

# *Jurnal* **TEKNOLOGI DIRGANTARA** **Journal of Aerospace Technology**

Vol. 9 No. 2 Desember 2011

ISSN 1412- 8063

Nomor : 208/AU1/P2MBI/08/2009

**SIMULASI KINERJA FORWARD ERROR CONTROL CODING UNTUK  
SATELIT MIKRO PENGINDERAAN JARAK JAUH**

*Dwiyanto, Sugihartono*

**PEMBUATAN DAN ANALISIS KINERJA SISTEM *THERMAL INSULATION*  
PADA MOTOR ROKET YANG MENGGUNAKAN PROPELAN *CASE-BONDED***

*Sutrisno*

**PERHITUNGAN DAN PERANCANGAN IGNITER BERBASIS KALKULASI  
PROPULSI ROKET (Studi Kasus Roket RX-320)**

*Ganda Samosir*

**PERHITUNGAN DAN ANALISIS *LOSSES*, DIAMETER EFEKTIF ROTOR,  
DAN PENYERAPAN DAYA DAN ENERGI PADA  
*DIFFUSER AUGMENTED WIND TURBINE (DAWT)***

*Sulistyo Atmadi, Ahmad Jamaludin Fitrob*

**KRISTALISASI AMMONIUM PERKLORAT (AP) DENGAN SISTEM  
PENDINGINAN TERKONTROL UNTUK MENGHASILKAN  
KRISTAL BERBENTUK BULAT**

*Anita Pinalia*

**ANALISIS LINTAS TERBANG ROKET MULTI-STAGE RKN200**

*R. A. Sasongko, Y. I. Jenie, R. E. Poetro*

**RANCANG BANGUN MODEL WAHANA *HOVERWING*XHW-1**

*Taufiq Mulyanto dan Digi Mitra Baruna*

**PENGARUH PENAMBAHAN *GLOVE* DAN PENGURANGAN *YEHUDI*  
SERTA PERGESERAN LOKASI *APEX* TERHADAP KARAKTERISTIK  
AERODINAMIKA SAYAP PESAWAT TERBANG**

*I G.N. Sudira*



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

# *Jurnal* **TEKNOLOGI DIRGANTARA** **Journal of Aerospace Technology**

Vol. 9 No. 2 Desember 2011

ISSN 1412- 8063

Nomor : 208/AU1/P2MBI/08/2009

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>SIMULASI KINERJA FORWARD ERROR CONTROL CODING UNTUK SATELIT MIKRO PENGINDERAAN JARAK JAUH</b> <i>Dwiyanto, Sugihartono</i>	82 – 92
<b>PEMBUATAN DAN ANALISIS KINERJA SISTEM <i>THERMAL INSULATION</i> PADA MOTOR ROKET YANG MENGGUNAKAN PROPELAN <i>CASE-BONDED</i></b> <i>Sutrisno</i>	93 – 101
<b>PERHITUNGAN DAN PERANCANGAN IGNITER BERBASIS KALKULASI PROPULSI ROKET (Studi Kasus Roket RX-320)</b> <i>Ganda Samosir</i>	102 – 113
<b>PERHITUNGAN DAN ANALISIS <i>LOSSES</i>, DIAMETER EFEKTIF ROTOR, DAN PENYERAPAN DAYA DAN ENERGI PADA <i>DIFFUSER AUGMENTED WIND TURBINE (DAWT)</i></b> <i>Sulistyo Atmadi, Ahmad Jamaludin Fitroh</i>	114 – 123
<b>KRISTALISASI AMMONIUM PERKLORAT (AP) DENGAN SISTEM PENDINGINAN TERKONTROL UNTUK MENGHASILKAN KRISTAL BERBENTUK BULAT</b> <i>Anita Pinalia</i>	124 – 131
<b>ANALISIS LINTAS TERBANG ROKET MULTI-STAGE RKN200</b> <i>R. A. Sasongko, Y. I. Jenie, R. E. Poetro</i>	132 – 146
<b>RANCANG BANGUN MODEL WAHANA <i>HOVERWINGXHW-1</i></b> <i>Taufiq Mulyanto dan Dagit Mitra Baruna</i>	147 – 158
<b>PENGARUH PENAMBAHAN <i>GLOVE</i> DAN PENGURANGAN <i>YEHUDI</i> SERTA PERGESERAN LOKASI <i>APEX</i> TERHADAP KARAKTERISTIK AERODINAMIKA SAYAP PESAWAT TERBANG</b> <i>I G.N. Sudira</i>	159 – 172

**JURNAL**  
**TEKNOLOGI DIRGANTARA**  
**Journal of Aerospace Technology**

ISSN 1412 - 8063

Vol. 9 No.1, Juni 2011

Lembar abstrak ini boleh dikopi tanpa ijin atau biaya

ABSTRAK

**ALGORITMA DETEKSI SUDUT AZIMUT DAN ELEVASI ROKET MENGGUNAKAN SEMBILAN ANTENA ARRAY YAGI-UDA/ Satria Gunawan Zain; Adhi Susanto; Thomas Sri Widodo; Wahyu Widada**  
**J. TEKNOLOGI DIRGANTARA, 9 (1) 2011 : 1 -7**

Pola radiasi antena Yagi-Uda berbentuk elips dapat digunakan sebagai detektor arah sumber pancaran radio. Sembilan antena Yagi-Uda dipasang dengan konfigurasi 3x3 dapat menghasilkan pengukuran sudut dengan range 80° sudut elevasi dan azimut. Simulasi dibuat dengan mengambil data pola radiasi antena yagi kemudian digabungkan hingga membentuk konfigurasi 3x3 antena. Dengan pola radiasi sembilan antena, algoritma penentuan sudut azimut dan elevasi dapat dibuat dan dijalankan dengan baik. Hasil simulasi ini menunjukkan bahwa kesalahan pengukuran dari sinyal tanpa derau mendekati nol. Algoritma yang dipakai pada simulasi ini dapat diterapkan untuk derau di bawah 25%.

