

Penyelidikan Fundamental UTM: Perkembangan dan Cabaran  
Ariffin Samsuri, W. Azelee W. Abu Bakar, Zarena Omar  
Universiti Teknologi Malaysia

## PENGENALAN

Dalam era globalisasi dan k-ekonomi negara akan menghadapi cabaran perindustrian yang lebih mencabar dengan lebih fokus kepada pengukuhan produktiviti dan daya saing melalui pembangunan dan kemajuan teknologi. Dengan demikian negara akan memerlukan lebih ramai sumber tenaga yang kreatif dan inovatif sehingga mampu menghasilkan teknologi dan produk baru yang lebih kompetitif serta mampu bersaing di pasaran global. Rancangan Induk Perindustrian Malaysia ke-2, 1996 – 2005 (IMP2) telah menunjukkan dengan jelas penekanan terhadap teknologi sebagai salah satu lima elemen penting bagi asas ekonomi, selain sumber manusia, infrastruktur fizikal, peraturan dan prosidur pentadbiran sokongan dan, insentif, bisnes dan perkhidmatan sokongan bisnes (MITI, 1996).

Bagi membantu negara menghadapi cabaran di atas, UTM telah aktif dalam penyelidikan mulai 1981 lagi dengan tertubuhnya Unit Penyelidikan dan Perundingan yang bertanggungjawab menyelaras dan mengurus semua aktiviti penyelidikan dan perundingan yang dilakukan oleh stafnya. Selaras dengan perkembangan aktiviti yang berkaitan, unit ini telah berkembang sebagai Unit Penyelidikan & Pembangunan dalam tahun 1993 untuk seterusnya dinaiktaraf menjadi Pusat Pengurusan Penyelidikan (RMC) dalam tahun 1998. Pengurusan aktiviti perundingan dan komersialisasi pula diletakkan di Biro Inovasi dan Perundingan (BIP).

Untuk mengukuhkan aktiviti penyelidikan dan pembangunan (P&P) di UTM, Universiti telah mengujudkan Polisi R&D, Polisi Harta Intelek dan sebelas Kumpulan Fokus Penyelidikan serta 23 pusat kecemerlangan yang bertanggungjawab membangun kepakaran dalam bidang-bidang tertentu. Kod Etika Profesional Staf UTM dengan jelas menerangkan P&P merupakan salah satu tugas wajib staf akademiknya. Kod ini turut menerangkan perkara-perkara yang perlu dilakukan dan tindakan yang boleh diambil sekiranya perlanggaran dalam pelaksanaan aktiviti P&P dilakukan, termasuk pelanggaran hak harta intelek dan plagiarisme. Bagi memastikan halatuju P&P dan polisi berkaitan dilaksanakan dengan sempurna, Universiti telah menubuhkan Majlis Penyelidikan UTM. Universiti juga telah melancarkan *University Technology Advancement Program* (UNITAP) dalam tahun 1996 bagi memastikan hubungan antara UTM dan industri tetap terjalin sehingga hasil P&P boleh dimanfaatkan oleh pihak industri.

Kertas kerja ini cuba membentangkan perkembangan, pencapaian, isu dan masalah penyelidikan fundamental di UTM serta mengemukakan beberapa cadangan yang diharapkan boleh menjadi pertimbangan semua pihak dalam meningkatkan prestasi penyelidikan fundamental negara sehingga berjaya menyumbang ke arah pembangunan.

## PENGURUSAN PENYELIDIKAN FUNDAMENTAL UTM

RMC, UTM merupakan sebuah pusat yang bertanggungjawab mengurus aktiviti penyelidikan yang dijalankan oleh para penyelidikanya. Sepanjang RMK8, sejumlah RM160 juta peruntukan penyelidikan telah diperolehi oleh UTM (Rajah 1) dengan 6% untuk penyelidikan fundamental. Dari 1986 sehingga 2004, UTM telah berjaya memperoleh geran penyelidikan fundamental sebanyak RM28.7 juta dan diagihkan kepada penyelidik dalam pelbagai bidang (Jadual 1). Bagi memastikan pengurusan penyelidikan fundamental lebih cekap dan berkesan, UTM telah mengambil beberapa tindakan proaktif dengan mengujudkan satu struktur pengurusan yang telus dan berkesan, lebih menyeluruh meliputi penilaian di peringkat cadangan, pemantauan dan pengurusan hasil penyelidikan (Rajah 2 dan Rajah 3). Beberapa siri perbincangan bersama penyelidik turut dilakukan bagi melihat potensi penyelidikan terbabit bermula dari peringkat permulaan (fundamental) sehingga peringkat aplikasi atau penggunaan teori terhasil bagi mendapatkan produk yang '*tangible*'.

### i. Peringkat Penilaian

Setiap cadangan yang diterima daripada penyelidik perlu dinilai oleh panel penilaian di peringkat fakulti, iaitu JawatanKuasa Penyelaras Penyelidikan Fakulti (JKPP-F) dan seterusnya dikemukakan ke RMC untuk penilaian peringkat kedua oleh Jawatankuasa Penyelaras Penyelidikan Universiti (JKPP-UTM). JKPP-F terdiri dari pakar setiap bidang di fakulti, sedangkan JKPP-UTM terdiri dari Pengerusi JKPP-F, Ketua Kumpulan Fokus, Wakil Bendahari, Perpustakaan dan Pendaftar serta Pegawai RMC. Panel penilai akan menilai merit sesuatu cadangan projek dan potensinya, termasuk objektif, kaedah pendekatan, perancangan aktiviti, pasukan kerja, tempoh, faedah dan kos. Kelulusan projek dan peruntukan dilaksanakan melalui Mesyuarat JKPP-UTM yang diadakan setiap dua bulan sekali. Keputusan ini seterusnya dikemukakan ke Jawatankuasa Senat Penyelidikan dan Majlis Penyelidikan UTM.

