

Pembelajaran Teknologi di Perusahaan Manufaktur Berintensitas Teknologi Tinggi dan Menengah-Tinggi

Dian Prihadyanti

Pusat Penelitian Perkembangan Iptek, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia

Abstract. *Technological learning has an important role in forming technological capability and innovation as a key point of competitiveness in this globalized era. On the one hand, developed countries have engaged themselves in the high-tech industry which can result in high added value. On the other hand, very few of developing countries which are able to develop such kind of industry. In Indonesia, low-tech industry seems to have greater development compared with high-tech or medium-high. One of the possible causes is unoptimum technological learning. Notwithstanding, there are many literature on the condition of technological learning. Nevertheless, the one with more intention in technology intensity is still rarely found. This paper attempts to discuss technological learning model in manufacturing industry by conducting case studies in several companies based on technology intensity classified by Organization of Economic Cooperation and Development (OECD). Based on four case studies, variation of technological learning model based on the involved actors and their domination in technological learning process is analyzed. Technological learning is proven to support innovation creation. Companies in the manufacturing sector with high technology intensity tend to choose in-house technological learning. Meanwhile, companies in medium-high sector tend to choose combination of internal-external technological learning. Strategic role of the technology for firm's core competence, proprietary aspect of technology, resource capacity, and demand characteristics becomes considered factors in making a choice on the type of technological learning.*

Keywords: *technological learning, manufacturing company, technology intensity, technological capability, innovation*

Abstrak. *Pembelajaran teknologi memiliki peran penting terhadap pembentukan kemampuan teknologi serta inovasi yang merupakan penentu daya saing di era global seperti saat ini. Sementara itu, negara maju telah mampu mengembangkan industri dengan intensitas teknologi tinggi yang dapat menghasilkan nilai tambah yang tinggi. Di lain pihak, baru sedikit negara berkembang yang mampu mengembangkan industri tersebut. Di Indonesia sendiri, industri dengan intensitas teknologi rendah terlihat lebih berkembang dibandingkan industri dengan intensitas teknologi tinggi maupun menengah-tinggi. Hal tersebut salah satunya disebabkan oleh kurang optimalnya pembelajaran teknologi. Telah banyak literatur mengenai kondisi pembelajaran teknologi di sektor manufaktur. Namun demikian, literatur yang menekankan pada intensitas teknologi masih jarang ditemukan. Tulisan ini akan membahas mengenai model pembelajaran teknologi pada industri manufaktur dengan melakukan studi kasus pada perusahaan dengan intensitas teknologi tinggi dan menengah-tinggi yang ada di Indonesia. Klasifikasi industri berdasarkan intensitas teknologi didasarkan pada pengklasifikasian Organization of Economic Cooperation and Development (OECD). Dari studi kasus pada empat perusahaan, dilakukan analisis terhadap variasi model pembelajaran teknologi dilihat dari aktor-aktor yang terlibat dan dominasi aktor-aktor tersebut dalam proses pembelajaran teknologi. Dari hasil studi kasus yang dilakukan, terlihat bahwa pembelajaran teknologi dapat mendukung penciptaan inovasi. Perusahaan pada sektor manufaktur dengan intensitas teknologi tinggi cenderung memilih pembelajaran teknologi internal. Sedangkan perusahaan pada sektor dengan intensitas menengah-tinggi lebih memilih pembelajaran teknologi kombinasi internal-eksternal. Peran strategis teknologi terhadap kompetensi inti perusahaan, aspek proprietary dari teknologi, kemampuan sumberdaya, serta karakteristik permintaan terlihat menjadi faktor yang dipertimbangkan oleh perusahaan dalam memilih tipe pembelajaran teknologi.*

Kata kunci: *pembelajaran teknologi, perusahaan manufaktur, intensitas teknologi, kemampuan teknologi, inovasi*

Received: 23 September 2014, Revision: 16 Desember 2014, Accepted: 27 April 2015

Print ISSN: 1412-1700; Online ISSN: 2089-7928. DOI: <http://dx.doi.org/10.12695/jmt.2015.14.1.1>

Copyright©2015. Published by Unit Research and Knowledge, School of Business and Management - Institut Teknologi Bandung (SBM-ITB)

1. Pendahuluan

Industri manufaktur merupakan sektor yang memberikan kontribusi paling besar terhadap perekonomian Indonesia (Laksani et al, 2012). Besarnya kontribusi sektor industri manufaktur ini menjadikan sektor tersebut sebagai salah satu mesin penggerak utama ekonomi Indonesia. Di era *knowledge-based economy* (KBE) seperti saat ini, telah diakui bahwa daya saing industri ditentukan oleh keberadaan industri yang inovatif dan mampu menghasilkan nilai tambah yang tinggi. Berdasarkan *Science and Engineering Indicator* 2012, terlihat bahwa negara-negara maju telah memiliki industri manufaktur dengan intensitas teknologi (Hatzichronoglou, 1997) tinggi dengan nilai tambah yang tinggi.

Sementara itu, industri dengan intensitas teknologi tinggi di beberapa negara berkembang juga telah mulai memiliki peningkatan output. Di lain pihak, data indikator iptek Indonesia menunjukkan bahwa output industri manufaktur Indonesia masih didominasi oleh industri dengan intensitas teknologi rendah. Output produk manufaktur dengan kandungan teknologi rendah tumbuh rata-rata sebesar 14,7% per tahun, dimana pertumbuhan tertinggi dicapai pada tahun 2007 yakni sebesar 24,16%. Bahkan, peningkatan produk dengan kandungan teknologi rendah cenderung naik hingga tahun 2007 (Meiningsih dkk, 2009).

Dilihat dari sisi perdagangan, ekspor Indonesia juga masih didominasi oleh industri dengan intensitas teknologi rendah. Bahkan data neraca perdagangan menunjukkan bahwa nilai neraca perdagangan industri dengan intensitas teknologi rendah cenderung meningkat ketika neraca perdagangan industri dengan intensitas teknologi tinggi dan menengah-tinggi justru menurun dan cenderung defisit. Hal ini tentunya terkait dengan daya saing industri. Daya saing industri sendiri sangat ditentukan oleh kinerja inovasi yang juga dipengaruhi oleh kemampuan teknologi. Kemampuan teknologi tersebut merupakan akumulasi proses pembelajaran teknologi (Kim, 1990).

Pembelajaran teknologi merupakan proses dimana perusahaan memperoleh teknologi dari eksternal dan mengakumulasi kemampuan teknologi guna meningkatkan keunggulan daya saing perusahaan (Hobday, 1995). Pembelajaran teknologi juga dapat dilihat sebagai upaya untuk mengumpulkan informasi baru, mencoba hal baru, menciptakan keterampilan baru dan rutinitas operasional, dan membangun hubungan eksternal baru (Lall dalam Kim & Neelson, 2000).

Hasil penelitian Rianto, dkk (2009) menunjukkan bahwa pembelajaran teknologi yang ada di industri manufaktur Indonesia belum optimal, khususnya di perusahaan lokal pada subsektor elektronika. Perusahaan lokal belum mampu memanfaatkan secara optimal kerjasamanya dengan *Multinational Corporations* (MNC) terkait dengan penerapan teknologi tinggi. Padahal, proses tersebut sangat mempengaruhi kemampuan teknologi, dikarenakan kemampuan teknologi tersebut merupakan akumulasi proses pembelajaran teknologi (Kim, 1990).

