

Perspektif *Entrepreneurial University* dan Transformasi Sistem R&D Strategis Berbasis Akustik dan Fisika Terapan di Jurusan Fisika FMIPA UNS: Sebuah Model untuk Inisiasi *Spin Out Company*

Iwan Yahya

Grup Riset Akustik & Fisika Terapan
The iwany Acoustics & Applied Physics Research Group (*iARG*)
Jurusan Fisika FMIPA UNS SOLO
iyahya@uns.ac.id, iwanyy@yahoo.com

Abstrak

Tulisan ini berisi gagasan tentang pola transformasi yang dilakukan di Grup Riset Akustik & Fisika Terapan (*iARG*) Jurusan Fisika FMIPA UNS. Sistem inovasi dibangun dalam perspektif *entrepreneurial university* sebagai wujud kesadaran menuju era *knowledge-based economy* melalui skema *spin out*. Kajian diawali dengan uraian singkat tentang *entrepreneurial university*, isu energy baru terbarukan, dan di bagian akhir disajikan bagaimana sistem inovasi *iARG* dibangun untuk menjawab persoalan tersebut dengan basis inovasi akustik dan getaran.

Kata Kunci: *entrepreneurial university*, *spin out*, akustik dan getaran

I. Pendahuluan

Pertumbuhan ekonomi modern merupakan fenomena kompleks dimana peningkatannya sangat bergantung kepada inovasi dalam pengertian kemampuan untuk menciptakan nilai ekonomi berdasarkan penerapan ilmu pengetahuan secara kreatif. Saat mengulas permasalahan sistem inovasi dan kebijaksanaan pemerintah Amerika, Lewis M. Branscomb menyebutkan bahwa pertumbuhan industri yang signifikan dapat distimulasi melalui kebijaksanaan pemerintah yang secara cerdas menempatkan kepemimpinan universitas sebagai salah satu akselerator introduksi teknologi baru dalam peran berbentuk *Center for Technology Transfer Assistance* (CTTA).

Namun demikian, sebagaimana diketahui bahwa selalu terdapat jeda yang memisahkan antara invensi yang diperoleh dari hasil kerja kreatif di universitas dengan inovasi yang mengintroduksi teknologi dan peluang usaha baru melalui komersialisasi invensi tersebut. Jeda pemisah ini secara umum dikenal sebagai Fenomena Lembah Kematian atau *Valley of Death* (dalam beberapa literatur disebut

pula dengan istilah *Darwinian Sea*), yakni suatu keadaan dimana fisibilitas investasi dan pembiayaan invensi menjadi inovasi radikal menghadapi resiko paling tinggi karena kompleksitas dan ketidakpastiannya.

Sebuah studi independen di Amerika menyebutkan bahwa jeda tersebut dapat dikelola melalui keterlibatan langsung industri dalam skema kolaborasi yang tepat bersama universitas, lembaga riset independen dan pemerintah secara terpadu. Model investasi *Small Business Innovation Research* (SBIR) maupun *Advanced Technology Program* (ATP) telah mendorong universitas di Amerika menjadi pusat pertumbuhan inovasi melalui pembiayaan ventura secara signifikan yang mencapai 34% dari total pembiayaan. Nilai tersebut melampaui pembiayaan dari sumber pemerintah federal maupun dana internal universitas yang berturut-turut hanya sebesar 29% dan 3%^[1].

Beberapa peneliti menyebutkan bahwa salah satu kata kunci dari model tersebut adalah keberadaan sistem inovasi strategis disertai kesadaran pentingnya wawasan kewirausahaan (*entrepreneurships*) yang dikembangkan secara kreatif dan bersistem di tingkat universitas. Sistem inovasi yang dimaksud menjadi ukuran tanggung jawab universitas untuk menciptakan sebuah mekanisme efektif dalam transfer ilmu pengetahuan dan teknologi, pemberdayaan masyarakat, dan peningkatan daya saing ekonomi nasional. Komersialisasi teknologi yang tercipta dari aktivitas sinambung di universitas dapat mendorong industri untuk memperkuat kapasitas inovatif mereka secara eksklusif terutama melalui skema lisensi.

Model tersebut telah memberikan dampak yang sangat baik bagi pertumbuhan usaha di Amerika. Sebagai gambaran, *Association of University Technology Manager* (AUTM) mencatat bahwa kebijaksanaan tersebut telah membuahkan 8500 paten yang dicatatkan oleh universitas Amerika pada tahun 2000. Pada tahun fiskal yang sama pula terdapat royalti senilai 1,26 milyar Dolar yang dibayarkan untuk 4346 lisensi inovasi yang dihasilkan oleh universitas. Lebih jauh lagi tercapat 454 perusahaan yang dilahirkan sebagai hasil *spin out* yang mengubah invensi menjadi inovasi radikal yang berbasis teknologi.^[2-4]

Pertanyaan mendasarnya adalah, bagaimana bentuk transformasi yang dapat dilaksanakan di Indonesia, khususnya Universitas Sebelas Maret, agar sistem inovasi yang ada dapat tumbuh menjadi penyumbang signifikan perkembangan ilmu pengetahuan, terdepan dalam pemberdayaan masyarakat, serta secara serentak memiliki kebermaknaan yang jelas bagi pertumbuhan ekonomi nasional dalam perspektif *knowledge-based economy*?

