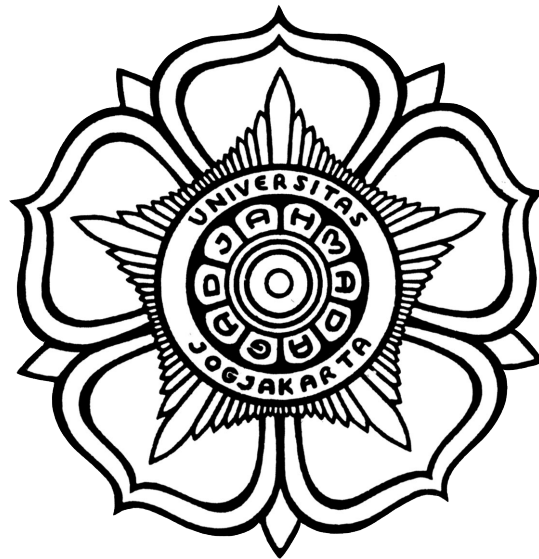


**MEMBANGUN INDUSTRI PESAWAT TANPA AWAK
INDONESIA**



UNIVERSITAS GADJAH MADA

Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar

Dalam Bidang Teknik Mesin

Pada Fakultas Teknik

Universitas Gadjah Mada

Disampaikan pada Pengukuhan Guru Besar

Universitas Gadjah Mada

Tanggal 21 Mei 2024

Oleh

Prof. Dr. Ir. Gesang Nugroho, ST., MT., IPM.



Bismillaahirrahmanirrahiim

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Salam sejahtera untuk kita semua,

Yang terhormat,

Ketua, Sekretaris, dan Anggota Majelis Wali Amanah;

Rektor, Wakil Rektor, dan seluruh jajarannya;

Ketua, Sekretaris, dan Anggota Senat Akademik;

Ketua, Sekretaris, dan Anggota Dewan Guru Besar;

Para Pimpinan Fakultas, Pusat studi dan Lembaga di Lingkungan UGM;

Segenap Civitas Akademika Universitas Gadjah Mada;

Para hadirin, tamu undangan, dan kerabat terkasih.

Pengantar

Dengan senang hati saya memulai pidato ini dengan ungkapan rasa syukur kepada Allah SWT, Tuhan yang Maha Kuasa, yang telah memberikan izin kepada kita untuk berkumpul di ruangan bersejarah ini, Balai Senat Universitas Gadjah Mada. Saya juga ingin menyampaikan terima kasih kepada semua yang hadir secara langsung maupun virtual melalui perangkat masing-masing di tempat tinggal masing-masing pada hari yang bersejarah ini, 21 Mei 2024.

Hari ini, saya mendapat kehormatan dan kebahagiaan untuk berbicara di depan para hadirin sekalian sebagai Guru Besar dalam bidang Manufaktur Kedirgantaraan (*Aerospace Manufacturing*), melalui pidato pengukuhan yang berjudul "Membangun Industri Pesawat Tanpa Awak Indonesia". Saya sangat bersyukur dapat berbagi pemikiran dan gagasan ini dalam rapat terbuka Dewan Guru Besar Universitas Gadjah Mada, yang merupakan langkah penting dalam perjalanan karier akademik saya, sekaligus merupakan kontribusi saya pada keilmuan dan kelembagaan yang menjadi kebanggaan saya.

Marilah sejenak kita refleksikan bersama dalam era yang semakin terhubung dan berkembang dengan munculnya Pesawat Tanpa Awak (*Unmanned Aerial Vehicle, UAV*). Saat ini, UAV tidak hanya merupakan perangkat teknologi canggih semata, tetapi juga merupakan sebuah gebrakan revolusioner yang mengubah perspektif kita terhadap dunia. Mulai dari kegunaan di sektor militer hingga penerapannya dalam berbagai bidang sipil, UAV telah melangkah masuk ke setiap aspek kehidupan masyarakat dengan kecepatan yang menakjubkan.



Dalam tigapuluh menit ke depan, marilah kita eksplorasi bersama bagaimana UAV berperan sentral dalam kegiatan pemetaan, pemantauan, bahkan menjadi pendorong revolusi di sektor industri. Saya juga akan menyampaikan perjalanan panjang pengembangan pesawat tanpa awak yang kami lakukan dan dorongan untuk membangun industri pesawat tanpa awak di Indonesia.

Hadirin Rapat Terbuka Dewan Guru Besar yang saya hormati,

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) adalah sebuah pesawat tanpa adanya awak didalamnya. Karena tidak memiliki awak, UAV harus dikendalikan dari jarak jauh menggunakan *remote control* dari luar kendaraan atau biasa disebut *Remotely Piloted Vehicle* (RPV). Selain itu, UAV juga dapat bergerak secara otomatis berdasarkan program yang sudah ditanamkan pada sistem komputernya.

Menurut U.S. Department of Defense (2009), UAV merupakan kendaraan terbang yang tidak membawa operator manusia, dapat dioperasikan secara *autonomous* dan dioperasikan dari jarak jauh, dapat digunakan sekali maupun berkali-kali, dan dapat membawa muatan yang membahayakan atau yang tidak berbahaya.

Seiring dengan perkembangannya dan munculnya berbagai jenis UAV, maka UAV dikenal dengan istilah-istilah lain. Salah satu nama yang paling terkenal adalah *drone*. Ada pula istilah-istilah seperti *remotely piloted vehicle* (RPV), *uninhabited combat aerial vehicle* (UCAV), *organic aerial vehicle* (OAV), *remotely piloted aircraft* (RPA), *remotely piloted helicopter* (RPH), *aerial robotics* dan *unmanned aerial target* (UAT). Salah satu istilah yang sering disalahartikan adalah *unmanned aerial systems* (UAS). UAV sendiri hanyalah sebuah bagian dari UAS. UAV adalah pesawatnya saja sedangkan UAS meliputi sistem kontrol, sistem telemetri, *ground control station* (GCS), dan fasilitas-fasilitas lain yang menunjang terbangnya sebuah UAV.

Terdapat banyak jenis dan sistem klasifikasi UAV antara lain:

a. Klasifikasi UAV berdasarkan mekanisme terbang

Berdasarkan mekanisme terbangnya, UAV dibagi menjadi 2 jenis, yakni *rotarywing* dan *fixedwing*. *Rotarywing* merupakan UAV dengan konsep sayap berputar layaknya helikopter sehingga mampu terbang vertikal. Sedangkan *fixedwing* merupakan UAV dengan konsep sayap tetap layaknya pesawat terbang. Pesawat tanpa awak jenis *fixedwing* memiliki keunggulan berupa daya jelajah yang tinggi namun membutuhkan landasan pacu untuk lepas landas maupun mendarat. Sementara pesawat



tanpa awak *rotarywing* memiliki daya jelajah yang rendah tetapi tidak membutuhkan landasan pacu untuk lepas landas dan mendarat. Jika kedua jenis pesawat tanpa awak tersebut dikombinasikan, maka pesawat tanpa awak mampu melakukan daya jelajah yang baik dan tidak membutuhkan landasan pacu untuk lepas landas dan mendarat, sehingga pesawat dapat melakukan lepas landas dan mendarat di mana saja.

b. Klasifikasi UAV berdasarkan berat dan ukuran (Gundlach, 2014)

1. *Micro air vehicle*

Micro air vehicle (MAV) merupakan UAV yang didefinisikan oleh *Defense Advanced Research Project Agency* (DARPA) sebagai UAV dengan dimensi maksimal 15 cm (kira-kira 6 in.). Walaupun demikian, DARPA sendiri pernah memiliki program yang berupaya untuk mengembangkan kategori baru dengan dimensi maksimal 7,5 cm yaitu *nano air vehicle*.

2. *Small unmanned aircraft system*

Small unmanned aircraft system (SUAS) atau sistem pesawat tanpa awak berukuran kecil memiliki berat kurang dari 55 lb (25 kg), sesuai definisi dari *Federal Aviation Administration* (FAA). Kategori ini adalah kategori yang umum ditemui di kalangan penggiat *aeromodelling*. Dengan sistem propulsi listrik, SUAS memiliki kemampuan terbang 0.5 hingga 2 jam.

3. *Small tactical unmanned aircraft system*

Small tactical unmanned aircraft system (STUAS) atau pesawat tanpa awak taktis kecil merupakan kategori UAV yang memiliki range berat antara 55 lb (25 kg) hingga 200 lb (90 kg). Ukurannya yang lebih besar daripada SUAS membuat STUAS memiliki kemampuan misi yang lebih besar dari sebelumnya untuk keperluan misi yang taktis.

