing Score	5480.0



Nilai diatas merupakan simulasi dari spesifikasi yang *equivalent* dengan *Cloud Engine* Intel Xeon E5 + 4x Nvidia Grid yaitu Workstation berspesifikasi i9 7900X + 2 X GTX Titan. Dengan spesifikasi tersebut workstation simulasi merupakan workstation dengan spesifikasi ranking 91% dari total rata-rata dunia 4% lebih rendah dari raw performa workstation Informan I yang menempati 95% ranking (semakin tinggi semakin baik).

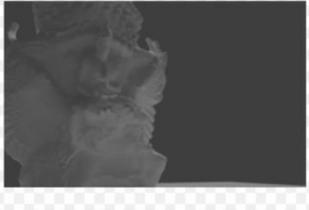
Hasil tersebut merupakan hasil yang sangat kasar yang kiranya tidak dapat dijadikan sebagai nilai tolak ukur karena pertama tidak menguji secara langsung kapabilitas hardware dan monitoring, kedua merupakan hardware simulasi dan bukan spesifikasi hardware sebenarnya. Untuk dapat melakukan benchmark yang sesuai dengan kenyataan sebenarnya dari performa *Cloud Engine* maka *Real-life project simulation GWK* yang sebelumnya dibuat merupakan metode pengujian yang paling tepat serta dapat menggambarkan performa dan merupakan perbandingan secara *fair* terhadap semua *workstation* yang diujikan. Simulasi yang dilakukan sama seperti yang dilakukan pada saat pengujian workstation konvensional yaitu menggunakan rata-rata kebutuhan *client* dalam project seperti menggunakan 25 fps, resolusi 1920 x 1080p dan 3D yang telah dibuat dan disesuaikan dengan rata-rata polygon project dalam 1 video animasi.



Gambar 5.16 *Cloud Engine* – Render Street New Render Project

Berikut merupakan hasil dari pengujian dengan rendering menggunakan *Cloud Engine* RenderStreet:

Tabel 5.25 *Cloud Engine*- Render Street Performance

<p><i>Real-life project simulation:</i></p> <p>GWK Project</p> <p>tR = 21 menit 53 detik</p> <p>K = 30 (coefficient)</p> <p>Score: 39.390 (smaller better)</p> <p>(10 Jam 56 Menit)</p>	<p>Status: Finished DELETE CLONE</p> <p>Job Properties</p> <ul style="list-style-type: none"> Job ID: 641890 Render Type: Animation Render Engine: Cycles 2.79b Output: PNG Individual frames Frames to Render: 1 - 150 all frames Time Taken: 00:21:53 
--	---

Dari hasil yang ditunjukkan maka dapat dilihat bahwa performa *Cloud Engine* dapat menyelesaikan *real-life project simulation* GWK selama 10 jam 56 menit. Sebagai perbandingan berikut akan ditampilkan perbandingan performa penggunaan cloud dibandingkan konvensional workstation melalui tolak ukur *real-life project simulation*.

Tabel 5.26 Perbandingan persentase performa penggunaan workstation konvensional vs *Cloud Engine*.

Komparasi Sistem	Score (smaller is better)	Gain/Loss	Percentage
Workstation Informan I vs <i>Cloud Engine</i>	35.670 vs 39.390	-9.44%	10,4%
Workstation Informan II vs <i>Cloud Engine</i>	131.610 vs 39.390	234.12 %	-70%
Workstation Informan III vs <i>Cloud Engine</i>	145.840 vs 39.390	270.24%	-73%

Tabel 5.26 memperlihatkan perbandingan performa rendering antara *Cloud Engine* dengan masing masing workstation milik informan. Performa workstation Informan I memiliki performa 10,42% lebih tinggi dibandingkan *Cloud Engine* sehingga apabila menggunakan *Cloud Engine* maka akan terjadi *performance loss* sebesar 9.44%, sedangkan untuk workstation Informan II memiliki performa -70% daripada *Cloud Engine* sehingga apabila menggunakan *Cloud Engine* terjadi *performance gain* sebesar 234.12%, sedangkan workstation III memiliki kekuatan performa -73% daripada *Cloud Engine* sehingga apabila menggunakan *Cloud Engine* akan terjadi *performance gain* sebesar 270.24% dalam merender project standar rata-rata permintaan klien yang divisualisasikan oleh simulasi GWK.

5.4. Benchmark Head-to-Head Summary

Berikut merupakan summary hasil benchmark dari semua sistem yang diuji baik workstation konvensional maupun *Cloud Engine*. tabel ini dibuat untuk mempermudah dalam membandingkan performa sistem.

Tabel 5.27 Benchmark Head-to-Head Summary

Workload & Task Test	Workstation 1	Workstation II	Workstation III	<i>Cloud Engine</i>
Photo Editing Score	12385	5 107	2 506	10743.0
Color adjusting	1.90907 s	4.894 s	5.528 s	3.20197 s
Unsharp mask 1	2.23396 s	13.850 s	14.929 s	3.74049 s
Noise adding	0.16536 s	0.558 s	0.583 s	0.27124 s

Gaussian blur	0.5953 s	1.503 s	3.402 s	0.61307 s
Local contrast	2.47833 s	12.009 s	49.964 s	2.38744 s
Wavelet denoise	0.94254 s	1.990 s	9.042 s	0.88154 s
Unsharp mask 2	1.62809 s	23.874 s	24.460 s	2.03795 s
Thumbnail loading	0.15927 s	0.293 s	0.505 s	0.15355 s
Save PNG	13.8501 s	15.674 s	16.625 s	15.35695 s
Save JPEG	1.33438 s	1.550 s	1.700 s	1.44714 s
Batch transformation	6.57055 s	19.952 s	106.327 s	6.05058 s
Rendering and Visualization Score	9959	5 735	6 696	5 735
Graphics	205 FPS	112.53 FPS	150.48 FPS	112.53 FPS
Ray tracing	49.123 s	42.629 s	41.815 s	42.629 s
Video Editing Score	5757	4 213	2 564	5480.0
On the go	56.64251 fps	31.75 FPS	38.39 FPS	47.9529 fps
Sharpening OpenCL	235.0 fps	166.00 FPS	39.00 FPS	255.0 fps
Sharpening CPU	50.0 fps	42.00 FPS	39.00 FPS	47.0 fps
Deshaking CPU	18.0 fps	15.00 FPS	14.00 FPS	16.0 FPS
Deshaking OpenCL	83.0 fps	82.00 FPS	14.00 FPS	95.0 FPS
Superposition Score	6171	1070	2041	-
Cinebench Score	2909	809	744	-
UL Performance Map	95%	46%	42%	91%
Real-life project simulation: GWK Project	Score: 35.670 (smaller better) (9 Jam 54 Menit)	Score: 131.610 (smaller better) (36 Jam 33 Menit)	Score: 145.840 (smaller better) (40 Jam 30 Menit)	Score: 39.390 (smaller better) (10 Jam 56 Menit)