**Kata kunci:** *Estimasi sudut, Efek derau, Antena Yagi-Uda, Estimasi gerak roket*

**DESAIN NOSEL ROKET CAIR RCX250 MENGGUNAKAN METODE PARABOLIK DENGAN MODIFIKASI SUDUT EKSPANSI / Eko Priamadi ; Arif Nur Hakim ; Romie O. Bura**  
**J. TEKNOLOGI DIRGANTARA, 9 (1) 2011: 8 -17**

Penelitian ini ditujukan untuk mendesain nosel optimum untuk mesin RCX250 yang didesain mampu menghasilkan gaya dorong maksimum 250 kgf dengan propelan pasangan LOX dan kerosen. Nosel baru yang didesain berupa nosel *bell*/parabolik, yang nantinya akan dibandingkan dengan nosel *cone*. Nosel *parabolic* didesain dengan metode *Thrust Optimized Parabolic* (TOP), yang ditemukan oleh G.V.R.Rao. Metode desain TOP Nosel dilakukan dengan melakukan aproksimasi dari nosel *Thrust Optimized Contour* (TOC) menggunakan persamaan parabolik. Metode ini akan menghasilkan nosel yang lebih efisien dibandingkan dengan nosel *cone* ataupun *ideal bell*. Lebih jauh lagi, nosel parabolik yang telah didesain akan dimodifikasi pada sudut ekspansi awal dan sudut *exit* untuk menghasilkan distribusi kecepatan yang seragam pada bagian *exit*. Metode Dinamika Fluida Komputasional (CFD) digunakan untuk mensimulasikan 8 model nosel parabolik hasil desain. Simulasi dilakukan pada kondisi *axis-symmetric* menggunakan *software* CFD komersial. Dari hasil simulasi, dapat diketahui bahwa nosel MOD 1 dengan sudut inisial ( $\theta_N$ ) 26 derajat dan sudut *exit* ( $\theta_e$ ) 12 derajat menunjukkan hasil *thrust* paling tinggi, 4.67 % lebih tinggi dari *thrust* nosel *cone* acuan.

**Kata kunci:** *Roket cair, Nosel parabolik, Gaya dorong, CFD*

**DESAIN ALAT UJI NOSEL DENGAN MENGGUNAKAN PRINSIP TEROWONGAN ANGIN SUPERSONIK/Bagus H. Jihad; Dedi Priadi  
J. TEKNOLOGI DIRGANTARA, 9 (1) 2011: 18 -27**

Ketelitian pada Perancangan Nosel dapat ditingkatkan dengan melakukan validasi terhadap rancangan tersebut. Dua metode validasi yang dapat digunakan adalah menggunakan *software* atau menggunakan *hardware*. *Software* dapat berupa *software* CFD atau *software* khusus untuk rancangan nosel seperti NOZZLE® atau *Aerospike*®. Keterbatasan *software* CFD dan *software* khusus adalah pada ketidakjelasan asumsi yang digunakan. Oleh karena itu validasi aliran dengan eksperimen (*hardware*) penting untuk dilaksanakan. Lapan mempunyai tiga unit terowongan angin, subsonik, transonik, dan supersonik. Ketiga terowongan angin tersebut mempunyai kemampuan untuk pengujian aliran disekitar benda (*external flow*). Sedangkan keperluan desain nosel lebih kepada penelitian aliran pada bagian dalam (*internal flow*). Oleh karena itu, telah dirancang satu sistem pengujian aliran dalam nosel yang disebut dengan terowongan angin mini karena bentuknya. Terowongan angin ini dirancang hingga kecepatan 2,4 Mach, tetapi efektif pada kecepatan 2 Mach. Melalui perhitungan kami memperoleh *run time* sebesar 46 detik. Dengan asumsi terjadi drop tekanan sebesar 40%, maka *run time* sesungguhnya adalah 28 detik.

**Kata kunci:** Terowongan angin, Nosel, Supersonik, Run-time, Schlieren

**SIMULASI GERAK DAN ANALISIS KESTABILAN KOPLING INERSIA WAHANA DIRGANTARA DENGAN BENTUK BADAN RAMPING Hari Muhammad; Hilman Samputra Yazdi I. Jenie; Javensius Sembiring  
J. TEKNOLOGI DIRGANTARA, 9 (1) 2011: 28-40**

Kopling inersia adalah fenomena gerak yang terjadi pada wahana dirgantara yang mana terjadi peningkatan kopling antara modus gerak longitudinal dengan modus gerak lateral direksional. Fenomena kopling inersia ini umumnya terjadi pada wahana dirgantara yang dirancang untuk terbang dengan kecepatan tinggi, sehingga mempunyai bentuk badan yang ramping (*slender body*) dan kelampaian atau *aspect ratio* rendah dan terjadi pada saat wahana tersebut melakukan manuver *roll* dengan kecepatan sudut *roll* yang besar. Pada makalah ini akan dibahas penurunan persamaan gerak kopling inersia, pemodelan persamaan gerak pada perangkat lunak Matlab/Simulink, serta melakukan simulasi gerak dan analisis kestabilan kopling inersia suatu wahana dirgantara. Contoh simulasi gerak dan analisis kestabilan kopling inersia untuk pesawat udara jenis *fighter* akan diberikan pada makalah ini.