Ukurannya yang besar juga menjadi batasan karena membutuhkan tenaga yang lebih besar untuk mendorong pesawat. Namun, ukurannya yang lebih besar berarti lebih besar pula ruang untuk *payload* atau muatan, tangki bahan bakar dan ruang komponen elektronis dan avionik. Oleh karena itu, UAV kategori STUAS memiliki *endurance* yang lebih baik dibandingkan SUAS yaitu hingga 24 jam terbang apabila dikonstruksi dengan struktur komposit yang ringan, dan juga sistem propulsi yang dirancang untuk efisiensi.

4. *Tactical unmanned aircraft system*

Tactical unmanned aircraft system (TUAS) adalah kategori UAV yang juga digunakan untuk misi taktis. Perbedaannya dengan STUAS adalah beratnya, dimana



TUAS memiliki berat dengan range 200 lb (90 kg) hingga 1000 lb (454 kg). UAV kategori TUAS secara umum memiliki kemampuan terbang selama 5-12 jam pada ketinggian di bawah 20,000 kaki (6096 meter). Berdasarkan performa endurance, TUAS memiliki kemampuan terbang yang lebih rendah dibandingkan dengan STUAS meskipun memiliki ukuran yang lebih besar. Hal tersebut disebabkan karena kategori ini memprioritaskan kemampuan sistem elektronis untuk keperluan misi taktis seperti pengawasan dan pengamatan, sehingga membuat UAV kategori ini sangat berat. Meningkatnya berat UAV menyebabkan meningkatnya juga konsumsi bahan bakar.

5. *Medium Altitude Long Endurance*

Medium altitude long endurance (MALE) adalah kategori UAV yang memiliki kemampuan misi yang lebih baik daripada kategori-kategori sebelumnya. UAV kategori MALE memiliki berat dengan range 1,000 – 10,000 lb (454 – 4536 kg), dengan kemampuan angkut muatan 200 – 1,000 lb (90 – 454 kg), dengan kemampuan terbang 12 – 40 jam. UAV kategori MALE juga memiliki kemampuan jelajah di ketinggian 15,000 – 30,000 kaki (4572 – 9144 meter), melebihi kemampuan kategori-kategori sebelumnya.

Oleh karena ukuran dari UAV kategori ini yang sangat besar, dibutuhkan fasilitas penunjang operasi, seperti hangar untuk menempatkan pesawat dan melakukan perbaikan atau perawatan berkala, juga *ground support equipment* untuk melakukan perakitan atau pembongkaran struktur pesawat.

6. *High Altitude Long Endurance*

High altitude long endurance (HALE) merupakan perkembangan lanjut dari kategori MALE yang memiliki kemampuan misi yang lebih baik dan lebih besar. Sesuai dengan penamaannya, perbedaan utama antara kategori MALE dan HALE adalah ketinggian jelajahnya, dimana HALE memiliki ketinggian jelajah di atas MALE, yaitu 50,000 – 60,000 kaki (15240 – 18288 meter).

Secara garis besar, UAV dibangun melalui tiga sistem utama yaitu:

1. Sistem mekanik

Sistem mekanik meliputi *airframe system* dan *propulsion system*. *Airframe system* merupakan bagian badan pesawat dimana peralatan-peralatan untuk terbang dan muatan pesawat ditempatkan. Sistem propulsi merupakan peralatan untuk menghasilkan daya dorong sehingga pesawat dapat terbang. System propulsi pesawat dapat menggunakan sistem elektrik, *engine* atau menggunakan turbin jet.



2. Sistem *Autopilot*

Sistem autopilot berfungsi untuk mengendalikan pesawat sehingga pesawat dapat terbang secara otomatis. Sistem *autopilot* meliputi sistem elektronik, *flight control system* dan *ground control station* (GCS). Sistem elektronik meliputi sensor (*IMU, GPS, air speed, barometric*), *processor* dan *servo motor*. *Flight control system* meliputi *stability system, navigation system* dan *flight management system*. Sedangkan *Ground control station* meliputi *mission planner* dan *telemetry/communication system*.

3. *Payload and support system*

Payload merupakan muatan yang dibawa oleh pesawat tanpa awak selama terbang. Payload yang dibawa pesawat berbeda-beda tergantung dari misi dari pesawat. Payload dapat berupa *camera, radar, sensor* atau bahkan senjata. Sedangkan *support system* merupakan peralatan yang digunakan untuk mendukung penerbangan pesawat. System pendukung ini dapat berupa *launcher, antenna tracker* dan lain-lain.

Hadirin Rapat Terbuka Dewan Guru Besar yang saya hormati,

Pada awal perkembangannya, pesawat tanpa awak banyak dimanfaatkan di bidang militer. Pesawat tanpa awak atau *drone* memiliki kontribusi yang signifikan di sektor militer dengan berbagai manfaat utama. Salah satu kegunaannya yaitu untuk pengintaian dan pemantauan, memungkinkan pasukan militer untuk memahami situasi di lapangan tanpa menempatkan personel langsung di wilayah berisiko tinggi. Contoh nyata adalah MQ-9 Reaper, yang memiliki kemampuan pengintaian dan pemantauan yang luas (Blythe, 2020).

Selain itu, UAVs juga menjadi perangkat kunci dalam pengumpulan data intelijen militer. Contohnya adalah RQ-4 Global Hawk, sebuah UAV yang memberikan data real-time tentang posisi musuh, aktivitas, dan kondisi lapangan, meningkatkan pemahaman strategis dan taktis (Singh dkk, 2016).

Dalam hal serangan udara, UAVs seperti Predator memiliki peran krusial dengan kemampuan serangan udara presisi. Ini memungkinkan pasukan militer untuk menargetkan musuh dengan akurasi tinggi tanpa menghadirkan risiko langsung bagi personel (Zaloga, 2019).

Tidak hanya itu, UAVs seperti X-47B membuka peluang untuk operasi tanpa awak di area berisiko tinggi, memberikan keunggulan taktis dan melindungi personel militer dari potensi bahaya. Selain itu, UAVs juga dapat digunakan untuk pengawasan perbatasan, dengan contoh seperti Hermes 900 yang mampu memantau aktivitas di wilayah perbatasan dan meningkatkan keamanan nasional (Maheshwari & Dash, 2020). Bahkan saat ini drone sudah



semakin banyak digunakan dalam perang, yaitu untuk menghancurkan fasilitas musuh dari jarak yang jauh.

Pemanfaatan UAVs di militer juga mencakup pengiriman logistik di area terpencil. Boeing Phantom Eye, sebagai contoh, dirancang untuk misi pengawasan dan pengiriman logistik, membantu mendukung operasi militer di daerah yang sulit dijangkau oleh personel manusia (Hall, 2014). Semua ini menunjukkan bahwa UAVs memiliki peran yang sangat penting dalam meningkatkan kapabilitas operasional militer, menyediakan intelijen yang sangat diperlukan, dan meminimalkan risiko terhadap personel.

Selain untuk keperluan militer, pesawat tanpa awak (UAVs) memberikan sejumlah manfaat di sektor sipil, terutama dalam survei, pemetaan, dan pengembangan wilayah perkotaan. Kemampuan UAV untuk memetakan area dengan cepat dan efisien, bahkan dengan resolusi tinggi, memberikan kontribusi signifikan dalam perencanaan perkotaan, pengembangan infrastruktur, dan manajemen sumber daya alam (Thenkabail dkk, 2019).

Di sektor konstruksi, pemanfaatan UAVs membuka peluang pemantauan proyek secara real-time, memastikan ketaatan terhadap jadwal dan anggaran. Tidak hanya itu, mereka juga dapat digunakan untuk inspeksi struktur seperti jembatan atau menara, mengidentifikasi potensi kerusakan tanpa melibatkan inspektur manusia secara langsung (Akinci dkk, 2014).

Pemanfaatan UAV dalam operasi SAR (*Search and Rescue*) telah menjadi solusi yang efektif dan efisien dalam membantu tim SAR dalam mencari korban bencana atau kecelakaan. Melalui teknologi ini, UAV dapat dilengkapi dengan peralatan seperti sensor termal atau sensor deteksi gas untuk membantu dalam penemuan korban yang terperangkap atau terluka di daerah yang sulit dijangkau. Selain itu, UAV dapat dilengkapi dengan kamera dan sensor yang mampu memberikan data visual dan informasi secara real-time kepada tim SAR, sehingga memungkinkan mereka dapat dengan cepat mengetahui lokasi korban, sehingga dapat dengan segera mencari korban ke area tersebut (Smith, 2012).

