

Memahami Dinamika Inovasi Teknologi : Belajar dari Pengalaman PT PINDAD Indonesia¹

Zulkieflimansyah dan Pranoto Effendy

Abstrak

Tulisan ini akan mencoba untuk memotret proses akumulasi dan inovasi teknologi yang terjadi di salah satu industri Hankam Indonesia yaitu PT PINDAD. Dari sini diharapkan akan terlihat usaha dan kebijakan yang perlu dilakukan agar industri hankam kita mampu secara mandiri memenuhi kebutuhan pertahanan dan keamanan secara efisien dan memadai. Studi tentang inovasi dan pembelajaran teknologi dengan perusahaan sebagai unit analisis sungguhlah penting, karena untuk banyak negara berkembang perusahaanlah yang sesungguhnya berperan besar dan merupakan aktor kunci dalam pengembangan kemampuan teknologi nasional. Terlalu memfokuskan diri, menaruh harapan besar dan bertumpu pada lembaga-lembaga riset pemerintah sebagai aktor kunci pengembangan teknologi nasional sebagaimana yang telah dan masih terjadi di negara kita tidak saja merupakan sesuatu yang salah kaprah tapi juga fatal buat pengembangan teknologi nasional ke depan dan kemandirian ekonomi dalam jangka panjang. Dari pengalaman PT Pindad nampak sekali bahwa pembelajaran teknologi bukanlah proses statis yang terjadi begitu saja tetapi merupakan bagian dari usaha sadar untuk mengakumulasi pengetahuan dan kemampuan teknologi. Proses-proses yang terjadi dapat meliputi pencarian teknologi, pemilihan, akuisisi, asimilasi, adaptasi, peningkatan kualitas dan diversifikasi teknologi. Agar lebih mudah dipahami proses pembelajaran teknologi di PT Pindad dibagi menjadi beberapa tahap yang menggambarkan peningkatan teknologi yang dialami dalam proses produksinya. Tahapan ini dibagi berdasarkan peningkatan kemampuan produksi dan teknologi.

Key words : Inovasi Teknologi, Pembelajaran Teknologi, kemampuan teknologi

INDUSTRI pertahanan dan keamanan (Hankam) bagi negara manapun merupakan hal yang niscaya dan merupakan kemestian. Ia menjadi penting karena industri Hankam menyediakan sumberdaya yang dibutuhkan bagi pertahanan dan keamanan. Hal inilah yang menyebabkan di manapun industri Hankam menjadi strategis dan memberikan ruang yang besar bagi negara untuk

melakukan intervensi. Sehingga setiap negara berusaha untuk mengembangkan industri Hankamnya sendiri agar mandiri.

Ketergantungan yang tinggi terhadap pihak asing terhadap peralatan dan produk Hankam, selain menguras devisa juga akan mengandung kerawanan bagi kedaulatan dan pertahanan negara yang bersangkutan. Dalam perang teluk kemarin, ternyata sebagian peralatan militer Amerika tergantung pada komponen industri sipil buatan Jepang. Untuk Indonesia, embargo terhadap peralatan dan jasa di bidang pertahanan dari Pemerintah Amerika Serikat cukup mengganggu

kinerja sistem Hankam kita. Jadi mau tidak mau Indonesia harus terus-menerus berusaha mengembangkan industri dan teknologi Hankamnya sendiri secara mandiri.

Dalam kaitan inilah studi ini menjadi penting dan menemukan maknanya secara signifikan. Studi ini akan melihat proses akumulasi dan pembelajaran yang terjadi di salah satu industri hankam Indonesia yaitu PT PINDAD. Dari sini diharapkan akan terlihat usaha dan kebijakan apa saja yang perlu dilakukan agar industri Hankam kita mampu secara mandiri memenuhi kebutuhan pertahanan dan keamanan secara efisien dan memadai.

