

**IDENTIFIKASI PARAMETER DAN PERANCANGAN
SISTEM KENDALI PID UNTUK ANALISIS SIKAP TERBANG UAV**
[PARAMETER IDENTIFICATION AND DESIGN PID CONTROLLER FOR
FLYING ATTITUDE ANALYSIS OF UAV]
Eko Budi Purwanto, Nasution Syabron Hasbi, Supendi

**IMPLEMENTASI 3D *GAME ENGINE* SEBAGAI VISUALISASI SISTEM
NAVIGASI 6-DOF PADA ROKET KENDALI LAPAN**
[3D GAME ENGINE IMPLEMENTATION AS 6-DOF NAVIGATION
SYSTEM VISUALIZATION AT GUIDED ROCKET OF LAPAN]
Romi Wiryadinata, Wildan Yusuf, Ri Munarto, Frandi A. Kabarjito, Sri Klinwati

**METODE KALIBRASI SENSOR RATE-GYROSCOPE
UNTUK IMU ROKET**
[CALIBRATION METHOD OF RATE-GYROSCOPE SENSOR
FOR IMU ROCKET]
Wahyudi, Adbi Susanto, Wahyu Widada, Sasongko Pramono Hadi

**METODE DOPPLER RADIO UNTUK MENGUKUR KECEPATAN
ROKET RX200**
[RADIO DOPPLER METHOD FOR MEASURING VELOCITY
OF ROCKET RX200]
Wahyu Widada

**MODEL KOREKSI GEOMETRI SISTEMATIK DATA *IMAGER
PUSHBROOM* MENGGUNAKAN METODE PROYEKSI KOLINEAR**
[PUSHBROOM IMAGER DATA SYSTEMATIC GEOMETRY
CORRECTION MODEL USING COLLINEAR PROJECTION METHOD]
Patria Rachman Hakim, Abdul Rahman, Suhermanto, Elwira Rachim

**PENGARUH NILAI KOEFISIEN AERODINAMIKA $C_{m\alpha}$ DAN C_{mq} PADA
KESTABILAN TERBANG GERAK PERIODE PENDEK (*SHORT PERIOD*)
RKX-200 LAPAN**
[EFFECT OF AERODYNAMICS COEFFICIENT VALUE $C_{m\alpha}$ AND C_{mq} TO
THE STABILITY OF THE FLY MOTION SHORT PERIOD
RKX-200 LAPAN]
Endang Mugia G.S.

**EVALUASI KINERJA SAMBUNGAN PROPELAN PADA
MOTOR ROKET RX 550**
[EVALUATION OF THE PROPELLANT JOINT PERFORMANCE IN
ROCKET MOTOR RX 550]
Sutrisno

**SIMULASI *CFD* PADA *DIFFUSER AUGMENTED WIND TURBINE* (DAWT):
EFEK BENTUK *INLET* DAN PANJANG DIFUSER TERHADAP DISTRIBUSI
KECEPATAN ANGIN DI *EXIT* DIFUSER**
[CFD SIMULATION IN *DIFFUSER AUGMENTED WIND TURBINE*
(DAWT): EFFECT OF INLET SHAPE AND DIFFUSER LENGTH ON WIND
SPEED DISTRIBUTION AT DIFFUSER EXIT]
Sulistyo Atmadi, Ahmad Jamaludin Fitroh



**Diterbitkan oleh Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN)
Jakarta - Indonesia**

Jurnal **TEKNOLOGI DIRGANTARA** Journal of Aerospace Technology

Vol. 10 No. 2 Desember 2012

ISSN 1412- 8063

Nomor : 474/AU2/P2MI-LIPI/08/2012

DAFTAR ISI

	Halaman
IDENTIFIKASI PARAMETER DAN PERANCANGAN SISTEM KENDALI PID UNTUK ANALISIS SIKAP TERBANG UAV [PARAMETER IDENTIFICATION AND DESIGN PID CONTROLLER FOR FLYING ATTITUDE ANALYSIS OF UAV] <i>Eko Budi Purwanto, Nasution Syabron Hasbi, Supendi</i>	81 – 94
IMPLEMENTASI 3D GAME ENGINE SEBAGAI VISUALISASI SISTEM NAVIGASI 6-DOF PADA ROKET KENDALI LAPAN [3D GAME ENGINE IMPLEMENTATION AS 6-DOF NAVIGATION SYSTEM VISUALIZATION AT GUIDED ROCKET OF LAPAN] <i>Romi Wiryadinata, Wildan Yusuf, Ri Munarto, Frandi A. Kabarjito, Sri Kliwati</i>	95 – 104
METODE KALIBRASI SENSOR RATE-GYROSCOPE UNTUK IMU ROKET [CALIBRATION METHOD OF RATE-GYROSCOPE SENSOR FOR IMU ROCKET] <i>Wahyudi, Adhi Susanto, Wahyu Widada, Sasongko Pramono Hadi</i>	105 – 112
METODE DOPPLER RADIO UNTUK MENGUKUR KECEPATAN ROKET RX200 [RADIO DOPPLER METHOD FOR MEASURING VELOCITY OF ROCKET RX200] <i>Wahyu Widada</i>	113 – 120
MODEL KOREKSI GEOMETRI SISTEMATIK DATA IMAGER PUSHBROOM MENGGUNAKAN METODE PROYEKSI KOLINEAR [PUSHBROOM IMAGER DATA SYSTEMATIC GEOMETRY CORRECTION MODEL USING COLLINEAR PROJECTION METHOD] <i>Patria Rachman Hakim, Abdul Rahman, Subermanto, Elvira Rachim</i>	121 – 132
PENGARUH NILAI KOEFISIEN AERODINAMIKA $C_{m\alpha}$ DAN $C_{m\dot{\alpha}}$ PADA KESTABILAN TERBANG GERAK PERIODE PENDEK (SHORT PERIOD) RKX-200 LAPAN [EFFECT OF AERODYNAMICS COEFFICIENT VALUE $C_{m\alpha}$ AND $C_{m\dot{\alpha}}$ TO THE STABILITY OF THE FLY MOTION SHORT PERIOD RKX-200 LAPAN] <i>Endang Mugia GS.</i>	133 – 138
EVALUASI KINERJA SAMBUNGAN PROPELAN PADA MOTOR ROKET RX 550 [EVALUATION OF THE PROPELLANT JOINT PERFORMANCE IN ROCKET MOTOR RX 550] <i>Sutrisno</i>	139 – 148
SIMULASI CFD PADA DIFFUSER AUGMENTED WIND TURBINE (DAWT): EFEK BENTUK INLET DAN PANJANG DIFUSER TERHADAP DISTRIBUSI KECEPATAN ANGIN DI EXIT DIFUSER [CFD SIMULATION IN DIFFUSER AUGMENTED WIND TURBINE (DAWT): EFFECT OF INLET SHAPE AND DIFFUSER LENGTH ON WIND SPEED DISTRIBUTION AT DIFFUSER EXIT] <i>Sulistyo Atmadi, Ahmad Jamaludin Fitroh</i>	149 – 160

