



Forum Guru Besar
Institut Teknologi Bandung



Forum Guru Besar
Institut Teknologi Bandung

Orasi Ilmiah Guru Besar
Institut Teknologi Bandung

Profesor Hari Muhammad

**MEMBANGUN KOMUNITAS DAN JEJARING
TEKNIK DIRGANTARA MELALUI PENERAPAN
ILMU MEKANIKA TERBANG**

24 Maret 2017
Balai Pertemuan Ilmiah ITB

**Orasi Ilmiah Guru Besar
Institut Teknologi Bandung**
24 Maret 2017

Profesor Hari Muhammad

**MEMBANGUN KOMUNITAS DAN JEJARING
TEKNIK DIRGANTARA MELALUI PENERAPAN
ILMU MEKANIKA TERBANG**



Forum Guru Besar
Institut Teknologi Bandung

Hak cipta ada pada penulis

Judul: MEMBANGUN KOMUNITAS DAN JEJARING TEKNIK DIRGANTARA
MELALUI PENERAPAN ILMU MEKANIKA TERBANG
Disampaikan pada sidang terbuka Forum Guru Besar ITB,
tanggal 24 Maret 2017.

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanik, termasuk memfotokopi, merekam atau dengan menggunakan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari Penulis.

UNDANG-UNDANG NOMOR 19 TAHUN 2002 TENTANG HAK CIPTA

1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak mengumumkan atau memperbanyak suatu ciptaan atau memberi izin untuk itu, dipidana dengan pidana penjara paling lama **7 (tujuh) tahun** dan/atau denda paling banyak **Rp 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah)**.
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1), dipidana dengan pidana penjara paling lama **5 (lima) tahun** dan/atau denda paling banyak **Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)**.

Hak Cipta ada pada penulis
Data katalog dalam terbitan

Hari Muhammad
MEMBANGUN KOMUNITAS DAN JEJARING TEKNIK DIRGANTARA
MELALUI PENERAPAN ILMU MEKANIKA TERBANG
Disunting oleh Hari Muhammad

Bandung: Forum Guru Besar ITB, 2017

vi+50 h., 17,5 x 25 cm

ISBN 978-602-6624-02-4

1. Mekanika Terbang 1. Hari Muhammad

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan naskah orasi ilmiah ini. Penghargaan dan terima kasih yang setinggi-tingginya disampaikan kepada pimpinan dan anggota Forum Guru Besar Institut Teknologi Bandung, yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menyampaikan orasi ilmiah ini pada Sidang Terbuka Forum Guru pada tanggal 24 Maret 2017.

Orasi ilmiah ini diberi judul **Membangun Komunitas dan Jejaring Teknik Dirgantara Melalui Penerapan Ilmu Mekanika Terbang**, yang merupakan salah satu bentuk pertanggungjawaban akademik dan komitmen penulis atas jabatan sebagai Guru Besar dalam bidang Mekanika Terbang.

Peran Mekanika Terbang dalam proses perancangan wahana terbang, proses uji terbang, dan operasi penerbangan, khususnya di komunitas Dirgantara tingkat Nasional akan dibahas secara ringkas dalam tulisan ini. Kegiatan pendidikan, penelitian dan pengabdian kepada masyarakat yang telah dan akan dilakukan penulis terkait bidang **Mekanika Terbang** juga didiskusikan dalam tulisan ini.

Agar dunia Dirgantara, khususnya pada tingkat Nasional ini maju dan berkembang, perlu dibentuk komunitasnya. Setelah komunitasnya terbentuk, tidak kalah penting adalah membangun dan menjaga jejaring antar anggota komunitas tersebut. Melalui kegiatan pendidikan,

penelitian dan pengabdian kepada masyarakat, khususnya terkait bidang Mekanika Terbang, mudah-mudahan bisa memberikan andil dalam membangun komunitas dan jejaring Teknik Dirgantara, setidaknya untuk tingkat Nasional, selanjutnya dapat dikembangkan untuk tingkat Regional dan Internasional.

Semoga tulisan ini dapat memberikan wawasan, dan inspirasi yang bermanfaat bagi para pembaca.

Bandung, 24 Maret 2017

Hari Muhammad

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
1. PENDAHULUAN	1
2. BIDANG KEILMUAN MEKANIKA TERBANG	3
3. KEGIATAN PENGAJARAN MEKANIKA TERBANG	8
4. KEGIATAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN	9
5. PEMBANGUNAN KOMUNITAS DAN JEJARING DIRGANTARA	20
6. PENUTUP	22
7. UCAPAN TERIMA KASIH	25
DAFTAR PUSTAKA	27
CURRICULUM VITAE	31

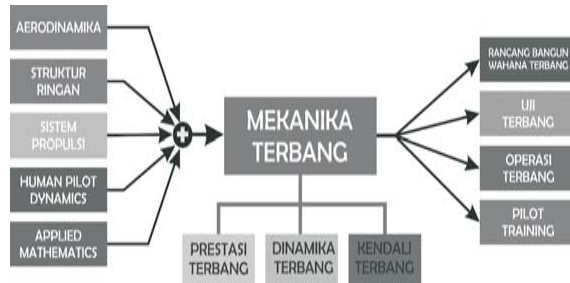
MEMBANGUN KOMUNITAS DAN JEJARING TEKNIK DIRGANTARA MELALUI PENERAPAN ILMU MEKANIKA TERBANG

1. PENDAHULUAN

Guru Besar merupakan jabatan fungsional tertinggi di dalam suatu institusi akademik, maka di atas pundaknyalah terdapat tanggung jawab tertinggi untuk pengembangan kualitas dan keunggulan akademik dari institusi yang bersangkutan.

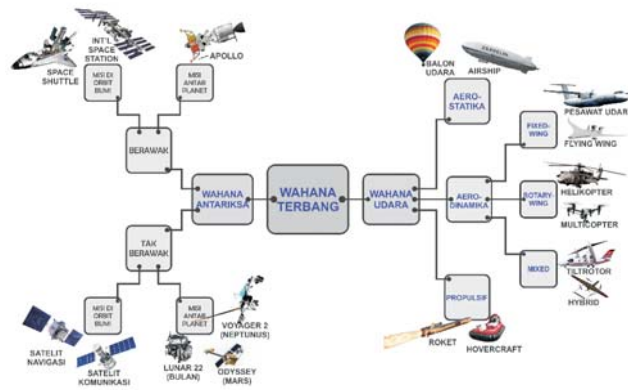
Teknik Dirgantara atau Teknik Penerbangan adalah ilmu teknik yang mempelajari, meneliti dan mengembangkan masalah-masalah rekayasa terkait wahana terbang dan sistem pendukungnya.

Mekanika Terbang adalah salah satu disiplin ilmu Teknik Penerbangan yang mempelajari, meneliti dan mengembangkan gerak wahana terbang dalam misi penerbangannya, baik Penerbangan Udara (Aeronotika/Aeronautics) dan/atau Penerbangan Antariksa (Astronotika/Astronautics). Bidang ini didukung terutama oleh bidang keilmuan lain seperti Aerodinamika, Struktur Ringan, dan Sistem Propulsi. Yang dipelajari dalam bidang ilmu Mekanika Terbang meliputi: prestasi, dinamika (dalam hal ini keseimbangan dan kestabilan) dan kendali terbang. Aplikasi dari bidang Mekanika Terbang ini digunakan dalam kegiatan Rancang Bangun wahana terbang, Proses Uji Terbang, Operasi Penerbangan dan untuk keperluan Training Penerbang, lihat Gambar 1.



Gambar 1.: Bidang Ilmu Mekanika Terbang [1]

Wahana terbang adalah benda terbang buatan manusia yang digunakan sebagai alat transportasi. Wahana terbang diklasifikasikan menjadi wahana udara (terbang di udara) dan wahana antariksa (terbang di antariksa), lihat Gambar 2. Ditinjau dari segi pembangkitan gaya dan momennya, wahana udara dibedakan menjadi wahana Aerostatika (misal balon udara, *airship*), wahana Aerodinamika (pesawat udara, helikopter, *multicopter*), dan wahana propulsif (roket, *hovercraft*).



Gambar 2: Klasifikasi Wahana Terbang [2]

Wahana antariksa dibedakan menjadi wahana antariksa berawak dan wahana antariksa tidak berawak. Masing-masing jenis wahana antariksa ini mempunyai misi di orbit bumi atau misi antar planet. Terlihat pada Gambar 2, contoh wahana antariksa berawak dengan misi di orbit bumi adalah *space shuttle* (pesawat ulang-alik) dan contoh yang misi antar planet adalah Apollo. Contoh wahana antariksa tidak berawak dengan misi orbit di bumi adalah satelit komunikasi, satelit cuaca, satelit navigasi. Sedangkan contoh wahana antariksa tidak berawak untuk misi penerbangan antar planet adalah Lunar 22 (misi ke Bulan), Voyager 2 (misi ke Neptunus), Odyssey (misi ke Mars).

Bidang ilmu Mekanika Terbang bisa diterapkan untuk semua jenis wahana terbang, baik yang terbang di udara maupun wahana yang terbang di antariksa. Dalam tulisan ini, semua kegiatan pengajaran, penelitian dan pengabdian kepada masyarakat terkait bidang bidang ilmu Mekanika Terbang akan dipresentasikan, beserta contoh-contohnya.

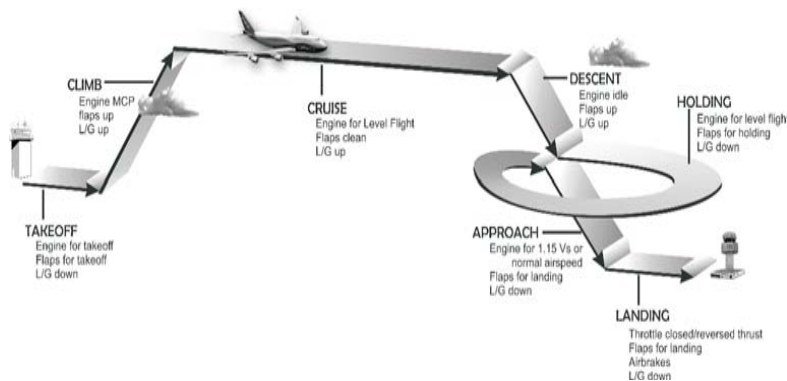
2. BIDANG KEILMUAN MEKANIKA TERBANG

Seperti telah disebutkan di atas, bidang keilmuan Mekanika Terbang akan mempelajari, meneliti dan mengembangkan gerak wahana terbang dalam misi penerbangannya. Bidang keilmuan ini meliputi: Prestasi Terbang, Dinamika Terbang, dan Kendali Terbang. Sasaran dari Ilmu Mekanika Terbang ini adalah menetapkan karakteristik gerak pesawat terbang terhadap titik masanya serta gerak titik masa tersebut sepanjang lintas terbangnya. Kemudian merancang bagaimana cara memandu dan

mengendalikan gerak pesawat terbang agar memenuhi dan sesuai dengan keinginan rancang bangun serta operasional seperti yang disyaratkan.