### ii. Peringkat Pengurusan

Semua pengurusan, pemantauan dan kewangan projek penyelidikan fundamental diselaras dan diselia oleh RMC bagi memudahkan pengurusan penyelidikan dijalankan. Pengurusan dan pemantauan dilakukan berdasarkan penyerahan Laporan Kemajuan Projek setiap 6 bulan sekali oleh Ketua Projek ke RMC melalui JKPP-F. Berdasarkan laporan yang dikemukakan, pihak RMC akan mengemukakan maklumbalas kepada Ketua Projek melalui JKPP-F untuk tindakan lanjut bagi memastikan projek berjalan seperti rancangan dan mencapai objektif yang ditetapkan dengan kos dan tempoh yang diluluskan.

### iii. Peringkat Pengurusan Hasil Penyelidikan

Setelah projek tamat, Ketua Projek dikehendaki mengemukakan Laporan Akhir dan *Disclosure* melalui JKPP-F ke RMC. Pihak RMC bersama-sama Kumpulan Fokus akan menilai laporan yang dikemukakan dan mengemukakan cadangan tindakan lanjut serta penerimaan laporan. Penyelidik akan dibimbing untuk mengenalpasti hala

tujuan penyelidikan seterusnya. Penyelidikan fundamental yang berpotensi akan disokong untuk meneruskan penyelidikan bagi pemantapan hasil kajian, termasuk memohon geran lain seperti IRPA di samping diberi bimbingan untuk pemeliharaan hak harta intelek yang mungkin tercetus.

## **PENCAPAIAN PENYELIDIKAN FUNDAMENTAL UTM**

Setakat ini, penyelidikan fundamental di UTM telah berjaya menghasilkan sebanyak 120 penerbitan kertas kerja dalam jurnal dan 281 pembentangan kertas kerja serta prosiding persidangan di peringkat kebangsaan dan antarabangsa (Jadual 2). Sejumlah 38 paten, 13 hakcipta dan 4 cap dagangan turut difailkan (Jadual 3). Di samping itu, peruntukan penyelidikan fundamental yang melibatkan 2002 orang penyelidik juga telah berjaya melatih seramai 397 pegawai dan pembantu penyelidik, dan 593 skim pelajar bekerja (Jadual 4).

## **ISU DAN PERMASALAHAN**

Walaupun penyelidikan fundamental di UTM telah berupaya menjana hasil yang memberangsangkan, masih terdapat beberapa isu dan permasalahan yang timbul sehingga menyebabkan pelaksanaan dan pengurusan secara optimum tidak dapat dilaksanakan. Antara isu-isu dan permasalahan yang dikenalpasti ialah:

### **1. Polisi, Halatuju dan Bidang Fokus**

Halatuju penyelidikan yang kurang jelas di peringkat kebangsaan menyebabkan penyelidikan fundamental dibuat tanpa sasaran yang sewajarnya. Kekurangan ini menyebabkan kebanyakan penyelidik menjalankan penyelidikan tanpa fokus dan lebih ke arah '*blue sky research*'. Kesannya, aktiviti penyelidikan yang dibuat tidak dapat memberi nilai tambah dan sinergi sehingga boleh diadaptasikan kepada keperluan pasaran semasa. Keadaan ini menjadi bertambah sukar dengan tiadanya satu agensi yang bertanggungjawab terhadap pelaksanaan dan perkembangan penyelidikan negara. Setakat ini terdapat banyak agensi yang terlibat dalam penyelidikan fundamental seperti Kementerian Pengajian Tinggi (KPT), Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi (MOSTI), Akademi Sains Malaysia (ASM) dan lain-lain sehingga menyebabkan agihan geran tidak fokus dan berkesan. Oleh kerana tiadanya objektif yang jelas mengenai penyelidikan fundamental, maka tiada mekanisme agihan geran, pemantauan dan tindakan susulan yang padu sebagai panduan para penyelidik sehingga menyebabkan penyelidikan fundamental tidak dapat menyumbang ke arah kemakmuran negara dengan berkesan.

### **2. Dana Penyelidikan Terhad**

Aktiviti penyelidikan dan inovasi memerlukan sumber kewangan yang besar. Bagi universiti, sumber pembiayaan utama ialah kerajaan. Sektor swasta hanya akan berminat untuk terlibat bila yakin akan mendapat faedah segera dari aktiviti penyelidikan yang akan dijalankan, sedangkan tidak semua projek penyelidikan boleh dikomersialkan,

terutamanya hasil dari penyelidikan fundamental. Universiti pada asasnya banyak menjalankan penyelidikan yang bersifat fundamental untuk meningkatkan pengetahuan, kepakaran dan pembangunan tenaga kerja dalam bidang ilmu tertentu. Penyelidikan sedemikian sudah tentu mempunyai nilai komersial yang rendah, sedangkan dalam konteks pembangunan negara yang lebih luas, penyelidikan sedemikian memberi faedah yang besar kepada masyarakat keseluruhan.

Berdasarkan peruntukan maksimum RM50,000 setiap projek penyelidikan fundamental, untuk peruntukan sebanyak RM3 juta setahun, hanya kira-kira 60 projek sahaja yang dapat dijalankan. Akibatnya, banyak penyelidikan fundamental berpotensi yang memerlukan peruntukan lebih besar dan melibatkan pelbagai bidang (inter-disciplines) terpaksa ditangguhkan atau dikecilkan skop kajian bagi memberi ruang kepada lebih ramai penyelidik untuk memanfaatkan peruntukan yang ada. Pengagihan geran yang telah diluluskan juga tidak dapat dilaksanakan sepenuhnya bila pihak KPT mensyaratkan peratusan perbelanjaan minimum 80% daripada peruntukan RM 3 juta setahun digunakan sebelum peruntukan seterusnya boleh dipohon. Selanjutnya, cadangan projek baru juga tidak dapat dipertimbangkan kerana tiada peruntukan yang boleh diagihkan.