Studi tentang pembelajaran dan inovasi teknologi dengan perusahaan sebagai unit analisis sungguhlah penting, karena untuk banyak negara berkembang perusahaanlah yang sesungguhnya berperan besar dan merupakan aktor kunci dalam pengembangan kemampuan teknologi nasional. Terlalu memfokuskan diri, menaruh harapan besar dan bertumpu pada lembaga-lembaga riset pemerintah sebagai aktor kunci pengembangan teknologi nasional sebagaimana yang telah dan masih terjadi di negara kita tidak saja merupakan sesuatu yang salah kaprah tapi juga fatal buat pengembangan teknologi nasional ke depan dan kemandirian ekonomi dalam jangka panjang.

Pembelajaran teknologi bukanlah proses yang terjadi begitu saja tetapi merupakan bagian dari usaha sadar untuk mengakumulasi pengetahuan dan kemampuan teknologi. Proses-proses yang terjadi dapat meliputi pencarian teknologi, pemilihan, akuisisi, asimilasi, adaptasi, peningkatan

Dr. Zulkieflimansyah,
Staf Pengajar FEUI dan Peneliti pada
Centre for Indonesian Reform (CIR)

Pranoto Effendy,
Staf pada Direktorat Kebijakan
Teknologi BPPT dan Peneliti pada
Centre for Indonesian Reform (CIR)

1. Tulisan ini masih merupakan hasil awal dari penelitian CIR tentang dinamika pembelajaran teknologi nasional di BUMN industri strategis. Kami akan sangat senang sekali jika ada saran, komentar, dan informasi tambahan tentang kasus ini. Hal-hal tersebut bisa dikirim ke : zul@mucglobal.com

kualitas dan diversifikasi teknologi. Karenanya proses pembelajaran tersebut jauh dari sifat statis, bahkan seringkali sangat dinamis.

Tulisan ini akan menguraikan dan menggambarkan proses pembelajaran yang terjadi di PT PINDAD. Proses tersebut akan dibagi menjadi beberapa tahap yang menggambarkan peningkatan teknologi yang dialami dalam proses produksinya. Tahapan ini dibagi berdasarkan peningkatan kemampuan produksi dan teknologi. Tahapan ini dimaksudkan untuk mempermudah dalam melihat proses akumulasi kemampuan teknologi yang terjadi selama ini di PT PINDAD.

Di bagian berikutnya akan dilakukan pembahasan diskusi dengan menggunakan model analitis yang akan mengidentifikasi beberapa hal yaitu produk PT PINDAD, kemampuan produksi, kemampuan teknologi, faktor yang mempengaruhi proses pembelajaran, sumber pembelajaran serta mekanisme pembelajarannya. Namun sebelum itu akan diringkaskan sedikit tentang kerangka teori yang digunakan serta latar belakang dan sejarah PT PINDAD agar pembahasan nanti dapat diletakkan dalam konteks yang tepat dan memadai.

Uraian Teoritis

Ada semacam adagium yang sering sekali dikemukakan oleh mereka yang kebetulan belajar tentang teori pembangunan bahwa negara-negara yang sekarang terbelakang, berkembang dan sedang mengejar ketertinggalannya sebenarnya memiliki proses industrialisasi yang lebih cepat dibandingkan negara-negara maju pada tahap industrialisasi yang serupa.

Dibandingkan dengan negara-negara maju yang ada sekarang, negara-negara berkembang tak harus melewati proses panjang dan berliku untuk menemukan pola industrialisasinya yang sesuai. Negara maju diyakini telah meninggalkan banyak jejak dan akumulasi pengalaman yang bisa ditiru untuk dijadikan pijakan. Negara-negara berkembang tak harus berjibaku untuk melakukan penemuan (*invention*) pada banyak ilmu-ilmu dasar (*basic sciences*), mereka tinggal menggunakan saja apa yang telah ditemukan oleh negara-negara maju. Konon dengan dengan

memanfaatkan apa yang telah ditemukan tadi, negara-negara berkembang diuntungkan dengan adanya penghematan waktu pembelajaran.

Jepang dan Korea adalah contoh yang sering disematkan untuk mendukung argumen di atas. Jepang dan Korea dalam waktu yang sangat cepat mampu mentransformasi diri dari negara miskin menjadi negara maju berwibawa. Dan proses menuju kemajuan ini butuh waktu yang relatif singkat dibandingkan pengalaman menuju kemajuan yang dialami negara-negara Eropa Barat maupun Amerika pada tahapan industrialisasi yang sama.