Tulisan ini berisi gagasan tentang model sistem inovasi dan R&D strategis UNS serta gambaran tentang aktivitas yang telah dijalankan di Grup Riset Akustik & Fisika Terapan (*iARG*) Jurusan Fisika FMIPA UNS. Perspektif *entrepreneurial university* disajikan di bagian awal, diikuti tinjauan sekilas tentang energi baru dan terbarukan berbasis bunyi dan getaran yang menjadi pijakan untuk pengembangan terfokus sebagai jawaban *iARG* dalam transformasi menuju tataran UNS sebagai sebuah *entrepreneurial university*.

II. Tujuan

Sebagai sebuah institusi pendidikan tinggi, universitas tidak saja dituntut untuk menyajikan layanan perkuliahan, namun juga tuntutan pada pelaksanaan riset dan pemberdayaan masyarakat. Namun demikian, realitas yang ada tidak serta merta menempatkan universitas dan industry pada sebuah model interaksi yang memungkinkan harapan itu tercapai dengan gemilang.

Dalam banyak kasus terdapat kesenjangan antara inovasi yang dihasilkan oleh universitas dengan kebutuhan industry maupun masyarakat. Oleh karena itu diperlukan pendekatan sistematis terencana untuk mengurangi kesenjangan tersebut dan secara serentak dapat member penguatan kepada universitas, industry, dan semua pihak termasuk masyarakat yang menjadi stakeholders dalam sistem inovasi yang dikembangkan.

Lebih dari itu, sistem inovasi yang dibangun juga harus dapat menjadi penyumbang yang signifikan untuk tumbuhnya kekuatan ekonomi dalam perspektif knowledge-based economy.

III. Kajian Pustaka

III.1. Relasi Universitas – Industri

Harapan untuk tumbuhnya kolaborasi antara universitas dengan industry secara produktif dihadapkan pada banyak kendala karena secara fundamental keduanya memiliki perbedaan karakteristik baik dalam hal struktur, sumber daya, maupun tujuan. Para ekonom sering menyebutnya dengan istilah Republik Sains dan Realitas Teknologi sekedar untuk menunjukkan besarnya perbedaan diantara keduanya.

Terdapat tiga *stakeholders* yang secara langsung terlibat dalam relasi ini yakni akademisi di universitas, unit transfer teknologi jika ada (*technology transfer office*, TTO), serta dunia usaha atau wirausahawan. Ketiganya bekerja dalam lingkungan dan budaya organisasi relative berbeda yang berdampak pada norma, standar, dan nilai-nilai (*value*) yang tidak selalu sama diantara mereka.

Keterkaitan universitas kepada kewajiban menjalankan misi yang terwujudkan dalam tiga domain dharmanya membentuk karakter relasi antara universitas dengan industry. Sejarah yang berbeda kemudian mempengaruhi perspektif dan strategi terhadap proses pertukaran pengetahuan maupun transfer technology di masing-masing universitas. Heterogenitas yang demikian kuat berdampak pada ketiadaan cara yang khusus untuk menjadikan sebuah universitas tertentu bertransformasi menjadi sebuah *entrepreneurial university*.

Martinelli et al menyebutkan bahwa transformasi ke arah *entrepreneurial university* yang diharapkan dapat berjalan jika seluruh elemen yang ada secara aktif menciptakan inovasi dalam setiap domain dharma mereka. Keadaan yang demikian mendorong timbulnya pergeseran yang substansial dalam karakter organisasi, etos dan pola bekerja yang secara bersistem harus dibentuk untuk mencapai keadaan dengan peluang dan *value* yang lebih baik dan terus membaik di masa depan.^[5]

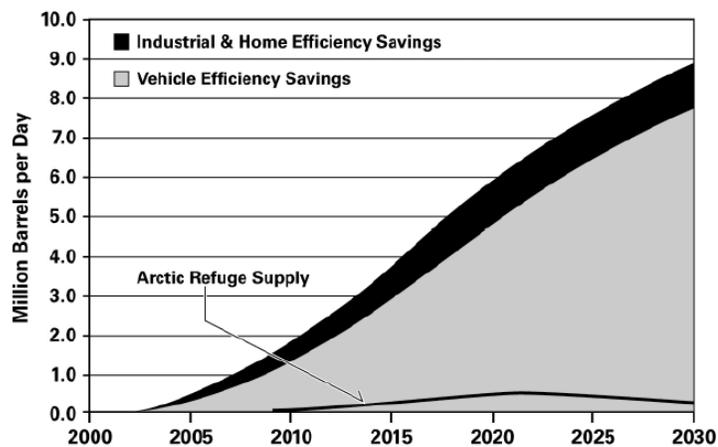
Untuk mencapai keadaan tersebut, secara senada Audretsch mejlaskan bahwa untuk dapat menjalankan peran sebagai motor pertumbuhan ekonomi, penciptaan peluang kerja baru dan peningkatan daya saing secara global, maka setidaknya dibutuhkan sejumlah karakter penciri sebagai berikut, (i). Kejelasan tujuan dan arah pengembangan yang terpahami dengan baik oleh setiap civitas akademika. Visi dan misi universitas mengalir kuat dalam setiap aktivitas serta terdapat mekanisme yang baik untuk mewujudkannya dalam bentuk kegiatan terukur. (ii). Kekuatan untuk melepaskan diri dari belunggu sejarah dan tradisi yang tidak produktif, (iii). Keberagaman pola dan sumber pembiayaan, (iv). Terdapat stimulasi kreatif untuk mendorong tumbuhnya inovasi dalam setiap domain tridharma, dan, (v). Budaya *entrepreneurial* yang dibangun secara terpadu.^[6]