**JURNAL
TEKNOLOGI DIRGANTARA
Journal of Aerospace Technology**

ISSN 1412-8063

Vol. 10 No. 1, Juni 2012

Lembar abstrak ini boleh dikopi tanpa ijin atau biaya

ABSTRAK

PEMODELAN SISTEM DAN ANALISIS KESTABILAN DINAMIK PESAWAT UAV = MODELING SYSTEM AND DYNAMIC STABILITY ANALYSIS OF UAV/Eko Budi Purwanto

J. Teknologi Dirgantara, 10 (1) 2012: 1-12

Misi *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) "Elang Avionik" adalah pemantauan dan pemotretan dari udara. Untuk itu UAV harus stabil dan terkendali, dan pada tahap awal dilakukan pemodelan dan analisis kestabilan. Permasalahan pada UAV adalah munculnya gangguan (*disturbance*), adanya kesalahan pengukuran sensor (*noise*), multi masukan dan keluaran (MIMO), serta ketidakpastian model dinamik. Untuk memperoleh hasil yang baik digunakan sistem kendali multivariabel *robust*, dengan beberapa tahap penelitian meliputi: (1) pemodelan dan analisis kestabilan, (2) rancang bangun sistem kendali PID, (3) identifikasi parameter dinamika terbang, (4) rancang bangun *hardware in the loop simulation*, (5) rancang bangun sistem kendali multivariabel *robust*, (6) pengujian dan evaluasi sistem. Hasil simulasi menunjukkan bahwa akar karakteristik matriks longitudinal adalah: mode *phugoid* = $-0,061293 \pm 0,40526i$ dan mode *non-oscillation* = $-6,1121 \pm 4,9253i$. Untuk matriks lateral direksional adalah: mode *dutch roll* = $-0,91089 \pm 5,7994i$, mode spiral = $-0,036563$ dan mode *roll subsidence* = $-12,7181$. Letak semua *pole* disebelah kiri sumbu imajiner yang berarti bahwa pada kedua matriks sistem bersifat stabil dinamik. Namun waktu pencapaian (*settling time*) kondisi tunak (*steady state*) relatif lama dan akan diperbaiki melalui perancangan sistem kendali.

Kata kunci: *State space, Longitudinal, Lateral, Stable static, Stable dynamic*

ANALISIS POTENSI STASIUN BUMI SATELIT LAPAN-TUBSAT KOTOTABANG UNTUK PENGAWASAN JALUR STRATEGIS SELAT MALAKA = THE POTENTIAL ANALYSIS OF LAPAN-TUBSAT SATELLITE GROUND STATION (KOTOTABANG) FOR OBSERVING THE STRATEGIC CHANNEL OF MALACCA STRAIT/ Chusnul Tri Judianto

J. Teknologi Dirgantara, 10 (1) 2012: 13-23

Satelit LAPAN-TUBSAT merupakan satelit generasi pertama yang dikembangkan oleh LAPAN bekerjasama dengan TU-Berlin Jerman. Satelit ini mampu melakukan pengamatan (*surveillance*) permukaan bumi hingga resolusi 5 meter dengan menggunakan video kamera analog. Pemanfaatan fungsi *surveillance* satelit LAPAN-TUBSAT ini untuk pengamatan seluruh wilayah strategis Negara Indonesia secara *real time* belum maksimal dilakukan sejak beroperasi tahun 2007. Oleh karena itu peningkatan kemampuan teknis stasiun bumi di wilayah strategis seperti wilayah perbatasan, jalur pelayaran nasional/internasional, dan obyek vital nasional tersebut harus terus ditingkatkan. Salah satu wilayah strategis bagi negara Indonesia adalah wilayah selat Malaka yang merupakan wilayah perbatasan dan jalur perairan lintas perkapalan internasional yang membatasi wilayah 4 negara; Indonesia, Malaysia, Singapura dan Thailand. Saat ini untuk melakukan pengamatan daerah Selat Malaka masih dilakukan dengan menggunakan stasiun bumi yang berada di Rancabungur/ Rumpin yang area cakupannya belum maksimal karena berada jauh di Selatan wilayah Indonesia. Stasiun bumi Kototabang adalah salah satu stasiun bumi strategis yang area cakupannya melingkupi wilayah selat Malaka, yang perlu diperhatikan dan dilakukan peningkatan kemampuan teknis operasinya. Dalam tulisan ini akan dibahas secara teknis potensi stasiun bumi Kototabang untuk pengawasan wilayah strategis selat Malaka tersebut.

Kata kunci: *Stasiun bumi Kototabang, LAPAN-TUBSAT*

PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK ANALISIS LINTAS TERBANG ROCKET *MULTI-STAGE* = DEVELOPMENT OF TRAJECTORY ANALYSIS SOFTWARE FOR MULTI-STAGE ROCKET/Ridanto Eko Poetro; Yazdi I. Jenie; Rianto Adhy Sasongko; Satriya Utama

J. Teknologi Dirgantara, 10 (1) 2012: 24-36

Pada makalah ini dibahas pengembangan perangkat lunak untuk melakukan simulasi dan analisis lintas terbang roket. Lintas terbang sebuah roket akan dipengaruhi oleh banyak aspek, baik yang terkait faktor internal sistem roket, faktor luar akibat pengaruh lingkungan, dan faktor yang terkait dengan prosedur peluncuran dan pengoperasian roket selama penerbangannya. Perangkat lunak yang dibangun, didasarkan pada persamaan matematika yang merepresentasikan kesetimbangan gaya dan momen yang terjadi selama penerbangan sebuah roket. Berbagai kondisi yang terkait dengan perubahan karakteristik internal roket, pengaruh eksternal, dan prosedur operasi direpresentasikan sebagai variasi parameter persamaan matematik yang digunakan dalam perhitungan variabel gerak dan sikap terbang roket. Perangkat lunak yang dikembangkan dengan menggunakan aplikasi SIMULINK ini selanjutnya digunakan untuk mensimulasikan dan menganalisis lintas terbang sebuah roket *multi-stage* pada beberapa kondisi terbang. Pada tahap ini, sebagaimana yang ditunjukkan oleh hasil simulasi, perangkat lunak yang dikembangkan dapat menjalankan fungsinya dengan baik untuk menghitung variabel sistem pada tiap fasa terbangnya dan mempresentasikan informasi hasil simulasi yang dibutuhkan untuk analisis lebih lanjut. Pada tahap pengembangan selanjutnya, pengujian untuk memvalidasi hasil perhitungan perangkat lunak ini masih perlu dilakukan, agar tingkat akurasi dan validitas metode yang digunakan pada perangkat lunak ini dapat dipastikan/dikuantifikasi.