Melalui tabel tersebut apabila diurutkan dapat dilihat dengan lebih jelas bahwa workstation informan I merupakan sistem yang terbaik dalam hal performa, *Cloud Engine* dengan paket standar subscription mengikuti dengan posisi ke 2, sedangkan posisi performa terbaik ke 3 adalah workstation informan ke II sedangkan performa workstation ke III menempati urutan terakhir. Tentu saja performa *Cloud Engine* dapat meningkat sesuai dengan SLA atau paket subscription yang diambil sehingga sesuai dengan pakatnya, kemampuan komputasi dalam rendering/pemrosesan oleh *Cloud Engine* kapan saja dapat meningkat dan melampaui workstation lain.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB VI

HASIL & PEMBAHASAN

Pada bab ini berisikan pembahasan tentang investasi *Cloud Engine* dari sudut pandang peningkatan performa, fitur, benefit, dan finansial dengan menggunakan metode CBA (Cost-Benefit Analysis).

6.1 Cost Identification

Pada sub ini akan dijabarkan setiap biaya baik starting cost, pengoperasian dan lain sebagainya baik workstation dan *Cloud Engine*.

6.1.1 Starting cost

Starting cost disini akan diperlihatkan biaya yang dikeluarkan untuk investasi perakitan/pembuatan workstation oleh setiap informan.

Tabel 6.1 Starting cost workstation

Informan I		
Hardware Parts	Type	Prices
Prosesor	Amd Ryzen Threadripper 1950x 16c/32 thread 3.5ghz - TR4	14.600.000
Motherboard	Gigabyte X399 Aorus Gaming 7 - TR4	12.200.000
<i>Graphic Card</i>	MSI GTX 1080 TI DUKE 11GB X 4	11.800.000 x 4 (47.200.000)
RAM	GSKILL FLARE X RYZEN 64gb 4X16 (8x2) KIT 3200MHZ DDR4	3.650.000 x 4 (14.600.000)
Case	Cougar Conquer Temper	3.400.000
Monitor	LED SAMSUNG 32inc LS32F351 FUEL-XD	3.850.000
DVD Drive	DVD Asus External 08625	350.000
Disk Drive	SSHD 2tb Seagate 3.5inc Hybrid (HDD+Nand)	1.700.000
SSD Drive	SSD Samsung Evo 750 500gb	2.250.000
FAN	- Noctua Fan 14cm A141 - ID Cooling Sf 12025 Ring 12cm White	- 265.000 x 3 - 250.000 x 3 (1.545.000)
Liquid Cooling	Enermax Liqtech 360 TR4	2.300.000
Power Supply	Orsair Axi 1500w 80+ Titanium Full Modular	9.450.000
OS	WINDOWS 10 PRO 64bit	2.400.000

Misc	Custom Acrylic + Mod	3.500.000
Total:		Rp.108.395.000
Informan II		
Prosesor	Intel LGA 1151 Skylake Core i7 6700	4.600.000
Motherboard	MSI B150M PRO-VDH (MS-7982)	1.675.000
<i>Graphic Card</i>	NVIDIA GeForce GTX 960	2.650.000
RAM	Crucial - Ballistix 16GB PC4-21300 White	2.150.000
Case	CASING DEEPCOOL MATREXX 55	695.000
Monitor	Monitor 24 Inch LG 24mp88 Ips	2.200.000
DVD Drive	LG DVD RW drive	215.000
Disk Drive	HDD SATA WDC 3.5 1 TB	750.000
SSD Drive	-	
FAN	Basic Fan	150.000 x 3 (450.000)
Liquid Cooling	-	
Power Supply	EVGA 600 B1, 80+ BRONZE 600W	950.000
OS	Windows 10	1.200.000
Total:		Rp.17.535.000
Dikalikan 30 buah (PC rendering aktif yang digunakan Studio Hompimpa)		Rp.526.050.000
Informan III		
Prosesor	Intel LGA 1151 Skylake Core i7 6700	4.600.000
Motherboard	Gigabyte Technology Co., Ltd. H110M-DS2 DDR3-CF	1.750.000
<i>Graphic Card</i>	Review Zotac GTX 970 AMP! Extreme Core	5.300.000
RAM	Kingston HyperX FuryX 2x8GB (16GB)	1.850.000
Case	Case venom rx warlord	655.000
Monitor	Monitor LED ASUS VS248HR 24" FHD 1920x1080	2.450.000
DVD Drive	Samsung Sata DVD RW SH-224DB	325.000
Disk Drive	WDC WD20EZRZ-00Z5HB0 2 TB	1.500.000
SSD Drive	Samsung SSD 850 EVO 250GB	1.650.000
FAN	Basic Fan	150.000 x 3 (450.000)
Liquid Cooling	-	
Power Supply	Cooler master masterwatt 700-watt bronze	1.250.000

	80+	
OS	Windows 10	1.200.000
Total:		Rp.22.980.000
Dikalikan 3 menurut total PC rendering/desain aktif pada Dialog Desain Studio		Rp.68.940.000
Cloud Engine		
Render Street	One Subscription (one month render free)	50 USD {Rp.702.000}

Tabel ini adalah *starting cost* dari semua tipe workstation baik cloud maupun konvensional. Cost yang dikeluarkan untuk *starting cost* berdasarkan harga saat hardware tersebut dibeli bukan berdasarkan harga terbaru saat ini, untuk lebih menggambarkan investasi yang dilakukan oleh informan.

6.1.2 Workstation Operational Cost

Workstation Operational Cost berkaitan dengan biaya yang dikeluarkan untuk menjalankan / mengoperasikan perangkat workstation yang terdiri dari hasil wawancara tentang waktu penggunaan workstation dan perhitungan penggunaan daya listrik.