2.1 Prestasi Terbang

Adalah bagian dari ilmu Mekanika Terbang yang membahas gerak pesawat terbang sepanjang lintas terbangnya. Dalam hal ini pesawat terbang dapat dianggap sebagai titik masa. Masalah yang dibahas meliputi: prestasi tinggal landas (*take of performance*), prestasi terbang menanjak (*climb performance*), prestasi terbang jelajah (*cruise performance*), prestasi terbang layang (*gliding performance*), prestasi terbang belok (*turning performance*), dan prestasi pendaratan (*landing performance*). Gambar 3 melukiskan contoh profil terbang suatu pesawat udara.



Gambar 3: Profil Terbang Pesawat Udara [3]

Dalam proses rancang bangun suatu pesawat terbang, prestasi tinggal landas (misal berapa panjang landasan yang dibutuhkan), prestasi

terbang jelajah (misal berapa jauh dan berapa lama suatu pesawat udara bisa beroperasi dengan membawa sejumlah bahan bakar tertentu), hingga fase pendaratan (panjang landasan yang diperlukan) harus diprediksi. Hasil prediksi ini nantinya akan dibandingkan dengan harga yang diperoleh dari uji terbang.

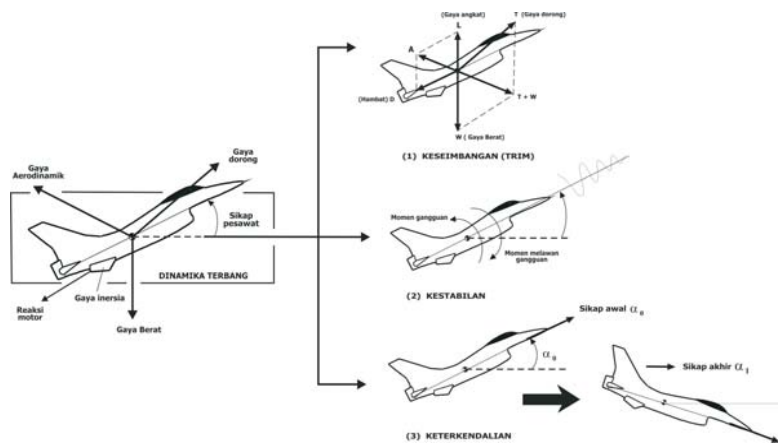
2.2 Dinamika Terbang

Adalah cabang dari ilmu Mekanika Terbang yang mempelajari gerak pesawat udara terhadap titik beratnya. Yang dimaksud dengan gerak pesawat udara disini adalah sikap (*attitude*) serta laju perubahan sikap pesawat udara diukur relatif terhadap tata acuan koordinat yang dipilih tersebut. Sikap suatu pesawat udara relatif terhadap tata acuan koordinat yang dipilih dinyatakan melalui sudut-sudut orientasi antara pesawat udara tersebut dengan sumbu-sumbu tata acuan koordinat yang dipilih.

Pembahasan gerak pesawat udara meliputi tiga hal yaitu, lihat Gambar 4:

- Keseimbangan** sikap pesawat udara. Dalam hal ini dibahas kemampuan pesawat udara dalam menjaga kondisi seimbangnya, yaitu kondisi dimana seluruh gaya dan momen yang bekerja pada pesawat udara tersebut saling meniadakan. Dalam kondisi seperti ini, pesawat udara terbang dengan sikap yang konstan. Dalam istilah penerbangan, kondisi seimbang ini disebut kondisi trim.
- Kestabilan** sikap pesawat udara. Dalam hal ini dibahas kemampuan pesawat udara dalam mengembalikan dirinya ke sikap keseimbangan

awalnya, bila pesawat udara tersebut memperoleh gangguan dari kondisi seimbang atau trim tersebut. Kestabilan sikap pesawat udara ini dapat ditimbulkan oleh karena karakteristik dinamik dari pesawat itu sendiri ataupun karena dipaksakan oleh suatu sistem pengendalian kestabilan yang sengaja dirancang.



Gambar 4: Tiga pokok pembahasan dalam Dinamika Terbang [4]

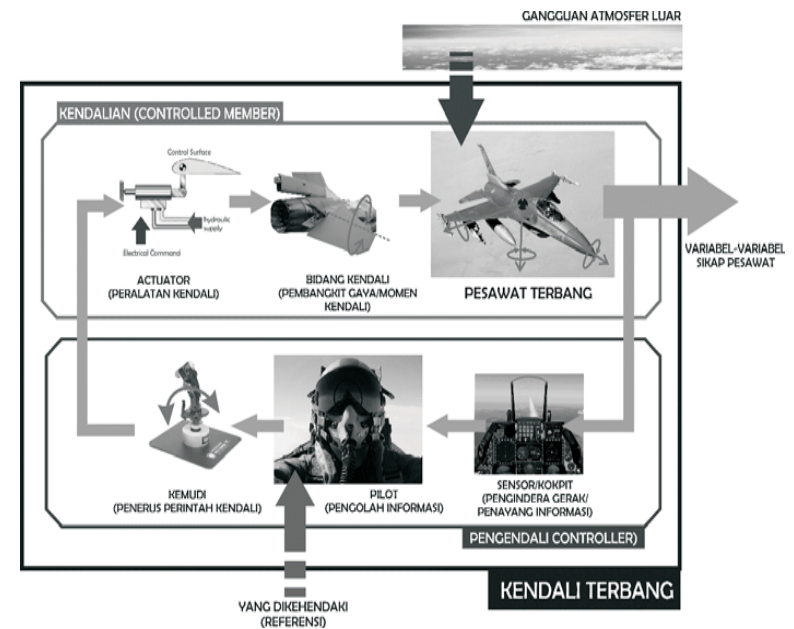
- (c) **Keterkendalian** sikap pesawat udara. Dalam hal ini dibahas kemampuan pesawat udara dalam mengubah sikap dari satu sikap seimbang ke sikap seimbang lainnya. Perubahan sikap seimbang ini dilaksanakan melalui proses pengendalian.

2.3 Kendali Terbang

Adalah bagian dari ilmu Mekanika Terbang yang mempelajari,

meneliti dan mengembangkan teknik-teknik sistem pengendalian pesawat terbang.

Gambar 4 adalah suatu contoh diagram Kendali Terbang, yang mana dalam sistem Kendali Terbang tersebut ada yang disebut **kendalian** (pesawat terbang, bidang kendali, aktuator) dan ada yang disebut **pengendali** (sensor, penerbang dan kemudi).



Gambar 5: Diagram Kendali Terbang [2]

Untuk pesawat modern, beberapa fungsi penerbang dan kemudi bisa digantikan oleh komputer sehingga dapat mengurangi beban kerjanya (contoh adalah sistem *autopilot*).

3. KEGIATAN PENGAJARAN MEKANIKA TERBANG

Dalam rangka membangun komunitas dan jejaring Teknik Dirgantara, fungsi pengajaran suatu keilmuan sangat penting. Pengajaran keilmuan dijabarkan ke dalam kurikulum suatu Program Studi. Mengacu kepada Kurikulum 2013 Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara, Institut Teknologi Bandung (FTMD ITB), mata-kuliah wajib terkait bidang keilmuan Mekanika Terbang yang diajarkan kepada mahasiswa Program Sarjana Aeronotika dan Astronotika adalah: AE2211 Analisis Aerodinamika dan Prestasi Terbang I (3 sks), AE3111 Analisis Aerodinamika dan Prestasi Terbang II (3 sks), AE3220 Dinamika Terbang (3 sks), AE4120 Teori Kendali (3 sks). Kuliah pilihan untuk jalur Mekanika Terbang bagi mahasiswa program Sarjana disediakan mata kuliah AE4020 Masalah Khusus Mekanika Terbang dan AE4030 Dinamika dan Pengendalian Satelit.

Untuk mahasiswa Program Magister Aeronotika dan Astronotika, disediakan kuliah wajib jalur Mekanika Terbang sebagai berikut: AE5020 Telaah Mekanika Terbang, AE5021 Prestasi Terbang Lanjut, AE5022 Dinamika Terbang Lanjut, AE5023 Kendali Terbang Otomatik, AE5024 Teknik Simulasi Terbang. Kuliah-kuliah tersebut, masing-masing dengan bobot 3 sks, yang dapat juga diambil sebagai mata kuliah Pilihan bagi mahasiswa Program Sarjana Aeronotika dan Astronotika. Kuliah Pilihan bebas yang disediakan oleh sub kelompok bidang Mekanika Terbang untuk mahasiswa Program Studi Magister Aeronotika dan astronotika adalah: AE6020 Dinamika Terbang dalam Medan Atmosfer Turbulen,

AE6021 Identifikasi Parameter, AE6022 Kendali Terbang Optimal, AE6024 Teknik Uji Terbang, dan AE6030 Dinamika Pengendalian Satelit Lanjut, dengan bobot masing-masing 3 sks.

Semua mata kuliah yang diajarkan selalu dilengkapi dengan bahan ajar berupa handout kuliah (minimal). Bahan ajar tersebut ditaruh dalam situs <https://kuliah.itb.ac.id>, yang dapat diakses secara bebas oleh semua peserta kuliah. Khususnya untuk mata kuliah AE3220 Dinamika Terbang, sudah mulai dituliskan bahan ajar dalam bentuk Diktat Kuliah, yang nantinya dapat dikembangkan menjadi buku ajar.

4. KEGIATAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

Aktivitas penelitian dan pengembangan keilmuan Mekanika Terbang di Kelompok Keahlian Fisika Terbang FTMD ITB sangat erat terkait dengan kegiatan industri Dirgantara Nasional. Meskipun kegiatan industri dirgantara nasional akhir-akhir ini mengalami penurunan, khususnya untuk industri manufaktur dirgantara, kegiatan penelitian dan pengembangan terkait bidang keilmuan Mekanika Terbang masih tetap diusahakan ada secara kontinu. Beberapa kegiatan penelitian dan pengembangan terkait bidang keilmuan ini akan dijelaskan secara ringkas sebagai berikut.