Motivasi untuk menjalankan penyelidikan fundamental terus terganggu bila agihan peruntukan yang diperoleh daripada pihak KPT agak lewat dan tidak konsisten walaupun UTM telah memenuhi syarat perbelanjaan melebihi 80%. Misalnya, dalam RMK-8, UTM hanya menerima 2 kali peruntukan, iaitu pada Disember 2001 dan Disember 2003 yang berjumlah RM6 juta. Dengan demikian, pihak UTM terpaksa menggunakan peruntukan sendiri yang sedikit bagi mengelakkan kelesuan di kalangan penyelidik untuk terus menjalankan penyelidikan. Kekurangan peruntukan kewangan mempunyai kesan yang besar kepada prasarana penyelidikan universiti. Kajian MASTIC (2000) menunjukkan IPTA menghadapi kekangan kemudahan infrastruktur fizikal yang diperlukan sehingga membawa kesan negatif terhadap perkembangan penyelidikan dan inovasi, terutama dalam bidang-bidang ilmu baru.

### **3. Kelemahan Sistem Pengurusan**

Sistem pengurusan penyelidikan juga menunjukkan kelemahan yang ketara. Di KPT sendiri belum wujud satu bahagian khusus yang merancang dan memantau kemajuan penyelidikan di IPT. Kegiatan penyelidikan dan inovasi di IPT banyak bergantung kepada kekuatan masing-masing dan lebih bersifat bersendirian berbanding pasukan. Keadaan ini boleh menyebabkan penggunaan sumber tidak cekap dan berkesan kerana tiadanya hala tuju dan penyelarasan di peringkat pusat. Di peringkat mikro pula, masih terdapat kelemahan yang menghambat perkembangan penyelidikan, seperti peraturan, prosidur dan birokrasi yang diamalkan. Peraturan kewangan yang ketat dan kadangkala mengambil masa yang lama untuk mendapat kelulusan sesuatu perolehan turut menghambat perkembangan aktiviti penyelidikan yang dijalankan dan peratus perbelanjaan yang telah dirancang.

### **4. Peraturan, Prosidur dan Birokrasi**

Isu selanjutnya yang perlu diatasi ialah isu birokrasi yang meliputi, kelewatan kelulusan geran, syarat dan keperluan penaja yang sentiasa berubah dan tidak telus, laporan dan

data kajian yang tidak dapat dimanfaatkan sepenuhnya. Karenah peraturan dengan syarat yang ketat dan prosidur yang panjang untuk menjalankan sesuatu projek penyelidikan menyebabkan minat untuk menjalankan penyelidikan luntur dan subjek menjadi *out of date*. Insentif yang ada turut menjadi penghalang perkembangan P&P.

## **5. Kekurangan Tenaga Kerja Terlatih**

Selain beban kerja pensyarah yang tidak seimbang, IPTA turut menghadapi masalah tenaga kerja penyelidikan, terutamanya kakitangan sokongan teknikal yang diperlukan. Insentif penyelidikan di IPTA sangat kurang berbanding tugas-tugas lain, seperti perundingan, pengajaran program jarak jauh yang boleh menjana pendapatan sampingan segera kepada pensyarah turut mengurangkan minat pensyarah menjalankan penyelidikan. Disamping itu, suatu projek penyelidikan biasanya mengambil masa yang lama sebelum hasilnya diperoleh, lebih-lebih lagi penyelidikan fundamental. Dengan demikian motivasi staf untuk menjalankan penyelidikan fundamental terus terjejas sehingga mengganggu kelancaran dan perkembangan penyelidikan.

## **6. Ketiadaan Pangkalan Data**

Ketiadaan pangkalan data penyelidikan fundamental negara juga turut menyebabkan berlakunya duplikasi projek, penggunaan data dan laporan kajian serta komunikasi antara pihak terbabit tidak berkesan dan tindakan susulan yang tidak berfaedah kepada negara.

# **CADANGAN PEMBAIKAN**

Isu-isu di atas mempunyai implikasi ke atas kemajuan dan perkembangan penyelidikan di negara ini, terutamanya di IPTA. Untuk meningkatkan pencapaian penyelidikan fundamental, dikemukakan beberapa cadangan untuk pertimbangan semua pihak yang berkaitan.

## **1. Keperluan Polisi, Halatuju dan Bidang Fokus**

Selaras dengan pandangan yang dikemukakan oleh Anuwar (1992), kelemahan dalam pembangunan teknologi di Malaysia boleh diatasi melalui polisi yang menyokong keperluan bekalan, permintaan dan hubungannya, iaitu perlunya polisi yang jelas mengenai keperluan penyelidikan di universiti, industri dan hubungan kedua-duanya supaya wujud satu pusingan nilai yang lengkap; iaitu dari fundamental hingga produk di pasaran. Untuk ini diperlukan satu polisi, visi, misi, perancangan dan objektif penyelidikan fundamental negara yang boleh digunakan sebagai rujukan dalam pengukuhan penyelidikan fundamental sehingga dapat membantu negara menjadi negara pembekal teknologi selaras dengan era k-ekonomi dan globalisasi. Bagi memastikan Malaysia mampu bersaing di pasaran global dan menjadi negara pembekal teknologi, penyelidikan fundamental juga harus memberi fokus kepada beberapa bidang baru seperti keselamatan nasional, teknologi nano, bioteknologi, sains angkasa, integrasi sosial dan kesihatan. Semua kementerian yang berkaitan dengan penyelidikan, pembangunan dan komersialisasi perlu berkerjasama dan menghasilkan sinergi yang boleh membantu