Kata kunci: *Roket, Lintas Terbang, Simulasi*

RAIM DALAM RANGKA Mendukung IMPLEMENTASI SISTEM NAVIGASI Penerbangan BERBASISKAN SATELIT DI INDONESIA = RAIM IN THE IMPLEMENTATION OF SATELLITE BASED NAVIGATION IN Indonesian AIR TRAFFIC MANAGEMENT/Reza Septiawan; Bayu Suttedjo; Afrias Sarotama

J. Teknologi Dirgantara, 10 (1) 2012: 37-49

Receiver Autonomous Integrity Monitoring (RAIM) merupakan suatu metode untuk memonitor integritas dari satelit GPS dengan menggunakan pengukuran terhadap satelit-satelit GPS yang *redundant* pada *receiver* pengguna. Pada umumnya digunakan dua jenis algoritma untuk menjalankan fungsi RAIM tersebut yaitu *snapshot method* algoritma dan *sequential method* algoritma. Pada *snapshot method* digunakan *single set* pengukuran signal GPS secara simultan, sedangkan pada *sequential method* digunakan semua set pengukuran signal GPS meliputi *past* dan *current measurements*. Dengan demikian *sequential method* mempunyai kemampuan untuk mendeteksi kegagalan posisi yang disebabkan oleh rendahnya *fault to noise ratio*, dimana rendahnya *fault to noise ratio* sebagian besar disebabkan oleh posisi satelit yang kurang memadai untuk pengukuran lokasi. Oleh karenanya RAIM sangat dibutuhkan untuk dapat memberikan informasi kepada pengguna pelayanan GPS mengenai kondisi satelit GPS yang kurang memadai kondisinya untuk dapat digunakan dalam penentuan lokasi yang akurat, baik disebabkan oleh posisi satelit, masa service satelit, atau *error* pada *receivers*. Akurasi ini sangat dibutuhkan terutama pada penggunaan sistem navigasi GPS dalam *Air Traffic Management* (ATM). Keadaan ini dapat disebabkan oleh posisi satelit yang berdekatan satu sama lain ataupun karena kondisi ionosfer tertentu yang menyebabkan terganggunya proses akuisisi signal GPS. Dalam rangka mendukung penggunaan sistem navigasi GPS dalam ATM di Indonesia maka Tim GPS *Communication Navigation Surveillance-ATM* (CNS-ATM) BPPT melakukan pengkajian penggunaan sistem RAIM sederhana yang dapat diinformasikan pada awak pesawat ataupun *Air Traffic Center* dengan mengemasnya dalam *Notice To Air Men* (NOTAM) selain itu dilakukan pula pemantauan pada penerimaan signal GPS di 5 lokasi Indonesia.

Kata kunci: *Sistem navigasi penerbangan, GPS*

PENGARUH GANGGUAN LINGKUNGAN ANTARIKSA PADA SISTEM ELEKTRONIK LAPAN-TUBSAT = EFFECT OF SPACE ENVIRONMENT DISTURBANCE IN LAPAN-TUBSAT SATELLITE/Nayla Najati

J. Teknologi Dirgantara, 10 (1) 2012: 50-56

Satelit LAPAN-TUBSAT beroperasi lebih dari 5 tahun. Selama operasi, LAPAN-TUBSAT menghadapi beberapa anomali. Peristiwa ini diamati dengan menggunakan telemetri *real time* dan telemetri jangka panjang. Kapan dan dimana terjadinya anomali dapat diamati dengan menggunakan telemetri jangka panjang. Kejadian anomali pada LAPAN-TUBSAT disebabkan oleh *Single Event Latch-Up* (SEL) yang terjadi dalam skala mingguan. Kondisi ini menyebabkan operator LAPAN-TUBSAT perlu mengambil tindakan tertentu agar LAPAN-TUBSAT dapat beroperasi dengan normal. Makalah ini mengutarakan statistik SEL yang terjadi pada LAPAN-TUBSAT. Hampir 70% peristiwa SEL terjadi di *South Atlantic Anomaly* (SAA) dan sisanya di kutub.

Kata kunci: *SEL, LAPAN-TUBSAT, Telemetri real time, Telemetri jangka panjang, PCDH*

METODE KALIBRASI RADAR TRANSPONDER ROKET MENGGUNAKAN DATA GPS = CALIBRATION METHOD OF RADAR TRANSPONDER FOR ROCKET USING GPS DATA/Wahyu Widada

J. Teknologi Dirgantara, 10 (1) 2012: 57-62

Tulisan ini membahas metode kalibrasi radar transponder untuk aplikasi peluncuran roket dengan menggunakan data GPS. Kalibrasi dilakukan dengan mengukur dua jarak posisi dengan data GPS dan digunakan sebagai referensi jarak kalibrasi pada radar *transponder*. *Transponder* diletakkan pada posisi yang diukur dan *transceiver* radar diletakkan pada posisi stasiun pengamatan. Hasil yang diperoleh menunjukkan metode kalibrasi ini sangat mudah dilakukan, semakin jauh jarak kalibrasi maka hasil kalibrasi yang diperoleh menjadi semakin akurat. Nilai faktor kalibrasi yang diperoleh untuk sistem yang digunakan pada percobaan adalah 0.9275.

Kata kunci: *Radar transponder, GPS, Google earth, Metode kalibrasi*

RANCANG BANGUN PLATFORM GYMBAL UNTUK PAYLOAD UAV = DEVELOPMENT OF PLATFORM GYMBAL FOR UAV PAYLOAD/ Gunawan S. Prabowo

J. Teknologi Dirgantara, 10 (1) 2012: 63-70

Dalam penelitian ini, telah dilakukan rancang bangun *platform gymbal*, dari penyusunan konsep dan desain awal, sampai *trade off* komponen pendukung sistem *gymbal*. Kemudian dilanjutkan dengan melakukan desain rinci, analisis desain dan kontrol, integrasi skala lab dan menguji dilapangan secara awal sampai terwujud sistem *gymbal* yang dapat dimuati kamera untuk misi *surveillance*. *Platform* ini mempunyai kemampuan secara otomatis selalu mengarah pada sumbu Z dengan memanfaatkan IMU secara aktif sebagai referensi posisi secara 3 sumbu dan memanfaatkan servo sebagai aktuator. Pada uji secara parsial, *error* tiap sumbu terhadap arah yang diinginkan adalah sebesar 0,6 °.