**Kata kunci:** Kopling inersia, Analisis kestabilan, Simulasi terbang, Slender body

**SIMULASI PENGGUNAAN DIFFUSER PADA TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL UNTUK KENAIKAN DAYA/Sulistyo Atmadi; Ahmadi Jamaludin Fitroh**  
**J. TEKNOLOGI DIRGANTARA, 9 (1) 2011: 41-52**

Salah satu cara meningkatkan daya keluaran turbin angin adalah dengan menggunakan diffuser. Adanya rasio luas kedua lubang pada diffuser menghasilkan kenaikan kecepatan sehingga daya yang dihasilkan juga akan semakin besar. Dalam penelitian ini diameter rotor dipilih sebesar 2 meter. Rasio diameter lubang diffuser divariasikan sebesar 2, 3, 4, dan 5 kali sehingga diameter *inlet* diffuser masing-masing adalah 4, 6, 8, dan 10 m. Koefisien daya rotor diasumsikan konstan sebesar 0,30. Distribusi kecepatan aliran udara di dalam diffuser diperoleh dari simulasi menggunakan salah satu piranti lunak berbasis *CFD*. Udara masuk diffuser divariasikan dengan empat kecepatan yang berbeda. Sudut angin masuk diffuser divariasikan sebesar 0°, 30° dan 60°. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pada sudut angin 0°, variasi rasio diameter lubang diffuser sebesar 2, 3, 4, dan 5 masing – masing menghasilkan kenaikan daya sebesar 58, 622, 3.169, dan 11.519 kali. Hasil simulasi juga menunjukkan bahwa pada rasio diameter *diffuser* sama dengan dua, kenaikan daya pada sudut 0° dan 60° masing – masing sebesar sekitar 58 dan 4 kali.

**Kata kunci:** Turbin angin, Diffuser, *CFD*

**ANALISIS LOSSES PIPA LURUS BERDIAMETER 40 CM PADA TEROWONGAN ANGIN LAPAN/Ahmad Jamaludin Fitroh**  
**J. TEKNOLOGI DIRGANTARA, 9 (1) 2011: 53-60**

Salah satu program LAPAN adalah membuat terowongan angin uji ramjet terbuka. Pipa penghubung antara terowongan angin tersebut dengan tangki penyimpanan udara direncanakan cukup panjang sehingga diperkirakan terjadi *losses* yang cukup besar. Tujuan penelitian ini adalah menghitung *losses* tersebut, khususnya untuk pipa lurus saja. Besar *losses* diperoleh dari simulasi menggunakan salah satu piranti lunak berbasis *CFD*. Metode yang digunakan adalah *based on pressure* dan *based on mass flow rate*. Hasil simulasi menggunakan metode *based on mass flow rate* memberikan *losses* pada pipa lurus yang lebih besar sehingga dipilih sebagai hasil akhir. Hasil simulasi diolah menjadi hubungan antara laju aliran massa dan *losses*. Semakin besar laju aliran massa, maka *losses* nya juga semakin besar. Pada laju aliran massa 60 kg/det, *losses* nya sebesar 0,135 %/m dan pada laju aliran massa 100 kg/det *losses* nya 0,299 %/m. Hubungan antara kedua parameter tersebut cenderung linier.

**Kata kunci:** Pipa, Kerugian, *CFD*, Terowongan angin

**ESTIMASI BIAYA DAUR HIDUP DAN OPTIMISASI HARGA PESAWAT TERBANG/  
Rais Zain; Odi Ahyarsi  
J. TEKNOLOGI DIRGANTARA, 9 (1) 2011:  
61-69**

Sejak tahap perancangan konseptual, estimasi biaya daur hidup suatu pesawat terbang dikaji untuk menjadi bahan pertimbangan dalam mengambil keputusan rancangan. Metode Roskam digunakan untuk estimasi biaya daur hidup yang terdiri dari biaya penelitian, pengembangan, evaluasi, pengujian, biaya manufaktur dan akuisisi, total *operating cost*, dan biaya pembuangan. Selanjutnya, untuk mendapatkan kondisi perancangan yang optimal, estimasi harga satuan pesawat dijadikan sebagai fungsi objektif dalam proses optimisasi. Berdasarkan perilaku konstrain dan fungsi objektif, maka dipilih metode proyeksi gradien Rosen karena dapat memberikan hasil yang relatif cepat dan akurat. Dikembangkan program optimisasi yang diberi nama *Cost Analysis* dengan menerapkan pendekatan pemrograman berorientasi objek menggunakan Microsoft Visual C++ 6.0. Verifikasi program aplikasi *Cost Analysis* dilakukan menggunakan satu studi kasus pesawat jet Ourania yang datanya didapat dari (Roskam, 1990). Secara umum estimasi biaya daur hidup yang diperoleh dari *Cost Analysis* menunjukkan hasil yang relatif sama dengan hasil referensi. Juga, persoalan optimisasi studi kasus dapat diselesaikan dengan algoritma Rosen dalam proses kurang dari sepuluh iterasi.

