

Laporan Kajian Hala Tuju Program
aerowangkasa
Institusi Pengajian Tinggi Awam 2010-2020

Laporan Kajian Hala Tuju Program
aeroangkasa
Institusi Pengajian Tinggi Awam 2010-2020



Disediakan oleh

Jawatankuasa Kajian Hala Tuju Program Aeroangkasa IPTA
Jabatan Pengajian Tinggi
Kementerian Pengajian Tinggi Malaysia
PUTRAJAYA • 2010

© **Jabatan Pengajian Tinggi**
Kementerian Pengajian Tinggi Malaysia 2010

Hak cipta terpelihara. Mana-mana bahagian penerbitan ini tidak boleh dihasilkan semula, disimpan dalam sistem simpanan kekal, atau dipindahkan dalam sebarang bentuk atau sebarang cara elektronik, mekanik, penggambaran semula, rakaman dan sebagainya tanpa terlebih dahulu mendapat izin daripada pihak Jabatan Pengajian Tinggi, Kementerian Pengajian Tinggi Malaysia.

Perpustakaan Negara Malaysia Data Pengkatalogan-dalam-Penerbitan

Laporan kajian hala tuju program aeroangkasa institusi pengajian tinggi
awam 2010-2020 / sidang editor Abd. Rahim Abu Talib ... [et al.].

Bibliografi: ms 33

ISBN 978-983-3663-43-9

1. Aeronautics--Study and teaching (Higher)--Malaysia. 2. Universities and colleges--Curricula Malaysia. 3. Education, Higher--Malaysia. 4. Aerospace industries--Malaysia. I. Abd Rahim Abu Talib.

629.10711

Rupa Taip Teks : ITC Symbol

Saiz Taip Teks: 9.5/14 poin

Reka Bentuk dan Reka Letak:
Penerbit Universiti Putra Malaysia
43400 UPM, Serdang
Selangor Darul Ehsan

Laporan ini diterbitkan oleh Penerbit Universiti Putra Malaysia untuk
Jabatan Pengajian Tinggi, Kementerian Pengajian Tinggi Malaysia

KANDUNGAN

PRAKATA	VII
SIDANG EDITOR	IX
1 PENDAHULUAN	1
1.1. Definisi Kejuruteraan Aeroangkasa dan Sains Angkasa	1
1.2. Objektif Kajian	3
1.3. Jawatankuasa Kajian Hala Tuju Program Aeroangkasa	3
2 LATAR BELAKANG PROGRAM KEJURUTERAAN AEROANGKASA DAN SAINS ANGKASA DI MALAYSIA	6
3 KEPERLUAN INDUSTRI AEROANGKASA	12
3.1. Hala Tuju Industri Aeroangkasa Negara	12
3.2. Status Industri	15
3.3. Analisa Keperluan Tenaga Pekerja	16
3.4. Industri Sains Angkasa di Malaysia	19
4 ANALISA KEDUDUKAN SEMASA PROGRAM KEJURUTERAAN AEROANGKASA	24
4.1. Kurikulum	24
4.2. Modal Insan	31
4.3. Kelengkapan Makmal	32
4.4. Kajian Pengesanan Graduan	36
5 KESIMPULAN	38
5.1. Penambahbaikan Program Aeroangkasa IPTA	38
5.2. Pembangunan Sumber Manusia	39
5.3. Pembangunan Prasarana	39
5.4. Implikasi Kewangan	39
5.5. Polisi Berkaitan Aeroangkasa	39
RUJUKAN	41
LAMPIRAN	43

PRAKATA

Alhamdulillah, bersyukur ke hadrat Allah SWT dengan keizinan-Nya, Laporan Kajian Hala Tuju Program Aeroangkasa IPTA ini dapat disempurnakan. Bagi menandingi negara-negara maju dalam bidang aeroangkasa, Malaysia memerlukan graduan yang terhasil dari program kejuruteraan aeroangkasa di Institusi Pengajian Tinggi Awam (IPTA) agar menepati pelbagai kriteria keperluan industri, berpengetahuan masa hadapan, inovatif, serta memiliki kemahiran secukupnya. Jawatankuasa Kajian Hala Tuju Program Aeroangkasa ditubuhkan oleh Kementerian Pengajian Tinggi untuk mengkaji kedudukan terkini kurikulum aeroangkasa dan mencadangkan penambahbaikan program.

Saya mewakili pihak Jawatankuasa ini merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada individu berikut kerana telah memberi kerjasama dalam menjayakan penghasilan laporan ini. Mereka yang terlibat adalah Abas Abdul Wahab, Prof. Ir. Dr. (UTHM), Adnan Husain (UTHM), Ahmad Akhtar Mohamad Bakri (UPM), Ahmad Samsuri Mokhtar, Prof. Dr. (UniSEL), Amir Akramin Shafie, Dr. (UIAM), Baharuddin Yatim, Dato'. Prof. Dr. (UKM), Faizal Mustapha, Dr. (UPM), Farzad Ismail, Dr. (USM), Kamarul Arifin Ahmad, Dr. (USM), Kamarulzaman Zainal, Lt. Kol. (B) (MiGHT), Maszlan Ismail (ANGKASA), Mohamed Tarmizi Ahmed, Lt. Kol. (B) (UPM) Mohammad Nazri Mohd Ja'far, Prof. Dr. (UTM), Mohd Nurul Azammi Mohd Nudri (MiGHT), Mohd Ramly Ajir, Prof. Madya (UPM), Mohd. Alauddin Mohd. Ali, Prof. Dr. (UKM), Mustafa Din Subari, Dr. (ANGKASA), Renuganth Varatharajoo, Prof. Madya Dr.-Ing Ir. (UPM), Saiddi Ali Firdaus, Ir. (UPNM), Shahnor Basri, Prof. Ir. Dr. (UPM), Sulaiman Hasan, Prof. Dr. (UTHM), Tholudin Mat Lazim, Prof. Madya Dr. (UTM), Yulfian Aminanda, Prof. Madya Dr. (UIAM), Zaidi Mohd Ripin, Prof. Madya Dr. (USM), Zainal Abidin Wan Cik, Prof. Madya (UPNM).

Akhir kata, diharap laporan ini menjadi asas dalam menentukan dasar dan arah tuju program kejuruteraan aeroangkasa di Malaysia khususnya di Institut Pengajian Tinggi Awam untuk tempoh 10 tahun yang akan datang.

ABD.RAHIM ABU TALIB, Ph.D

Pengerusi

Jawatankuasa Kajian Hala Tuju Program Aeroangkasa IPTA

Oktober 2009

SIDANG EDITOR

Abd. Rahim Abu Talib
Ahmad Akhtar Mohamad Bakri
Ahmad Samsuri Mokhtar
Baharuddin Yatim
Kamarul Arifin Ahmad
Kamarulzaman Zainal
Mohd Ramly Ajir
Mohammad Nazri Mohd Ja'afar
Mohd Nurul Azammi Mohd Nudri
Zaidi Mohd Ripin

1 PENDAHULUAN

Pasaran pekerjaan yang ditawarkan oleh industri berteknologi tinggi pada masa kini memerlukan jurutera yang bukan sahaja mampu mereka bentuk produk, malah mampu menyelesaikan masalah teknikal sistem kejuruteraan yang sofistikated dan kompleks. Bagi industri aeroangkasa, selain kemampuan di atas, jurutera industri ini harus juga berkebolehan bekerja di dalam persekitaran global dengan profesional dari pelbagai disiplin dari negara yang berbeza zon masa dan budaya. Hakikat ini memerlukan graduan yang terhasil dari program kejuruteraan aeroangkasa di Institusi Pengajian Tinggi Awam (IPTA) menepati pelbagai kriteria keperluan industri, berpengetahuan masa hadapan, inovatif, serta memiliki kemahiran secukupnya.

Sehubungan dengan itu, Kementerian Pengajian Tinggi telah menubuhkan Jawatankuasa Hala Tuju Program Aeroangkasa yang dianggotai oleh Dekan dan Ketua Jabatan bagi mengkaji kedudukan terkini kurikulum dan program kejuruteraan aeroangkasa yang ditawarkan oleh IPTA. Selain menilai status program, Jawatankuasa ini juga dikehendaki mencadangkan kaedah memperkasakan bidang kejuruteraan aeroangkasa agar ianya diberi lonjakan yang diperlukan justeru membolehkan program aeroangkasa memberi impak yang lebih besar kepada negara.

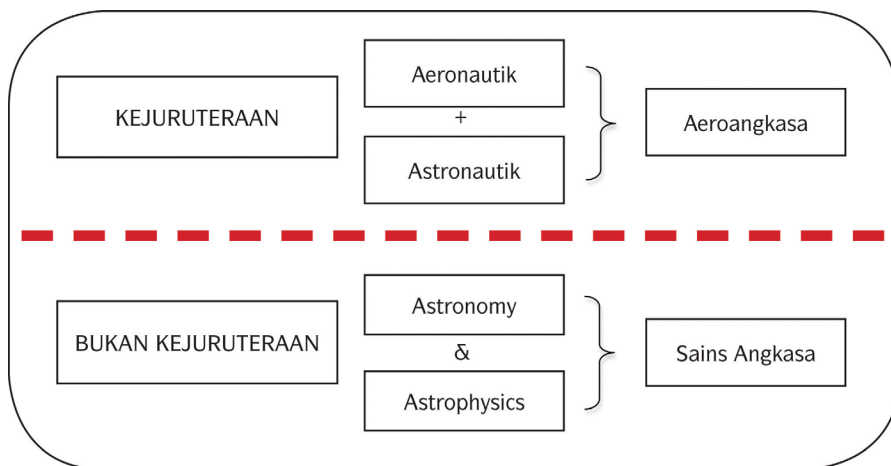
Laporan ini telah disediakan sebagai asas bagi menentukan dasar dan arah tuju program kejuruteraan aeroangkasa di Malaysia untuk tempoh 10 tahun yang akan datang supaya hasrat menjadi negara maju menjelang 2020 tercapai.

1.1 Definisi Kejuruteraan Aeroangkasa dan Sains Angkasa

Menurut Aerospace Dictionary terbitan Cambridge University Press (2004), definisi yang berkaitan “aeroangkasa” adalah seperti berikut:

- a. **Aeroangkasa (*Aerospace*)** - bidang yang berkaitan dengan reka bentuk pesawat terbang dan kapal angkasa, sebagaimana di dalam teknologi aeroangkasa
- b. **Aeronautik (*Aeronautics*)** - bidang yang berkaitan dengan reka bentuk, pembangunan dan operasi pesawat terbang
- c. **Astronautik (*Astronautics*)** - bidang yang berkaitan dengan reka bentuk, pembangunan dan operasi kapal angkasa
- d. **Sains Angkasa (*Space sciences*)** - bidang yang berkaitan dengan astronomi dan astrofizik yakni:
 - Astronomi - kajian sains berkaitan dengan kaji bintang dan objek selain daripada bumi di ruang angkasa
 - Astrofizik - kajian fizik berkaitan dengan alam semesta, terutamanya yang melibatkan keadaan benda, dan perpindahan serta penghasilan tenaga.