Kata Kunci: *Gymbal, IMU, Servo, Surveillance*

PENDEKATAN BARU PEMETAAN BATHIMETRIC MENGGUNAKAN DATA PENGINDERAAN JAUH SPOT STUDI KASUS: TELUK PERIGI DAN TELUK POPOH = THE NEW APPROACH TO MAPPING BATHIMETRIC USING SPOT REMOTE SENSING DATA CASE STUDY: THE BAY AND POPOH GULF/Muchlisin Arief

J. Teknologi Dirgantara, 10 (1) 2012: 71-80

Pemetaan *bathymetric* yang diturunkan dari penginderaan jauh telah banyak dilakukan para peneliti dengan tujuan untuk menentukan kedalaman perairan khususnya perairan dangkal (*shallow water depth*). Peta *bathymetric* memperlihatkan relief bumi/*terrain* yang digambarkan dengan garis-garis *contour* yang disebut dengan *contour* kedalaman atau *isobath*. Biasanya penentuan *bathymetric* menggunakan fungsi eksponensial dari kedalaman. Sedangkan pada paper ini diterangkan pendekatan baru dalam menghitung kedalaman air laut yang diturunkan dari data satelit SPOT-4 menggunakan formula empiris fungsi *logarithmic* atau persamaan kuadrat yang dibangun melalui korelasi antara peta kedalaman yang diperoleh dari DIHIDROS (Angkatan laut) dengan nilai *digital number* atau dengan nilai reflektansi dari band-1 SPOT. Penelitian atau Uji coba telah dilakukan di daerah Teluk Perigi Kabupaten Trenggalek dan Teluk Popoh di kabupaten Tulung Agung. Berdasarkan perhitungan, kedalaman laut di teluk Perigi dan Popoh adalah berkisar 5 sampai dengan 70 meter.

Kata kunci: *Bathymetri, SPOT, Isobaths, Kedalaman perairan dangkal, korelasi*

**JURNAL
TEKNOLOGI DIRGANTARA
Journal of Aerospace Tecnology**

ISSN 1412-8063

Vol. 10 No. 2, Desember 2012

Lembar abstrak ini boleh dikopi tanpa ijin atau biaya

ABSTRAK

IDENTIFIKASI PARAMETER DAN PERANCANGAN SISTEM KENDALI PID UNTUK ANALISIS SIKAP TERBANG UAV = PARAMETER IDENTIFICATION AND DESIGN PID CONTROLLER FOR FLYING ATTITUDE ANALYSIS OF UAV/Eko Budi Purwanto; Nasution, Syahron Hasbi; Supendi

J. Teknologi Dirgantara, 10 (2) 2012: 81-94

Berdasarkan persamaan keadaan hasil metode *first principle* diketahui bahwa karakteristik UAV karakteristik stabil statis. Untuk mendapatkan persamaan keadaan yang mendekati keadaan sebenarnya, maka dilakukan verifikasi dengan menggunakan *indentification system toolbox* Matlab. Hasilnya menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai elemen matrik dari kedua metode. Langkah selanjutnya adalah merancang sistem kendali PID berdasarkan persamaan keadaan yang baru dan untuk memperbaiki kinerja sistem digunakan filter Kalman.

Kata kunci: *Sistem identifikasi, Parameter PID, Filter Kalman, Lewatan maksimum*

IMPLEMENTASI 3D GAME ENGINE SEBAGAI VISUALISASI SISTEM NAVIGASI 6-DOF PADA ROKET KENDALI LAPAN = 3D GAME ENGINE IMPLEMENTATION AS 6-DOF NAVIGATION SYSTEM VISUALIZATION AT GUIDED ROCKET OF LAPAN/Romi Wiryadinata; Wildan Yusuf; Ri Munarto; Frandi A. Kaharjito; Sri Kliwati

J. Teknologi Dirgantara, 10 (2) 2012: 95-104

Game engine, yang sering digunakan oleh para pengembang *game*, memiliki kerangka kerja perangkat lunak yang memfasilitasi pekerjaan mereka pada tugas-tugas penting seperti desain grafis atau 3D dan 2D *rendering* grafis. Penelitian ini menggunakan *game engine* yang disebut 3D *state game engine* untuk memvisualisasikan sistem navigasi 6-DOF. Perangkat lunak ini dikembangkan untuk memvisualisasikan rentang gerak obyek dengan membaca dan pengolahan data *streaming* dari sensor navigasi (*accelerometers* dan *rate-gyroscope*). Hasil pengujian menunjukkan bahwa mengembangkan perangkat lunak dapat memvisualisasikan gerakan obyek dalam animasi 3D. *Software* dapat menerima dan memproses data sebagai *file* teks yang ditransmisikan secara *real-time* melalui *port serial*. *Hardware* IMU dengan *software* dapat digunakan melalui proses kalibrasi terlebih dahulu, dan diberi *filter*, sehingga hasil yang lebih baik dapat diperoleh.

Kata kunci: *3D Game Engine, Graphical User Interface, IMU, 6-DOF*

METODE KALIBRASI SENSOR RATE-GYROSCOPE UNTUK IMU ROKET = CALIBRATION METHOD OF RATE-GYROSCOPE SENSOR FOR IMU ROCKET/ Wahyudi; Adhi Susanto; Wahyu Widada; Sasongko Pramono Hadi

J. Teknologi Dirgantara, 10 (2) 2012: 105-112

Sensor *rate-gyroscope* banyak digunakan pada IMU untuk mengukur sudut putaran pada tiga sumbu. Keluaran sensor *rate-gyroscope* berupa tegangan yang setara dengan kecepatan sudut, sehingga untuk mendapatkan data sudut diperlukan proses integral sekali. Hasil integral terhadap keluaran sensor *rate-gyroscope* dipengaruhi oleh waktu *sampling* atau lebih tepatnya adalah waktu siklus program dalam mengambil data, sehingga perhitungan proses integral tergantung pada kecepatan mikrokontroler (komputer) yang digunakan. Penggunaan waktu *sampling* yang berbeda akan mempengaruhi hasil integral atau dengan kata lain dapat dikatakan bahwa untuk program yang sama, jika diterapkan pada mikrokontroler yang berbeda akan menghasilkan perhitungan integrasi yang berbeda. Pada makalah ini disajikan metode kalibrasi untuk menentukan faktor kalibrasi pada sensor *rate-gyroscope*, sehingga hasil perhitungan integrasi akan menghasilkan nilai sudut yang sebenarnya. Penggunaan sensor *rate-gyroscope* pada sumbu yang berbeda mempunyai karakteristik yang berbeda, sehingga masing-masing sensor perlu dilakukan kalibrasi secara bersamaan. Pada hasil pengujian diperoleh nilai faktor kalibrasi sensor *rate-gyroscope* adalah pada ketiga sumbu berbeda baik untuk putaran searah jarum jam atau berlawanan arah dengan jarum jam.

