



Majelis Guru Besar
Institut Teknologi Bandung

Pidato Ilmiah Guru Besar
Institut Teknologi Bandung

Profesor Muljowidodo Kartidjo

**PERANAN MEKATRONIKA DALAM
MENUNJANG PENGEMBANGAN
PRODUK BERTEKNOLOGI MAJU**

28 Maret 2008
Balai Pertemuan Ilmiah ITB

KATA PENGANTAR

Pertama-tama penulis ingin memanjatkan puji dan syukur kehadirat Allah SWT, atas segala berkah dan karunia yang dilimpahkan kepada penulis selama ini. Juga ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada Majelis Guru Besar Institut Teknologi Bandung atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menyampaikan orasi pada hari ini, Jum'at 28 Maret 2008.

Sesuai dengan bidang yang penulis alami hingga saat ini, orasi yang mengambil judul "**Peranan Mekatronika Dalam Menunjang Pengembangan Produk Berteknologi Maju**" akan membahas sejarah dan perkembangan Teknologi Mekatronik & Robotika serta perannya dalam mendukung pengembangan produk berteknologi maju baik di Dunia maupun di Indonesia. Selanjutnya akan penulis paparkan kontribusi penulis dalam memajukan teknologi mekatronika baik didalam kegiatan pendidikan, penelitian serta pengembangan produk-produk mekatronika bagi kepentingan dunia industri pada khususnya dan masyarakat pada umumnya. Pada bagian akhir akan diuraikan secara singkat rencana berbagai kegiatan yang akan dilaksanakan dimasa mendatang.

Besar harapan penulis, kesempatan untuk berbagi pengetahuan dan pengalaman ini dapat memberikan manfaat bagi dunia pendidikan dan industri di Indonesia. Semoga apa yang penulis lakukan selama ini dapat memberikan sedikit sumbangan bagi kemajuan pembangunan Nusa dan Bangsa yang kita cintai bersama.

Bandung, 28 Maret 2008

Muljowidodo Kartidjo

Judul: Pidato Ilmiah Guru Besar Institut Teknologi Bandung
**PERANAN MEKATRONIKA DALAM MENUNJANG
PENGEMBANGAN PRODUK BERTEKNOLOGI MAJU**

Hak Cipta ada pada penulis

Data katalog dalam terbitan

KARTIDJO, Muljowidodo
Pidato Ilmiah Guru Besar
Institut Teknologi Bandung:
PERANAN MEKATRONIKA DALAM MENUNJANG
PENGEMBANGAN PRODUK BERTEKNOLOGI MAJU
Disunting oleh Muljowidodo Kartidjo

Bandung: Percetakan cv. Senatama Wikarya, 2008

vi+36 h., 17,5 x 25 cm

1. Pendidikan Tinggi 1. Muljowidodo Kartidjo

Percetakan cv. Senatama Wikarya, Jalan Sadang Sari 17 Bandung 40134

Telp. (022) 70727285, 0811228615; E-mail:paulusuyanto@yahoo.co.id

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
1. Pendahuluan	1
2. Perkembangan Teknologi Mekatronika	3
3. Peranan Mekatronika Dalam Menunjang Pengembangan Produk Berteknologi Maju	5
4. Kontribusi Penulis dalam Pengembangan Teknologi Mekatronik & Robotika	10
4.1 Pengembangan Mata Kuliah	14
4.2 Basic Research	14
4.3 Transportation System	16
4.4 Under Water Vehicles	16
4.5 Un-manned Aerial Vehicles	17
4.6 Machine Tools	17
4.7 Robotic & Automation Education Tools	18
4.8 Commercial Products	18
5. Rencana Kegiatan Mendatang	19
5.1 Pengembangan Pendidikan	19
5.2 Pengembangan Kegiatan Penelitian	20
5.2.1 Centr-UMS (Center for Un-manned System Studies)	20
5.2.2 Pengembangan UUV (Un-manned Under Water Vehicles)	22
5.2.3 Pengembangan UAV (Un-manned Aerial Vehicles)	23
5.3 Pengembangan Kegiatan Pengabdian pada Masyarakat	26
Ucapan Terima Kasih	29
Daftar Pustaka	30
Curriculum Vitae	33

PENDAHULUAN

Ilmu pengetahuan dan teknologi yang berhasil dikuasai oleh segolongan masyarakat atau suatu bangsa, terbukti tidak hanya memberikan dampak yang jelas pada perubahan tata kehidupan masyarakat tersebut secara luas, namun secara langsung juga memberikan mereka posisi yang lebih menguntungkan apabila dibandingkan dengan masyarakat atau bangsa lain yang tidak atau belum menguasai ilmu pengetahuan dan teknologi tersebut.

Sebagai contoh dapat diberikan disini dari sejarah perkembangan peradaban manusia, beberapa perubahan fundamental tata kehidupan masyarakat akibat penguasaan suatu jenis teknologi tertentu, diantaranya :

- Penguasaan teknologi perkapalan dan navigasi serta teknologi persenjataan telah mampu memberikan manfaat yang sangat besar bagi bangsa di benua Eropa sehingga mereka dapat menguasai berbagai tempat yang cukup strategis diberbagai belahan dunia hingga saat ini.
- Penguasaan teknologi mesin uap yang kemudian mendorong terjadinya Revolusi Industri Pertama memberikan posisi yang sangat menguntungkan bagi yang menguasainya dalam kancah perdagangan dan perekonomian dunia.
- Berkembangnya teknologi komputer dan informatika yang dikatakan juga sebagai Revolusi Industri Kedua, melahirkan berbagai jenis

produk dan industri serta mampu menciptakan sedemikian besar lapangan kerja baru yang mungkin tidak terbayangkan sebelumnya. Kemampuan penguasaan sebagian kecil saja dari teknologi tersebut ternyata mampu mendorong pertumbuhan ekonomi suatu negara serta memakmurkan rakyatnya.

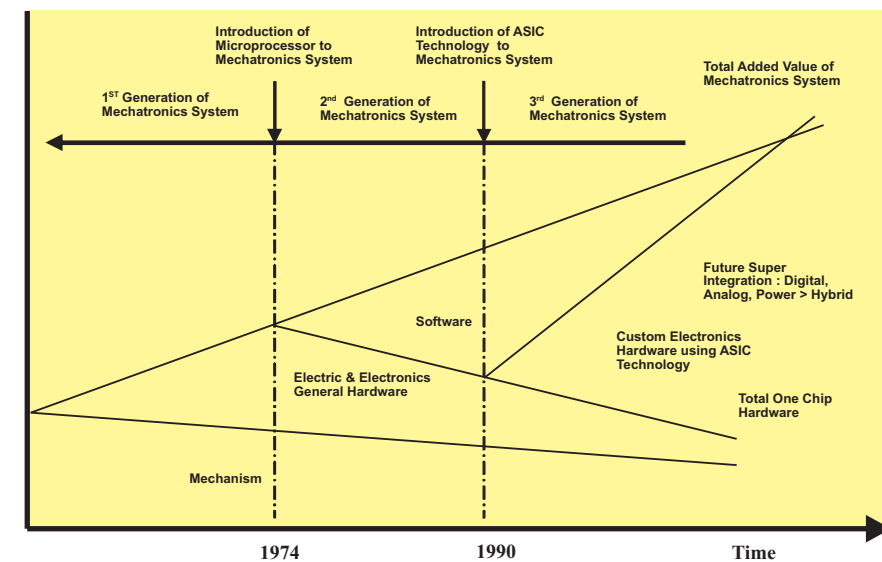
Kondisi yang sangat alamiah tersebut masih berlangsung hingga saat ini, dimana produk-produk industri yang laku dan mampu bersaing dipasaran dunia sebagian besar didukung oleh teknologi maju yang diaplikasikan pada produk tersebut. Selain itu produk-produk tersebut biasanya memiliki kandungan nilai tambah yang cukup besar sehingga mampu memberikan keuntungan dan kemakmuran bagi masyarakat atau negara yang memproduksinya.

