

INTERPOLASI GERAKAN ROTASI ANIMASI 3D MENGGUNAKAN BILANGAN QUARTENION DAN IMPLEMENTASINYA PADA FUNGSI SLERP (*SPHERICAL LINEAR INTERPOLATION*)

Heru Arwoko ¹⁾, Endah Asmawati ²⁾, Susana Limanto ³⁾

^{1),2),3)} Fakultas Teknik - Jurusan Informatika - Universitas Surabaya
Jl. Raya Kalirungku No.1 Surabaya, Indonesia
Email: heruarwoko@yahoo.co.id

Abstrak. *Interpolasi animasi obyek 3D memiliki peranan penting pada pembuatan film 3D. Pada animasi gerakan memutar dapat digunakan aplikasi bilangan quaternion untuk menghasilkan interpolasi yang bagus. Rotasi vektor menggunakan bilangan quaternion berhasil diterapkan pada saat interpolasi rotasi obyek dari satu keyframe ke keyframe yang lain. Interpolasi quaternion pada fungsi SLERP, spherical linear interpolation memiliki hasil interpolasi yang bagus. Sedangkan fungsi lainnya yaitu LERP, linear interpolation menghasilkan interpolasi rotasi yang lebih jelek. Pada artikel ini dijelaskan mendetail fungsi SLERP yang sangat menguntungkan pada pembuatan animasi 3D saat gerakan memutar dibandingkan hasil fungsi LERP.*

Kata kunci : *interpolasi, animasi, quaternion, rotasi vektor, SLERP, LERP.*

1. Pendahuluan

Dewasa dunia hiburan animasi 3D sedang berkembang maju. Hal ini tidak lepas dari teknik pembuatan animasi yang canggih dengan menerapkan konsep interpolasi obyek dari keyframe satu ke keyframe yang lain. Tanpa interpolasi tidak dapat dihasilkan hasil animasi yang halus apalagi jika pembentukan keyframe animasi dilakukan secara manual, tentu hasilnya akan memakan waktu lama dan hasilnya jelek tidak mendekati gerakan realitas. Banyak film animasi telah diproduksi contohnya Pixar, Disney, Paramount Animation, dan studio-studio lainnya. Pada film animasi tersebut tidak lepas dari gerakan obyek 3D yang tidak lain merupakan bentuk transformasi koordinat 3D meliputi translasi (pergeseran), skala, dan rotasi obyek. Khusus transformasi jenis rotasi perlu menggunakan aplikasi vektor quaternion, karena vektor quaternion dapat menyimpan besaran rotasi secara tepat. Pada artikel ini dibahas keunggulan interpolasi SLERP pada quaternion jika dibandingkan menggunakan LERP. Dahulu membuat film animasi sangat susah karena dilakukan secara tradisional. Untuk membuat suatu karakter bergerak diperlukan beratus-ratus frame. Belum lagi jika film tersebut memiliki warna. Proses pewarnaan dilakukan perlembar frame. Setelah tiap frame diwarnai versi final dari frame-frame tersebut dilanjutkan ke *celluloid* untuk diproduksi ke produk akhirnya. Maka dari itu tidak dipungkiri lagi bahwa kemajuan bidang animasi adalah karena ditemukannya *computer animation*. Dengan adanya *computer animation*, perpindahan gerak pada sebuah karakter tidak perlu lagi digambar pada ratusan frame namun dapat dengan mudah dilakukan dengan interpolasi linear sederhana dari keyframe satu ke keyframe yang lain. Selain itu penerapan rumus fisika kinematika dan dinamika menjadikan hasil interpolasi gerakan animasi 3D tampak lebih natural sesuai dengan hukum alam. Mulanya perubahan pada objek 3D dinamis sangat sulit didapatkan namun dengan adanya *computer animation*, perubahan bentuk sebuah objek dapat diperkirakan secara otomatis. Contohnya seperti bola terpelantak yang ketika menyentuh tanah bola tersebut berbentuk oval dan ketika mencapai titik tertingginya bola tersebut berbalik membentuk sebuah lingkaran sempurna. Lingkup dari *computer animation* sebenarnya sangat banyak, tidak hanya mengatur pergerakan sebuah gambar namun juga mengatur pencahayaan, sudut kamera, pergerakan kamera, bayangan, suara, dan warna.

2. Pembahasan

Interpolasi adalah cara menentukan nilai yang berada di antara dua nilai diketahui berdasarkan suatu fungsi persamaan. Fungsi yang digunakan untuk mengatur pergerakan interpolasi sebuah karakter pada *computer animation* untuk gerakan memutar adalah SLERP dan LERP. Fungsi SLERP atau

spherical linear interpolation adalah implementasi dari interpolasi bilangan quartenion. Sebenarnya cara merotasikan sebuah karakter memiliki banyak alternatif yaitu menggunakan sudut Euler, rotasi matriks, ataupun rotasi menggunakan bilangan quartenion SLERP dan LERP. Pada artikel ini dibahas keunggulan SLERP pada interpolasi obyek 3D untuk gerakan memutar dibandingkan menggunakan LERP.

