

Model AR.Drone Dengan Indoor dan Outdoor Hull

Agung Prayitno, Veronica Indrawati

Jurusan Teknik Elektro
Universitas Surabaya, UBAYA
Surabaya, Indonesia

prayitno_agung@staff.ubaya.ac.id
veronica@staff.ubaya.ac.id

Abstract— In this paper, a model of AR.Drone will be designed by assuming that the AR.Drone hardware and its internal controller as a single system. The model will be designed for the AR.Drone with indoor and outdoor hull. Movements of AR.Drone are controlled by 4 inputs: pitch, roll, vertical rate and yaw rate. For the modeling process, AR.Drone will be flown by accessing the internal board controller using LabVIEW software which has been prepared in the ground station. Set point pitch, roll, yaw rate and vertical rate given to the AR.Drone as inputs and navigation data such as actual pitch, roll, yaw, altitude, forward speed, sideward speed will be recorded alternately. From the data obtained, the model parameter will be estimated using a least-squares method to obtain 4 pieces models representing each input. The model is validated with a new navigation data to demonstrate the accuracy of the model for a given input range. Furthermore, the model with the indoor hull will be compared with the model with outdoor hull.

Keywords—AR.Drone model; roll; pitch; vertical rate; yaw rate; least-squares method; indoor hull; outdoor hull

Abstrak— Dalam paper ini, model AR.Drone akan dirancang dengan mengasumsikan bahwa hardware AR.Drone dan kontroler elektronik bawaannya sebagai satu kesatuan sistem. Model yang akan dirancang adalah model AR.Drone yang diterbangkan dengan menggunakan indoor hull dan outdoor hull. Pergerakan dari AR.Drone dikontrol dengan 4 buah input yaitu: pitch, roll, vertical rate dan yaw rate. Untuk proses pemodelan, AR.Drone akan diterbangkan dengan mengakses internal controller dengan menggunakan software LabVIEW yang telah disiapkan di ground station. Setpoint pitch, roll, yaw rate dan vertical rate diberikan ke AR.Drone sebagai input dan data navigasi seperti halnya actual pitch, roll, yaw, altitude, forward speed, sideward speed akan direkam secara bergantian. Dari data yang diperoleh, parameter model akan diestimasi dengan menggunakan metode least-square untuk mendapatkan 4 buah model yang merepresentasikan setiap input. Model akan divalidasi dengan menggunakan data navigasi baru untuk menunjukkan performansi dari model untuk beberapa rentang nilai input. Selanjutnya model dengan indoor hull akan dibandingkan terhadap model dengan outdoor hull.

Kata kunci—AR.Drone model; roll; pitch; vertical rate; yaw rate; least-squares method; indoor hull; outdoor hull

I. PENDAHULUAN

Quadrotor menjadi salah satu platform riset yang sangat berkembang pada beberapa tahun ini. Quadrotor dipilih karena mempunyai mekanik yang sederhana namun mampu untuk terbang hover, terbang secara vertikal, serta dapat bermanuver lincah. Akan tetapi ada beberapa kelemahan pada pesawat antara lain terbatasnya supply energi dan beban yang dapat diangkut. Tantangan lain adalah susah dikontrolnya pesawat ini secara autonomous karena sistemnya yang unstable[1]. Quadrotor saat ini banyak digunakan untuk laporan berita kondisi lalu lintas, fotografi dan video, pembuatan video promosi suatu kawasan, untuk reality games dan masih banyak lagi.

AR.Drone adalah salah satu platform quadrotor yang secara harga relatif murah namun on-board electronics di dalamnya sudah terdapat motherboard lengkap dengan processor dan Wi-Fi chip, sensor accelerometer, gyroscope, ultrasonic, mikrokontroler dan dua buah kamera. Dalam AR.Drone ini juga telah disertakan real time operating system yang memungkinkan berbagai tugas dapat dilakukan secara bersamaan seperti berkomunikasi dengan ground station melalui Wi-Fi, sensor acquisition, video data sampling, image processing, state estimation, dan closed-loop control[2]. Dengan alasan fitur-fitur yang dimiliki tersebut maka AR.Drone tersebut digunakan sebagai salah satu platform riset di Jurusan Teknik Elektro Universitas Surabaya (JTEUS).

Dengan internal kontroler bawaan pada AR.Drone memungkinkan pengguna untuk mengendalikan manuver terbang AR.Drone dengan mudah karena sebenarnya AR.Drone dirancang sebagai sebuah reality game. Aplikasi untuk mengendalikan AR.Drone ini dapat didownload di Google Play bagi pengguna Android ataupun di App Store bagi pengguna Apple. Beberapa aplikasi yang dapat digunakan untuk mengontrol AR.Drone ini adalah AR.FreeFlight 2.0 dan AR.Race 2. Namun demikian, Parrot, sebagai pembuat AR.Drone juga menyertakan Software Development Kit (SDK) [3] yang memungkinkan pengguna untuk mengakses AR.Drone dengan Wi-fi sehingga dapat melakukan kontrol, merancang algoritma kontrol sendiri dan melakukan data acquisition dengan berbagai macam software. Pada internal controller yang sudah disertakan pada AR.Drone pengguna dapat melakukan beberapa kontrol dasar yang meliputi take-off, landing, hover dan emergency stop. Setiap perintah kontrol tersebut sudah tersedia closed-loop control

pada *internal controller* AR.Drone tersebut. Sebagai contoh perintah *take-off*, *internal controller* akan melakukan aksi dengan urutan sebagai berikut: [4]

- Jalankan semua motor
- Naikkan *thrust* dari semua motor secara berimbang untuk menaikkan ketinggian AR.Drone hingga stabil di sekitar 1 meter.
- Lakukan koreksi kecepatan rotor untuk mempertahankan *zero attitude (roll, pitch)* dan *zero yaw*.
- Monitoring kamera bawah untuk mempertahankan posisi drone agar tetap di atas titik *take-off* nya tadi.

Selain kontrol dasar tersebut, pengguna dapat mengontrol gerak AR.Drone dengan 4 buah input yang meliputi: *pitch angle*, *roll angle*, *yaw rate* dan *vertical rate*. Jika keempat input ini tidak ada (bernilai 0) maka secara otomatis drone akan bekerja seperti halnya pada kondisi *hover*. Untuk setiap input yang diberikan pengguna, algoritma kontrol akan bekerja sesuai dengan *closed loop* yang tersedia pada internal kontrolnya.

Tantangan terbesar dalam riset algoritma kontrol AR.Drone di JTEUS adalah belum adanya model AR.Drone yang benar benar bagus. Implementasi algoritma kontroler yang dilakukan dengan cara coba coba atau *trial and error* akan sangat beresiko dan rusaknya AR.Drone akibat pergerakan yang tidak terkontrol. Dengan latar belakang tersebut maka keberadaan model AR.Drone sebagai *simulator* perancangan algoritma kontrol AR.Drone menjadi penting. Keberadaan model AR.Drone juga dapat digunakan untuk menjelaskan karakteristik respon dari drone terhadap input dan *disturbances* yang ada.