Dari sekian jenis teknologi maju yang digunakan produk-produk industri unggulan dunia, salah satu diantaranya adalah Teknologi Mekatronika. Masih bisa kita ingat beberapa waktu yang lalu, bagaimana berbagai jenis produk mekanik berteknologi lama yang punah akibat tidak mampu lagi bersaing dan digantikan dengan produk baru berteknologi maju dengan fungsi serupa, seperti misalnya mesin ketik mekanik, "slide rule" ataupun mesin hitung mekanik. Dapat kita lihat pula bagaimana berbagai produk lama yang kemudian dilengkapi dengan teknologi baru memiliki kemampuan yang jauh meningkat dibandingkan dengan bentuk produk sebelumnya seperti mesin jahit, motor penggerak, pesawat udara serta berbagai jenis peralatan rumah tangga disekitar kita sehari-hari.

2. PERKEMBANGAN TEKNOLOGI MEKATRONIKA

Teknologi Mekatronika yang merupakan gabungan dari beberapa disiplin ilmu pengetahuan dan teknologi terlahir akibat munculnya produk baru yang mengaplikasikan kombinasi beberapa jenis teknologi dalam rancangannya serta kemudian didukung oleh pesatnya perkembangan beberapa teknologi pendorongnya. Teknologi Mekatronika berkembang secara bertahap seiring dengan kemajuan beberapa teknologi yang menjadi pendorongnya seperti yang diperlihatkan dalam *Gambar 1* berikut ini.

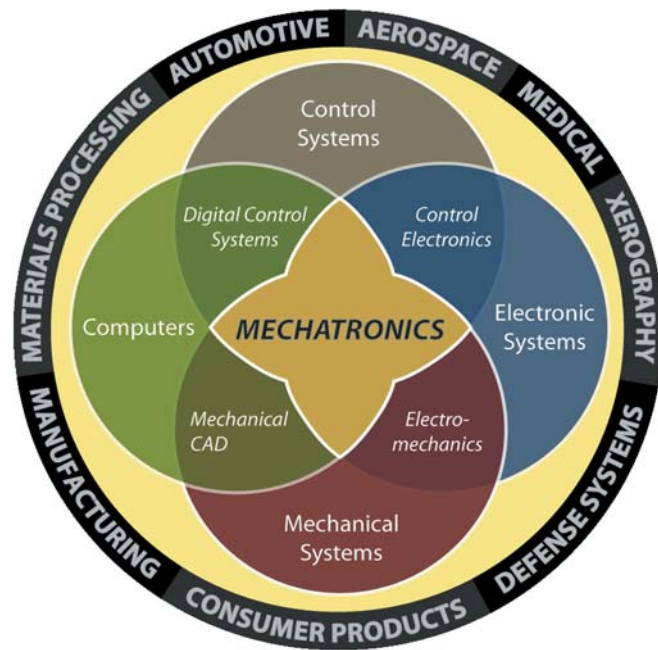
Sebelum microprocessor diperkenalkan pada sekitar tahun 1974, yaitu Intel 8080A, produk mekatronika mengandalkan pada rangkaian relay dan komponen elektrik diskret sebagai rangkaian pengaturnya, dimana untuk teknologi tersebut belum dimungkinkan adanya komponen software dalam rancangannya.



Gambar 1: Perkembangan Teknologi Mekatronika.

Dengan digunakannya microprocessor, maka melalui komponen software-nya lebih meningkatkan kemampuan suatu produk mekatronika secara luas, seperti dimungkinkannya rancangan perangkat mekanik berintelegensia melalui aplikasi algoritma kontrolnya. Setelah itu, usaha untuk memperkecil ukuran rangkaian elektronik yang diperlihatkan dalam bentuk komponen khusus ASIC dan integrasi berbagai rangkaian dalam bentuk rangkaian hybrid misalnya mendorong miniaturisasi keseluruhan sistem dan produk mekatronika

Secara umum berbagai teknologi pendorong kemajuan mekatronika diperlihatkan dalam *Gambar 2* berikut ini. Dalam gambar tersebut terlihat bahwa terdapat 4 jenis komponen teknologi dasar yang mendukung kemajuan teknologi Mekatronika, yaitu : Sistem Mekanika, Sistem Elektronika, Sistem Pengaturan atau Kontrol dan Teknologi Komputer



Gambar 2 : Komponen Pendukung Teknologi Mekatronika

Gabungan keempat komponen teknologi tersebut melahirkan berbagai teori dan perangkat baru yang meningkatkan kemampuan teknologi mekatronika secara keseluruhan. Mechanical CAD (Computer Aided Design) misalnya merupakan suatu perangkat yang sangat memudahkan kita dalam perancangan suatu produk baru. Bukan hanya dalam hal perancangan bentuk fisiknya saja, namun dapat pula digunakan untuk menghitung kekuatannya, menganalisa berbagai parameter yang mempengaruhi karakteristik komponen-komponennya, bahkan dapat pula kita gunakan untuk melakukan simulasi unjuk kerja produk tersebut jauh sebelum produk itu sendiri selesai dibuat. Electro-Mechanical, Electronic Controls dan Digital Control Systems melahirkan berbagai komponen baru yang dapat digunakan dalam rancangan produk dengan unjuk kerja yang lebih baik, atau bahkan tidak mungkin dilakukan pada rancangan-rancangan produk sebelumnya.

3. PERANAN MEKATRONIKA DALAM MENUNJANG PENGEMBANGAN PRODUK BERTEKNOLOGI MAJU

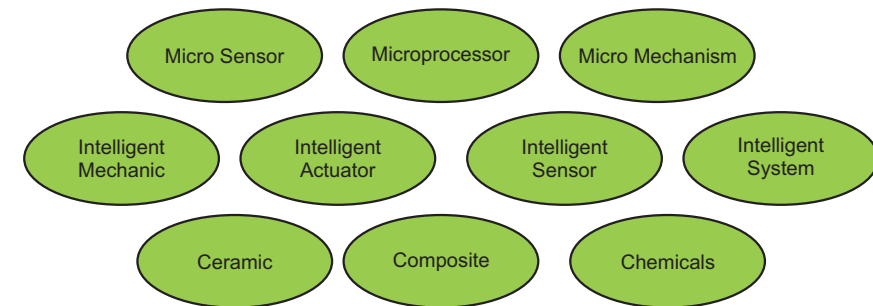
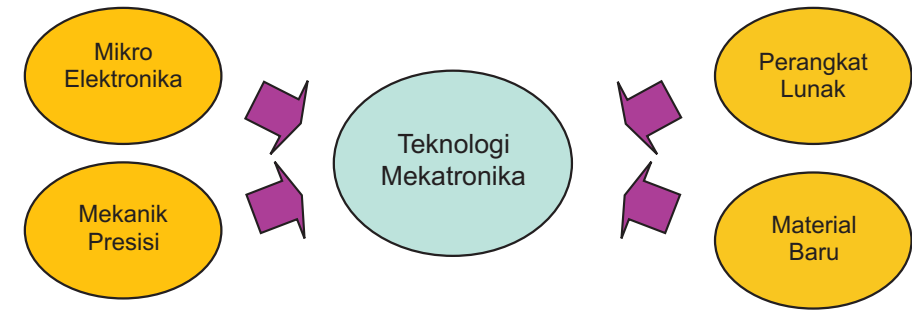
Aplikasi dari teknologi mekatronika merambah keberbagai bentuk produk, baik dalam bentuk produk yang sama sekali baru maupun penyempurnaan dari produk-produk lama. Dalam bentuk alat-alat untuk sistem pertahanan misalnya, aplikasi teknologi Mekatronika memberikan dampak yang sangat jelas dalam meningkatkan kemampuannya seperti yang diperlihatkan dalam *Gambar 3* dibawah ini.