2.1. Bilangan Quartenion

Bilangan quartenion mulai diperkenalkan oleh Sir William Rowan Hamilton pada tahun 1843. Bilangan quartenion merupakan jawaban para ilmuwan yang mencoba mencari ekivalen tiga dimensional dari bilangan kompleks. Quartenion didefinisikan dalam bentuk [1] :

$$z = a + ib + jc + kd \dots\dots\dots(1)$$

Objek ini disebut dengan ‘*quartenion*’, merupakan penjumlahan aljabar dari bagian riil (nilai a) dan bagian imajinerinya (nilai b, c, d) dinamai ‘*vektor*’.

Perkalian Quartenion

Jika ada dua quartenion q_1 dan q_2 , sebagai berikut :

$$q_1 = s_1 + ix_1 + jy_1 + kz_1$$

$$q_2 = s_2 + ix_2 + jy_2 + kz_2$$

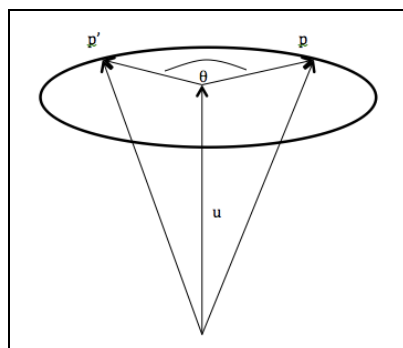
maka perkalian kedua quartenion adalah :

$$q_1q_2 = s_1s_2 - v_1 \cdot v_2 + s_1v_2 + s_2v_1 + v_1 \times v_2 \dots\dots\dots(2)$$

2.2. Rotasi Vektor Menggunakan Bilangan Quartenion

Rotasi vektor merupakan salah satu aplikasi dari bilangan quaternion. Suatu vektor p akan dirotasikan sejauh sudut θ pada sumbu axis yang diberikan oleh unit vektor u. Vektor p yang telah dirotasikan melalui sumbu u menghasilkan vektor baru p’ didapat dengan operasi seperti berikut [2] :

$$p' = qpq^{-1}$$



Gambar 1. Rotasi vektor menggunakan quaternion

Ilustrasi dari rotasi vektor dapat dilihat pada gambar 1.

Dimana penjabaran tiap variabelnya adalah seperti di bawah ini:

$$p = xi + yj + zk$$

$$q = \cos\left(\frac{\theta}{2}\right) + \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)u$$

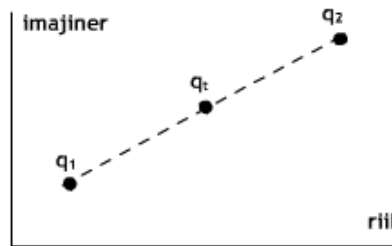
$$q^{-1} = \cos\left(\frac{\theta}{2}\right) - \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)u$$

$$i^2 = j^2 = k^2 = -1$$

$$ijk = -1; ij = k; jk = i; ki = j$$

2.3. LERP (Linear Interpolation)

Lerp atau Interpolasi linear adalah cara menentukan nilai yang berada di antara dua nilai diketahui berdasarkan persamaan linear (persamaan garis lurus). Persamaan linear disebut juga persamaan garis lurus karena jika hasil persamaan linear digambarkan pada kertas grafik maka bentuk kurvanya adalah garis lurus, seperti tampak pada gambar 2.



Gambar 2. Interpolasi linier quartenion q_t dari quartenion q_1 dan q_2

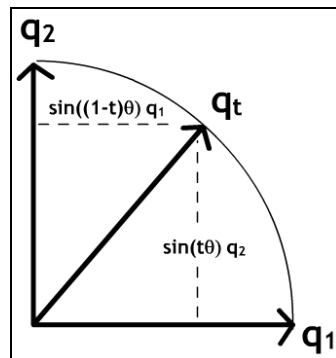
Metode standar untuk menginterpolasi sebuah titik antara dua orientasi vektor secara lebih halus adalah menggunakan persamaan linier. Misalkan orientasi pertama adalah q_1 dan orientasi kedua adalah q_2 . Titik yang diinterpolasi direpresentasikan dengan q_t . Parameter interpolasi t akan menginterpolasi dari q_1 saat $t = 0$ sampai q_2 saat $t = 1$. Maka, rumus standar interpolasi linier [4] adalah

$$q_t = q_1 + t(q_2 - q_1) \dots\dots\dots(3)$$

2.4 SLERP (Spherical Linear Interpolation)

Hasil interpolasi obyek quartenion akan lebih baik jika ditinjau dari pendekatan vektor geometrinya, Slerp melakukan *spherical interpolation* secara vektor dari kedua quaternionnya. Ilustrasi SLERP terlihat pada dalam gambar 3. Bentuk umum dari *spherical interpolation* untuk vektor didefinisikan sebagai berikut [3] :

$$q_t = \frac{\sin(1-t)\theta}{\sin \theta} q_1 + \frac{\sin t\theta}{\sin \theta} q_2 \dots\dots\dots(4)$$