Sayangnya fenomena kemajuan Jepang, Korea dan segelintir negara-negara Asia Timur lainnya ternyata tidak diikuti oleh banyak negara berkembang lainnya. Mereka sebagian besar justru terus dililit kemiskinan, ketertinggalan bahkan kelangsunan masa depannya sangat tergantung kepada kemurahan hati negara-negara donor.

Pertanyaannya kemudian, kenapa Jepang dan Korea mampu bermetamorfosis menjadi Negara maju sedangkan negara-negara berkembang yang lain tidak? atau kenapa banyak negara berkembang lain tak mampu mengoptimalkan potensinya untuk bangkit dalam mengejar ketertinggalan?

Ada banyak alasan memang, tapi para ahli pembangunan kini sepakat bahwa pemaknaan proses akuisisi dan pembelajaran teknologi yang keliru adalah salah satu penyebab utama dari gagalnya banyak negara berkembang tadi dalam mengejar ketertinggalannya. Dan pemaknaan pembelajaran teknologi yang tepat diyakini pula telah menjadi penyebab mengapa Jepang dan Korea mendapatkan hasil yang sebaliknya.

Pemaknaan pembelajaran teknologi yang tepat seperti yang dilakukan Jepang dan Korea melibatkan lebih dari sekedar pembelian mesin dan belajar petunjuk pengoperasiannya. Mereka sadar betul bahwa banyak sifat "*tacit*" dari teknologi yang sulit dikomunikasikan secara efektif untuk melakukan aktivitas yang kompleks. Transfer teknologi memang diperlukan, tapi itu saja tidak cukup. Pengadopsian dan penguasaan teknologi yang efektif membutuhkan akuisisi pengetahuan tentang seperangkat prosedur, pemahaman mengapa prosedur tersebut dapat bekerja, serta

bagaimana menginternalisasikan keahlian dalam menggunakan alat dan prosedur tersebut. Proses penguasaan teknologi butuh internalisasi panjang, sehingga elemen teknologi yang sifatnya eksplisit dan terdokifikasi mampu menjadi "*tacit knowledge*", pengetahuan yang mendarah daging dan menjadi sumberdaya yang dinamis.

Proses pembelajaran yang tidak saja direduksi maknanya sebatas pembelian mesin dan manual, tapi lebih kepada akuisisi *tacit knowledge* inilah yang sering disebut dengan proses akumulasi kemampuan teknologi (Kim, 1997). Kemampuan teknologi (*technological capability*), kemampuan untuk melakukan internalisasi dan mengelola dinamika perubahan teknologi menjadi salah satu kunci sukses Jepang dan Korea bermetamorfosis dari negara miskin menjadi negara maju bermartabat dan mandiri.

Melihat cerita sukses Jepang dan Korea di atas, maka negara berkembang yang lain harus mampu untuk tidak hanya melakukan transfer teknologi, tetapi juga memberi perhatian kepada bagaimana mereka harus membangun kemampuan teknologinya. Hanya dengan kemampuan teknologi yang memadai, maka mereka akan mampu mengejar ketertinggalannya dalam proses industrialisasi dan pembangunan.

Sayang sekali memahami dan membandingkan studi-studi tentang akuisisi kemampuan tidaklah mudah. Sebagian karena sumberdaya yang terakumulasi sangat luas dan sulit untuk dikategorisasi. Ia terdiri dari kemampuan manusia seperti keahlian, pengalaman, dan pengetahuan yang ada dalam diri manusia serta sumberdaya institusi seperti prosedur internal, petunjuk pelaksanaan dan struktur organisasi perusahaan dan hubungan luar yang terjalin dengan perusahaan dan institusi lain.

Walaupun agak susah dalam melakukan kategorisasi mengenai akuisisi kemampuan, salah satu pendekatan yang umum dilakukan adalah membedakan tiga tipe kemampuan yaitu: *kemampuan produksi, investasi dan inovasi* (Kim, 1997)

Kemampuan produksi terdiri dari keahlian, pengetahuan, sumberdaya yang dibutuhkan untuk menjalankan pabrik dan proses secara efisien untuk memproduksi produk yang telah ada.