Gambar 3 : Peluru Kendali V-1 dan Tomahawk

Peluru kendali atau bom terbang V-1 yang sepenuhnya menggunakan komponen mekanik dan digunakan pada Perang Dunia II merupakan cikal bakal dari berbagai peluru kendali modern saat ini seperti Tomahawk misalnya yang memanfaatkan sepenuhnya teknologi mekatronik.

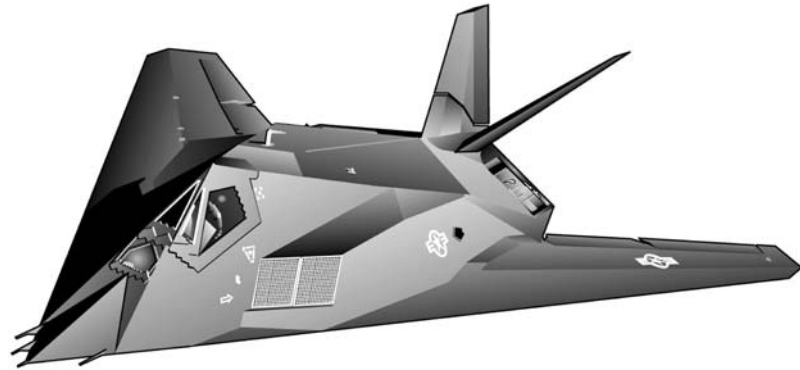
Munculnya produk-produk baru akibat perkembangan yang sangat pesat pada berbagai komponen pendukung teknologi mekatronika dunia seakan-akan tidak terbendung lagi, mewarnai kehidupan manusia sehari-hari. Usaha miniaturisasi berbagai komponen produk akibat perkembangan teknologi Micro dan Nano misalnya, menghasilkan produk-produk baru yang sangat unggul dipasaran dunia. Perkembangan lebih jauh dari teknologi mekanik presisi, mikroelektronika, sistem kontrol maju dan material baru memperkaya bahan baku dan komponen yang dapat diaplikasikan dalam rancangan produk baru seperti yang diperlihatkan dalam *Gambar 4* berikut ini.



Gambar 4 : Komponen Mekatronika dalam Produk Berteknologi Maju

Sebagai gambaran bagaimana teknologi mekatronika mampu menunjang pengembangan berbagai produk berteknologi maju, maka dapat diuraikan disini salah satu saja contoh aplikasinya pada produk yang cukup banyak dikenal dimasyarakat yaitu pesawat udara.

Aplikasi dari teknologi mekatronika yang digunakan dalam rancangan pesawat terbang siluman Lockheed F-117 Night Hawk memungkinkan pesawat tersebut dapat diterbangkan. Padahal dilihat dari segi aerodinamika pesawat tersebut tidak mungkin dapat diterbangkan oleh pilot pesawat tanpa bantuan sistem kontrol digital yang secara otomatis menjaga kestabilan terbang pesawat tersebut.



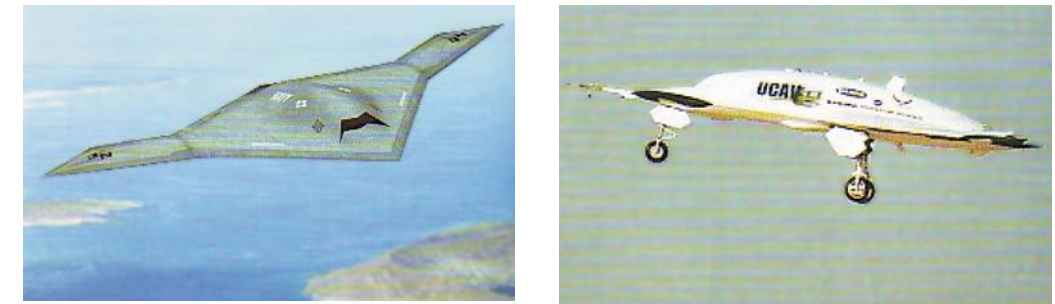
Gambar 6 : Lockheed F-117 Night Hawk

Aplikasi lebih jauh teknologi mekatronika adalah pada rancangan pesawat udara tanpa awak atau yang dikenal dengan UAV (Un-manned Aerial Vehicles). Pesawat tersebut dapat diterbangkan tanpa pilot didalamnya, dan di beberapa rancangan dapat sepenuhnya terbang secara mandiri dari take-off sampai mendarat kembali. Berbagai bentuk pesawat UAV telah banyak dikenal dewasa ini, dan beberapa contoh dari pesawat tersebut diperlihatkan dalam *Gambar 7* berikut ini.



Gambar 7 : Berbagai bentuk pesawat UAV

Pengembangan lebih lanjut dari pesawat UAV seperti yang dilakukan pada pesawat UAV Predator adalah mempersenjatainya dengan roket ataupun peluru kendali. Beberapa liputan berita akhir-akhir ini baik dari Perang Irak ataupun di Palestina memperlihatkan peran dari pesawat UAV tersebut. Kemudian secara logis dapat diperkirakan bahwa langkah lebih jauh arah pengembangan pesawat UAV tersebut adalah pesawat tempur tanpa awak yang dikenal dengan namaUCAV (Un-manned Combat Air Vehicles). Beberapa contoh rancangan pesawatUCAV diperlihatkan dalam *Gambar 8* berikut ini.



Gambar 8 : Beberapa Rancangan PesawatUCAV

Disisi lain, perkembangan teknologi mekatronika yang makin mampu untuk memperkecil ukuran berbagai komponen baik mekanik maupun elektronik melahirkan berbagai rancangan produk UAV (Un-manned Aerial Vehicles) yang juga berukuran kecil seperti yang diperlihatkan dalam *Gambar 9*.. dibawah ini.



Gambar 9 : UAV Mini dan UAV Micro

Kecenderungan produk-produk maju lainnya yang ditunjang oleh teknologi mekatronika juga menuju kearah yang sama, yaitu lebih kecil, lebih presisi, lebih cepat, lebih cerdas sehingga secara langsung akan meningkatkan kemampuannya.

4. KONTRIBUSI PENULIS DALAM PENGEMBANGAN TEKNOLOGI MEKATRONIK & ROBOTIKA

Mau tidak mau produk teknologi mekatronika juga mulai memasuki Indonesia baik dalam bentuk produk untuk industri maupun produk untuk umum dan rumah tangga. Berbagai jenis Mesin Perkakas CNC dan Robot Industri juga mulai digunakan di beberapa industri manufaktur Indonesia pada awal tahun 1980-an. Hal ini menyebabkan timbulnya kebutuhan akan penguasaan teknologi mekatronika di Indonesia.