Berdasarkan kepada definisi di atas, pengajian berkaitan aeroangkasa dan sains angkasa boleh dikategorikan kepada dua (2); satu bersifat kejuruteraan dan satu lagi tidak. Ini boleh digambarkan seperti di Rajah 1.



Rajah 1 Definisi asas bidang berkaitan aeroangkasa dan sains angkasa

Dengan penjelasan di atas, program kejuruteraan aeroangkasa yang dimaksudkan di dalam laporan ini hanya mengambil kira pengajian yang berkaitan dengan aeronautik dan astronautik - yakni bidang-bidang yang berasaskan kejuruteraan sahaja.

1.2 Objektif Kajian

Objektif kajian ini adalah untuk mencapai matlamat bagi;

- a. memperkasakan program kejuruteraan aeroangkasa di IPTA sejajar dengan hasrat negara menerokai industri berteknologi tinggi ini,
- b. memaksimumkan impak program kejuruteraan aeroangkasa untuk faedah perkembangan sains dan teknologi di dalam industri aeroangkasa, dan
- c. mengoptimumkan pelbagai sumber di IPTA yang menawarkan program kejuruteraan aeroangkasa dan seterusnya memperkukuhkan *niche* institusi yang menawarkan program tersebut.

Untuk mencapai objektif di atas, aspek-aspek kurikulum, kelengkapan, peralatan dan fasiliti, modal insan serta kebolehterimaan graduan di pasaran pekerjaan telah di analisa. Berdasarkan kepada fakta tersebut, hala tuju, keperluan dan strategi yang perlu dilaksanakan oleh setiap IPTA yang menawarkan program aeroangkasa dikenal pasti.

1.3 Jawatankuasa Kajian Hala Tuju Program Aeroangkasa

Jawatankuasa Kajian yang telah ditubuhkan oleh Kementerian Pengajian Tinggi ini melibatkan ahli-ahli yang terdiri daripada individu yang mempunyai kepakaran, pengetahuan teknikal, dan pengalaman penyelidikan dalam bidang kejuruteraan aeroangkasa dan sains angkasa di dalam dan luar negara. Ianya dianggotai oleh:

Hala Tuju Program Aeroangkasa IPTA 2010-2020

- Dr. Abd. Rahim Abu Talib (UPM) – Pengerusi
- Prof. Dato' Dr. Baharudin Yatim (UKM)
- Prof. Dr. Mohammad Nazri Mohd Ja'afar (UTM)
- Prof. Dr. Ahmad Samsuri Mokhtar (UNISEL)
- Prof. Madya Dr. Zaidi Mohd Ripin (USM)

Bagi maksud pengumpulan maklumat dan penulisan laporan ini, perbincangan dengan pakar-pakar industri aeroangkasa dan ahli akademik dari institusi luar negara yang bertaraf dunia telah dijalankan. Lawatan kerja ke institusi berikut telah dilaksanakan pada awal tahun 2008 untuk tujuan tersebut.

Antara tempat yang telah dilawati adalah seperti berikut:

- Department of Flying Vehicle, Beijing Institute of Technology (BIT), Beijing, China
- China National Space Administration (CNSA), Beijing, China
- Satrec Initiatives (Satellite manufacturer), South Korea
- Korean Aerospace Research Institutes (KARI), South Korea
- Korea Advanced Institutes of Science and Technology (KAIST), South Korea
- Institute of Space and Astronautical Sciences (JAXA), Japan
- Department of Aeronautics and Astronautics, University of Tokyo, Japan
- Department of Aerospace Engineering, University of Maryland, USA

Dalam menghasilkan laporan ini, input pakar dari United Kingdom dan Germany, *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) dan *European Space Agency* (ESA) juga telah diterima. Selain daripada itu, Jawatankuasa ini juga menerima pandangan dari pakar-pakar tempatan melalui siri bengkel yang telah diadakan seperti dalam Jadual 1.

Jadual 1 Kronologi penyediaan kajian hala tuju aeroangkasa IPTA

Tarikh	Perkara
29 Sept 2009	Mesyuarat Pembentangan Draf Akhir Laporan Hala tuju Bidang Aeroangkasa IPTA, Jabatan Pengajian Tinggi, Putrajaya.
24-26 Sept 2009	Bengkel Pemurnian Laporan Hala tuju Bidang Aeroangkasa IPTA, Hotel Pan Pacific, KLIA.
30 Jun 2009	Mesyuarat Pelantikan Pengerusi Jemaah Dekan Aeroangkasa dan Pemurnian Laporan Hala tuju Aeroangkasa IPTA, Jabatan Pengajian Tinggi, Putrajaya.
9-10 Feb 2008	Bengkel Hala tuju Bidang Aeroangkasa IPTA, Hotel Equatorial, Bangi.
20-26 Jan 2008	Lawatan Kerja Jawatankuasa Hala tuju Aeroangkasa IPTA ke negara China, Korea Selatan dan Jepun.
18 Dis 2007	Mesyuarat Pembentangan status semasa Program Aeroangkasa di setiap IPTA.
11 Mei 2007	Mesyuarat Ketua Pengarah, Jabatan Pengajian Tinggi bersama dengan Dekan-dekan Kejuruteraan IPTA.

LATAR BELAKANG PROGRAM KEJURUTERAAN AEROANGKASA DAN SAINS ANGKASA DI MALAYSIA

Pengajian bidang aeroangkasa di Malaysia telah bermula sejak tahun 1983. Ianya pertama kali diperkenalkan di Universiti Teknologi Malaysia (UTM) melalui program Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Aeronautik) yang pada masa itu khusus untuk menampung keperluan jurutera di dalam pasukan Tentera Udara DiRaja Malaysia (TUDM). Oleh kerana permintaan untuk mengikuti program aeroangkasa meningkat dari tahun ke tahun, tempat yang terhad di UTM telah mendorong Universiti Putra Malaysia (UPM) memulakan program Bacelor Kejuruteraan (Aeroangkasa)nya pada 1996. Ini diikuti Universiti Sains Malaysia (USM) pada tahun 1998 setelah diberi peluang hasil daripada program *offset* perolehan pesawat MiG-29 TUDM.

Di peringkat nasional, Pelan Induk Perindustrian (IMP 1996-2000) telah mengenal pasti aeroangkasa sebagai salah satu bidang strategik yang perlu dibangunkan dalam usaha mencapai Wawasan 2020. Sehubungan dengan itu, Majlis Pendidikan Tinggi Negara (MPTN) telah memperincikan perancangannya melalui kertas “Perancangan 10 tahun Program Kejuruteraan Aeroangkasa di Institusi Pengajian Tinggi Awam” pada Julai 1998 untuk dijadikan titik permulaan dalam menerokai bidang ini.

Tujuan kertas kerja berkenaan adalah bagi membolehkan kementerian bertanggungjawab mengawal selia program peringkat Bacelor atau Ijazah Sarjana Muda kejuruteraan aeroangkasa di IPTA seluruh negara supaya ia dapat dilaksanakan dengan lebih terancang, tanpa pertindihan dan pembaziran. Berasaskan kepada perancangan pada masa itu, program kejuruteraan aeroangkasa di ketiga-tiga IPTA di atas telah ditetapkan menurut pengkhususan seperti pada Jadual 2.

Jadual 2 Pengkhususan program kejuruteraan aeroangkasa IPTA pada tahun 1998

IPTA	Program	Pengkhususan
UTM	Ijazah Sarjana Muda (Mekanikal-Aeronautik)	Aeronautik
UPM	Bachelor Kejuruteraan (Aeroangkasa)	Sistem Aeroangkasa
USM	Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan (Aeroangkasa)	Teknologi Satelit

Sehingga kini, terdapat beberapa buah lagi IPTA yang turut menawarkan program kejuruteraan aeroangkasa. Ini termasuklah program Bachelor Kejuruteraan Aeroangkasa di Universiti Islam Antarabangsa Malaysia (UIAM) sejak 2001 dan program sains angkasa peringkat siswazah di Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM) sejak 2003. Manakala Universiti Pertahanan Nasional Malaysia (UPNM) yang dahulunya dikenali sebagai Akademi Tentera Malaysia (ATMA) melalui kerjasama dengan UTM telah pun menawarkan program Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan (Mekanikal-Aeronautik) sejak tahun 1995. Mulai tahun 2007, UPNM telah mula menawarkan kursus elektif Aeronautik bagi pelajar program Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan (Mekanikal). Terkini, Universiti Teknikal Tun Hussien Onn (UTHM) pula telah mendapat kelulusan dari pihak Kementerian Pengajian Tinggi untuk menawarkan program Ijazah Sarjana Muda Teknologi Kejuruteraan Aeronautik mulai tahun 2010.

Dari segi kuantiti kemasukan, bilangan pengambilan pelajar program Bachelor Kejuruteraan Aeroangkasa di kesemua IPTA adalah di dalam lingkungan 50 hingga 60 orang pelajar. Walau bagaimanapun, dengan sebanyak lima (5) buah IPTA menawarkan program aeroangkasa pada waktu itu, pihak kerajaan menjangka kualiti program yang ditawarkan akan terjejas disebabkan oleh sumber (manusia dan kewangan) yang terhad. Justeru itu, bagi mengawal pembaziran dan menentukan kualiti program terpelihara, kerajaan melalui Majlis Aeroangkasa Malaysia pada akhir tahun 2006 telah menetapkan pengambilan

pelajar ke program Bachelor di semua IPTA dikurangkan kepada 30 orang pelajar. Arahan ini telah dilaksanakan bermula sesi 2006/07.

Selain program peringkat Bachelor, program peringkat Diploma dan Sijil untuk separa-profesional yang terlibat dengan senggaraan pesawat juga ditawarkan oleh Universiti Teknologi Mara (UiTM), Politeknik Sultan Salahuddin Abdul Aziz Shah (PSA) dan Institusi Pengajian Tinggi Swasta (IPTS) seperti Universiti Kuala Lumpur - Malaysian Institute of Aviation Technology (UniKL MIAT) dan Kolej Tafe, Seremban. Syarikat penerbangan tempatan seperti Malaysia Airline System (MAS) dan Air Asia juga mempunyai program latihan jurutera senggaraan pesawat mereka sendiri. Terdapat juga program latihan senggaraan pesawat yang ditawarkan oleh syarikat swasta termasuklah Malaysian Aviation Training Academy (MATA), Aero Precision Resources (APR) Sdn Bhd, dan Dilog Training and Services Sdn Bhd. Pada kebiasaannya, program kejuruteraan aeroangkasa di peringkat ini bertujuan menyediakan jurutera berlesen senggaraan pesawat (*licence aircraft maintenance engineer*) dan juruteknik pelbagai kemahiran yang diperlukan oleh sub-sektor MRO (*maintenance, repair & overhaul*).

Seperti ditunjukkan dalam Jadual 3, graduan UniKL-MIAT akan menjadi jurutera berlesen (*licence engineer*) di tahap *Licensed Without Type Rating* (LWTR) setelah menjalani kursus selama 3 tahun dengan pengalaman MRO selama 6 bulan. Seterusnya pihak MRO (seperti di MAS) dengan sistem latihannya sendiri akan melayakkan LWTR untuk menjadi jurutera berlesen dengan rating jenis pesawat. Graduan UNIKAL-MIAT dan seumpamanya akan diiktiraf sebagai jurutera berlesen oleh Jabatan Penerbangan Awam (DCA).