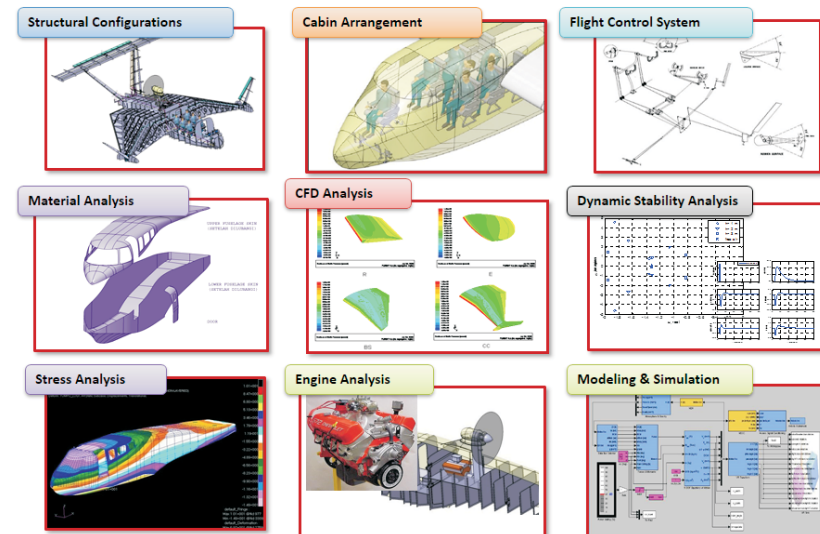
4.1 Penelitian dan Pengembangan WiSE

Wing in surface effect-craft (WiSE) atau dikenal juga sebagai winged-ship (kapal bersayap) adalah wahana terbang yang operasional

terbangnya beberapa meter di atas permukaan air, agar tetap memperoleh pengaruh efek permukaan yang akan menaikkan efisiensi aerodinamika wahana tersebut. Kegiatan rancang bangun wahana terbang WiSE diinisiasi bersama oleh tim ITB bekerjasama dengan BPP-Teknologi dan PT Dirgantara Indonesia.

Kegiatan perancangan wahana terbang WiSE ini melibatkan seluruh bidang di Teknik Penerbangan ITB. Hampir seluruh staf di Teknik Penerbangan ITB terlibat pada kegiatan tersebut. Kegiatan ini juga melibatkan banyak mahasiswa tingkat Sarjana dan Pascasarjana. Dalam kegiatan ini, banyak dihasilkan Dokumen Teknis yang mengikuti standard dalam merancang pesawat terbang, seperti Dokumen Perancangan Awal, Dokumen Perhitungan Aerodinamika, Perhitungan Prestasi dan Dinamika Terbang, Dokumen Perancangan Struktur, Dokumen Perancangan Sistem Kendali Terbang serta Dokumen Integrasi Sistem Propulsi wahana tersebut. Gambar 6 memberikan ilustrasi kegiatan rancang bangun wahana terbang WiSE ini, yang mana selain melaksanakan konsep rancangan, juga dilakukan simulasi terbang, uji model di laboratorium hidrodinamika, uji model di terowongan angin, dan uji terbang dengan radio controlled model di waduk Jatiluhur.

Beberapa makalah terkait bidang keilmuan Mekanika Terbang juga dihasilkan dari kegiatan rancang bangun wahana terbang WiSE ini [5, 6, 7].



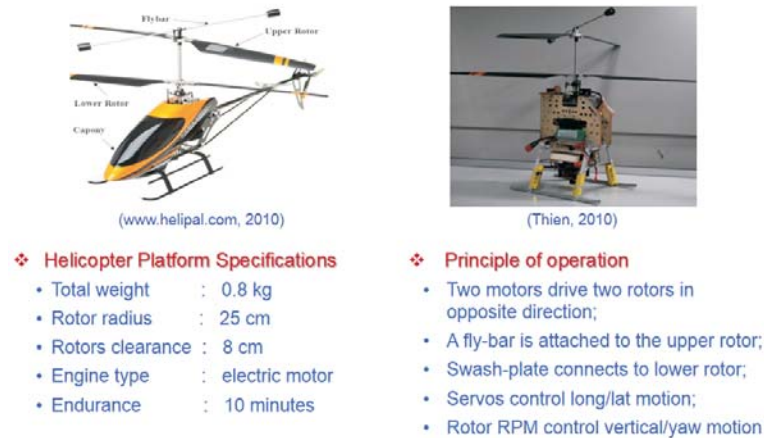
Gambar 6: Kegiatan Rancang Bangun Wahana Terbang Wing in Surface Effect Aircraft.

4.2 Penelitian dan Pengembangan UAV

Aktivitas penelitian lain dalam bidang keilmuan Mekanika Terbang yang dilaksanakan di KK Fisika Terbang FTMD ITB adalah melakukan penelitian dengan menggunakan wahana terbang tanpa awak UAV (Unmanned Aerial Vehicle), yang sangat membutuhkan pengembangan ilmu Mekanika Terbang. Penelitian ini melibatkan mahasiswa program Sarjana dan Pascasarjana, yang salah satunya adalah mahasiswa asing yang mengikuti program Doktor di Program Studi Doktor Aeronotika dan Astronotika ITB atas biaya dari AUN/SEED-Net.

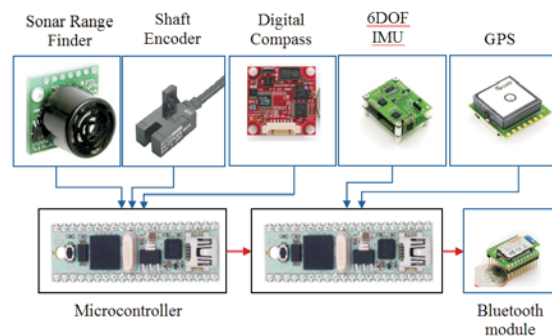
Dalam kegiatan penelitian ini, model matematika dari UAV Micro Coaxial Helicopter diturunkan melalui proses uji terbang dengan

memodifikasi platform helikopter dengan memasang berbagai peralatan sensor, lihat Gambar 7.



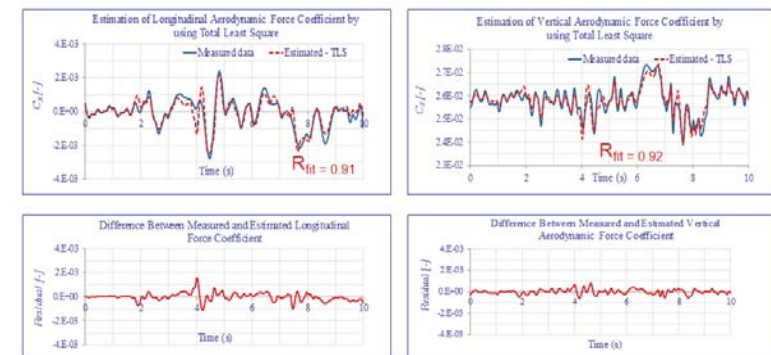
Gambar 7: Micro Coaxial Helicopter Lama 400D dan hasil modifikasinya.

Beberapa sensor seperti terlihat pada Gambar 8 dipasang pada wahana tersebut untuk mengukur berbagai variabel gerak wahana.



Gambar 8: Skema sensor yang terpasang pada Micro Coaxial Helicopter

Penerapan teknik Identifikasi Parameter dilakukan untuk mengestimasi parameter dari model unmanned micro coaxial helicopter tersebut. Gambar 9 memperlihatkan perbandingan hasil pengukuran terhadap hasil estimasi berdasarkan model matematika helikopter tersebut untuk koefisien gaya arah longitudinal C_X dan koefisien gaya arah vertikal C_Z . Residu (selisih) antara hasil pengukuran dan hasil estimasi juga diberikan pada Gambar 9 tersebut.



Gambar 9: Perbandingan antara hasil pengukuran dan hasil estimasi untuk koefisien gaya arah longitudinal dan arah vertikal

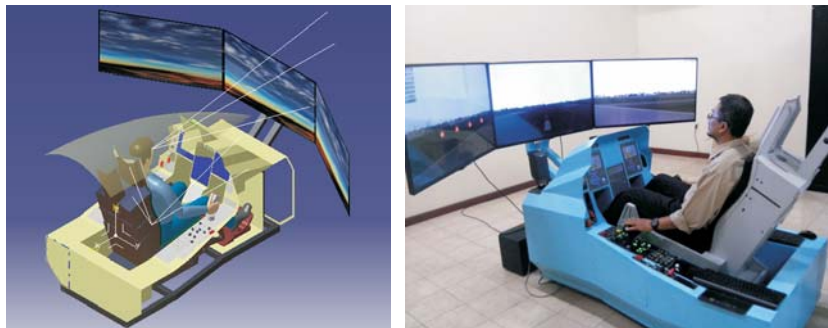
Dari kegiatan penelitian ini, beberapa makalah dihasilkan untuk dipresentasikan dan dimuat dalam prosiding pada seminar internasional dan juga dipublikasikan dalam jurnal internasional [8, 9, 10, 11].

4.3 Pengembangan Kokpit dan Simulator Pesawat Tempur

Kegiatan penelitian dalam bidang Mekanika Terbang untuk mendukung pengembangan pesawat tempur nasional, salah satunya

adalah dengan mengembangkan simulator pesawat tempur. Simulator ini berfungsi untuk mengevaluasi karakteristik pesawat tempur dan integrasi sistem pertempuran udara yang dikembangkan. Kegiatan ini merupakan kerjasama antara Kemenhan – PT DI – ITB dalam kaitan pengembangan pesawat tempur nasional IFX.

Gambar 10 memperlihatkan konsep rancangan kokpit dan simulator pesawat tempur dan realisasinya.



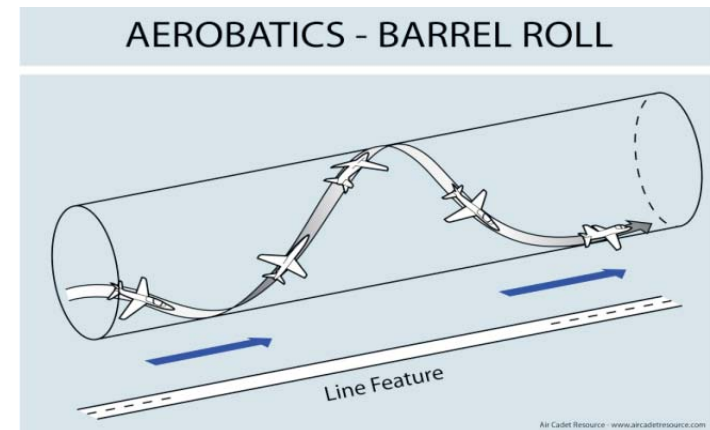
Gambar 10: Konsep Rancangan Simulator Pesawat Tempur (kiri) dan Realisasi Rancangan (kanan)

Pada kegiatan ini, dilakukan perancangan kokpit pesawat tempur beserta fungsi-fungsi dari sistem avionik yang ada di dalamnya. Selain itu, dilakukan juga pemodelan gerak pesawat udara, yang meliputi pembuatan model matematika untuk gaya dan momen aerodinamika, sistem propulsi, gravitasi, dan inersial. Gambar 11 memperlihatkan contoh hasil simulasi gerak manuver *barrel roll* pesawat tempur.