Pada gilirannya, di bidang transportasi, UAVs memiliki peran penting dalam pengiriman barang, mengatasi kendala logistik, dan mengurangi biaya transportasi secara keseluruhan. Lebih dari itu, dalam manajemen bencana, UAVs mampu memberikan gambaran yang cepat dan akurat tentang daerah yang terdampak, memberikan dukungan yang berharga dalam upaya penyelamatan dan pemulihan. (Goodchild & Glennon, 2016).

Sementara itu, di sisi lain, *Unmanned Aerial Vehicles* (UAVs) telah merambah berbagai aplikasi di bidang sipil. Contohnya, DJI Phantom Series dan Parrot Anafi digunakan oleh fotografer dan videografer untuk keperluan film, dokumenter, dan pemetaan tanah. (R. Sargent,



2021). *SenseFly eBee X*, fokus pada pemetaan presisi dan survei, terutama mendukung industri pertanian dengan pemantauan tanaman dan manajemen hama. (Chlingaryan dkk, 2018).

Pengembangan solusi pengiriman medis oleh perusahaan seperti *Zipline* dan *Wing* menunjukkan keberlanjutan pemanfaatan UAV dalam situasi darurat dan pengiriman barang kecil secara efisien. (Sharma dkk, 2020). Sementara DJI Agras MG-1 dalam sektor pertanian menghadirkan solusi penyemprotan pestisida dan pupuk secara efisien di lahan pertanian. (Lu & Liu, 2018). Dengan beragam aplikasinya, pemanfaatan UAVs di bidang sipil mencerminkan kemajuan teknologi *drone* yang semakin luas merambah dan memberikan kontribusi positif di berbagai sektor dalam kehidupan masyarakat.

Penggunaan pesawat tanpa awak semakin luas karena penggunaan pesawat tanpa awak mempunyai banyak keuntungan antara lain:

1. Teknologi yang dapat menghemat biaya atau lebih ekonomis.

Semakin meluasnya pemanfaatan UAV dan semakin banyaknya UAV yang tersedia di pasaran, membuat harga sebuah UAV juga semakin murah dan terjangkau. Masyarakat dapat membeli sebuah UAV bukan hanya untuk kebutuhan industri, namun juga karena keinginan untuk menggunakan teknologi terbaru. UAV sudah tidak lagi dipakai hanya oleh militer atau industri besar. Karena UAV sudah mengambil alih beberapa tenaga kerja, transportasi, dan operasi pada ranah komersial, banyak biaya yang dapat dipangkas dengan penggunaan UAV tersebut. UAV lebih ekonomis dalam pengoperasian, *maintenance*, dan bahan bakar atau sumber tenaganya lebih murah dibandingkan pesawat terbang. Terlebih lagi, pengoperasian UAV tidak membutuhkan alat berat atau perlengkapan khusus seperti sebuah pesawat terbang.

2. Meminimalisasi risiko bahaya dan kesehatan

Dengan perkembangan teknologi UAV, inspeksi infrastruktur kritis seperti jembatan, jaringan listrik, dan instalasi industri dapat dilakukan dengan lebih efisien dan aman. Sebelumnya, proses inspeksi sering melibatkan risiko keselamatan yang tinggi bagi pekerja yang harus naik ke ketinggian atau beroperasi di lingkungan berbahaya. Namun, dengan UAV, inspeksi dapat dilakukan secara remote tanpa memerlukan kehadiran manusia di lokasi, sehingga dapat mengurangi risiko cedera atau kecelakaan. UAV juga memungkinkan untuk mencapai daerah-daerah yang sulit dijangkau, seperti daerah terpencil atau berbahaya, sehingga memungkinkan untuk pengamatan yang lebih komprehensif dan akurat. Teknologi ini telah membuka potensi baru dalam pemantauan infrastruktur dan memberikan solusi yang lebih aman dan efisien dalam memelihara aset-aset penting masyarakat. (Smith & Johnson, 2020)



3. Fleksibel dan pengoperasiannya lebih sederhana

Dengan fleksibilitas yang dimilikinya, UAV dapat disesuaikan dengan berbagai kebutuhan dan dapat digunakan dalam berbagai situasi, mulai dari misi darurat hingga kegiatan sehari-hari. Kehadiran beragam spesifikasi UAV memungkinkan pengguna untuk menyesuaikan perangkat mereka sesuai dengan tuntutan proyek tertentu. UAV tidak hanya cocok untuk kegiatan pengiriman barang dan pengambilan gambar, tetapi juga untuk penyiraman tanaman dan berbagai tugas lainnya. Bahkan, beberapa peran dapat dilakukan hanya dengan satu UAV, meningkatkan efisiensi dan fleksibilitas dalam pelaksanaan tugas. Dengan kemampuannya untuk beroperasi tanpa landasan pacu yang panjang, persiapan yang rumit, atau perangkat yang kompleks, UAV menjadi solusi yang praktis dan efisien untuk berbagai kebutuhan. (Jones & Smith , 2019)

Hadirin Rapat Terbuka Dewan Guru Besar yang saya hormati,

Pentingnya memaksimalkan pemanfaatan UAV tidak bisa dilepaskan dari kualitas UAV itu sendiri, yang dimulai dari tahap perancangan, tahap manufaktur hingga tahap pengujian. Oleh karena itu, untuk memastikan UAV yang dihasilkan bisa mencapai standar kualitas tinggi, penelitian yang mendalam menjadi kunci utama. Dalam perancangan (design) UAV, *engineer* harus menjalani tahap-tahap yang cermat, mengintegrasikan aspek-aspek penting seperti aerodinamika, kehandalan sistem, dan efisiensi energi. Jenis material yang digunakan serta teknik manufaktur yang tepat juga menjadi faktor krusial dalam menentukan daya tahan, kehandalan dan kinerja keseluruhan UAV.

Dalam perjalanan panjang pengembangan teknologi UAV di Indonesia, riset-riset yang telah kami lakukan bersama rekan peneliti lainnya telah membawa inovasi dan kontribusi yang signifikan. Penelitian UAV di laboratorium Teknologi Mekanik Universitas Gadjah Mada dimulai sejak tahun 2011 dengan diawali pendirian *Flying Object Research Center (FORCE)*. Force menjadi wadah bagi para peneliti yang berminat mengembangkan teknologi penerbangan khususnya pesawat tanpa awak. Peluncuran pesawat tanpa awak **Camar Biru** pada tanggal 25 September 2013 di Universitas Gadjah Mada menjadi tonggak sejarah penting dalam pengembangan teknologi pesawat tanpa awak di Universitas Gadjah Mada (<https://www.dailymotion.com/video/x588zll>). Meskipun masih dalam tahap perakitan pesawat tanpa awak, namun keberhasilan peluncuran Camar Biru menjadi pembakar semangat untuk mengembangkan teknologi pesawat tanpa awak di lingkungan Universitas Gadjah Mada, dengan dibuktikan semakin banyaknya para peneliti dan para mahasiswa yang berminat untuk mengembangkan pesawat tanpa awak.



Pengembangan pesawat tanpa awak yang kami lakukan, dimulai dengan desain dan manufaktur pesawat tanpa awak menggunakan material *hard foam* dan system propulsi menggunakan motor listrik. Sejak saat itu Force sudah mampu membuat pesawat tanpa awak kecil yang dapat terbang secara autonomous. Pada tahun 2015, dikembangkan pesawat tanpa awak tipe *fixed wing* yang digunakan untuk memantau dan memetakan area bencana (Nugroho dkk, 2015). Pesawat tanpa awak ini di desain bertipe sayap tetap dengan konfigurasi *flying wing*. UAV ini tidak hanya mampu memberikan data penerbangan, termasuk pelacakan posisi, ketinggian, dan kecepatan, tetapi juga membuka peluang baru dalam pemantauan dan pemetaan area bencana. Sistem avionik UAV untuk keperluan ini, harus di-desain sesuai dengan misi dari pesawat tanpa awak tersebut agar pesawat dapat terbang lebih efisien dan mencapai misi pemantauan bencana secara optimal (Nugroho dkk, 2015).

Seiring dengan semakin banyaknya minat mahasiswa untuk belajar dan mengembangkan teknologi dirgantara, maka pada tahun 2015 dibentuklah ***Gadja Mada Flying Object Research Center (GamaForce)***. GamaForce mewadahi para mahasiswa yang mengikuti Kontes Robot Terbang Indonesia (KRTI) yang beranggotakan dari berbagai Departemen maupun Fakultas. Dengan bergabungnya para mahasiswa pecinta kedirgantaraan dari berbagai lintas disiplin ilmu, menjadikan GamaForce cepat berkembang dan memperoleh banyak prestasi dalam perlombaan robot terbang baik di tingkat nasional maupun tingkat internasional.