Kata kunci: Kalibrasi, Rate-gyroscope, IMU

METODE DOPPLER RADIO UNTUK MENGUKUR KECEPATAN ROKET RX200 = RADIO DOPPLER METHOD FOR MEASURING VELOCITY OF ROCKET RX200/Wahyu Widada

J. Teknologi Dirgantara, 10 (2) 2012: 113-120

Tulisan ini membahas metode dan desain Doppler radio untuk mengukur kecepatan roket tipe RX200. Sistem Doppler ini terdiri dari radio transponder untuk memancarkan signal radio secara kontinyu dari roket dan radio *base-station* untuk mengukur perubahan frekuensi sinyal radio. Perubahan frekuensi sinyal radio yang disebabkan oleh adanya kecepatan roket ini digunakan untuk mengukur kecepatan dan posisi roket. Desain frekuensi radio transponder ini adalah 880 MHz disesuaikan dengan desain kecepatan maksimum roket RX200. Metode ini relatif lebih mudah diimplementasikan untuk mengukur posisi dibandingkan dengan sistem radar transponder yang telah dikembangkan. Simulasi perubahan frekuensi Doppler dilakukan dengan data radar transponder eksperimen peluncuran roket RX200 dan rekomendasi lebar-pita *receiver* sebaiknya 4000 Hz. Kombinasi kedua sistem ini akan membuat sistem tracking menjadi lebih handal dan akurat.

Kata kunci: Doppler tracking, Radio transponder, Perubahan frekuensi

MODEL KOREKSI GEOMETRI SISTEMATIK DATA IMAGER PUSHBROOM MENGGUNAKAN METODE PROYEKSI KOLINEAR = PUSHBROOM IMAGER DATA SYSTEMATIC GEOMETRY CORRECTION MODEL USING COLLINEAR PROJECTION METHOD/Patria Rachman Hakim; Abdul Rahman; Suhermanto; Elvira Rachim

J. Teknologi Dirgantara, 10 (2) 2012: 121-132

Satelit LAPAN-A3 yang akan diluncurkan pada tahun 2014 rencananya membawa *imager pushbroom* 4 kanal. Diperlukan tahap pra-pengolahan citra untuk menjamin bahwa data yang dihasilkan terbebas dari berbagai distorsi, khususnya distorsi yang bersifat sistematis, baik untuk aspek geometrik maupun radiometrik. Koreksi geometri sistematis bertujuan untuk menghilangkan distorsi geometri yang dapat diprediksi dari awal seperti faktor panorama, kelengkungan bumi, rotasi bumi dan variasi orientasi kamera selama pengamatan berlangsung. Metode yang digunakan adalah proyeksi kolinear dimana setiap piksel pada bidang citra akan dipetakan menjadi titik-titik koordinat di permukaan bumi. Koreksi geometri sistematis ini membutuhkan data *ancillary* yang memuat data posisi dan orientasi kamera yang diperoleh dari GPS dan *star sensor*. Pada penelitian ini disimulasikan data *dummy* sebagai pengganti data citra dan data *ancillary* untuk kemudahan perancangan dan simulasi. Hasil simulasi menunjukkan bahwa algoritma koreksi geometri sistematis yang diterapkan dapat mengoreksi distorsi yang terjadi pada citra. Untuk tingkat akurasi data orientasi sebesar 0,1 derajat diperoleh citra hasil koreksi dengan akurasi 1000 meter sedangkan untuk akurasi data orientasi 0,01 derajat diperoleh citra terkoreksi dengan akurasi sebesar 100 meter untuk pengamatan di sekitar nadir.

Kata kunci: Koreksi geometri sistematis, *Imager pushbroom*, Proyeksi kolinear, Data *ancillary*

PENGARUH NILAI KOEFISIEN AERODINAMIKA $C_{m\alpha}$ DAN C_{mq} PADA KESTABILAN TERBANG GERAK PERIODE PENDEK (SHORT PERIOD) RKK-200 LAPAN = [EFFECT OF AERODYNAMICS COEFFICIENT VALUE $C_{m\alpha}$ AND C_{mq} TO THE STABILITY OF THE FLY MOTION SHORT PERIOD RKK-200 LAPAN/Endang Mugia GS.

J. Teknologi Dirgantara, 10 (2) 2012: 133-138

Roket terbang dengan moda gerak periode pendek, dapat dijadikan cara untuk mengukur tingkat kestabilan terbang roket. Dengan melakukan simulasi menggunakan *software Missile DATCOM* diperoleh nilai koefisien aerodinamika $C_{m\alpha}$ dan C_{mq} , yang masing-masing berpengaruh pada nilai frekuensi natural ω_{ns} dan redaman ζ_s gerak periode pendek. Roket RKK-200 Lapan merupakan roket yang cukup stabil, dan besarnya nilai koefisien aerodinamika $C_{m\alpha}$: -0,12 s.d -0,02 dan nilai C_{mq} : -2,4 s.d -1,2, dengan masing-masing nilai tetap negatif pada prediksi kecepatan terbang 0,1 M s.d 2,0 M. Roket ini cukup baik untuk menjadi roket kendali dengan nilai $0,18 \leq SM \leq 0,46$.

Kata kunci: Moda gerak periode pendek

EVALUASI KINERJA SAMBUNGAN PROPELAN PADA MOTOR ROKET RX 550 = EVALUATION OF THE PROPELLANT JOINT PERFORMANCE IN ROCKET MOTOR RX 550/Sutrisno

J. Teknologi Dirgantara, 10 (2) 2012: 139-148

Kualitas sambungan propelan pada motor roket RX 550 yang menggunakan propelan HTPB dengan delapan sambungan telah menjadi perdebatan. Pada pengujian statik motor roket ini meledak dan nosel terlepas pada detik ketujuh setelah pembakaran propelan. Guna mengevaluasi kinerja sambungan propelan maka proses pengisian propelan ke dalam motor roket dibahas. Selanjutnya kekuatan sambungan propelan diuji menggunakan alat uji Tensilon UTM III-100. Bagian tabung motor roket dimana posisi sambungan propelan berada ditandai untuk diamati sebelum dan sesudah pengujian. Data gaya dorong atau tekanan terhadap waktu dianalisis untuk melihat kemungkinan adanya cacat sambungan. Berdasarkan analisis diperoleh bahwa sambungan propelan bekerja dengan baik dan bukan sebagai penyebab kegagalan motor roket RX 550.