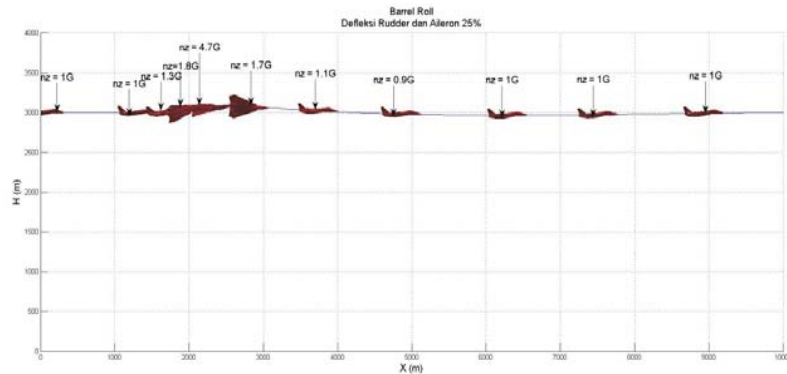
Gambar 11: Visualisasi Barrel Roll Maneuver di Simulator Pesawat Tempur

Dalam simulasi tersebut, pesawat berawal dari kondisi terbang datar stasioner (1), kemudian pesawat mengarahkan hidung ke atas (2) yang diikuti dengan rolling perlahan ke kiri (3). Gerakan pada (4), (5), dan (6) adalah melanjutkan gerak rolling ini sehingga didapatkan lintasan seperti silinder sebagaimana yang terlihat pada Gambar 12.



Gambar 12: Ilustrasi Barrel Roll Maneuver (aircadetresources.com)

Pada simulasi *barrel roll maneuver* tersebut, didapatkan variasi *load factor* yang dirasakan oleh pilot mengikuti pola seperti ditunjukkan pada Gambar 13.

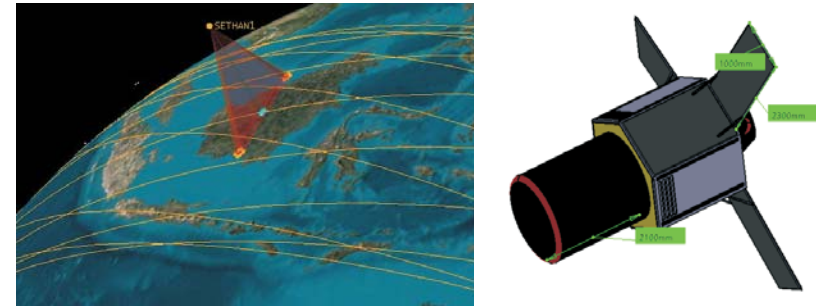


Gambar 13: Variasi Load Factor pada Barrel Roll Maneuver yang dirasakan penerbang

4.4 Penelitian Wahana Satelit

Penelitian terkait bidang keilmuan Mekanika Terbang di KK Fisika Terbang FTMD ITB juga diterapkan untuk wahana satelit, yaitu merancang sistem satelit pertahanan Indonesia. Gambar 14 menunjukkan hasil desain satelit intai dan satelit komunikasi militer yang dimaksud.

Untuk satelit intai militer persyaratan desain didasari dari hasil studi tentang satelit mancanegara, yang disesuaikan dengan kondisi geografi Indonesia. Satelit hasil desain mempunyai orbit lingkaran dengan ketinggian 700 km dan inklinasi 10°. Kamera yang dibawa pada satelit akan menghasilkan gambar dengan resolusi 1 m dan lebar (tegak lurus arah lintasan) 50 km.



Gambar 14: Ground Track dan visibility sensor Satelit Intai Militer (kiri); Konfigurasi Satelit Intai Militer (kanan)

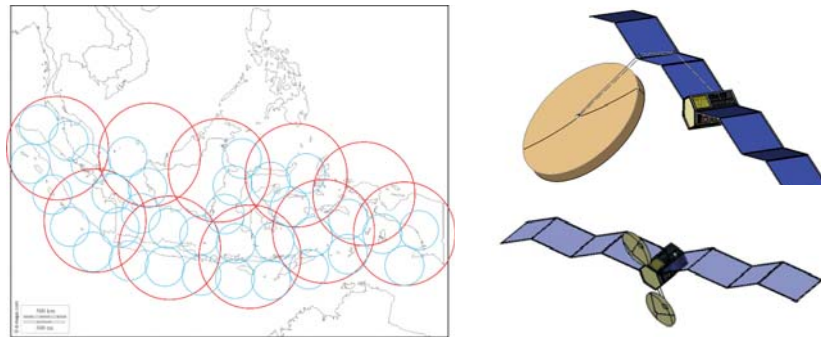
Dengan sudut lihat kamera yang bisa diubah hingga 30°, gambar permukaan Bumi di wilayah Indonesia akan bisa diulangi paling cepat dalam 100 menit dan paling lambat dalam 24 jam. Satelit mempunyai konsumsi energi listrik per orbit 788 Whr dan menghasilkan energi listrik 812 Whr per-orbit.

Persyaratan desain satelit komunikasi pertahanan berdasarkan pemanfaatan saat ini oleh unit khusus di TNI yang memanfaatkan satelit telekomunikasi.

Tabel 1: Hasil design Satelit Komunikasi Pertahanan

Frekwensi	Orbit	Massa (Kg)	Posisi	Konsumsi daya (kW)	Data rate	Umur operasi (tahun)	Diameter Antena (m)
L-band	GEO	2200	123 BT	1.0	512 kbps	10	18
C-band	GEO	2400	118 BT	1.5	10 Mbps	10	3

Dengan ketersediaan 2 slot dan bandwidth geostasioner milik pemerintah Indonesia yang sesuai dengan misi yang diminta, dihasilkan 2 desain satelit seperti pada Tabel 1.



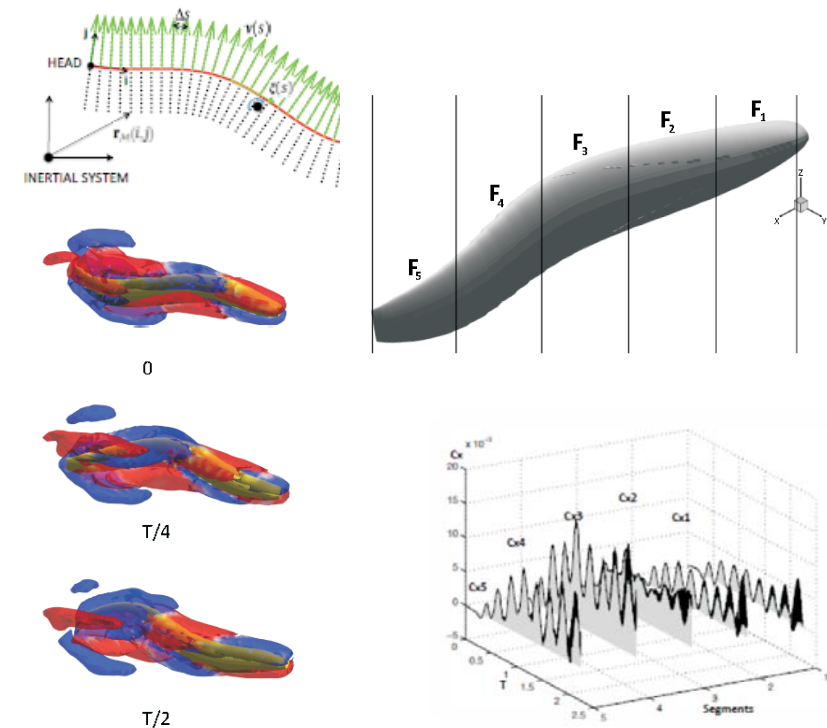
Gambar 15: Desain footprint satelit L-band (atas) dan satelit C-band (bawah)

Dengan desain tersebut satelit L-band akan dapat melayani komunikasi dengan *data rate* 512 kbps untuk UAV kelas menengah (diameter antena 50 cm). Satelit C-band akan dapat melayani komunikasi dengan *data rate* 10 Mb ke unit semi-mobile, lihat Gambar 15.

4.5 Simulasi Gerak Benda Kompleks pada Aliran Fluida

Pengetahuan untuk melakukan simulasi terbang, dapat pula dimanfaatkan untuk melakukan simulasi gerak suatu benda yang lebih kompleks. Dalam penelitian baru-baru ini, pengetahuan tersebut dimanfaatkan untuk melakukan simulasi gerak renang model belut (*anguilliform*), yang menghasilkan gaya dorong (*self-propelled swimming*

motion). Simulasi ini merupakan simulasi yang sangat kompleks karena melibatkan interaksi antara benda yang berdeformasi, fluida, dan dinamika benda. Proses ini ditunjukkan pada Gambar 16.



Gambar 16: (A) Input gerakan tulang belakang model. (B) Potongan pada model di mana perhitungan gaya diambil. (C) Medan vortisitas di sekitar model. (D) Grafik gaya yang dihasilkan pada masing-masing potongan.

Pada simulasi ini, input yang diberikan adalah gerak tulang belakang model belut. Perubahan kondisi batas pada permukaan model kemudian menggerakkan fluida disekitarnya. Gerakan fluida tersebut menghasilkan distribusi tegangan dan tekanan pada permukaan model. Distribusi inilah yang kemudian mendorong model bergerak ke depan. Simulasi ini melibatkan perhitungan dinamika fluida komputasional menggunakan metode Lagrangian Vortex yang dikembangkan di KK Fisika Terbang FTMD-ITB.

5. PEMBANGUNAN KOMUNITAS DAN JEJARING DIRGANTARA

Komunitas dan jejaring Teknik Dirgantara dapat dibentuk melalui kegiatan pengajaran, penelitian dan pengabdian kepada masyarakat, yang dilakukan secara individu atau kelompok dari berbagai instansi, melalui suatu kerjasama.

Sebagai bagian dari anggota komunitas dirgantara nasional, bersama dengan para asisten akademik dan dosen di lingkungan KK Fisika Terbang FTMD ITB, telah ditulis makalah terkait wahana roket, yang merupakan pengembangan tugas akhir mahasiswa program sarjana di program studi Aeronotika dan Astronotika, FTMD ITB. Makalah tersebut dipublikasikan di Jurnal Teknologi Dirgantara yang diterbitkan oleh LAPAN [12].