Jadual 3 Keperluan pengalaman MRO bagi kelayakan staf berlesen penyelenggaraan

Categories	MRO experience
<i>DCA Licensed Staffs</i>	
<i>LWTR (Licensed Without Type Rating)</i>	<i>3 years approved basic training course with 6 months MRO work schedule.</i>
<i>EASA Part 66 Licensed Staffs</i>	
<i>Cat A Mechanic</i>	<i>1 to 3 yrs after passing examination</i>
<i>Cat B Technician</i>	<i>1 to 5 yrs after passing examination for mechanical (B1) 2 to 5 yrs after passing examination for electrical (B2)</i>
<i>Cat C Engineer</i>	<i>3 to 5 yrs after passing examination for Cat B Technician 3 yrs for Technical academic degree without examination.</i>

Perlu diperjelaskan di sini bahawa "jurutera berlesen" senggaraan pesawat adalah berbeza daripada "jurutera siswazah" yang dihasilkan melalui program aeroangkasa di IPTA. Graduan dari program aeroangkasa di IPTA diiktiraf oleh Lembaga Jurutera Malaysia (BEM) sebagai "jurutera siswazah" dan berpeluang untuk menjadi "jurutera profesional" (Ir). Jurutera berlesen adalah semata-mata dilatih untuk keperluan tenaga kerja MRO. Hanya sebahagian kecil jurutera profesional diperlukan oleh MRO. Untuk menjadi jurutera berlesen, DCA memerlukan seorang jurutera profesional atau graduan itu mengambil kursus penuh di MIAT atau institusi lain yang diiktiraf DCA. Ini adalah amalan biasa yang berlaku dengan autoriti penerbangan awam di negara-negara lain juga.

Tetapi keadaan telah berubah di Eropah apabila *European Aviation Safety Agency* (EASA) membolehkan graduan universiti dengan ijazah teknikal yang bersesuaian untuk menjadi jurutera berlesen tanpa mengambil sebarang peperiksaan setelah mempunyai pengalaman MRO selama 3 tahun. Ini berlaku dengan pengenalan EASA Part 66 dalam tahun 2003 sepertimana ditunjukkan di Jadual 1. Ini bererti keseluruhan sektor aktiviti industri aeroangkasa akan terbuka luas kepada graduan IPTA termasuk di sektor MRO, sama ada sebagai seorang jurutera profesional atau jurutera berlesen.

EASA Part 66 adalah peruntukan perundangan terkini dalam industri penerbangan di dunia sekarang. Perundangan baru ini telah di rumus untuk mengatasi segala kelemahan perundangan sebelumnya yang menjadi isu semasa di kalangan pengamal industri penerbangan. EASA Part 66 adalah serasi dengan perkembangan teknologi terkini serta cara penggunaannya. Perlu diingat bahawa perundangan yang sedia ada sekarang telah mula-mula di rumus sekitar tahun 1960 berasaskan teknologi pada masa itu. Maka perkembangan EASA Part 66 ini dialu-alukan oleh pengamal penerbangan seluruh dunia. Banyak negara di luar Kesatuan Eropah telah mengambil kesempatan untuk mempertingkatkan perundangan mereka menggunakan EASA Part 66 ini. Sistem DCA yang berkenaan dengan EASA Part 66 masih lagi berasaskan perundangan lama UK BCAR Section L. Untuk tidak ketinggalan zaman, DCA tiada pilihan melainkan menerima asas EASA Part 66.

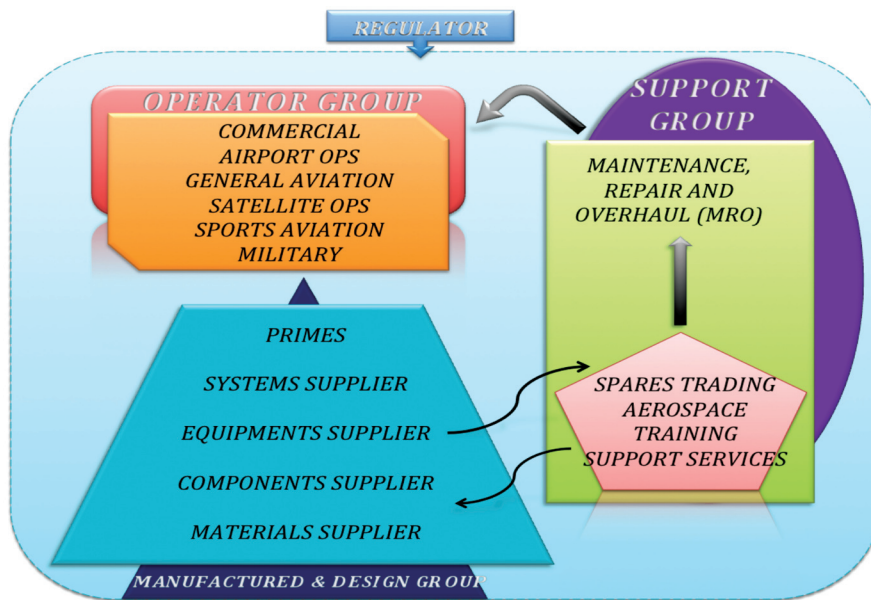
EASA Part 66 mengakui bahawa pesawat terbang hari ini adalah teknologi yang tercanggih di dunia yang memerlukan jurutera berpelajaran tahap universiti untuk mengendalikannya, yakni jurutera yang mempunyai pengetahuan di tahap reka bentuk. Oleh itu industri ini memerlukan "jurutera siswazah berlesen" untuk terlibat dalam sub-sektor MRO bagi kepentingan keselamatan penerbangan. Atas dasar inilah EASA Part 66 menerima graduan universiti dengan ijazah teknikal yang bersesuaian untuk menjadi *Cat C Engineer* tanpa mengambil apa-apa peperiksaan. Seperti ditunjukkan dalam Jadual 3.

Maka graduan IPTA adalah paling sesuai serta layak untuk menyahut cabaran ini.

Walau bagaimana pun sehingga DCA menerima pakai "EASA Part 66", IPTA harus berusaha sendirian untuk mendapatkan pengiktirafan dari *Competent Authority* EASA di salah satu negara ahli Kesatuan Eropah. Ini juga bermakna bahawa graduan IPTA akan lebih diterima di pasaran antarabangsa. Sesungguhnya dalam era globalisasi ini jangkauan kita haruslah ke tahap antarabangsa.

3 KEPERLUAN INDUSTRI AEROANGKASA

Industri aeroangkasa di Malaysia melibatkan aktiviti reka bentuk, pembangunan, operasi, senggaraan dan pelupusan sistem pesawat terbang, kapal angkasa serta roket/misil. Berdasarkan kepada definisi di atas, struktur industri aeroangkasa boleh digambarkan berdasarkan rantaian nilai tambah dalam Rajah 2 di bawah.



Rajah 2 Ringkasan aktiviti sektor aeroangkasa di Malaysia

3.1 Hala Tuju Industri Aeroangkasa Negara

Kenyataan Mantan Perdana Menteri, YAB Dato' Seri Dr. Mahathir Mohamad, mengenai wawasan negara membina pesawat ringan dan satelit sendiri semasa di pameran Antarabangsa Maritim dan Aeroangkasa Langkawi (LIMA) pada tahun 1995 merupakan permulaan kepada kesungguhan kerajaan membangunkan industri aeroangkasa. Bermula dari saat itu, Pelan Induk Pembangunan Industri Aeroangkasa atau *National Aerospace Blueprint* telah dirangka oleh Malaysian Industry-Government

Group for High Technology (MIGHT) yang kemudian dilancarkan oleh YAB Perdana Menteri semasa pameran LIMA berikutnya, pada tahun 1997. Sehingga ke hari ini, blueprint tersebut menjadi asas pembangunan industri dan teknologi aeroangkasa negara.

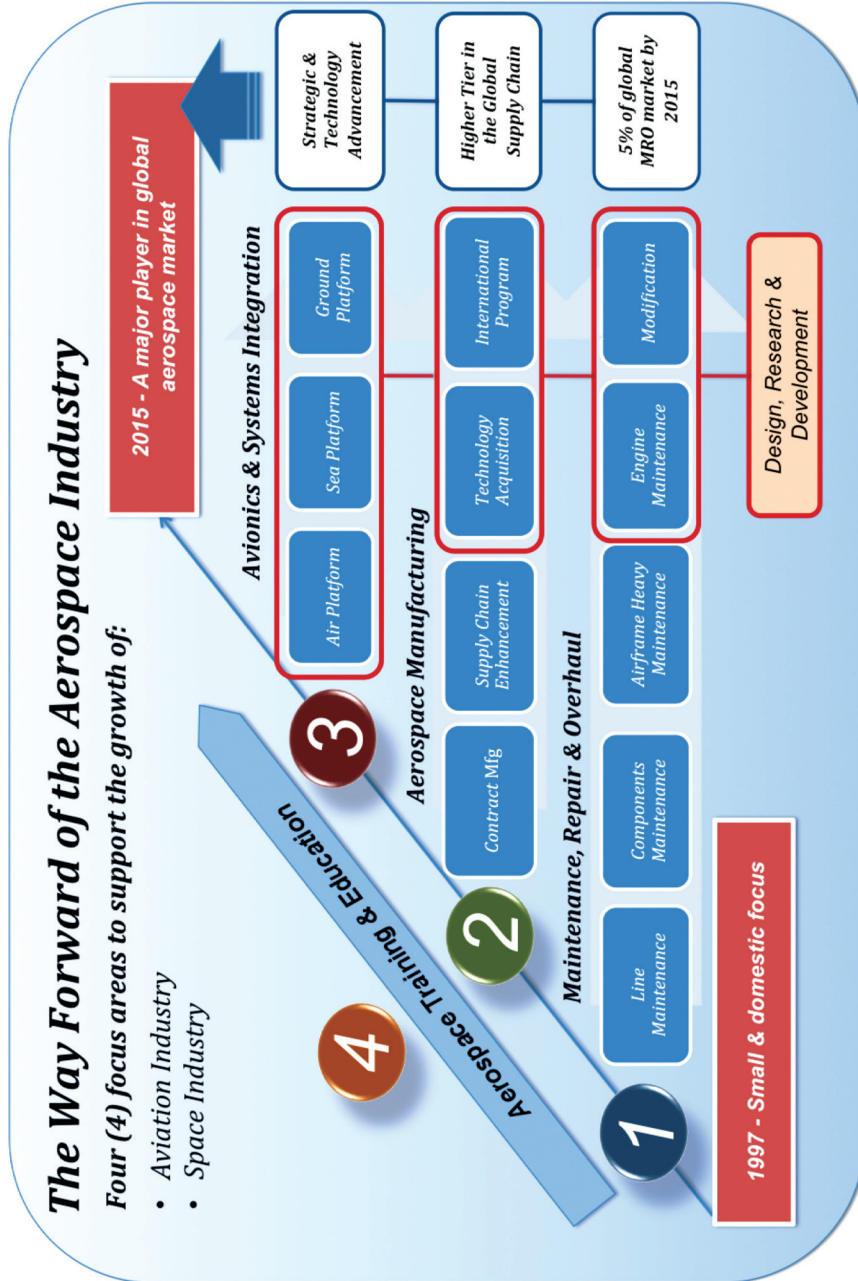
Susulan itu, setelah dipersetujui Jemaah Menteri, Majlis Aeroangkasa Malaysia (*Malaysian Aerospace Council*) yang dipengerusikan oleh YAB Perdana Menteri telah ditubuhkan pada 2001 sebagai bukti kesungguhan kerajaan memacu industri aeroangkasa agar ianya menjadi enjin pembangunan ekonomi baru yang memberi impak besar kepada negara. Penubuhan Majlis ini tepat pada waktunya kerana melalui "badan pemandu peringkat tertinggi" ini, negara bukan sahaja boleh mengembangkan lagi industri aeroangkasa sedia ada, malah mengaut pulangan lumayan selain meningkatkan lagi teknologi serta daya saing negara.