Beberapa riset [5,6], yang menjelaskan bagaimana cara untuk mendapatkan model dinamik dari platform *quadrotor* yang mereka gunakan. Secara garis besar proses yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- Menentukan *reference frame* yang terdiri dari *body frame* dan *inertial frame*.
- Mendeskripsikan koordinat *linear* dan *angular* dari persamaan state gerak kinematik dari *quadrotor* pada *body frame*.
- Mendapatkan hubungan translasional dan rotasionalnya pada *inertial frame*.
- Mendapatkan persamaan dinamik dari gerak sistem fisik *quadrotor* akibat adanya torsi dan *thrust* dari masing masing baling baling.
- Mendapatkan parameter model melalui pengukuran maupun identifikasi sistem

Pemodelan yang dilakukan tersebut dilakukan dengan analisis persamaan sistem fisik dari *quadrotor*.

Ada dua buah cara untuk mendapatkan model dari AR.Drone dari beberapa riset yang dilakukan oleh beberapa orang. Cara pertama dilakukan oleh Sun Yue [5], pemodelan

dilakukan dengan menggunakan persamaan persamaan kinematik dan dinamik dari sistem fisik AR.Drone seperti halnya cara untuk mendapatkan model *quadrotor* pada umumnya. Model ini menggunakan *thrust* dan torsi sebagai input dari model dinamik *quadrotor* dan *height*, *roll*, *pitch* dan *yaw* sebagai output utama dari model.[5,7] Cara kedua dilakukan dengan menganggap *hardware* AR.Drone lengkap dengan *electronic controller*-nya sebagai sebuah sistem. Sebagai input dipilih *setpoint pitch*, *setpoint roll*, *setpoint yaw rate*, *setpoint vertical rate* sedangkan sebagai output berurutan adalah (*pitch* dan *forward speed*), (*roll* dan *sideward speed*), *yaw rate* dan *vertical rate*. Proses pemodelan dilakukan dengan menerbangkan *quadrotor* untuk masing masing input yang diinginkan dan merekam data navigasi yang diperlukan untuk pemodelan. Dari data navigasi yang diperoleh, parameter model diestimasi dengan menggunakan *least square method*. Pemodelan dengan cara ini mensyaratkan bahwa AR.Drone sudah terkontrol dengan baik[1]

Tujuan dari paper ini adalah untuk merealisasikan model AR.Drone dengan pendekatan cara kedua di atas dengan menggunakan data navigasi yang direkam secara eksperimen. AR.Drone yang dipakai adalah AR.Drone versi 2 dengan firmware versi 2.4.8 dengan menggunakan *indoor hull* dan *outdoor hull* seperti pada Gambar 1. Program yang digunakan untuk kontrol dan proses *data acquisition* AR.Drone disiapkan oleh salah satu anggota tim riset, Gabriel, dengan melakukan modifikasi AR.Drone LabVIEW Toolkit [3] karena masih dirancang untuk AR.Drone versi 1 saat itu. Model yang didapat akan divalidasi ulang dengan data navigasi baru untuk menunjukkan akurasi dari model yang didapatkan. Dengan model ini diharapkan simulasi saat perancangan algoritma kontrol dapat dilakukan dengan mudah. Dengan model tersebut dinamika gerak dari AR.Drone juga akan mudah dipelajari.



Gambar 1. AR.Drone dengan *Indoor* dan *Outdoor Hull*

II. STRUKTUR MODEL DARI AR.DRONE

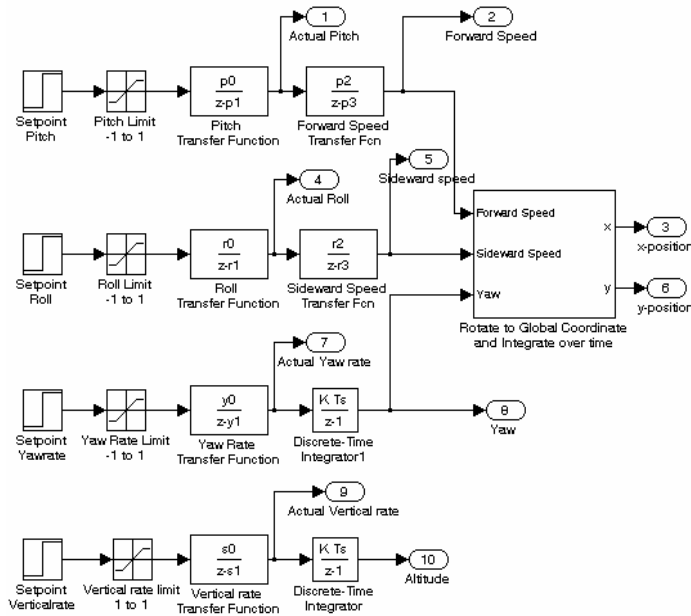
Struktur model AR.Drone yang dipakai adalah model yang digunakan oleh Krajnik [1] seperti ditunjukkan pada Gambar.2 di bawah. Dari struktur tersebut terlihat bahwa model AR.Drone terdiri dari 4 buah model yang merepresentasikan hubungan input-output antara *setpoint pitch* - *actual pitch* - *forward speed*; *setpoint roll* - *actual roll* - *sideward speed*, *setpoint yaw rate* - *actual yaw rate* - *yaw*, dan *setpoint vertical rate* - *actual rate vertical* - *altitude*. Input mempunyai rentang nilai dari -1 to 1 yang merepresentasikan nilai *minimum* dan

maximum dari sudut / kecepatan yang disetting pada *software controller*.

Subsistem *rotate to global coordinate* berupa *rotational matrix* yang merupakan mapping vektor kecepatan translasi AR.Drone dari *earth frame* ke *body-fixed frame* yang kemudian diintegrasikan terhadap waktu untuk mendapatkan *x* dan *y-position*. Diasumsikan bahwa ketinggian AR.Drone dijaga konstan maka *x* dan *y-position* juga dipengaruhi oleh sudut yaw dari AR.Drone sesuai dengan matrik rotasional seperti yang dinyatakan dalam (1).

$$\begin{bmatrix} v_x^E \\ v_y^E \\ v_z^E \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \psi & -\sin \psi & 0 \\ \sin \psi & \cos \psi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_x^B \\ v_y^B \\ v_z^B \end{bmatrix} \quad (1)$$

dimana v_i^E adalah kecepatan translational AR.Drone pada *earth frame*, sedangkan v_i^B adalah kecepatan translational pada *body-fixed frame* dengan $i=x,y,x$