Melangkah ke tahun 2016, untuk mendapatkan pesawat yang ringan namun mempunyai kekuatan yang tinggi membawa kami mendalami proses manufaktur UAV menggunakan material komposit (Nugroho dkk, 2016). Dengan menggunakan material komposit untuk membuat airframe pesawat, menjadikan pesawat tetap ringan namun mempunyai kekuatan yang tinggi. Dengan metode vacuum bagging dan vacuum infusion, kami berhasil memanufaktur UAV yang tidak hanya ringan namun juga stabil dan handal, yang telah teruji terbang di berbagai tempat. Riset yang dilakukan pada tahun 2016 juga menghasilkan UAV surveillance *Long Range* yang berbasis antenna BiQuad untuk *Ground Control Station* nya. Dengan berfokus pada desain UAV dengan sistem kontrol otomatis dan teknologi Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS), kami berhasil meningkatkan kinerja misi jarak jauh menjadi 16 km (Mahardika, 2016).

Tahun 2017 membawa kita pada penelitian yang mendalam mengenai desain UAV untuk misi pemantauan. Pengaruh Sudut Swept dan Sudut Incidence pada Sayap Pesawat Tanpa Awak diekplorasi dengan Simulasi Komputasi Dinamika Fluida dan nilai lift to drag ratio (L/D) yang optimal diperoleh (Bramantya & Nugroho, 2017). Pada tahun yang sama, efek



dari *end plates* pada pesawat tanpa awak **Elang Caraka** dikaji menggunakan *Computational Fluid Dynamics* (CFD). Efek penggunaan *end plate* pada pesawat tanpa awak Elang Caraka, menunjukkan peningkatan stabilitas yang lebih baik (Bramantya dkk, 2017).

Seiring dengan itu, kami juga mendesain, memanufaktur dan menguji performa dari antenna *tracker*. Dengan menggunakan antenna tracker memungkinkan UAV tetap terhubung dengan *Ground Control Station* (GCS) tanpa fluktuasi sinyal yang signifikan, sehingga dapat meningkatkan kehandalan operasi jarak jauh dari pesawat tanpa awak (Nugroho & Dectaviansyah, 2018).

Penelitian teknologi kedirgantaraan tidak sebatas pada pesawat tanpa awak saja, namun kami juga melakukan penelitian teknologi roket. Penelitian teknologi roket ini diawali dengan pengembangan rudal jelajah yang diberi nama **Pasopati**. Rudal jelajah Pasopati telah didesain, dimanufaktur dan diuji performa terbangnya menggunakan penggerak *elctric ducted fan* (EDF) (Nugroho dkk, 2018). Rudal jelajah Pasopati ini juga telah diuji secara mendalam performa terbangnya dan menunjukkan bahwa rudal jelajah berpenggerak elektrik ini mampu terbang dengan stabil (Nugroho dkk, 2019). Pengembangan rudal jelajah elektrik ini sebagai langkah awal untuk mengembangkan rudal jelajah berpenggerak turbin jet dan pengembangan teknologi roket. Selain teknologi manufaktur rudal jelajah, teknologi pengendalian rudal jelajah juga merupakan hal yang sangat penting. Kontroller yang optimal untuk meminimalisir gerakan roll dari rudal telah dikembangkan (Nugroho & Dharmawan, 2017).

Teknologi yang dihasilkan melalui riset yang mendalam harus diimplementasikan menjadi sebuah prototipe yang selanjutnya akan menjadi produk penelitian yang siap untuk dihilirisasi. Untuk menghasilkan prototipe, maka diperlukan peralatan produksi yang memadai. Untuk mendukung dan mempercepat proses manufaktur berbagai produk riset, maka pada tahun 2019 kami mendirikan **Center for Manufacturing Technology (CeMTe)**. CeMTe dilengkapi dengan mesin-mesin produksi berstandart industry sehingga dapat melakukan proses manufaktur secara akurat dan cepat. Dengan adanya CeMTe ini, maka kegiatan penelitian dan prototyping menjadi lancar. Fasilitas CeMTe juga sangat membantu proses penelitian bagi komunitas mahasiswa seperti GamaForce, Semar, Arjuna, Bima Sakti dan komunitas yang lain sehingga dapat memberikan pembelajaran yang sangat berharga bagi mahasiswa dan dapat meningkatkan prestasi dari para mahasiswa.

Pesawat tanpa awak konfigurasi *fixed wing* yang telah dikembangkan sebelumnya mempunyai kelemahan yaitu diperlukannya *run-way* untuk *take off* dan *landing*. Untuk mengatasi kelemahan tersebut maka dikembangkan pesawat tanpa awak yang dapat *take off*



dan *landing* secara vertikal namun mempunyai kemampuan terbang jelajah yang bagus. Untuk mencapai itu, maka dikembangkan *Vertical Take Off Landing Plane* (VTOL-Plane). Untuk menghasilkan VTOL-Plane yang handal dan efisien, maka diperlukan kajian yang mendalam karena VTOL-Plane mempunyai kompleksitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan pesawat *fixed wing*. Riset VTOL-Plane diawali dengan desain dan analisis performa aerodinamis pada tahun 2022. Performance dari berbagai konfigurasi *Empennage* dari VTOL-Plane untuk misi *surveillance* dianalisis secara mendalam menggunakan simulasi *Computational Fluid Dynamics* (Nugroho dkk, 2022). Hasil riset ini memberikan pemahaman mendalam tentang desain, kinerja aerodinamis, dan stabilitas UAV VTOL-Plane untuk misi *surveillance*. Riset lain pada tahun yang sama menganalisa performa Aerodinamika dari berbagai konfigurasi lengan dari VTOL-Plane menggunakan simulasi *Computational Fluid Dynamics* (Nugroho dkk, 2022) . hasil analisis ini memberikan wawasan yang lebih dalam tentang pemilihan konfigurasi *arm* untuk VTOL-Plane. Dengan kajian mendalam tersebut maka dihasilkan pesawat tanpa awak dengan konfigurasi VTOL-Plane yang diberi nama Palapa *Surveillance - 1* (**Palapa S-1**). Palapa S-1 Telah mengalami berbagai pengujian yang cukup panjang dan dapat terbang secara stabil dengan *endurance* 4 jam non stop.

Manufaktur pesawat tanpa awak menggunakan material komposit dapat dilakukan dengan berbagai metode. Metode *vacuum bagging* dan *vacuum infusion* telah mampu digunakan untuk manufaktur pesawat dengan baik. Namun metode tersebut mempunyai kelemahan yaitu tidak dapat memmanufaktur komponen *hollow* dan tanpa sambungan (*seamless*) dengan geometri yang cukup rumit. Untuk mengatasi hal tersebut, maka dilakukan penelitian yang mendalam sehingga ditemukan metode yang efektif yaitu pencetakan komposit dengan batuan tekanan balon yang diberi nama **Bladder Compression Moulding (BCM)**. Pengembangan metode BCM ini telah mendapatkan beberapa paten yaitu IDP000087091 (Nugroho dkk, 2023) dan IDP000091105 (Nugroho dkk, 2023). Dengan ditemukannya metode BCM ini, maka dalam dibuat produk komposit *hollow* tanpa sambungan yang presisi dan mempunyai kekuatan tinggi. Metode BCM dapat meningkatkan kekuatan tarik sebesar 83,9% dari metode *hand lay-up* dan 17,5% dari metode *vacuum bagging* (Nugroho & Wantogia, 2019).

Pesawat Palapa S-1 mempunyai konfigurasi yang ideal sehingga akan dikembangkan terus. Kedepan, bermodal teknologi yang telah didapatkan dari pengembangan pesawat Palapa S-1, akan dikembangkan pesawat yang mempunyai *endurance* lebih lama yaitu Palapa S-2 dan palapa S-3. Palapa S-2 direncanakan dapat terbang selama 10 jam dan Palapa S-3 direncanakan dapat terbang selama 20 jam. Selanjutnya akan dikembangkan pesawat penumpang yaitu



Palapa Passenger-1 (Palapa P-1). Palapa P-1 direncanakan untuk dapat mengangkut penumpang satu orang. Keberhasilan pengembangan Palapa P-1 akan dilanjutkan untuk menghasilkan Palapa P-2 dan Palapa P-3. Palapa P-2 dan palapa P-3 direncanakan untuk mengangkut penumpang dua dan tiga orang. Dengan keberhasilan rencana pengembangan pesawat penumpang yang dapat *take off* dan *landing* secara vertical ini, diharapkan dapat memberikan warna baru dalam dunia transportasi manusia.

