



Analisis Penghalusan Model Visualisasi dengan Perbandingan Metode Kurva Lagrange dan Spline (Studi Kasus: Objek Primitif)

Okta Irawati

Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer ERESHA
dosen02610@unpam.ac.id

Kata kunci:	Abstrak
3D, objek primitif, surface, lagrange, spline.	Grafik komputer saat ini sudah memasuki era tiga dimensi atau biasa disebut 3D, 3D adalah bentuk dari benda yang memiliki panjang, lebar, dan tinggi. Objek tiga dimensi tersusun dari sekumpulan surface (permukaan kulit). Untuk membuat objek tiga dimensi yang lebih kompleks yang terdiri dari berbagai macam gabungan objek primitif yang berbeda, maka akan semakin meningkat pula memori yang dihasilkan. Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut, digunakan metode lagrange dan spline untuk menghaluskan permukaan objek primitif. Jumlah face maupun vertice yang dihasilkan dengan menggunakan metode lagrange memiliki rata-rata 8,84% dan menggunakan metode spline memiliki rata-rata 34,19%. Memori yang dihasilkan dari sebuah proses rendering menggunakan metode lagrange maupun spline memiliki rata-rata sebesar 12%. Waktu yang dibutuhkan untuk sebuah proses rendering menggunakan metode lagrange dan spline mengalami rata-rata jumlah waktu yang sama yaitu kurang dari 1 detik. Hal ini menunjukkan bahwa metode spline adalah metode terbaik untuk menghaluskan objek primitif dibandingkan dengan metode lagrange.

Pendahuluan

Grafik komputer saat ini sudah memasuki era tiga dimensi atau biasa disebut 3D, 3D adalah bentuk dari benda yang memiliki panjang, lebar, dan tinggi. Menurut Hadi (2014:153) grafika komputer adalah topik keilmuan yang senantiasa berkembang dari tahun ke tahun. Berkembangnya perangkat keras, sekaligus juga dengan perangkat lunak, membuat konsep grafika komputer yang dahulu belum memungkinkan diimplementasikan, sekarang dapat diimplementasikan. Salah satu aplikasi yang nyata dari grafika komputer adalah untuk visualisasi data dalam bentuk grafis 2D atau 3D dilengkapi dengan animasi. Visualisasi merupakan bidang yang menyertai grafika komputer dan membuat grafika komputer semakin solid dan kuat menjadi tiang fondasi bagi bidang ilmu lainnya.

Menurut Malik (2017:45) grafik tiga dimensi merupakan teknik penggambaran yg berpatokan pada titik koordinat sumbu x (datar), sumbu y (tegak), dan sumbu z (miring). Objek tiga dimensi tersusun dari sekumpulan surface (permukaan kulit). Surface dapat dibuat dari rangkaian objek primitif. Objek primitif dapat diartikan sebagai sebuah bentuk dasar dari objek grafis yang dapat dimanipulasi. Menurut Hadi (2014:20) paket pemrograman grafika dilengkapi dengan fungsi untuk menyatakan scene dalam bentuk struktur dasar geometri disebut dengan objek primitif, dengan memasukkan objek primitif tersebut sebagai struktur yang lebih kompleks. Dari garis dapat dibentuk poligon, kurva maupun lingkaran. Dengan

dasar bangun ini maka dapat dibentuk objek-objek lain yang lebih kompleks di antara objek-objek tiga dimensi seperti sphere, cylinder, torus, cone, geosphere dan tube. Menurut Autodesk salah satu software pengolah objek tiga dimensi, objek primitif merupakan objek yang paling mendasar dan sering digunakan seperti kotak, bola dan silinder.

Untuk mendapatkan objek tiga dimensi dengan permukaan yang halus dan tidak terkesan kaku maka digunakan ukuran objek yang lebih kecil. Hal ini mengakibatkan jumlah penggunaan objek primitif meningkat, maka waktu akan meningkat pada hasil rendering. Menurut Nani (2017:166) rendering adalah proses pembuatan/produksi image/gambar pada layar dari pendeskripsian suatu model. Menurut Hadi (2014:17) rendering adalah pemberian nuansa realistis kepada model-model geometris sehingga memiliki sifat/keadaan yang menyerupai sebenarnya. Selain lamanya proses rendering untuk membuat objek tiga dimensi yang lebih kompleks yang terdiri dari berbagai macam gabungan objek primitif yang berbeda maka akan semakin meningkat pula memori yang dihasilkan.