negara maju melalui pembangunan S&T. Pihak KPT khususnya perlu mengenalpasti halatuju penyelidikan fundamental di peringkat kebangsaan dan seterusnya memberi penekanan bagi sesetengah bidang fokus yang telah dikenalpasti dengan harapan dapat menjuarai ilmu dalam bidang tersebut tanpa mendiskriminasi bidang-bidang lain yang kurang diberi penekanan. Peruntukan yang lebih besar dan sokongan yang lebih perlu diberikan kepada bidang fokus agar matlamat kerajaan melahirkan teknologi tempatan dapat dicapai. Dalam masa yang sama pelaksanaan projek penyelidikan berbentuk 'blue sky' masih perlu dibiayai bagi menjamin kemungkinan penjanan teori atau ilmu baru. Selain itu, setiap institusi perlu mengenalpasti bidang kekuatan masing-masing dan hala tujunya, dan perlu diberi tanggungjawab sebagai '*focal point*' untuk bidang berkaitan. Pembahagian bidang mengikut IPTA dan kekuatan masing-masing dapat menggalakkan penyelidikan yang lebih fokus ke arah mencapai matlamat yang sama, bersifat '*multi-*' dan '*inter-disciplines*'.

## **2. Keperluan Dana Penyelidikan**

Sokongan kewangan yang kukuh dari pelbagai sumber akan meningkatkan keupayaan dana dan geran penyelidikan. Peruntukan kewangan yang mencukupi amat diperlukan dan setakat ini, terdapat beberapa mekanisme saluran geran penyelidikan fundamental; melalui KPT, ASM dan MOSTI. Untuk lebih fokus dan penghasilan sinergi yang baik, pembiayaan geran penyelidikan fundamental perlu dikendalikan oleh satu agensi agar pengurusan dan cara pembiayaan diseragamkan. Ini dapat mengelakkan pertindihan kerja, penggunaan sumber tenaga pengurusan dan penilaian di peringkat kementerian kurang berkesan, pengoptimuman penggunaan sumber kewangan yang terhad dan mengelakkan duplikasi projek penyelidikan yang dijalankan. Selanjutnya agihan dapat dilakukan dengan lebih konsisten dan sempurna. Perlu juga diwujudkan beberapa kategori geran penyelidikan fundamental seperti kategori galakan, kategori penjana ilmu dan kategori kerjasama antara penyelidik, kerajaan dan industri supaya hasil kajian boleh dikembangkan ke tahap penyelidikan gunaan untuk seterusnya dikomersialkan selaras dengan era k-ekonomi dan membantu negara menjadi negara pembekal teknologi serta mampu bersaing dipasaran global. Untuk ini satu polisi perlu digubalkan bagi memastikan industri turut terlibat secara aktif dalam penyelidikan fundamental dan gunaan serta mengkomersialkan produk yang berjaya dihasilkan, terutamanya syarikat yang mempunyai hubungan dengan kerajaan (GLC).

## **3. Penambahbaikan Kemudahan dan Infrastruktur**

Kemudahan asas fizikal dan infrastruktur yang mendorong dan menyokong aktiviti penyelidikan seperti ruang perbincangan, makmal P&P serta pengujian produk perlu dimajukan di universiti. Semua kemudahan ini berasaskan konsep gunasama dan pengkhususan serta *market driven*. Untuk ini semuanya perlu diletakkan di bawah satu pengurusan, iaitu Pejabat Penyelidikan supaya sinergi yang sempurna dapat diwujudkan serta dapat menghasilkan produk yang teruji dan sedia untuk pembangunan lanjut oleh pihak industri, menjamin masa penghantaran yang cepat dan berkesan, selaras dengan keperluan perniagaan. Kemudahan asas sedemikian akan menjadi pemangkin penyelidikan, selain keupayaan kewangan.

#### **4. Strategi Pengurusan Berkesan**

Pengurusan penyelidikan yang cekap dan berkesan akan berupaya mengurangkan masalah-masalah yang dihadapi disamping memperbaiki serta memperkemas sistem sedia ada. Di peringkat makro, satu badan induk perlu diwujudkan bagi merancang dan memantau semua kegiatan penyelidikan fundamental di IPT. Setakat ini belum wujud satu badan kebangsaan yang melihat secara khusus perancangan, perkembangan dan kemajuan penyelidikan fundamental. Ketiadaan badan sedemikian boleh menyebabkan berlakunya pembaziran sumber dalam mencapai matlamat penyelidikan yang dilakukan. Untuk ini dicadangkan Majlis Penyelidikan ditubuhkan agar dapat merancang, memantau kegiatan penyelidikan fundamental di IPT. Majlis ini boleh terdiri dari mereka yang mempunyai kepentingan dalam penyelidikan fundamental, sama ada dari sektor awam atau swasta. Matlamat utama majlis ialah menentukan hala tuju penyelidikan fundamental dan memastikan semua kegiatan penyelidikan dan inovasi di IPT selaras dengan teras dan keperluan pembangunan negara. Majlis yang serupa perlu juga diwujudkan di semua IPT yang terlibat dalam penyelidikan.