Kegiatan penelitian yang telah dilakukan harus dapat berkesinambungan. Temuan-temuan teknologi (*invention*) yang telah dicapai dari kegiatan riset oleh perguruan tinggi dan Lembaga penelitian, harus diaplikasikan (*application*) oleh pihak industri agar menjadi sebuah produk teknologi. Selanjutnya produk tersebut harus dimanfaatkan (*utilization*) oleh masyarakat maupun pemerintah. Masyarakat dan pemerintah harus mau menggunakan produk-produk hasil riset bangsa sendiri. Kalau Kerjasama yang saling mendukung berjalan dengan baik, maka konsep *Invention, Application and Utilization (IAU)* akan berjalan berkesinambungan sehingga industri manufaktur akan tumbuh dan berkembang di negara kita.

Hadirin Rapat Terbuka Dewan Guru Besar yang saya hormati,

Industri pesawat tanpa awak (UAV) di Indonesia menjanjikan progres yang luar biasa, menggambarkan lanskap yang dinamis dan penuh potensi. Dalam sektor ini, terdapat lebih dari 100 perusahaan (sebagian besar UMKM), melibatkan diri sebagai penyedia jasa, produsen, dan distributor/reseller pesawat tanpa awak. Populasi drone komersial meningkat sebanyak 30% dalam satu tahun terakhir, mencapai 90,000 unit dengan nilai pasar mencapai Rp 50 milyar. Sementara itu, drone industrial berkisar antara 5,000 hingga 10,000 unit, menunjukkan nilai pasar signifikan mencapai Rp 170 milyar. Namun, fakta menarik adalah lebih dari 95% drone yang beredar di Indonesia merupakan produk asing. Jumlah pilot komersial juga meningkat 30%, mencapai 50,000 orang pada Agustus 2021, ini menunjukkan bahwa operator pesawat tanpa awak semakin meningkat (ASTTA, 2023). Perkembangan perolehan sertifikat tingkat komponen dalam negeri (TKDN) untuk pesawat tanpa awak atau drone buatan dalam negeri semakin meningkat. Peawat yang sudah mendapatkan sertifikat TKDN tersebut yaitu pesawat RAYBE produksi PT. Bentara Tabang Nusantara dengan TKDN : 25,51%. Pesawat FROGS Sprayer buatan PT. Inovasi Solusi Transportasi Indonesia dengan TKDN: 27,51%. Pesawat Maxxi Antasena buatan PT. Corin Mulia Gemilang dengan TKDN : 15,61%. Dan pesawat FERTO buatan PT. Karya Solusi Angkasa dengan TKDN : 27,76% (<https://tkdn.kemenperin.go.id>).



Dalam konteks kebutuhan UAV di Indonesia, pengembangan drone produksi dalam negeri diharapkan dapat menjawab berbagai kebutuhan misi sipil. Mulai dari pemantauan, survei udara, hingga pemetaan, drone Indonesia diharapkan mampu memberikan kontribusi yang berarti. Penggunaan drone juga melibatkan berbagai sektor seperti pemetaan, inspeksi jalur kabel, rel, perkebunan, pertanian, pengiriman paket, dan bahkan dalam bidang bencana alam serta keamanan.

Di sisi lain, kebutuhan drone di Indonesia di sektor militer semakin berkembang. Teknologi drone memberikan keuntungan signifikan dalam misi intelijen, pengintaian, dan bahkan misi tempur. Salah satu contoh terbaik adalah drone buatan PT. Dirgantara Indonesia yang dianggap sebagai 'anak pertama' milik Indonesia, memberikan kontribusi nyata dalam efektivitas operasi militer.

Untuk mewujudkan potensi penuh pesawat tanpa awak, langkah-langkah konkret perlu diambil. Dukungan dan kerjasama dari berbagai pihak, termasuk pemerintah, industri, dan lembaga akademis, menjadi kunci kesuksesan. Masing-masing pihak mempunyai peran yang sangat penting:

- **Peran Akademis:** Perguruan tinggi dan lembaga penelitian memiliki peran kunci dalam menghasilkan pengetahuan dan teknologi baru dan bakat-bakat muda yang berkualitas. Melalui riset dan pendidikan, akademisi dapat memberikan kontribusi berarti dalam memahami dan meningkatkan teknologi UAV seperti: *aerodynamic design, structural design, material development, manufacturing process, composite materials and manufacturing techniques, propulsion systems, navigation system, avionics and communication systems, sensing system* dan sebagainya.
- **Peran Industri:** Industri manufaktur harus bekerjasama dengan akademisi untuk terus berinovasi dalam menghasilkan UAV yang lebih handal dan efisien. Peningkatan desain, material, dan teknologi kontrol menjadi fokus utama untuk mencapai kinerja maksimal. Industri dapat berperan sebagai pembuat komponen atau sebagai integrator. Perlu didorong tumbuhnya industri-industri komponen UAV sehingga dapat dihasilkan komponen-komponen yang berkualitas tinggi sehingga *supply chain* dapat berjalan dengan baik.

Peran Pemerintah: Tanggung jawab pemerintah dalam mengatur regulasi yang mendukung pertumbuhan industri UAV sangat penting. Penyusunan regulasi yang jelas dan mendukung inovasi menjadi kunci dalam menciptakan lingkungan yang kondusif. Pemerintah bertugas membuat *roadmap* yang jelas dan terukur untuk industrialisasi UAV dan mendistribusikan peran ke masing-masing industri. Pemerintah memberikan pendanaan riset kepada perguruan



tinggi dan lembaga riset untuk terus mengembangkan teknologi UAV. Selain itu, pemerintah juga memberikan pendampingan dan memberikan keringanan-keringanan, kemudahan akses ke sumber daya dan bentuk bantuan yang lain kepada industri komponen maupun integrator UAV. Selain itu pemerintah mau menggunakan UAV yang dihasilkan oleh industry dalam negeri dan memberikan proteksi agar industri UAV dapat terus tumbuh berkembang. Tingkat Kandungan Dalam Negeri (TKDN) pesawat tanpa awak yang telah diproduksi saat ini masih tergolong rendah. Pemerintah perlu melakukan upaya meningkatkan TKDN melalui: mendorong tumbuhnya industri material pesawat tanpa awak seperti serat gelas, serat karbon dan serat kevlar. Mendorong tumbuhnya industri motor listrik dan komponennya. Mendorong tumbuhnya industri mesin pesawat UAV dan komponennya. Juga mendorong tumbuhnya industri elektronik yaitu industri semi konduktor dan industry *multi layer PCB*.

Melalui kerjasama erat antara akademisi, industri dan pemerintah, kita dapat membentuk industri UAV yang kokoh dan berkelanjutan di Indonesia. Dengan demikian, UAV bukan hanya menjadi inovasi teknologi, tetapi juga menjadi motor penggerak pertumbuhan ekonomi dan pemecahan masalah di berbagai sektor.

Bapak dan Ibu yang saya hormati,

Hadirin yang berbahagia,

Ucapan Terima Kasih

Sebagai penutup pidato saya, ijin saya mengucapkan rasa syukur Alhamdulillah ke hadirat Allah SWT, karena atas ijin, rahmat, dan karunia-Nya lah saya dapat menyampaikan pidato Pengukuhan Guru Besar pada hari yang berbahagia ini.

Ucapan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya saya sampaikan kepada Pemerintah Republik Indonesia melalui Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi yang memberikan kepercayaan dan amanah kepada saya sebagai Guru Besar dalam Bidang Manufaktur Kedirgantaraan di Fakultas Teknik UGM. Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada Rektor, Senat Akademik, Dewan Guru Besar, Ketua dan Sekretaris Senat Fakultas Teknik, Dekan dan Wakil Dekan Fakultas Teknik, Ketua Departemen Teknik Mesin dan Industri Fakultas Teknik UGM yang telah memberikan kesempatan, dukungan, bantuan, dan persetujuannya untuk memperoleh jabatan fungsional sebagai Guru Besar.

Ucapan terima kasih yang tak terhingga saya sampaikan kepada dosen pembimbing skripsi saya di Prodi Sarjana Teknik Mesin UGM (Ir. Hermawan, M.Si), dan pembimbing tesis saya di Teknik Mesin ITB (Prof. Mulyo Widodo Kartidjo). Terima kasih yang sebesar-besarnya juga saya sampaikan kepada pembimbing program doktoral di *Department of*



Engineering Design and Manufacture Universiti Malaya (Prof. Zahari Taha) dan Department of Mechanical Engineering Keio University (Prof. Yasuo Suga). Terima kasih telah mengajarkan tentang ilmu, integritas dan etos kerja.