III.2. Energi Terbarukan; Status Pengembangan Berbasis Bunyi dan Getaran

Perkembangan teknologi selain menyajikan banyak kemudahan juga menyertakan permasalahan dan tantangan yang serius. Pertumbuhan industri dan perubahan pola hidup masyarakat terutama di daerah urban dan perkotaan telah

meningkatkan laju konsumsi energi dan menyebabkan degradasi lingkungan yang signifikan. Sebagai ilustrasi, sebanyak 39% konsumsi energi Amerika terserap oleh sektor komersial dan perumahan, dimana 25% dari jumlah tersebut digunakan untuk kepentingan penerangan. Di sisi lain kemajuan sektor transportasi selain menyebabkan mobilitas penduduk semakin tinggi, berdampak pula pada peningkatan konsumsi energi. Sebuah laporan yang diterbitkan IFP tahun 2005 memberikan gambaran bahwa sektor transportasi mengkonsumsi 50% dari total produksi minyak dunia^[7]. Konsumsi energi tersebut juga antara lain digunakan untuk keperluan penerangan terutama pada moda transportasi darat.

Aspek lain yang tak kalah pentingnya adalah, sebagaimana yang menjadi masalah di setiap kota besar di Indonesia, adalah meningkatnya kebisingan dan paparan getaran akibat aktivitas transportasi. Paparan bising dan getaran berlebih, terutama pada frekuensi rendah yang justru paling banyak diterima manusia, dapat berdampak menimbulkan gangguan kesehatan yang serius. Karenanya tidak mengherankan Uni Eropa menerapkan standar yang sangat ketat berkaitan dengan masalah ini. *Human Vibration Directive 2002/44/EC* yang terbit pada bulan Juli 2002 dan *Noise at Work Directive 86/188/EEC*, bukan saja menjadi standar yang diacu oleh beberapa negara lain, tetapi juga memberikan jaminan perlindungan publik yang lebih baik terhadap ancaman yang dapat ditimbulkan oleh bising dan getaran^[8].



Gambar 1. Target penghematan energy bersih yang dicanangkan pemerintah Amerika hingga tahun 2030

Tantangannya adalah menemukan solusi yang serempak dan bersifat produktif untuk kedua persoalan ini. Tantangan solusi produktif yang dimaksudkan disini adalah menciptakan sebuah perangkat yang dapat secara efisien mereduksi bising dan

pada saat bersamaan mampu mengubah energy bising dan getaran menjadi energi listrik yang dapat disimpan di dalam bettere untuk selanjutnya dapat digunakan untuk beragam keperluan, baik untuk sektor komersial dan rumah tangga, catu daya mikroelektronik, maupun keperluan penerangan pada wahana transportasi.

Keasadaran pada pemanfaatan teknologi energy baru dan terabrukan secara efisien dalam aktivitas ekonomi memberikan dampak positif berganda. Selain dapat mendorong pertumbuhan karena penghematan biaya, pada saat bersamaan memberi jaminan pasokan serta peluang bagi pelestarian alam dan lingkungan. Sebagai ilustrasi Gambar (1) menyajikan target penghematan pemerintah Amerika hingga tahun 2030.^[9]

Terdapat beragam pilihan untuk mencapai tujuan tersebut. Dalam perspektif aplikasi akustik dan getaran, para peneliti dan innovator umumnya menggunakan generator piezoelektrik sebagai pembangkit listrik. Meski terdapat kesamaan prinsip dalam penggunaan, sejumlah peneliti mekanisme pemicu berbeda-beda dalam menghasilkan listrik dari bahan piezoelektrik. Mateu and Moll, Mitcheson et al, misalnya memanfaatkan gerakan tubuh untuk memicu lapisan piezoelektrik mengubah stress menjadi listrik yang digunakan untuk mencatu daya perangkat elektronik nirkabel.^[10,11]

Kajian sejenis juga dilakukan antara lain oleh Sodano et al, Singh and Middleton, Kompis and Aliwell (Ed), Kauffman and Lesieutre, serta beberapa peneliti lain, termasuk Guilot et al serta Nuffer and Bein yang berturut-turut mengaplikasikannya untuk kepentingan penerangan dan transportasi.^[12-20]

Namun demikian, tidak satupun dari publikasi tersebut di atas yang menerapkan perpaduan aplikasi akustik khususnya yang secara serempak mereduksi bising dan getaran dengan mekanisme pembangkitan energy menggunakan bahan piezoelektrik. Horowitz memulainya dengan menggunakan konsep resonator Helmholtz yang diberi lapisan plat piezoelektrik tambahan (*compliant back plate*) pada bagian belakang rongga untuk aplikasi reduksi bising. Sementara itu Sloetjes and de Boer mengembangkan aplikasi untuk reduksi getaran. Konsep ini berhasil memicu mekanisme pembangkitan energy meski masih terdapat kelemahan.^[21,22]