Hal ini mengindikasikan bahwa kurang berkembangnya industri manufaktur berintensitas teknologi tinggi salah satunya disebabkan oleh belum optimalnya pembelajaran teknologi. Sementara itu, kemampuan teknologi memiliki peran yang sangat penting terhadap kinerja inovasi perusahaan. Kemampuan teknologi dipercaya tidak hanya akan mendorong kreativitas untuk menghasilkan produk baru tetapi juga memfasilitasi peningkatan kecepatan pengembangan produk (Moorman & Slotegraaf, 1999). Pembelajaran teknologi dan kemampuan teknologi juga dapat mendorong kemampuan inovasi sebagai basis untuk melakukan inovasi yang dibutuhkan perusahaan agar dapat berdaya saing di era globalisasi seperti saat ini. Secara umum, studi mengenai pembelajaran teknologi pada level internasional telah cukup banyak dilakukan. Chen & Qu (2003) mengembangkan framework *new technological learning* yang mempertimbangkan personel, objek, sumber,

dan kapabilitas untuk membentuk kompetensi organisasi melalui pemanfaatan teknologi informasi. Pramongkit et al (2000) menganalisis pembelajaran teknologi pada industri manufaktur di Thailand khususnya dalam hal mekanisme pembelajaran. Kim & Lee (2002) juga melihat proses pembelajaran teknologi namun objek yang dilihat adalah pada dua *strategic groups* di industri komponen elektronik di Korea, sedangkan Xie (2004) melihat pembelajaran teknologi pada industri elektronik di Cina. Karaoz & Albeni (2005) mengembangkan pengukuran pembelajaran teknologi selama periode waktu tertentu pada level makro. Dari 2 studi kasus yang dilakukan, Figueiredo (2002) menemukan jalur akumulasi kemampuan teknologi yang berbeda dimana masing-masing memiliki jalan dan tingkat yang berbeda dilihat dari fungsi teknologinya. Wood & Weigel (2013) melihat pembelajaran teknologi yang dihasilkan dari kolaborasi internasional.

Beberapa studi lainnya melihat faktor-faktor penentu pembelajaran teknologi, diantaranya faktor *networking* (Chipika & Wilson, 2006), serta *learning*, R&D, dan kemampuan manufaktur (Kocoglu et al, 2012). Carayannis (2000) dan Carayannis & Alexander (2002) mengaitkan pembelajaran teknologi dengan *market performance*, sedangkan Kazanjian et al (2000) mengaitkannya dengan kreativitas. Guo & Guo (2011) melihat pola pembelajaran teknologi pada kluster industri. Ignatius et al (2012) menganalisis dampak pembelajaran teknologi terhadap *outcome* pengembangan produk baru sedangkan Carayannis (2007) meninjau implikasinya terhadap prospek teknologi energi terbarukan. Smit et al (2007) melihat peran pemerintah dalam pembelajaran teknologi. Beberapa studi lainnya melakukan pemodelan dari pembelajaran teknologi (Chen, Pu, dan Shen, 2009; Nakata et al, 2011; de Wit et al, 2010).

Di lain pihak, studi-studi mengenai pembelajaran teknologi di Indonesia masih sangat sedikit dilakukan. Studi yang ada di Indonesia lebih mengarah kepada interaksi dalam pembelajaran teknologi antar

perusahaan berdasarkan jenis penanaman modal (Rianto et al, 2009), model pembelajaran teknologi dalam mendorong inovasi (Prihadyanti et al, 2012), dan proses pembelajaran teknologi di UKM (Rianto et al, 2005; 2006). Studi-studi lain yang terkait dengan teknologi dan inovasi di Indonesia juga lebih banyak mengarah pada analisis terhadap perubahan atau perkembangan teknologi (Jupesta, 2012), transfer teknologi (Putranto et al, 2003), teknologi dan kebijakan industri (van Dijk & Szirmai, 2003; Miller & Hope, 2000), teknologi dan kinerja ekonomi (Jonker et al, 2006), kemampuan teknologi (Madanmohan, 2004), dan adopsi teknologi (Rianto et al, 2007; Sriwindono & Yahya, 2012).

Adapun studi-studi yang ada tersebut pada umumnya lebih banyak melihat sektor industri manufaktur dari perspektif ekonomi, menganalisis berdasarkan skala usaha, ataupun lebih spesifik dilakukan pada sektor energi. Sejauh ini, belum terdapat bahasan mengenai model pembelajaran teknologi terutama pada sektor manufaktur di Indonesia dengan mempertimbangkan intensitas teknologinya. Oleh karenanya, perlu dilakukan studi mengenai pembelajaran teknologi dengan menghubungkannya dengan intensitas teknologi. Intensitas teknologi menunjukkan level penggunaan teknologi yang mempertimbangkan rasio *R&D expenditure* dan nilai tambah yang dihasilkan, serta pemanfaatan teknologi dengan membeli barang *intermediate* ataupun barang modal. Hal ini dapat memberikan gambaran mengenai pengaruh intensitas teknologi terhadap pembelajaran teknologi di perusahaan manufaktur di Indonesia yang masih merupakan negara berkembang.

Tulisan ini akan membahas mengenai proses pembelajaran teknologi pada industri manufaktur dengan melakukan studi kasus pada perusahaan dengan intensitas teknologi tinggi dan menengah-tinggi yang ada di Indonesia. Klasifikasi industri berdasarkan intensitas teknologi didasarkan pada pengklasifikasian OECD. Dari studi kasus pada empat perusahaan, dilakukan analisis

terhadap variasi model pembelajaran teknologi dilihat dari aktor-aktor yang terlibat dan dominasi aktor-aktor tersebut dalam proses pembelajaran teknologi. Analisis juga diarahkan untuk mengetahui ketepatan pemilihan model pembelajaran teknologi untuk membentuk kemampuan teknologi serta mencapai kinerja inovasi yang optimal bagi perusahaan. Walaupun demikian, studi ini masih merupakan studi awal yang dapat bermanfaat untuk menentukan kajian maupun penelitian lanjutan guna memperoleh gambaran yang lebih mendalam untuk menganalisis pola pembelajaran teknologi di sektor industri manufaktur.

2. Landasan Teori

Pembelajaran teknologi merupakan upaya yang bersifat sadar (*conscious*), memiliki tujuan tertentu (*purposive*), dan inkremental untuk mengumpulkan informasi baru, mencoba hal baru, menciptakan keterampilan baru dan rutinitas operasional, dan membangun hubungan eksternal baru (Lall dalam Kim & Neelson, 2000). Definisi lain dikemukakan oleh Kim (2001), yang melihat pembelajaran teknologi sebagai proses membangun dan mengakumulasi kemampuan teknologi yakni kemampuan untuk menggunakan *technological knowledge* secara efektif dalam produksi, *engineering*, dan inovasi untuk menjadi kompetitif, baik dalam harga maupun kualitas (Howell et al, 2014).