Kata kunci: *Propelan, Sambungan propelan, Uji statik*

SIMULASI CFD PADA DIFFUSER AUGMENTED WIND TURBINE (DAWT) : EFEK BENTUK INLET DAN PANJANG DIFUSER TERHADAP DISTRIBUSI KECEPATAN ANGIN DI EXIT DIFUSER = CFD SIMULATION INDIFFUSER AUGHMENTED WIND TURBINE (DAWT) :EFFECT OF INLET SHAPE AND DIFFUSER LENGTH ON WIND SPEED DIADISTRIBUTION AT DIFFUSER EXIT/Sulistyo Atmadi; Ahmad Jamaludin Fitroh

J. Teknologi Dirgantara, 10 (2) 2012: 149-160

Untuk memperoleh difuser yang lebih baik dan ringan, dilakukan modifikasi difuser yang telah dirancang sebelumnya pada bentuk inlet dan panjang difuser. Dengan demikian tujuan penelitian ini adalah menganalisis hasil modifikasi bentuk *inlet* dan panjang difuser terhadap distribusi kecepatan angin di *exit* nosel. Analisis dilakukan menggunakan salah satu piranti lunak berbasis *CFD*. Metode yang digunakan adalah memodifikasi bentuk *inlet* difuser serta memvariasikan panjang difuser. Modifikasi dilakukan terhadap difuser dengan diameter *inlet* dan *exit* masing-masing sebesar 4 dan 2 m. Modifikasi inlet dapat memperbaiki kinerja sebesar 1,4 %, sedangkan pada sudut angin 60°, kinerja berkurang sebesar 2,45%, disebabkan adanya separasi. Pemendekan panjang difuser dapat mengurangi distribusi kecepatan di *exit*, maksimum pada panjang 1 m sebesar 4,6 %, sehingga disarankan panjang diffuser optimum pada 2 m.

Kata kunci: *Turbin angin, Difuser, CFD*

Jurnal
TEKNOLOGI DIRGANTARA
Journal of Aerospace Technology

Vol. 10 No. 2 Desember 2012

ISSN 1412- 8063

Nomor : 474/AU2/P2MI-LIPI/08/2012

SUSUNAN DEWAN PENYUNTING JURNAL TEKNOLOGI DIRGANTARA

Keputusan Kepala LAPAN
Nomor : Kep/194/IX/2012
Tanggal 25 September 2012

Penasehat

Drs. Sri Kaloka Prabotosari

Penanggung Jawab

Dra. Ratih Dewanti, M.Sc.

Pemimpin Redaksi Pelaksana

Dra. Elly Kuntjahyowati, MM

Redaksi Pelaksana

Adhi Pratomo, S.Sos

Haryati, SAP

Dra. Sri Rahayu

Penyunting

• **Ketua**

Dr. Ing. Agus Nuryanto (Teknologi Roket)

• **Anggota**

Ir. Atik Bintoro, MT (Desain Kendaraan Ruang Angkasa, Misil dan Satelit)

Ir. Robertus Heru Triharjanto, M.Sc (Desain Roket dan Satelit)

Ir. Sulistyono Atmadi, MS, ME (Teknologi Penerbangan dan Spin Off)

Dr. Wahyu Widada (Teknologi Antariksa)

Mitra Bestari

Dr. Ir. Hari Muhammad (Fisika Terbang)

Dr. Eddy Priyono (Teknologi Roket)

Dr. Ridanto Eko Putro (Fisika Terbang)

Dr. Ing. Arifin Nugroho, DEA, IPU (Teknologi Satelit)

Tata Letak

M. Luthfi

*Berdasarkan SK Kepala LIPI Nomor : 742/E/2012 ditetapkan
Jurnal Teknologi Dirgantara sebagai Majalah Berkala Ilmiah Terakreditasi*

Alamat Penerbit :

LAPAN, Jl. Pemuda Persil No. 1, Rawamangun, Jakarta 13120

Telepon : (021) - 4892802 ext. 144 - 145 (Hunting)