Pada tahun 1983, penulis mendapatkan tugas dari ketua KBK Teknik Produksi Jurusan Teknik Mesin ITB Prof. Sri Hardjoko Wirjomartono,

dimana penulis bergabung didalamnya, untuk memikirkan pengembangan teknologi Mekatronika terutama untuk penguasaan Teknologi Mesin Perkakas CNC dan Robot Industri. Penulis kemudian mengusulkan adanya Mata Kuliah Mekatronika dalam kurikulum Jurusan Teknik Mesin serta menyiapkan materi pengajarannya, dimana mata kuliah tersebut saat ini telah menyebar dan digunakan diseluruh Jurusan Teknik Mesin Perguruan Tinggi di Indonesia sebagai mata kuliah wajib.

Untuk lebih mempercepat penguasaan teknologi tersebut, serta sebagai sarana penelitiannya, maka pada tahun 1985 penulis mendirikan Laboratorium Otomasi dan Robotika di Jurusan Teknik Mesin ITB.



**Automation & Robotics Laboratory
Mechanical Engineering Department
Bandung Institute of Technology**

Untuk mendanai pendirian serta biaya operasi awal dari laboratorium tersebut penulis menjual lisensi produk hasil penelitian penulis yaitu Pemanas Air Tenaga Surya, ke suatu perusahaan BUMN, dimana saat ini produk tersebut cukup dikenal luas oleh masyarakat dan memiliki pangsa pasar yang cukup besar di Indonesia.



Pada tahun 1990, Laboratorium Otomasi & Robotika yang didirikan dirasakan telah cukup kuat, sehingga diputuskan dan memberanikan diri untuk mengikuti Pameran Manufacturing Indonesia 1990 di Jakarta, dan mendapatkan penghargaan sebagai Stand Pameran Terbaik di anjang pameran tersebut.



Dampak dari ikut sertanya dalam pameran tersebut menyebabkan Laboratorium Otomasi & Robotika ITB cukup dikenal dimasyarakat, sehingga berbagai permintaan bantuan dari masyarakat industri maupun masyarakat umum, mampu menyebabkan Laboratorium tersebut berkembang dan mandiri hingga saat ini.

Berbagai jenis peralatan industri otomatis, mesin perkakas CNC dan robot industri telah dirancang, dibuat dan digunakan di berbagai industri di Indonesia.

Di kalangan masyarakat Indonesia, produk-produk teknologi Mekatronika juga mulai dikenal dengan baik, terutama melalui media massa yang sering meliput salah satu produk teknologi mekatronika yang populer yaitu Robot.

Salah satu sarana sosialisasi teknologi robot yang banyak diliput media

massa dan memberikan manfaat yang sangat besar bagi kemajuan teknologi ini misalnya adalah acara KRI (Kontes Robot Indonesia) dan KRCI (Kontes Robot Cerdas Indonesia) yang diikuti oleh sebagian besar PTN dan PTS serta kalangan umum dari seluruh pelosok Indonesia. Penulis ikut aktif membina dan membantu Direktorat Jenderal Perguruan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional dalam penyelenggaraan kedua Kontes Robot tersebut sebagai partisipasi untuk ikut memajukan teknologi Robot pada khususnya dan Teknologi Mekatronika pada umumnya.



Gambar 10 : Kontes Robot dan Robot Cerdas di Indonesia

Sejak didirikannya Laboratorium Otomasi & Robotika ITB pada tahun 1985, berbagai penelitian guna mengembangkan teknologi Mekatronika telah penulis lakukan bersama-sama rekan staff dosen, asisten, teknisi dan mahasiswa secara terus menerus hingga saat ini, dan hasil kegiatan tersebut dapat diuraikan secara singkat berdasarkan klasifikasi sbb :

- 4.1 Pengembangan Mata Kuliah
- 4.2 Basic Research

- 4.3 Transportation Systems
- 4.4 Under Water Vehicles
- 4.5 Un-manned Aerial Vehicles
- 4.6 Machine Tools
- 4.7 Robotic & Automation Education Tools
- 4.8 Commercial Products

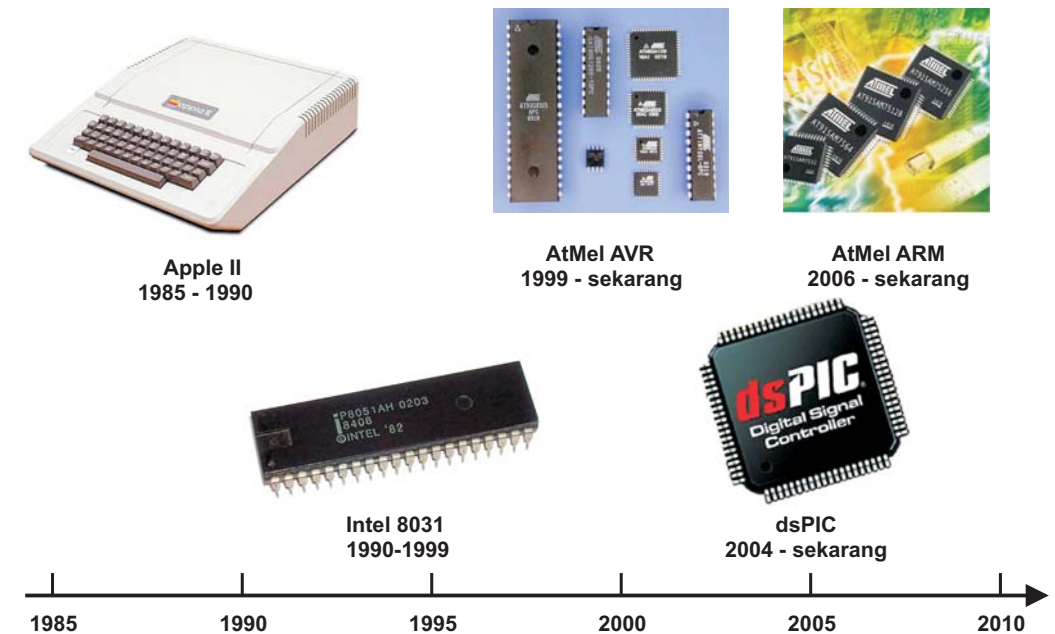
4.1 Pengembangan Mata Kuliah

Seiring dengan kemajuan yang dicapai, beberapa mata kuliah baru yang menunjang pengembangan teknologi Mekatronika diperkenalkan di Jurusan Teknik Mesin ITB, meliputi: Mekatronika I, Mekatronika II, Mekatronika Lanjut, Pengukuran Teknik, Mesin Perkakas CNC, Robotika dan Otomasi Peralatan Pabrik. Mata kuliah tersebut diberikan baik untuk strata pendidikan S1 maupun S2. Selain mata kuliah Pengukuran Teknik dan Robotika, maka mata kuliah-mata kuliah lainnya masih penulis kelola hingga saat ini.

4.2 Basic Research

Hasil kegiatan dibidang penelitian dasar bertujuan untuk mendapatkan penguasaan teknologi komponen dasar mekatronika meliputi sistem kontrol, sensor, actuator, mekanisme, kinematik, dinamik serta perangkat lunak yang diperlukan. Salah satu komponen dasar yang sangat penting dari sistem mekatronika yang dibangun adalah microcomputer dan microcontroller yang secara intensif digunakan dalam berbagai set-up eksperimen. Pada awal pendiriannya, kontroler dasar yang digunakan

adalah Mikro Komputer Apple. Kemudian secara berturut-turut hingga saat ini disampaikan dalam *Gambar 11*, berikut ini.