Kurva membuat permukaan datar yang digunakan pada objek primitif akan terlihat seolah-olah melengkung. Untuk membuat kurva tersebut membutuhkan persamaan matematika yang detail. Menurut Susilo (2013:1) Kurva splines dipilih karena kurva ini yang menghasilkan lengkungan yang lebih halus dan lebih mendekati titik acuan kurva (knot vector). Sedangkan menurut Liliana (2014:2) lagrange surface yang terbentuk dari kurva-kurva, maka permukaan yang datar akan tampil seolah-olah melengkung. Kurva lagrange dipilih karena metode ini dapat menghasilkan permukaan yang lebih halus.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penulis mempunyai gagasan yang akan dituangkan dalam karya ilmiah sebagai persyaratan lulus Megister Komputer STMIK Eresha dengan judul "ANALISIS PENGHALUSAN MODEL VISUALISASI DENGAN PERBANDINGAN METODE KURVA LAGRANGE DAN SPLINE (Studi Kasus: Objek Primitif)".

Metode

Pada penelitian ini penerapan metode lagrange dan spline untuk menghaluskan permukaan objek primitif dibutuhkan perangkat lunak (software) dan perangkat keras (hardware) untuk mendukung proses penelitian.

a. Objek Primitive 3D

Objek tiga dimensi yang digunakan pada penelitian ini yaitu objek primitif. Berikut data objek primitif menurut Autodesk dengan menggunakan MaxScript Autodesk.

b. Surface Modeling of Curve

Dalam studi kasus ini, Objek primitif akan diimplementasikan dengan pendekatan metode kurva lagrange dan spline. Berikut proses yang akan dilakukan pada studi kasus ini:

1) Insialisasi sumbu x, y dan z pada objek tiga dimensi

Pada setiap objek tiga dimensi memiliki titik sumbu x, y dan z, sumbu tersebut akan mengubah segius dan segment yang sehingga mempengaruhi kehalusan objek.

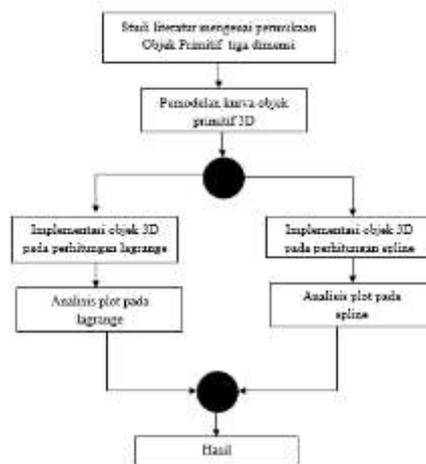
2) Implementasi

Melakukan implementasi sumbu x, y dan z pada masing-masing metode, yaitu metode lagrange dan spline. Menurut Spiegel (2002:188) pada bukunya Hand Out About Lagrange Multipliers, metode lagrange digunakan untuk memaksimalkan objek tiga dimensi dari suatu fungsi yang dibatasi oleh suatu kondisi. Sedangkan implementasi pada spline untuk membatasi jumlah knot yang akan mempengaruhi pembentukan kurva, maka akan ditentukan derajat dan untuk menentukan seberapa besar pengaruh knot tertentu pada bentuk kurva yang dihasilkan, maka setiap knot/titik diberi waktu. Knot yang waktunya saling intersection saja yang akan mempengaruhi bentuk kurva pada segmen tersebut.

3) Perhitungan

Melakukan perhitungan dengan menggunakan metode lagrange dan spline. Berikut function untuk melakukan perhitungan dengan menggunakan metode lagrange dan spline,

- a) Function lagrange
function $[K,L,yi]=\text{poliLagrange}(X,Y,xi)$
- b) Function spline
function $[S,yi] = \text{spline1}(X,Y,xi)$
- c. Perangkat Lunak
Perangkat lunak (software) adalah komponen data processing yang berupa program-program dan teknik-teknik lainnya untuk mengontrol sistem komputer. Software atau perangkat lunak juga merupakan sebuah perangkat operasi kerja untuk menjalankan sebuah komponen pada hardware. Pada penelitian ini menggunakan aplikasi (software) Autodesk 3D Max 2010.
- d. Perangkat Keras
Perangkat keras (hardware) adalah seluruh komponen peralatan yang membentuk suatu sistem dan peralatan lainnya yang memungkinkan komputer dapat melaksanakan tugasnya secara fisik dan dapat terlihat secara jelas dan nyata. Bagian-bagian pokok perangkat keras meliputi masukan (input), CPU (Central Processing Unit), tempat penyimpanan (Secondary Memory), dan keluaran (Output).
Adapun langkah-langkah perancangan penelitian pada penelitian ini adalah sebagai berikut;