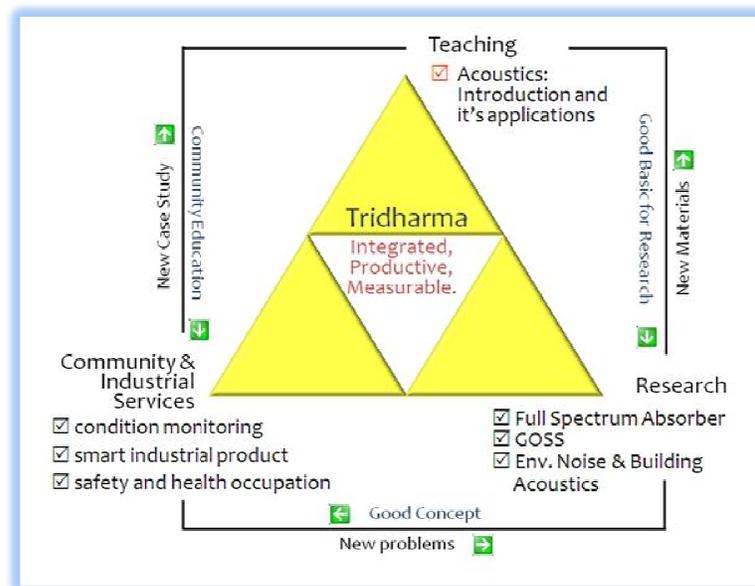
Rancangan Helmholtz resonator dikembangkan Horowitz masih memiliki kelemahan disamping karena responnya hanya pada satu nilai frekuensi, rancangan resonatornya yang konvensional juga berdampak pada lemahnya mekanisme pembangkitan energy. Leher resonator Hekmholtz konvensional yang berbentuk

tabung memiliki keterbatasan dalam memicu kerja elemen piezoelektrik terutama pada keadaan tekanan bunyi beraras rendah.

Solusi untuk kelemahan tersebut dikemas dalam teknologi *intelligent sound absorber energyharvesting element (iSAE)* yang merupakan inovasi radikal yang sedang dikembangkan di *iARG*. Uraianya disajikan dalam bagian lain tulisan ini.

IV. Pembahasan

IV.1. Perspektif *Entrepreneurial University* dan Tridharma Produktif Terpadu

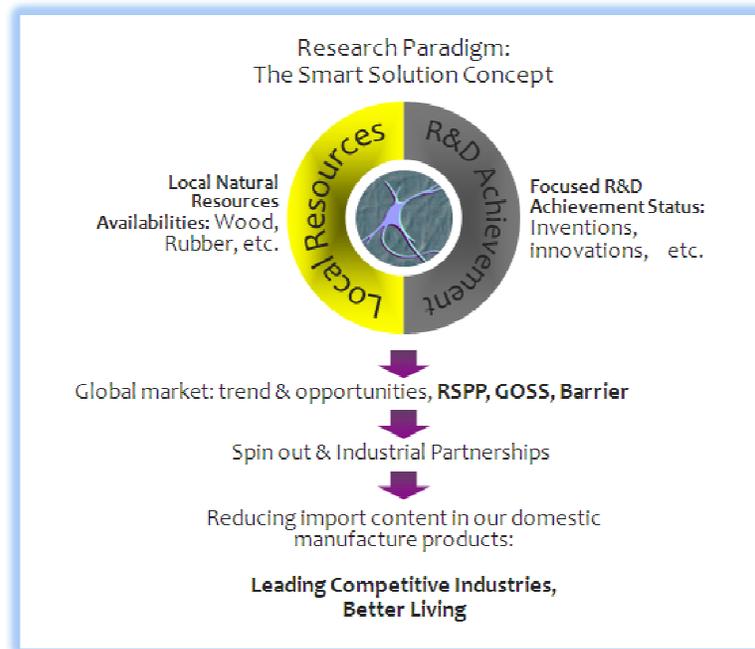


Gambar 2. Tridharma terpadu, produktif, dan terukur yang diterapkan *iARG*

Sebagai bagian dari tridharma perguruan tinggi, maka aspek layanan perkuliahan berkualitas menjadi keharusan yang wajib dapat diciptakan oleh setiap pengajar. Mengacu kepada perspektif *entrepreneurial university* dalam pengertian penguatan kandungan bahan ajar yang beriringan dengan tumbuhnya inovasi secara bersistem dalam kegiatan riset dan transfer teknologi, maka konsep tridharma produktif terpadu menjadi pilihan yang tak dapat ditolak. Konsepnya disajikan dalam Gambar (2).

Proses perkuliahan yang berkualitas harus dapat menyajikan fundamen yang sangat kuat untuk pelaksanaan riset, dan sekaligus menjadi jalan menuju pendidikan

masyarakat yang berkualitas pula. Di sisi lain, riset strategis yang dikembangkan di setiap jurusan dan program studi selayaknya mengambil inspirasi (antara lain) dari persoalan nyata di tengah masyarakat. Dengan begitu pencapaian riset selain dapat memperkaya khasanah perkuliahan di kelas, juga menjadi konsep atau bahkan solusi yang baik terhadap persoalan masyarakat.