Saya juga mengucapkan terima kasih dan apresiasi setinggi-tingginya kepada para dosen dan guru saya di Teknik Mesin, alm. Bpk. Ir. Tjahyono Adi, MSME, alm. Bpk. Ir. Samsudin, alm. Bpk. Ir. Subagio, M.Sc., alm. Bpk. Ir. Sunardjo, MT, alm. Bpk. Dr. Ir. Subarmono, MT, alm. Ibu Ir. Endang Rukmini, alm. Bpk. Prof. Ir. Sutrisno, MSME, Ph.D., Bpk. Ir. Sugijarto PS, Bpk. Ir. Greg. Harjanto, Bpk. Ir. Arief Darmawan, Bpk. Ir. I Made Suardjaja, M.Sc., Ph.D., Bpk. Ir. Purnomo, MSME, Ph.D., Bpk. Ir. R. Soekrisno, MSME, Ph.D., Bpk. Dr. Ir. Prajitno, MT., Bpk. Prof. Ir. Samsul Kamal, M.Sc., Ph.D., Bpk. Ir. Hermawan, M.Si., Bpk. Ir. Janu Pardadi, MT., Bpk. Dr. Ir. Mudjijana, M.Eng., Bpk. Dr. Ir. Suhanan, DEA, Bpk. Dr. Ir. Viktor Malau, DEA, Bpk. Dr. Ir. Teguh Pudji Purwanto, MT., Prof. Dr. Ing. Ir. Harwin Saptoadi, MSE dan Prof. Ir. Alva Edy Tontowi, M.Sc. Terima kasih atas semua ilmu dan nilai hidup yang telah dibagikan kepada saya selama menjalani pendidikan dan berkarier di Departemen Teknik Mesin dan Industri FT UGM.

Saya mengucapkan terimakasih yang sebesar besarnya kepada Prof. Dr. Suratman Worosuprojo, MSc dan Prof. Dr. Ir. Djagal Wiseso Marseno, M.Agr. yang telah memberikan banyak nasehat dan memberikan dukungan penuh pada kegiatan penelitian kami.

Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada teman seperjuangan saya pada saat studi magister dan doktoral, Bpk. Ir. Fauzun, ST, MT, Ph.D., Prof. Dr. Ir. Kusmono, ST, MT., alm. Bpk. Sugiyono, ST, MT, Ph.D., dan Bpk. Ir. M. K Herliansyah, ST, MT, Ph.D., terima kasih atas kebersamaannya. Terimakasih kami ucapkan kepada Laboran Lab Teknologi Mekanik Bapak Sunyoto, bapak Subarjono dan bapak Wawan Giri Santoso yang selalu memberi semangat untuk terus berkarya. Terima kasih juga saya ucapkan kepada seluruh dosen dan tendik di DTMI FT UGM yang tidak dapat saya sebut satu persatu atas bantuan dan kerjasama yang baik selama ini.

Untuk para mentor saya yang telah menyemangati dan mendorong saya dalam capaian ini, Prof. Dr. Ir. Indarto, DEA, Prof. Ir. Jamasri, Ph.D., Prof. Ir. M. Noer Ilman, ST, M.Sc., Ph.D., Prof. Ir. Heru SBR, M.Eng., Ph.D., Prof. Ir. Alva Edy Tontowi, M.Sc., Ph.D., Prof. Ir. Budi Hartono, ST, MPm, Ph.D., dan Prof. Ir. Dr.Eng. Deendarlianto, ST, M.Eng., saya menghaturkan banyak terima kasih atas semua bimbingan dan dukungannya.

Terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya saya sampaikan kepada Prof. Ir. Heru SBR, M.Eng., Ph.D. dan Prof. Ir. Alva Edy Tontowi, M.Sc., Ph.D., yang telah berkenan mereview dan memberikan saran perbaikan pada naskah pidato pengukuhan guru



besar saya sehingga naskah pidato lebih konstruktif dan terstruktur. Rasa hormat dan terima kasih saya haturkan juga kepada para guru saya di SD Negeri Sumber 2, SMP Negeri 2 Cawas, dan SMA Negeri Cawas, Klaten, Jawa Tengah yang telah meletakkan dasar-dasar pengetahuan, pengalaman, kepribadian, dan pengembangan diri. Ucapan terimakasih juga kami sampaikan kepada teman-teman seangkatan Teknik Mesin 1991, terima kasih atas kekompakan dan pengalaman-pengalamannya.

Kepada para mahasiswa bimbingan saya baik prodi sarjana, magister, dan doktoral teknik mesin, saya ucapkan banyak terima kasih atas bantuan, kerja keras, perjuangan dan kerja samanya dalam melakukan penelitian. Terima kasih juga saya sampaikan kepada Muhammad Agung Bramantya, S.T., M.T., M.Eng., Ph.D., Dr. Danang Lelono, S.Si., M.T., Dr. Andi Dharmawan, S.Si., M.Cs. dan Bakhtiar Alldino Ardi Sumbodo, S.Si., M.Cs. yang telah bekerja Bersama-sama melakukan riset Rispero LPDP yang berjudul “Manufaktur Pesawat Tanpa Awak (Drone) untuk Deteksi Dini Kebakaran Hutan Berbasis Kamera Thermal dan Sensor Cerdas”. Terimakasih kami sampaikan kepada Lanud Adi Sutjipto, Ditjen Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan (PPKL) Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), PT Yogya Presisi Teknikatama Industri (PT YPTI), PT Frogs Indonesia dan APP Sinarmas yang telah mendukung dan bekerjasama dalam kegiatan-kegiatan riset kami.

Terimakasih kami sampaikan kepada rekan-reka juri Kontes Robot Terbang Indonesia (KRTI) Dr. Ir. Djoko Sardjadi, Dr. Ir. Endra Pitowarno, M.Eng, Dr. Ir. Taufiq Mulyanto, ST. DEA, Ir. Hendro Nurhadi, Dipl.-Ing., Ph.D., Mona Arif Muda Batubara, S.T., M.T. dan Joga Dharma Setiawan, B.Sc., M.Sc., Ph.D. yang telah bersama-sama membimbing mahasiswa dalam mengembangkan teknologi pesawat tanpa awak dan menanamkan jiwa cinta dirgantara kepada para mahasiswa. Terimakasih juga kami sampaikan kepada teman-teman profesional alm Bapak Deni, Pak Kaswani, Damar Trijati, ST., Heri Apriyanto, AMd, Narendra Kukuh Sembada, ST. dan Muhammad Iwan Fauzi yang tekun dan bekerja keras membantu penelitian kami.

Terima kasih yang sebesar besarnya, saya persembahkan kepada kedua orang tua saya yang jasanya tidak mampu saya balas, Alm Bpk. Sipulno, BA. dan almrh. Ibu Saliyem, yang telah membesarkan, mengasuh, mendidik dengan sabar, mendoakan tiada henti, berjuang keras menyekolahkan anak-anaknya dan selalu mendorong untuk lebih maju. Teriring do’a semoga Allah SWT menempatkan Bapak dan Ibu kami di tempat yang terbaik. Terimakasih juga kami haturkan kepada orang tua kami, Alm Bpk Retno Budoyo, BSc dan Ibu Dra. Suharti, MM. yang telah menanamkan jiwa mandiri dalam hidup.



Secara khusus, saya persembahkan capaian akademik dan pengukuhan Guru Besar saya untuk orang-orang istimewa yaitu keluarga inti saya. Ucapan terima kasih yang tulus dan tidak akan pernah cukup saya berikan kepada istri saya tercinta Ratna Widiastuti, SIP. atas segala kesabaran, pengertian, perjuangan dan pengorbanannya mengurus keluarga. Untuk anak saya Atina Rohmah Kamadani, S.Ds., Safira Nadia Ramadhani, ST., Amelia Fahima Atlatar dan Hadyan Notolegowo Ayah selalu mendoakan semoga kalian menjadi anak yang sholeh dan sholehah, ber akhlaq mulia, berbakti pada orang tua, berguna bagi nusa, bangsa dan agama dan mempunyai derajat yang tinggi. Aamiin yaa rabbal ‘alamin.