Gambar 3. Visualisasi SLERP

Nilai sudut θ dengan menghitung *dot product* antara quartenion q_1 dan q_2 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \cos \theta &= \frac{q_1 \cdot q_2}{|q_1||q_2|} \\ &= \frac{s_1s_2 + x_1x_2 + y_1y_2 + z_1z_2}{|q_1||q_2|} \\ \theta &= \cos^{-1} \left(\frac{s_1s_2 + x_1x_2 + y_1y_2 + z_1z_2}{|q_1||q_2|} \right) \end{aligned}$$

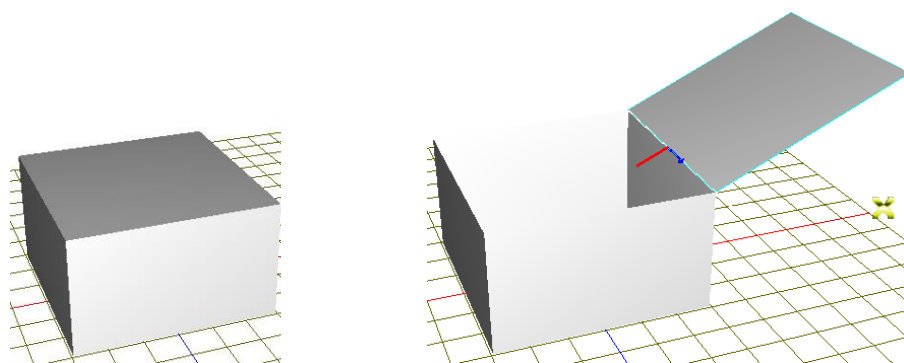
Dimana sudut θ merupakan sudut yang dibentuk oleh kedua orientasi quartenion q_1 dan q_2 . Fungsi SLERP dapat menghitung perpindahan sebuah vektor secara 3 dimensi sehingga implentasi ke bidang animasi menjadi berguna, seperti terlihat listing fungsi SLERP pada bahasa C. Hal ini dikarenakan dalam animasi, sebuah objek bergerak tidak hanya pada satu garis lurus, namun bergerak pada bidang tiga dimensi

```

quat slerp(quat qa, quat qb, double t)
{
//kalkulasi sudut antara qa dan qb
double cosHalfTheta = qa.w * qb.w + qa.x * qb.x + qa.y * qb.y + qa.z * qb.z;
// Kalkulasi sudut
double halfTheta = acos(cosHalfTheta);
double sinHalfTheta = sqrt(1.0 - cosHalfTheta*cosHalfTheta);
double ratioA = sin((1 - t) * halfTheta) / sinHalfTheta;
double ratioB = sin(t * halfTheta) / sinHalfTheta;
//kalkulasi bilangan quaternion
qm.w = (qa.w * ratioA + qb.w * ratioB);
qm.x = (qa.x * ratioA + qb.x * ratioB);
qm.y = (qa.y * ratioA + qb.y * ratioB);
qm.z = (qa.z * ratioA + qb.z * ratioB);
return qm;
}
    
```

2.5 Eksperimen

Pada eksperimen penelitian ini, interpolasi obyek 3D menggunakan obyek primitif balok. Pada frame-0, terlihat bidang atap balok pada posisi menutup dengan nilai quartenion $q_1=1+0i+0j+0k$. Sedangkan pada frame-10 terlihat bidang atap balok pada posisi terbuka dengan nilai quartenion $q_2=0.21+0i+0j-0.98k$, seperti tampak pada gambar 4. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan frame hasil interpolasi yang menghaluskan gerakan dari frame-0 sampai frame-10. Hasil quartenion interpolasi terdapat pada frame-1 sampai frame-9, seperti terlihat pada tabel 1.

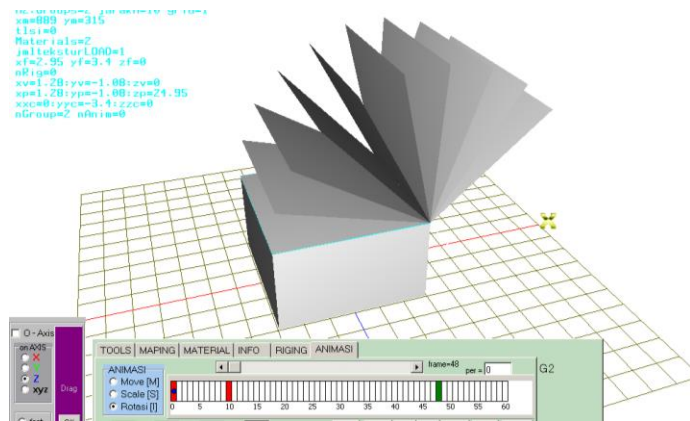


Frame-0 ($q_1=1+0i+0j+0k$)