Dalam kaitannya dengan kepakaran bidang Mekanika Terbang, khususnya yang diaplikasikan pada wahana pesawat udara, editor

ASEAN Engineering Journal [www.seed-net.org] mengundang untuk menulis makalah tentang simulasi, identifikasi dan perancangan sistem kendali terbang pesawat udara. Makalah ini ditulis bersama dengan asisten akademik dan dosen di KK Fisika Terbang FTMD ITB [13].

Bersama dengan mitra dari Divisi Flight Test Center, PT Dirgantara Indonesia, makalah tentang pemodelan matematika pesawat udara turboprop dari data uji terbang, yang dipublikasikan di Journal of KONES [14].

Penelitian lintas Kelompok Keahlian lintas Fakultas/Sekolah di internal ITB juga dijalankan. Sebagai katalis untuk penelitian bersama lintas KK/Fakultas ini, ada 2 mahasiswa program Doktor Matematika. Topik penelitian yang dilakukan adalah menirukan fenomena hewan yang ada di alam untuk pemodelan wahana transportasi (darat, laut dan udara). Fenomena ini dikenal sebagai fenomena bergerombol atau Swarm. Selain menghasilkan dua doktor bidang Matematika, penelitian ini menghasilkan beberapa makalah yang ditulis dalam jurnal ataupun dipresentasikan pada seminar nasional dan internasional [15, 16, 17, 18].

Dengan dipilihnya FTMD ITB sebagai salah satu anggota institusi dalam AUN/SEED-Net, banyak mahasiswa asing dari negara-negara ASEAN yang melakukan studi magister dan doktor pada program studi Teknik Mesin dan Teknik Dirgantara. Pembimbingan mahasiswa asing yang disponsori program JICA melalui AUN/SEED-Net ini juga melibatkan (sebagai syarat) pembimbing mitra dari Jepang. Hal ini sangat bermanfaat dalam membangun komunitas dan jejaring antara ITB dengan

Universitas di Jepang serta berbagai Universitas di ASEAN.

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilaksanakan namun tidak terkait langsung dengan bidang Mekanika Terbang adalah: asesor BAN PT, melakukan kerja sama dengan berbagai industri nasional dalam rangka promosi program magang FTMD, melaksanakan kerja sama internasional dengan membangun berbagai jejaring kerjasama internasional FTMD/ITB seperti: AUN/SEED-Net, jejaring kerjasama AOTULE (Asia Oceania Top University League in Engineering) yang beranggotakan institusi pendidikan tinggi teknik terkemuka di kawasan Asia-Pacific, dengan berbagai perguruan tinggi di Taiwan dan Korea, serta TU Munich (TUM, Jerman) dan TU Delft (TUD, Belanda). Ini semua secara tidak langsung punya andil dalam membangun komunitas dan jejaring Teknik Dirgantara.

Kerjasama dalam bidang pendidikan dan penelitian dengan institusi dalam dan luar negeri yang dilakukan, seperti misalnya kerjasama dengan TNI Angkatan Udara, BPPT, LAPAN, Kementerian Perhubungan, Kementerian Pertahanan, GMF Aero-Asia, PT Dirgantara Indonesia, ASEAN University Network (AUN/SEED-Net), AOTULE, semuanya dalam rangka membangun komunitas dan jejaring Dirgantara.

6. PENUTUP

Penelitian dan pengembangan bidang keilmuan Mekanika Terbang akan selalu ada seiring dengan perkembangan dunia Dirgantara Nasional, Regional dan Internasional. Dalam bidang pengajaran, metode

kuliah klasik berupa tatap muka di kelas harus diubah dengan sistem blended learning, yang mana kegiatan diskusi antara mahasiswa dengan dosen atau antara mahasiswa dengan mahasiswa tidak hanya dilakukan di kelas, namun dapat ditambahkan dengan memanfaatkan fasilitas ICT yang ada. Ke depan, metode pengajaran akan dikembangkan terus-menerus, untuk menjawab tantangan bagaimana mengajar mahasiswa pada era informasi yang mana data sangat mudah diperoleh dan sangat berlebih. Perlu juga diantisipasi suatu kurikulum untuk suatu bidang ilmu yang dunia kerja bagi lulusannya dimasa mendatang belum terdefinisi pada saat ini.

Terkait dengan misi ITB untuk menjadi universitas riset, perlu didorong sebanyak mungkin lulusan program studi sarjana Aeronotika dan Astronotika ITB untuk melanjutkan kuliah pada tingkat Magister dan Doktor di ITB. Dengan skema seperti ini, berbagai program penelitian di ITB dapat terlaksana dengan baik. Untuk membangun komunitas penerbangan nasional yang tangguh, perlu disiapkan sumber daya manusia yang tangguh pula. Hal ini dapat dilakukan oleh ITB melalui program pengabdian kepada masyarakat (merupakan kewajiban ITB) dengan membuka program pendidikan Magister Terapan, yang pelaksanaannya dapat dimulai dengan program alih kredit bagi lembaga mitra.

Terkait dengan pengembangan laboratorium pendidikan, khususnya Laboratorium Terbang di FTMD ITB, perlu diperjuangkan dan diusahakan untuk menggantikan pesawat PZL-104 "Wilga-Gelatik" yang

pernah dimiliki oleh ITB dengan pesawat lain sejenis, yang nantinya dapat digunakan untuk praktikum terbang bagi mahasiswa Aeronotika dan Astronotika. Sebagai langkah awal, Laboratorium Terbang ini dapat menggunakan pesawat UAV yang dilengkapi dengan sistem instrumentasi uji terbang, yang nantinya akan digunakan untuk praktikum Prestasi, Dinamika dan Kendali Terbang bagi mahasiswa. Bidang Mekanika Terbang juga perlu mengembangkan simulator terbang (*fixed based and moving based flight simulators*), yang dapat digunakan untuk membantu kegiatan pengajaran dan penelitian Prestasi, Dinamika dan Kendali Terbang pesawat udara.

Sebagai Guru Besar dalam bidang ilmu Mekanika Terbang, harus punya keyakinan yang tinggi akan bangkitnya kembali industri dirgantara nasional, khususnya industri manufaktur dirgantara. Pada saat ini telah dimulai pengembangan pesawat turboprop N-219 dan N-245 oleh PT Dirgantara Indonesia. Juga, suatu perusahaan swasta Nasional (PT RAI) sedang mengembangkan pesawat turboprop R-80. PT Dirgantara Indonesia dan juga PT RAI sudah menandatangani MoU dengan ITB, sehingga ke depan kegiatan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat yang terkait dengan bidang Mekanika Terbang akan sangat banyak.

Pada saat ini, KK Fisika Terbang merupakan gabungan dari dua disiplin ilmu Aerodinamika dan Mekanika Terbang. Ke depan, masing-masing disiplin ilmu tersebut harus dipisah menjadi dua KK yaitu KK Aerodinamika dan KK Mekanika Terbang. Kegiatan awal untuk

merealisasikan hal ini sudah mulai dilakukan dengan menambah jumlah staf dosen untuk masing-masing bidang Aerodinamika dan Mekanika Terbang. Yang perlu juga menjadi perhatian khusus adalah pengembangan bidang keilmuan Astrodinamika, yang mana jumlah dosen untuk bidang keilmuan ini sangat minimal.

Program studi Aeronotika dan Astronotika yang ada di FTMD ITB saat ini lebih menekankan pengajaran pada bidang desain yang lulusannya diarahkan ke industri manufaktur dirgantara. Ke depan perlu mengembangkan jalur studi atau program studi dengan penekanan kurikulum pada bidang operasi dan perawatan, sehingga lulusannya dapat bekerja pada industri jasa penerbangan.

Merupakan suatu cita-cita ke depan untuk mengembangkan program studi Avionika, yang merupakan program studi lintas disiplin ilmu penerbangan dengan ilmu elektronika.

7. UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama-tama saya memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT, bahwasannya atas segala karuniaNya yang telah dilimpahkan hingga saat ini. Pada hari yang berbahagia ini, perkenankanlah saya menyampaikan kepada yang terhormat Rektor dan Pimpinan ITB, Pimpinan dan seluruh Anggota Forum Guru Besar ITB, atas kesempatan yang diberikan kepada saya untuk menyampaikan orasi ilmiah di hadapan para hadirin sekalian pada forum yang terhormat ini.

Terima kasih juga saya sampaikan kepada guru-guru saya, khususnya

Alm. Prof. Oetaryo Diran, Alm. Prof. Said D. Jenie, Prof. Harijono Djodjodhardjo, Prof. Sulaeman Kamil, mereka ini yang telah mendorong dan membawa saya untuk menekuni profesi sebagai akademisi di kampus almamater tercinta ini. Juga, terima kasih kepada Prof. Djoko Suharto, Prof. Ichsan Setya Putra dan Prof. Andi Isra Mahyuddin, yang telah memberikan rekomendasi untuk Jabatan Guru Besar ini.

Terima kasih kepada semua kolega dosen ITB, khususnya seluruh dosen FTMD, yang selalu memberikan semangat kebersamaan melalui semboyan "Solidarity Forever". Untuk Dr. Lavi Rizki Zuhail, Dr. Ridanto Eko Poetro, Dr. Ony Arifianto dan Dr. Yazdi Ibrahim Jenie, terima kasih atas kontribusi tulisan dan gambar-gambarnya pada naskah ini. Teman-teman alumni ITB angkatan 1978, khususnya para pengurus dan mantan pengurus Yayasan Beasiswa ITB78, yang selalu membuat hidup tetap bersemangat, terima kasih semuanya. Terima kasih pula untuk Ketua dan anggota Yayasan Solidarity Forever (YSF), yang telah banyak membantu FTMD ITB dalam program Revitalisasi Laboratorium FTMD. Para alumni, khususnya alumni Program Studi Sarjana, Magister dan Doktor Teknik Penerbangan/ Aeronotika dan Astronotika yang pernah melaksanakan bimbingan TA/Tesis/Penelitian S3 dengan saya, terima kasih semuanya, teriring doa semoga kalian semua berhasil meniti karir.

Last but not least, untuk istri tercinta Norawati yang selalu mengerti pekerjaan suaminya sebagai dosen, yang selalu setia menemani bekerja lembur hingga larut malam, juga yang selalu memberikan dukungan untuk berprestasi, yang mendidik dan membesarkan anak-anak, terima

kasih untuk segalanya. Untuk ananda tercinta Rizki, Reza dan Rizal, semoga kalian semua menjadi anak yang saleh, sukses dalam berkarir, bahagia dunia dan akhirat. Untuk menantu pertama Nana, kehadiranmu Insya Allah membuat bapak, ibu, kakak dan adik serta yang paling utama suamimu bahagia. Aamiin.