Gambar.2. Struktur Model AR.Drone

III. PROSEDUR EKSPERIMEN PENGAMBILAN DATA TERBANG

Tujuan dari pemodelan ini adalah untuk mendapatkan parameter model pada masing-masing *discrete transfer function* di Gambar 2 yang meliputi $p_0, p_1, p_2, p_3, r_0, r_1, r_2, r_3, y_0, y_1, z_0$ and z_1 . Untuk estimasi masing masing parameter tersebut diperlukan data terbang dari masing masing model. Prosedur pengambilan data navigasi AR.Drone pada paper ini adalah sebagai berikut:

- *Pitch*: berikan nilai *setpoint pitch* yang diinginkan (misalkan -0.3) dan *take-off* kan dengan kondisi *hover*

on, setelah ketinggian AR.Drone stabil di 1 meter *switch-off hover* sehingga drone akan bergerak ke depan dengan sudut pitch tertentu beberapa detik kemudian *switch-on hover* lagi dan *landing*-kan. Data yang direkam selama terbang adalah *setpoint pitch* (dalam rentang -1 s.d 1), *pitch* yang terukur θ [dalam satuan derajat], *forward speed* v_x [m/s], dan estimasi *x-position* [meter]

- *Roll*: berikan nilai *setpoint roll* yang diinginkan (misal 0.25) dan *take-off* kan dengan kondisi *hover on*, setelah ketinggian AR.Drone stabil di 1 meter *switch-off hover* sehingga drone akan bergerak ke samping dengan sudut *roll* tertentu beberapa detik kemudian *switch-on hover* lagi dan *landing*-kan. Data yang direkam selama terbang adalah *setpoint roll* (dalam rentang -1 s.d 1), *roll* yang terukur ϕ [dalam satuan derajat], *sideward speed* v_y [m/s], dan estimasi *y-position* [meter]
- *Yaw rate*: berikan nilai *setpoint yaw rate* yang diinginkan (misalkan -0.2) dan *take-off* kan dengan kondisi *hover on*, setelah ketinggian AR.Drone stabil di 1 meter *switch-off hover* sehingga drone akan bergerak pivot pada ketinggian tersebut dengan kecepatan putar tertentu selama beberapa detik kemudian *switch-on hover* lagi dan *landing*-kan. Data yang direkam selama terbang adalah *setpoint yaw rate* (dalam rentang -1 s.d 1), *yaw* yang terukur ψ [dalam satuan derajat]. *Yaw rate* dihitung dengan menghitung selisih sudut antar sampling dan dibagi dengan *sampling time*.
- *Vertical rate*: berikan nilai *setpoint vertical rate* yang diinginkan (misalkan 0.2) dan *take-off* kan dengan kondisi *hover on*, setelah ketinggian AR.Drone stabil di 1 meter *switch-off hover* sehingga drone akan bergerak vertical dengan kecepatan tertentu selama beberapa detik kemudian *switch-on hover* lagi dan *landing*-kan. Data yang direkam selama terbang adalah *setpoint vertical rate* (dalam rentang -1 s.d 1), ketinggian yang terukur z [dalam satuan meter]. *Vertical rate* v_z dihitung dengan menghitung selisih ketinggian antara $z(t)$ dan $z(t-1)$ dibagi dengan *sampling time*.

Gambar 3 menunjukkan proses pengambilan data terbang untuk proses pemodelan ini. Data yang diambil meliputi nilai *setpoint* untuk *pitch*, *roll*, *yaw rate* dan *vertical rate* yang masih dalam rentang *normal operating point* (diambil rentang nilai dari -0.3 s.d 0.3). Data terbang diambil untuk AR.Drone dengan *indoor hull* dan *outdoor hull*.



Gambar 3. Pengambilan Data Terbang AR.Drone

IV. ESTIMASI PARAMETER MODEL

Estimasi parameter model pada masing masing struktur model pada Gambar 1 dilakukan dengan menggunakan *least-square method*. Untuk menjelaskan proses estimasi diambil contoh estimasi nilai r_0 dan r_1 . Untuk estimasi parameter ini diperlukan data setpoint roll ϕ_{ref} dan roll yang terukur ϕ . Kedua data terbang ini disusun sebagai berikut

$$\begin{bmatrix} \phi(t) \\ \phi(t+1) \\ \vdots \\ \phi(n) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \phi(t-1) & \phi_{ref}(t-1) \\ \phi(t) & \phi_{ref}(t) \\ \vdots & \vdots \\ \phi(n-1) & \phi_{ref}(n-1) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_1 \\ r_0 \end{bmatrix} \quad (2)$$

Secara umum persamaan di atas dapat dinyatakan dengan bentuk sebagai berikut

$$\psi = \Phi \vartheta \quad (3)$$

dimana ψ adalah vektor output, Φ adalah *matrix regressor* dan ϑ adalah vektor parameter. Dengan menggunakan *least-square method* vektor parameter dapat dicari dengan menggunakan persamaan (4).

$$\vartheta = (\Phi^T \Phi)^{-1} \Phi^T \psi \quad (4)$$

Dengan menggunakan persamaan (4) diperoleh nilai parameter dari ke empat model seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

TABLE I. NILAI PARAMETER MODEL

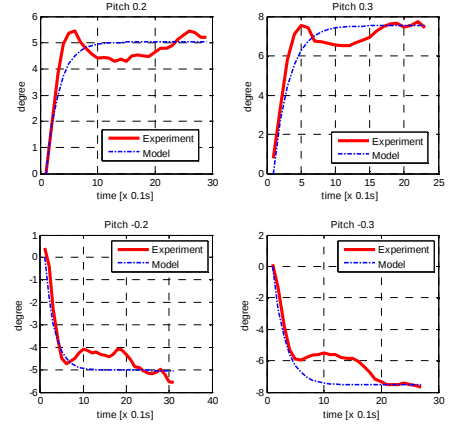
Parameters of model	Indoor Hull	Outdoor Hull
p_0	9.0989	7.2056
p_1	0.6382	0.6465
p_2	-0.0233	-0.0221
p_3	0.9197	0.9600
r_0	8.3805	8.9479
r_1	0.6613	0.6232
r_2	0.0199	0.0217
r_3	0.9277	0.932
y_0	95.9915	83.6962
y_1	0.121	-0.0105
z_0	0.4808	0.2795
z_1	0.5167	0.7278

V. VALIDASI MODEL

Hasil validasi model akan dipaparkan disini untuk model AR.Drone dengan *indoor hull*. Di akhir sesi ini akan

ditampilkan komparasi grafik validasi model antara *indoor hull* dengan model *outdoor hull*. Untuk menguji apakah parameter model yang dihasilkan menghasilkan model yang valid untuk AR.Drone dilakukan validasi dengan menggunakan data navigasi baru lagi dengan prosedur pengambilan data yang sama dengan sebelumnya. Dari data yang diperoleh beberapa validasi dilakukan diantaranya sebagai berikut:

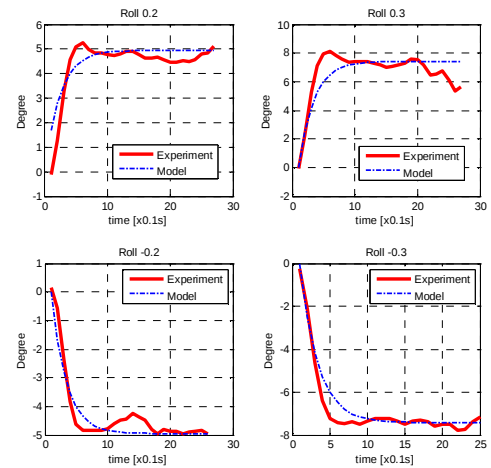
- Validasi *pitch*: validasi *pitch* dilakukan untuk mengetahui apakah model *pitch* yang didapatkan dapat merepresentasikan *real time experiment data pitch*. Berikut adalah grafik hasil perbandingan model dan *real time experiment*



Gambar 4. Validasi model untuk beberapa input pitch

Terlihat bahwa model dapat merepresentasikan *real time data experiment* dengan baik walaupun ada sedikit overshoot di awal awal. Secara umum respon *real time data* mencapai *settling* pada kisaran waktu 2.5 detik.

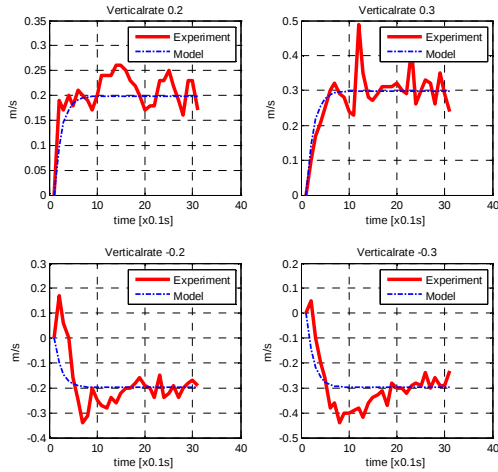
- Validasi *roll* : validasi *roll* dilakukan untuk melihat performansi model untuk berbagai input *roll*. Gambar 5 menunjukkan hasil perbandingan model dengan data *real time experiment*.



Gambar 5. Validasi model untuk beberapa input roll

Terlihat bahwa model yang dihasilkan dapat mengikuti data *experiment* untuk berbagai kemungkinan input *roll* dengan sangat baik

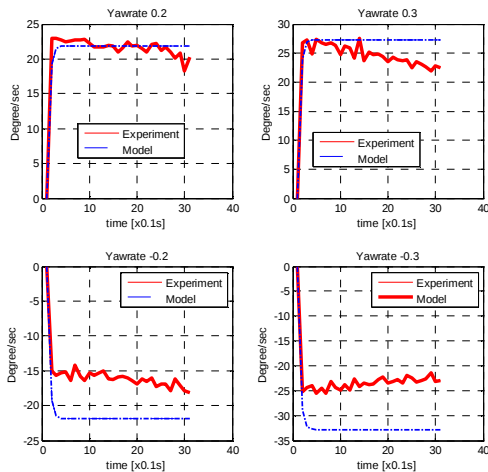
- Validasi *vertical rate*: validasi dilakukan untuk melihat performansi model dalam mengestimasi *vertical rate* dari AR.Drone. Gambar 6 di bawah menunjukkan hasil dari validasi model *vertical rate*



Gambar 6. Validasi model untuk beberapa input *vertical rate*.

Dari validasi terlihat bahwa model sangat bagus merepresentasikan data eksperimen untuk berbagai nilai *vertical rate*.

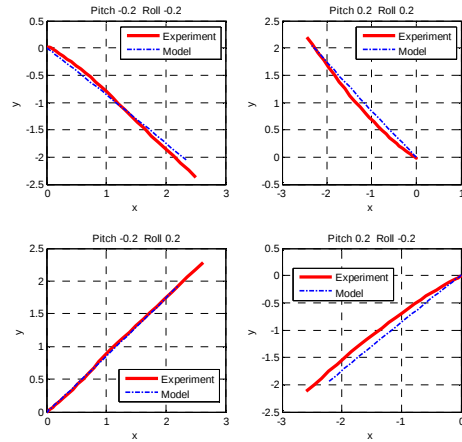
- Validasi *yaw rate*: validasi dilakukan untuk melihat performansi model dalam mengestimasi *yaw rate* dari AR.Drone. Gambar 7 menunjukkan hasil dari validasi ini.



Gambar 7. Validasi model untuk input *yawrate*

Dari Gambar 7 terlihat bahwa model *yaw rate* dapat merepresentasikan data untuk input 0.2 dengan baik, namun untuk input lain terlihat ada error yang relatif konstan.

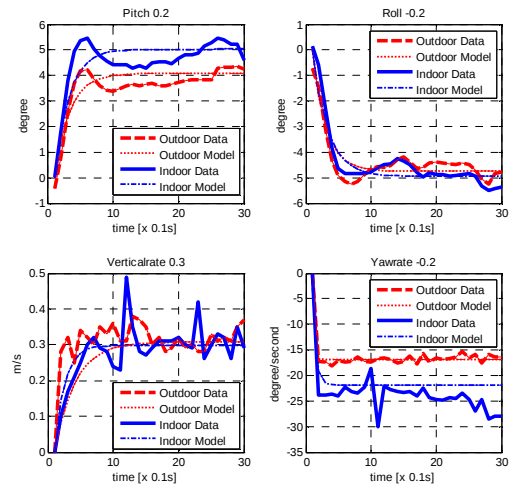
- Validasi *x* dan *y-position*: validasi dilakukan untuk melihat performansi model dalam mengestimasi posisi *x* dan *y* secara bersamaan sebagai hasil perhitungan *rotation matrix* dan integrasinya terhadap waktu. Gambar 8 menunjukkan hasil dari validasi ini



Gambar 8. Validasi model *x* dan *y-position* untuk kombinasi beberapa input.

Dari grafik terlihat bahwa model *x* dan *y-position* model dapat merepresentasikan *real time experiment data* dengan baik.

- Perbandingan *indoor* dan *outdoor hull*: validasi ini untuk menunjukkan perbandingan model AR.Drone dengan *indoor hull* dan *outdoor hull* dalam merepresentasikan data eksperimen. Gambar 9 menunjukkan hasil perbandingan ini.



Gambar 9. Perbandingan model dengan *indoor* dan *outdoor hull*.