Frame-10 ($q_2=0.21+0i+0j-0.98k$)

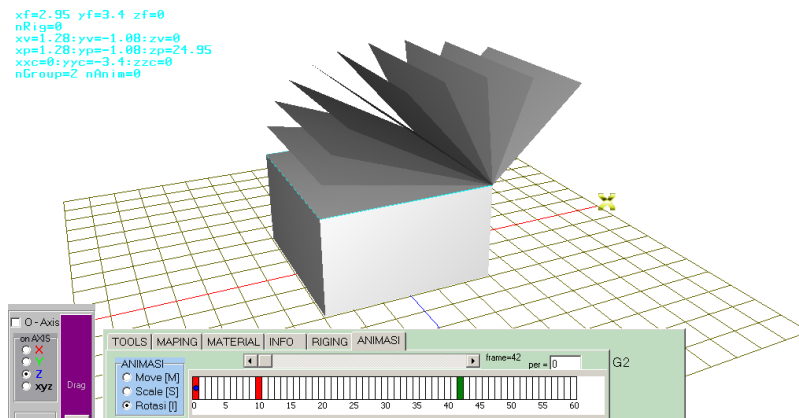
Gambar 4. Dua frame obyek 3D akan ditentukan obyek-obyek interploasinya

Interpolasi proses animasi membuka atap balok menggunakan SLERP dihitung dari persamaan (4), hasilnya terlihat pada gambar 5. Disini terlihat obyek-obyek hasil interpolasinya berupa atap balok yang membuka secara perlahan.



Gambar 5. Hasil interpolasi menggunakan fungsi SLERP

Sedangkan hasil interpolasi proses animasi membuka atap balok menggunakan LERP yang dihitung dari persamaan (3) terlihat pada gambar 6.



Gambar 6. Hasil interpolasi menggunakan fungsi LERP

Frame-0 sebagai frame awal dan frame-10 sebagai frame akhir. Sedangkan frame-1 sampai frame-9 merupakan frame hasil interpolasi. Pada tabel 1 hasil eksperimen menunjukkan nilai vektor quartenion hasil interpolasi fungsi SLERP dan fungsi LERP, ditampilkan perubahan orientasi arah vektor i , j , dan k terjadi di semua orientasi arah. Terlihat hasil interpolasi fungsi SLERP lebih halus di semua orientasi arah, hal ini dapat dilihat dari hasil visualisasinya pada gambar 5.

Tabel 1. Hasil pengujian fungsi SLERP dan fungsi LERP

Frame	Fungsi SLERP	Fungsi LERP
0	$1+0i+0j+0k$	$1+0i+0j+0k$
1	$0.99+0i+0j-0.14k$	$0.92+0i+0j-0.1k$
2	$0.96+0i+0j-0.27k$	$0.84+0i+0j-0.2k$
3	$0.92+0i+0j-0.4k$	$0.76+0i+0j-0.29k$
4	$0.86+0i+0j-0.52k$	$0.68+0i+0j-0.39k$
5	$0.78+0i+0j-0.63k$	$0.61+0i+0j-0.49k$
6	$0.69+0i+0j-0.73k$	$0.53+0i+0j-0.59k$
7	$0.58+0i+0j-0.81k$	$0.45+0i+0j-0.68k$

8	$0.47+0i+0j-0.88k$	$0.37+0i+0j-0.78k$
9	$0.34+0i+0j-0.94k$	$0.29+0i+0j-0.88k$
10	$0.21+0i+0j-0.98k$	$0.21+0i+0j-0.98k$

Terlihat bahwa fungsi SLERP atau *spherical linear interpolation* memiliki hasil interpolasi lebih bagus daripada fungsi LERP atau *linear interpolation* karena bentuk animasi tidak mengalami cacat obyek, terlihat pada gambar 5. Hasil interpolasi LERP memiliki cacat ukuran atap balok (menyusut) karena orientasi putar yang tidak konsisten ukurannya, seperti terlihat pada gambar 6.

3. Simpulan

Dalam bidang animasi fungsi SLERP atau *spherical linear interpolation* dalam *computer animation* sangatlah membantu perkembangan industri animasi sampai sepesat sekarang. Fungsi SLERP merupakan salah satu dari fungsi interpolasi pada *computer animation* yang lebih bagus daripada fungsi LERP. Perpindahan sebuah objek dihitung menggunakan aplikasi dari rotasi vektor menggunakan bilangan quaternion. Lebih jauh fungsi SLERP juga memiliki pengembangan interpolasi kurva Beizer yang dapat menghitung perpindahan lebih dari dua bilangan quaternion.