Tabel 6.2 *real-life cost* dalam penggunaan workstation

Informan I	
Penggunaan	Workstation kira - kira digunakan setiap hari kecuali hari minggu selama 12 jam sehari dan itupun tidak digunakan untuk merender setiap hari, lebih ke desaining sehingga hanya menggunakan setengah dari performa maksimal begitu juga konsumsi energi. Rendering dilakukan umumnya seminggu sekali dan pada umumnya telah tercover dalam 12 jam (sekitar 6 jam/minggu) pengoperasian tersebut untuk merender objek yang telah selesai dibuat dalam 1 minggu. Diasumsikan dalam sebulan maksimum performa dari <i>workstation</i> hanya digunakan dalam kurun waktu

	24 jam yaitu saat rendering.
Perhitungan Cost Energy Listrik	<p>Rp.1.468/kwh (office use > 6.600va)</p> <p>Workstation max energy draw 1200 watt</p> <p>Cost: $((1200/1000) \times 12 \text{ hours}) \times \text{Rp.1.468}$</p> <p>$(1.2 \times 12) \times \text{Rp.1.468}$</p> <p>$14.4 \times \text{Rp.1.468}$</p> <p>$= \text{Rp. 21.139 / hari}$</p> <p>Penggunaan dalam sebulan:</p> <p>1 bulan digunakan 26 hari (setiap hari kecuali hari minggu)</p> <p>$21.139 \times 26 = \text{Rp. 549.614}$</p> <p>Rp.549.614 merupakan pemakaian dengan maksimum performa berikut juga dengan total <i>energy draw</i>-nya. sedangkan dalam keterangan wawancara dan observasi, selama 26 hari dalam sebulan <i>hardware utilization</i> hanya sebesar 50% sehingga 549.614 yang merupakan cost untuk pemakaian 100% performa dikurangi setengahnya. Sehingga dihasilkan Rp. 274.807 Dalam wawancara juga diketahui bahwa perkiraan total waktu rendering dalam sebulan yaitu 24 jam, rendering adalah task yang memungkinkan tercapainya utilization 100% oleh workstation. sehingga biaya ditambah penggunaan workstation dengan performa utilization 100% selama 24 jam sebanyak sebesar Rp.54.961</p> <p>Maka total cost listrik yang perlu dibayarkan Informan I adalah $274.807 + 54.961$</p> <p>= Rp. 329.768</p>
Informan II	

Penggunaan	Workstation Informan II digunakan untuk mendesain selama 9 jam/hari (09.00-18.00) setelah itu akan di gunakan untuk rendering sampai keesokan harinya. Sebelum mulai digunakan kembali mendesain pada jam 09 pagi hari. 1 bulan digunakan dalam setiap hari selalu hidup dalam 30 hari (24/7)
Perhitungan Cost Energy Listrik	<p>Rp.1.468/kwh (office use > 6.600va)</p> <p>Workstation max energy draw 430 watt</p> <p>Cost: $((430/1000) \times 24 \text{ hours}) \times \text{Rp.1.468}$</p> <p>$(0.43 \times 24) \times \text{Rp.1.468}$</p> <p>$10.32 \times \text{Rp.1.468}$</p> <p>$= \text{Rp. 15.150 / hari}$</p> <p>Penggunaan dalam sebulan:</p> <p>$15.150 \times 30 = \text{Rp. 454.500 / 1 komputer.}$ Tidak seperti workstation informan I, Workstation ini memerlukan <i>resource</i> yang lebih banyak untuk mendesain sehingga diasumsikan bahwa baik saat mendesain dan merender workstation Informan II selalu memakai performa yang maksimal sehingga energy draw yang digunakan maksimal sebesar permintaan semua komponen hardware yaitu 430 watt. Rendering terjadi setiap hari karena padatnya project dan banyaknya object yang di render serta cara kerja dari studio ini. Demi keamanan setiap object bahkan efek akan di render secara terpisah masing-masing sehingga memudahkan mereka apabila revisi terhadap beberapa bagian kecil dari klien, sehingga mereka tidak memprosesnya dari awal kembali. Tetapi sebaliknya mereka melakukan</p>

	<p>rendering berkali-kali dan terus-menerus sehingga dalam Studio ini terdapat 30 komputer dengan spesifikasi sama yang melakukan task yang sama setiap harinya.</p> <p>Sehingga total cost untuk listrik perbulan merupakan Rp. 454.500 dikali 30 Komputer yaitu total = Rp.13.635.000</p>
Informan III	
Penggunaan	<p>Pada Workstation informan III digunakan setiap hari kecuali hari minggu selama 8 jam / hari dari jam 9 sampai jam 5 sore. Rendering biasanya sebulan diakumulasikan selama 24-48 jam.</p> <p>Sebulan total 26 hari kerja.</p>
Penghitungan Cost Energy Listrik	<p>Rp.1.468/kwh (office use > 6.600va)</p> <p>Workstation max energy draw 474 watts</p> <p>Cost: $((474/1000) \times 8 \text{ hours}) \times \text{Rp.1.468}$</p> <p style="padding-left: 40px;">$(0.474 \times 8) \times \text{Rp.1.468}$</p> <p style="padding-left: 40px;">$3.792 \times \text{Rp.1.468}$</p> <p style="padding-left: 40px;">= Rp. 5.567/ hari</p> <p>Sama seperti workstation II, Workstation III ini tidak seperti workstation Informan I, Workstation ini memerlukan <i>resource</i> yang lebih banyak untuk mendesain sehingga diasumsikan bahwa baik saat mendesain dan merender workstation Informan III selalu memakai performa yang maksimal sehingga <i>energy draw</i> yang digunakan diasumsikan maksimal sebesar permintaan semua komponen hardware yaitu 430 watt. Penggunaan dalam sebulan: $5.567 \times 26 \text{ hari}$ = Rp.144.742 dikalikan 3 komputer dalam Dialog</p>

	Design Studio dan ditambah biaya full 48 jam rendering maka total per bulan Dialog Design studio membayar Rp.434.226 + 33.399 = Rp.467.625
<i>Cloud Engine</i>	
Penggunaan	Dicontohkan perhitungan maksimum 30 hari/bulan (24/7)
Penghitungan Cost Energy Listrik	Rp.1.468/kwh (office use > 6.600va) Standard i7 Laptop max energy draw 120 watts Cost: ((120/1000) x 24 hours) x Rp.1.468 (0.12x24) x Rp.1.468 2.88 x Rp.1.468 = Rp. 4227.84/ hari x 30 = Rp. 126.835

Apabila dilihat dari total penggunaan operasional, *Cloud Engine* tidak selalu memberikan keuntungan finansial secara umum. Keuntungan finansial akan terjadi apabila penggunaan workstation dilakukan secara intensif dengan jangka waktu yang terus-menerus serta penggunaan *Cloud Engine* dengan skala besar yang dapat benar-benar digambarkan pada kasus Informan II. Keuntungan dianggap terjadi apabila cost operasi dari workstation perbulan melebihi cost operasi *Cloud Engine* sebesar Rp. 828.835 (operasi sistem standar + biaya subscription/bulan). Informan I yang memiliki rate penggunaan yang rendah sama seperti informan III tidak mendapatkan benefit dari cost dari penggunaan cloud paling tidak untuk saat ini. Akan tetapi hal ini terjadi pada informan I dan III dikarenakan karena sejak awal semua informan telah berinvestasi pada sistem workstation yang sedang digunakan. *Cloud Engine* akan lebih efektif untuk meniadakan *starting cost* yang berlebih apalagi untuk kasus spesifikasi dalam desaining yang notabene memiliki spesifikasi dan harga yang lebih tinggi, karena *Cloud Engine* dapat digunakan oleh perangkat sistem standar pada umumnya.