Majlis Aeroangkasa Malaysia kemudian memperkemaskan lagi strategi pembangunan industri dan teknologi aeroangkasa dengan menetapkan empat (4) bidang fokus (atau sub-sektor) yang akan diberi keutamaan untuk diceburi oleh negara seperti berikut:

- a. Senggaraan, baik-pulih dan rombak-rawat (*maintenance, repair & overhaul (MRO)*)
- b. Pengilangan komponen (*parts & components manufacturing*)
- c. Latihan berkaitan industri aeroangkasa
- d. Integrasi sistem dan avionik

Secara ringkas, visi dan hala tuju industri yang disebutkan di atas adalah seperti digambarkan dalam Rajah 3.

Rajah 3 Pelan perancangan masa hadapan industri aeroangkasa di Malaysia



Perlu juga ditekankan di sini bahawa keempat-empat bidang fokus yang telah dikenal pasti oleh Majlis Aeroangkasa Malaysia melibatkan teknologi yang mengandungi elemen kejuruteraan yang mendalam, canggih serta kompleks. Sekiranya Visi 2015 yang dinyatakan di atas perlu dicapai, sumber tenaga manusia yang mempunyai pengetahuan asas kejuruteraan, sama ada peringkat ijazah mahupun bukan ijazah, perlu disediakan dengan secukupnya.

3.2 Status Industri

Menurut *Malaysian Aerospace Industry Report 2007/2008*, industri aeroangkasa di Malaysia telah berkembang dari RM10.8 billion pada tahun 2001 ke RM21.5 billion pada tahun 2006. Pada tahun 2009, industri ini bukan sahaja menyumbang lebih kurang 3.6% dari Keluaran Negara Kasar (GDP), malah memberi peluang pekerjaan kepada lebih 53,000 tenaga pekerja.

Dalam memperkasakan program kejuruteraan aeroangkasa di IPTA, aspek-aspek nilai setiap sub-sektor serta guna tenaga berdasarkan status industri di atas perlu diambil kira bagi mengenal pasti keutamaan subjek dan seterusnya memperbaiki kandungan (kurikulum) program yang ditawarkan.

- a. Dari segi nilai, sektor penerbangan komersil merupakan penyumbang terbesar sebanyak RM13.9 billion. Walaupun setakat ini sektor-sektor strategik yang difokuskan (MRO dan pengilangan komponen) hanya menyumbang lebih kurang RM4.5 billion, potensi sektor-sektor ini adalah besar kerana ianya mampu berkembang dengan pesat berdasarkan kadar perkembangan lebih 15% setahun sejak beberapa tahun yang lalu. Nilai sektor angkasa yang melibatkan aktiviti reka bentuk, pembangunan dan operasi satelit buat masa ini masih agak kecil (lebih kurang RM500 juta) jika dibandingkan dengan sektor strategik MRO dan pengilangan komponen.

- b. Dari segi guna tenaga pula, sektor-sektor fokus MRO, pengilangan komponen dan latihan buat masa ini menggunakan lebih 25% daripada jumlah tenaga pekerja. Namun begitu, berdasarkan kepada pertambahan bilangan pesawat dalam negara dan peningkatan kegiatan penyumberluaran oleh OEM dan syarikat pengilang *tier 1*, negara perlu menyediakan sumber tenaga manusia yang diperlukan oleh sub-sektor strategik MRO dan pengilangan komponen secara konsisten dan pada kadar yang munasabah.

3.3 Analisa Keperluan Tenaga Pekerja

Di dalam menyahut cabaran menyediakan tenaga pekerja berijazah di dalam bidang-bidang fokus yang dinyatakan di atas, IPTA harus mengambil kira dua faktor penting yang mempengaruhi kandungan serta kualiti program kejuruteraan aeroangkasa yang ditawarkan iaitu pertama, tren teknologi masa kini dan kedua, bilangan graduan yang perlu disediakan setiap tahun.

- a. **Tren Teknologi.** Seperti yang diketahui, produk aeroangkasa pada masa kini adalah canggih dan berteknologi tinggi. Sebagai contoh, dalam aspek reka bentuk produk/sistem aeroangkasa, reka bentuk struktur pesawat menggunakan bahan bukan logam, reka bentuk sistem '*fly-by-wire*', modelling dan analisa menggunakan komputer harus ditekankan. Di dalam aspek pengilangan komponen pula, penekanan kepada kejuruteraan bahan, teknologi proses pembuatan dan kemahiran bekerja di dalam persekitaran global 'international design team' harus diberikan. Manakala bagi sektor MRO pula, pengetahuan kejuruteraan senggaraan yang melibatkan reka bentuk pelan senggaraan berdasarkan prinsip '*condition-based*', integrasi sistem HUMS (*health & utilisation monitoring system*), reka bentuk skema baik pulih serta pengurusan senggaraan harus juga didedahkan di peringkat ijazah pertama lagi.

Selain mengambil kira tren teknologi di atas, program kejuruteraan aeroangkasa di IPTA juga boleh disesuaikan berdasarkan kepada jawatan yang kebiasaannya akan disandang oleh graduan aeroangkasa apabila mereka diserapkan oleh industri seperti dalam Jadual 4.

Jadual 4 Keperluan jurutera dalam industri aeroangkasa

Sub-Sector	Graduates Requirement
Manufacturing	Examples: Quality Assurance Engineer, Production Engineer, Design Engineer etc.
Maintenance, Repair and Overhaul (MRO)	Examples: Maintenance Support Engineer (Technical Services), etc.
System Integration / avionics	Examples: Systems engineer, hardware/ software engineer etc.
Aerospace Operation	Examples: Performance Engineer, Logistic support engineer etc.
Others	Examples: Researcher, Aircraft Inspector etc.

- b. **Bilangan Graduan.** Kadar kemasukan pelajar ke dalam program kejuruteraan aeroangkasa mempengaruhi kualiti program itu sendiri disebabkan sumber-sumber manusia dan kewangan yang terhad yang terdapat di IPTA. Justeru itu, bilangan pelajar yang mengikuti program kejuruteraan aeroangkasa di IPTA harus dioptimumkan berdasarkan kepada keperluan memenuhi pasaran pekerjaan dalam dan luar negara. Dari segi bilangan graduan yang diperlukan untuk memenuhi pasaran pekerjaan tempatan, berdasarkan kepada trend perkembangan industri sepanjang lima (5) tahun yang lalu dan mengambil kira kadar *turnover* personel, sekurang-kurangnya 150 graduan aeroangkasa diperlukan setiap tahun. Jika ditambah 15% dari jumlah tersebut untuk memenuhi keperluan eksport, bilangan optimum bagi program kejuruteraan aeroangkasa bagi setiap sesi di setiap IPTA adalah lebih kurang 40 orang pelajar.

c. **Unjuran Guna Tenaga Kejuruteraan Aeroangkasa.** Adalah sukar untuk mendapatkan maklumat yang tepat berkenaan dengan unjuran guna tenaga kejuruteraan aeroangkasa. Satu perbandingan telah dibuat berdasarkan data asas tahun 2006 daripada *United States Department of Labour, Bureau of Labor Statistics* dan menjangkakan kadar pertumbuhan yang sama di Malaysia. Berdasarkan data-data yang diperoleh dijangkakan kadar pertumbuhan guna tenaga dalam kejuruteraan aeroangkasa adalah 10% bagi tempoh 2006-2016. Terdapat pandangan yang menyatakan pada tempoh sekarang hingga tahun 2012 akan terdapat kejatuhan terhadap permintaan kepada jurutera aeroangkasa kerana kurangnya permintaan terhadap perjalanan udara dan pembelian pesawat baru. Ini tidak mengambil kira kesan kejatuhan sektor kewangan yang merencatkan pertumbuhan ekonomi pada tahun 2008. Walau bagaimanapun, terdapat perkembangan positif keperluan guna tenaga di sektor aeroangkasa di Malaysia. Terdapat tiga faktor yang memacu pertumbuhan guna tenaga di dalam kejuruteraan aeroangkasa di Malaysia iaitu:

- i) Peningkatan perolehan pesawat tentera dan penggunaan UAV
- ii) Penggunaan teknologi baru di dalam pesawat-pesawat awam
- iii) Perpindahan sektor pembuatan komponen-komponen pesawat dari US dan Eropah ke Malaysia (contoh: Spirit Aerosystems di Subang)

Adalah amat penting bagi program kejuruteraan aeroangkasa di IPTA diselaraskan menurut keperluan industri seperti yang telah dihuraikan di atas. Bagi memenuhi objektif kajian yang dinyatakan di Perenggan 1.2, hala tuju program aeroangkasa akan digubal menurut kehendak tersebut.

3.4 Industri Sains Angkasa di Malaysia

Agensi Angkasa Negara (ANGKASA) bertanggungjawab untuk memandu dan mengawasi perkembangan Sains Angkasa di Malaysia. Matlamatnya ialah untuk memanfaatkan angkasa sebagai wadah bagi penjana ilmu, membangunkan kemakmuran negara dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat melalui usaha-usaha berikut:

- Memberi kepimpinan dalam aspek pendidikan dan penyelidikan Sains Angkasa;
- Membantu kerajaan merumus dan melaksanakan Dasar Angkasa Negara; dan
- Memberi perkhidmatan yang berkualiti kepada pelanggan.

Kemajuan program angkasa yang telah dicapai setakat ini disenaraikan dalam jadual 5 di bawah.

Jadual 5 Kemajuan program ANKASA Negara

Tahun	Peristiwa
1994	Pembinaan Planetarium Negara
1995	Penubuhan Bahagian Kajian Sains Angkasa (BAKSA)
1996	Pelancaran MEASAT-1 dan MEASAT-2
2000	Pelancaran TiungSAT-1
2002	Penubuhan Astronautic Technology Sdn Bhd (ATSB)
2003	Penubuhan Agensi Angkasa Negara (ANGKASA) Pembinaan Pusat Angkasa Negara, Sg. Lang, Banting Pembinaan Observatori Negara Langkawi
2007	Program Angkasawan Negara pertama
2009	Pelancaran MEASAT-3a Pelancaran RazakSAT

Hala Tuju Program Aeroangkasa IPTA 2010-2020

Keperluan tenaga mahir dalam Sains Angkasa dapat dipecahkan kepada empat kategori utama iaitu iaitu Sains Angkasa, Sistem Angkasa, Industri Angkasa dan Pembangunan Prasarana Fizikal seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4 hingga 7.