Daftar Pustaka

- [1]. J. Vince, *Quaternions for Computer Graphics*. 1st ed. London: Springer, 2011.
- [2]. V.Kremer, *Quaternions and SLERP*, Department for Computer Science, 2008.
- [3]. David Eberly, *A Fast and Accurate Algorithm for Computing SLERP*, International Journal of Computer Mathematics Volume 86, 2009 - Issue 1.
- [4]. Raheleh Ghadami, *Fast Methods for Spherical Linear Interpolation in Minkowski Space*, Advances in Applied Clifford Algebras, December 2015, Volume 25, Issue 4, pp 863–873.

SENIATI 2018

Green Technology and Sustainable Innovation

PROSIDING

ISSN 2085-4218



Inovasi dan Implementasi Green Technology
Menuju Kemandirian Energi
Vol 4 No 1



SEMINAR NASIONAL INOVASI DAN APLIKASI TEKNOLOGI
DI INDUSTRI 2018

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
3 FEBRUARI, 2018



Jl. Juanda No 22. Malang. Telp. (0341) 322076

PROSIDING

Seminar Nasional (SENIATI) 2018
“Green Technology and Sustainable Innovation”
Malang – 3 Pebruari 2018

ISSN : 2085-4218

Penyelenggara :
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang

Susunan Panitia

- Pelindung : H. Siswo Atmowidjojo
- Penanggung Jawab : Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MTA
Dr. Ir. Kustamar, MT
Dr. Ir. Julianus Hutabarat, MSIE
Dr. Eng. Ir. Eng. Ir. I Made Wartana, MT
- Pengarah : Dr. F. Yudi Limpraptono, ST., MT
Dr. Komang Astana Widi, ST., MT
Dr. Ellysa Nursanti, ST., MT
Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
- Ketua Pelaksana : Dr. Ir. Nelly Budiarti, MSIE
Wakil Ketua : Dra. Siswi Astuti, M.Pd
- Sekretaris : Ahmad Faisol, ST.,MT
- Bendahara : Dra. Sri Indriani MM
Emmalia Adriantanri, ST.,MM
- Sie. Kesekretariatan
Koordinator : Joseph Dedy Irawan, ST.,MT
Febriana Santi W, S.Kom.,M.Kom
Yosep Agus Pranoto, ST.,MT
Mira Orisa, ST.,MT
Rofila El Maghfiroh, S.Si.,MT
Hani Zulfia Zahro', S.Kom.,M.Kom
Diah Wilis, ST.,MT
Tutut Nani Prihatmi, S.Pd., M.Pd
Arif Subasir, A.Md
Suparno
Yajid Abdullah
- Reviewer
Koordinator : Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE
Dr. Eng. Aryuanto Soetedjo, ST.,MT.
Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST.,MT
Dr. Ir. Dayal Gustopo, MT
Dr. Prima Vitasari, SIP., MPd
Prof. Dr. Ir. Tri Poespowati, MT
Ali Mahmudi B. Eng. Ph.D
Dr. Ir. Sentot Achmadi, M.Si
Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT
Ir. Teguh Rahardjo, MT
Dr. Nanik Astuti Rahman, ST.,MT

Sie. Publikasi, Dekorasi dan Dokumentasi

Koordinator : Bambang Prio Hartono, ST., MT
Moh. Miftakhur Rakhman, S.Kom., M.Kom
Masrurotul Ajiza, S.Pd., M.Pd
Ir. Sidik Noertjahjono, MT.
M. Yanuar Fachrudin
Bima Aulia Firmandani, ST
Nanda Adi
Andik Catur Prismawan

Sie Protokoler

Koordinator : Ir. Totok Sugiarto, MT
Ir. Choirul Saleh, MT
Ir. Thomas Priyasmanu, MT

Sie. Sponsorship

Koordinator : Suryo Adi Wibowo, ST.,MT
M. Istnaeny Hudha, ST.,MT
Lauhil Machfudz Hayusman, ST., MT
Asroful Anam, ST., MT
Sony Hariyanto, S.Sos., MT

Sie. Acara

: Ir. Taufik Hidayat, MT
Rini Kartika Dewi, ST., MT

Sie. Perlengkapan

Koordinator : Ir. Basuki Widodo, MT
Arif Kurniawan, ST.,MT
Edi Danardono
Sarmidi
Diglam
M. Sholeh

Sie. Konsumsi

Koordinator : Ir. Ni Putu Agustini, MT
Titik Rembati, SE
Iis Sumarni, A.Md
Mei Nurhayati, AMd
Nunuk Yuli