Kata kunci: *Perancangan konseptual, Biaya daur hidup, Pendekatan berorientasi objek, Visual C++*

**UPAYA PENINGKATAN KUALITAS GEOMETRIK CITRA LAPAN - TUBSAT PADA APLIKASI SURVEILEN/Catur Aries Rokhmana; Chusnul Tri Judianto  
J. TEKNOLOGI DIRGANTARA, 9 (1) 2011:  
70-81**

Indonesia telah membangun dan mengoperasikan sistem satelit-mikro LAPAN-TUBSAT sejak tahun 2007 guna mendukung aplikasi surveilen atau pemantauan cepat obyek di permukaan Bumi. LAPAN-TUBSAT membawa sistem kamera video utama sebagai sensor pencitraan dengan resolusi 5 m dan lebar cakupan 3.5 km tetapi masih memiliki kelemahan geometrik. Tulisan ini mengulas sejumlah hal yang terkait dengan pemrosesan data hasil rekaman video LAPAN-TUBSAT sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas geometrik dari citra LAPAN-TUBSAT. Model koreksi rektifikasi foto tunggal sederhana digunakan untuk koreksi geometrik. Sedangkan operator super-resolusi dicobakan untuk upaya peningkatan resolusi citra video. Hasil percobaan dapat menghasilkan citra bergeoreferensi dengan kualitas geometrik yang lebih baik. Di masa mendatang, perlu dilakukan percobaan untuk mengevaluasi kemampuan LAPAN-TUBSAT dalam menghasilkan informasi ketinggian ( $Z$ ). Hal ini terkait dengan kemampuan manuver dari satelit untuk menghasilkan citra stereo dengan nilai B/H rasio yang lebih baik.

**Kata kunci:** *Sistem videografi, Satelit LAPAN-TUBSAT, Peningkatan kualitas geometrik Citra*

**JURNAL**  
**TEKNOLOGI DIRGANTARA**  
**Journal of Aerospace Technology**

ISSN 1412 - 8063

Vol. 9 No.2, Desember 2011

Lembar abstrak ini boleh dikopi tanpa ijin atau biaya

**ABSTRAK**

**SIMULASI KINERJA FORWARD ERROR CONTROL CODING UNTUK SATELIT MIKRO PENGINDERAAN JARAK JAUH/Dwiyanto; Sugihartono**  
**J. TEKNOLOGI DIRGANTARA, 9 (2) 2011 : 82 - 92**

Aplikasi satelit mikro *remote sensing* dalam masa sekarang sudah sangat luas terlebih didukung perkembangan komponen elektronika yang *low power* dan *small size*. Jumlah data *image* yang besar, waktu kontak sedikit dan *power* satelit yang terbatas mengharuskan adanya mekanisme efisiensi disain komunikasi satelit sehingga data diterima dengan baik oleh stasiun Bumi. Berbagai skenario transmisi data satelit mikro telah dikembangkan agar semua data yang diambil oleh *payload* dapat dikirimkan dan diterima oleh stasiun Bumi dengan benar. Metode *Forward Error Control Coding* atau *Forward Error Correction* (FEC) adalah mekanisme menambah bit-bit redundan saat pengiriman data dengan tujuan meningkatkan kemampuan koreksi kesalahan data yang diterima. Kinerja FEC dapat diketahui dengan membandingkan perbedaan kebutuhan nilai  $E_b/N_0$  untuk *Bit Error Rate* (BER) yang sama dengan tanpa FEC. Dalam penelitian ini dilakukan simulasi kinerja FEC *Reed Solomon* dengan melakukan perubahan jumlah bit per simbol, panjang kode dan kemampuan kode dalam memperbaiki *error* simbol. Hasil simulasi menunjukkan semakin kecil laju kode yang digunakan maka penguatan kode semakin besar. Hasil simulasi *forward error control coding Reed Solomon* untuk transmisi data satelit penginderaan jauh didapatkan kode RS(255,223) memiliki kinerja paling baik dengan laju 0,874 dan penguatan kode 3,4dB untuk BER  $10^{-4}$ .

**Kata kunci:** *Reed Solomon, QPSK, 16-QAM, Remote sensing*

**PEMBUATAN DAN ANALISIS KINERJA SISTEM THERMAL INSULATION PADA MOTOR ROKET YANG MENGGUNAKAN PROPELAN CASE-BONDED/Sutrisno**  
**J. TEKNOLOGI DIRGANTARA, 9 (2) 2011: 93 - 101**

Material *liner* yang akan digunakan pada motor roket dengan propelan *case-bonded* telah berhasil dibuat dengan menambahkan *filler* ke dalam komposisi *liner free standing*. Proses pembuatan *liner* dilakukan dengan metode *spinning* pada tabung motor roket. Kinerja *liner* pada motor roket *radial burning* yang menggunakan propelan *case-bonded* dikaji dan dianalisis. Analisis dilakukan berdasarkan data hasil uji karakteristik material, mekanisme pembakaran motor roket dan data hasil pengujian motor roket *free standing* yang pernah dilakukan. Material *liner case-bonded* yang dibuat lebih unggul dari pada *liner free standing* karena lebih ringan sebesar 18,94 % dan lebih tahan panas sebesar 6,75 %. Penggunaan material *liner case-bonded* pada motor roket yang menggunakan propelan berkonfigurasi tunggal dengan tipe *radial burning* akan aman karena panas pembakaran propelan melewati material isolator sebelum mengenai tabung motor roket. Berdasarkan analisis diperoleh bahwa *liner case-bonded* dapat direkomendasikan untuk digunakan pada motor roket *radial burning* dengan propelan berkonfigurasi tunggal.

**Kata kunci:** *Liner, Free standing, Case-bonded*

**PERHITUNGAN DAN PERANCANGAN IGNITER BERBASIS KALKULASI PROPULSI ROKET : Studi Kasus Roket RX-320/Ganda Samosir**  
**J. TEKNOLOGI DIRGANTARA, 9 (2) 2011 : 102 -113**

Motor roket padat, seperti roket-roket LAPAN, menggunakan bahan bakar komposit dari jenis *Hydroxyl Terminated Poly Butadiene* (HTPB) yang umumnya tidak mudah untuk terbakar. Agar bahan bakar padat *non-hypergolic* ini bisa terbakar, diperlukan kondisi lingkungan yang cukup ekstrim, yakni tekanan sekitar 40 bar dan temperatur 280°C. Kondisi ekstrim inilah yang harus bisa diciptakan oleh penyala mula (*igniter*) yang dirancang.