Definisi-definisi tersebut sama-sama melihat bahwa proses pembelajaran teknologi ini pada akhirnya akan berakumulasi mendorong kemampuan teknologi (Kim, 1990; Hobday, 1995). Dengan kemampuan teknologi yang memadai, perusahaan dapat mengasimilasi, menyesuaikan dan mengembangkan teknologi. Kemampuan teknologi tersebut merupakan faktor penting yang sangat berperan dalam menghasilkan inovasi (Cefis & Marsili, 2005). Inovasi yang dihasilkan dapat berdampak pada kinerja bisnis perusahaan dalam lingkungan yang kompetitif, serta memberikan peningkatan *market share*, efisiensi produksi, produktivitas, serta keuntungan yang diperoleh

perusahaan (Shefer & Frenkel, 2005; Zahra, Ireland & Hitt, 2000). Dalam menjelaskan proses pembelajaran teknologi, terdapat beberapa pendekatan yang dapat digunakan. Salah satu pendekatan tersebut adalah dari aspek interaksi yang dilakukan. Interaksi dapat terjadi antar pihak di dalam perusahaan saja, ataupun melibatkan pihak eksternal, baik dari negara yang sama maupun dari negara yang berbeda. Hal ini terkait dengan sumber pembelajaran, yang menyangkut sumber pengetahuan yang dibutuhkan. Sumber pembelajaran dapat berasal dari proses pembelajaran intra-organisasi (Figueiredo 2001; 2003), link antar perusahaan, maupun link antara perusahaan dengan organisasi yang mendukung sistem inovasi seperti perguruan tinggi dan lembaga litbang pemerintah (Figueiredo, 2008).

Lebih jauh mengenai pembelajaran teknologi yang melibatkan pihak eksternal, Ariffin (2000) membedakan model proses pembelajaran teknologi yang bersifat *inter-company links*. Disamping itu, Howell et al (2014) juga membedakan beberapa sumber pembelajaran teknologi yakni (1) pembelajaran teknologi di dalam perusahaan yang berupa aktivitas *learning by doing* (2) pembelajaran antara perusahaan dengan lingkungan yang dapat berupa aktivitas *learning by exporting* dan juga pembentukan kapasitas absorptif (Cohen & Levinthal, 1990) untuk memperoleh *learning spillovers* baik yang bersifat intra maupun antar industri, serta (3) pembelajaran eksternal yang berupa pemanfaatan *learning spillovers* yang dimediasi oleh institusi baik bersifat intra maupun inter-industri. Negara maju yang mayoritas merupakan produsen teknologi biasanya melakukan pembelajaran melalui aktivitas riset, sedangkan negara berkembang yang biasanya merupakan importir dan pengguna teknologi biasanya meningkatkan kemampuan teknologi melalui aktivitas *learning by doing* (Kim, 2001). Dalam melakukan pembelajaran teknologi, terdapat faktor-faktor internal dan eksternal yang berpengaruh (Rothwell dalam Dodgson & Rothwell, 1996). Faktor internal mencakup *technical effort* dalam perusahaan seperti praktek manajemen, *in-house R&D*, dan produksi.

Sedangkan faktor eksternal terkait dengan interaksi dan *networking* dengan pihak di luar perusahaan seperti konsumen, pemasok, perusahaan lain yang terkait, konsultan, dan pihak lainnya yang berbasis kepercayaan (Carlsson dalam Dodgson & Rothwell, 1996). Dukungan kebijakan pemerintah juga menjadi faktor eksternal yang penting.

Dengan melihat interaksi yang dilakukan serta pihak-pihak yang terlibat dan dominasinya dalam melakukan pembelajaran, dapat dibedakan beberapa model pembelajaran teknologi seperti dijelaskan sebagai berikut.

a. *Pembelajaran Teknologi Internal*

Jenis pembelajaran teknologi ini hanya melibatkan pihak internal perusahaan atau dapat dikatakan sebagai *in-house technological learning*. Pihak internal dapat berasal dari pemilik perusahaan, direktur/manajer, maupun staff dari berbagai departemen yang ada di perusahaan. Jenis pembelajaran teknologi ini dapat dibagi menjadi dua, yakni (1) pembelajaran yang hanya dilakukan oleh *top level management* saja; dan (2) pembelajaran yang melibatkan *top level management* dan karyawan, khususnya *knowledge worker*. Kelebihan dari pembelajaran teknologi *in-house* pada tipe pertama ini adalah terjaganya kerahasiaan inovasi disamping sifatnya yang *embedded* pada pihak tertentu dari perusahaan.

Hal ini terkait dengan aspek kepemilikan (*proprietary aspect*) dari teknologi tersebut (Nelson, 1989). Walaupun demikian, apabila inovasi yang dihasilkan hanya bersifat sederhana, maka kemungkinannya untuk ditiru oleh kompetitor tetaplah besar. Kelemahan dari tipe pembelajaran teknologi ini adalah ketergantungannya yang sangat tinggi pada keberadaan pihak *top level management* yang berperan sebagai *key person*. Dalam hal ini, pembelajaran teknologi hanya berada pada level individual, dan tidak sampai ke level strategik ataupun organisasi. Untuk kategori pembelajaran teknologi *in-house* yang kedua, terdapat kelebihan dibandingkan kategori pertama.

Pengetahuan dari suatu inovasi lebih membudaya sehingga ketergantungan terhadap satu orang *key person* tidak terlalu besar. Dalam hal ini, level pembelajaran teknologi sudah berada pada level yang lebih tinggi. Namun demikian, perusahaan harus memiliki sistem insentif yang bagus agar inovasi yang dihasilkan dapat terus meningkat ataupun lebih radikal. Namun hal ini membutuhkan dukungan sistem HRD (*Human Resource Development*) yang bagus. Sementara itu, perusahaan-perusahaan pada skala kecil dan menengah biasanya tidak memiliki sistem HRD yang cukup kuat (Ahmed et al, 2011).

b. *Pembelajaran Teknologi Eksternal*

Berbeda dengan jenis yang pertama, model pembelajaran teknologi ini diserahkan oleh perusahaan kepada pihak luar. Pihak internal perusahaan lebih bersifat pasif dan perusahaan hanya menerima transfer teknologi ataupun pengetahuan, tanpa adanya proses absorpsi pengetahuan dari teknologi ataupun inovasi yang dihasilkan oleh pihak eksternal untuk perusahaan.

Kelebihan dari tipe pembelajaran teknologi ini adalah lebih mudah untuk dilakukan terutama jika perusahaan tidak memiliki sumberdaya manusia dengan kapasitas yang memadai. Walaupun demikian, pembelajaran teknologi ini hanya dapat dilakukan jika perusahaan memiliki modal yang cukup. Disamping itu, terdapat ketergantungan terhadap pihak eksternal. Pengetahuan dari penciptaan inovasi termasuk proses di dalamnya juga tidak bisa diakuisisi oleh pekerja yang ada di perusahaan karena perannya yang bersifat pasif. Oleh karenanya, jika tidak ada perbaikan kualitas sumberdaya manusia (SDM) maka perusahaan dapat kehilangan peluang untuk memperoleh kemandirian dalam melakukan inovasi (Sarah et al, 2009).

c. *Pembelajaran Teknologi Kombinasi Internal-Eksternal*

Tipe pembelajaran teknologi ini melibatkan baik pihak internal maupun eksternal perusahaan. Kelebihan dari tipe pembelajaran teknologi ini adalah lebih mudah dilakukan sebagai strategi untuk memenuhi kurangnya pengetahuan tertentu dari sumberdaya manusia di perusahaan. Hal tersebut penting untuk melengkapi *knowledge base* internal perusahaan. Kapasitas SDM untuk perusahaan pada kategori ini sudah lebih tinggi dibandingkan dengan kategori pembelajaran teknologi eksternal. Hal ini memungkinkan perusahaan untuk mengakuisisi pengetahuan dari pihak eksternal untuk kemudian mengembangkannya menjadi pengetahuan baru untuk melakukan inovasi mandiri.