Sie. Transportasi

Koordinator : M. Daim
Imam Supardi
Budi Hariadi
Dedi Kristiono

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	ii
Daftar Isi	vi

Tema A – PENELITIAN

1. Internet of Things and Big Data Revolution in the Context of Green Technology <i>Erry Yulian Triblas Adestal), Delvis Agusman, Avicenna</i>	1
2. Studi Literatur Mean Opinion Score Menggunakan Moving Picture Quality Metrics (MPQM) di Jaringan LTE <i>Ramadhina Fitriyanti, Lindawati, Aryanti Aryanti</i>	10
3. Analisa Kinerja Sistem Realtime Protector Pada Antivirus Komputer Vici <i>Yuni Selvita Suci, Aryanti, Asriyadi</i>	15
4. Analisa Parameter QOS dan RMC Jaringan Internet di Politeknik Negeri Sriwijaya <i>Irma Suryani, Lindawati, Irma Salamah</i>	19
5. Desain Kualitas Layanan Video Streaming Codec H.264 Menggunakan Aplikasi Wireshark Pada Jaringan WLAN <i>Puji Hakimah, Suroso, Emilia Hesti</i>	25
6. Desain Penggunaan Parameter QOS Terhadap Pengaruh Inteferensi Bluetooth Pada Wifi Outdoor <i>Risa Fahlusi Wulandari, Ali Nurdin, Sopian Soim</i>	31
7. Desain Penggunaan QOS (Quality of Service) pada Layanan Video Conference Point To Point dan Multipoint dengan Metode Kompresi Codec H.264 pada Jaringan 4G <i>Anggar Wati, Suroso, Sarjana</i>	37
8. Deteksi Sinyal Flicker Mengandung Noise Berbasis Hilbert Huang Transform <i>Mohammad Jasa Afroni, Oktriza Melfazen</i>	43
9. Disturbance Rejection Berbasis LOS saat tracking Pada Jalur Lingkaran Menggunakan Quadcopter <i>Anggara Trisna Nugraha</i>	50
10. Penentuan Rute Terpendek Pada Optimalisasi Jalur Pendistribusian Barang di PT. X Dengan Menerapkan Algoritma Floyd-Warshall <i>Vera Apriliani Nawagusti, Ali Nurdin, Aryanti aryanti</i>	57

11. Perancangan Alat E-Voting Untuk Pemilihan Umum <i>Retno Wulansuci, Abdul Rakhman, Irma Salamah</i>	65
12. Perancangan Aplikasi Kerahasiaan Pesan Dengan Algoritma Hill Cipher <i>Septi Maryanti, Abdul Rakhman, Suroso</i>	70
13. Perbandingan Penggunaan Sistem Smart Antenna MIMO dan MISO dengan Teknik OFDM <i>Hathfina Ghesani Aljrine, Sopian Soim, Irawan Hadi.....</i>	75
14. Integrasi Boost Converter Dengan Rangkaian Pemilih wilayah Operasi Interleaved Dan Non-Interleaved Untuk Memperoleh Rentang Efisiensi Maksimum <i>Riz Rifai O. Sasue, Eka Firmansyah, Suharyanto</i>	82
15. Deteksi Waktu Tunda Untuk Memperoleh Zero Voltage Switching Pada Konverter DC-DC Interleaved Flyback 500 W/ 225V Yang Menggunakan Klem Aktif Positif <i>Andriyatna Agung Kurniawan, Eka Firmansyah, F. Danang Wijaya</i>	91
16. Biogas Hasil Konversi Limbah Kotoran Sapi Sebagai Bahan Bakar Genset Untuk Menghasilkan Energi Listrik Kapasitas 0,3 kWatt <i>Sahrul Effendy, Aida Syarif, Tahdid, LetyTrisnaliani</i>	97
17. Analisa Cacat Pada Kemasan Garam Menggunakan Statistical Process Control <i>Dwi Hadi Sulistyarini.....</i>	103
18. Analisa Implementasi Total Productive Maintenance (TPM) Studi Kasus : Proses Produksi Valve Kendaraan Bermotor <i>Agus Suwarno.....</i>	108
19. Analisis Kualitas Pelayanan Distribusi Pupuk Terhadap Kepuasan Pelanggan Menggunakan Metode Servqual dan Model Kano <i>Kusno Hadidjija, Lukmandono, Rony Prabowo.....</i>	114
20. Analisis Pengendalian Kualitas Produk pada Proses Body Repair di CV Top Mobil Malang <i>Dwi Hadi Sulistyarini, Endra Yuafanedi Arifianto, Khrisna Angger.....</i>	124
21. Analisis Penilaian Risiko Dalam Pelaksanaan Turn Around (TA) Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Pada Perusahaan Pupuk X <i>Sri Widiyawati, Ratih Ardia Sari, Bayu Yanar Darmawan.....</i>	130
22. Analisis Perawatan Dan Efektivitas Mesin Continuous Tandem Cold Mill (CTCM) Dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Studi Kasus: PT. Krakatau Steel Tbk. <i>Elian Garin Bowo Kuncoro, Denny Sukma Eka Atmaja.....</i>	136