Gambar 3. 1 Langkah-langkah perancangan penelitian

Dari gambar 3. 8 seperti tersebut di atas secara umum dapat dideskripsikan perancangan penelitian bahwa pada tahap awal akan dilakukan studi literatur untuk mengetahui konseptual tentang lagrange dan spline dan karakteristiknya. Dari karakteristik yang diamati dengan pendekatan lagrange dan spline, maka akan diketahui knot pada permukaan mesh pada objek primitif. Setelah melakukan riset pada objek mesh kemudian mengimplementasikan pendekatan lagrange dan spline pada objek mesh, sehingga dapat mengurangi dan membatasi jumlah knot yang akan mempengaruhi pembentukan kurva pada permukaan objek mesh. Dari implementasi pendekatan tersebut terhadap objek mesh disapat hasil, yaitu dengan berkurangnya knot proses rendering akan lebih cepat dan memori yang dihasilkan akan lebih kecil.

Berikut teknik analisis studi kasus objek primitif menggunakan metode kurva lagrange dan spline, proses dan tahapan yang harus dilakukan, yaitu:

- a. Gradasi warna
Dalam menentukan warna sebuah segitiga, normal bidang menjadi penentu. Jika sebuah segitiga hanya mempunyai sebuah normal bidang, maka segitiga tersebut akan diwarnai dengan satu warna yang sama. Sementara itu, pada obyek primitif bola, setiap titik pada permukaan bola mempunyai normal tersendiri. Hal ini menyebabkan terjadinya gradasi warna yang halus pada permukaan bola. Dari hal ini, dapat diambil hipotesa sebagai berikut, jika sebuah bidang mempunyai normal di setiap titik pembentuk bidang, maka pada bidang tersebut akan muncul banyak warna yang diharapkan akan menampilkan gradasi warna yang halus.
- b. Jumlah face pada garis kurva

Bertambahnya plot atau titik dari sumbu x, y dan z atau biasa di tuliskan dengan (x,y,z) pada garis kurva yang terdapat pada objek primitif 3D. Plot tersebut membentuk face atau kulit permukaan pada objek primitif 3D dimana semakin banyak jumlah face maka permukaan objek primitif 3D akan semakin halus.

- c. Jumlah vertice pada garis kurva
Vertice atau biasa disebut vertex merupakan titik-titik yang dihubungkan sehingga membentuk garis. Vertice pada setiap objek 3D memiliki jumlah yang berbeda-beda, semakin banyak jumlah vertice pada objek 3D maka semakin halus permukaan objek tersebut.
- d. Penggunaan waktu dalam satu kali buah proses rendering
Rendering merupakan proses akhir dari pembangunan model dengan program komputer ke bentuk keluaran untuk sebuah gambar digital. Bentuk keluaran gambar digital memerlukan waktu untuk melakukan proses rendering. Waktu yang lama akan dipengaruri oleh model objek 3D, semakin kompleks maka akan semakin lama.
- e. Penggunaan memory dalam satu kali proses rendering
Jumlah memori sebuah gambar digital yang dihasilkan dari proses rendering berbeda-beda. Semakin kompleks suatu objek menjadi faktor utama dari banyaknya jumlah memori.

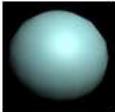
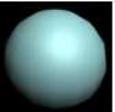
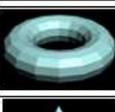
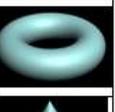
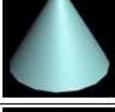
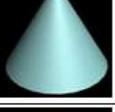
Hasil dan Pembahasan

Model dengan menggunakan metode lagrange dan spline yang diuji dengan membandingkan gradasi warna, jumlah face, vertice, memori dan lama waktu render menghasilkan tingkat kehalusan yang berbeda. Berikut hasil render dari implementasi metode lagrange dan spline pada objek primitif.