6.1.3 Project Production Cost Baseline

Dalam project production cost akan digambarkan pengeluaran standar yang digunakan dalam penyelesaian suatu proyek. Proyek bersifat dinamis sehingga spesifikasi proyek dan harga proyek dapat berubah-ubah sesuai dengan kesepakatan dan detail proyek, sehingga untuk lebih mudah menggambarkan cost dalam project maka spesifikasi dan harga proyek akan dirata-ratakan per satu informan. Berikut merupakan perumusan rata-rata harga proyek

Tabel 6.3 Project cost baseline

Informan I	Nilai project rata-rata yang diambil oleh informan 1 sangat jauh tautannya dari yang terendah sampai yang termahal, menurut wawancara hal tersebut dikarenakan Informan I dan <i>clientnya</i> pada umumnya memperhatikan detail sebagai tolak ukur utama harga project. Sehingga untuk mempermudah maka Biaya project rata-rata informan I merupakan biaya standar 3 menit animasi sebagai rata-rata requirement teknis dari animasi. 1 Menit Informan I = 15 juta sehingga 3 menit 45 juta rupiah.
Informan II	Informan ke II merupakan studio yang paling berhasil dan paling sibuk diantara studio informan yang lain, dengan rata-rata 4 project per bulan dan penghasilan kurang lebih 200 juta per bulan. Nilai 1 project dirumuskan dengan 200 juta dibagi 5 sehingga nilai 1 project adalah = 50 juta rupiah
Informan III	Dibandingkan dengan studio yang lain, ukuran biaya Informan III merupakan yang paling berbeda, Informan biasanya memilih minimal project yang memiliki luas gedung lebih dari 4 are (400-meter persegi) apabila project sedang ramai. Dengan biaya Rp.120.000/meter

	persegi sehingga kurang lebih 50 juta rupiah
--	---

6.2 Benefit Identification

Berikut ditunjukkan total benefit-benefit yang didapat oleh setiap Informan apabila menggunakan *Cloud Engine*.

Tabel 6.4 Benefit Identification

Informan I	<p>Secara umum informan I merupakan pihak yang paling tidak mendapat keuntungan dari pengaplikasian <i>Cloud Engine</i>, baik secara performa dan juga cost efisiensi, akan tetapi tetap terdapat benefit jangka panjang & tidak terduga apabila informan I menggunakan <i>Cloud Engine</i> seperti:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hardware lifespan: hardware memiliki masa hidupnya sendiri baik secara ketahanan barang dan fitur yang ada dalam hardware, sehingga apabila menggunakan cloud pengguna tidak perlu memikirkan replacement/upgrade. - Electricity issue: rendering merupakan kegiatan yang memakan waktu lama, apabila ditengah jalan terjadi pemadaman listrik maka rendering akan gagal, - Versatility: project dapat diakses dimanapun
Informan II	<p>Berbeda dengan Informan I, pada Informan II secara umum merupakan yang paling banyak menerima keuntungan apabila <i>Cloud Engine</i> diterapkan baik secara perfroma gain serta secara cost efficeincy.</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - Performance Gain: berdasarkan analisis performa pada bab sebelumnya, bahwa dengan pengaplikasian <i>Cloud Engine</i> performa rendering akan meningkat 234.12 % apabila dibandingkan dengan workstation yang sedang digunakan saat ini. - Cost Efficiency: dengan menerapkan <i>Cloud Engine</i> maka waktu rendering selama 15 jam perhari dapat dipangkas karena dengan <i>Cloud Engine</i> rendering akan terjadi pada server cloud , sehingga total penggunaan workstation hanya 9 jam yaitu hanya pada saat proses desain nantinya, yang pada awalnya Rp. 454.500 per workstation dan total Rp.13.635.000 semua workstation (30) menjadi: Rp.1.468/kwh (office use > 6.600va) Workstation max energy draw 430 watt Cost: ((430/1000) x 9 hours) x Rp.1.468 (0.43x9) x Rp.1.468 3.87 x Rp.1.468 = 5.681/ hari Penggunaan dalam sebulan: 5.681 x 30 = Rp. 170.430 per komputer dan Rp. 5.112.900 untuk penggunaan 30 komputer Sehingga terjadi efektifitas pengeluaran sebesar 62.5% dengan pengaplikasian <i>Cloud Engine</i> <p>Selain itu semua benefit yang ada pada di informan I</p>
--	---

	ada pada Infeorman II seperti Hardware lifespan, Electricity issue, Versatility
Informan III	<p>Sedangkan pada Informan III benefit yang paling dirasakan adalah:</p> <p>Performance Gain: Berdasarkan analisis performa pada bab sebelumnya, bahwa dengan pengaplikasian <i>Cloud Engine</i> perfroma rendering akan meningkat 270.24% apabila dibandingkan dengan workstation yang sedang digunakan saat ini.</p> <p>Selain itu semua benefit yang ada pada di informan I ada pada Infeorman II seperti Hardware lifespan, Electricity issue, Versatility</p>

Berikut akan disampaikan keuntungan per-project dengan analisis CBA oleh setiap informan pada studio dengan asumsi penyelesaian 1 project dalam 1 bulan menggunakan workstation konvensional yang dimiliki masing-masing studio.