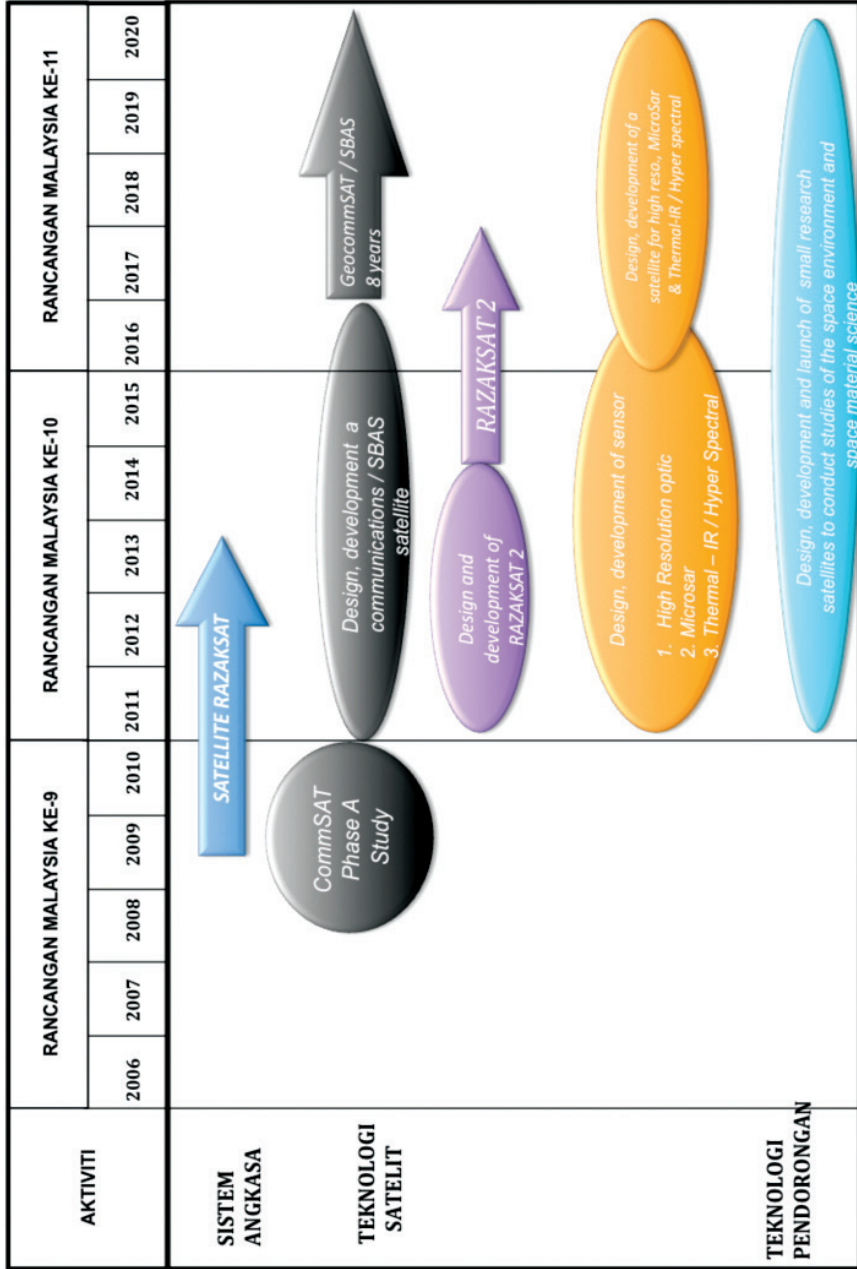
Tiga aktiviti yang pertama disebutkan di atas adalah saling berkaitan antara satu dengan lain dan ketiga-tiganya bergantung kepada Pembangunan Prasarana Fizikal dan Pembangunan Sumber Manusia.

Dari segi keperluan tenaga manusia, bidang Sains Angkasa memerlukan sebilangan besar ahli sains. Walau bagaimanapun, Bidang Sistem Angkasa juga memerlukan sebilangan besar dari jurutera aeroangkasa. Pembangunan dan pengendalian Prasarana Fizikal akan memerlukan sebilangan besar jurutera mekanikal, elektrik dan elektronik termasuk jurutera aeroangkasa dan komunikasi.

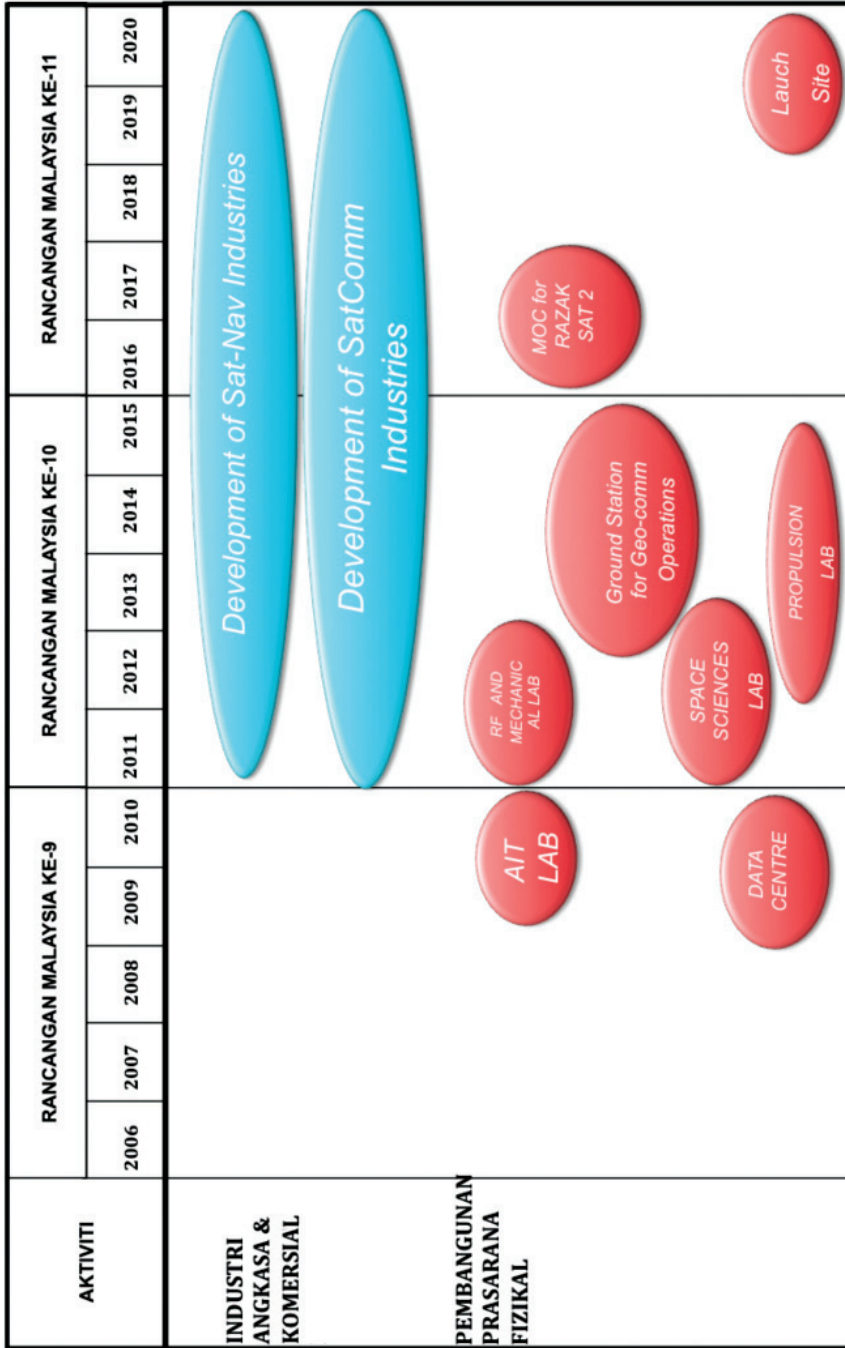
Rajah 4 Perancangan pembangunan sains angkasa

AKTIVITI	RANCANGAN MALAYSIA KE-9					RANCANGAN MALAYSIA KE-10					RANCANGAN MALAYSIA KE-11									
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020					
SAINS ANGKASA																				
																ASTRONOMI & ASTROFIZIK				
KEMPEN PENDIDIKAN & PENDEDAHAN																				
																KEMPEN PENDIDIKAN & PENDEDAHAN				
																KEMPEN PENDIDIKAN & PENDEDAHAN				

Rajah 5 Perancangan pembangunan sistem angkasa



Rajah 6 Perancangan pembangunan industri angkasa



ANALISA KEDUDUKAN SEMASA PROGRAM KEJURUTERAAN AEROANGKASA

4.1 Kurikulum

Buat masa ini, program kejuruteraan aeronautik yang ditawarkan di UTM dan program kejuruteraan aeroangkasa di UPM dan USM memenuhi keperluan yang ditetapkan oleh Lembaga Jurutera Malaysia serta mendapat akreditasi penuh dari *Engineering Accreditation Council* (EAC). Sebagaimana yang disyaratkan oleh EAC, kesemua program kejuruteraan tersebut wajib mempunyai panel penasihat industri dalam bidang berkaitan dan penilai/pemeriksa luar dari kalangan ahli akademik yang berkelayakan bagi memastikan program tersebut memenuhi keperluan semasa.