Ibu, Bapak, hadirin yang saya hormati,

Demikianlah pidato pengukuhan Guru Besar saya, atas nama pribadi dan keluarga, saya mengucapkan terima kasih dan apresiasi setinggi-tingginya kepada seluruh hadirin yang telah sabar dan tulus mendengarkan pidato ini, baik yang hadir di Balai Senat Universitas Gadjah Mada maupun yang mengikuti secara daring melalui Zoom maupun youtube. Tidak lupa saya memohon maaf apabila terdapat hal-hal yang kurang berkenan. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya kepada kita semua. Aamiin yaa rabbal ‘alamin.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh



Daftar Pustaka

- Akinci, B., Sadeghian, E., & Garrett, K. H. (2014). Unmanned Aerial Vehicles for Construction Safety and Project Management. *Journal of Construction Engineering and Management*, 140(3).
- ASTTA. (2022, 24 November). Outlook Industri Drone Indonesia 2023. Tersedia di: <https://astta.id/2022/11/24/outlook-industri-drone-indonesia-2023/>
- Blythe, S. (2020). The Military Applications of Unmanned Aerial Vehicles: A Comprehensive Review. *International Journal of Defense Technology*, 12(3), 45-58.
- Bramantya, A.M., Nugroho, G., & Dimas K, R. (2017). Pengaruh Sudut Swept dan Sudut Incidence pada Sayap Pesawat Tanpa Awak dengan Simulasi Komputasi Dinamika Fluida. *Prosiding SNTTM XVI*.
- Chlingaryan, A., Sukkariah, S., & Whelan, B. (2018). Machine Learning Approaches for Crop Yield Prediction and Nitrogen Status Estimation in Precision Agriculture: A Review. *Computers and Electronics in Agriculture*, 151, 61-69.
- Goodchild, A., Glennon, C. (2016). The Use of Unmanned Aerial Vehicles in Transport. Royal Academy of Engineering.
- Gundlach, J., 2014, *Designing Unmanned Aircraft Systems: A Comprehensive Approach*. Reston, VA: American Institute of Aeronautics & Astronautics.
- Haque, M. M., Uddin, M. Z., & Alam, M. S. (2021). The Role of UAV in Emergency Response: A Review. *IEEE Access*, 9, 108789-108807.
- Hall, R. (2014). Utilizing Unmanned Aerial Vehicles for Logistics Delivery in Remote Areas: The Case of Boeing Phantom Eye. *Military Logistics Review*, 20(4), 112-125.
<https://www.dailymotion.com/video/x588zll>
<https://tkdn.kemenperin.go.id>
- Jones, E., & Michael Smith. (2019). The Versatility of UAVs: Applications and Adaptability. *International Journal of Remote Sensing*.
- Lu, L., & Liu, J. (2018). Drone remote sensing for agriculture: A comparison of optical, thermal, and lidar sensors for precision agriculture. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66(49), 12649-12659.
- Mahardika, M., Gesang, N., & Yudha, PE., (2016). UAV long range surveillance system based on BiQuad antenna for the Ground Control Station. *IEEE Conference Proceedings, 2016*, 1-5



- Maheshwari, A., & Dash, S. S. (2020). Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) in Military Applications: A Review. *Defense Technology*, 16(6), 1147-1163.
- Nugroho, G., Taha, Z., Nugraha, T. S., & Hadsanggeni, H. (2015). Development of a fixed wing unmanned aerial vehicle (UAV) for disaster area monitoring and mapping. *Journal of Mechatronics, Electrical Power, and Vehicular Technology*, 6(2), 83–88. <https://doi.org/10.14203/j.mev.2015.v6.83-88>
- Nugroho, G., Satrio, M., Rafsanjani, AA. & Sadewo, RRT., (2015), Avionic system design Unmanned Aerial Vehicle for disaster area monitoring, International Conference on Advanced Mechatronics, Intelligent Manufacture And Industrial Automation.
- Nugroho, G., Rafsanjani, AA., Sadewo, RRT & Strio, M., (2016) Manufacturing process and flight testing of an unmanned aerial vehicle (UAV) with composite material *Applied Mechanics and Materials* 842, 311-318.
- Nugroho, G., Bramantya, MA. & Setiawan, B., (2017), CFD simulation of the end plates effect on the Elang Caraka Unmanned Aerial Vehicle (UAV), International Conference on Advanced Mechatronics, Intelligent Manufacture and Industrial Automation.
- Nugroho, G., & Dectaviansyah, D. (2018). Design, manufacture and performance analysis of an automatic antenna tracker for an unmanned aerial vehicle (UAV). *Journal of Mechatronics, Electrical Power, and Vehicular Technology*, 9(1), 32–40. <https://doi.org/10.14203/j.mev.2018.v9.32-40>
- Nugroho, G., Bramantya, MA., Ghani, MA., Wang, SS. & Kurniawan, YA., (2018), Design, manufacture and flight test of an Electric Ducted Fan (EDF) powered cruise missile, *Journal of Physics: Conference Series* 1130 (1), 012030.
- Nugroho, G., Yanuar, Y. & Wibowo, PA., (2019), Flight Test of Pasopati Electrical Cruise Missile, International Conference on Advanced Mechatronics, Intelligent manufacture and Industrial Automation.
- Nugroho, G., & Dharmawan, A., (2017), Undesirable rolling minimization on the EDF missiles flight based on LQR methods, International Conference on Advanced Mechatronics, Intelligent Manufacture and Industrial Automation.
- Nugroho, G., Zuliardiansyah, G. & Rasyidin, AA, (2022), Performance Analysis of Empennage Configurations on a Surveillance and Monitoring Mission of a VTOL-Plane UAV Using a Computational Fluid Dynamics Simulation , *Aerospace* 9 (4), 208, 2022
- Nugroho, G., Hutagaol, YD. & Zuliardiansyah, G., (2022), Aerodynamic Performance Analysis of VTOL Arm Configurations of a VTOL Plane UAV Using a Computational Fluid Dynamics Simulation, *Drones* 6 (12), 392, 2022



- Nugroho, G., Adhianto, AR., Agustian, D. & Ardi, MK., (2023), Metode untuk Membuat Komposit dengan Pencetakan Bertekanan Balon (Bladder Compression Molding, BCM), Paten No. IDP000087091, 14 April 2023
- Nugroho, G., Antameng, BP. & Putra, MI., (2023), Sistem Disc dan Flange pada Pemasangan Nipple pada Bladder, Paten No. IDP000091105, 13 Desember 2023.
- Nugroho, G. & Wantogia, MSRR., (2019), Proses Fabrikasi dan Sifat Mekanik Komposit Polimer dengan Metode Bladder Compression Moulding, *Journal of Mechanical Design and Testing*.
- Palik, M., & Nagy, M. (2019). Brief history of UAV development. *Repüléstudományi Közlemények*, 31(1), 155–166. DOI: <https://doi.org/10.32560/rk.2019.1.13>
- Sargent, R. (2021). Commercial Drone Market Size, Share & Trends Analysis Report by Product (Fixed Wing, Rotary Blade, Hybrid), by Application (Agriculture, Energy, Government), by Region, and Segment Forecasts, 2021 - 2028. Grand View Research.
- Sharma, A., & Rathi, S., (2020). Drones for Last-Mile Delivery: Implementation and Future Prospects. *IEEE Potentials*, 39(4), 18-22.
- Smith, A. (2012). The Role of UAVs in Search and Rescue Operations. *Journal of Emergency Management*, 10(2).
- Smith, J., & Johnson, S. (2020). The Role of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) in Critical Infrastructure Inspection: A Review. *IEEE Access*.
- Singh, J., Jain, L., & Singh, R. (Eds.). (2016). *Intelligent Unmanned Systems: Theory and Applications*. Springer.
- Thenkabail, P., Lyon, T., & Huete, A. (2019). *Advances in Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) for Environmental and Natural Resources Monitoring*. CRC Press.
- US Departemen of Defence. (2009). *Unmanned systems roadmap 2009-2034*.
- Zaloga, S. (2019). *Unmanned Aerial Vehicles: Robotic Air Warfare 1917-2007*. Bloomsbury Publishing.