Pengurusan penyelidikan tidak memadai jika diurus oleh sebuah pusat kecil yang hanya berperanan mengurus permohonan geran serta menyimpan rekod projek. Peranan pengurusan yang lebih besar, cekap dan berkesan (Pejabat Penyelidikan) diperlukan memandangkan penyelidikan melibatkan pelaburan kewangan, tenaga dan masa yang cukup besar, serta berisiko tinggi. Kebanyakan universiti ternama mempunyai struktur pengurusan yang berasaskan penurunan kuasa dan tanggungjawab. Kumpulan penyelidikan, pusat penyelidikan dan pusat kecemerlangan yang diwujudkan berfungsi khusus untuk memajukan penyelidikan serta membentuk tenaga kerja yang fokus bagi menjayakan penyelidikan yang dilakukan. Mereka bertanggungjawab terhadap hal ehwal perkembangan dan kemajuan penyelidikan, sementara pengurusan projek dan kewangan dikendalikan oleh Pejabat Penyelidikan. Semua pusat dan kumpulan penyelidikan atau kecemerlangan diletakkan di bawah satu pejabat pengurusan berupaya memberi pelbagai kemudahan, dorongan dan insentif supaya aktiviti yang berteraskan inovasi dan penyelidikan dapat berkembang maju. Fakulti menjayakan fungsi pengajaran peringkat asas, terutamanya program pra-siswazah. Universiti memantau dan memberi sokongan melalui Majlis Penyelidikan yang akan memberi nasihat dan hala tuju setiap pusat yang berkaitan. Program Pasca siswazah yang mendokong penyelidikan dipertanggungjawabkan kepada Sekolah Pengajian Siswazah. Pengurusan penyelidikan di peringkat akar umbi turut diwujudkan supaya akan terhasil budaya penyelidikan cemerlang di semua universiti. Di setiap unit atau fakulti, aktiviti penyelidikan perlu dirancang dan dilaksanakan dengan berkesan. Untuk ini satu struktur penyelidikan yang sesuai perlu diwujudkan. Hambatan kemudahan infrastruktur boleh dikurangkan melalui konsep perkongsian kemudahan di samping pusat kecemerlangan yang dilengkapi dengan tenaga kerja pakar dan kemudahan peralatan canggih dalam bidang-bidang utama perlu diwujudkan. Langkah ini dilihat dapat menggalakkan aktiviti penyelidikan bersama di samping mengelakkan pembaziran sumber. Pengurusan penyelidikan yang lebih 'centralised' perlu bagi memastikan penyelidikan dapat dilaksanakan selaras dengan halatuju penyelidikan yang telah dikenalpasti oleh negara. Kewujudan pusat atau pejabat tersebut mampu menyediakan kemudahan dan kepakaran yang menyokong aktiviti P&P

dalam penghasilan teknologi/produk termaju dan penerokaan bidang-bidang baru untuk dimanfaatkan dalam memajukan ekonomi negara, terutama penghasilan produk/teknologi yang telah terbukti dan dapat diterima oleh industri untuk dikomersialkan berasaskan konsep “*complete value change*” dan “*from fundamental to market place*”. Semua aktiviti berkaitan penyelidikan oleh pusat kecemerlangan, kumpulan penyelidikan dan makmal-makmal penyelidikan di IPTA sewajarnya bernaung di bawah pejabat berkenaan. Bagi menggalakkan kerjasama dan merapatkan jurang di antara IPTA dan industri, penubuhan makmal-makmal penyelidikan serta makmal-makmal pengujian dan pembuatan yang terasing daripada makmal pengajaran, amat kritikal.

Selain itu, kaedah/mekanisme pelaporan dan pemantauan yang lebih konsisten, mantap dan berkala perlu diwujudkan agar perkembangan projek penyelidikan dapat dibuat dengan lebih teratur. Setiap IPTA perlu melaporkan kepada kementerian mengenai pencapaian P&P masing-masing bagi mengelakkan pelbagai jenis laporan dikemukakan berulang-kali sehingga pembaziran sumber tenaga dan kewangan berlaku.

## **5. Keperluan Tenaga Kerja**

Keseimbangan beban tugas antara pengajaran pelajar pra-siswazah dan penyelidikan untuk staf akademik perlu wujud. Staf akademik perlu diberi masa bekerja untuk pembangunan kepakaran dan kemahiran serta terlibat dalam P&P dan penyeliaan pelajar penyelidikan pasca siswazah. Mereka mesti bekerja di dalam kumpulan bagi menjamin kejayaan penyelidikan yang dijalankan. Bagi menggalakkan penyelidikan berkesan dilaksanakan, insentif yang lebih baik dan bersesuaian perlu diwujudkan. Contohnya, wajaran yang lebih besar diberikan kepada hasil-hasil penyelidikan yang bermutu dan kepimpinan dalam penyelidikan dalam pertimbangan kenaikan pangkat. Konsep professor penyelidik wajar diwujudkan, disamping kemudahan perjalanan bagi membenteng hasil penyelidikan diperbaiki serta ganjaran penulisan dalam jurnal juga perlu diambil kira.

Penglibatan pelajar pasca ijazah dalam penyelidikan perlu ditekankan memandangkan mereka merupakan kumpulan yang lebih bermotivasi dan fokus untuk memastikan kejayaan sesuatu penyelidikan. Oleh yang demikian, geran penyelidikan boleh dan cukup digunakan untuk membiayai pelajar-pelajar pasca ijazah agar dapat mewujudkan sekumpulan pelapis baru dalam penyelidikan dan penghasilan tenaga kerja berpengetahuan dan berinovasi. Selain dari pelajar siswazah penyelidikan, pekerja penyelidikan boleh terdiri daripada penyelidik sepenuh masa seperti pembantu penyelidik, pegawai penyelidik dan pegawai sains. Tenaga pakar seperti staf akademik dan penyelidik pasca doktorat membentuk kumpulan kepimpinan dalam pasukan penyelidik. Tenaga sokongan tetap pula terdiri daripada staf penyelidikan dan staf sokongan samada teknikal dan pejabat.