Walaupun program kejuruteraan aeroangkasa IPTA telah diiktiraf di dalam negara, bagi menilai sama ada program kejuruteraan aeroangkasa yang ditawarkan adalah pada tahap yang tinggi dan berdaya saing dibandingkan dengan universiti bertaraf dunia, penandaarasan program kejuruteraan aeroangkasa IPTA telah dijalankan. Penandaarasan ini dilakukan dengan membanding struktur kurikulum dan silibus program UTM, UPM, USM dan UIAM dengan program yang sama di beberapa universiti terkemuka dunia seperti berikut (*THES – Times Higher Education Supplement*):

Universiti di Eropah:

- Delft University of Technology, Netherlands (THES 2008 no.78/ Engineering no.17)
- Aachen University of Applied Sciences, Germany
- Manchester University, UK (THES 2008 no.29/ Engineering no.45)
- Queen's Belfast University, UK

- Brunel University, UK
- Hertfordshire University, UK
- Kingston University, UK

Universiti di Asia:

- Monash University, Australia (THES 2008 no.47/ Engineering no.47)
- Nanyang Technological University, Singapore (THES 2008 no.77/ Engineering no.26)
- Tokyo Institute of Technology, Japan (THES 2008 no.61/ Engineering no.21)
- University of Tokyo, Japan (THES 2008 no.13/ Engineering no.9)
- Institut Teknologi Bandung, Indonesia (THES 2008 Engineering no.90)
- Beijing Institute of Technology, China
- Korea Advanced Institute of Science and Technology (THES 2008 no.95/ Engineering no.34)

Universiti di USA:

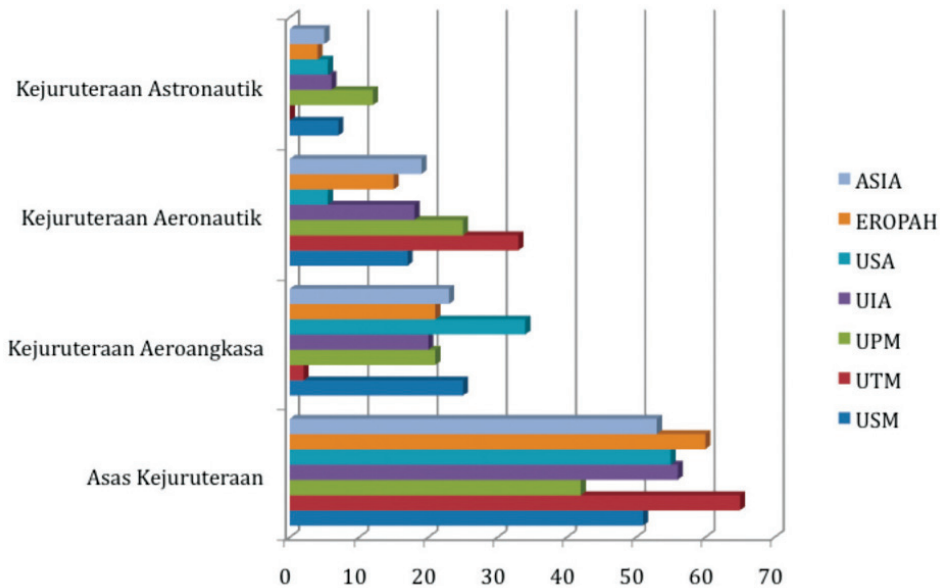
- Georgia Tech, USA (THES 2008 no.83/ Engineering no.8)
- University of Arizona, USA (THES 2008 no.146)
- Texas A&M, USA (THES 2008 no.137/ Engineering no.53)
- Case Western Reserve University, USA (THES 2008 no.90)
- University of California, Los Angeles, USA (THES 2008 no.30)
- University of Southern California, USA (THES 2008 no.102)
- University of Michigan, USA
- Embry-Riddle University, USA
- University of Illinois, USA

4.1.3 Perbandingan Struktur Kurikulum

Secara amnya, kursus-kursus yang ditawarkan oleh setiap program kejuruteraan aeroangkasa boleh dibahagikan kepada 4 kategori iaitu (1) Asas Kejuruteraan, (2) Kejuruteraan Aeroangkasa (kursus yang sama diguna pakai dalam bidang Aeronautik dan Astronautik), (3) Kejuruteraan Aeronautik dan (4) Kejuruteraan Astronautik.

Rajah 7 menunjukkan perbandingan pecahan kursus mengikut kategori di antara program aeroangkasa di Malaysia, Asia, Eropah dan USA. Dari analisa ini, adalah di dapati bahawa:

- a. Kandungan asas kejuruteraan yang ditawarkan di Malaysia adalah seimbang dengan program lain di serata dunia. [UTM (65%), UPM (42%), USM (51%), UIAM (56%), Asia (53 %), Eropah (60 %), USA (55%)]
- b. Kandungan kejuruteraan aeroangkasa adalah setara dengan program lain di serata dunia. [UPM (21 %), USM (25 %), UIAM (20%), Asia (23 %), Eropah (21%), USA (34 %)]
- c. Kandungan kejuruteraan aeronautik agak rendah di UPM, USM dan UIAM kerana program ini adalah di bawah kejuruteraan aeroangkasa berbanding dengan UTM yang pengkhususannya adalah aeronautik. [UTM (33%) UPM (25%), USM (15%), UIAM (18%), Asia (19%) Eropah (15%), USA (5.5%)]
- d. Kandungan kejuruteraan astronautik adalah juga setanding dengan program lain di Amerika Syarikat, Eropah dan Asia. [UPM (12 %), USM (7 %), UIAM (6%), Asia (5 %), Eropah (4%), USA (5.5 %)]



Rajah 7 Perancangan pembangunan prasarana fizikal

- e. Kesemua universiti mempunyai struktur kurikulum yang hampir sama di mana kursus teras (asas kejuruteraan & asas kejuruteraan aeroangkasa) ditawarkan pada tahun 1 dan 2, manakala untuk tahun ke 3 dan 4 pula, kursus-kursus lebih menjurus kepada kejuruteraan aeronautik, astronautik dan juga kursus pilihan.

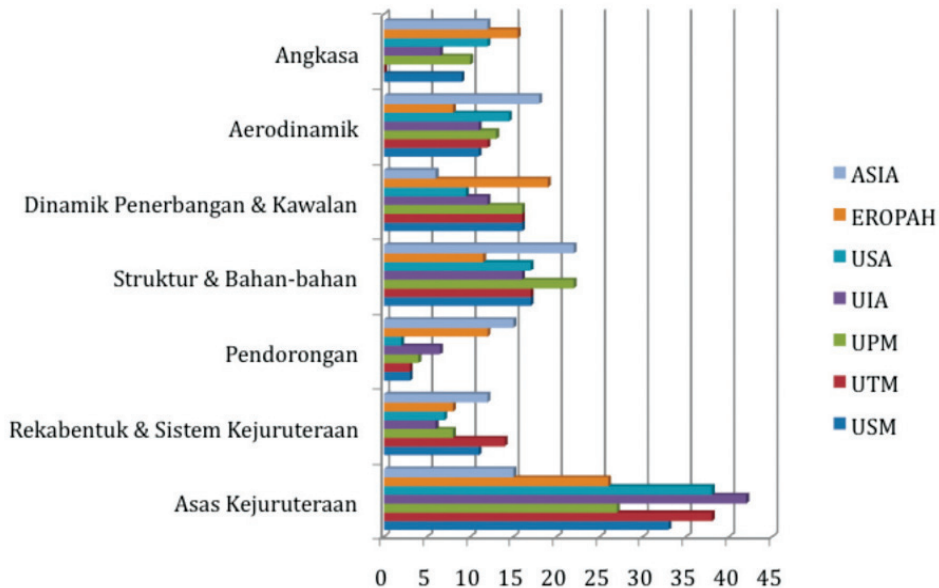
4.1.4 Perbandingan Struktur Silibus

Secara amnya, kursus-kursus yang ditawarkan oleh program kejuruteraan aeroangkasa boleh dibahagikan kepada 7 bidang akademik iaitu: (1) Asas Kejuruteraan, (2) Aerodinamik, (3) Dinamik Penerbangan & Kawalan, (4) Struktur & Bahan, (5) Pendorongan, (6) Reka bentuk & Sistem Kejuruteraan, dan (7) Angkasa. Pengelasan bidang akademik ini adalah berpandukan

kepada program Bacelor Kejuruteraan Aeroangkasa di University of Tokyo yang mendapat ranking THES 2008 no.13/ *Engineering* no. 9 di dunia.

Rajah 8 menunjukkan perbandingan pecahan kursus mengikut bidang akademik di antara universiti di Malaysia, Asia, Eropah dan USA. Dari analisa ini, kandungan bidang akademik program kejuruteraan aeroangkasa yang ditawarkan di IPTA didapati setara dengan program di universiti-universiti terkemuka dunia. Ini berdasarkan kepada perbandingan peratusan bidang akademik di bawah:

- a. Aerodinamik - UTM (12%), UPM (13%), USM (11%), UIAM (11%), USA (14.5%), Eropah (8%), Asia (18%)
- b. Dinamik Penerbangan dan Kawalan – UTM (16%), UPM (16%), USM (16%), UIAM (12%), USA (9.5%), Eropah (19%)
- c. Pendorongan - UTM (3%), UPM (4%), USM (3%), UIAM (6.5%), USA (2%)
- d. Reka bentuk – UTM(14%), UPM (8%), USM (11%), UIAM (6%), USA (7%), Eropah (8%), Asia (12%)
- e. Angkasa - UPM (10%), USM (9%), UIAM (6.5%), USA (12%), Eropah (15.5%), Asia (12%)



Rajah 9 Perbandingan pecahan kursus mengikut bidang akademik

Berdasarkan kepada hasil analisa, dapat dirumuskan bahawa struktur kurikulum dan silibus Program Bacelor Kejuruteraan Aeroangkasa yang ditawarkan di IPTA adalah setaraf dengan yang ditawarkan oleh universiti terkemuka di dunia. Walau bagaimanapun, jika diambil kira keperluan industri yang dinyatakan di perenggan 3.2.2 dan 3.3.1, masih ada ruang bagi struktur silibus ditambah baik menurut bidang fokus industri negara serta tren teknologi masa kini. Oleh itu, adalah disarankan penambahbaikan silibus serta pengenalan kursus baru ke dalam program kejuruteraan aeroangkasa IPTA dilaksanakan segera, sebelum Rancangan Malaysia ke 10 bermula.

Walaupun penambahbaikan di atas dilaksanakan nanti, pengkhususan program kejuruteraan aeroangkasa di UTM, UPM, USM dan UIAM dijangka tidak akan berubah. Berdasarkan kandungan kurikulum, penekanan pengajian, kelengkapan makmal serta modal insan yang terdapat di setiap IPTA sekarang, niche program aeroangkasa/aeronautik untuk sekurang-kurangnya 10 tahun akan datang adalah seperti berikut:

Jadual 6 Cadangan Pengkhususan baru bagi program aeroangkasa IPTA

IPTA	Bidang Pengkhususan (Niche)
UTM	<i>Aircraft Design, Avionics, Computational and Experimental Aerodynamics, Rocket Propulsion.</i>
UPM	<i>Advanced Material Processing and Characterization, Composite and Smart Structures, Computational and Experimental Fluid Dynamics, Dynamic Systems and Control, Multidisciplinary Design Optimization, Modeling and Analysis, Thermal Management and Heat Transfer.</i>
USM	<i>Aircraft Parts Design, Manufacturing and Test, Numerical Analysis.</i>
UIAM	<i>Aerospace applications and technology.</i>
UTHM	<i>Professional Piloting, Aircraft Maintenance, Aviation Management.</i>

4.2 Modal Insan

Buat masa ini, bilangan staf akademik di dalam bidang aeroangkasa yang terdapat di semua IPTA adalah seperti berikut:

- a. UTM - 17 orang
- b. UPM - 28 orang
- c. USM - 13 orang
- d. UIAM - 8 orang
- e. UTHM – 8 orang
- f. UKM - 4 orang (bidang sains angkasa)

Bagi memenuhi keperluan industri dan memperkasakan program kejuruteraan aeroangkasa di semua IPTA terlibat, disarankan agar bilangan optima kakitangan akademik pelbagai bidang yang diperlukan adalah seramai 36 orang di setiap universiti. Bilangan yang diperlukan ini adalah bagi memastikan nisbah pelajar kepada pensyarah, aktiviti pengajaran-pembelajaran dan penyelidikan serta khidmat perundingan profesional dapat dijalankan dengan lebih efisien di setiap IPTA. Jadual 6 di bawah memperincikan keperluan tenaga akademik dalam enam bidang utama yang dimaksudkan di setiap IPTA.