Oleh karenanya, perusahaan menjadi tidak tergantung pada pihak eksternal. Walaupun demikian, untuk dapat mewujudkannya, perusahaan harus memiliki kapasitas SDM yang memadai dan terus meningkatkan kemampuannya. Perusahaan juga membutuhkan modal yang cukup untuk memperoleh pengetahuan dari pihak eksternal. Pemilihan pihak eksternal yang tepat juga menjadi faktor penentu kesuksesan inovasi yang dihasilkan perusahaan. Tipe pembelajaran teknologi ini dapat dibedakan menjadi tiga, yakni (1) Pembelajaran teknologi dengan dominasi pihak internal; (2) Pembelajaran teknologi dengan dominasi pihak eksternal; dan (3) Pembelajaran teknologi dengan peran pihak internal dan eksternal yang seimbang.

Dalam penelitian ini, akan dilihat tipe-tipe pembelajaran teknologi mana yang diterapkan oleh perusahaan-perusahaan pada sektor industri berintensitas teknologi tinggi serta menengah-tinggi.

3. Metodologi Penelitian

Dalam tulisan ini, akan dianalisis kondisi pembelajaran teknologi di perusahaan-perusahaan pada sektor yang diduga terjadi pembelajaran teknologi dengan metode studi kasus (Eisendhardt, 1989). Analisis dilakukan dengan pendekatan kualitatif. Identifikasi sektor industri yang diduga terjadi *technological learning* dilakukan berdasarkan klasifikasi perusahaan berdasarkan *technology trajectory* yang dikembangkan oleh Pavitt dalam Hedge (2004). Berdasarkan klasifikasi tersebut, *technological learning* diduga terjadi pada *scale intensive firms* dan *specialized suppliers firms* yang melibatkan industri pada sektor dengan intensitas tinggi dan menengah-tinggi. Berdasarkan klasifikasi OECD (Hatzichronoglou, 1997), subsektor industri manufaktur yang tergolong memiliki intensitas teknologi menengah-tinggi meliputi industri kendaraan bermotor, kimia, mesin elektrik, *railroad & transport equipment*, serta mesin dan peralatan. Sedangkan industri yang tergolong memiliki intensitas teknologi tinggi meliputi pesawat terbang, komputer, radio, TV dan peralatan komunikasi, farmasi serta instrumen.

Dalam tulisan ini, akan dipilih masing-masing dua perusahaan pada sektor dengan intensitas teknologi tinggi dan dua perusahaan pada sektor dengan intensitas teknologi menengah-tinggi pada sektor yang diduga terjadi pembelajaran teknologi. Pemilihan perusahaan dilakukan dengan mempertimbangkan kinerja inovasi perusahaan dari hasil survei pembelajaran teknologi yang dilakukan oleh tim Pappiptek pada tahun 2012.

Untuk sektor dengan intensitas teknologi tinggi, dipilih 1 perusahaan dari sektor instrumen serta 1 perusahaan dari sektor radio, TV dan peralatan komunikasi. Perusahaan di sektor instrumen diwakili oleh perusahaan A, yakni perusahaan yang merupakan produsen timbangan. Perusahaan di sektor radio, TV, dan peralatan komunikasi diwakili oleh perusahaan B yang merupakan produsen radar. Untuk sektor dengan intensitas teknologi menengah-tinggi, dipilih 1 perusahaan dari sektor mesin elektrik

serta 1 perusahaan dari sektor mesin dan peralatan. Perusahaan dari sektor mesin elektrik diwakili oleh Perusahaan C yang memproduksi *trafo*, sedangkan perusahaan di sektor mesin dan peralatan diwakili oleh Perusahaan D yang merupakan produsen peralatan hankam.

Pengambilan data dan informasi dilakukan melalui wawancara mendalam terhadap manajer/pemilik perusahaan, serta bagian yang terkait dengan aktivitas pembelajaran teknologi seperti departemen *R&D, engineering*, ataupun departemen lain sesuai dengan kondisi perusahaan. Pemilihan responden tersebut mempertimbangkan pengetahuan yang dimiliki terkait dengan inovasi di perusahaan, teknologi yang dimiliki perusahaan, serta aspek-aspek strategis perusahaan. Wawancara mendalam dilakukan minimal satu kali terhadap responden dengan waktu minimal satu jam. Data dan informasi yang dikumpulkan meliputi aktor-aktor yang terlibat serta proses pembelajaran teknologi, aktivitas inovasi, serta kondisi kemampuan teknologi perusahaan. Analisis dilakukan secara kualitatif untuk melihat model pembelajaran teknologi yang diterapkan, serta pengaruhnya terhadap kemampuan teknologi dan kinerja inovasi perusahaan. Analisis juga dilakukan dengan mengkomparasikan kondisi masing-masing perusahaan, serta mengaitkannya dengan karakteristik sektor industri dan intensitas teknologinya.

4. Hasil

Studi Kasus di Perusahaan A

Perusahaan ini adalah perusahaan yang memproduksi timbangan. Timbangan yang diproduksi perusahaan tersebut adalah jenis timbangan mekanik. Saat ini, perkembangan bisnis perusahaan A semakin menurun ditandai dengan omsetnya yang terus menurun dalam 15 tahun terakhir. Walaupun demikian, perusahaan A tidak melakukan pengembangan produk walaupun produk yang dihasilkan telah semakin menurun penjualannya dengan semakin banyaknya kompetitor yang memproduksi produk yang lebih kompetitif.

Inovasi yang dilakukan perusahaan adalah dengan melakukan modifikasi sederhana misalnya dengan mengubah jenis bahan baku untuk produk yang sama yakni timbangan mekanik. Hal tersebut dilakukan melalui aktivitas *trial and error*, yang didominasi oleh peran pimpinan perusahaan. Di lain pihak, perusahaan juga melakukan inovasi yang bersifat radikal, yakni melalui penerapan proses yang berbasis teknologi informasi. Inovasi proses yang bertujuan mempercepat proses produksi ini diinisiasi oleh pimpinan perusahaan, namun pada penerapannya mengalami hambatan khususnya dari budaya pekerja yang tidak terbiasa menggunakan teknologi tersebut serta kemampuannya yang terbatas. Hambatan tersebut juga muncul dikarenakan rendahnya pendidikan pekerja.