## **6. Keperluan Pangkalan Data dan Rangkaian Kerja**

Bagi memastikan penggunaan sumber tenaga dan kewangan yang cekap dan tiada duplikasi projek yang dilaksanakan serta perkongsian maklumat perlu juga diwujudkan pangkalan data yang boleh digunakan sebagai rujukan di peringkat negara dan di setiap IPTA serta institut penyelidikan yang lain. Semua pangkalan data ini dihubungkan antara



satu sama lain melalui rangkaian kerja yang mantap sehingga boleh diakses oleh semua pihak yang berkepentingan, termasuk industri dalam dan luar negara. Pangkalan data yang dibangun pula mesti mempunyai maklumat lengkap projek, penyelidik dan hasil yang diperolehi. Pangkalan data ini juga boleh digunakan untuk mempromosi produk yang telah dihasilkan oleh sesuatu projek yang berjaya. Secara am, perlu wujud Portal Penyelidikan Fundamental Negara.

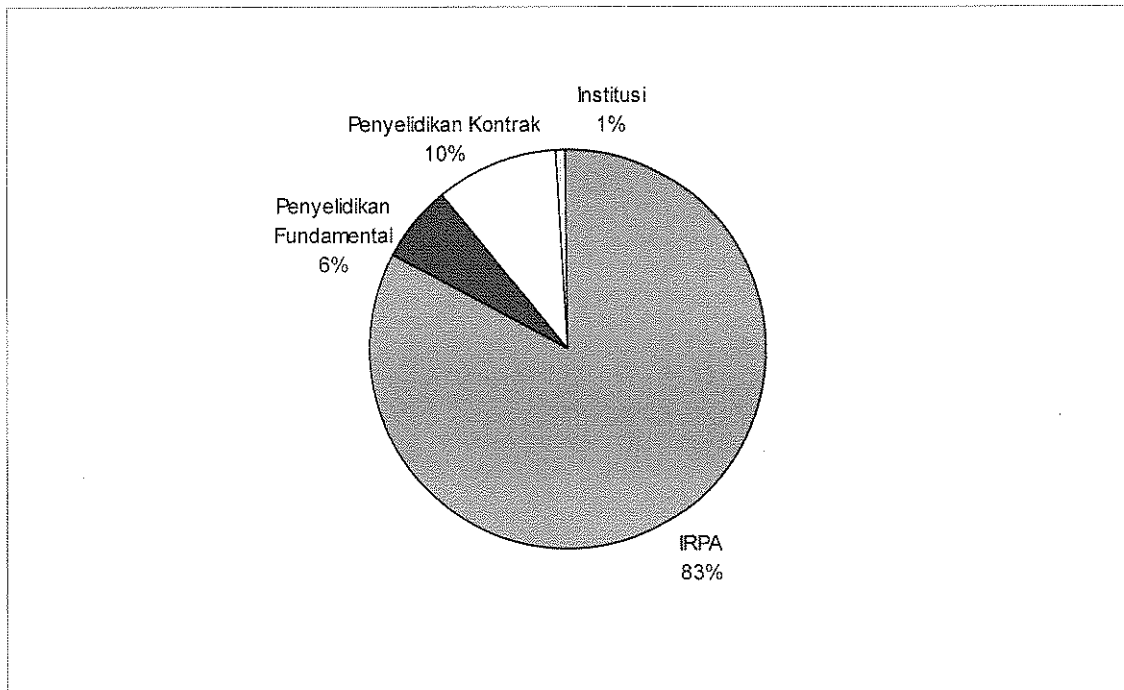
## **KESIMPULAN**

K-ekonomi atau ekonomi yang berasaskan pengetahuan atau berpacuan teknologi dan inovasi memerlukan tahap perancangan dan pengurusan penyelidikan yang cekap dan berkesan. Dalam konteks ini, penyelidikan fundamental menjadi kritikal bagi mewujudkan negara pembekal teknologi yang maju. Satu sistem atau mekanisme pengurusan penyelidikan yang baik berupaya menjimatkan penggunaan sumber disamping mendorong lebih banyak aktiviti penyelidikan dijalankan bagi meningkatkan daya saing negara. Dengan demikian, sistem pengurusan penyelidikan fundamental sedia ada perlu dikaji semula, termasuk aspek struktur, proses dan hala tuju perlu diperkemas dan dimantapkan supaya aktiviti penyelidikan fundamental negara benar-benar dapat memastikan matlamat pembangunan negara maju menjelang 2020 dapat dicapai.

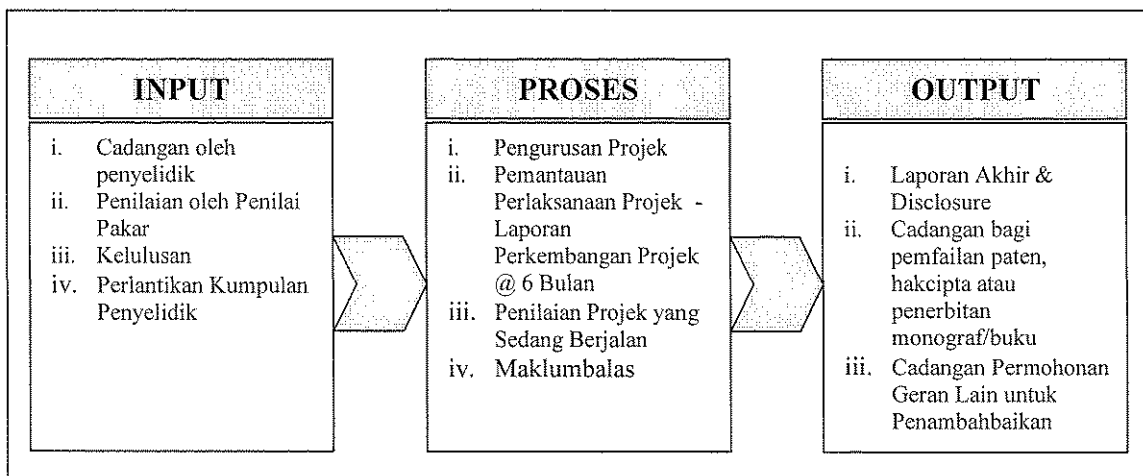
Peruntukan geran fundamental yang disalurkan melalui Kementerian Pengajian Tinggi ke Institusi-institusi Pengajian Tinggi berupaya menjana ilmu baru, menambah bilangan penerbitan dan perlindungan hak harta intelek dan mengeluarkan sumber tenaga manusia yang kompeten, selaras dengan keperluan era globalisasi dan k-ekonomi.