Tabel 6.5 Overhead cost & keuntungan/project dengan menggunakan wokrstation konvensional

	Informan I	Informan II	Informan III
Workstation Operational cost	<p>Rp.614.768 (Rp. 329.768 (Design + Rendering x 1) + Rp.285.000 (Standard Design Operational PC, Rp.95.000 x 3)</p>	<p>Rp.4.545.000 (Mewakili pemakaian 10 pekerja Design + Rendering)</p>	<p>Rp.467.625 (Mewakili pemakaian 3 pekerja Design + Rendering)</p>
Rendering Time ratio/Project	<p>90(Design) : 10(Rendering)</p>	<p>40(Design) : 60(Rendering)</p>	<p>80(Design) : 20(Rendering)</p>

<i>Performance Effectiveness</i>	0%	0%	0%
Efisiensi rendering	0%	0%	0%
Another miscellaneous overhead cost/project	Rp. 250.000	Rp. 375.000	Rp. 1.500.000
Worker cost	4.5 jt/bulan x 4 (orang)	3.5 jt/bulan x 10 (orang)	6 jt/bulan x 3 (orang)
Total Cost	Rp. 18.864.768	Rp. 39.920.000	Rp. 19.967.625
Keuntungan/proyek	45.000.000 – 18.864.768 = Rp. 26.135.232	50.000.000 – 39.920.000 = Rp.10.080.000	50.000.000 – 19.967.625 = Rp. 30.032.375
Total Pengerjaan/Project	30 Hari - 90:10 (648 Jam Design + 72 Jam Render)	30 Hari - 40:60 (288 Jam Design + 432 Jam Render)	30 Hari - 80:20 (576 Jam Design + 144 Jam Render)
Profit/Hari	Rp.871.174	Rp. 336.000	Rp. 1.001.080

Hasil keuntungan/proyek diatas merupakan hasil yang di dapat apabila menggunakan workstation konvensional yang telah dimiliki oleh masing-masing studio informan. Berikut merupakan perbandingan apabila menggunakan *Cloud Engine* dalam melakukan rendering.

Tabel 6.6 Overhead cost & keuntungan/project menggunakan *cloud engine*

	Informan I	Informan II	Informan III
Workstation Operational cost	Rp. 828.835 (operasi sistem)	Rp. 828.835 (operasi sistem)	Rp. 828.835 (operasi sistem)

	standar Rp.126.835 + biaya subscription/bulan Rp. 702.000).	standar Rp.126.835 + biaya subscription/bulan Rp. 702.000).	standar Rp.126.835 + biaya subscription/bulan Rp. 702.000).
Rendering Time ratio/Project	90(Design) : 10(Rendering)	40(Design) : 60(Rendering)	80(Design) : 20(Rendering)
<i>Cloud Engine Performance Effectiveness</i>	-9.44%	234.12%	270.24%
Workstation Efisiensi rendering	10.4%	-70%	-73%
Another miscellaneous overhead cost/project	Rp. 250.000	Rp. 375.000	Rp. 1.500.000
Worker cost	4.5 jt/bulan x 4 (orang)	3.5 jt/bulan x 10 (orang)	6 jt/bulan x 3 (orang)
Total Cost	Rp. 19.078.835	Rp. 36.203.835	Rp. 20.328.835
Keuntungan/proyek	45.000.000 – 19.078.835 = Rp. 25.921.165	50.000.000 – 36.203.835 = Rp. 13.796.165	50.000.000 – 20.328.835 = Rp. 29.671.165
Total Pengerjaan/Project	31 Hari (648 Jam Design + 79 Jam Render)	18 Hari (288 Jam Design + 130 Jam Render)	26 Hari (576 Jam Design + 39 Jam Render)
Profit/Hari	Rp. 836.166	Rp. 766.454	Rp. 1.141.198

Kesimpulan dari cost-benefit analisis ini bahwa informan I memiliki relevansi terhadap teknologi *Cloud Engine* paling kecil diantara ketiga informan, benefit investasi hanya Hardware lifespan, Electricity issue, Versatility penggunaan *Cloud Engine* mengurangi performa serta profit harian dalam penyelesaian project dari 30 hari menjadi 31 hari, sehingga profit harian berkurang dari Rp.871.174. ke Rp. 836.166. Pada Informan II investasi ini akan sangat relevan karena baik performa dan cost efisiensi terjadi apabila informan dua melakukan investasi, terjadi pengurangan total pengerjaan proyek menjadi 18 hari dari awalnya 30 hari karena memangkas waktu rendering 70% dari total waktu rendering 432 jam menjadi hanya 130 jam sehingga memotong waktu rendering menjadi 6 hari sehingga total pengerjaan proyek adalah 18 hari dengan rincian 12 hari desaining dan 6 hari rendering. Hal tersebut juga meningkatkan keuntungan harian dari Rp. 336.000 menjadi Rp. 766.454 sehingga informan II sangat disarankan untuk menggunakan *Cloud Engine*. Sedangkan informan III terjadi pemangkasan waktu produksi/project dari awalnya 30 hari menjadi 26 hari dan meningkatkan profit harian project dari Rp. 1.001.080 ke Rp. 1.141.198, hasil ini menunjukkan bahwa walaupun *total cost* bertambah tetapi keuntungan perhari tetap dapat meningkat karena waktu produksi lebih cepat sehingga informan III juga disarankan untuk menggunakan *Cloud Engine* apabila melihat dari sudut pandang keuntungan harian project.

BAB VII

KESIMPULAN & SARAN

Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dan saran yang dapat diambil berdasarkan seluruh proses penelitian yang telah dilakukan untuk memastikan hasil yang diperoleh telah mampu menjawab pertanyaan penelitian serta tujuan penelitian.

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan tentang Investment Analysis: Peningkatan Performa dan Efisiensi dari Adopsi *Cloud Engine* Pada Industri Kreatif Berbasis Digital Visual Desain yang Miliki Kebutuhan Komputasi & Prosesing Tinggi hasil yang didapat adalah sebagai berikut.

1. Berdasarkan analisis yang dilakukan diketahui bahwa *Cloud Engine* tidak selalu memberikan keuntungan finansial secara umum. Keuntungan finansial akan terjadi apabila penggunaan workstation dilakukan secara intensif dalam rendering dengan jangka waktu yang terus-menerus serta penggunaan *Cloud Engine* dengan skala besar.
2. Berdasarkan pengujian yang dilakukan secara umum *Cloud Engine* dapat benar-benar meningkatkan produktifitas dalam merender dan memangkas waktu produksi karena selain spesifikasi umum dari *Cloud Engine* yang tinggi, fitur render tak terbatas dari *Cloud Engine* juga membuat rendering lebih cepat dan dapat berjalan secara paralel/bersamaan tanpa mengurangi performa dari rendering lainnya yang sedang berjalan.
3. Spesifikasi *Cloud Engine* secara umum sudah lebih baik daripada spesifikasi workstation pada umumnya. *Cloud Engine* dinilai setara atau lebih baik dari 91% rata-rata spesifikasi dunia. Spesifikasi standar hardware *Cloud Engine* akan selalu tetap lebih baik apabila workstation konvensional tidak menggunakan setup multiple GPU atau multiple CPU spesifikasi terbaru.
4. Cara melakukan analisis terhadap infrastruktur *hardware* penunjang industri kreatif berbasis digital visual desain dengan melakukan *spesification cascading* terlebih dahulu, setelah itu, merumuskan *performance goal* dari sistem yang di

analisis. Merumuskan metrik yang sesuai untuk pengujian, menentukan *central tendency* dari variable-variable yang muncul, melakukan *benchmark* dan simulasi sesuai dengan kenyataan sebenarnya, mengekstrak hasil dan value-value yang dibutuhkan lalu melakukan analisis berdasarkan data terakhir dan tujuan penelitian.