Dalam melakukan *knowledge sharing*, perusahaan memfasilitasi melalui kegiatan formal berupa koordinasi kegiatan rutin. Di lain pihak, tidak ada aktivitas lain untuk meningkatkan ketrampilan dan pengetahuan pekerja. Upaya penambahan pengetahuan cenderung terjadi pada level pimpinan dimana terdapat transfer pengetahuan dari pihak eksternal yaitu dari *supplier* ataupun konsultan sesuai dengan keinginan pemilik perusahaan. Walaupun demikian, pemilik tidak melakukan inovasi produk walaupun terdapat peluang pasar yang masih terbuka. Potensi pengembangan produk masih sangat terbuka khususnya untuk menciptakan produk baru seperti pengembangan timbangan elektrik terutama untuk tipe yang memungkinkan untuk terkoneksi jaringan. Hal tersebut tidak dilakukan karena kurangnya kemampuan teknologi yang tidak dapat ditingkatkan karena keterbatasan kemampuan SDM. Disamping itu, keterbatasan modal menjadikan perusahaan juga mengalami hambatan untuk memperoleh SDM dengan kapasitas yang memadai.

Dari penjelasan sebelumnya, terlihat bahwa perusahaan A memiliki model pembelajaran teknologi tipe pertama, yakni pembelajaran teknologi internal, yang cenderung dilakukan oleh *top level management* saja.

Pada dasarnya, *top level management* ingin melibatkan karyawannya dalam melakukan pembelajaran teknologi, namun keterbatasan kapasitas karyawannya menjadi hambatan untuk melakukannya. Perusahaan juga tidak memiliki kemampuan finansial yang cukup untuk melakukan *outsourcing*.

Studi Kasus di Perusahaan B

Perusahaan B adalah perusahaan produsen radar yang dikategorikan dalam sektor dengan intensitas teknologi tinggi khususnya dari sektor radio, TV, dan peralatan komunikasi. Perusahaan ini telah memiliki bagian R&D tersendiri, dimana semua aktivitas R&D dilakukan secara *in-house* tanpa keterlibatan pihak eksternal. Hal ini dimungkinkan karena dukungan kemampuan SDM yang mencukupi. Kemampuan SDM ini terbentuk melalui strategi dalam rekrutmen serta didukung pembentukan budaya kerja. Dalam proses rekrutmen, tingginya level pendidikan tidak menjadi hal terpenting. Namun, dalam hal ini perusahaan lebih mengutamakan ketekunan, bakat, kemauan untuk bekerja keras serta pengalaman kerja. Hal ini menjadi implikasi dari keinginan pemilik yang memiliki karakter serupa.

Produk yang dibuat oleh perusahaan dapat dibagi menjadi dua kategori, yakni produk yang berbasis pesanan (*made by order*) dan produk standar. Untuk produk yang sifatnya *made by order*, proses yang diterapkan lebih bersifat *demand pull*, dimana produksinya menekankan pada keinginan pelanggan untuk kemudian dilakukan penyesuaian pada proses produksi. Di lain pihak, *technology-push* diterapkan untuk produk-produk standar dimana perusahaan membuat produk dengan spesifikasi yang ditentukan oleh pihak R&D dan produksi, untuk kemudian ditawarkan kepada konsumen. Dalam proses produksi, perusahaan telah memanfaatkan mesin CNC dikarenakan sifat produk yang memerlukan ketelitian tinggi untuk komponen-komponennya. Dalam pengembangan produk, perusahaan lebih banyak melakukan *reverse engineering*.

Hal tersebut dimungkinkan dengan dukungan kemampuan *engineer*/teknisi yang cukup tinggi sehingga aktivitas pembelajaran teknologi yang dilakukan mampu menghasilkan inovasi produk. Kemampuan yang ada juga terakumulasi pada diri karyawan sehingga membentuk kemampuan teknologi, khususnya dalam hal kemampuan R&D, kemampuan produksi, dan kemampuan SDM. Dari penjelasan tersebut, terlihat bahwa perusahaan B melakukan pembelajaran teknologi model pertama, yakni pembelajaran teknologi internal, dengan keterlibatan *top level management* termasuk *knowledge worker*. Hal tersebut dimungkinkan dan didukung oleh strategi rekrutmen karyawan yang tepat, sehingga perusahaan memiliki karyawan terutama *knowledge worker* dengan kapasitas yang memadai untuk melakukan pembelajaran teknologi.

Studi Kasus Perusahaan C

Perusahaan C masuk dalam kategori perusahaan pada sektor teknologi menengah-tinggi, pada sektor industri mesin elektrik. Perusahaan ini menghasilkan produk berupa trafo yang cukup kompetitif dengan produk-produk dari luar negeri. Pada awalnya, perusahaan melakukan kerjasama dengan perusahaan dari Taiwan dalam melakukan produksi namun kemudian beralih menjadi produksi lokal sepenuhnya. Kerjasama dengan pihak luar negeri tersebut dilakukan untuk memperoleh pengakuan dari perusahaan-perusahaan yang telah memiliki reputasi internasional. Hal ini menjadi strategi perusahaan untuk memperoleh *brand* serta membangun reputasi.

Dalam mengelola SDM yang dimiliki, khususnya yang terkait dengan pengembangan produk, perusahaan melakukan rotasi pekerja serta memberikan pelatihan internal. Perusahaan memiliki departemen khusus untuk melakukan pengembangan produk, termasuk melakukan efisiensi dalam berbagai proses bisnis baik level perusahaan maupun level individu. Pada level individu, karyawan didorong untuk bekerja dengan lebih cepat dan lebih baik kualitasnya.

Dalam hal ini tiap individu melakukan *quality control* secara individual. Terkait dengan pengembangan produk, perusahaan bisa menghasilkan trafo berkualitas internasional yang diadaptasi dengan kondisi lokal. Hal inilah yang menyebabkan produk yang dihasilkan bisa bersaing dengan trafo impor. Trafo yang dihasilkan lebih mengarah ke paket trafo dimana produk tersebut telah diproteksi dan dapat digerakkan dengan *remote control* ataupun melalui telepon genggam. Perusahaan juga menghasilkan inovasi berupa *green trafo*, akan tetapi trafo ini kurang diminati oleh konsumen. Selain melakukan inovasi produk, perusahaan juga melakukan inovasi pemasaran.

Pada awalnya perusahaan lebih banyak mensuplai ke PLN, namun dalam perkembangannya perusahaan mulai melakukan sertifikasi yang bersifat internasional untuk bisa mensuplai ke luar negeri. Hal ini dilakukan agar penjualan yang dilakukan tidak hanya tergantung dari kebutuhan PLN yang menyebabkan tingkat dependensi yang tinggi. Dalam proses *knowledge sharing*, perusahaan cukup aktif memfasilitasi pertemuan untuk mengetahui masalah pegawai. Dalam pertemuan tersebut, dilakukan evaluasi terhadap kualitas lingkungan, aspek *safety*, ataupun masalah lain yang dinilai penting. Tiap minggu juga dilakukan pertemuan antara supervisor dan kepala regu dimana dalam pertemuan tersebut diharapkan kedekatan antara manajer dengan karyawannya dapat dibentuk. Hal tersebut dinilai merupakan aspek penting dari budaya perusahaan.