- a. Hasil Pengujian dengan membandingkan jumlah gradasi warna

Pengujian pertama dilakukan untuk membandingkan hasil rendering, yaitu dengan membandingkan gradasi warna pada Normal Object Primitive dengan objek primitif yang sudah diimplementasikan metode lagrange. Berikut tabel yang merupakan hasil dari rendering berdasarkan gradasi warna:

Tabel 1. 1 Tampilan perbandingan gradasi warna

No	Nama Objek Primitif	Normal Object Primitive	Hasil Metode Lagrange	Hasil Metode Spline
1	Sphere			
2	Cylinder			
3	Torus			
4	Cone			
5	Geosphere			
6	Tube			

Berdasarkan tabel diatas dengan membandingkan gradasi warna, hasil analisis dengan menggunakan metode spline mampu menghaluskan objek primitif lebih baik daripada dengan menggunakan metode lagrange.

b. Hasil Pengujian dengan membandingkan jumlah face

Face merupakan sebuah permukaan yang dibentuk oleh minimal tiga garis. Face pada setiap objek 3D memiliki jumlah yang berbeda-beda, semakin banyak jumlah face pada objek 3D maka semakin halus permukaan objek tersebut. Berikut dibawah ini merupakan hasil dari pengujian dengan membandingkan jumlah face :

Tabel 1. 1 Tampilan perbandingan jumlah face

No	Nama Objek Primitif	Normal Objek Primitif	Metode Lagrange	Metode Spline
1	Sphere	224	5.49%	24.18%
2	Cylinder	96	2.83%	11.63%
3	Torus	576	6.54%	27.61%
4	Cone	288	19.63%	89.63%
5	Geosphere	320	6.21%	2.46%
6	Tube	192	12.32%	49.63%
Rata-rata		282.67	8.84%	34.19%

Berdasarkan tabel dan grafik diatas dengan membandingkan jumlah face, hasil analisis dengan menggunakan metode spline mampu menghaluskan objek primitif tiga kali baik baik daripada dengan menggunakan metode lagrange.

c. Hasil Pengujian dengan membandingkan jumlah vertice

Vertice atau biasa disebut vertex merupakan titik-titik yang dihubungkan sehingga membentuk garis. Sama halnya dengan face, semakin banyak jumlah vertex maka semakin halus permukaan objek 3D. Berikut dibawah ini merupakan perbandingan objek 3D normal dengan hasil dari implementasi metode lagrange berdasarkan jumlah vertice:

Tabel 1. 2 Tampilan perbandingan jumlah vertice

No	Nama Objek Primitif	Normal Objek Primitif	Metode Lagrange	Metode Spline
1	5.49%	24.18%	0.57%	5.59%
2	2.83%	11.63%	0.84%	2.43%
3	6.54%	27.61%	0.24%	1.11%
4	19.63%	89.63%	7.78%	16.23%
5	6.21%	2.46%	0.60%	6.21%
6	12.32%	49.63%	1.79%	5.83%
Rata-rata			8.84%	34.19%

Berdasarkan tabel diatas dengan membandingkan vertice, hasil analisis dengan menggunakan metode spline mampu menghaluskan objek primitif tiga kali lebih baik daripada dengan menggunakan metode lagrange.

d. Hasil pengujian dengan membandingkan jumlah memori

Memori yang dihasilkan dari proses rendering dipengaruhi oleh kompleksitas suatu objek 3D. Semakin rumit objek maka akan memakan memori yang banyak. Berikut dibawah ini merupakan perbandingan objek 3D normal dengan hasil dari implementasi metode lagrange berdasarkan jumlah memori:

Tabel 1. 3 Tampilan perbandingan jumlah memori

No	Nama Objek Primitif	Normal Objek Primitif (kb/ kilo byte)	Metode Lagrange (kb/ kilo byte)	Metode Spline (kb/ kilo byte)
1	Sphere	5	0%	0%
2	Cylinder	4	20%	20%
3	Torus	6	14%	14%
4	Cone	4	33%	33%
5	Geosphere	4	0%	0%
6	Tube	5	17%	17%
Rata-rata			14%	14%

Berdasarkan tabel diatas dengan membandingkan jumlah memori, hasil analisis dengan menggunakan metode lagrange maupun spline mampu menghaluskan objek primitif sebanyak 12%.