Gambar 3. Konsep solusi cerdas yang dikembangkan dan mendasari setiap riset strategis iARG. Konsep ini telah diterapkan dalam skema Hibah Bersaing XI hingga XIII, RUT XI, serta Hibah Riset Riset Strategis Nasional yang sedang berjalan.

Bentuk nyata yang telah dijalankan di *iARG* disajikan dalam Gambar (3) yang merupakan model berpikir dan bertindak dalam setiap aktifitas riset yang dikembangkan *iARG*. Aplikasinya dalam kegiatan di kelas telah diuji coba dalam perkuliahan Kapita Selektta yang merupakan perkuliahan yang bersifat elektif dan disajikan oleh dosen atau kelompok dosen dari minat kajian atau riset yang sama. Tema dan Kandungan bahan ajar bersifat dinamis dan disesuaikan dengan perkembangan terkini dari berbagai bidang kajian yang ada di Jurusan Fisika FMIPA UNS.

Pada pelaksanaan perkuliahan semester kedua tahun akademik 2007/2008, perkuliahan Kapita Selektta menyajikan tema Akustik Terapan. Untuk menjaga

kualitas isi atau kandungan bahan ajar, maka Lecture Note nomor 31200 berjudul *Fundamental of Acoustics and Noise Control* oleh Jacobsen et al (Oersted. DTU, Technical University of Denmark, 2007) telah ditetapkan menjadi teks utama. Akses bahan ajar termasuk *soft copy* diberikan kepada mahasiswa sejak pertemuan pertama. Begitu pula penjelasan pelaksanaan perkuliahan, bentuk tugas, dan ketentuan penilaian.

Inisiasi *research enhanced teaching / learning* (RET/L) dilakukan dengan cara mengintroduksi sejumlah pencapaian riset yang berkait dengan bidang akustik terapan. Penjelasan terhadap masing-masing pencapaian riset tersebut mencakup tiga aspek yakni; (i). Penjelasan teoretik yang mengacu ke buku teks, (ii). Aspek kebaruan (*novelty*) dan peluang aplikasi hasil riset, dan (iii). Skema pengembangan termasuk agenda lanjutan pasca riset. Aspek ketiga dilakukan dengan maksud untuk membuka ruang bagi keterlibatan mahasiswa di dalam skema riset strategis yang dikembangkan pengampu perkuliahan.

Beberapa temuan menarik terjadi selama proses belajar mengajar. Penyajian pencapaian riset secara menarik dalam perspektif yang komprehensif terbukti dapat menumbuhkan antusiasme peserta didik, bahkan berhasil dengan baik menumbuhkan motivasi dan menginspirasi mereka untuk melakukan perubahan yang signifikan pada pola belajar mereka. Secara umum kelas dapat menyajikan keterlibatan secara emosional yang lebih baik tatkala pengajar menyajikan fakta dan pengalaman nyata dari apa yang telah dan sedang dilakukannya.

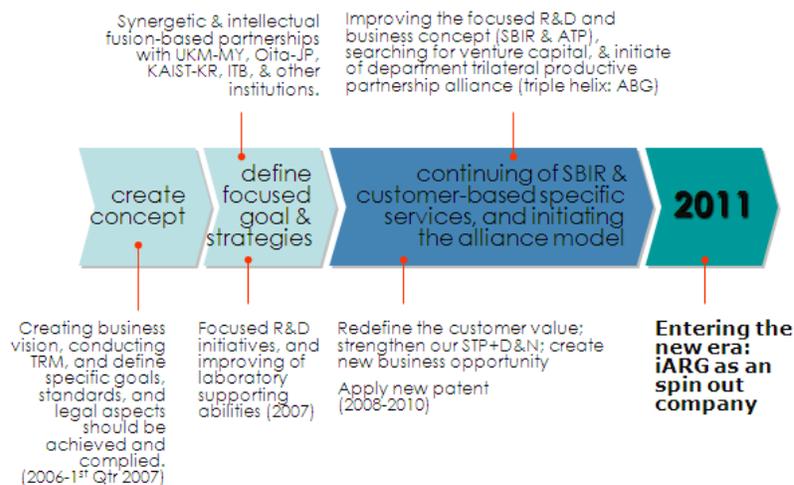
Temuan penting lain yang muncul dalam perkuliahan yang dirancang dengan perspektif RET/L adalah ketika seorang peserta didik telah merasa terpantik oleh ide pengajar maupun isi perkuliahan, maka sangat tidak jarang menimbulkan pertanyaan penting, kadang sangat kritis, yang bahkan dapat berada jauh di luar bahan ajar atau lingkup kajian pengajar itu sendiri.

Berdasarkan temuan tersebut maka dapat dikemukakan bahwa pencapaian yang lebih besar dapat terjadi jika dosen selaku pengajar bersedia memperluas *comfort area* mereka. Riset strategis yang terencana dengan baik dapat menjadi pilihan yang bijaksana untuk mencapai tataran itu. Seorang pengajar yang baik harus dapat menjadi *inspiring people* bagi dirinya sendiri sebelum menjadi *inspiring lecturer* bagi kelasnya. Kemampuan memperluas *comfort area* dan menginspirasi peserta didik merupakan ukuran yang harus dimiliki seorang *entrepreneurial academia*.