Jadual 7 Pengkhususan bidang dan bilangan tenaga akademik IPTA

Bidang Pengkhususan	UTM	UPM	USM	UIAM	UTHM
<i>Space (Angkasa)</i>	0	4/2	4/2	1/2	0
<i>Design and System Engineering (Reka Bentuk dan Sistem Kejuruteraan)</i>	3/2	4/2	0/2	1/2	1/3
<i>Propulsion (Pendorongan)</i>	3/2	4/2	0/2	1/2	2/2
<i>Structure and Materials (Struktur dan Bahan-bahan)</i>	3/2	6/0	2/2	2/2	1/3

<i>Flight Dynamics and Control</i> (Dinamik dan Kawalan Penerbangan)	3/2	6/0	4/2	1/2	2/2
<i>Aerodynamics (Aerodinamik)</i>	5/1	3/2	3/2	2/2	2/2
Jumlah	17/9	28/8	13/12	8/12	8/18

NOTA: X/Y di mana X – bilangan semasa tenaga akademik, dan Y– bilangan tenaga akademik tambahan yang diperlukan. (Sebagai tambahan, UTHM memerlukan seramai 6 orang tenaga akademik, masing-masing 2 orang di dalam bidang *Flying, Maintenance* dan *Aviations Law*.)

4.3 Kelengkapan Makmal

Buat masa ini, kelengkapan makmal di kesemua IPTA yang menawarkan program kejuruteraan aeroangkasa adalah pada tahap yang minima. Ini kerana, kebanyakan peralatan yang digunakan untuk kerja amali terpaksa dikongsi oleh pelajar di dalam kumpulan yang agak besar. Jika keadaan ini berterusan, kualiti program kejuruteraan aeroangkasa yang ditawarkan akan terjejas.

Hasil daripada lawatan kerja ke China, Korea Selatan dan Jepun pada awal tahun 2008 dan perbincangan dengan panel penilai/pemeriksa program yang pakar dalam bidang ini, setiap program kejuruteraan aeroangkasa di institusi pengajian tinggi perlu dilengkapi dengan peralatan yang khusus. Inventori peralatan makmal yang perlu ada dan kedudukan semasa pemilikan peralatan berkenaan di IPTA adalah seperti dalam Jadual 8.

Jadual 8 Senarai peralatan makmal mesti ada untuk program kejuruteraan aeroangkasa

Senarai Peralatan yang sedia ada dan perlu ada bagi setiap program Aeroangkasa di IPTA		UTM		UPM		USM		UIA		
No	Bidang Berkaitan	Senarai Peralatan	Sedia Ada	Perlu Ada	Sedia Ada	Perlu Ada	Sedia Ada	Perlu Ada	Sedia Ada	Perlu Ada
1	Space	Actuator & Sensor	-	-	√	-	√	-	√	-
		Satellite Communication Kit	-	-	√	-	√	-	√	-
		Circuit Builder & thrusters	-	-	√	-	√	-	√	-
		Air Table	-	-	√	-	√	-	√	-
		Small Satellite Kit	-	-	√	-	√	-	√	-
		Accelerometer & Gyroscope	-	-	√	-	√	-	√	-
		Spectrum analyzer	-	-	√	-	√	-	√	-
2	Design and System Engineering	Nano Satellite Model	-	-	√	-	√	-	√	-
Computer Aided Design Software		√	√	√	√	√	√	√	√	
Finite Element Analysis Software		√	√	√	√	√	√	√	√	
3	Propulsion	Computational Fluid Dynamics Software	√	√	√	√	√	√	√	√
Compressor and Turbine Test Rig		√	√	√	√	√	√	√	√	
Combustor & Nozzle Test Rig		√	√	√	√	√	√	√	√	
Turbojet & Turboshaft Test Cell		√	√	√	√	√	√	√	√	
		Turbine Blade Cooling System								

	Solid and Liquid Propellent Rocket Test Rig	✓	✓	✓	✓	✓
	Gas Turbine Engine Desmonstrator	✓	✓	✓	✓	✓
4	Structure and Materials					
	Hardness Test Rig		✓		✓	✓
	Combined Bending & Torsion Apparatus		✓		✓	✓
	Vibration Test	✓	✓		✓	✓
	Fatigue Test	✓		✓	✓	✓
	Aerolasticity		✓	✓		✓
	Dynamics Strain Measurement		✓	✓	✓	✓
5	Flight Simulator	✓	✓	✓	✓	✓
	Dynamics and Control					
	Mechanical Vibration Exciter	✓	✓	✓	✓	✓
	Flight Platform	✓	✓	✓	✓	✓
	Avionics	✓	✓	✓	✓	✓
	Communication Transmitter	✓	✓	✓	✓	✓
	Signal Generator		✓	✓	✓	✓
	Radar Trainer		✓	✓	✓	✓
	GPS Receiver		✓	✓	✓	✓
6	Aerodynamics	✓	✓	✓	✓	✓
	Low Speed / Supersonic Wind Tunnel		✓	✓	✓	✓
	Six Component Balance	✓	✓	✓	✓	✓
	Flow Measurement Apparatus	✓	✓	✓	✓	✓

Selain peralatan di Jadual 8, kualiti program aeroangkasa IPTA juga boleh dipertingkatkan sekiranya peralatan tambahan di Jadual 9 disediakan. Memandangkan kos peralatan tambahan ini agak tinggi, adalah dicadangkan ia diguna secara bersama oleh semua IPTA yang menawarkan program kejuruteraan aeroangkasa. Buat masa ini, kesemua peralatan di Jadual 9 yang nilainya dianggar RM550 juta tidak terdapat di mana-mana IPTA di Malaysia. Namun, dengan adanya kemudahan ini kelak, program kejuruteraan aeroangkasa di IPTA dijangka akan mendapat lonjakan justeru menjadikannya setanding dengan program di negara-negara maju.

Jadual 9 Saranan makmal guna sama untuk semua IPTA

Bil.	Peralatan Guna sama	Catatan
1	Full Motion Flight Simulator	Anggaran kos RM 20 juta
2	Transonic Wind Tunnel	Anggaran kos RM 200 juta
3	5 axis CNC model making 2x2m, laser scanner	Anggaran kos RM 5 juta
4	Small satellite kits	Anggaran kos RM 2 juta
5	Engine test cell	Anggaran kos RM 15 juta
6	Aircraft Component Manufacturing Machine	Anggaran kos RM 15 juta
7	Integration Bench	Anggaran kos RM 20 juta
8	HUMPS	Anggaran kos RM 40 juta
9	Fatigue Test and AeroMaterials Testing Facility	Anggaran kos RM 200 juta
10	Aircraft Model Workshop (autoclave)	Anggaran kos RM 15 juta

4.4. Kajian Pengesanan Graduan

Kajian pengesanan graduan bermula dari graduan Sesi 1998/99 hinggalah graduan Sesi 2007/2008 telah dilaksanakan oleh Jabatan Kejuruteraan Aeroangkasa UPM pada akhir tahun 2008. Data yang diperolehi dari kajian ini adalah seperti berikut:

Jadual 10 Kajian pengesanan graduan Program Bachelo Kejuruteraan (Aeroangkasa), UPM

Kriteria graduan	Bilangan & (%)
Bilangan kesemua graduan	410 orang
Bilangan graduan yang berjaya dihubungi	303 orang (73.9 %)
Bekerja sebagai jurutera	258 orang (85.1 %)
Bekerja di sektor lain (spt guru, perniagaan sendiri, menyambung pengajian dll)	45 orang (12.6 %)
Bekerja sebagai jurutera aeroangkasa	102 orang (33.7 %)
Graduan yang sedang menyambung pengajian 4 org di Msia, 6 org di luar negara	12 orang (4.0 %)
Graduan yang bekerja di luar negara	16 orang (5.3 %)
Latihan lanjutan	3 orang (1.0 %)

Berdasarkan kepada maklumat di atas, dari segi pekerjaan, 85% graduan program kejuruteraan aeroangkasa UPM menjawat jawatan jurutera, manakala selebihnya bekerja sendiri atau melanjutkan pelajaran ke peringkat Sarjana. Dari segi industri yang diceburi pula, 39% dari graduan tersebut bertugas di dalam industri aeroangkasa sama ada di Malaysia atau di luar negara. Kajian yang dijalankan oleh USM dan UTM juga menunjukkan pola yang hampir sama seperti di atas.

Hasil kajian pengesanan graduan yang dilaksanakan oleh UTM mendapati jenis jawatan yang dipegang oleh graduan aeroangkasa termasuklah *'project engineer'*, *'technical service engineer'*, *'stress engineer'*, *'design engineer'*, *'aircraft design engineer'*, *'flight operation executive'*, *'training executive'*, dan *'production engineer'*.

Apa yang boleh disimpulkan di sini ialah *'employability'* graduan program kejuruteraan aeroangkasa IPTA adalah pada tahap yang memuaskan. Namun begitu, keberkesanan program aeroangkasa IPTA tidak dapat dinilai kerana tempoh latihan lanjutan yang diperlukan oleh graduan sebelum mereka dianggap kompeten dan dibenarkan membuat keputusan kejuruteraan (*engineering decision*) di tempat kerja tidak diketahui.

Setelah mengambil kira kedudukan semasa program kejuruteraan aeroangkasa dan keperluan untuk melonjakkan program ke tahap yang paling tinggi, maka beberapa penambahbaikan adalah dicadangkan.

5.1 Penambahbaikan Program Aeroangkasa IPTA

- Setiap IPTA yang menawarkan program aeroangkasa perlu mengukuhkan kurikulum dari aspek keperluan kursus berkaitan penyelenggaraan dan sistem avionik sebagaimana mengikut keperluan industri masa kini dan juga masa hadapan.
- IPTA yang menawarkan program aeroangkasa perlu mewujudkan perkongsian pintar rentas IPTA (trans-IPTA) dalam bidang pengajaran, pembelajaran dan penyelidikan seperti kemudahan makmal dan kepakaran yang sedia ada untuk mencapai matlamat program pembelajaran berasaskan hasil (OBE) yang lebih berkesan.
- Setiap IPTA yang menawarkan program aeroangkasa perlu dilengkapi dengan peralatan wajib ada sebagaimana yang disenaraikan di bahagian kelengkapan makmal agar pelaksanaan kurikulum dapat dilaksanakan dengan sempurna.
- Mencadangkan sekurang-kurangnya sebuah IPTA menawarkan kursus pelesenan juruterbang (*Personal Pilot Licence*) bagi mengembangkan industri pesawat ringan negara dan jisim kritikal. Kursus ini merupakan nilai tambah (*value added*) kepada program yang sedia ada sebagaimana yang ditawarkan oleh UTHM.

5.2 Pembangunan Sumber Manusia

- Pembangunan modal insan memerlukan sokongan berterusan dari pihak kerajaan. Sekurang-kurangnya untuk tempoh masa lima tahun ini (RMK10), sejumlah 36 pembiayaan pengajian tenaga akademik ke peringkat Masters dan Doktor Falsafah (Ph.D) perlu diutamakan.
- Pengambilan pelajar ke program aeroangkasa di semua IPTA perlu dipertingkatkan kepada 40 orang setiap tahun untuk mencapai keperluan tenaga kerja jurutera aeroangkasa di dalam negara.