Ada 2 (dua) faktor penting yang dapat mempengaruhi unjuk kerja dari sebuah *igniter*, yakni: faktor internal, berupa: ramuan squib, bahan filamen, komposisi primer, bahan isian utama, dan faktor eksternal, berupa: jenis propelan, dimensi dan konfigurasi ruang bakar motor roket. Dengan kata lain; sistem *igniter* yang akan digunakan, sangat tergantung kepada tipe dan misi roketnya.

Dari hasil penerapan perhitungan propulsi pada makalah ini, diperoleh beberapa besaran penting dari *igniter* yang dirancang untuk roket RX-320 sebagai berikut: panjang tabung terbesar;  $L_i = 357$  mm, diameter luar

;  $\phi_{lc} = 51$  mm dan jumlah total lubang-lubang pengarah api = 165 buah dengan diameter = 4 mm.

**Kata kunci:** *Kondisi ekstrim, Faktor internal, Faktor eksternal*

**PERHITUNGAN DAN ANALISIS LOSSES, DIAMETER EFEKTIF ROTOR, DAN PENYERAPAN DAYA DAN ENERGI PADA DIFFUSER AUGMENTED WIND TURBINE (DAWT)/Sulistyo Atmadi; Ahmad Jamaludin Fitroh**  
**J. TEKNOLOGI DIRGANTARA, 9 (2) 2011 : 114 -123**

Penggunaan difuser pada turbin angin (DAWT) adalah untuk menaikkan kecepatan efektif sehingga daya yang dihasilkan juga akan meningkat. Penelitian ini terdiri dari tiga bagian, yaitu perhitungan dan analisis *losses*, penentuan diameter efektif rotor, dan perhitungan dan analisis energi yang dapat diserap oleh DAWT.

Perhitungan dan analisis *losses* didasarkan pada adanya gesekan antara aliran udara dan permukaan difuser. Diameter rotor didasarkan pada daerah dalam difuser yang menerima sedikit gangguan atau turbulensi akibat adanya sudut aliran masuk difuser. Perhitungan dan analisis daya didasarkan pada diameter efektif rotor tersebut. Daya tersebut selanjutnya dikonversi menjadi energi. Dalam penelitian ini DAWT diasumsikan tidak mempunyai sistem orientasi sehingga rotor menghadap ke satu arah saja. Arah dan frekuensi angin dipilih dalam tiga kondisi. Pada kondisi pertama, angin datang dari dua belas mata angin secara bergiliran dengan frekuensi yang sama selama 24 jam sehingga setiap mata angin berdurasi dua jam sehari. Pada kondisi kedua, angin dari arah 90° dan 270° atau tegak lurus terhadap sumbu aksial turbin angin ditiadakan sehingga sepuluh mata angin lainnya berdurasi 2,4 jam sehari. Pada kondisi ketiga, turbin angin diasumsikan dipasang di pantai sehingga secara umum angin datang dari dua arah, yaitu angin darat dan angin laut. Pada kondisi tersebut, angin diasumsikan datang dari arah sudut 0°, 30°, 150°, 180°, 210°, dan 330°. Dalam penelitian ini dipilih diameter *inlet* difuser 4 m, diameter *exit* difuser 2 m, koefisien daya rotor 0,3, kecepatan angin 5 m/det dan berharga konstan selama 24 jam sehari. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa terjadi *losses* yang cukup besar di dekat permukaan difuser, khususnya pada kondisi sudut aliran masuk difuser yang besar. Diameter rotor ditetapkan sebesar 1,940 m. Hasil perhitungan energi menunjukkan bahwa energi yang diserap rotor dalam sehari pada kondisi tanpa difuser, menggunakan difuser pada kondisi pertama, kondisi kedua, dan kondisi ketiga, masing-masing sebesar 6.231, 54.361, 65.234, dan 101.316 kJ. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penggunaan difuser pada turbin angin dapat meningkatkan energi listrik sebesar 9 hingga 16 kali.

**Kata kunci:** *Turbin angin, DAWT, Energi listrik, Losses*

**KRISTALISASI AMMONIUM PERKLORAT (AP) DENGAN SISTEM PENDINGINAN TERKONTROL UNTUK MENGHASILKAN KRISTAL BERBENTUK BULAT/ Anita Pinalia**  
**J. TEKNOLOGI DIRGANTARA, 9 (2) 2011: 124 - 131**

AP merupakan partikel solid pembentuk propelan komposit dengan komposisi terbesar, kandungannya dalam propelan berkisar 60-80%. Partikel AP berbentuk bulat secara tidak langsung memperbaiki unjuk kerja propelan. Oleh karena itu, diperlukan percobaan proses kristalisasi AP untuk menghasilkan kristal berbentuk bulat. Pada percobaan ini kristalisasi dilakukan dengan metode sistem pendinginan terkontrol. Pendinginan dilakukan melalui dua tahap dan menggunakan *coolant* yang berbeda. Tahap pertama yaitu pendinginan lambat menggunakan air (30°C), dan dilanjutkan pendinginan cepat dengan ethylene glycol (-27°C). Percobaan ini menghasilkan AP sebanyak 45,45 kg dengan kemurnian AP 99,67%, ukuran kristal 40 Mesh, bentuk kristal mendekati bulat, rendemen yang dihasilkan 39,71%.