IV.2. Sistem Inovasi dan R&D Strategis *i*ARG

Sebagai bagian dari upaya untuk tumbuh menjadi grup riset produktif dalam perspektif *entrepreneurial university*, maka sejak tahun 2006 *i*ARG telah mulai mendefinisikan langkah transformasi dalam wujud skema yang disebut sebagai Vision2011. Skema ini menjadi pijakan setiap kegiatan R&D strategis *i*ARG dalam rangka menciptakan inovasi yang dapat mempercepat transformasi *i*ARG menjadi sebuah *spin out company* pada tahun 2011. Gambar (3) di depan merupakan wujud konsekuensi dari konsep ini.

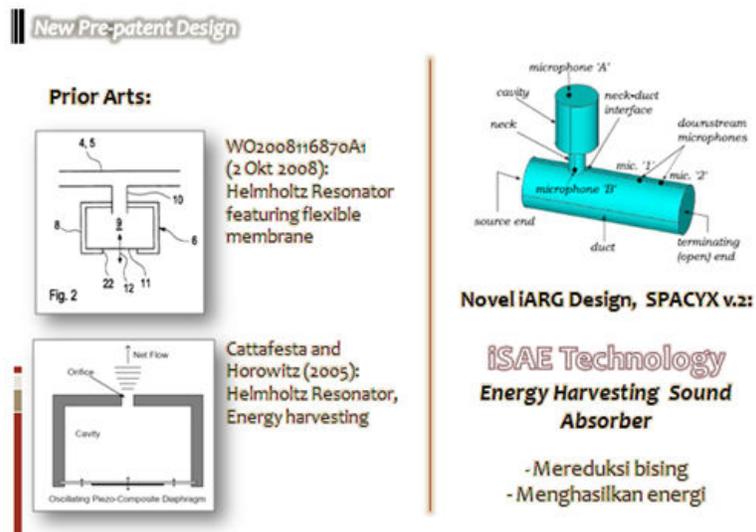
Tahap-tahap transformasi *i*ARG menjadisebuah *spin out company* disajikan dalam Gambar (4). Tahap-tahap tersebut disusun sebagai bagian dari kesadaran dalam menciptakan pola bekerja dengan mengedepankan jaringan dan kekuatan inovasi. Implementasi dari konsep ini disajikan dalam wujud filosofi berinovasi *i*TripleA yang detilnya akan disajikan kemudian.



Gambar 4. *Value chain* dalam transformasi *i*ARG menuju era *spin out company*

Selanjutnya sejalan dengan hasil *technology roadmapping* (TRM) yang telah disepakati di Jurusan Fisika FMIPA dimana ditetapkan bahwa pengembangan energy baru dan terbarukan dipilih sebagai focus pengembangan R&D strategis jurusan, maka *i*ARG telah pula mengembangkan skema terfokus untuk tujuan tersebut dengan basis akustik dan getaran. Fokusnya adalah inovasi energy baru terbarukan yang efisien untuk bidang transportasi dan hunian cerdas hemat energy.

Perlu disadari bahwa pengembangan inovasi dalam bidang energy baru dan terbarukan merupakan bidang yang sangat luas dan telah berkembang pesat pula. Karena itu untuk dapat mencapai tataran inovasi unggul yang bernilai komersial tinggi, maka teknologi yang dihasilkan tidak boleh bersifat perulangan terhadap inovasi atau temuan yangtelah ada. Untuk mencapai maksud tersebut, maka telah didefinisikan fislosofi pengembangan inovasi dan teknologi yang disebut sebagai *iTripleA* yang merupakan akronim dari *Anytime Anywhere (intelligent services) Availabilities*.



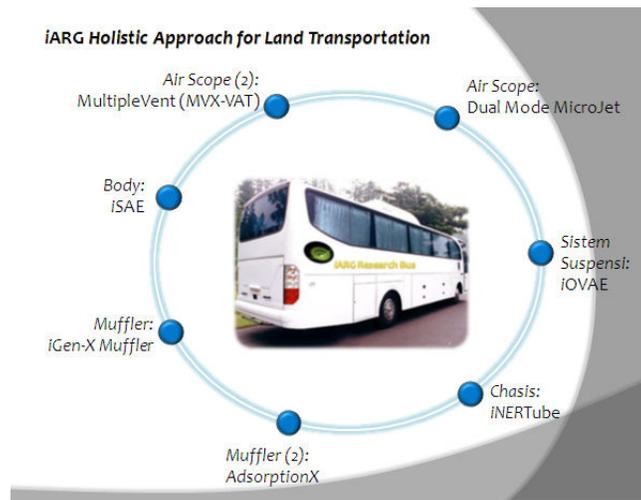
Gambar 5. Teknologi iSAE dan prior arts yang bersesuaian

Konsekuensi dari filosofi *iTripleA* tersebut adalah setiap produk teknologi inovatif *iARG* harus memiliki karakter cerdas, fleksibel, dan efisien. Kecerdasan yang dimaksud dalam hal ini mengandung perhatian bahwa inovasi *iARG* harus memiliki kebaruan dan orisinalitas tinggi. Indikator dari hal tersebut adalah potensi peraihan paten maupun peluang untuk publikasi. Ukuran kecerdasan yang lain adalah bahwa setiap inovasi harus terbebas dari belenggu titik nol. Artinya, inovasi *iARG* harus bersifat terbuka untuk adopsi teknologi terkini sehingga mempertinggi kompatibilitas dan efisiensi dalam investasi. Penerapan prinsip ini digambarkan dalam uraian singkat teknologi *iSAE* di bawah ini.