23. Design For Six Sigma pada Pengembangan Konseptual Sistem Informasi Terintegrasi Studi Kasus pada Toko X Grosir dan Eceran Cianjur <i>Taufik Asharryan Triadi</i>	140
24. Penjadwalan Produksi Pakan Ayam Pada Mesin Press Dengan Menggunakan Metode Branch And Bound Studi Kasus : PT. Japfa Comfeed Indonesia Tbk Lampung <i>Heri Wibowo, Marcelly Widya W., Rahmawati Nur Imani</i>	153
25. Analisa Fuzzy C45 dalam Mengklasifikasi Jenis Kelamin Manusia dari Fitur Citra Panoramik Gigi Kaninus <i>Nur Nafi'iyah, Retno Wardhani</i>	160
26. Desain Prototipe Sistem Informasi Penjaminan Mutu Internal Berbasis Standar Nasional Pendidikan Tinggi <i>Dwi Rolliawati, Ahmad Yusuf, Asep Saipul Hamdani</i>	167
27. Evaluasi Kualitas Layanan Website Malangstrudel.Com Menggunakan Teknik Pengukuran Webqual 4.0 <i>Yosep Agus Pranoto, Suryo Adi Wibowo, Moh. Miftakhur Rokhman</i>	174
28. Interpolasi Gerakan Rotasi Animasi 3D menggunakan Bilangan Quartenion dan Implementasinya pada Fungsi SLERP (Spherical Linear Interpolation) <i>Heru Arwoko, Endah Asmawati, Susana Limanto</i>	180
29. Islamic Green Computing Implementasi Konsep Rahmatan Lil Alamin di era Teknologi Informasi <i>Indri Sudanawati Rozas, Andhy Permadi</i>	186
30. Karakteristik dan Kalsinasi Lumpur Sidoarjo (Lusi) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Semen Portland <i>Robert Junaidi, Abu Hasan, Mustain Zamhari</i>	192
31. Rancang Bangun Alat Pencetak Briket Arang Pada Pemanfaatan Limbah Cangkang Biji Buah Karet <i>Muhammad Taufik, Adi Syakdani, Rusdianasari, Yohandri Bow</i>	197
32. Implementasi Sistem Informasi Kegiatan Akademik Menggunakan Metode RAD di Akademi Bina Sarana Informatika Jakarta <i>Budi Santoso, Mochamad Wahyudi</i>	203
33. Rancang Bangun Sistem Automatic Transfer Switch dan Automatic Mains Failure pada Generator Set 80 KVA dengan Deep Sea Electronic 4420 <i>Suhanto</i>	211
34. Analisa Kekuatan Welding Dengan Membandingkan Kedalaman Penetrasi Dan Besarnya Kampuh Pada Komponen Sepeda Motor <i>Muhammad Syafi'i</i>	218

35. Analisa Perancangan Instalasi Gas Untuk Rumah Susun Penggilingan Jakarta Timur <i>Surya Bagas Ady Nugroho, Rudi Hermawan</i>	223
36. Analisis Hasil Pyrolisis Pada Limbah Biomassa Tongkol Jagung Dengan Kayu Akasia <i>Imron Rosyadi, Hadi Wahyudi, Dhimas Satria Yusvardi, Febriando</i>	229
37. Analisa Unjuk Kerja Kompresor Reciprocating Kapasitas 1 m3/s Terhadap Perubahan Volume Variable Clearance Pocket (VVCP) <i>Ahmad Fauzi, Rudi Hermawan</i>	235
38. Desain Kualitatif Alat Bantu Uji Emisi PBDE (Polybrominated Diphenyl Ethers) <i>Dhimas Satria, Imron Rosyadi, Anton Irawan, Haryadi, Rina Lusiani, Erny Listijorini, Setya Adi Kurniawan</i>	239
39. Analisa pengaruh penambahan garam di media pendingin air terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro pada baja karbon AISI 1050 <i>Eddy Widiyono, Gatot Dwi W, Atria P, Winarto, Dimas Wisnu Wardana</i>	245
40. Analisa Perbandingan Algoritma Histogram of Oriented Gradient (HOG) dan Gaussian Mixture Model (GMM) Dalam Mendeteksi Manusia <i>Yolinda Fatimah Munawaroh, Ciksadan, Irma Salamah</i>	251
41. Analisis Penerapan Flexible Bandwidth untuk Meningkatkan Performansi Jaringan LTE <i>Muhammad Kevin Adityo, Uke Kurniawan Usman, Sigit Tri Cahyono</i>	256
42. Analisis Performansi Transmisi Data Protokol Zigbee (IEEE 802.15.4) Terhadap Penambahan Jumlah Client Pada Wireless Sensor Network <i>Robby Wildan Muharam, Herryawan Pujiharsono, Muntaqo Alfin Amanaf</i>	263
43. Deteksi Citra Granuloma Melalui Radiograf Periapikal Dengan Metode Histogram Of Oriented Gradients dan Klasifikasi K-Nearest Neighbor <i>Nailatul Nurul Nabilla, Bambang Hidayat, Suhardjo</i>	270
44. Deteksi Granuloma Melalui Citra Radiograf Periapikal Berdasarkan Metode Contourlet Transform dan Klasifikasi K-Nearest Neighbor <i>Shofiy Nurlatief Siti Afifah, Bambang Hidayat, Suhardjo Sitam</i>	279
45. Perancangan Radio Over Fiber pada Jaringan Komunikasi Air Traffic Control <i>Aditya Kurniawan, Aulia Mauldina Kusumawardani, Retno Tri Cahyanti, Zulfikar Sandy, Erna S Sugesti</i>	285
46. Perancangan Sistem Komunikasi Kabel Laut Sangatta-Towale <i>Adinda Maulida, Ayudya Tri Lestari, Gandaria, Nurfitriani, Erna Sri Sugesti</i>	290
47. Review Antena Mikrostrip untuk Aplikasi GSM dan CDMA <i>Horissa Sativa, Sopian Soim, Sarjana</i>	296