**Kata kunci:** *Ammonium perklorat; Kristalisasi; Kristal bulat*

**ANALISIS LINTAS TERBANG ROKET MULTI-STAGE RKN200/R. A. Sasongko; Y. I. Jenie ; R. E. Poetro**  
**J. TEKNOLOGI DIRGANTARA, 9 (2) 2011: 132 - 146**

Pada makalah ini dibahas analisis lintas terbang roket multi-stage RKN200. Penggunaan konfigurasi roket *multi-stage* memiliki konsekuensi adanya proses separasi yang harus dilakukan. Proses separasi ini pada prinsipnya dilakukan untuk bertransisi dari penggunaan booster sebagai sistem propulsi awal saat peluncuran ke sistem sustainer yang akan mendorong roket pada proses penerbangan selanjutnya. Roket RKN200 adalah suatu konfigurasi roket *multi-stage* yang dikembangkan Lembaga Penerbangan Antariksa Nasional (LAPAN) untuk aplikasi roket pertahanan. Dalam proses pengembangannya, proses separasi menjadi satu tahap kritis yang harus diperhitungkan dengan baik, karena proses ini akan mempengaruhi secara signifikan prestasi terbang roket secara keseluruhan. Pada makalah ini, lintas terbang roket RKN200 akan dianalisis dengan melibatkan proses separasi yang dimodelkan sebagai suatu proses diskrit, dimana terjadi perubahan parameter roket secara seketika saat proses tersebut terjadi. Selain itu, gaya dan momen *impulsive* yang terjadi saat inisiasi separasi akan dilibatkan dalam perhitungan dan simulasi variabel lintas terbang roket. Simulasi dan analisis lintas terbang akan dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak analisis lintas terbang roket yang telah dikembangkan sebelumnya. Beberapa hasil simulasi dan analisisnya akan disajikan terutama untuk mengamati pengaruh proses separasi terhadap lintas terbang roket.

**Kata kunci:** *Roket, Lintas terbang, Separasi*

**RANCANG BANGUN MODEL WAHANA HOVERWING XHW-1/Taufiq Mulyanto; Digit Mitra Baruna**  
**J. TEKNOLOGI DIRGANTARA, 9 (2) 2011: 147 - 158**

Wahana *Hoverwing* merupakan perpaduan antara wahana *hovercraft* dengan wahana *WiSE-craft*. Pada wahana *Hoverwing* terjadi fase transisi atau fase peralihan dari fase *hover* menggunakan gaya angkat bantalan udara ke fase terbang *airborne* murni menggunakan gaya angkat aerodinamik yang dihasilkan oleh sayap, dan sebaliknya. Sebuah model *hoverwing* XHW-1 dirancang bangun untuk dapat mengetahui lebih jauh mengenai permasalahan perancangan wahana *hoverwing* dan untuk dapat mengamati fenomena fase transisi ini. Untuk memudahkan konstruksi, pembuatan dan pengujiannya, namun tanpa menghilangkan kekhususan dari wahana ini, maka model dirancang untuk diterbangkan di atas permukaan lantai datar. Model dirancang dengan memperhatikan pertimbangan perancangan *hovercraft* dan pesawat terbang. Konfigurasi yang dipilih adalah konfigurasi *monohull*. Model memiliki berat 755 gr dengan panjang span sayap 1,2 m dan ukuran bantalan udara 20 x 30 cm. Pengujian model menunjukkan bahwa bantalan udara dapat bekerja dengan baik dan model dapat melaju dengan kecepatan sekitar 3 m/s.

**Kata kunci:** *Hoverwing, hovercraft, WiSE-craft, perancangan, wahana model*

**PENGARUH PENAMBAHAN GLOVE DAN PENGURANGAN YEHUDI SERTA PERGESERAN LOKASI APEX TERHADAP KARAKTERISTIK AERODINAMIKA SAYAP PESAWAT TERBANG/I G.N. Sudira**  
**J. TEKNOLOGI DIRGANTARA, 9 (2) 2011: 159 - 172**

Dalam proses perancangan pesawat terbang, kunci keberhasilannya terletak pada keberhasilan dalam merancang komponen sayapnya. Proses tersebut melibatkan banyak variabel dan merupakan hasil kompromi dari berbagai disiplin ilmu.

Langkah awal perancangan sayap pesawat terbang setelah DR&O ditetapkan adalah menentukan bentuk permukaan sayap yang dikenal dengan istilah *planform*. Dalam menentukan *planform* ini dilakukan parametrik studi untuk memastikan bahwa *planform* yang dibuat sudah mempertimbangan seluruh aspek perancangan pesawat terbang terutama menyangkut kepentingan aerodinamika dan struktur.

Dalam tulisan ini disampaikan pengaruh perubahan *glove* dan *yehudi* serta pergeseran lokasi *apex* terhadap karakteristik aerodinamika sayap pesawat terbang. Penambahan *glove* dilakukan untuk kompensasi penambahan *yehudi* pada sayap yang semata-mata dilakukan atas dasar pertimbangan struktur akibat penambahan area di daerah pangkal bagian belakang sayap. Penambahan area pada pangkal bagian belakang sayap biasanya digunakan untuk kepentingan penempatan *landing gear*. Kerugian dari aspek aerodinamika akibat penambahan *yehudi* tersebut diharapkan akan dinetralkan dengan adanya penambahan *glove* pada pangkal bagian depan sayap. Lokasi *apex* juga memegang peranan penting bagi pengaturan bentuk distribusi tekanan profil sayap yang berupa *aerofoil*. Lokasi *apex* dapat digeser sesuai pemahaman desain para perancang untuk memenuhi target perancangan yang dikehendaki. Secara keseluruhan dapat dikatakan bahwa perubahan *glove* dan *yehudi* serta pergeseran lokasi *apex* dapat diisolasi pengaruhnya ke dalam suatu variabel signifikan yaitu adanya perubahan bentuk distribusi tekanan profil sayap terutama pada bagian puncaknya. Program computer yang digunakan adalah gabungan antara program *Geometry Generation* dan *VSAERO* yang telah dikembangkan oleh penulis dinamai Nusantara *Wing Design Utility* (NWDU).