Kemampuan ini memungkinkan perusahaan untuk dapat memonitor masukan bahan baku, mengatur produksi, mengawasi kualitas luaran, memelihara dan memperbaiki mesin dan secara umum berhubungan dengan persoalan sehari-hari.

Kemampuan investasi terdiri dari keahlian, pengetahuan, sumberdaya yang dibutuhkan perusahaan untuk memperluas fasilitas produksi, membeli dan memasang perlengkapan yang standar, serta juga untuk mencari, mengevaluasi dan memilih teknologi dan sumbernya untuk kegiatan produksi baru. Terakhir dan paling penting adalah kemampuan inovasi dan adaptasi terdiri dari keahlian, pengetahuan, sumberdaya yang dibutuhkan untuk mengasimilasi, mengubah dan menciptakan teknologi melalui kegiatan perluasan modal, adaptasi dan modifikasi produk.

Proses akumulasi kemampuan di atas tidaklah terjadi sekaligus, pasif dan tanpa biaya. Ia terjadi melalui proses yang bertahap dan kumulatif. Secara umum kegiatan tersebut bermula dari kegiatan rutin yang sederhana di mana pembelajaran didasarkan pada pengalaman sampai kegiatan adaptasi dan imitasi yang kompleks yang membutuhkan fungsi-fungsi pencarian sampai kegiatan yang paling inovatif yang berdasarkan hasil riset yang lebih formal. Memaknai proses pembelajaran teknologi sebagai sebuah proses yang panjang yang kumulatif akan membuat banyak pemegang kebijakan pembangunan di satu negeri untuk tidak berpikir pendek dan pragmatis untuk 'mengebiri' berbagai proyek strategis saral teknologi, demi kepentingan populis jangka pendek.

Pengembangan kemampuan teknologi sebuah bangsa ditentukan dan melibatkan banyak sekali aktor yang berhimpun secara sadar atau tidak di dalam apa yang di dalam literatur disebut dengan Sistem Inovasi Nasional. Dan dari hasil empiris yang dilakukan Kim (1997) di Korea nampak sekali bahwa industri adalah aktor yang paling signifikan kontribusinya. Dengan demikian studi dan penelitian tentang pembelajaran dan inovasi teknologi dengan perusahaan sebagai unit analisis sungguhlah penting dan perlu diprioritaskan di negara-negara berkembang.

Latar Belakang dan Sejarah

PT. PINDAD mempunyai tradisi yang panjang dalam kegiatan produksi dan desain produk seperti senjata dan amunisi. Sejarah pengembangan pabrik senjata dan amunisi dimulai pada tahun 1808 dengan didirikannya "*Artillerie Constructie Winkel*" di Surabaya. Keberadaan pabrik ini mengalami perjalanan waktu yang lama dan panjang serta telah mengalami perubahan nama beberapa kali sejak jaman penjajahan. Pada tahun 1924 pabrik ini digabung menjadi dengan pabrik amunisi ringan dan berat dan juga material eksplosif yang diberi nama "*Artillery Plant*". Pabrik tersebut kemudian diserahkan dari Pemerintah Belanda kepada Pemerintah Indonesia yang dikemudian diberi nama resmi "Pabrik Senjata Munisi (PSM)", di bawah manajemen Tentara Nasional Indonesia (TNI). Pada tahun 1979 namanya diubah menjadi Perindustrian Angkatan Darat (PINDAD). Pada tanggal 29 April 1983, statusnya berubah menjadi perusahaan milik negara yang diberi nama PT. Pindad (Persero) dan dalam Keppres No.44 tanggal 29 April 1989 dimasukkan ke dalam industri strategis yang dikelola oleh Badan Pengelola Industri Strategis (BPIS) yang sekarang telah dibubarkan.

Sejak tahun 1983 PT Pindad telah menambah kemampuannya untuk

memproduksi produk-produk non-militer seperti generator, mesin perkakas dan berbagai macam peralatan mekanis dan listrik lainnya.