Dari Gambar 9 dapat dilihat bahwa ada perbedaan antara model AR.Drone dengan *indoor* dan *outdoor hull* untuk *pitch* dan *yaw rate*. Ini berarti bahwa penggunaan *indoor hull* dan *outdoor hull* sangat mempengaruhi dinamika model pada *pitch* dan *yaw rate*. Pada model *vertical rate* terlihat bahwa bahwa penggunaan *indoor* dan *outdoor hull* kurang signifikan

memperngaruhi *vertical rate* terlihat bahwa grafik relatif mempunyai *steady state* yang sama. Selanjutnya terlihat perbedaan sedikit antara *indoor* dan *outdoor hull* pada *yaw rate*.

VI. KESIMPULAN

Hasil validasi yang didapat menunjukkan bahwa model dapat merepresentasikan dinamika *pitch*, *roll* dan *vertical rate* untuk berbagai variasi input dengan baik. Namun demikian untuk *yaw rate* hasilnya masih kurang memuaskan yang kemungkinan disebabkan adanya pergeseran bacaan pada *yaw* AR.Drone. Penggunaan *indoor* dan *outdoor hull* mempengaruhi dinamika model terutama pada *pitch*, *roll* dan *yawrate* namun untuk *vertical rate* hasilnya relatif konstan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Krajnik.T, Vonasek.V, Fiser.D, Faigl.J, "AR-Drone as a platform for Robotic Research and Education", draft version of the paper in Research and Education in Robotics: EUROBOT 2011, Heidelberg, Springer , 2011.
- [2] P. Jean Bristeau, F. Callou, D. Vissiere, N. Petit, " The Navigation and Control Technology Inside the AR Drone Micro UAV", Preprints of the 18th IFAC World Congress,Milano, Italy, August 28 – September 2, 2011.
- [3] M. Mogenson, "The AR Drone LabVIEW Toolkit: A Software Framework for the Control of Low-Cost Quadrotor Aerial Robots", Master Thesis, TUFTS University, May 2012
- [4] G. Martin,"Modeling and Control of the Parrot AR.Drone", Final Project Report SEIT, UNSW Canberra, 2012.
- [5] Y.Sun, "Modeling, Identification and Control of a Quadrotor Drone Using Low-Resolution Sensing ," Master of Science Thesis, University of Illinois at Urbana-Champaign, 2012
- [6] M. De Lellis Costa de Oliveir, "Modeling, Identification and Control of Quadrotor Aircraft ," Master Thesis, Dept.of Control Engineering, Czech Technical University in Prague, 2011.
- [7] A. Prayitno, "Perancangan Simulink Model Dari AR.Drone Sebagai Simulator Kontrol Quadrotor," Proceeding Seminar Nasional Riset Teknologi Informasi, 2013, pp. 203-209.



Proceedings of Conference on Information Technology and Electrical Engineering

2014



Proceedings of
Conference on Information Technology
and Electrical Engineering



CITEE 2014

**“Leveraging Research and Technology
through University-Industry Collaboration”**

Eastparc Hotel, Yogyakarta
7-8 October 2014



PROCEEDINGS OF CONFERENCE ON INFORMATION TECHNOLOGY AND ELECTRICAL ENGINEERING

Yogyakarta, 7 – 8 Oktober 2014

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING
AND INFORMATION TECHNOLOGY
FACULTY OF ENGINEERING
UNIVERSITAS GADJAH MADA

ORGANIZER 2014

Advisory Board Committee

Adhi Susanto, Universitas Gadjah Mada, Indonesia
Dadang Gunawan, Universitas Indonesia, Indonesia
Kuncoro Wastuwibowo, IEEE Indonesia Section
Lukito Edi Nugroho, Universitas Gadjah Mada, Indonesia
Son Kuswadi, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Indonesia
T. Haryono, Universitas Gadjah Mada, Indonesia
Yanuarsyah Haroen, Institut Teknologi Bandung, Indonesia

General Chair

Hanung Adi Nugroho, Universitas Gadjah Mada, Indonesia

Organizing Committee

Adha Imam Cahyadi, Universitas Gadjah Mada, Indonesia
Avrin Nur Widiastuti, Universitas Gadjah Mada, Indonesia
Azkario Rizky Pratama, Universitas Gadjah Mada, Indonesia
Bimo Sunarfri Hantono, Universitas Gadjah Mada, Indonesia
Budi Setiyanto, Universitas Gadjah Mada, Indonesia
Eka Firmansyah, Universitas Gadjah Mada, Indonesia
Eny Sukani Rahayu, Universitas Gadjah Mada, Indonesia
Hanung Adi Nugroho, Universitas Gadjah Mada, Indonesia
I Wayan Mustika, Universitas Gadjah Mada, Indonesia
Indriana Hidayah, Universitas Gadjah Mada, Indonesia
Iswandi, Universitas Gadjah Mada, Indonesia
Lilik Suyanti, Universitas Gadjah Mada, Indonesia
Nawang Siwi, Universitas Gadjah Mada, Indonesia
Noor Akhmad Setiawan, Universitas Gadjah Mada, Indonesia
Prapto Nugroho, Universitas Gadjah Mada, Indonesia
Ridi Ferdiana, Universitas Gadjah Mada, Indonesia
Sarjiya, Universitas Gadjah Mada, Indonesia
Sigit Basuki Wibowo, Universitas Gadjah Mada, Indonesia
Teguh Bharata Adji, Universitas Gadjah Mada, Indonesia
Yusuf Susilo Wijoyo, Universitas Gadjah Mada, Indonesia

FOREWORD

Assalamu'alaykum warohmatullaah wabarokaatuh

On behalf of the organizing committee, it is our pleasure to welcome you to Yogyakarta, Indonesia, for our annual conference. This is the 6th conference that is held by the Department of Electrical Engineering and Information Technology, Faculty of Engineering, Universitas Gadjah Mada. This year, the conference is differently called as Joint Conference 2014 as there will be 4 parallel conferences, including:

1. ICITEE (International Conference on Information Technology and Electrical Engineering) 2014,
2. CITEE (Conference on Information Technology and Electrical Engineering) 2014,
3. RC-CIE (Regional Conference on Computer and Information Engineering) 2014, and
4. CCIO (Conference on Chief Information Officer) 2014.

The joint conference's theme is "Leveraging Research and Technology through University-Industry-Government Collaboration", emphasizes on the enhancement of research in a wide spectrum, including information technology, communication and electrical engineering, as well as e-services, e-government and information system. The conference is expected to provide excellent opportunity to meet experts, exchange information, and strengthen the collaboration among researchers, engineers, and scholars from academia, government, and industry.

In addition, the conference committee has invited five renowned keynote speakers; Prof. Marco Aiello from University of Groningen (RuG), Netherland, Prof. Einoshin Suzuki from Kyushu University, Prof. Yoshio Yamamoto from Tokai University, Prof. Jun Miura from Toyohashi University of Technology, and Prof. Kazuhiko Hamamoto from Tokai University, Japan. The conference committee also invited Tony Seno Hartono from National Technology Officer of Microsoft Indonesia and Dr. Ing. Hutomo Suryo Wasisto (Associate Team Leader in MEMS/NEMS and Sensor Group) Technische Universität Braunschweig, Germany as invited speaker to present their current research activities.