Dari penjelasan tersebut, terlihat bahwa perusahaan C menerapkan pembelajaran teknologi tipe ketiga. Selain melakukan pembelajaran teknologi secara internal, perusahaan juga melibatkan pihak eksternal namun dengan peran yang seimbang dari masing-masing pihak. Kerjasama dengan pihak eksternal dilakukan dengan tujuan strategik yakni untuk dapat melakukan kemandirian produksi. perusahaan juga mampu melakukan pembelajaran teknologi internal sehingga membentuk kemampuan teknologi khususnya kemampuan pemasaran, produksi, dan SDM.

Kemampuan teknologi tersebut dapat dimanfaatkan terutama untuk menghasilkan inovasi produk dan pemasaran.

Studi Kasus Perusahaan D

Perusahaan keempat yang menjadi objek studi kasus merupakan produsen peralatan hankam yang masuk dalam kategori perusahaan pada sektor mesin dan peralatan dengan tingkat teknologi menengah-tinggi. Perusahaan ini telah memiliki perencanaan strategis, khususnya dalam pengembangan produknya. Produk yang akan dikembangkan juga di-*breakdown* sehingga menentukan kompetensi sumberdaya manusia yang harus dikembangkan. Kompetensi tersebut berimplikasi pada pendidikan lanjutan dari karyawan perusahaan. Upaya pengembangan sumberdaya manusia juga dilakukan dengan mengundang akademisi dari perguruan tinggi ataupun lembaga litbang yang sesuai dengan kebutuhan. Dalam hal ini terjadi transfer pengetahuan ke dalam perusahaan.

Dalam proses produksinya, perusahaan tidak melakukan *upgrading* terhadap peralatan produksi yang dimilikinya. Peralatan yang dimiliki tergolong sudah tua dengan umur 25 tahun lebih. Hal ini berdampak pada penurunan kemampuan produksi dikarenakan kapasitas produksi yang semakin menurun. Hal ini juga berdampak pada biaya *maintenance* yang semakin tinggi. Di lain pihak, permintaan yang datang semakin meningkat. Perusahaan tidak dapat melakukan *upgrade* terhadap peralatan dikarenakan keterbatasan dana. Hal ini memperlihatkan adanya hambatan dalam melakukan inovasi proses. Di lain pihak, dalam melakukan pengembangan produknya, perusahaan melakukan *reverse engineering* dari produk kompetitor, baik yang berasal dari dalam maupun luar negeri. Hal ini didukung oleh kemampuan sumberdaya manusia yang mencukupi sehingga dapat dihasilkan inovasi produk. Penjelasan di atas menunjukkan bahwa perusahaan melakukan pembelajaran teknologi tipe ketiga, yakni pembelajaran teknologi kombinasi dengan dominasi pihak internal.

Pemilihan tersebut dilakukan karena perusahaan telah memiliki kapasitas SDM yang cukup dan hanya membutuhkan relatif sedikit *knowledge base* yang dapat diperoleh dari pihak eksternal.

5. Pembahasan

Dari keempat studi kasus di atas, terlihat bahwa perusahaan pada sektor dengan intensitas teknologi tinggi lebih memilih pembelajaran teknologi tipe pertama, sedangkan perusahaan pada sektor dengan intensitas teknologi menengah-tinggi lebih memilih pembelajaran teknologi tipe ketiga. Pemilihan tersebut terlihat ditentukan dengan pertimbangan peran strategis teknologi yang menjadi kompetensi inti perusahaan serta aspek kepemilikan (*proprietary*) dari teknologi. Keterlibatan *top level management* termasuk karyawan khususnya *knowledge worker* sangat ditentukan oleh kemampuan SDM. Kemampuan SDM yang dimiliki perusahaan merupakan konsekuensi dari strategi pengembangan SDM serta strategi rekrutmen.

Sementara itu, keputusan untuk melibatkan pihak eksternal ditentukan oleh kemampuan finansial serta kondisi *knowledge base* internal perusahaan. Apabila perusahaan tidak memiliki *knowledge base* yang memadai atau teknologi yang dibutuhkan tersebut cukup sulit untuk dikuasai, maka akan diambil keputusan untuk melibatkan pihak eksternal, baik dalam menguasai teknologi ataupun memperoleh pengetahuan yang dibutuhkan. Hal ini sesuai dengan apa yang dikemukakan oleh Cohen & Levinthal (1990) terkait dengan pembelajaran yang dilakukan oleh suatu organisasi dalam menghasilkan inovasi.

Karakteristik permintaan yang datang juga menentukan keputusan untuk melibatkan pihak eksternal. Perusahaan yang hanya menghasilkan produk standar cenderung akan lebih memilih untuk melakukan pembelajaran teknologi internal tanpa melibatkan pihak eksternal. Hal ini dikarenakan perusahaan tidak terlalu membutuhkan tuntutan inovasi yang cepat, seperti yang diinginkan oleh konsumen.

Di lain pihak, perusahaan yang menghasilkan produk yang sifatnya *customized* cenderung akan berupaya memenuhi permintaan dengan tepat waktu, sehingga jika perusahaan tidak memiliki *knowledge base* yang memadai untuk melakukan inovasi yang dibutuhkan guna menghasilkan produk yang diinginkan konsumen, maka perusahaan akan berupaya mengisi kekurangan *knowledge base* dengan melibatkan pihak eksternal.

Terkait dengan pembelajaran teknologi internal, terlihat bahwa semua perusahaan yang menjadi studi kasus melakukan aktivitas *learning by doing* untuk meningkatkan kemampuan teknologinya. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Kim (2001) terkait dengan aktivitas pembelajaran teknologi di negara berkembang. Walaupun demikian, aktivitas *learning by doing* tersebut tidak murni melibatkan pihak internal perusahaan, tetapi juga pihak eksternal guna memperkuat *knowledge base* yang dimiliki perusahaan.

Knowledge dan *learning process* yang membangun suatu sistem inovasi pada dasarnya cukup menekankan pada pentingnya hubungan dengan pihak eksternal dalam proses pembelajaran. Namun, tidak semua perusahaan di semua sektor dapat menerapkannya. Hal ini dikarenakan kebutuhan akan *learning* dan inovasi sangat bersifat *firm-specific* sesuai dengan kondisi dan tujuan strategik perusahaan serta bersifat *sector-specific*. Walaupun demikian, seperti dikemukakan oleh Kim (2001), mayoritas perusahaan di negara berkembang cenderung melakukan pembelajaran teknologi dengan melibatkan pihak eksternal.

Dari pembahasan di atas, terlihat bahwa terdapat perbedaan tipe pembelajaran teknologi antara perusahaan sektor manufaktur berintensitas teknologi tinggi dan menengah-tinggi. perusahaan pada sektor berintensitas teknologi tinggi cenderung memilih pembelajaran teknologi internal sedangkan perusahaan pada sektor berintensitas teknologi menengah-tinggi

cenderung memilih kombinasi antara pembelajaran teknologi internal dan eksternal. Hal ini mengindikasikan perbedaan strategi bisnis yang dipilih melalui pemanfaatan peran teknologi oleh perusahaan.