Gambar 11: Perkembangan Penggunaan Microcontroller di Laboratorium Otomasi & Robotika ITB

Tiga jenis microcontroller masih digunakan baik didalam set-up penelitian maupun sebagai sistem kontrol yang disesuaikan kemampuannya pada berbagai produk industri yang dikembangkan di laboratorium. Berbagai produk industri yang digunakan sebagai topik penelitian diantaranya adalah :

- AGV (Automatic Wire-guided Vehicle)
- 4 Wheel Drive 4 Wheel Steering Mobile Robot
- Omni Directional Mobile Robot
- Modular Cartesian Robot
- Sub-Micron Precision Table
- IMU (Inertial Measurement Unit)

4.3 Transportation Systems

Kegiatan penelitian dan pengembangan produk dalam bidang sistem transportasi terutama difokuskan pada aplikasi teknologi mekatronika baik dalam bentuk konstruksi mekanik ataupun sistem kontrolnya. Beberapa bentuk produk sistem transportasi yang telah dan sedang dikembangkan diantaranya adalah:

- Aeromovel - 1989
- Model of Straddle Type Monorel – 2004
- Model of Hanging Type Monorel - 2005
- MonoBeam Monorel - 2007

4.4 Under Water Vehicles

Wahana benam tanpa awak sangat diperlukan oleh berbagai pihak di Indonesia, mengingat negara kita merupakan negara kepulauan, dimana banyak informasi mengenai kondisi dibawah permukaan laut yang belum diketahui. Selain itu banyaknya konstruksi bawah laut seperti anjungan lepas pantai, pipa dan kepala sumur minyak dan gas memerlukan inspeksi yang sebagian hanya dapat dilakukan dengan robot bawah air, mengingat kedalamannya. Kegiatan penelitian yang dimulai pada tahun 2001 masih terus berlanjut, dan telah menghasilkan beberapa prototipe produk wahana benam tanpa awak sbb.:

- Remotely Operated Underwater Vehicle - 2002
- Remotely Operated Underwater Vehicle - 2003
- Autonomous Underwater Vehicle – 2005

4.5 Un-manned Aerial Vehicles

Kegiatan penelitian dan pengembangan berbagai jenis pesawat udara tanpa awak telah dan sedang dilaksanakan mengingat besarnya manfaat dari produk tersebut bagi berbagai penggunaannya baik di Indonesia maupun diberbagai negara lainnya didunia. Beberapa bentuk prototype pesawat tanpa awak yang telah dan sedang dikembangkan diantaranya adalah:

- Small Hand Launched UAV – 2005
- Medium Hand Launched UAV – 2006
- Short Range Fixed Wing UAV - 2007
- Medium Range Fixed Wing UAV – 2007
- Long Range Fixed Wing UAV - 2007
- VTOL Fixed Wing UAV - 2006

Berbagai jenis prototipe pesawat UAV ini telah menarik perhatian dunia usaha, sehingga pada tahun 2006 sebagai spin off dari kegiatan penelitian ini telah didirikan suatu perusahaan dengan nama PT Robo Aero Indonesia, yang memproduksi dan melaksanakan komersialisasi dari hasil penelitian tersebut.

4.6 Machine Tools

Beberapa jenis prototype mesin perkakas CNC dan mesin perkakas lain telah dikembangkan dalam kegiatan penelitian selama beberapa tahun, diantaranya adalah:

- Prototype CNC Milling Machine – 1990
- Prototype PCB Milling Machine - 1993
- Model 4 Axis CNC Wire Cut Machine - 1994
- 300 Tons Double Acting Hydraulic Presses - 2004

Walaupun kegiatan penelitian dan pengembangan produk diatas dilihat dari segi teknologi cukup besar manfaatnya bagi penguasaan teknologinya, namun usaha komersialisasi hasil penelitian ini kurang memberikan hasil yang memuaskan.

4.7 Robotic & Automation Education Tools

Terdapat beberapa hasil penelitian yang ditujukan sebagai sarana untuk memudahkan pemahaman serta sosialisasi teknologi mekatronika dalam bentuk educational tools, diantaranya adalah :

- Tarantula Robot - 2004
- Ant Robot - 2004
- 5 Axis Education Robot – 2005
- Easy Programmable Controller - 2005

Beberapa prototype produk diatas masih terus disempurnakan guna dapat dimanfaatkan nantinya bagi masyarakat luas.

4.8 Commercial Products

Dapat disampaikan disini bahwa beberapa hasil penelitian dalam bentuk prototype produk yang dilaksanakan telah berhasil dikembangkan menjadi produk-produk komersial, dimana telah dibuat dan dipasarkan secara luas. Produk-produk tersebut adalah :

- Solar Water Heater - 1985
- Solar Lighting System – 2004
- Pesawat Tanpa Awak UAV - 2007

Solar Water Heater diproduksi dan dipasarkan oleh PT WIKA

Solar Power System diproduksi dan dipasarkan oleh PT SOLARE

Pesawat Tanpa Awak UAV diproduksi dan dipasarkan oleh PT Robo Aero Indonesia.

5. RENCANA KEGIATAN MENDATANG

Terdapat beberapa rencana kegiatan yang mudah-mudahan dapat terlaksana dimasa-masa mendatang sebagai tanggung jawab yang penulis sadari akan semakin bertambah besar. Rencana kegiatan tersebut secara garis besar dapat dibagi menjadi 3 hal yaitu.:

- Pengembangan Pendidikan
- Pengembangan Kegiatan Penelitian
- Pengembangan Pengabdian kepada Masyarakat

5.1 Pengembangan Pendidikan

Melihat makin besarnya kebutuhan industri dan masyarakat akan tenaga kerja yang menguasai teknologi mekatronika, maka dalam kurun 10 tahun terakhir ini banyak Universitas didunia yang membuka Program Studi Mekatronika. Merupakan keinginan penulis untuk mengajak staf dosen ITB lainnya untuk secepatnya mulai merintis pendirian Program Studi Mekatronika di ITB. Salah satu upaya lain untuk mempercepat pendirian program study tersebut, penulis merintis program kerja sama dengan Prof. Kamal Youcef-Toumi dari MIT (Massachusett Institute of Technology) untuk mengembangkan secara bersama teknologi UUV (Unmanned Underwater Vehicles) serta membantu dalam menyusun kurikulum yang tepat bagi Program Stusi Mekatronika yang akan dibentuk nantinya.