7.2 Saran

Berdasarkan keseluruhan hasil penelitian didapat saran-saran yang perlu ditindaklanjuti dalam upaya pengembangan penelitian, baik bagi peneliti selanjutnya maupun kepentingan lainnya.

1. Penelitian selanjutnya dapat mencontohkan task lainnya selain rendering untuk menguji kapabilitas mesin *Cloud Engine* dalam high *performance* computing.
2. Penelitian selanjutnya dapat menganalisis investasi *Cloud Engine* dengan lebih dalam lagi menggunakan metode analisis yang lebih kompleks seperti Information economics.
3. Saat kemampuan virtualisasi online telah menjadi lebih umum sudah dipakai pada banyak aplikasi berbasis cloud, penelitian selanjutnya dapat melakukan workload assesment yang detail pada proses aplikasi cloud sama seperti pada workstation konvensional.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Miguel, B. and Bento, T. (2012) ‘The impact of “*Creative Industries*” definitions on subsector typologies.
- [2] Mu, K. et al. (2009) ‘The Role of *Creative Industries* in Industrial Innovation The Role of *Creative Industries* in Industrial Innovation’.
- [3] Paper, W. and McKinsey (2018) ‘Creative Disruption: The impact of emerging technologies on the creative economy’, World Economic Forum
- [4] Borges, M., Barros, E. and Maia, P. H. (2018) ‘Cloud restriction solver: A refactoring-based approach to migrate applications to the cloud’, *Information and Software Technology*. Elsevier B.V., 95, pp. 346–365. doi: 10.1016/j.infsof.2017.11.014.
- [5] Ruby, A. J., Aisha, B. W. and Subash, C. P. (2015) ‘*Rendering-as-a-Service*: Taxonomy and comparison’, *Procedia Computer Science*. Elsevier Masson SAS, 50, pp. 276–281. doi: 10.1016/j.procs.2015.04.048.
- [6] Jarschel, M. et al. (2013) ‘Gaming in the clouds: QoE and the users’ perspective’, *Mathematical and Computer Modelling*. Elsevier Ltd, 57(11–12), pp. 2883–2894. doi: 10.1016/j.mcm.2011.12.014.
- [7] Ponchio, F. and Dellepiane, M. (2016) ‘Multiresolution and fast decompression for optimal web-based *rendering*’, *Graphical Models*. Elsevier Inc., 88, pp. 1–11. doi: 10.1016/j.gmod.2016.09.002.
- [8] Shea, R., Fu, D. and Liu, J. (2015) ‘Cloud Gaming: Understanding the Support from Advanced Virtualization and *Hardware*’, *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 25(12), pp. 2026–2037. doi: 10.1109/TCSVT.2015.2450172.
- [9] Cocco L, Marchesi M (2016) Modeling and Simulation of the Economics of Mining in the Bitcoin Market. *PLOS ONE* 11(10): e0164603. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0164603>
- [10] <https://www.digitaltrends.com/computing/cryptocurrency-mining-graphics-card-prices/>
diakses 11 Maret 2018
- [11] Navdeep Singh, Raster and Vector Graphics and Raster to Vector Conversion, *International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering*: 2017
- [12] Zhu, Y. et al. (2012) ‘What is System Hang and How to Handle it’, *Journal of Northwestern Polytechnical University*.

- [13] <https://epsnews.com/2018/01/05/trendforce-samsung-china-meeting-moderate-dram-prices/> diakses 11 Maret 2018
- [14] Indrajit, R. E. (2012) *Analisa Cost-Benefit*.
- [15] Parker, M. M. (1990) 'Information Economics: linking business *performance* to information technology', *Journal of Information Technology*, pp. 55–58. doi: 10.1057/jit.1990.13.
- [16] Gai, K., Qiu, M., Zhao, H., Tao, L., & Zong, Z. (2016). Dynamic energy-aware cloudlet-based mobile *cloud computing* model for *green computing*. *Journal of Network and Computer Applications*, 59, 46–54. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2015.05.016>
- [17] Murugesan, S. and Gangadharan, G. R. (2012) *Harnessing Green IT*. IEEE - Computer Society.
- [18] Sheharyar, A. (2013) 'A Framework for Creating a Distributed *Rendering* Environment on the Compute Clusters', 4(6), pp. 117–123.
- [19] David J. Lilja (2004) *Measuring Computer Performance - A Practitioner's Guide*. Cambridge University Press.
- [20] European Commission (2014) *Guide to Cost-benefit Analysis of Investment Projects: Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020*, Publications Office of the European Union. doi: 10.2776/97516.
- [21] Ross, S. M. and Morrison, G. R. (2014) 'EXPERIMENTAL RESEARCH METHODS', pp. 1021–1044.
- [22] King, J. and Schrems, E. (1978) *Cost benefit analysis* in IS Development and Operation. *Computing Surveys*.
- [23] J.W. Creswell, *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches*, 2007. doi:10.1016/j.aenj.2008.02.005.
- [24] Yin, R. K. (1994;2003;2009). *Case study research: Design and methods*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- [25] Rahardjo, M. (2017). *STUDI KASUS DALAM PENELITIAN KUALITATIF: KONSEP DAN PROSEDURNYA*. Malang