Fax : (021) - 4894815

Email : pukasi.lapan.@gmail.com, publikasi.lapan@gmail.com

Website : <http://www.lapan.go.id>

Jurnal TEKNOLOGI DIRGANTARA Journal of Aerospace Technology

Vol. 10 No. 2 Desember 2012

ISSN 1412- 8063

Nomor : 474/AU2/P2MI-LIPI/08/2012

DARI REDAKSI

Sidang Pembaca yang kami hormati,

Puji Syukur, Kita Panjatkan Kehadirat Tuhan Yang Maha Esa Atas Rahmat dan Karunia-Nya, Sehingga Jurnal Teknologi Dirgantara Vol. 10, No. 2, Desember 2012 Hadir Ke Hadapan Sidang Pembaca Dengan Mengetengahkan 8 (Delapan) Artikel Sebagai Berikut, "Identifikasi Parameter dan Perancangan Sistem Kendali PID untuk Analisis Sikap Terbang UAV [Parameter Identification and Design PID Controller for Flying Attitude Analysis of UAV]" ditulis oleh Eko Budi Purwanto, Nasution Syahron Hasbi, Supendi. Untuk mendapatkan persamaan keadaan yang mendekati keadaan sebenarnya, maka dilakukan verifikasi dengan menggunakan *indentification system toolbox* matlab; "Implementasi 3D Game Engine Sebagai Visualisasi Sistem Navigasi 6-DOF pada Raket Kendali Lapan [3D Game Engine Implementation as 6-DOF Navigation System Visualization At Guided Rocket Of Lapan]" ditulis oleh Romi Wiryadinata, Wildan Yusuf, Ri Munarto, Frandi A. Kaharjito, Sri Kliwati. Penelitian ini menggunakan *game engine* yang disebut 3D *state game engine* untuk memvisualisasikan sistem navigasi 6-DOF. Perangkat lunak ini dikembangkan untuk memvisualisasikan rentang gerak obyek dengan membaca dan pengolahan data *streaming* dari sensor navigasi (*accelerometers* dan *rate-gyroscope*); Wahyudi, Adhi Susanto, Wahyu Widada, Sasongko Pramono Hadi menulis mengenai "Metode Kalibrasi Sensor Rate-Gyroscope untuk IMU Raket [Calibration Method of Rate-Gyroscope Sensor for IMU Rocket]". Sensor *rate-gyroscope* banyak digunakan pada IMU untuk mengukur sudut putaran pada tiga sumbu. Keluaran sensor *rate-gyroscope* berupa tegangan yang setara dengan kecepatan sudut, sehingga untuk mendapatkan data sudut diperlukan proses integral sekali; Artikel Dengan Judul "Metode Doppler Radio untuk Mengukur Kecepatan Raket RX 200 [Radio Doppler Method for Measuring Velocity of Rocket RX 200]" ditulis Wahyu Widada. Tulisan ini membahas metode dan desain doppler radio untuk mengukur kecepatan roket tipe RX200. Sistem doppler ini terdiri dari radio transponder untuk memancarkan signal radio secara kontinyu dari roket dan radio *base-station* untuk mengukur perubahan frekuensi signal radio; "Model Koreksi Geometri Sistematis Data *Imager Pushbroom* Menggunakan Metode Proyeksi Kolinear [Pushbroom Imager Data Systematic Geometry Correction Model Using Collinear Projection Method]" ditulis oleh Patria Rachman Hakim, Abdul Rahman, Suhermanto, Elvira Rachim. Koreksi geometri sistematis bertujuan untuk menghilangkan distorsi geometri yang dapat diprediksi dari awal seperti faktor panorama, kelengkungan bumi, rotasi bumi dan variasi orientasi kamera selama pengamatan berlangsung; Kemudian Endang Mugia GS menulis "Pengaruh Nilai Koefisien Aerodinamika C_{m_α} dan C_{m_q} pada Kestabilan Terbang Gerak Periode Pendek (*Short Period*) RXX-200 Lapan [Effect of Aerodynamics Coefficient Value C_{m_α} and C_{m_q} to the Stability of the Fly Motion Short Period RXX-200 Lapan]". Raket Terbang Dengan Moda Gerak Periode Pendek, Dapat Dijadikan Cara untuk Mengukur Tingkat Kestabilan Terbang Raket. Dengan Melakukan Simulasi Menggunakan *Software Missile Datcom* Diperoleh Nilai Koefisien Aerodinamika C_{m_α} dan C_{m_q} ; "Evaluasi Kinerja Sambungan Propelan pada Motor Raket RX 550 [Evaluation of the Propellant Joint Performance in Rocket Motor RX 550]" ditulis oleh Sutrisno. Kualitas sambungan propelan pada motor roket RX 550 yang menggunakan propelan HTPB dengan delapan sambungan telah menjadi perdebatan. Pada pengujian statik motor roket ini meledak dan nosel terlepas pada detik ketujuh setelah pembakaran propelan. Sulistyono Atmadi, Ahmad Jamaludin Fitroh menulis "Simulasi CFD pada *Diffuser Augmented Wind Turbine* (DAWT): Efek Bentuk *Inlet* dan Panjang Difuser Terhadap Distribusi Kecepatan Angin di *Exit* Difuser [CFD Simulation in Diffuser Augmented Wind Turbine (DAWT): Effect of Inlet Shape and Diffuser Length on Wind Speed Distribution at Diffuser Exit]". Untuk memperoleh difuser yang lebih baik dan ringan, dilakukan modifikasi difuser yang telah dirancang sebelumnya pada bentuk inlet dan panjang difuser. Dengan demikian tujuan penelitian ini adalah menganalisis hasil modifikasi bentuk *inlet* dan panjang difuser terhadap distribusi kecepatan angin di *exit* nosel.

Demikianlah 8 artikel yang kami sajikan dalam Jurnal Teknologi Dirgantara Vol. 10, No. 2, Desember 2012. Seperti diketahui jurnal ini memuat hasil penelitian di bidang teknologi dirgantara dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris dan terbuka bagi ilmuwan-ilmuwan dalam dan luar negeri. Semoga sidang pembaca dapat mengambil manfaatnya.

INDEKS PENGARANG

A		P	
Abdul Rahman	121[10,2]	Patria Rachman Hakim	121[10,2]
Adhi Susanto	105[10,2]	R	
Afrias Sarotama	37[10,1]	Reza Septiawan	37[10,1]
Ahmad Jamaludin Fitroh	145[10,2]	Rianto A. Sasongko	24[10,1]
B		Ridanto E. Poetro	24[10,1]
Bayu Sutedjo	37[10,1]	Rimunarto	95[10,2]
C		Romi Wiryadinata	95[10,2]
Chusnul Tri Judianto	13[10,1]	S	
E		Sasongko Pramono	105[10,2]
Eko Budi Purwanto	1[10,1];81[10,2]	Hadi	24[10,1]
Elvira Rahim	121[10,2]	Satriya Utama	95[10,2]
Endang Mugia GS	131[10,2]	Sri Kliwati	121[10,2] 145[10,2]
F		Suhermanto	81[10,2]
Frandi A Kaharjito	95[10,2]	Sulistyo Atmadi	136[10,2]
G		Supendi	
Gunawan S. Prabowo	63[10,1]	Sutrisno	
M		W	
Muchlisin Arief	71[10,1]	Wahyudi	105[10,2]
N		Wahyu Widada	57[10,1];105;113[10,2]
Nasution, Syahron Hasbi	81[10,2]	Wildan Yusuf	95[10,2]
Nayla Najati	50[10,1]	Y	
		Yazdi I. Jenie	24[10,1]

INDEKS KATA KUNCI

6-DOF	95,96,97 [10,2]	M	
		Metode Kalibrasi	57,58,62[10,1]
3D Game Engine	95,96 [10,2]	Moda Gerak Periode Pendek	131[10,2]
B			
Bathymetri	71,72,73,77,79,80 [10,1]	P	
		Parameter PID	81,87,88,89,90[10,2]
C			
CFD	145,146,147,148,149,151,152[10,2]	PCDH	50,51,54,55,56[10,1]
		Perubahan Frekuensi	113,114,115,116,117,118,119[10,2]
D			
Data Ancillary	121,122,124,125,126,127,128,129,130,131,132[10,2]	Propelan	136,137,138,139,140,142,143,144[10,2]
Difuser	145,146,147,148,149,150,151,152,153,154,155,156[10,2]	Proyeksi Kolinear	121,122,123,124,125,127,131,132[10,2]
Doppler Tracking	113,114,115,117,120 [10,2]	R	
		Radar Transponder	57,58,59,60,61,62[10,1]
		Radio Transponder	113,115[10,2]
		Rate-Gyroscope	105,106,107,108,109,110[10,2]
F			
Filter Kalman	81,83,85,86,92[10,2]	Roket	24,25,26,27,28,29,30,31,34,32,33,35,36[10,1]
G			
Google Earth	57[10,1]	S	
GPS	37,38,40,57,58,62[10,1]	Sambungan Propelan	136,137,138,139,140,142,143,144[10,2]
Graphical User Interface	95,98[10,2]	Sel	50,53,54,55,56[10,1]
Gymbal	63,64,65,66,67,68,69,70[10,1]	Servo	63,65,67,68,70[10,1]
I		Simulasi	24,25,28,29,30,31,33,34,36[10,1]
Imager Pushbroom	121,122,123,126,127,128,131[10,2]	Sistem Identifikasi	81[10,2]
IMU	63,65,67,68,70[10,1]	Sistem Navigasi Penerbangan	37[10,1]
Isobaths	95,98,103,104,105,106,110[10,2]	SPOT	71,73,74,75,76,77,78,79,80[10,1]
	71,72[10,1]	Stable Dynamic	1[10,1]
K		Stable Static	1[10,1]
Kalibrasi	105,106,107,108,109,110[10,2]	Stasiun Bumi	14,17,18,20,21,22,23[10,1]
Kedalaman Perairan Dangkal		Kototabang	21,22,23[10,1]
Korelasi	71,72,73[10,1]	State Space	1,5[10,1]
Koreksi Geometri	71,73,74,75[10,1]	Surveillance	63,70[10,1]
Sistematik	121,122,123,125,127,128,131,132[10,2]	T	
L			
LAPAN-TUBSAT	13,14,16,17,20,22,23,50,51,52,53,54,55,56[10,1]	Telemetri Jangka Panjang	50[10,1]
Lateral	1,2,5,6,7,10,11,12[10,1]	Telemetri Real Time	50[10,1]
Lewatan Maksimum	81,87[10,2]	Turbin Angin	145,146,150,156[10,2]
Lintas Terbang	24,25,30,32,34,36[10,1]	U	
Longitudinal	1,2,5,6,7,8,9,12[10,1]	Uji Statik	136,137,138,141,142,143,143,144[9,1]
		Y	
		Yehudi	159,160,161,163,164,165,166,167,168,170,171[9,2]