**Kata kunci:** *NWDU, VSAERO, Glove, Yehudi, Apex*

**Jurnal**

# **TEKNOLOGI DIRGANTARA**

## **Journal of Aerospace Technology**

**Vol. 9 No. 2 Desember 2011**

**ISSN 1412- 8063**

**Nomor : 208/AU1/P2MBI/08/2009**

### **SUSUNAN DEWAN PENYUNTING JURNAL TEKNOLOGI DIRGANTARA**

Keputusan Kepala LAPAN  
Nomor : Kep/096/II/2011  
Tanggal 08 Februari 2011

**Penanggung Jawab**  
Sekretaris Utama LAPAN

**Pemimpin Umum**  
Karo Kerjasama dan Humas

**Sekretaris**  
Ka. Bag. Humas  
Ka. Subbag. Publikasi

**Penyunting Penyelia**  
Dr. Ing. Agus Nuryanto

**Penyunting Pelaksana**  
Prof. Dr. Edhi Siradz, M.Sc. (Kemenhan)  
Dr. Arifin Nugroho (Pakar Telekomunikasi)  
Ir. Adrianti Puji Sunaryati (LAPAN)  
Ir. Sulistyono Atmadi, M.S.M.E. (LAPAN)  
Dr. Wahyu Widada (LAPAN)

*Berdasarkan SK Kepala LIPi Nomor : 816/D/2009 ditetapkan  
Jurnal Teknologi Dirgantara sebagai Majalah Berkala Ilmiah Terakreditasi B*

#### **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. 9 No. 2 Desember 2011

ISSN 1412- 8063

Nomor : 208/AU1/P2MBI/08/2009

## DARI REDAKSI

Sidang Pembaca yang kami hormati,

Puji syukur, kita panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga Jurnal Teknologi Dirgantara Vol. 9, No. 2, Desember 2011 hadir ke hadapan sidang pembaca dengan menyetengahkan 8 (delapan) artikel sebagai berikut, "Simulasi Kinerja Forward Error Control Coding untuk Satelit Mikro Penginderaan Jarak Jauh" ditulis oleh Dwiyanto, Sugihartono. Dalam penelitian ini dilakukan simulasi kinerja FEC *Reed Solomon* dengan melakukan perubahan jumlah bit per simbol, panjang kode dan kemampuan kode dalam memperbaiki *error* simbol. Hasil simulasi menunjukkan semakin kecil laju kode yang digunakan maka penguatan kode semakin besar; "Pembuatan dan Analisis Kinerja Sistem *Thermal Insulation* pada Motor Roket yang Menggunakan Propelan *Case-Bonded*" ditulis oleh Sutrisno. Material *liner* yang akan digunakan pada motor roket dengan propelan *case-bonded* telah berhasil dibuat dengan menambahkan *filler* ke dalam komposisi *liner free standing*; Ganda Samosir menulis mengenai "Perhitungan dan Perancangan *Igniter* Berbasis Kalkulasi Propulsi Roket (Studi Kasus Roket Rx-320)". *Igniter* pada suatu motor roket padat berfungsi sebagai pemasok energi aktivasi (*activated energy*), yakni menciptakan kondisi lingkungan tertentu agar bahan bakar (propelan) bisa terbakar guna dapat menghasilkan gaya dorong roket atau *thrust*; Artikel dengan judul "Perhitungan dan Analisis *Losses*, Diameter Efektif Rotor, dan Penyerapan Daya dan Energi pada *Diffuser Augmented Wind Turbine* (DAWT)" ditulis oleh Sulistyio Atmadi, Ahmad Jamaludin Fitroh. Penelitian ini terdiri dari tiga bagian, yaitu perhitungan dan analisis *losses*, penentuan diameter efektif rotor, dan perhitungan dan analisis energi yang dapat diserap oleh DAWT; "Kristalisasi Ammonium Perklorat (AP) dengan Sistem Pendinginan Terkontrol untuk Menghasilkan Kristal Berbentuk Bulat" ditulis oleh Anita Pinalia. AP merupakan partikel solid pembentuk propelan komposit dengan komposisi terbesar, kandungannya dalam propelan berkisar 60-80%. Partikel AP berbentuk bulat secara tidak langsung memperbaiki unjuk kerja propelan; Kemudian Rianto Adhy Sasongko, Yazdi I. Jenie, Ridanto Eko Poetro menulis "Analisis Lintas Terbang Roket Multi-Stage Rkn200". Pada makalah ini dibahas analisis lintas terbang roket *multi-stage* RKN200. Penggunaan konfigurasi roket *multi-stage* memiliki konsekuensi adanya proses separasi yang harus dilakukan; Taufiq Mulyanto, Digit Mitra Baruna menulis "Rancang Bangun Model Wahana *Hoverwing* XHW-1". Wahana *Hoverwing* merupakan perpaduan antara wahana *hovercraft* dengan wahana *WISE-craft*. Pada wahana *Hoverwing* terjadi fase transisi atau fase peralihan dari fase *hover* menggunakan gaya angkat bantalan udara ke fase terbang *airborne* murni menggunakan gaya angkat aerodinamik yang dihasilkan oleh sayap, dan sebaliknya; I G.N. Sudira menulis "Pengaruh Penambahan *Glove* dan Pengurangan *Yehudi* serta Pergeseran Lokasi *Apex* Terhadap Karakteristik Aerodinamika Sayap Pesawat Terbang". Dalam tulisan ini disampaikan pengaruh perubahan *glove* dan *yehudi* serta pergeseran lokasi *apex* terhadap karakteristik aerodinamika sayap pesawat terbang. Penambahan *glove* dilakukan untuk konvensasi penambahan *yehudi* pada sayap yang semata-mata dilakukan atas dasar pertimbangan struktur akibat penambahan area di daerah pangkal bagian belakang sayap

Demikianlah 8 artikel yang kami sajikan dalam Jurnal Teknologi Dirgantara Vol. 9, No. 2, Desember 2011. 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.