## **RUJUKAN**

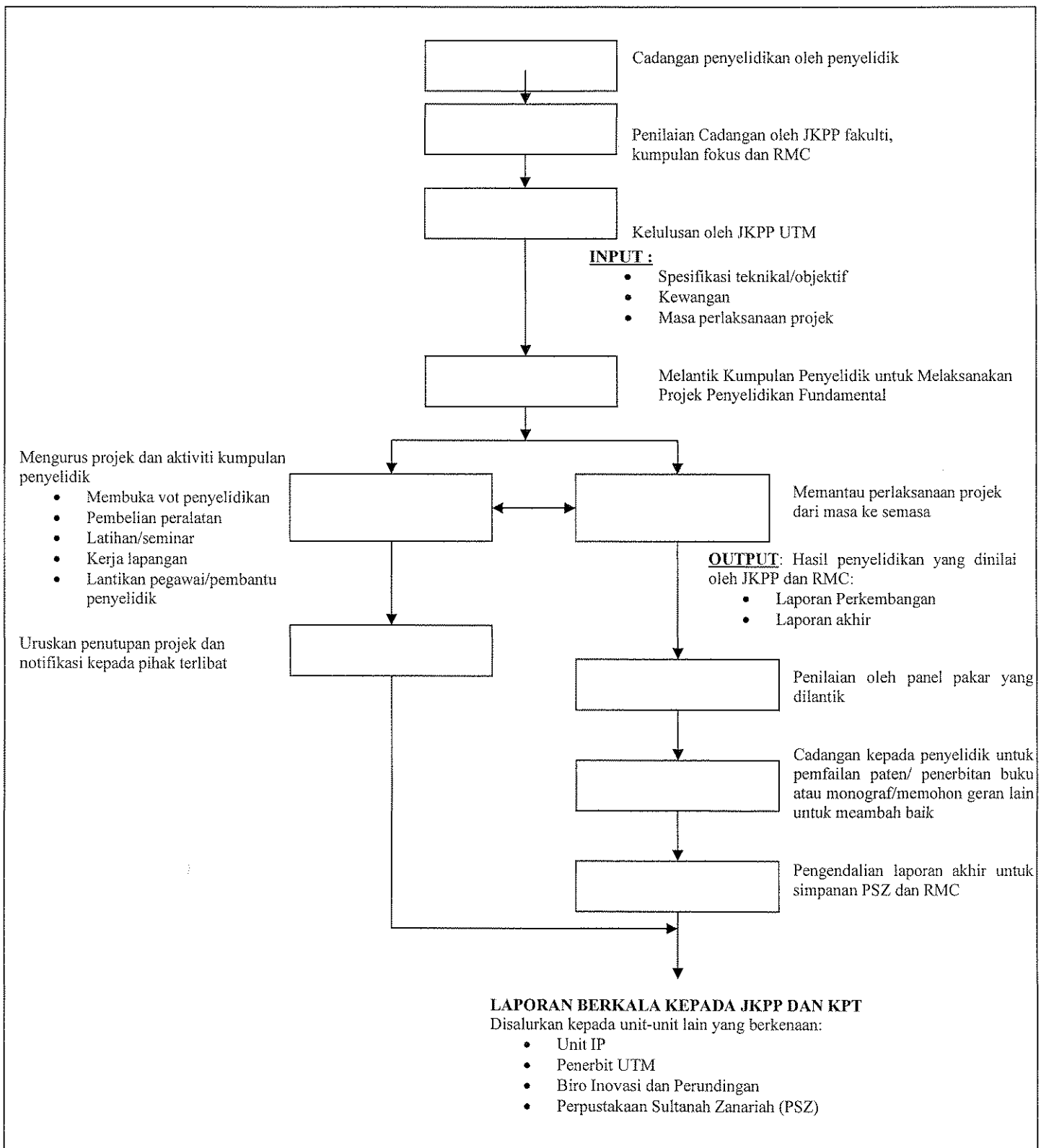
- Anuwar, A (1992) *Malaysian Industrialization: The Quest for Technology Transfer*, Singapore OUP.
- Malaysia Ministry of International Trade & Industry (1996), *2<sup>nd</sup> Industrial Master Plan 1996-2005*, Kuala Lumpur, MITI.
- MASTIC (2000) *1998 National Survey of Research and Development*, Kuala Lumpur
- MASTIC (2000) *1998 Malaysian Science and Technology Indicators Report*, Kuala Lumpur.