This conference is technically co-sponsored by IEEE Indonesia Section. Furthermore, it is supported by JICA, AUN/SEED-Net, Ministry of Communication and Information Technology of the Republic of Indonesia, and King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Thailand.

As a General Chair, I would like to take this opportunity to express my deep appreciation to the organizing committee members for their hard work and contribution throughout this conference. I would also like to thank authors, reviewers, all speakers, and session chairs for their support to Joint Conference 2014.

In addition to the outstanding scientific program, we hope that you will find time to explore Yogyakarta and the surrounding areas. Yogyakarta is city with numerous cultural heritages, natural beauty, and the taste of traditional Javanese cuisines, coupled with the friendliness of its people.

Lastly, I would like to welcome you to Joint Conference 2014 and wish you all an enjoyable stay in Yogyakarta.

Sincerely,

Hanung Adi Nugroho, Ph.D.
General Chair of Joint Conference 2014

Schedule CITEE 2014 Yogyakarta, 7 – 8 Oktober 2014

7 Oktober 2014

- 07.30 – 08.20 Registration
08.20 – 09.00 Opening Ceremony
09.00 – 10.00 User Aware Energy Smart Offices
Prof. Marco Aiello; Johann Bernoulli Institute, University of Groningen, The Netherlands
10.00 – 10.30 Group Photo & Coffee Break
10.30 – 16.50 Parallel Session

8 Oktober 2014

- 07.30 – 08.10 Registration
08.10 – 10.10 Parallel Session
10.10 – 10.30 Coffee Break
10.30 – 11.10 Human-Robot Collaboration: Two Examples with a Humanoid Robot
Prof. Jun Miura; Toyohashi University of Technology, Japan
11.10 – 11.50 Study On Distinction of Gender from Front View of Walking Motion Using Kinect
Prof. Kazuhiko Hamamoto; Tokai University, Japan
11.50 – 12.10 Award Ceremony
12.10 – 13.30 Lunch

PARALLEL SESSION

	No	Time	7 Oktober 2014		8 Oktober 2014				
			Magnolia	Orchid	Hibiscus	Sunflower	Lotus	Magnolia	Orchid
Sesi 1		Moderator			Agus Nurcahyo (C-TEIa #3)	Dwi Normawati (I-TEIa #11)	Dedy Suryadi (S-TEIa #11)	Hanifah Rahmi (S-TEIa #13)	Ferzha P.U. (I-TEIa #8)
	1.	08.10 – 08.30			C-TEIa #1	I-TEIa #12	S-TEIa #9	S-TEIa #14	S-TEIb #1
	2.	08.30 – 08.50			C-TEIb #1	I-TEIa #13	S-TEIa #8	S-TEIa #15	S-TEIb #2
	3.	08.50 – 09.10			C-TEIb #2	I-TEIb #1	S-TEIa #10	S-TEIa #6	S-TEIb #3
Sesi 2		Moderator			Sayidiman (I-TEIa #12)	Ignatia Dhian (I-TEIa #13)	Melrista W. (S-TEIa #9)	Adhadi K. (S-TEIa #14)	Alfiah Rizky (S-TEIb #1)
	4.	09.10 – 09.30			C-TEIa #2	I-TEIb #2	S-TEIa #12	S-TEIa #7	I-TEIa #10
	5.	09.30 – 09.50			C-TEIa #3	I-TEIa #11	S-TEIa #11	S-TEIa #13	I-TEIa #8
	6.	09.50 – 10.10					S-TEIa #5	S-TEIa #17	
		10.10 – 10.30	Coffee Break						
Sesi 3		Moderator	Slamet W. (I-TEIa #9)	Faisal N. (S-TEIa #2)					
	1.	10.30 – 10.50	I-Gto #1	S-Pad #1					
	2.	10.50 – 11.10	I-Jkt #1	S-Plg #1					
Sesi 4		Moderator	Daryus C. (C-TEIa #1)	Anugerah G.P					
	3.	11.10 – 11.30	I-Jkt #2	S-Tng #1					
	4.	11.30 – 11.50	I-Sby #1	S-Bdg #1					
	5.	11.50 – 12.10	I-TEIa #9	S-Jmr #1					
		12.10 – 13.30	Lunch Break						
Sesi 5		Moderator	Guntur D.P. (I-TEIb #2)	L. Kuncoro P.S. (S-TEIa #3).					
	6.	13.30 – 13.50	I-Yog #1	S-Sby #1					
	7.	13.50 – 14.10	I-Yog #2	S-Sby #2					
Sesi 6		Moderator	Ryan Ari S. (I-TEIa #4)	Titin Y. (S-TEIa #1)					
	8.	14.10 – 14.30		S-Sby #3					
	9.	14.30 – 14.50	I-TEIa #2	P-TEIa #1					
	10.	14.50 – 15.10	I-TEIa #1	P-TEIb #1					
		15.10 – 15.30	Coffee Break						
Sesi 7		Moderator	Ghulam A.B. (I-TEIa #1)	Hendra M (P-TEIa #1)					
	11.	15.30 – 15.50	I-TEIa #4	S-TEIa #1					
	12.	15.50 – 16.10	I-TEIa #5	S-TEIa #2					
	13.	16.10 – 16.30	I-TEIa #7	S-TEIa #3					
	14.	16.30 – 16.50	I-TEIa #6	S-TEIa #4					

Table of Contents

Inner Cover	i
Organizer	ii
Foreword	iii
Schedule	iv
Table of Contents	v

Keynote

1.	Key #1	User Aware Energy Smart Offices <i>Prof. Marco Aiello; University of Groningen, The Netherlands</i>	1
2.	Key #4	Human-Robot Collaboration: Two Examples with a Humanoid Robot <i>Prof. Jun Miura; Toyohashi University of Technology, Japan</i>	2
3.	Key #5	Study On Distinction of Gender from Front View of Walking Motion Using Kinect <i>Prof. Kazuhiko Hamamoto; Tokai University, Japan</i>	3