BIODATA



Nama : Prof. Dr. Ir. Gesang Nugroho, S.T, M.T., IPM
TTL : Klaten, 5 Oktober 1971
NIP :197110051998031003

Keluarga

Istri : Ratna Widiastuti, SIP.
Anak : Atina Rohmah Kamadani, SDs
Safira Nadia Ramadhani, ST.
Amelia Fahima Atlatar
Hadyan Notolegowo

Riwayat Pendidikan

S-1 : Teknik Mesin, Universitas Gadjah Mada (1997)
S-2 : Teknik Mesin, Institut Teknologi Bandung (2001)
S-3 : Engineering Design and Manufacture, University of Malaya (2010)

Riwayat Pekerjaan

2013 – 2016 : Kepala lab Teknologi Mekanik, Lektor Kepala, Fakultas Teknik,
Universitas Gadjah Mada
2019 – 2022 : Kepala lab Teknologi Mekanik, Lektor Kepala, Fakultas Teknik,
Universitas Gadjah Mada
1998 – Sekarang : Dosen Program Studi Teknik Mesin, Departemen Teknik Mesin dan
Industri FT UGM



Hibah Penelitian

2011 : Special research for alumni, JICA

2012 – 2013 : Penelitian Multi Disiplin, DIKTI

2013 – 2014 : Penelitian Strategis Nasional, DIKTI

2014 – 2018 : Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi, DIKTI

2017 : CPPBT, DIKTI

2019 – 2023 : Penelitian Rispro LPDP

2023 : Peneltian Kedai Reka, DIKTI



Publikasi Ilmiah Terseleksi Internasional (Jurnal)

- Nugroho, G., Taha, Z., Nugraha, T. S., & Hadsanggeni, H. (2015). Development of a fixed wing unmanned aerial vehicle (UAV) for disaster area monitoring and mapping. *Journal of Mechatronics, Electrical Power, and Vehicular Technology*, 6(2), 83–88. <https://doi.org/10.14203/j.mev.2015.v6.83-88>
- Nugroho, G. (2016). Hybrid controller design and simulation for a small-size autonomous helicopter. *International Journal of Intelligent Unmanned Systems*. <https://doi.org/10.1108/ijius-11-2015-0013>
- Nugroho, G., Jani, A. a. R., Sadewo, R. R. T., & Satrio, M. (2016). Manufacturing Process and Flight Testing of an Unmanned Aerial Vehicle (UAV) with Composite Material. *Applied Mechanics and Materials*, 842, 311–318. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.842.311>
- Nugroho, G., Satrio, M., Rafsanjani, A. A., & Sadewo, R. R. T. (2015). Avionic system design Unmanned Aerial Vehicle for disaster area monitoring. *ICAMIMIA 2015*. <https://doi.org/10.1109/icamimia.2015.7508031>
- Nugroho, G., & Dectaviansyah, D. (2018). Design, manufacture and performance analysis of an automatic antenna tracker for an unmanned aerial vehicle (UAV). *Journal of Mechatronics, Electrical Power, and Vehicular Technology*, 9(1), 32–40. <https://doi.org/10.14203/j.mev.2018.v9.32-40>
- Muslim, M., Gesang, N., & Yudha, P. E. (2016). UAV long range surveillance system based on BiQuad antenna for the Ground Control Station. *IEEE Conference Proceedings, 2016*, 1–5 https://jglobal.jst.go.jp/en/detail?JGLOBAL_ID=201702234665986991
- Nugroho, G., Budiyanoto, A., Setiawan, B., & Wiratama, C. (2017). CFD simulation of the end plates effect on the Elang Caraka Unmanned Aerial Vehicle (UAV). *International Conference on Advanced Mechatronics, Intelligent Manufacture, and Industrial Automation. Proceeding - ICAMIMIA 2017*. <https://doi.org/10.1109/icamimia.2017.8387586>
- Nugroho, G., & Dharmawan, A. (2017). Undesirable rolling minimization on the EDF missiles flight based on LQR methods. *International Conference on Advanced Mechatronics, Intelligent Manufacture, and Industrial Automation. Proceeding - ICAMIMIA 2017*. <https://doi.org/10.1109/icamimia.2017.8387563>
- Nugroho, G., Pranoto, I., & Rohmana, N. Z. (2018). Effect of breather type and vacuum pressure on the manufacturing of an unmanned aerial vehicle fuselage using vacuum bagging method. *Nucleation and Atmospheric Aerosols*. <https://doi.org/10.1063/1.5046262>
- Nugroho, G., & Winarbawa, H. (2018c). Investigation of Agel Leaf Fiber/Unsaturated Polyester Composite Cutting Parameters Using CO2 with Laser. *2018 4th International Conference on Science and Technology (ICST)*. <https://doi.org/10.1109/icstc.2018.8528630>
- Nugroho, G., Bramantya, M. A., Ghani, M. a. B. A., Wang, S. S., & Kurniawan, Y. (2018). Design, manufacture and flight test of an Electric Ducted Fan (EDF) powered cruise missile. *Journal of Physics*, 1130, 012030. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1130/1/012030>
- Budiyantoro, C., Rochardjo, H. S. B., & Nugroho, G. (2019). Effect of Processing Parameter on Tensile Properties of Lamina Unidirectional Carbon Fiber Reinforced Polyamide-6. *5th International Conference on Science and Technology, ICST 2019*. <https://doi.org/10.1109/icst47872.2019.9166435>
- Nugroho, G., Yanuar, Y., & Wibowo, P. A. (2019). Flight Test of Pasopati Electrical Cruise Missile. *International Conference on Advanced Mechatronics, Intelligent Manufacture and Industrial Automation, ICAMIMIA 2019*. <https://doi.org/10.1109/icamimia47173.2019.9223373>
- Kusmartono, D., & Nugroho, G. (2019). Simulation effect of crack depth and crack location on cylindrical pressure vessel. *Journal of Physics*, 1351(1), 012082. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1351/1/012082>



- Budiyantoro, C., Rochardjo, H. S. B., & Nugroho, G. (2020). Effects of processing variables of Extrusion–Pultrusion method on the impregnation quality of thermoplastic composite filaments. *Polymers*, 12(12), 2833. <https://doi.org/10.3390/polym12122833>
- Nugroho, G., & Riyadi, A. (2021). Design and Repeatability Test of a 6 Degree of Freedom Robotic Arm. *International Conference on Advanced Mechatronics, Intelligent Manufacture and Industrial Automation, ICAMIMIA 2021 - Proceeding*. <https://doi.org/10.1109/icamimia54022.2021.9807828>
- Budiyantoro, C., Rochardjo, H. S. B., & Nugroho, G. (2021b). Design, manufacture, and performance testing of Extrusion–Pultrusion machine for Fiber-Reinforced thermoplastic pellet production. *Machines*, 9(2), 42. <https://doi.org/10.3390/machines9020042>
- Budiyantoro, C., Rochardjo, H. S. B., & Nugroho, G. (2021c). Overmolding of hybrid long and short carbon fiber polypropylene composite: Optimizing processing parameters. *Journal of Manufacturing and Materials Processing*, 5(4), 132. <https://doi.org/10.3390/jmmp5040132>
- Nugroho, G., Dharmawan, A., Lelono, D., & Martiningtyas Handayani, A. (2021). WAYPOINT TRACKING OF A FIXED-WING UAV USING THE L1 CROSS TRACK ERROR CONTROL. *ICIC International*, 13(2). <https://doi.org/10.24507/icicelb.13.02.115>
- Nugroho, G., & Budiyantoro, C. (2022). Optimization of fiber factors on flexural properties for carbon fiber reinforced polypropylene. *Journal of Composites Science*, 6(6), 160. <https://doi.org/10.3390/jcs6060160>
- Nugroho, G., Zuliardiansyah, G., & Rasyiddin, A. A. (2022). Performance analysis of empennage configurations on a surveillance and monitoring mission of a VTOL-Plane UAV using a computational fluid dynamics simulation. *Aerospace*, 9(4), 208. <https://doi.org/10.3390/aerospace9040208>
- Nugroho, G., Hutagaol, Y. D., & Zuliardiansyah, G. (2022). Aerodynamic performance analysis of VTOL arm configurations of a VTOL plane UAV using a computational fluid dynamics simulation. *Drones*, 6(12), 392. <https://doi.org/10.3390/drones6120392>
- Wibowo, A., Alandro, D., Killian, M. S., Nugroho, G., Raghu, S. N. V., & Muflikhun, M. A. (2023). Mechanical evaluation and characterization of hybrid sugarcane bagasse microfibrillated cellulose with added filler materials for use as disposable utensils. *Advanced Composite Materials*, 1–21. <https://doi.org/10.1080/09243046.2023.2180793>

Karya Buku

- 2014 : Mekantronika, Gama Press
- 2024 : Mekantronika: Pendekatan Praktis, Gama Press

Perolehan HKI

- 2023 : Paten No. IDP000087091, Metode Untuk Membuat Komposit Dengan Pencetakan Bertekanan Balon (*Bladder Compression Molding, BCM*)
- 2023 : Paten No. IDP000091105, Sistem Disc dan Flange pada Pemasangan Nipple pada Bladder