Rajah 1: Perolehan Geran Penyelidikan bagi RMK8 sehingga Disember 2004



Rajah 2: Proses Pengurusan Penyelidikan Fundamental



Rajah 3: Diskripsi proses utama pengurusan penyelidikan fundamental

Bil.	Bidang	RMK 5		RMK 6		RMK 7		RMK 8		Jumlah Keseluruhan	
		Bilangan Projek	Jumlah Peruntukan	Bilangan Projek	Jumlah Peruntukan	Bilangan Projek	Jumlah Peruntukan	Bilangan Projek	Jumlah Peruntukan	Bilangan Projek	Jumlah Peruntukan
1	Pertahanan	0	-	0	-	2	19,110.00	2	50,000.00	4	69,110.00
2	Alam Bina	31	181,345.00	20	260,295.75	58	842,297.00	32	555,820.16	141	1,839,757.91
3	Kejuruteraan Awam	36	795,640.00	58	720,564.00	105	1,935,734.60	45	1,049,888.00	244	4,501,826.60
4	Kejuruteraan Elektrik	30	75,960.00	39	841,189.80	75	1,161,390.02	18	374,750.00	162	2,453,289.82
5	Kejuruteraan Kimia dan Kej. Sumber Asli	25	20,029.00	62	957,130.00	68	1,040,000.00	51	1,119,300.00	206	3,136,459.00
6	Kejuruteraan Mekanikal	32	388,616.00	80	1,330,885.00	72	1,036,041.90	37	877,600.00	221	3,633,142.90
7	Kejuruteraan Sains Geoinformasi	19	72,887.00	51	447,545.26	51	672,084.00	48	942,920.00	169	2,135,436.26
8	Pendidikan	12	12,206.59	42	232,488.00	35	369,580.00	43	660,390.00	132	1,274,664.59
9	Pengurusan dan Pembangunan Sumber Manusia	14	57,334.00	34	356,321.52	45	509,942.00	88	1,360,715.73	181	2,284,313.25
10	Sains & Matematik	36	705,154.00	50	1,222,930.00	38	545,125.00	67	1,417,330.00	191	3,890,539.00
11	Sains Komputer dan Teknologi Maklumat	19	112,904.00	42	761,854.75	39	552,550.00	48	929,700.00	148	2,357,008.75
12	Lain-lain	0	-	3	26,723.00	31	341,300.00	44	729,004.64	78	1,097,027.64
<b>Jumlah</b>		<b>254</b>	<b>2,422,075.59</b>	<b>481</b>	<b>7,157,927.08</b>	<b>619</b>	<b>9,025,154.52</b>	<b>523</b>	<b>10,067,418.53</b>	<b>1877</b>	<b>28,672,575.72</b>

Jadual 1: Jumlah Projek dan Peruntukan Fundamental Mengikut Bidang (1986-2004)

Bil.	Bidang	Penerbitan Jurnal		Pembentangan Kertas Kerja	
		Kebangsaan	Antarabangsa	Kebangsaan	Antarabangsa
1	Alam Bina	0	0	2	1
2	Kejuruteraan Awam	12	1	26	6
3	Kejuruteraan Elektrik	7	0	8	0
4	Kejuruteraan Kimia dan Kej. Sumber Asli	20	0	53	8
5	Kejuruteraan Mekanikal	3	2	18	5
6	Kejuruteraan Sains Geoinformasi	3	2	11	3
7	Pendidikan	3	1	18	2
8	Pengurusan dan Pembangunan Sumber Manusia	6	4	18	5
9	Sains & Matematik	27	16	52	4
10	Sains Komputer dan Teknologi Maklumat	13	0	37	0
11	Lain-lain	0	0	4	0
<b>Jumlah</b>		<b>94</b>	<b>26</b>	<b>247</b>	<b>34</b>

confirm fundamental sij.

Jadual 2: Bilangan Penerbitan Terhasil

Bil.	Bidang	Paten	Hakcipta	Cap Dagangan	Jumlah
1	Alam Bina	2	1	0	3
2	Kejuruteraan Awam	3	2	4	9
3	Kejuruteraan Elektrik	3	1	0	4
4	Kejuruteraan Kimia dan Kej. Sumber Asli	18	3	0	21
5	Kejuruteraan Mekanikal	6	0	0	6
6	Pendidikan	0	4	0	4
7	Sains & Matematik	6	0	0	6
8	Sains Komputer dan Teknologi Maklumat	0	2	0	2
<b>Jumlah</b>		<b>38</b>	<b>13</b>	<b>4</b>	<b>55</b>

confirm fundamental sij.

Jadual 3: Bilangan Pemfailan Harta Intelek

Bil.	Bidang	Penyelidik	Pegawai/ Pembantu Penyelidik	Skim Pelajar Bekerja	Jumlah
1	Pertahanan	25	0	0	25
2	Alam Bina	107	72	82	261
3	Kejuruteraan Awam	196	32	59	287
4	Kejuruteraan Elektrik	138	6	21	165
5	Kejuruteraan Kimia dan Kej. Sumber Asli	123	35	45	203
6	Kejuruteraan Mekanikal	196	19	28	243
7	Kejuruteraan Sains Geoinformasi	117	38	101	256
8	Pendidikan	285	6	25	316
9	Pengurusan dan Pembangunan Sumber Manusia	183	80	34	297
10	Sains & Matematik	359	63	69	491
11	Sains Komputer dan Teknologi Maklumat	178	38	115	331
12	Lain-lain	95	8	14	117
<b>Jumlah</b>		<b>2002</b>	<b>397</b>	<b>593</b>	<b>2992</b>

Jadual 4: Bilangan Tenaga Manusia yang Terlibat dalam Penyelidikan Fundamental

Note:  
jumlah ini dtd. 95 di mana  
dlm table adalah hasil dip  
perolehi st (directly/indirectly)  
bye kerjakan vote st 95 mpuaya  
tajuk 95 iaitu keraja. st. or. mlu  
differentiate where the IP come from  
in which vote.