5.3 Pembangunan Prasarana

Mewujudkan satu institut aeroangkasa bertaraf kebangsaan (*National Aerospace Institute*) yang dikongsi bersama oleh IPTA yang menawarkan program ini dan agensi yang terlibat secara langsung dengan industri aeroangkasa untuk tujuan pembangunan dan penyelidikan dalam bidang aeroangkasa seperti pelancaran roket, landasan terbang, pengujian pesawat dan makmal penerbangan.

5.4 Implikasi Kewangan

Pihak kerajaan memperuntukkan sejumlah dana untuk melengkapkan keperluan makmal supaya setanding dengan institusi luar negara yang bertaraf dunia. Jumlah dana yang diperlukan ialah sebanyak RM 550 juta dalam tempoh pembangunan aeroangkasa antara 2010-2020. Bagi tempoh pelaksanaan RMK-10 sebanyak RM275 juta peruntukan diperlukan untuk melengkapkan keperluan peralatan makmal.

5.5 Polisi berkaitan Aeroangkasa

- IPTA yang menawarkan program aeroangkasa ini, perlu diberikan peluang secara langsung dalam program pemindahan teknologi negara yang berkaitan dengan industri aeroangkasa

Hala Tuju Program Aeroangkasa IPTA 2010-2020

(cth. pembangunan satelit, simulator penerbangan dan reka bentuk pesawat). Kepakaran ahli akademik di IPTA perlulah dilibatkan di dalam setiap pembelian aset strategik yang berkaitan dengan bidang aeroangkasa.

- Satu jawatankuasa perlu diwujudkan untuk merumus strategi bersama dengan pihak DCA supaya peruntukan EASA Part 66 dapat dimanfaatkan oleh graduan aeroangkasa IPTA bagi memenuhi keperluan MRO.
- IPTA yang menawarkan program aeroangkasa akan meningkatkan sinergi dan mewujudkan perkongsian pintar dengan industri aeroangkasa tempatan dan luar negara untuk memartabatkan program aeroangkasa negara sebagai pemain utama dirantau.
- Takrifan jurutera aeroangkasa dan juga jurutera aeronautik perlu dipinda di dalam definisi yang diguna pakai oleh Lembaga Jurutera Malaysia

RUJUKAN

- ABET Website, <http://www.abet.org>
- Anon, <http://www.careeroverview.com/aerospace-engineering-careers.html>
- Bachelor of Aerospace Engineering Programme Brochure, Department of Aerospace Engineering, Aachen University of Applied Sciences, Germany.
- Bachelor of Engineering (Aerospace) Curriculum 2006-2010, Department of Aerospace Engineering UPM.
- Cantwell, W. (2006) *External Assessor Report*, Department of Aerospace Engineering, UPM.
- Cantwell, W. (2007) *External Assessor Report*, Department of Aerospace Engineering, UPM.
- Department of Mechanical and Aerospace Engineering Department, Monash University, Australia. Web source: Accessed on 22nd March 2008.
- Engineering Accreditation Unit (2007), *Accreditation Manual*, Board of Engineers, Malaysia.
- Faculty of Engineering UPM, website address, <http://eng.upm.edu.my/>
- Kayis, B. (2004) *Trends in Undergraduate Mechanical, Manufacturing, Aerospace and Mechatronics Programs Worldwide: In-depth Study of 55 Universities' Programs*, Proceedings, International Engineering Management Conference, IEEE CNF, 1:178-182.
- King, J.E (2007), "Educating Engineers for the 21st Century", The Royal Academy of Engineering, UK.
- Laporan Kajian Pengesanan Graduat UPM, (2003).
- Laporan Kajian Pengesanan Graduat UPM, (2004).
- Laporan Kajian Pengesanan Graduat UPM, (2006).
- Laporan Kajian Pengesanan Graduat UPM, (2007).
- Laporan Kajian Pengesanan Graduat UPM, (2008).
- M.S Mohd. Anwar (2005), *United States' Programs in Aerospace Engineering*, Unpublished Report.
- Malaysian Council of Engineering Dean (2000) *Malaysian Engineering Education Model* (Educating Future Industry Leaders).
- MIGHT (1997) National Aerospace Blueprint, Ministry of Science, Technology and Innovation.
- MIGHT (2008), *Malaysian Aerospace Industry Report 2007/2008*, Ministry of Science, Technology and Innovation.

Hala Tuju Program Aeroangkasa IPTA 2010-2020

Ministry of Higher Education (2008) *Public IHL Aerospace Direction*, Report to National Aerospace Council, Malaysia.

Richards, B.E (2003) *External Assessor Report*, Department of Aerospace Engineering, UPM.

United States Department of Labour, Bureau of Labor Statistics (<http://www.bls.gov/oco/ocos027.htm#outlook>)

UPM website, <http://www.upm.edu.my/>

LAMPIRAN

Universiti Putra Malaysia (UPM) Jabatan Kejuruteraan Aeroangkasa

1.	Tahun Penubuhan	1996
2.	Program Pengajian Bacelor/ Sarjana Muda : Masters/ Phd :	Bacelor Kejuruteraan Aeroangkasa, Sarjana Sains, Sarjana Inovasi Dan Reka bentuk Kejuruteraan & Doktor Falsafah
3.	Jumlah Kredit Pengajian Bacelor/ Sarjana Muda	140 Kredit
4.	Bilangan Pelajar Semasa (Sarjana Muda)	Tahun Pertama: 21 Tahun Kedua: 25 Tahun Ketiga: 18 Tahun Keempat / Akhir: 22 Jumlah Keseluruhan: 86
5.	Bilangan Graduan (Hingga 2008)	410
6.	Bilangan Kakitangan Akademik	28
7.	Bilangan Kakitangan Makmal	7
8.	Bilangan Kakitangan Profesional Dan Sokongan Lain	6
9.	Anggaran Jumlah Kos Seluruh Peralatan Makmal	RM 13,825,029.55

**Universiti Sains Malaysia (USM)
Pusat Pengajian Kejuruteraan Aeroangkasa**

1.	Tahun Penubuhan	1 Mac 1999
2.	Program Pengajian Bacelor/ Sarjana Muda : Masters/ Phd :	Sarjana Muda Kejuruteraan (Aeroangkasa) Sarjana Sains (Aeroangkasa) Doktor Falsafah (Aeroangkasa)
3.	Jumlah Kredit Pengajian Bacelor/ Sarjana Muda	135 Kredit
4.	Bilangan Pelajar Semasa	Tahun 1: 22 Tahun 2: 22 Tahun 3: 22 Tahun 4: 48 Jumlah Keseluruhan: 114
5.	Bilangan Graduan (Hingga 2009)	345
6.	Bilangan Kakitangan Akademik	12
7.	Bilangan Kakitangan Makmal	13
8.	Bilangan Kakitangan Sokongan Lain	10
9.	Anggaran Jumlah Kos Seluruh Peralatan Makmal	RM 6,938,319.00

Universiti Teknologi Malaysia (UTM) Jabatan Kejuruteraan Aeronautik

1.	Tahun Penubuhan	1983
2.	Program Pengajian Bacelor/ Sarjana Muda : Masters/ Phd :	Sarjana Muda Kejuruteraan (Mekanikal-Aeronautik) M.Eng (Mekanikal) Phd (Mekanikal)
3.	Jumlah Kredit Pengajian Bacelor/ Sarjana Muda	134 Kredit
4.	Bilangan Pelajar Semasa	Tahun 1: 32 Tahun 2: 42 Tahun 3: 32 Tahun 4: 57 Jumlah Keseluruhan: 161
5.	Bilangan Graduan (2001 Hingga 2008)	393
6.	Bilangan Kakitangan Akademik	18
7.	Bilangan Kakitangan Makmal	6
8.	Bilangan Kakitangan Sokongan Lain	1
9.	Anggaran Jumlah Kos Seluruh Peralatan Makmal	RM 40,000,000

**Universiti Islam Antarabangsa Malaysia (UIAM)
Jabatan Kejuruteraan Automotif dan Aeronautik**

1.	Tahun Penubuhan :	2001
2.	Program Pengajian Bacelor/ Sarjana Muda :	Bacelor Kejuruteraan Aeroangkasa
3.	Jumlah Kredit Pengajian Bacelor/ Sarjana Muda	141 Kredit
4.	Bilangan Pelajar Semasa	Jumlah Keseluruhan: 139
5.	Bilangan Graduan (Hingga 2008)	95
6.	Bilangan Kakitangan Akademik	25
7.	Bilangan Kakitangan Makmal	11
8.	Bilangan Kakitangan Sokongan Lain	3
9.	Anggaran Jumlah Kos Seluruh Peralatan Makmal	RM 18,000,000

Universiti Tun Hussein Onn Malaysia (UTHM)
Jabatan Kejuruteraan Aeronautik

1.	Tahun Penubuhan :	Julai 2009
2.	Program Pengajian Bacelor/ Sarjana Muda :	Ijazah Sarjana Muda Teknologi Kejuruteraan Aeronautik (Penerbangan Profesional) Dengan Kepujian Ijazah Sarjana Muda Teknologi Kejuruteraan Aeronautik (Penyenggaraan Pesawat Terbang) Dengan Kepujian
3.	Jumlah Kredit Pengajian Bacelor/ Sarjana Muda	146 Kredit
4.	Bilangan Pelajar Semasa	0
5.	Bilangan Graduan (Hingga 2008)	0
6.	Bilangan Kakitangan Akademik	8
7.	Bilangan Kakitangan Makmal	2
8.	Bilangan Kakitangan Sokongan Lain	0
9.	Anggaran Jumlah Kos Seluruh Peralatan Makmal	RM 1,500,000

Sekalung Penghargaan

Bengkel Pemurniaan Laporan Kajian Hala Tuju Program Aeroangkasa IPTA
di Pan Pacific Hotel, KLIA pada 24-26 Julai 2009



Belakang (Dari Kiri): Cik Izzatul Huda Mohd Jaili (MIGHT), En. Ahmad Akhtar Mohamad Bakri (UPM), Prof. Madya Dr. Tholudin Hj. Mat Lazim (UTM), Dr. Farzad Ismail (USM), Prof. Dr. Mohammad Nazri Mohd Ja'afar (UTM), Dr. Faizal Mustapha (UPM), En. Adnan Husain (UTHM), En. Mohd Nurul Azammi Mohd Nudri (MIGHT), Dr. Yulfian Aminanda (UIAM), Dr. Kamarul Arifin Ahmad (USM).

Duduk Depan (Dari Kiri): Prof. Ir. Dr. Shahnor Basri (UPM), Prof. Dr. Mohd Alauddin Mohd Ali (UKM), Prof. Ir. Dr. Hj. Abas Abdul Wahab (UTHM), Lt. Kol. (B) Ir. Kamarulzaman Zainal (MIGHT), Dr. Mustafia Subari (ANGKASA), Dr. Abd. Rahim Abu Talib (UPM), Prof. Dato' Dr. Baharudin Yatim (UKM), Prof. Madya Dr. Zaidi Mohd Ripin (USM), Prof. Madya Zainal Abidin Wan Cik (UPNM), Dr. Amir Akramin Shafie (UIAM).