PEDOMAN BAGI PENULIS
JURNAL TEKNOLOGI DIRGANTARA
(*Journal of Aerospace Technology*)

Jurnal Teknologi Dirgantara (*Journal of Aerospace Technology*) adalah jurnal ilmiah untuk publikasi penelitian dan pengembangan di bidang :

- a) Teknologi wahana roket dan satelit, dirgantara terapan seperti struktur mekanika, sistem catu daya dan kontrol termal wahana roket dan satelit, struktur kendali, konversi energi;
- b) Teknologi propulsi dan energik, seperti teknologi propelan, propulsi, uji statik propulsi, termodinamika;
- c) Teknologi peluncuran dan operasi antariksa serta teknologi peluncuran dan operasi antariksa serta teknologi transmisi komunikasi dan muatan dirgantara, seperti teknologi stasiun bumi penerima dan pemancar, teknologi transmisi gelombang elektromagnetik dan teknologi transmisi komunikasi serat optik, teknologi muatan, sistem telemetri penjejak.

Pengiriman Naskah

Naskah yang ditulis dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris dikirim rangkap (4) empat, ditujukan ke Sekretaris Dewan Penyunting Jurnal dengan alamat, Bagian Publikasi dan Promosi LAPAN, Jalan Pemuda Persil No. 1, Jakarta Timur 13220. Naskah diketik dua kolom dengan MS Word font 12Times New Roman (batas tengah 1 cm pada kertas A4 dengan spasi satu, batas kanan 2 cm, batas kiri 2,5 cm, batas atas 3 cm, dan batas bawah 2,5 cm). Judul huruf besar font 16. Naskah yang diterima untuk publikasi yang akan diminta menyerahkan file dalam disket atau CD ROM.

Sistematika penulisan

Naskah terdiri dari halaman judul dan isi makalah. Halaman judul berisi judul yang ringkas tanpa singkatan nama (para) penulis tanpa gelar, instansi/ perguruan tinggi, dan e-mail penulis utama. Halaman isi makalah terdiri dari (a) judul, (b) abstrak dalam bahasa Indonesia dan Inggris tidak lebih dari 200 kata, (c) batang tubuh naskah yang terbagi menjadi bab dan subbab dengan penomoran bertingkat (1. Pendahuluan; 2. Judul Bab, 2.1. Subbab tingkat pertama; 2.1.1. Subbab tingkat dua dan seterusnya), (d) Ucapan terima kasih yang lazim dan (e) daftar rujukan.

Gambar dan Tabel

Gambar atau foto harus dapat direproduksi dengan tajam dan jelas. Gambar atau foto warna hanya diterima dengan pertimbangan khusus. Gambar dan tabel dapat dimasukkan dalam batang tubuh atau dalam lampiran tersendiri. Untuk kejelasan penempatan dalam jurnal, gambar dan tabel harus diberi nomor sesuai nomor bab dan nomor urut pada bab tersebut, misalnya Gambar 2-2 atau Tabel 2-1. Gambar disertai keterangan singkat (bukan sekedar judul gambar) dan tabel disertai judul tabel.

Persamaan Satuan dan Data Numerik

Persamaan diketik atau ditulis tangan (untuk simbol khusus) dan diberi nomor di sebelah kanannya sesuai nomor bab dan nomor urutnya, misalnya persamaan (1-2). Satuan yang digunakan adalah satuan internasional (EGS atau MKS) atau yang lazim pada cabang ilmunya. Karena terbit dengan dua bahasa, angka desimal pada data numerik harus mengacu pada sistem internasional dengan menggunakan titik.

Rujukan

Rujukan di dalam naskah ditulis dengan (nama, tahun) atau nama (tahun), misalnya (Hachert and Hastenrath, 1986). Lebih dari dua penulis ditulis "*et al.*", misalnya Milani *et al.* (1987). Daftar rujukan hanya mencantumkan makalah/buku atau literatur lainnya yang benar-benar dirujuk di dalam naskah. Daftar rujukan disusun secara alfabetis tanpa nomor. Nama penulis ditulis tanpa gelar, disusun mulai dari nama akhir atau nama keluarga diikuti tanda koma dan nama kecil, antara nama-nama penulis digunakan tanda titik koma. Rujukan tanpa nama penulis, diupayakan tidak ditulis 'anonim', tetapi menggunakan nama lembaganya, termasuk rujukan dari internet. Selanjutnya tahun penerbitan diikuti tanda titik. Penulisan rujukan untuk tahun publikasi yang sama (yang berulang dirujuk) ditambahkan dengan huruf a, b, dan seterusnya di belakang tahunnya. Rujukan dari situs web dimungkinkan, dengan menyebutkan tanggal pengambilannya. Secara lengkap contoh penulisan rujukan adalah sebagai berikut.

Donald, McLean, 1990. "*Automatic Flight Control System*", Prentice Hall International (UK) Ltd.

Hachert, E. C. and S. Hastenrath, 1986. "*Mechanisms of Java Rainfall Anomalies*", Mon Wea. Rev. 114, 745-757.

Martinez, I. 2011, "*Aircraft Enviromental Control*"; <http://webserver.dtm.upm.es/~isidoro/tc3/Aircraft ECS.htm>; download Agustus 2011. Adam Higler Bristol Publishing, Ltd.

Wu L.; F.X. Le Dimet; B.G. Hu; P.H. Cournede; P. De Reffye, 2004. "*A WaterSupply Optimization Problem for Plant Growth Based on Green Lab Model*", Cari 2004-Hammamet. p: 101-108.