e. Hasil pengujian dengan membandingkan lama waktu rendering Rendering merupakan tahap akhir dari proses pemodelan objek 3D. Berikut dibawah ini merupakan perbandingan objek 3D normal dengan hasil dari implementasi metode lagrange berdasarkan lama waktu render:

Tabel 1. 4 Tampilan perbandingan lama waktu render

No	Nama Objek Primitif	Normal Objek Primitif	Metode Lagrange	Metode Spline
1	Sphere	<1 detik	1 detik	<1 detik
2	Cylinder	<1 detik	<1 detik	<1 detik
3	Plane	<1 detik	1 detik	<1 detik
4	Cone	<1 detik	<1 detik	<1 detik
5	Geosphere	<1 detik	<1 detik	<1 detik
6	Tube	<1 detik	<1 detik	<1 detik
	Rata-rata	<1 detik	1 detik	<1 detik

Dari hasil perbandingan diatas maka dapat disimpulkan bahwa kedua metode lagrange dan spline mampu meningkatkan kehalusan permukaan objek primitif dengan rata-rata face maupun vertice pada lagrange 8,84%, sedangkan dengan menggunakan metode spline mampu menghaluskan objek primitif 34,19%. Untuk jumlah memori pada lagrange dan spline meningkat 12%. Dan untuk lama waktu rendering pada lagrange < 1 detik, pada spline < 1 detik. Metode spline memiliki tingkat kehalusan yang lebih tinggi dari pada lagrange.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Gradasi warna permukaan yang dihasilkan dengan menggunakan metode spline lebih halus dan terlihat tidak terkotak-kotak dibandingkan dengan objek aslinya maupun dengan metode lagrange.
- 2) Jumlah face yang dihasilkan dengan menggunakan metode lagrange memiliki rata-rata 8.84% dan menggunakan metode spline memiliki rata-rata 34.19%. Peningkatan jumlah face yang tinggi ini disebabkan oleh pembentukan kurva pada metode spline. Hal ini membuktikan bahwa metode spline lebih unggul dalam pembentukan kurva dibandingkan metode lagrange.
- 3) Jumlah vertice yang dihasilkan dengan menggunakan metode lagrange memiliki rata-rata 8.84% dan menggunakan metode spline memiliki rata-rata 34.19%. Peningkatan jumlah vertice yang tinggi ini disebabkan oleh pembentukan kurva pada metode spline. Hal ini membuktikan bahwa metode spline lebih unggul dalam pembentukan kurva dibandingkan metode lagrange.
- 4) Memori yang dihasilkan dari sebuah proses rendering menggunakan metode lagrange memiliki rata-rata sebesar 14%. Sedangkan proses dengan menggunakan metode spline memiliki rata-rata yang sama sebesar 14%. Hal ini membuktikan bahwa metode spline menghasilkan jumlah memori yang lebih sedikit dibandingkan dengan metode lagrange.
- 5) Waktu yang dibutuhkan untuk sebuah proses rendering menggunakan metode lagrange dan spline mengalami rata-rata jumlah waktu yang sama yaitu kurang dari 1 detik. Hal ini menunjukkan bahwa metode spline adalah metode terbaik untuk menghaluskan objek primitif masalah dibandingkan dengan metode lagrange.

Daftar Pustaka

- Amerian, S. H.-A. (2018). Hybrid Regularized GPS Tropospheric Sensing Using 3-D Ray Tracing Technique. IEEE, 1.
- Budiantara, N. P. (2016). Pemodelan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Indeks Pembangunan Manusia Menggunakan Regresi Nonparametrik Spline di Jawa Tengah. Jurnal Sains dan Seni ITS, 157.
- C. Kadapa, W. D. (2015). A fictitious domain/distributed Lagrange multiplier based fluid-structure interaction scheme with hierarchical B-Spline grids. Elsevier, 1.