Sebagaimana telah disebutkan di depan bahwa pendekatan Horowitz yang berbentuk compliant backplate Helmholtz resonator masih memiliki kelemahan

karena sistem tersebut hanya memiliki satu nilai frekuensi resonan. Akibatnya mekanisme pembangkitan energy yang dapat ditimbulkan sangatlah terbatas.

Solusi dari persoalan tersebut diatasi teknologi *iSAE* seperti disajikan dalam Gambar (5). Teknologi ini dibangun dengan perbaikan teknologi Flex-SPACYX yang telah dipatenkan dan menggabungkannya dengan sifat bahan piezoelektrik. Perbaikan yang dipilih adalah menempatkan sebuah pandu gelombang di dalam struktur internal Flex-SPACYX sehingga dengan demikian terjadi penguatan pada band yang lebih lebar. Penguatan ini diperlukan agar defleksi piezoelektrik menjadi lebih besar dan mekanisme pembangkitan energy dapat terjadi dengan lebih baik. Pilihan menempatkan rancangan pandu gelombang dalam peredam bunyi merupakan inovasi yang ekstrim dan belum pernah dilakukan oleh peneliti manapun sebelumnya.



Gambar 6. Skema inovasi *iARG* untuk transportasi darat

Selanjutnya aspek fleksibilitas dalam pengembangan inovasi mengandung pengertian bahwa selain dapat digunakan pada berbagai ragam aplikasi, inovasi *iARG* harus bersifat kompatibel untuk pengembangan produk derivatifnya. Kompatibilitas dalam pengembangan produk derivative ini sangat penting untuk memperbesar segmen pasar dari inovasi yang dikembangkan. Sebagai gambaran, teknologi *iOVAE* yang diperuntukkan untuk bidang transportasi dapat pula digunakan untuk pengembangan produk komersial yang berkaitan dengan *life style*. Karena pertimbangan paten, detilnya tidak dapat disajikan dalam tulisan ini.

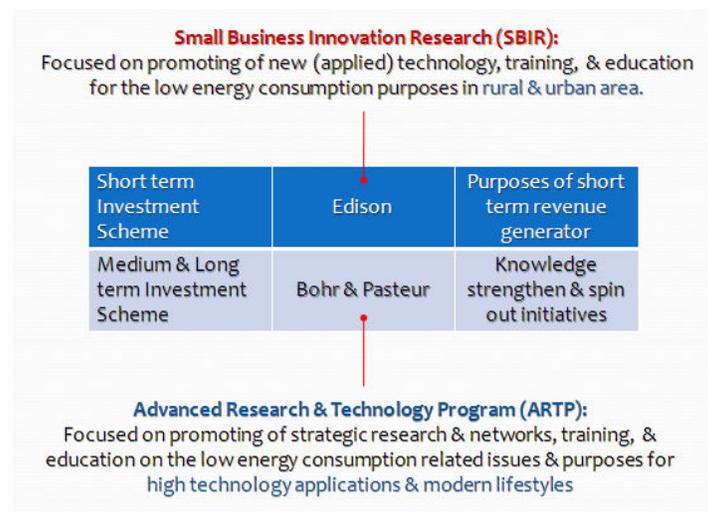
Aspek efisiensi dalam inovasi iARG mensyaratkan bahwa setiap teknologi yang dihasilkan harus memiliki ketentuan ergonomis sehingga mudah dioperasikan, berbiaya operasional rendah, serta dapat menghasilkan energy secara seketika dimanapun dibutuhkan.

Ilustrasi dari ragam inovasi yang dikembangkan di iARG dalam perepektif energy baru dan terbarukan untuk transportasi darat disajikan dalam Gambar (6) di depan.

IV.3. Skema Pembiayaan R&D Strategis

Selain pelaksanaan tridharma yang bersifat produktif, terukur, dan terpadu, serta skema R&B yang baik, terdapat factor penting ketiga yang dapat memicu perkembangan aktivitas pengembangan teknologi dalam perspektif *entrepreneurial university*.

Dengan mengacu kepda kisah sukses di beberapa negara lain seperti India, Korea, Jepang dan Singapore, maka sisteminovasi di UNS selayaknya dibangun dengan kebijaksanaan pembiayaan yang jelas pula.



Gambar 7. Skema pembiayaan untuk sistem inovasi UNS

Contoh bentuk yang disarankan disajikan dalam Gambar (7) yang merupakan model yang akan diberlakukan di FMIPA mulai tahun ini. Sesuai dengan kebijaksanaan Dewan Riset Nasional yang lebih menitikberatkan pembiayaan riset ke arah penguatan sektor hilir, maka selayaknya sistem pembiayaan UNS juga mengacu ke pola yang sama.

Pembiayaan inovasi yang termasuk dalam kategori SBIR yang merupakan investasi dengan perputaran jangka pendek harus diarahkan untuk mendukung pertumbuhan industry kecil dan menengah. Disisi lain, penelitian dasar dan inovasi teknologi tinggi diarahkan untuk penguatan intelektual dan inisiasi tumbuhnya *spin out company*.