48. Analisis Karakteristik Gain Hybrid Optical Amplifier (FRA-EDFA) pada Sistem DWDM <i>Tiara Fadila, Akhmad Hambali, Brian Pamukti</i>	301
49. Studi Perancangan Sistem RoF-OFDM Polarisasi Tidak Seimbang Menggunakan Modulasi QPSK dan QAM <i>Teguh Wahyu Dianto, Dodi Zulherman, Fauza Khair</i>	307
50. Kajian penentuan Incidence Angle ekor pesawat pada Y-Shaped Tail Aircraft <i>Gunawan Wijiatmoko, Meedy Kooshartoyo</i>	312
51. Pemanfaatan Teknologi Informasi Dalam Mendukung Kendali Mutu Pengujian Terowongan Angin Kecepatan Rendah Indonesia <i>Ivransa Zuhdi Pane, Wijaya Indra Surya</i>	318
52. Pengaruh Variasi Kecepatan Aliran Sungai Terhadap Kinerja Turbin Kinetik Bersudu Mangkok Dengan Sudut Input 10° <i>Asroful Anam, Teguh Rahardjo, Mochtar Asroni</i>	324
53. Green Boat Konsep Pengembangan Energi Hijau Pada Desain Kapal Nelayan <i>Michael Louis Sunaris, Robby Yussac Tallar</i>	330
54. Pengaruh Penambahan Limbah Plastik pada Campuran Laston (AC-WC) Terhadap Karakteristik Marshall <i>Dwi Kartikasari, Samsul Arif</i>	334
55. Analisis Perilaku Terowongan Sirkular Akibat Beban Gempa dengan Pemodelan Elemen Hingga <i>Angga Darmawan, Teuku Faisal Fathani, Iman Satyarno</i>	339
56. Evaluasi Penataan Ruang Kawasan Pengrajin Keramik Berwawasan Lingkungan Perilaku di Kelurahan Dinoyo, Kota Malang <i>Adhi Widyarthara, Didiek Suharjanto, Hamka</i>	348
57. Rekonstruksi Model 3D Candi Jawi Dengan Metode Structure From Motion (SFM) Foto Udara <i>Yuwono, Danar Guruh Pratomo, Yulita Eka Rana Mulyono</i>	354
58. Analisis Kandungan Logam Cadmium Pada Daging di Daerah Dinoyo Kota Malang <i>Elok Widayanti, Hanandayu Widwiasuti</i>	361
59. Ekstraksi Alumina dalam Lumpur Lapindo Menggunakan Pelarut Asam Klorida <i>Riska Yudhistia A, Rachmat Triandi T, Danar Purwonugoho</i>	365
60. Pengaruh Ion Pb(II) dan Zn(II) Pada Metode Paper Analytical Device-Cadmium(II) (PAD-Cd(II)) Berbasis Kompleks Alizarin Red S Dengan Analisis Menggunakan Pencitraan Digital <i>Zuri Rismiarti</i>	370

- 61. Karakterisasi Kitin Hasil Isolasi dari Serbuk Cangkang Udang**
Hanandayu Widwiasuti, Chasan Bisri, Barlah Rumhayati 375

Tema B – ABDIMAS

- 62. Analisis Hasil Pelatihan Total Quality Management untuk Mereduksi Biaya Kualitas pada UMKM Bordir dan Batik**
Debrina Puspita Andriani, Sugiono, Rakhmat Himawan, Oyong Novareza 381
- 63. Design of Appropriate Technology for Micro Business Using Coconut Shell Fuel**
Endra Yuafanedi Arifianto, Mochammad Choiri, Nasir Widha Setyanto 389
- 64. Lokakarya Peningkatan Produktivitas Budidaya Rumput Laut Studi Kasus pada Petani Tambak Rumput Laut, Dusun Tanjung Sari, Desa Kupang, Kec. Jabon Porong - Sidoarjo**
Yesica Novrita D, A. Sa'diyah, Mey Rohma Dhani, Luky Arya 394
- 65. Meningkatkan Kualitas Sumber Daya Manusia Dengan Kompetensi Dan Potensi Kewirausahaan**
Endra Yuafanedi Arifianto, Dwi Hadi S., Mochammad Choiri 400
- 66. Pelatihan Pembuatan Krupuk Lele di Kelurahan Bakalan Sukun Malang**
Asroful Anam, Arif Kurniawan, Masrurotul Ajiza 406