Jakarta, Desember 2011  
Redaksi

## INDEKS PENGARANG

A		I	
Adhi Susanto	1 [9,1]	IGN Sudira	159[9,2]
Ahmad	28 [9,1];53[9,1];	J	
Jamaludin	114[9,2]	Javensius	28 [9,1]
Fitroh		Sembiring	
Anita Pinalia	124[9,2]	O	
Arif Nur Hakim	8[9,1]	Odi Abyarsi	61 [9,1]
B		R	
Bagus H. Jihad	18[9,1]	Rais Zain	61 [9,1]
C		Rianto A.	132[9,2]
Catur Aries	70 [9,1]	Sasongko	
Rokhmana		Ridanto E.	132 [9,2]
Chusnul Tri	70 [9,1]	Poetro	
Judianto		Romie O. Bara	8 [9,1]
D		S	
Dedi Priadi	18 [9,1]	Satria Gunawan	1 [9,1]
Digit Mitra	147 [9,2]	Zain	
Baruna		Sugi Hartono	82 [9,2]
Dwiyanto	82 [9,2]	Sulistyo Atmadi	28 [9,1]; 114 [9,2]
E		Sutrisno	93 [9,2]
Eko Priamadi	8 [9,1]	T	
G		Taufiq Mulyanto	147 [9,2]
Ganda Samosir	102 [9,2]	Thomas Sri	1 [9,1]
H		Widodo	
Hari	28 [9,1]	W	
Muhammad		Wahyu Widada	1 [9,1]
Hilman	28 [9,1]	Y	
Samputra		Yazdi I. Jenie	28 [9,1]; 132 [9,2]

## INDEKS KATA KUNCI

16-QAM	82,83,87,88,89,90,91,92 [9,2]	K	
A		Kerugian	53 [9,1]
Ammonium Perklorat	124,131 [9,2]	Kondisi	102 [9,2]
Analisis Kestabilan	28,29,35,37,40 [9,1]	Ekstrim	
Antena Yagi-Uda	1,2,3,7 [9,1]	Kopling Inersia	28,29,30,31,33,34,35, 36,37,38,39,40 [9,1]
Apex	159,160,161,165,168,169,170, 171 [9,2]	Kristalisasi	124,125,126,127,128,130,131 [9,2]
B		Kristal Bulat	124 [9,2]
Biaya Daur Hidup	61,62,63,69 [9,1]	L	
C		Liner	93,94,95,96,97,98,99,100,101 [9,2]
Case-Bonded	93,94,95,96,97,98,99,100,101 [9,2]	Lintas Terbang	132,133,135,138,139,142,143,144,145,146[9,2]
CFD	8,9,11, 53,54,59 [9,1]	Losses	114,115,117,118,120 [9,2]
D		N	
DAWT	114,115,118,120,122,123 [9,2]	Nosel	18,19,20,21,22,23,24,25,26,27 [9,1]
Diffuser	41,42,43,44,45,46,49,50 [9,1]	Nosel Parabolik	8,9,10,11,16 [9,1]
E		NWDU	159,160,162,171,172 [9,2]
Efek Derau	1,6 [9,1]	P	
Energi Listrik	115,118,122,123 [9,2]	Perancangan	147,149,150,151,152,153,154,157 [9,2]
Estimasi	1 [9,1]	Perancangan Konseptual	61,62 [9,1]
Gerak Roket		Pendekatan Berorientasi	61 [9,1]
Estimasi Sudut	1,5,6 [9,1]	Objek	
F		Peningkatan Kualitas	70,71 [9,1]
Faktor Eksternal	102 [9,2]	Geometrik	
Faktor Internal	102 [9,2]	Citra	
Free Standing	93,94,96,97,98,99,100 [9,2]	Pipa	53,54,55,56,58,59 [9,1]
G		Q	
Gaya Dorong	8 [9,1]	QPSK	82,83,87,88,89,90,91,92 [9,2]
Glove	159,160,161,162,164,165,166, 167,168,171 [9,2]	R	
H		Reed Solomon	82,83,84,85,86,87,88, 89,90,92 [9,2]
Hoverwing	147,148,149,150,151,152,153,154,155,156,157 [9,2]	Remote Sensing	82,83,86 [9,2]
Hover Craft	147,148,149,151,156,158 [9,2]	Rocket	132,133,134,135,136,137,138,139,140,141,142,143,144,145,146 [9,2]
		Roket Cair	8 [9,1]

Run-Time	18 [9,1]	T	
S		Terowongan	18,19,21,23,24,26,
Satelit LAPAN-	71,80 [9,1]	Angin	53,54,55,59 [9,1]
TUBSAT		Turbin Angin	41,42 [9,1]
Schlieren	18 [9,1]		115 [9,2]
Separasi	132,133,134,137,138,	V	
	139,140,143,144,145	Visual C++	61,69 [9,1]
	[9,2]	VSAERO	159,160,162,172
Slender Body	28,29,35 [9,1]		[9,2]
Simulasi	28 [9,1]	W	
Terbang		Wahana Model	147,149,150,151,
Sistem	71,73,80 [9,1]		157,158 [9,2]
Videografi		Wise-Craft	147,148 [9,2]
Supersonik	18,19,27 [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](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.