DAFTAR PUSTAKA

1. Etkin, B. "Dynamic of Atmospheric Flight". John Wiley & Sons, Inc., New York, 1972.
2. Muhammad, H. "Handout Kuliah AE2100 Pengenalan Teknik Dirgantara", Kelompok Keahlian Fisika Terbang, Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara, Institut Teknologi Bandung, 2016.
3. Muhammad, H. "Handout Kuliah AE3111 Analisis Aerodinamika dan Prestasi Terbang II", Kelompok Keahlian Fisika Terbang, Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara, Institut Teknologi Bandung, 2015.
4. Muhammad, H. dan Jenie, Y.I. "Diktat Kuliah AE3220 Dinamika Terbang", Kelompok Keahlian Fisika Terbang, Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara, Institut Teknologi Bandung, 2016.
5. Muhammad, H., Sembiring, J., and Jenie, S.D. "Development of Automatic Flight Control Systems for Wing in Surface Effect Craft", 17th IFAC Symposium on Automatic Control in Aerospace, Toulouse, France, June 25-29, 2007.
6. Muhammad, H. and Wibowo, S.S. "Mathematical Modeling and

- Simulation of a Winged-Ship during Takeoff Phase", Proceeding of the 5th Regional Conference on Mechanical and Aerospace Technology, Bangkok, February 12-13, 2013. ISBN: 978-616-515-626-6, 2013.
7. Wibowo, S.S., Muhammad, H., and Jenie, S.D. "Simulation with Virtual Reality Visualization of Wing in Surface Effect Craft during Takeoff Maneuver". Proceedings of the 6th Asian Control Conference, Bali, July 18-21, 2006. p. 214-223, 2006.
 8. Thien, H.P., Mulyanto, T., Muhammad, H., and Suzuki, S. "Identification of Mathematical Model of Micro Rotorcraft UAV Using System Identification Approach". Regional Conference on Mechanical and Aerospace Technology, Bali, February 9-10, 2010.
 9. Muhammad, H., Thien, H.P., and Mulyanto, T. "Estimation of Aerodynamic Parameter of Micro Aerial Vehicle Using Total Least Squares", Proceeding of the 4th Regional Conference on Mechanical and Aerospace Technology, ISBN: 978-604-73-0701-2, pp. 441-447, Ho Chi Minh City, Vietnam, 2012.
 10. Thien, H.P., Mulyanto, T., and Muhammad, H. "Modeling and Identification of Longitudinal Dynamic Model of Micro Coaxial Helicopter", Proceeding of the 4th Regional Conference on Mechanical and Aerospace Technology, ISBN: 978-604-73-0701-2, pp. 468-475, Ho Chi Minh City, Vietnam, 2012.
 11. Muhammad, H., Thien, H.P., and Mulyanto, T. "Mathematical Modeling, Simulation and Identification of Micro Coaxial Helicopter", Journal of KONES Powertrain and Transport, Vol. 19, No. 2, 2012, p.

353-364, 2012.

12. Muhammad, H., Samputra, H., Jenie, Y.I., dan Sembiring, J. "Simulasi Gerak dan Analisis Kestabilan Kopling Inersia Wahana Dirgantara Dengan Bentuk Badan Langsing", Jurnal Teknologi Dirgantara (Journal of Aerospace Technology), Vol. 9, No. 1, hal 28-40, ISSN 1412-8063, Juni, 2011.
13. Muhammad, H., Surastyo, F., and Sasongko, R.A. "Simulation, Parameter Identification and Control System Design of an Aircraft using Unified Mathematical Model", ASEAN Engineering Journal Part A, Volume 3, Number 1, March 2013. pp. 5-26, 2013.
14. Muhammad, H. and Hariowibowo, H. "Aerodynamic Model Identification of Turboprop Aircraft Based on Flight Test Data", Journal of KONES Powertrain and Transport, Vol. 20, No. 3, 2013, p. 275-282.
15. Pranoto, I., Tjahjana, H., and Muhammad, H. 'Simulation of Swarm Modeling through Optimal Control System', Paper presented at the 6th Asian Control Conference, Sanur, Bali, Indonesia, 18-21 July 2006.
16. Pranoto, I., Miswanto and Muhammad, H. 'Swarming Behavior of Multi-Agents with Disturbance', Paper presented at the 6th Asian Control Conference, Sanur, Bali, Indonesia, 18-21 July 2006.
17. Tjahjana, H., Pranoto, I., Muhammad, H., dan Naiborhu, J. "Aplikasi Optimisasi Trajektori Sistem dua Agen Linear dengan Metode Steepest Descent pada Pengendalian dua Kapal", Jurnal Teknik Mesin,

Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya, Vol 8, Nomor 2, Mei 2008.

18. Miswanto, Pranoto, I., and Muhammad, H. "A model of swarm movement with the presence of a leader", International Conference on Mathematics and Natural Sciences 2006, 29-30 November 2006.

CURRICULUM VITAE



Nama : **HARI MUHAMMAD**
Tempat/tgl lahir : Klaten, 27 Juli 1959
Kel. Keahlian : Fisika Terbang
Alamat Kantor : Jalan Ganesha 10 Bandung
Nama Istri : Norawati
Nama Anak : 1. Rizki Narindra Muhammad
2. Reza Narindra Muhammad
3. Rizal Aziz Muhammad

I. RIWAYAT PENDIDIKAN

- Doktor bidang Aerospace, Technical University Delft, Delft, The Netherlands, 1995.
- Sarjana Teknik Mesin, Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia, 1984.

II. RIWAYAT KERJA di ITB

- Staf Pengajar Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara, Institut Teknologi Bandung, 1985–Sekarang.
- Ketua Kelompok Keahlian Fisika Terbang, Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara, Institut Teknologi Bandung, 2008 - Sekarang
- Dekan Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara, Institut Teknologi Bandung, 2015 - Sekarang.
- Wakil Dekan Bidang Akademik, Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara ITB, 2008–2015.
- Wakil Dekan Bidang Akademik, Fakultas Teknologi Industri,

Institut Teknologi Bandung, 2004 – 2008

- Wakil Dekan Bidang Sumberdaya, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Bandung, 2002 – 2004
- Sekretaris Jurusan Teknik Penerbangan, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Bandung, 1999 - 2002

III. RIWAYAT KEPANGKATAN

- CPNS, Penata Muda, Golongan III/a, 1 Maret 1985
- PNS, Penata Muda, Golongan III/a, 1 Oktober 1987
- Penata Muda Tk. I, Golongan III/b, 1 Oktober 1999
- Penata, Golongan III/c, 1 April 2001
- Penata Tk. I, Golongan III/d, 1 Oktober 2005
- Pembina, Golongan IV/a, 1 Oktober 2007
- Pembina Tk. I, IV/b, 1 Oktober 2009

IV. RIWAYAT JABATAN FUNGSIONAL

- Asisten Ahli Madya, 1 Oktober 1987
- Asisten Ahli, 1 Juni 1997
- Lektor Muda, 1 Agustus 1999
- Lektor (inpasing-jabatan), 1 Januari 2001
- Lektor Kepala, 1 Juli 2005
- Guru Besar, 1 Juli 2016

V. KEGIATAN PENELITIAN

- **Hari Muhammad** (ITB), Desain Sistem Satelit Pertahanan

Indonesia, Riset Inovasi KK ITB, 2016.

- **Hari Muhammad** (ITB), Lavi R. Zuhail (ITB), Sinoshuke Obi (Keio University, Jepang), Development of Fast Lagrangian Vortex Method for Unsteady Flow Simulation; Contract Research, AUN/SEED-Net, 2011-2014.
- **Hari Muhammad** (ITB), Taufiq Mulyanto (ITB), Shinji Suzuki (Tokyo University, Jepang), Improvement of Inertial Based Sensor for UAV's Parameter Identification; Contract Research, AUN/SEED-Net, 2013-2014.
- **Hari Muhammad** (ITB), Taufiq Mulyanto (ITB), Shinji Suzuki (Tokyo University, Jepang), Development of VTOL Micro Aerial Vehicle; Contract Research, AUN/SEED-Net, 2009 – 2012.
- **Hari Muhammad** (Peneliti Utama), Pengembangan Kerangka dan Perangkat Pemodelan, Simulasi, dan Analisis Dinamika Wahana Dirgantara Taktis (Advanced Tactical Aerial Vehicle); Program Penguatan Riset Institusi ITB Tahun 2010, 2010.
- **Hari Muhammad** (Peneliti Utama), Model Formasi Gerak pada Wahana Transportasi Melalui Fenomena SWARM; Riset KK ITB 2007; Nomor Kontrak 185d/K01.9/PL/2007, 2007.
- **Hari Muhammad** (Peneliti Utama), Pengembangan Metoda Korelasi Pencitraan Untuk Object Tracking; Riset KK ITB 2006; Nomor Kontrak 0004/K01.03.2/PL2.1.5/I/ 2006, 2006.
- **Hari Muhammad** (Peneliti Utama), Pengembangan Teknologi Roket Institut Teknologi Bandung, Riset Unggulan FTI, 2004, 2004.
- **Hari Muhammad** (Peneliti Utama), Perhitungan Prestasi, Dinamika dan Kendali Terbang Kendaraan WiGE; Kontrak

Kerjasama Antara BPPT dengan ITB, Nomor SPK: 09/PK/PPTT/BPPT/V/2003, 2003.

- **Hari Muhammad** (Peneliti Utama), Rekayasa Ulang Roket Sonda RX-250-LPN untuk Roket Pertahanan Balistik; Penelitian Khusus DIKTI, 2001-2002.
- **Hari Muhammad** (Anggota Peneliti), Proyek Pengembangan Rancang Bangun Alat Angkut Pasukan Khusus Dengan Teknologi Wing In Ground Effect; Program RUK Nomor: 028.11/Dep.PPI/KP/I/2001, 2001-2002.
- **Hari Muhammad** (Peneliti Utama ITB), Wahyu Kuntjoro (ITB), Bagus Eko Sritjahjono (PT DI), Pengembangan Metode Pengukuran Beban Aerodinamika Pada Sayap Pesawat Udara Dalam Waktu Nyata, Program Riset Unggulan Terpadu RUT-VIII, Kementrian Negara Riset dan Teknologi, 2001-2002.
- **Hari Muhammad** (ITB), Kaji Awal Stabilitas dan Pengendalian Wahana Air-Udara 'Wing-in-Ground-Effect (WiGE); Dana Pengembangan Institusi FTI-ITB, 2001
- Bambang Riyanto (ITB), **Hari Muhammad** (ITB), A Dissipative Dynamical systems Approach to Gain-Scheduled Robust Control Analysis and Design via Linear Matrix Inequality: Theory and N250 Flight Control Application, URGE Research Grant, 1999-2001
- Cosmas P. Pagwiwoko (ITB), **Hari Muhammad** (ITB), Gust Load Alleviation & Flutter Suppression System, Program Riset Unggulan Kemitraan RUK-III, Kementrian Negara Riset dan Teknologi, 1998-1999.