6. Keterbatasan Penelitian

Dalam studi ini tidak semua tipe pembelajaran teknologi ditemukan pada studi kasus di beberapa perusahaan pada sektor industri manufaktur dengan intensitas tinggi dan menengah-tinggi. Namun demikian, hal tersebut tidak menutup kemungkinan adanya tipe pembelajaran teknologi lainnya di perusahaan-perusahaan pada sektor tersebut. Hal ini lebih terkait dengan keterbatasan studi ini, yakni dalam hal kecukupan jumlah studi kasus yang diambil dalam penelitian. Oleh karenanya, diperlukan studi-studi lanjutan untuk melihat pola penerapan model pembelajaran teknologi dengan mengambil sampel/responden yang lebih luas.

7. Penelitian Lanjutan

Terkait dengan keterbatasan dalam penelitian ini, diperlukan studi-studi lanjutan dengan meninjau sektor lainnya termasuk sektor dengan intensitas teknologi rendah, dengan pertimbangan pemenuhan persyaratan secara statistik. Studi lain yang perlu dilakukan adalah studi yang melihat hubungan antara jenis penanaman modal serta faktor *technopreneurship* dari pemilik perusahaan dengan tipe pembelajaran teknologi yang dipilih serta mengaitkannya dengan jenis inovasi yang dilakukan perusahaan yang sifatnya *demand-pull*, *technology-push*, atau kombinasi keduanya. Disamping itu, diperlukan juga kajian lanjutan dengan mempertimbangkan kompleksitas teknologi, *product life cycle* ataupun *innovation maturity stage*. Hal-hal tersebut diperlukan untuk dapat mengetahui pola pembelajaran teknologi serta menghasilkan model yang komprehensif mengenai pembelajaran teknologi oleh perusahaan khususnya berdasarkan sektor dengan mempertimbangkan intensitas teknologi.

8. Kesimpulan

Dari hasil studi kasus, terlihat bahwa pemilihan tipe pembelajaran teknologi ditentukan oleh pertimbangan peran strategis teknologi terhadap kompetensi inti perusahaan serta aspek *proprietary* dari teknologi. Hal ini sangat penting terutama bagi perusahaan pada sektor dengan intensitas teknologi tinggi. Dari hasil studi kasus yang dilakukan, terlihat bahwa perusahaan-perusahaan dengan intensitas teknologi tinggi cenderung lebih memilih untuk menerapkan pembelajaran teknologi internal. Sementara itu, perusahaan-perusahaan pada sektor dengan intensitas teknologi menengah-tinggi lebih memilih untuk menerapkan pembelajaran teknologi kombinasi internal dan eksternal. Dalam pembelajaran teknologi internal, keterlibatan karyawan khususnya *knowledge worker* dimungkinkan jika karyawan memiliki kapasitas yang memadai. Hal ini ditentukan oleh strategi rekrutmen serta pengembangan SDM di perusahaan. Dalam tipe pembelajaran teknologi dengan kombinasi pihak internal dan eksternal, dominasi pihak eksternal ditentukan oleh kemampuan SDM perusahaan dalam melakukan pembelajaran serta kemampuan untuk menguasai pengetahuan yang dibutuhkan. Pihak eksternal akan memiliki peran yang seimbang atau bahkan kurang mendominasi jika SDM perusahaan memiliki kapasitas yang tinggi.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PAPPITTEK – LIPI yang telah mendanai kegiatan penelitian mengenai *technological learning* melalui kegiatan DIPA 2012. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh anggota tim yang telah mendukung penulisan makalah ini.

Daftar Pustaka

Ahmed, V., Wahab, M.A., & Mahmood, H., (2011). *Effectiveness of HRD for developing SMEs in South Asia*. Munich Personal RePEc Archive Paper.

- Carayannis, E.G., (2000). Investigation and validation of technological learning versus market performance. *Technovation*, 20, 389–400. DOI: 10.1016/S0166-4972(99)00160-1.
- Carayannis, E.G. & Alexander, J., (2002). Is technological learning a firm core competence, when, how and why? A longitudinal, multi-industry study of firm technological learning and market performance. *Technovation*, 22, 625–643. DOI: 10.1016/S0166-4972(01)00047-5.
- Carayannis, E.G., (2007). Implications of technological learning on the prospects for renewable energy technologies in Europe. *Energy Policy*, 35, 4072–4087. DOI: 10.1016/j.enpol.2007.02.004.
- Carlsson, B. (1996). *Technological systems and economic performance*, in: M. Dodgson, R. Rothwell (Eds.), *The Handbook of Industrial Innovation*, Edward Elgar, 33–53.
- Cefis, E., & Marsili, O. (2005). A matter of life and death: innovation and firm survival. *Industrial & Corporate Change*, 14, 1167–1192.
- Chen, J. & Qu, W.G., (2003). A new technological learning in China. *Technovation*, 23, 861–867. DOI: 10.1016/S0166-4972(02)00038-X
- Chen, Jin , Pu, Xiaoyu & Haihua Shen. (2009). *A Comprehensive Model of Technological Learning: Empirical Research on Chinese Manufacturing Sector*. SLPTMD Working Paper Series No. 026. Department of International Development, University of Oxford.
- Chipika, S. & Wilson, G., (2006). Enabling technological learning among light engineering SMEs in Zimbabwe through networking. *Technovation*, 26, 969–979. DOI : 10.1016/j.technovation.2005.09.014.
- Cohen, W.M., & Levinthal, D.A., (1990). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35 (1), Special Issue: Technology, Organizations, and Innovation. (Mar., 1990), 128-152.
- de Wit, M., Junginger, M., Lensink, S., Londo, M. & Faaij, A., (2010). Competition between biofuels: Modeling technological learning and cost reductions over time. *Biomass and Bioenergy*, 34, 203 – 217. DOI: 10.1016/j.biombioe.2009.07.012.
- Eisendhardt, K. M., (1989). Building theories from case study research. *Academy of Management Review*, 14: 532-550.
- Figueiredo, P.N., (2001). *Technological learning and competitive performance*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Figueiredo, P.N., (2002). Does technological learning pay off? Inter-firm differences in technological capability-accumulation paths and operational performance improvement. *Research Policy*, 31, 73–94.
- Figueiredo, P. N. (2003). Learning, capability accumulation and firms differences: evidence from latecomer steel. *Industrial and Corporate Change*, 12 (3): 607-643. doi: 10.1093/icc/12.3.607
- Figueiredo, P. N. (2008). Industrial Policy Changes and Firm-level Technological Capability Development: Evidence from Northern Brazil. *World Development*, 36 (1), 55–88.
- Guo, B. & Guo, J. (2011). Patterns of technological learning within the knowledge systems of industrial clusters in emerging economies: Evidence from China. *Technovation* 31, 87–104. DOI: 10.1016/j.technovation.2010.10.006
- Hatzichronoglou, T., (1997). *Revision of the High-technology sector and product classification*. OECD Science, Technology, and Industry Working Papers, 1997/02. OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/134337307632>.
- Hedge, D.,(2004). *Innovation and Technology Trajectories in A Developing Country Context: Evidence From a Survey of Malaysian Firms*. Georgia Institute of Technology.
- Hobday, M. (1995). *Innovation in East Asia: the Challenge to Japan*. Edward Elgar, Aldershot.