V. Kesimpulan

Transformasi menuju era *entrepreneurial university* sesungguhnya dapat diinisiasi melalui aktivitas terfokus di setiap unit pengembangan di universitas. Pelaksanaan tridharma yang produktif, terukur dan terpadu bukan saja dapat memperkaya khasanah perkuliahan, namun secara empiris terbukti dapat memacu minat peserta didik.

Kesadaran untuk mengembangkan sistem inovasi dan R&D strategis secara cerdas dapat memberikan penguatan yang sangat baik, yang dapat mempercepat pencapaian transfer teknologi dan diseminasi ilmu pengetahuan, serta secara serempak member jalan untuk tumbuhnya kekuatan ekonomi baru yang berbasis ilmu pengetahuan.

Disamping itu, komitmen pembiayaan kegiatan R&D strategis harus dikemas dalam bentuk kebijaksanaan pokok universitas yang harus dipahami dengan baik oleh setiap dosen dan peneliti.

Daftar Pustaka

1. Branscomb, L, M, and Auerswald, P, E., *Between innovation and invention, an analysis of funding for early-stage technology development*. U.S. Dept. of Commerce, November 2002
2. van den Berghe, L. and Guild, P. D. *The strategic value of new university technology and its impact on exclusivity of licensing transaction: An empirical study*. J. Technol Transfer. 33. 2008. pp 91–103
3. Antonelli, C. *The new economic of the university: a knowledge governance approach*. J. Technol Transfer. 33. 2008. pp 1–22
4. O’Gorman, C., Byrne, O. and Pandya, D. *How scientist commercialise new knowledge via entrepreneurships*. J. Technol Transfer. 33. 2008. pp 23–43
5. Martinelli, A., Meyer, M., and von Tunzelmann, N. *Becoming an entrepreneurial university? A case study of knowledge exchange relationships and faculty attitudes in medium-sized, research oriented university*. J. Technol Transfer. 33. 2008. pp 259–283

6. Audretsch, D. B., *Entrepreneurial society*. J. Technol Transfer. 34. 2009. pp 245–254
7. Panorama Magazine. *Energy consumption in transport sector*. IPF. Dec 2005
8. B&K Magazine No. 1. 2003
9. Noge, A., Clemmer, S., Donovan, D., and Deyette, J., *Clean energy blue print: increasing energy security, saving money, and protecting the environment with energy efficiency and renewable energy*. Bulletin of Science, Technology & Society. Vol 22. No. 2. April. 2002, pp 100-109
10. Mateu, L., Moll, F., *Optimum piezoelectric bending beam structures for energy harvesting using shoe insert*. Journal of Intelligent Material System and Structures. Vol. 16, October 2005, pp 835-845
11. Mitcheson, P.D., Yeatman, E. A., Rao, K. G., Holmes, A. S., and Green, T.C., *Energy harvesting from human and machine motion for wireless device*. Proceeding of IEEE Vol 96. No 9 September 2008, pp. 1457-1486
12. Sodano, H. A., Inman, D. J., and Park, G., *Generation and storage of electricity from power harvesting devices*. Journal of Intelligent Material System and Structures. Vol 16, January 2005, pp 67-75
13. Sodano, H. A., Inman, D. J., and Park, G., *Comparison of energy harvesting devices for recharging batteries*, Journal of Intelligent Material System and Structures. Vol 16, October 2005, pp 799-807
14. Sodano, H. A., Inman, D. J., and Park, G., *A review of power harvesting from vibration using piezoelectric material*. The Shock and Vibration Digest. Vol 36 No 3, May 2004, pp 197-205
15. Singh, U. K., and Middleton, R. H., *Piezoelectric power scavenging of mechanical vibration energy*. Proceeding of Australian Mining Technology Conference, 2-4 October 2007, pp 111-118
16. Kompis, C., and Aliwell, S., (Ed). *Energy harvesting technologies for enable remote and wireless sensing*. Vadera Ltd and Zartech Ltd. June 2008
17. Dargaville, T. R., Celina, M.C., Elliot, J. M., Chaplya, P. M., Jones, G. D., Mowery, D. M., Assink, R. A., Clough, R. L., and Martin, J. W., *Characterisation, performance and optimization of PVDF as piezoelectric film for advancespace mirror concept*. Sandia Report, SAND2005-6846, November 2005
18. Guilot, F.M., Beckham, H. W., and Leisen, J., *Piezoelectric fabrics for energy harvesting*. National Textile Center Research Brief. Project Report F06-GT05, June 2008
19. Kauffman, J. L., and Lesieutre, G. A., *A low-order model for the design of piezoelectric energy harvesting devices*. Journal of Intelligent Material System and Structures. Vol 20, March 2009, pp 495-504
20. Nuffer, J., and Bein, T., *Applications of piezoelectric materials in transportation industry*. Proceeding of Global Symposium on Innovative Solution for the Advancement of the Transport Industry. San Sebastian, Spain 4-6 Oct 2006
21. Horowitz, S. B., *Development of MEMS-based acoustic energy harvester*. Ph.D. Thesis. University of Florida, 2005
22. Sloetjes, P. J., and de Boer, A., *Vibration reduction and power generation with piezoceramic sheet mounted to a flexible shaft*. Journal of Intelligent Material System and Structures. Vol 19, March 2008, pp 25-34