- **Hari Muhammad** (Peneliti Utama ITB), Ruhamaben (PT DI), Andi Eka Sakya (BPPT), Pengembangan Metode untuk Memprediksi dan Mengukur Gaya Dorong Propulsi (Thrust) dan Gaya Hambat (Drag) Pesawat Udara Bermesin Turboprop", Program Riset Unggulan Terpadu (RUT) IV, Kementrian Negara Riset dan Teknologi, 1996–1998.

VI. KEGIATAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

- **Hari Muhammad** (Koordinator Tim Pelaksana ITB), Cockpit Design and Flight Simulation of Indonesia Fighter Aircraft; Kerma Kemenhan - PT DI - ITB, 2014-2016.
- **Hari Muhammad** (Anggota Tim Pelaksana ITB), Desain Review WiSE; Kontrak Kerjasama Antara ITB-BPPT, Nomor: 02/U/LK/KONTRAK/PPK-1/TIRBR/BPPT/IX/2009, 2009.
- **Hari Muhammad** (Anggota Tim Pelaksana ITB), Pekerjaan WiSE Engineering Flight Simulator; Kontrak Kerjasama Antara ITB-BPPT, Nomor : 02/U/LP/KONTRAK/PPK-1/TIRBR/BPPT/VI/2009, Tgl 29 Juni 2009, 2009.
- **Hari Muhammad** (Anggota Tim Pelaksana ITB), Pekerjaan WiSE Engineering Flight Simulator; Kontrak Kerjasama Antara ITB-BPPT, Nomor: 04/U/LP/KONTRAK/PPK-1/TIRBR/BPPT/IX/2008, Tgl 15 September 2008, 2008.
- Hari Muhammad (Koordinator Tim Pelaksana ITB), Desain dan Analisis Kapal Bersayap WiSE8; Kontrak Kerjasama Antara ITB-BPPT; Nomor: 01/K/KONTRAK/PPK-1/TIRBR/BPPT/V/2006, 2006
- **Hari Muhammad** (Koordinator Tim Pelaksana ITB), Desain

Konfigurasi, Preliminary Design; Kontrak Kerjasama Antara ITB-BPPT; Nomor: 59/K/KONTRAK/PPKISP/BPPT/XI/2005, 2005

- **Hari Muhammad** (Koordinator Tim Pelaksana ITB), Review and Action Plan N250 Program; Kontrak Kerjasama Antara ITB-BPPT; Nomor Kontrak: 01.1/K/KONTRAK/PPKISP/BPPT/III/2005, 2005
- **Hari Muhammad** (Koordinator Tim Pelaksana ITB), Kajian Prestasi dan Kendali Terbang WiGE 10-20 Penumpang; Kontrak Kerjasama Antara ITB-BPPT; Nomor Kontrak: 18/Kontrak/P2TMRB/BPPT/VII/2004, 2004
- **Hari Muhammad** (Koordinator Tim Pelaksana ITB), Rancang Bangun 2 Prototipe Remote Control WiGE 10-20 Penumpang; Kontrak Kerjasama Antara ITB-BPPT; Nomor Kontrak: 17/Kontrak/P2TMRB/BPPT/VII/2004, 2004
- **Hari Muhammad** (Koordinator Tim Pelaksana ITB), Perhitungan Prestasi, Dinamika dan Kendali Terbang Kendaraan WiGE; Kontrak Kerjasama Antara BPPT dengan ITB, Nomor SPK: 09/PK/PPTT/BPPT/V/2003, 2003

VII. PUBLIKASI

1. R.H. Triharjanto, R.E. Poetro, **H. Muhammad**, S. Hardhienata: "Earth Observation Micro-satellite Design Optimization Using Satellite Simulator", Accepted to be published in Journal of Mechanical Engineering, Vol. 13, No. 1, Universiti Teknologi Mara, 2016.
2. R.H. Triharjanto, R.E. Poetro, **H. Muhammad**, S. Hardhienata: "Evaluating Deployable Solar Panel Option in Earth Observation Micro-satellite Design Optimization", International Journal of

Advances in Mechanical and Automobile Engineering (IJAMAE), Vol. 3, Issue 1, 2016.

3. Ratna Ayu Wandini, Taufiq Mulyanto, and **Hari Muhammad**: "Estimation of Lateral/Directional Static Stability Characteristics of a turboprop Aircraft at one Engine Inoperative Condition", Applied Mechanics and Materials, Vol. 842, pp. 208-216, 2016.
4. Doung Viet Dung, Lavi Rizki Zuhail, **Hari Muhammad**: "Two-Dimensional Fast Lagrangian Vortex Method for Simulating Flows around a Moving Boundary", Journal of Mechanical Engineering, Vol.12, No. 1, Universiti Teknologi Mara, 2015.
5. Lavi R. Zuhail, Doung V. Dung, Alex John Sepnov, **Hari Muhammad**: "Core Spreading Vortex Method For Simulating 3D Flow Around Deformable Bluff Bodies", Journal of Engineering and Technological Sciences, Vol. 46B, No. 4, 2014, p. 436-454.
6. Akhmad Farid Widodo, Lavi Rizki Zuhail, **Hari Muhammad**: "Simulation of Flow around A Flapping Wing Using Two-dimensional Vortex Method ", Journal of Mechanical Engineering, Vol.10, No. 2, Universiti Teknologi Mara, 2014.
7. R. H. Triharjanto, Ridanto Eko Poetro, **Hari Muhammad**: "Analisa Sensitivitas Pada Desain Awal Satelit Mikro Pengamat Bumi", Jurnal Teknologi Dirgantara, (Journal of Aerospace Technology), Vol. 11 No. 1, Juni 2013. ISSN 1412-8063, hal. 13-21, Jakarta, Indonesia, 2013.
8. Akhmad Farid Widodo, Lavi Rizki Zuhail, **Hari Muhammad**: "Simulasi Aliran Fluida Dua Dimensi Tanpa Membutuhkan Kisi-Kisi Dengan Menggunakan Metode Vorteks, Studi Kasus Aliran di Sekitar Silinder dan Pelat Datar yang Bergerak Translasi",

- Jurnal Teknologi Dirgantara, (Journal of Aerospace Technology), Vol. 11 No. 1, Juni 2013. ISSN 1412-8063, hal. 75-84, Jakarta, Indonesia, 2013.
9. Widowati, Bambang Riyanto, **Hari Muhammad**: "Linear Parameter Varying Versus Linear Time Invariant Reduced Order Controller Design of Turboprop Aircraft Dynamics", Journal of Engineering and Technological Sciences, Vol. 44B, No. 2, 2013, p. 168-185. http://journal.itb.ac.id/index.php?li=article_detail&id=1040.
 10. Leonardo Gunawan, Hadyan Hafizh, **Hari Muhammad**: "Measurements of Flutter Derivatives of a Bridge Deck Sectional Model", Journal of KONES Powertrain and Transport, Vol. 20, No. 4, 2013, p. 107-116.
 11. H. P. Thien, Taufiq Mulyanto, **Hari Muhammad**, and Shinji Suzuki. Mathematical Modeling and Experimental Identification of Micro Coaxial Helicopter Dynamics. International Journal of Basic & Applied Science IJBAS-IJENS Vol. 12 No. 02, pp. 88-102, Published April 2012.
 12. **H. Muhammad**, H. P. Thien, and Taufiq Mulyanto, Total Least Square Estimation of Aerodynamic Parameter of Micro Coaxial Helicopter from Flight Data, International Journal of Basic & Applied Science IJBAS-IJENS Vol. 12 No. 02, pp. 44-52, Published April 2012.
 13. Taufiq Mulyanto, M. Luthfi I. Nurhakim, and **Hari Muhammad**, Development of Pose Estimation System Based on Dual Camera Techniques for Indoor UAV, Proceeding of the 4th Regional Conference on Mechanical and Aerospace Technology, ISBN: 978-

- 604-73-0701-2, pp. 476-483, Ho Chi Minh City, Vietnam, 2012.
14. Taufiq Mulyanto, Hendarko, Dewi H. Budiarti, **Hari Muhammad**, Perancangan Awal Pesawat Udara Nir Awak Lift Augmented Ducted Fan untuk Misi Pengamatan, Prosiding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin X, 2 – 3 November 2011, ISBN 978-602-19028-0-6, pp.1495-1500., Malang, Indonesia, 2011.
 15. Miswanto, I. Pranoto, **H. Muhammad** and D. Mahayana. The Collective Behavior of Multi-Agents System for Tracking a Desired Path. International Journal of Basic & Applied Science IJBAS-IJENS, Vol 11 No. 01, pp. 81-86, 2011.
 16. H. P. Thien, Taufiq Mulyanto, and **Hari Muhammad**, Flight Testing for Identification of Mathematical Model of Micro Coaxial Helicopter, Proceeding of the 3th Regional Conference on Mechanical and Aerospace Technology, Marc 4-5, Manila, Filipina, 2011.
 17. Rianto Adhy Sasongko, J. Sembiring, **Hari Muhammad**, Design and Development of Unmanned Aerial Vehicle Mission Simulator for Pre-Implementation Performance Test of the Autonomous Control System, Proceeding of the 3rd Regional Conference in Mechanical and Aerospace Technology, Marc 4-5, Manila, Filipina, 2011.
 18. Rianto Adhy Sasongko, J. Sembiring, **Hari Muhammad**, Design of Obstacle Avoidance Algorithm for U A V Waypoint Following Control System, Proceeding of the 3rd Regional Conference in Mechanical and Aerospace Technology, March 4-5, Manila, Filipina, 2011.
 19. Toto Indriyanto, **Hari Muhammad**, Tania Savitri, Development of

Take-off and Climb Performance Analysis Program in MATLAB Environment, Proceeding of the 3rd Regional Conference in Mechanical and Aerospace Technology, March 4-5, Manila, Filipina, 2011.