Technical

1.	I-Gto #1	Sistem Informasi Repositori Digital Budaya Gorontalo <i>Arip Mulyanto, Mukhlisulfatih Latief, Manda Rohandi dan Muslimin</i>	4
2.	I-Jkt #1	<i>Smartchoice</i> : Sistem Penunjang Keputusan Pemilihan <i>Smartphone</i> Android <i>Elah Suryani, Gusti Aulia, Vani Ahmad Ramadhan, dan Lily Wulandari</i>	10
3.	I-Jkt #2	Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Destinasi Wisata DKI Jakarta Menggunakan Metode AHP Berbasis Web <i>Budi Setiawan Santoso, Millati Izatillah, Mustafa Ibrahim, dan Lily Wulandari</i>	15
4.	I-Sby #1	Permainan Dakon dengan Metode Bayesian Network Berbasis Kemampuan Kognitif Pemain <i>Ika Ratna Indra Astutik, Surya Sumpeno, dan Mauridhi Hery Purnomo</i>	21
5.	I-Yog #1	Sistem Informasi Geografis Pengangkutan Zat Radioaktif <i>Adi Abimanyu, Purwanto, dan Nurhidayat</i>	26
6.	I-Yog #2	Evaluasi Kesuksesan Penerapan Aplikasi SCM (Studi Kasus: PT. Timah (Persero), Tbk.) <i>Harrizki A. Pradana, Suyoto, dan F. Sapty Rahayu</i>	33
7.	I-TEIa #1	<i>Sentiment Analysis Twitter</i> dengan Kombinasi <i>Lexicon Based</i> dan <i>Double Propagation</i> <i>Ghulam Asrofi Buntoro, Teguh Bharata Adji, and Adhistya Erna Purnamasari</i>	39
8.	I-TEIa #2	Review Sistem Keamanan Data pada Komunikasi <i>Instant Messenger</i> <i>Putra Wanda, Selo, dan Bimo Sunarfri Hantono</i>	44
9.	Kosong		49
10.	I-TEIa #4	Review : Algoritma Kriptografi Untuk Pengembangan Aplikasi Telepon Anti Sadap di Android <i>Ryan Ari Setyawan, Selo Sulisty, dan Bimo Sunarfri Hantono</i>	53
11.	I-TEIa #5	Evaluasi <i>Stop Word</i> dan <i>Stemming Retrieval</i> Teks Menggunakan <i>Latent Semantic Indexing</i> pada Bahasa Indonesia <i>Sahirul Alim T.B., Teguh Bharata Adji, dan Widyawan</i>	59
12.	I-TEIa #6	Pengaruh Karakteristik dan Pencahaya-an Objek terhadap Pelacakan Tanpa Penanda dalam Ruang Tertutup pada Aplikasi <i>Mobile Augmented Reality</i> <i>Aditya Rizki Yudiantika, Selo Sulisty, dan Bimo Sunarfri Hantono</i>	64

13.	I-TEIa #7	Pengembangan Aplikasi Bergerak untuk Mendeteksi Tingkat Kemacetan Lalu Lintas dan Cuaca Memanfaatkan Google Maps API, OpenWeatherMap API, dan GPS <i>Taufiq El Rahman, I Wayan Mustika, dan Selo</i>	70
14.	I-TEIa #8	Sistem Informasi Geografis Pemantau Transportasi Zat Radioaktif dengan <i>Input</i> SMS Terenkripsi Berbasis Web <i>Ferzha Putra Utama, I Wayan Mustika, dan Lita Sari</i>	76
15.	I-TEIa #9	Model Perhitungan Bobot Jalur Optimal pada Kasus Pencarian Jalur Tercepat <i>Slamet Wiyono, Teguh Bharata Adji, dan Hanung Adi Nugroho</i>	82
16.	I-TEIa #10	Teknik Pemberian Rekomendasi Menu Makanan dengan Pendekatan <i>Contextual Model</i> dan <i>Multi-Criteria Decission Making</i> <i>Robertus Adi Nugroho dan Ridi Ferdiana</i>	88
17.	I-TEIa #11	Kajian Teknik-teknik <i>Data Mining</i> untuk Diagnosis Penyakit Jantung Koroner <i>Dwi Normawati, Hanung Adi Nugroho, dan Noor Akhmad Setiawan</i>	95
18.	I-TEIa #12	Identifikasi Marka Garis Pembatas Jalan dan Obyek Penghalang di Jalan Raya Melalui Teknik Deteksi Kandidat dan Pengklasifikasian <i>Sayidiman, Hanung Adi Nugroho, dan Rudy Hartanto</i>	101
19.	I-TEIa #13	Peranan Fitur Kontur dan <i>Slope</i> dalam Pengenalan Tanda Tangan <i>Offline</i> dengan <i>Dynamic Time Warping</i> <i>Ignatia Dhian Estu Karisma Ratri, Hanung Adi Nugroho, dan Teguh Bharata Adji</i>	107
20.	I-TEIb #1	Klasifikasi Jalur Minat Siswa Menggunakan Algoritme <i>Support Vector Machine</i> (SVM) (Kasus: SMA Negeri 1 dan SMA Negeri 2 Sragen) <i>Indriana Hidayah, Adhistya Erna Permanasari, dan Theopilus Bayu Sasongko</i>	112
21.	I-TEIb #2	Rekomendasi Obyek Pariwisata Indonesia berbasis Analisis Sentimen Sosial Media Terkini <i>Bimo Sunarjri Hantono and Guntur Dharma Putra</i>	117
22.	P-TEIa #1	Seleksi Aturan Menggunakan <i>Rough Set Theory</i> untuk Diagnosis Gangguan Transformator Daya Berbasis <i>Dissolved Gas Analysis</i> (DGA) <i>Hendra Marcos, Noor Akhmad Setiawan, dan Suharyanto</i>	123
23.	P-TEIb #1	Pengaruh Penambahan Kapasitor terhadap Unjuk Kerja Motor Induksi Tiga Fase Sangkar Tupai <i>Bambang Sugiyantoro, Tiyono, dan M. Rasyid Aziz</i>	128
24.	S-Pad #1	Deteksi Dini Penyakit Paru secara <i>Mobile</i> Berbasis <i>Bayesian Network</i> <i>Rahmadi Kurnia, Fitri Aini, dan Ikhwana Elfitri</i>	133
25.	S-Plg #1	Pengenalan Kata dengan Metode <i>Linear Predictive Coding</i> dan Jaringan Syaraf Tiruan pada <i>Mobile Robot</i> <i>Irmawan, Hera Hikmarika, Desi Windi Sari, dan M. Chaerul Tammimi</i>	139
26.	S-Tng #1	Koreksi Citra pada Sensor <i>Electrical Capacitance Volume Tomography</i> <i>Amir Rudin, Arbai Yusuf, Imamul Muttaqin, Rohmadi, Wahyu Widada, dan Warsito P. Taruno</i>	145
27.	S-Bdg #1	Analisis Sistem Stabilisasi Citra Angiogram dengan Algoritma SURF untuk Peningkatan Akurasi Perhitungan QuBE <i>Hilman Fauzi</i>	151
28.	S-Jmr #1	Perancangan Sistem Pengaturan Suhu pada Mesin Sangrai Kopi Berbasis Logika Fuzzy <i>Satryo Budi Utomo, Moh Agung P.N, dan Sumardi</i>	157
29.	S-Sby #1	Model AR.Drone dengan Indoor dan Outdoor Hull <i>Agung Prayitno and Veronica Indrawati</i>	162