- [26] Yunus, H. S. (2010). *Metode Penelitian Wilayah Kontemporer*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- [27] O. Yildiz, Ö.Ç. Bozkurt, A. Kalkan, A. Ayci, The Relationships between Technological Investment, Firm Size, Firm Age and the Growth Rate of Innovational *Performance*, *Procedia - Soc. Behav. Sci.* 99 (2013) 590–599. doi:10.1016/j.sbspro.2013.10.529.
- [28] Transformation Through Infrastructure – World Bank Group Infrastructure Strategi Update FY (2012-2015) Report, ISBN: 978-1-60244-006-7
- [29] Rouse, W. B., Boff, K. R., & Sutley Thomas, B. G. (1997). Assessing *cost/benefits* of research and development investments. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics Part A:Systems and Humans.*, 27(4), 389–401. <https://doi.org/10.1109/3468.594907>
- [30] Bumbescu, S. S., & Voiculesu, A. (2014). *Cost benefit analysis* and Its Role in Investment Projects in Agriculture. *Hyperion Economic Journal*, 4(2), 44–53.
- [31] Hocine, B. (2017). Investment Evaluation of Higher Education Through *Cost-Benefit Analysis* : Evidence from Adrar University-Algeria. *Journal of Education and Practice*, 8(3), 89–97.
- [32] European Commission. (2014). Guide to *Cost-benefit Analysis* of Investment Projects: Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2776/97516>
- [33] Schniederjans, M. ., Hamaker, J. ., & Schniederjans, A. . (2005). *Information technology Investment: Decision-making methodology*. World Scientific Publishing Co. Pte, Ltd. [https://doi.org/10.1016/S0143-974X\(98\)80047-3](https://doi.org/10.1016/S0143-974X(98)80047-3)
- [34] Apostu, A., Puican, F., Ularu, G., Suciu, G., & Todoran, G. (2013). Study on Advantages and Disadvantages of *Cloud computing* - the Advantages of Telemetry Applications in the Cloud. *Recent Advances in Applied Computer Science and Digital Services*, 118–123.
- [35] Paul Rajan, A. R., & Shanmugapriyaa, S. (2012). Evolution of Cloud Storage as *Cloud computing* Infrastructure Service. *IOSR Journal of Computer Engineering (IOSRJCE)*, 1(1), 38–45. <https://doi.org/10.9790/0661-0113845>
- [36] IBM. (2010). The Benefits of *Cloud computing*. NetSuite, (July), [cited 2010 July 28]. Retrieved from <http://www.netsuite.com/portal/products/cloud-computing.shtml>

- [37] Xue, C. T. S., & Xin, F. T. W. (2016). Benefits and Challenges of the Adoption of *Cloud computing* in Business. *International Journal on Cloud computing: Services and Architecture*, 6(6), 01–15. <https://doi.org/10.5121/ijccsa.2016.6601>
- [38] Malekloo, M. H., Kara, N. and El Barachi, M. (2018) ‘An energy efficient and SLA compliant approach for *resource* allocation and consolidation in *cloud computing* environments’, *Sustainable Computing: Informatics and Systems*. Elsevier Inc., 17, pp. 9–24. doi: 10.1016/j.suscom.2018.02.001.
- [39] Prukkantragorn, P. and Tientanopajai, K. (2017) ‘Price efficiency in high *performance* computing on amazon elastic compute cloud provider in compute optimize packages’, 20th International Computer Science and Engineering Conference: Smart Ubiquitous Computing and Knowledge, ICSEC 2016. doi: 10.1109/ICSEC.2016.7859936.
- [40] Bauer, E. (2018) ‘Improving Operational Efficiency of Applications via *Cloud computing*’, *IEEE Cloud computing*, 5(1), pp. 12–19. doi: 10.1109/MCC.2018.011791710.
- [41] Bellini, P., Cenni, D. and Nesi, P. (2015) ‘Smart *Cloud Engine* and Solution Based on Knowledge Base’, *Procedia Computer Science*. Elsevier Masson SAS, 68(Vm), pp. 3–16. doi: 10.1016/j.procs.2015.09.219.
- [42] Meier, H., Lagemann, H., Morlock, F., & Rathmann, C. (2013). *Key performance* indicators for assessing the planning and delivery of industrial services. *Procedia CIRP*, 11, 99–104. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2013.07.056>
- [43] Jonsson, P., & Lesshammar, M. (1999). Evaluation and improvement of manufacturing *performance* measurement systems – the role of OEE. *International Journal of Operations & Production Management*, 19(1), 55–78. <https://doi.org/10.1108/01443579910244223>
- [44] Sugiyono. (2014). *Memahami Penelitian Kualitatif*. Bandung: Alfabeta.
- [45] Nyman, T. J. et al. (2017) ‘As time passes by : Observed motion-speed and psychological time during video playback’, (June). doi: 10.17605/OSF.IO/UGZKP.
- [46] Kalder, R. S. and Ed, D. (2012) ‘Geometric Mean - What Does it Mean? Department of Mathematical Sciences’, *International Journal for Mathematics Teaching and Learning*, pp. 1–17.
- [47] Ritschel, T., Grosch, T. and Kautz, J. (1981) ‘The State of the Art in Interactive Global Illumination’, 0(0).
- [48] McGuire, M. (2014) ‘Efficient GPU Screen-Space Ray Tracing’, 3(4), pp. 73–85.
- [49] <https://80.lv/articles/ssrtgi-toughest-challenge-in-real-time-3d/> diakses tanggal 19 Desember 2018

[50] Gutiérrez, M., Thalmann, D. and Vexo, F. (2004) ‘Augmented CGI Films’, Swiss Federal Institute of Technology at Lausanne (EPFL).

[51] Salmon, R. A., Armstrong, M. G. and Jolly, S. J. E. (2017) ‘HIGHER FRAME RATES FOR MORE IMMERSIVE VIDEO AND TELEVISION’, (October 2011). doi: 10.13140/RG.2.2.26763.49441.

[52] Nuhu, B. and Best, B. (2015) ‘The Effect of Heat on Processors : A Challenge to Computer Usage in Northern Nigeria Rural Colleges’, 6(9).

**LAMPIRAN
FORM WAWANCARA**

Profil Informan

1. Nama :
 2. Umur :
 3. Pendidikan terakhir :
 4. Alamat :
 5. Pekerjaan :

No	Domain dan Elemen Dalam Domain	Unsur	Pertanyaan Wawancara
1.	Investment	<i>Keseluruhan instrument pertanyaan mengenai Domain Investment</i>	
	<i>Cost</i>	<i>Short-time Cost & Base Infrastructure</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Apakah menurut anda short time cost dalam penggunaan <i>Cloud Engine</i> lebih rendah? - Rata-rata berapa banyak yang anda bayarkan dalam sebulan atau biaya operasional/project untuk mengoperasikan workstation ada saat ini? - Perbandingan berhubungan dengan cost penggunaan cloud engine vs konvensional workstation & project: <ul style="list-style-type: none"> a) Harga/project b) Total pemasukan/bulan c) Banyak project yang diambil d) Modal/proyek