20. Javensius Sembiring, **Hari Muhammad**, Hisar Manongam Pasaribu, Design and Development of Matlab/Simulink and X-Plane Interface For Data Communication System in Flight Simulator, Prosiding Seminar Nasional Teknologi Simulasi VI (TEKNOSIM), hal. 103-108, 8 Desember 2010, Yogyakarta, Indonesia, 2010.
21. H. P. Thien, Taufiq Mulyanto, **Hari Muhammad**, and Shinji Suzuki, Estimation of UAV's Attitude by Using Multi Sensors Integration, Proceeding of the 30th IASTED International Conference on Modeling, Identification and Control (AsiaMIC 2010), Phuket, Thailand, 2010.
22. H. P. Thien, Taufiq Mulyanto, and **Hari Muhammad**, Towards Full System Modeling and Identification of Coaxial Rotor Micro Aerial Vehicle, Proceeding of the 5th AOTULE International Postgraduate Students Conference on Engineering, pp 127-130, Bandung, Indonesia, 2010.
23. H. P. Thien, Taufiq Mulyanto, **Hari Muhammad**, and Shinji Suzuki, Dynamic Modeling and Control System Development of Coaxial Rotor MAV, Proceeding of International Forum on Strategic Technologies 2009 (IFOS 2009), Ho Chi Minh City, Vietnam, 2009.
24. Toto Indriyanto, Septian Firmansyah dan **Hari Muhammad**, Analisis Dinamika Terbang Wahana Tanpa Awak Ducted Fan,

Seminar Nasional: Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin VIII, ISBN 978-979-704-772-6, Semarang, 11-14 Agustus 2009.

25. Taufiq Mulyanto, Arinta H. Wijaya dan **Hari Muhammad**, Rancang Bangun Micro Aerial Vehicle Konfigurasi Tailless, Jurnal Teknik Mesin ITB, Oktober 2008.
26. H.O. Thien, M. Agoes Moelyadi, and **Hari Muhammad**. Effects of Leader's Position and Shape on Aerodynamic Performance of V Flight Formation. Proceeding of International Conference of Intelligence Unmanned System 2007 (ICIUS 2007), Denpasar, Bali, 24-25 Oktober, 2007.
27. H. Tjahjana, I. Pranoto, **H. Muhammad**, J. Naiborhu, and Miswanto. The Numerical Control Design for a Pair of Dubin's Vehicles. Proceeding of International Conference of Intelligence Unmanned System 2007 (ICIUS 2007), 305-307, Denpasar, Bali, 24-25 Oktober 2007.
28. J. Sembiring, **H. Muhammad**, and T. Indriyanto. Design and Development of Aircraft Flight Path Reconstruction System Using X-Plane. Proceeding of Regional Conference on Aerospace, Technology and Industry (RC-ASTI 2007), Institut Teknologi Bandung, 4 September 2007.
29. S. Mohamad Nor, M.H. Mohd. Suffian, T. Indriyanto, and **H. Muhammad**. Improvement of Low Cost GPS Receiver Accuracy by Using Fix Reference Station. Proceeding of Regional Conference on Aerospace, Technology and Industry (RC-ASTI 2007), Institut Teknologi Bandung, 4 September 2007.
30. H. Tjahjana, I. Pranoto, **H. Muhammad**, J. Naiborhu, and Miswanto. Linear Model of Swarm Movement. Proceeding of

Regional Conference on Aerospace, Technology and Industry (RC-ASTI 2007), Institut Teknologi Bandung, 4 September 2007.

31. Miswanto, I. Pranoto, **H. Muhammad**, D. Mahayana, and H. Tjahjana. Tracking Control for Swarm Model with the Presence of a Leader. Proceeding of Regional Conference on Aerospace, Technology and Industry (RC-ASTI 2007), Institut Teknologi Bandung, 4 September 2007.
32. H. Tjahjana, I. Pranoto, **H. Muhammad**, J. Naiborhu, dan Miswanto. Simulasi Numerik Gerak Coordinated Turn Pada Pesawat Terbang. Prosiding seminar nasional Teknologi Simulasi (Teknosim 2007), F 112-F 115, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta, 6 September 2007.
33. Miswanto, I. Pranoto, **H. Muhammad**, D. Mahayana, dan H. Tjahjana. Desain Kendali untuk Gerak Pemimpin pada Model Swarm Guna Melakukan Tracking terhadap Suatu Lintasan. Prosiding seminar nasional Teknologi Simulasi (Teknosim 2007), B 8-B 13, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta, 6 September 2007.
34. Toto Indriyanto, Javensius Sembiring, dan **Hari Muhammad**, 'Perancangan Sistem Kendali Terbang Otomatik Matra Longitudinal dan Lateral-Direksional Pesawat Udara Nir-Awak (PUNA), Prosiding Seminar Rancang Bangun Pesawat Udara Nir-Awak (PUNA), Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, 9 Agustus 2007. ISSN 1410-3680.
35. U. M. Zaeny, T. Indriyanto, dan **H. Muhammad**, 'Pembuatan dan Pengujian Sensor Ultrasonik Sebagai feedback pada Sistem Kendali Otomatik Pitch Attitude Hold, Tulisan pada Jurnal Teknik Mesin, Volume 22, Nomor 1, April 2007, Departemen Teknik

Mesin, Institut Teknologi Bandung, April 2007, ISSN 0852-6095.

36. R.H. Tjahjana, I. Pranoto, **H. Muhammad**, J. Naiborhu, Swarm with triangle formation, International Conference on Mathematics and Natural Sciences 2006, 29-30 November 2006.
37. Singgih S. Wibowo and **Hari Muhammad**, 'Real Time Simulation with Virtual Reality Visualization', Makalah dipresentasikan pada Semiloka Teknologi Simulasi dan Komputasi serta Aplikasi, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Jakarta, 19 September 2006.
38. Javensius Sembiring and **Hari Muhammad**, 'Design of an Altitude-Holding Automatic Control System for Wing in Surface Effect (WiSE) Craft', Paper presented at the 6th Asian Control Conference, Sanur, Bali, Indonesia, 18-21 July 2006.
39. R. Heru Tjahjana, Iwan Pranoto, dan **Hari Muhammad**, 'Pemodelan perilaku swarm melalui kontrol optimum dengan penalti fungsi eksponensial', Makalah disampaikan pada Konferensi Nasional Matematika XIII, Semarang. 24-27 Juli 2006.
40. Miswanto, Iwan Pranoto, dan **Hari Muhammad**, 'Pemodelan swarm dengan fungsi penarik dan penolak', Makalah disampaikan pada Konferensi Nasional Matematika XIII, Semarang. 24-27 Juli 2006.
41. Iwan Pranoto, R. Heru Tjahjana, and **Hari Muhammad**, 'Simulation of Swarm Modeling Through Optimal Bilinear Control System', Paper presented at the First International Conference on Mathematics and Statistics (ICOMS-1), Bandung Islamic University, Bandung, Indonesia, 19-22 June 2006.

42. Iwan Pranoto, Miswanto, and **Hari Muhammad**, 'The Aggregation of Social Foraging Swarm with Disturbance', Paper presented at the First International Conference on Mathematics and Statistics (ICOMS-1), Bandung Islamic University, Bandung, Indonesia, 19-22 June 2006.
43. **H. Muhammad**, 'Prediksi dan Analisis Kestabilan Gerak Longitudinal Kapal Bersayap Wing-in-Surface Effect, Tulisan pada Jurnal Teknik Mesin, Volume XIX, Nomor 1, April 2004, Departemen Teknik Mesin, Institut Teknologi Bandung, April 2004.
44. **H. Muhammad** and B. K. Hadi, 'Development of Real Time Measurement System for Determining the Aerodynamic Load on Wing of the PZL-104 Wilga-Nurtanio "Gelatik" Aircraft', Paper presented at the ETM2002 Conference, Sanur, Bali, Indonesia, 18-19 March 2002.
45. B.K. Hadi and **H. Muhammad**, 'Stress Analysis of PZL-104 Wilga-Nurtanio "Gelatik" Wing Components Using Both Finite Element and "Bruhn" Approximation Methods', Paper presented at the ETM2002 Conference, Sanur, Bali, Indonesia, 18-19 March 2002.
46. Inggriani Liem dan **Hari Muhammad**, 'Pendidikan Real Time Software Engineering Untuk Karyawan PT. Dirgantara Indonesia', Artikel pada Buku 25 Tahun PT. Dirgantara Indonesia: Membuka Paradikma Baru, hal. 148-154, Bandung, Agustus 2001.
47. Aji Jatmika Atmawijaya dan **Hari Muhammad**, 'Prediksi Pengaruh Slipstream Propeller Pada Kestabilan Statik Pesawat Udara', Makalah disampaikan pada Seminar ASA Indonesia 2001: Indonesian ASA as Mediator of Development of the Society's

- Awareness in Aerospace Activities & Strategy to Take Advantage of Aeronautical Intellectual Property to Enhance Inovation and Invention Activities, PT. Dirgantara Indonesia, 11 Agustus 2001.
48. **Hari Muhammad** dan Inggriani Liem, 'Penerapan Pendidikan Software Engineering di Lingkungan Industri', Seminar sehari Industrial Software Engineering, Departemen Teknik Informatika, Institut Teknologi Bandung, 1 Juni 2001.
49. **Hari Muhammad** and Nungki D. Widorini, 'Estimation of Aircraft Performance and Stability-Control Characteristics from Non Stationary Flight Test Data', Paper to be presented at the 4th Pacific International Conference on Aerospace Science and Technology, Kaohsiung, Taiwan, 21-23 May 2001.
50. Hendarko and **Hari Muhammad**, 'Determination of Hodograph and Drag Polar of the GROB G-103 "Twin II" Glider Aircraft From Flight Test Data', Paper to be presented at the 4th Pacific International Conference on Aerospace Science and Technology, Kaohsiung, Taiwan, 21-23 May 2001.
51. **Hari Muhammad**, Muhardi, Wahyu Kuntjoro and Bagus E. Sritjahjono, 'In-Flight Thrust Determination by Load measurement on the Engine Mounting system', Paper presented at the 22nd ICAS Congress in Harrogate, United Kingdom, 28 August to September 1st, 2000.
52. **Hari Muhammad**, 'Estimation of Aerodynamic Parameters from Flight Data Using Parameter Identification Techniques', Paper presented at the first Indonesia-Taiwan workshop on Aeronautical Science, Technology and Industry, BPP-Teknologi, Jakarta, July 18, 2000.

VIII. PENGHARGAAN

- Piagam Tanda Kehormatan Satyalancana Karya Satya X Tahun dari Presiden Republik Indonesia, Agustus 2004
- Piagam Tanda Kehormatan Satyalancana Karya Satya XX Tahun dari Presiden Republik Indonesia, Agustus 2007
- Piagam Penghargaan Pengabdian 25 Tahun Institut Teknologi Bandung, Agustus 2010
- Piagam Tanda Kehormatan Satyalancana Karya Satya XXX Tahun dari Presiden Republik Indonesia, Agustus 2016

IX. SERTIFIKASI

- Sertifikasi Dosen, 2008. Kementerian Pendidikan Nasional