30.	S-Sby #2	Desain Smart Meter untuk Memantau dan Identifikasi Pemakaian Energi Listrik pada Sektor Rumah Tangga Menggunakan <i>Backpropagation Neural Network</i> <i>Koko Hutoro, Adi Soeprijanto, Ontoseno Penangsang, dan Matt Syai'in</i>	168
31.	S-Sby #3	Aplikasi Jaringan Sensor Nirkabel untuk <i>Monitoring</i> Korban Bencana Alam <i>M. Zen Samsono Hadi, Jodi Ryan Setyawan, Rahardita W.S, dan H. Uehara</i>	174
32.	S-TEIa #1	Studi Perbandingan Metode Penilaian Kualitas Citra pada Citra Retina <i>Titin Yulianti, Hanung Adi Nugroho, dan Noor Akhmad Setiawan</i>	180
33.	S-TEIa #2	Peningkatan Kontras pada Citra Digital Mammogram <i>Faisal N., Hanung Adi Nugroho, Indah Soesanti, and Lina Choridah</i>	186
34.	S-TEIa #3	Perbaikan Citra untuk Peningkatan Kinerja Deteksi Wajah Fitur HAAR-like dengan Variasi Pencahayaan <i>Laurentius Kuncoro Probo Saputra, Hanung Adi Nugroho, dan Teguh Bharata Adji</i>	192
35.	S-TEIa #4	Ekstraksi Ciri Suara Jantung Berbasis Metode Statistis <i>Domy Kristomo, Indah Soesanti, dan Oyas Wahyunggoro</i>	198
36.	S-TEIa #5	<i>Low Cost Remote Terminal Unit</i> (RTU) Sistem SCADA Berbasis Android <i>Hendy Rudiansyah, Suharyanto, dan Adha Imam Cahyadi</i>	203
37.	S-TEIa #6	Kajian Deteksi <i>Exudates</i> untuk Diagnosis <i>Diabetic Retinopathy</i> <i>Widhia Oktoeberza KZ, Hanung Adi Nugroho, dan Teguh Bharata Adji</i>	211
38.	S-TEIa #7	Unjuk Kerja Biometrika Iris Mata Menggunakan Metode <i>Edge Histogram Descriptor</i> untuk Aplikasi Keamanan <i>Danny Kurnianto, Indah Soesanti, dan Hanung Adi Nugroho</i>	217
39.	S-TEIa #8	Metode Digitalisasi Citra pada Sinyal EKG <i>Jaenal Arifin, Jans Hendry, dan Sri Kusrohmaniah</i>	224
40.	S-TEIa #9	Analisis Tekstur Citra Interpolasi terhadap Steganografi <i>Meirista Wulandari dan Indah Soesanti</i>	231
41.	S-TEIa #10	Implementasi GA untuk Optimasi Generator Uap Berbasis Model BPNN di PT. Chevron Pacific Indonesia <i>Liris Madhmingtyas, Risanuri Hidayat, Litasari, Teguh Handjoyo, dan Hasballah</i>	237
42.	S-TEIa #11	Pengenalan Wajah dengan Menggunakan Dimensi Fraktal dan <i>Neural Network</i> <i>Dedy Suryadi, Risanuri Hidayat, dan Hanung Adi Nugroho</i>	243
43.	S-TEIa #12	<i>Quadrotor</i> PD <i>Auto-tuning</i> Berbasis LS-Loop Shaping <i>Atikah Surriani, Meilia Safitri, Almira Budiyo, dan Adha Cahyadi</i>	249
44.	S-TEIa #13	Ekstraksi Ciri Berbasis Wavelet dan Klasifikasi Berbasis Logika Fuzzy untuk Deteksi Dini Kanker Payudara pada Citra Mammogram <i>Hanifah Rahmi Fajrin dan Hanung Adi Nugroho</i>	255
45.	S-TEIa #14	Pengujian <i>Tracking Color</i> Menggunakan IP Webcam untuk Deteksi Ketinggian Air <i>Adhadi Kurniawan, I Wayan Mustika, dan Sri Suning Kusumawardani</i>	261
46.	S-TEIa #15	Pemetaan Alamat dan Fungsi Basis untuk Meningkatkan Unjuk-Kerja CMAC <i>Muhamad Iradat Achmad, Adhi Susanto, dan Hanung Adinugroho</i>	267
47.	S-TEIa #17	Estimasi Model Sederhana Kendali Posisi Ketinggian <i>Quadrotor</i> AR.Drone 2 <i>Ardhimas Wimbo Wasisto, Atikah Surriani, Nia Maharani, Adha Imam Cahyadi, dan Teguh Bharata Adji</i>	274
48.	S-TEIb #1	Perbandingan Karakteristik Morfologi Inti nRBC (<i>Nucleated Red Blood Cell</i>) dengan 5 Jenis Sel Darah Putih <i>Hanung Adi Nugroho dan Alfiah Rizky Diana Putri</i>	279

49.	S-TEIb #2	Optimasi Waktu Gerak Lurus Robot Lengan 6 DOF Dengan Algoritma Genetik <i>Oyas Wahyunggoro, R. Suryoto Edy Raharjo, dan Priyatmadi</i>	284
50.	S-TEIb #3	Pengaruh Jumlah Titik Sudut Elemen Poligon terhadap Peningkatan Akurasi Metode Elemen Hingga Poligonal dengan Fungsi Bentuk Wachspress <i>Eny Sukani Rahayu</i>	289
51.	C-TEIa #1	Evaluasi Unjuk Kerja <i>Good Convolutional Codes</i> pada Skema Penyandian Bertingkat RS-CC <i>Daryus Chandra, Adhi Susanto, dan Sri Suning Kusumawardani</i>	293
52.	C-TEIa #2	Analisis Unjuk Kerja <i>Repeat-Accumulate Codes</i> (RAC) untuk Kanal AWGN dengan BER Chart dan EXIT Chart <i>Daryus Chandra, Adhi Susanto, dan Sri Suning Kusumawardani</i>	299
53.	C-TEIa #3	Kerangka Teori Permainan dengan Perbaikan Utilitas untuk Pengorganisasian Diri di dalam Jaringan Heterogen LTE <i>Agus Nurcahyo, I Wayan Mustika, dan Sigit Basuki Wibowo</i>	305
54.	C-TEIb #1	Pakai-Ulang Frekuensi Fraksional dengan Penjenjangan Berbeda untuk Layanan Upaya Terbaik pada Teknologi Selular LTE <i>Mulyana and Budi Setiyanto</i>	311
55.	C-TEIb #2	Unjuk Kerja Protokol AODV+ pada Komunikasi V2V dalam VANET <i>I Wayan Mustika, Jan Wantoro, dan Bimo Sunarfri Hantono</i>	316