- Cameron C.F. Plouffe, C. R. (2015). Comparing interpolation techniques for monthly rainfall mapping using multiple evaluation criteria and auxiliary data sources: A casestudy of Sri Lanka. *Elsivier*, 1.
- Cotin, N. H. (2016). Template-based Monocular 3D Recovery of Elastic Shapes using Lagrangian Multipliers. *Jurnal IEEE*, 4095.
- Devanda S. Tamba, W. N. (2016). Analisis Perbandingan Teknik Single-Pass Six-Way Blend dan Teknik Threshold Scheme Rendering Sketsa Pada Objek Tiga Dimensi Isoline Based on Rectangular Grids. *Jurnal ITS*, 292.
- Edi Ismanto, E. P. (2017). Drill And Practice Model Dalam Pembuatan Media Pembelajaran. *Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika*, 18.
- Edward Primanata Yoewono, L. I. (2016). Implementasi Efek Caustic Pada Objek Transparan Dengan Menggunakan Ray Tracing. *Jurnal INFRA*, 1.
- Gerasimos Arvanitis, A. S.-P. (2018). Outlier Removal And Consolidation Of Dynamic Point. *Journal of ICIP*, 3888.
- Ghani, D. A. (2018). Digital Puppetry Comparative Visual Studies between Javanese & Malaysian Art. *International Journal of Applied Engineering Research*, 3579.
- Gobereit, B. (2015). Assessment of a falling solid particle receiver with numerical simulation. *Jurnal Elsvier*, 1.
- Hadi, S. (2014). *Pengantar Grafika Komputer*. Bandung: Andi Publisher.
- Jieqing Tan, Y. X. (2016). Smooth Orientation Interpolation Using Parametric Quintic-Polynomial-Based Quaternion Spline Curve. *Journal of Computational and Applied*, 2.
- Jiwari, R. (2015). Lagrange interpolation and modified cubic B-spline differential quadrature methods for solving hyperbolic partial differential equations with Dirichelet and Neumann boundary conditions. *Computer Physics Communications*, 3.
- Lee, S. B.-H. (2018). Spline Interface for Intuitive Skinning Weight Editing. *ACM Transactions on Graphics*, 173.
- Liliana. (2014). Pemanfaatan Kurva B-Spline Untuk Memperhalus Visualisasi Obyek Mesh. *Jurnal Informatika*, 2.
- Malik, I. (2017). *Grafika Komputer*. Bandung: Andi Publisher.
- Mei Parwanto Kurniawan, E. W. (2016). dan Pembuatan 3D Modeling Dengan Teknik Cel. *Jurnal Ilmiah DASI*, 27.
- Meri Nugraha, D. C. (2017). Perancangan Kapal Selam Tipe Tumblehome Hull Dan Karakteristik. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 548.
- Negara, D. M. (2016). Pengaruh Penerapan Animasi Dengan Bahasa Isyarat Terhadap Motivasi Belajar Siswa Berkebutuhan Khusus pada Mata Pelajaran IPA Terpadu di SMALB-B Karya Mulia Surabaya. *Jurnal IT-Edu*, 23.
- Qingyan Guo, W. S. (2017). An Automatic Plotting Method of Air Temperature Isoline Based on Rectangular Grids. *International Conference on Natural Computation*, 3009.
- Rina Savista Halim, L. M. (2017). Accelerated Ray Tracing dengan Bounding Volume Hierarchy dan Compute Unified Device Architecture. *Jurnal INFRA*, 6.
- Riris Sustiko Asih, E. S. (2017). Pembuatan 3D Modeling Propeller Dengan Menggunakan Digital Photogrammetry. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 622.
- Shaoming Zhu, L. X. (2017). An Automatic Pipeline Of Delineation And 3D Profile Mapping For Potential Exploration Targets From Mineral Data Of Limited Drilling Cores. *Jurnal International Conference on Progress in Informatics and Computing*, 220.
- Supriyadi. (2018). Interaksi Objek animasi 3D Berbasis Multimedia. *Jurnal Katulistiwa Informatika*, 70.
- Susilo, F. A. (2013). Penggunaan Kurva Lagrange untuk Memperhalus Permukaan Mesh pada Metode Ray Tracing. *INFRA*, 1.
- Victor Guerr, J. R. (2018). Spatial Interpolation of. *Jurnal IEEE*, 1.
- Wrenninge, M. (2016). Efficient Rendering of Volumetric Motion Blur Using Temporally Unstructured Volumes. *Journal of Computer Graphics Techniques*, 2.
- Zhiwei Pan, W. C. (2016). Performance of global look-up table strategy in digital image correlation with cubic B-spline interpolation and bicubic. *Jurnal Elsvier*