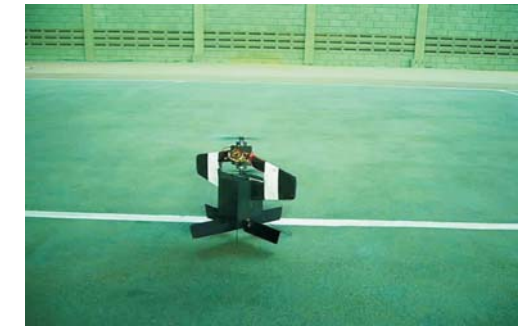
5.2 Pengembangan Kegiatan Penelitian

5.2.1 CentrUMS (Center for Un-manned System Studies)

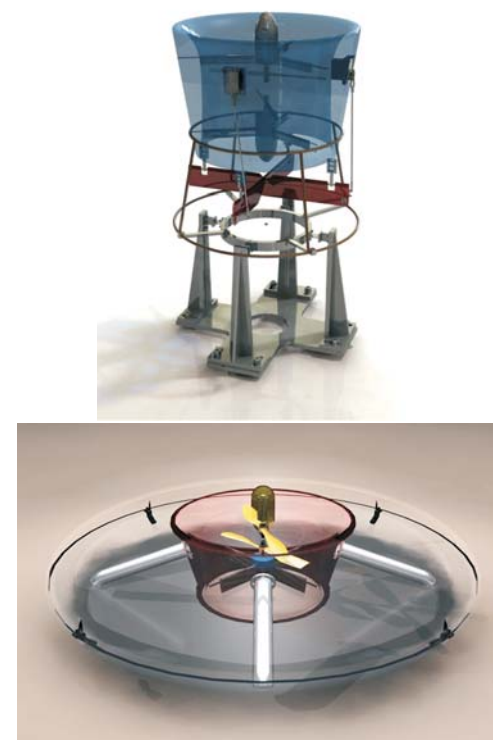
Untuk lebih memperluas kegiatan penelitian, maka penulis telah merintis pendirian pusat penelitian teknologi mekatronika di ITB dengan melibatkan beberapa staf dosen dari berbagai disiplin keilmuan. Pusat penelitian tersebut telah diresmikan berdirinya pada tahun 2007 dengan surat keputusan Rektor ITB dan diberi nama CentrUMS (Center for Un-manned System Study) atau Pusat Studi Wahana Tanpa Awak.



Pada bulan Februari 2008 yang lalu, CentrUMS ITB telah melakukan perjanjian kerja sama dengan Konkuk University Seoul – Korea Selatan untuk secara bersama-sama melaksanakan program kerjasama jangka panjang pengembangan Wahana VTOL (Vertical Take-Off and Landing). Hal tersebut berawal ketika penulis mendapat undangan untuk mempresentasikan hasil penelitian mengenai VTOL ITB di Seoul – Korea pada tahun 2006 yang lalu.



Untuk mempersiapkan kerjasama tersebut, dalam Gambar 12, diperlihatkan set-up eksperimental serta prototipe beberapa rancangan Wahana VTOL yang akan dikembangkan di CentrUMS – ITB.



Gambar 12 : Set-up Eksperimental & Prototype beberapa VTOL

Salah satu keuntungan bagi CentrUMS – ITB dalam kerjasama ini adalah adanya kemungkinan untuk memanfaatkan teknologi dan jaringan industri yang ada di Korea Selatan dalam program miniaturisasi, baik untuk komponen sistem kontrolnya, aktuator serta komponen sensornya.

5.2.2 Pengembangan UUV (Un-manned Under Water Vehicles)

Kegiatan pengembangan wahana benam tak berawak atau UUV dimulai awalnya dari Laboratorium Otomasi & Robotika pada tahun 2002 secara mandiri, namun setelah itu melalui kerjasama yang dilakukan dengan BPPT (Badan Pengkajian & Penerapan Teknologi), maka telah dihasilkan beberapa prototipe wahana benam, yaitu Clamp, Oyster dan Squid.

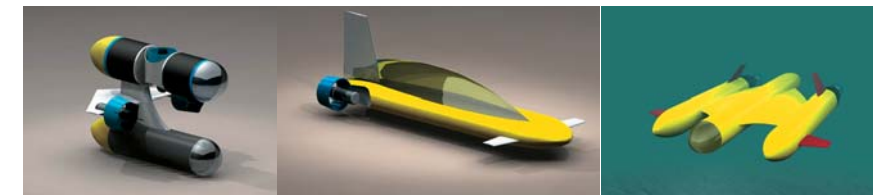
Rekam Jejak Riset (Track Record)					
2001	2002	2003	2004	2005	2006
CLAMP		OYSTER		SQUID	



Clamp merupakan wahana benam pertama yang dikembangkan sepenuhnya oleh Laboratorium Otomasi & Robotika, sedangkan *Oyster* dan *Squid* merupakan prototipe wahana benam yang dikembangkan bersama BPPT. *Clamp* dan *Squid* merupakan wahana benam ROV (Remotely Operated Vehicles) sedangkan *Squid* merupakan wahana benam mandiri atau autonomous UUV.

Rencana jangka panjang atau Road Map pengembangan wahana benam yang rencananya akan dilaksanakan dapat diuraikan sbb.:

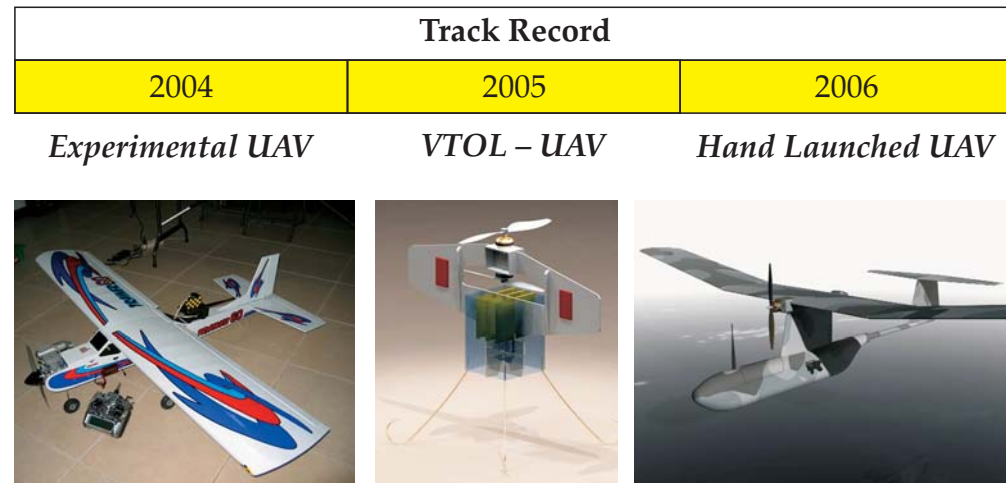
Periode Riset yang Diusulkan			
2007 -2008	2008 - 2009	2010	2011
SHRIMP	SHARK	MANTA RAY	



Shrimp merupakan wahana benam ROV sederhana yang direncanakan untuk memasuki tahapan komersialisasi, *Shark* merupakan wahana benam pertama yang dapat memuat penumpang untuk tujuan rekreasi sedangkan *Manta Ray* merupakan wahana benam autonomous UUV yang merupakan penyempurnaan dari wahana benam mandiri *Squid*. *Shark* dan *Manta* juga dipersiapkan sebagai bentuk produk wahana benam yang diarahkan untuk tujuan komersialisasi.

5.2.3 Pengembangan UAV (Un-manned Aerial Vehicles)

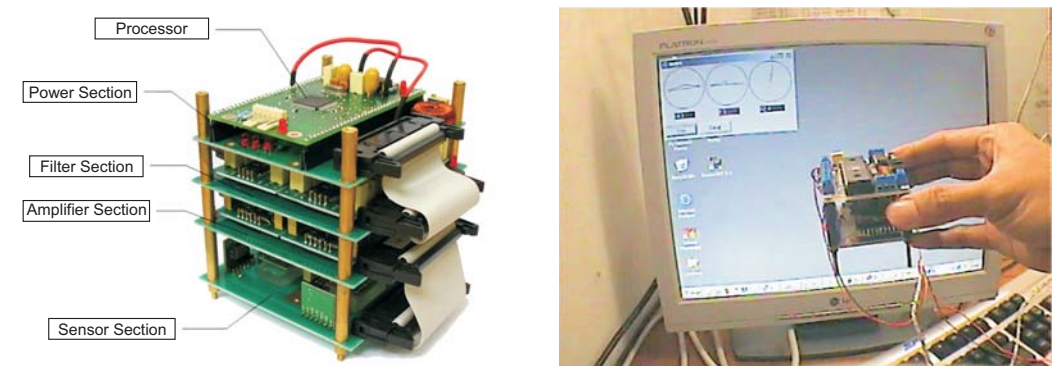
Pengembangan UAV yang dimulai pada tahun 2004 telah menghasilkan beberapa prototipe produk yang telah diuji terbangkan. Tahapan kegiatan dan bentuk dari produk-produk UAV tersebut dapat dilihat sebagai berikut.