- Howell, A., He, C., Yang, R. & Fan, C. (2014). *Chinese Innovation and Firm Performance: A Structural-Institutional Approach with Technological Learning Spillovers*. Paper presented in RSA Global Conference 2014, Brazil.
- Ignatius, J., Leen, J.Y.A, Ramayah, T., Hin, C.K., & Jantan, M., (2012). The impact of technological learning on NPD outcomes: The moderating effect of project complexity. *Technovation*, 32, 452 – 463 . DOI : 10.1016/j.technovation.2012.03.003
- Jonker, M., Romijn, H., & Szirmai, A., (2006). Technological effort, technological capabilities and economic performance: A case study of the paper manufacturing sector in West Java. *Technovation*, 26 , 121 – 134 . DOI : 10.1016/j.technovation.2004.10.002
- Jupesta, J., (2012). Modeling technological changes in the biofuel production system in Indonesia. *Applied Energy*, 90, 211 – 217 . DOI : 10.1016/j.apenergy.2011.02.020
- Karaoz, M. & Albeni, M., (2005). Dynamic technological learning trends in Turkish manufacturing industries. *Technological Forecasting & Social Change*, 72, 866–885. DOI: 10.1016/j.techfore.2004.09.005
- Kazanjian, R.K., Drazin, R., & Glynn, M.A., (2000). Creativity and technological learning: the roles of organization architecture and crisis in large-scale projects . *J. Eng. Technol. Manage*, 17, 273–298.
- Kim, L. (1990). *Imitation to Innovation*, Harvard Business School.
- Kim, L. (2001). The Dynamics of Technological Learning in Industrialization. *International Social Science Journal*, 53 (168), 297–308. DOI: 10.1111/1468-2451.00316
- Kim, Y. & Lee, B., (2002). Patterns of technological learning among the strategic groups in the Korean Electronic Parts Industry. *Research Policy*, 31, 543–567. DOI: 10.1016/S0048-7333(01)00127-5.
- Kim, L & Neelson, RR. (2000). *Technology, Learning, and Innovation: Experiences of Newly Industrializing Economies*. Cambridge University Press.
- Kocoglu, I., Imamoglu, S.Z., Ince, H., & Keskin, H., (2012). Learning, R&D and Manufacturing Capabilities as Determinants of Technological Learning: Enhancing Innovation and Firm Performance. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 58, 842 – 852. DOI: 10.1016/j.sbspro.2012.09.1062
- Laksani, C.S., Prihadyanti, D., Triyono, B., & Kardoyo, H., (2012). *Model Technological Learning Guna Meningkatkan Kemampuan Teknologi dan Kinerja Inovasi Di Perusahaan Sektor Industri Manufaktur Indonesia*. Laporan Penelitian Pappiptek 2012. Pappiptek-LIPI.
- Madanmohan, T.R., Kumar, U., & Kumar, V., (2004). Import-led technological capability: a comparative analysis of Indian and Indonesian manufacturing firms. *Technovation*, 24, 979–993. DOI: 10.1016/S0166-4972(03)00030-0.
- Meiningsih, S., dkk. (2009). *Indikator Iptek Indonesia 2009*. Pappiptek, LIPI.
- Miller, D. & Hope, C., (2000). Learning to lend for oil-grid solar power: policy lessons from World Bank loans to India, Indonesia, and Sri Lanka. *Energy Policy*, 28, 87-105. DOI:10.1016/S0301-4215(99)00071-3.
- Moorman, C. & Slotegraaf, RJ. (1999). The contingency value of complementary capabilities in product development. *Journal of Marketing Research*, 36(2): 239–257.
- Nakata, T., Sato, T., Wang, H. Kusunoki, T. & Furubayashi, T., (2011). Modeling technological learning and its application for clean coal technologies in Japan. *Applied Energy*, 88, 330–336. DOI: 10.1016/j.apenergy.2010.05.022.
- Nelson, R.R., (1989). What is private and what is public about technology?. *Science, Technology, & Human Values* July, 14 (3), 229 - 241 . DOI : 10.1177/016224398901400302.

- Pramongkit, P., Shawyun, T., & Sirinaovakul, B. (2000). Analysis of technological learning for the Thai manufacturing Industry. *Technovation*, 20, 189–195. DOI: 10.1016/S0166-4972(99)00125-X
- Putranto, K., Stewart, D., & Moore, G., (2003). International technology transfer and distribution of technology capabilities: the case of railway development in Indonesia. *Technology in Society*, 25, 43–53. DOI: 10.1016/S0160-791X(02)00035-0.
- Rianto, Y., Triyono, B., Kardoyo, H., & Laksani, C. S. (2005). *Studi Model Technological Learning di Industri Kecil dan Menengah: Studi Kasus UKM Suku Cadang Otomotif*. LIPI Press. Jakarta.
- Rianto, J., Laksani, C.S., Triyono, B. & Kardoyo, H. (2006). Technological Learning in Indonesia's Auto Parts SMEs. *Proceeding of IEEE International Conference on Management of Innovation and Technology*, 1 (21-23 June), 315–319.
- Rianto, Y. (2007). *Peta Adopsi Teknologi Informasi di UKM Manufaktur*. LIPI Press.
- Rianto, Y, Laksani, C. S., & Prihadyanti, D. (2009). *Pembelajaran Teknologi di Perusahaan Manufaktur Indoneisa: Kajian Interaksi antara MNC dengan Perusahaan Lokal*. LIPI Press, Jakarta.
- Rothwell, R. *Industrial innovation: success, strategy, trends*, in: M. Dodgson, R. Rothwell (Eds.) (1996). *The Handbook of Industrial Innovation*, Edward Elgar, 33–53.
- Sarah, S., Arokinasarry, L., & Ismail, M., (2009). The Background and Challenges faced by the Small and Medium Enterprises, A Human Resource Development Perspective. *International Journal of Business and Management*, 4 (10), 95-102.
- Shefer, D., & Frenkel, A. (2005). R&D, firm size and innovation: an empirical analysis. *Technovation*, 25(1), 25-32. DOI: 10.1016/S0166-4972(03)00152-4
- Smit, T., Junginer, M., & Smits, R. (2007). Technological learning in offshore wind energy: Different roles of the government. *Energy Policy*, 35, 6431–6444. DOI: 10.1016/j.enpol.2007.08.011.
- Sriwindono, H. & Yahya, S., (2012). Toward Modeling the Effects of Cultural Dimension on ICT Acceptance in Indonesia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 65, 833 – 838. DOI: 10.1016/j.sbspro.2012.11.207.
- Van Dijk, M. & Szirmai, A., (2003). Industrial Policy and Technology Diffusion: Evidence from Paper Making Machinery in Indonesia. *World Development*, 34(12), 2137–2152. DOI: 10.1016/j.worlddev.2006.03.004.
- Wood, D. & Weigel, A., (2013). Technological learning through international collaboration: Lessons from the field. *Acta Astronautica*, 83, 260–272. DOI: 10.1016/j.actaastro.2012.09.014
- Xie, Wie. (2004). Technological learning in China's colour TV (CTV) industry. *Technovation*, 24, 499–512. DOI: 10.1016/S0166-4972(02)00076-7
- Zahra, S., Ireland, R., & Hitt, M. (2000). International expansion by new venture firms: international diversity, mode of market entry, technology learning, and performance? *Academic of Management Journal*, 43(5), 925-950.