		<i>Hardware Replacement Cost</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Apakah anda pernah mengalami kerusakan perangkat <i>hardware</i> di <i>PC workstation</i> anda? - Apakah kerusakan tercover oleh garansi? - Berapa banyak dana dikeluarkan untuk mengganti <i>hardware</i> rusak tersebut? - Seberapa sering anda mengalami hal tersebut?
		<i>Long-term Cost</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Seberapa banyak total pengeluaran untuk mengoperasikan <i>workstation</i>? (pembayaran listrik dan biaya lainnya dalam pengoperasian per tahun)
	<i>Benefit</i>	<i>Features</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Hal/fitur apa saja yang membuat anda merasa senang? menggunakan system konvensional maupun cloud engine - Hal/fitur apa yang membuat anda ingin beralih ke <i>Cloud Engine</i>?
		<i>Services</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Bagaimana layanan after-sales saat membeli/menggunakan <i>PC workstation</i> konvensional? - Apabila dibandingkan dengan <i>Cloud Engine</i> bagaimana <i>service after-sales</i> yang ditawarkan ?
		<i>Reliability</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Menurut anda bagaimana reliability dari <i>Cloud Engine</i> ? apaka telah dapat menggantikan system konvensional secara keseluruhan? - Perbandingan penggunaan cloud engine vs konvensional

			workstation: a) Rata-rata waktu pengerjaan project b) Waktu rata-rata dalam merender c) Waktu pengoperasian PC/workstation d) Project yang dapat diselesaikan dalam sebulan
2.	Infrastructure	<i>Keseluruhan instrument pertanyaan mengenai Domain Infrastruktur</i>	
	<i>Hardware</i>	<i>hardware demand</i>	- Bagaimana menurut anda minimum specification <i>hardware</i> yang dibutuhkan dalam menjalankan <i>Cloud Engine</i> ?
		<i>Actual Processing Speed</i>	- Bagaimana perbandingan prosesing speed yang anda rasakan setelah mencoba <i>Cloud Engine</i> apabila dibandingkan dengan system konvensional anda? - Pengujian & observasi performa (dengan simulasi & benchmarking)
		<i>Raw Specification</i>	- Bagaimana menurut anda perbandingan spesifikasi yang didapat antara system anda dengan <i>Cloud Engine</i> , menurut anda apakah telah sesuai dengan hasil yang didapat?
		<i>Output Scalability</i>	- Apakah sebelumnya anda berpikir dua-kali untuk memilih <i>output</i> yang akan anda render? (misalkan dengan mempertimbangkan waktu render, kualitas, deadline,

			<p><i>output spec, size etc)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Apakah menurut anda dengan pgunnan <i>Cloud Engine</i> anda lebih leluasa memilih <i>output</i> kualitas manapun?
		<i>Energy Requirement</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Bagaimana pendapat anda tentang penggunaan energi saat anda menggunakan <i>Cloud Engine</i> dibandingkan dgn system konvensional anda?
	<i>Interface Setup</i>	<i>Ease of Use</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Apakah menurut anda user interface <i>Cloud Engine</i> sulit dipakai?
		<i>Requirement</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Bagaimana menurut anda requirement yang diminta (software layer) untuk menjalankan <i>Cloud Engine</i> ?
		<i>Setup</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Dibandingkan dengan system anda sebelumnya, perbandingan set-up yang anda perlu lakukan untuk mulai bekerja?
3	Efectiveness & Efficiency	<i>Keseluruhan instrument penelitian mengenai Domain Efectiveness & Efficiency</i>	
	<i>High Performance Computing</i>	<i>Throughput</i>	Observasi & analisis terhadap ke-efektifan unit kerja (thread) pada suatu proses [Peneliti]
		<i>Cycle and Execution</i>	Observasi & analisis terhadap efisiensi eksekusi dalam suatu cycle [Peneliti]
	<i>Time</i>	<i>Render Time</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Bagaimana menurut anda perbandingan render time yang dibutuhkan saat penggunaan <i>Cloud Engine</i>?
		<i>Project Done</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Menurut anda berapa banyak perbandingan project yang selesai antara <i>Cloud Engine</i> vs

			system konvensional anda?
	<i>Quality</i>	<i>Output Density</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Apakah <i>Cloud Engine</i> dapat menghasilkan kualitas render <i>output density</i> sama atau bahkan lebih baik daripada <i>Cloud Engine</i>?
		<i>Output Frame</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Observasi apakah <i>Cloud Engine</i> dapat menghasilkan kualitas render <i>output</i> frame sama atau bahkan lebih baik daripada <i>Cloud Engine</i> dalam waktu lebih singkat - Rata-rata spesifikasi proyek yang diambil (contoh: lama animasi, resolusi, frame-rate, detail polygon texture dsb).
		<i>User Satisfaction</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Misalkan anda menggunakan <i>Cloud Engine</i> ini selama seminggu untuk melakukan semua pekerjaan anda, apakah anda sanggup? - Bagaimanakah performa penggunaannya, apakah anda puas? - Apakah anda tertarik untuk menggunakan cloud engine kedepannya?

BIOGRAFI PENULIS



Gede Indra Raditya Martha, lahir di Denpasar, 14 November 1993 merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari I Made Parwatha dan Anak Agung Istri Ngurah Marhaeni yang sedari kecil memiliki hobi melukis, membaca, sepak bola, bermain games dan modifikasi PC serta Overclocking. Hobi menggambar dan melukis serta kebiasaan melakukan desain di komputer mengantarkan penulis untuk bekerja freelance sebagai 3D Desainer, dan Arsitektur walaupun tidak memiliki latar belakang pendidikan pada bidang tersebut. Penulis juga aktif bekerja sebagai Konsultan PC & Hardware untuk kebutuhan khusus yang dilakukannya sembari melakukan usahanya dalam berjualan. Pendidikan formal yang dijalani SD 8 Dauh Puri di Tahun 2000-2006, SMP Negeri 6 Denpasar di Tahun 2006-2009, SMA Negeri 1 Denpasar di Tahun 2009-2012 kemudian melanjutkan ke jenjang perkuliahan di Universitas Udayana, Fakultas Teknik, Program Studi Teknologi Informasi di Tahun 2012 dan lulus tepat waktu pada tahun 2016. Pada tahun 2017 penulis diterima sebagai Mahasiswa Program Pascasarjana Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, Fakultas Teknologi Informasi, Jurusan Sistem Informasi dengan NRP. 05211750010003. Dengan bidang minat Hardware Infrastructure, High Performance Computing, 3D & Virtual Reality, dan Investasi & Adopsi Teknologi. E-mail: raddityaindra@gmail.com