Tahun 2006, telah didirikan perusahaan PT Robo Aero Indonesia yang akan melakukan komersialisasi produk-produk UAV tersebut.

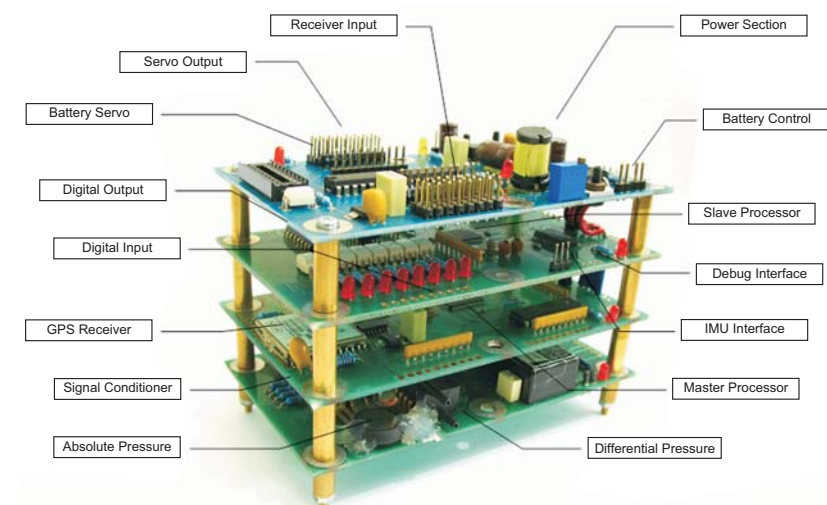
Perlu disampaikan disini bahwa pengembangan UAV yang dilakukan meliputi hampir keseluruhan teknologi yang diperlukan secara mandiri, sehingga ketergantungan kepada komponen impor yang kadang-kadang terhambat embargo akibat kebijakan politik beberapa negara maju tidak terjadi.

Salah satu sensor terpenting untuk semua rancangan wahana tak berawak adalah perangkat IMU (Inertial Measurement Unit) yang mampu mengukur perubahan gerak rotasi dalam 3 derajat kebebasan. Sensor tersebut menggunakan 3 axis sensor gyro, 3 axis sensor accelerometer dan 3 axis sensor magnetometer, dan selama bertahun-tahun telah disempurnakan terutama pada pengembangan perangkat lunaknya di Laboratorium Otomasi & Robotika. Bentuk terakhir dari sensor IMU tersebut diperlihatkan dalam *Gambar 13* berikut ini.



Gambar 13 : IMU (Inertial Measurement Unit)

Demikian pula khusus untuk UAV, komponen lain yang tak kalah pentingnya adalah Flight Control Unit, dimana komponen ini digunakan sebagai sistem kontrol terbang dan navigasi pesawat secara autonomus. Sama halnya dengan sensor IMU, komponen ini telah berhasil dikembangkan secara mandiri dan diperlihatkan dalam *Gambar 14* berikut ini.



Gambar 14 : Flight & Navigation Control Unit

Kedua komponen penting inilah yang digunakan sebagai sistem pengatur terbang dan navigasi bagi seluruh pesawat UAV yang dirancang.

Rencana jangka panjang atau Road Map untuk program pengembangan UAV dimasa mendatang akan dilaksanakan dalam bentuk pembuatan beberapa prototipe UAV sbb.:

Periode Riset Yang Direncanakan			
2007	2008	2009	2010

Mid-Range UAV VTOL – Drone *Long Range Dual Engine UAV*



Mid Range UAV telah selesai dikembangkan pada tahun 2007, dan telah mulai dipasarkan mulai tahun 2008. VTOL Drone akan dikembangkan pada tahun 2008 dan Long Range Dual Engine UAV yang rencananya akan dikembangkan pada tahun 2009 – 2010 ternyata saat ini telah mendekati tahap penyelesaiannya.

5.3 Pengembangan Kegiatan Pengabdian pada Masyarakat

Hasil dari kegiatan penelitian yang dilaksanakan di Laboratorium Otomasi & Robotika maupun di CentrUMS – ITB ditujukan pada akhirnya agar dapat digunakan bagi kepentingan masyarakat luas.

Hingga saat ini, hasil penelitian yang telah dapat dirasakan secara langsung manfaatnya oleh masyarakat seperti yang telah diuraikan didepan meliputi Pemanas Air Tenaga Surya – PT WIKA

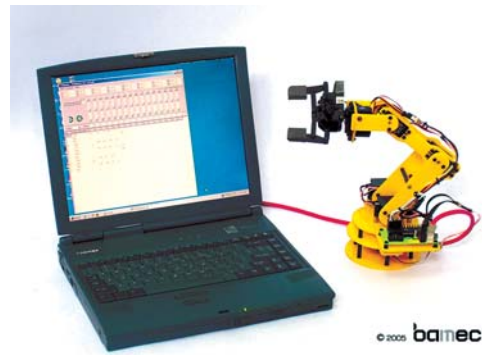


Sistem Penerangan Tenaga Matahari – PT SOLARE, serta Pesawat UAV – PT Robo Aero Indonesia.

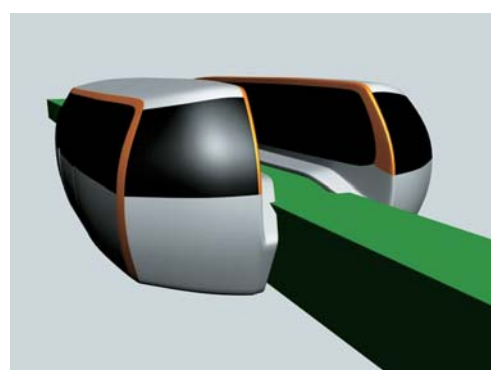


Dimasa mendatang telah disusun rencana untuk melakukan kegiatan pengembangan beberapa prototipe produk, baik yang dilakukan di Laboratorium Otomasi & Robotika ataupun CentrUMS - ITB dan diharapkan pula akan segera mencapai tahapan komersialisasi, diantaranya adalah :

- Wahana Benam Tanpa Awak – PT Robo Marine Indonesia
- Wahana Darat Tanpa Awak – PT Robo Marine Indonesia
- Sarana pendidikan Teknik Mekatronika - PT BAMEC



- Sarana Transportasi Kota MonoRail



Model MonoBeam Monorail

Model Monorail

Besar harapan penulis bahwa hasil kegiatan penelitian dan pengembangan yang penulis dilaksanakan di ITB, dapat segera dirasakan manfaatnya bagi kepentingan masyarakat pada khususnya dan bagi kemajuan pembangunan bangsa dan negara pada umumnya. ♦

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan memanjatkan puji syukur ke hadirat Allah swt, pertama-tama izinkanlah penulis menyampaikan ungkapan terima kasih kepada semua pihak di ITB terutama Prof. Sri Hardjoko Wirjomartono serta Prof Tata Surdia yang telah memberikan kesempatan serta telah membimbing penulis hingga mampu mencapai jabatan fungsional Guru Besar ITB. Penulis juga mengucapkan terima kasih pada pimpinan dan anggota MGB ITB yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menyampaikan pidato ilmiah ini.

Secara khusus penulis sangat bersyukur memperoleh kesempatan untuk mendapatkan bimbingan yang sangat keras oleh Prof. Jacques Peters di Katholieke Universiteit te Leuven Belgie, serta inspirasi kerja yang sangat bermanfaat dari Prof. Paul Vanherckx, dimana keduanya jelas telah menorehkan warna dasar dalam cara penulis berkarya. Jelas bahwa apa yang penulis lakukan hingga kini tidak mungkin dilakukan seorang diri, bantuan dari berbagai kolega dosen di ITB, asisten dan teknisi serta mahasiswa, telah memberikan andil dalam semua pencapaian yang telah penulis sampaikan laporannya dalam pidato ilmiah ini, untuk itu penulis ucapkan terima kasih yang tak terhingga.

Penulis juga mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada teman-teman dari berbagai kalangan swasta yang telah membantu penulis baik dalam bentuk kepercayaan, kesempatan ataupun dana dalam usaha menyebarkan hasil penelitian penulis kekalangan masyarakat secara luas. Secara khusus penulis mengucapkan terimakasih yang tak

terhingga kepada ayah penulis R.Kartidjo yang telah melarang penulis menjadi tentara dan mengarahkan penulis untuk kuliah di ITB, serta kepada ibu penulis Rr.Mukardijah yang tidak ada lelahnya memberikan bimbingan hidup kepada penulis hingga saat ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada kakak penulis Ir. Judojono serta adik penulis Dr.Ir. Budisantoso yang selama ini selalu setia menemani penulis dalam berdiskusi, dan "mengoprek" sesuatu secara bersama.

Akhirnya sulit bagi penulis untuk mengungkapkannya dalam kata-kata, rasa syukur dan terimakasih penulis kepada istri tercinta Dwi Endah Sunurini dan kedua anak penulis Wisnu Aji Prabowo dan Noely Ardhya Paramitha, yang telah memberikan pengertian begitu mendalam dan kebebasan yang begitu luas selama ini, bagi penulis dalam berkarya. Semoga Allah swt memberikan rachmat dan berkah kepada mereka-mereka yang telah dengan sadar atau tidak mereka sadari, telah membantu penulis selama ini. Amin.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bradley, Dawson et al, *Mechatronics, Electronics in products and processes*, Chapman and Hall Verlag, 1991.
2. Karnopp, Dean C., Donald L. Margolis, Ronald C. Rosenberg, *System Dynamics: Modeling and Simulation of Mechatronic Systems*, Wiley, 2006.
3. Cetinkunt, Sabri, *Mechatronics*, John Wiley & Sons, Inc, 2007
4. Muljowidodo, Indra Djodi Kusuma *Buku Kuliah Mekatronika*, 1989

5. Muljowidodo, B. Darmawan S.4. *Wheel-Drive 4 Wheel-Steering AGV* Proceeding of Theoretical and Experimental Mechanics Conference - 1993
6. Muljowidodo, Chahyadi S. *Omni-directional Vehicle* Majalah Mesin, Institut Teknologi Bandung, 2003
7. Swinson, J. et. al., "Horizontal and vertical take-off and landing unmanned aerial vehicle", United States Patent No. 5890441, April 6, 1999
8. J Yuh, *Design and Control of Autonomous Underwater Robots: A Survey*, *Autonomous Robots*, vol. 8, pp.7–24, 2000.
9. John J. Leonard, Andrew A. Bennett, Christopher M. Smith, Hans Jacob S. Feder, "Autonomous Underwater Vehicle Navigation", MIT Marine Robotics Laboratory Technical Memorandum 98-1, Cambridge, USA, 1998



CURRICULUM VITAE

A. PERSONAL DATA

1. Nama : Muljowidodo Kartidjo.
2. Unit di ITB : Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara,
Institut Teknologi Bandung
3. Alamat Kantor : Jl. Ganesha 10, Bandung, 40134
4. Alamat Rumah : Jl. Bijaksana No. 7, Bandung, 40132

B. RIWAYAT PENDIDIKAN:

- Sarjana (S1) : Departemen Mesin – ITB 1975
- Doktor (S3) : Katholieke Universiteit te Leuven – Belgie
1979

C. RIWAYAT JABATAN:

- 1987 – : Kepala Laboratorium Otomasi & Robotika
Jurusan Teknik Mesin ITB
- 1987 – : Anggota KBK Teknik Produksi dan Staff Pengajar
Jurusan Teknik Mesin ITB
- 1987 – 1989 : Sekretaris Jurusan Teknik Mesin ITB
- 2007 – : Kepala CentrUMS - ITB
- 1987 – 2002 : Technical Assistant BPPT (Badan Pengkajian dan

Penerapan Teknologi) Proyek Laboratorium MEPPPO (Lab. Mesin Perkakas Teknik Produksi dan Otomasi)

- 1986-1998 : Technical Assistant PT. IPTN (Aircraft Industry), Bandung
- 1982–2003 : Technical Assistant for PT. Pupuk Kaltim - Bontang

D. PENELITIAN & PUBLIKASI

a) Penelitian Kebijakan Industri

- 1980 : Feasibility Study on Establishment of Dies & Mould Industry in Indonesia.
- 1980 : Feasibility on Briquetting Plant for PT. Krakatau Steel Cilegon
- 1980 : Study on the Development of Small Scale Industry in the field of Machine Tools in Indonesia
- 1981 : Study on the Development of Component for Commercial Vehicle Industries in Indonesia
- 1981 : Feasibility Study on Establishment of Regional Centre for Metal Industry of ASEAN
- 1981 : Feasibility Study on Establishment of Machine Tools Industry in Indonesia
- 1981 : Long Term Development Plan for Machinery and Plant Equipment Industries in Indonesia
- 1983 : Monitoring System for Engineering Industries in Indonesia
- 1984 : Study on the Potential of Boiler, Tractor and

Diesel Engine Industries in Indonesia

- 1983 : Study on the Development of Favorable Policy and Condition to Promote the Local Component for Boiler, Pressure Vessel & Plant Equipment Industries
- 1984 : Study on the Potential of Four Wheel Vehicle Industries in Indonesia

b) Penelitian Teknologi

Telah diuraikan didepan.

c) Publikasi 2 tahun terakhir

- Muljowidodo, Jenie, S.D. and Budiyono, A., "Design, Development and Testing of Underwater Vehicles: ITB Experience", The International Conference on Underwater System Technology: Theory and Application, Penang, Malaysia, 18-21 July 2006.
- Muljowidodo and Budiyono, A., "Design and Development of Micro Aerial Vehicle at ITB", International Conference on Technology Fusion, Seoul, Korea, 17-19 May 2006.
- Muljowidodo, Budiyono, A. and Kurniantoro, "Development of VTOL-UAV", International Conference on Production and Manufacturing, Kuala Lumpur, Malaysia, March 2006.
- Muljowidodo K., Sapto Adi Nugroho, "Heading Lock Maneuver Testing of Autonomous Underwater Vehicle : Sotong – ITB", International conference on intelligent Unmanned System, Bali, Indonesia, October 2007.

- Muljowidodo K , Tutut Prasetyo, "Vibration Isolation and Prefiltering on Strapdown Inertial Sensor Mini UAV-Proto2", International conference on intelligent Unmanned System, Bali, Indonesia, October 2007.