Aktivitas utama PT. PINDAD adalah melakukan bisnis di bidang alat dan peralatan yang akan membantu pada kebijakan yang independen dalam pertahanan dan keamanan dan juga alat dan peralatan. Dilihat dari produknya PT PINDAD terdiri dari dua direktorat yaitu Direktorat Produk Militer dan Produk Komersial. Direktorat Produk Militer terdiri dari Divisi Amunisi, Divisi Senjata dan Unit Bisnis Workshop dan Prototip. Sedangkan Direktorat Produk Komersial terdiri dari Divisi Mekanik, Listrik, Forging dan Pengecoran, Unit Bisnis Tool Shop, Stamping dan Laboratorium.

Divisi Amunisi memiliki fasilitas produksi yang berlokasi di Turen, Malang, Jawa Timur. Untuk memenuhi kebutuhan permintaan pemerintah dan juga pengembangan produk, fasilitas produksi dilengkapi dengan pendirian *Filling Plant* untuk mendukung produksi *mortar shells*, bom, *TNT blocks*, *shaped charges* dan lain-lain. Saat ini Divisi Amunisi telah menjadi divisi yang dapat diandalkan dan tetap mampu memproduksi berbagai jenis amunisi dan logistik militer, *pyrotechnics* and peralatan untuk mendukung kebutuhan pemerintah maupun swasta.

Tabel 1: Tes di PT Pindad

Jenis Tes	Pelayanan yang tersedia
Metallurgy Test	Tensile Test, Compression Test, Bending Test, Torsion Test, Elastic Test, Impact Test, Hardness Test, Metal Chemical Composition Test, Micro Structure Test
Coating Process Control	Chemical Composition Analysis, Coating Thickness Test, Coating Hardness Test, Coating Adhesive Test, Abrasive Test, Corrosion Test
No-Destructive test	Ultrasonic test (UT), Magnetic Particle Test (MPT), Dye Penetrant Test, Crack-Dept Test
Dimension Calibration Test	Dial Indicator Calibration, Micrometer Calibration, Vernier Caliper Calibration, Profile Projector Calibration, Pin Gauges Calibration, Limit Gauge Calibration, Precision Square Calibration, Granite Surface Plate Calibration, Precision Spirit Level Calibration, Ring Gauges Calibration
Mechanical Calibration	Tension and Compression Equipment Calibration, Brinnell, Vickers and Rockwell Hardness Test Calibration, Pressure Recorder Calibration, Pressure Indicator Calibration, Pull & Push Balance Calibration, Load Cell Calibration, Proving Ring Calibration
Temperature & Electricity Calibration	AC/DC Digital Voltmeter Calibration, Digital Multimeter Calibration, Ohm Meter Calibration, Oscilloscope Calibration, Function Generator Calibration, Clamp On AC/DC Calibration, Thermometer Measurement Equipment Calibration, Thermohygograph Measurement Equipment Calibration, Thermo Controller Temperature Calibration, Thermocouple Calibration, Indicator Calibration
Metrology	Machine Tool Inspection/Metrology, Industrial Machine Inspection/Metrology, Inspection/Calibration of Tools, Gauges, and Fixtures, Product Measurement

Hampir semua produk Divisi Amunisi telah melalui berbagai pengujian sesuai dengan standar NATO dan juga militer Amerika Serikat. Penelitian dan pengembangan telah dilakukan untuk mendapatkan analisis yang akurat terhadap desain dan kinerja produk. Fasilitas laboratorium kimia dan pengujian tembakan juga tersedia untuk mencapai standar yang diinginkan.

Fasilitas produksi saat ini sudah dapat memproduksi dan melakukan :

- Peluru kaliber 9 mm, 5,56 mm (SS109 and M193), 7,62 mm, 12,7 mm, 0.38"
- Filling Plant
- Pyrotechnic
- Tool Shop
- Stamping
- Perlakuan Panas

Divisi Amunisi juga telah membangun gudang khusus untuk penyimpanan sementara agar material dan produk terjaga kondisinya. Manajemen penyimpanan diterapkan agar amunisi tetap dalam kondisi yang prima dan terjaga. Untuk mendapatkan produk yang berkualitas tinggi, kontinuitas produksi dan pasokan, pemeliharaan fasilitas produksi dilakukan secara teratur dan berkala. Tenaga kerja berkeahlian dilatih secara profesional baik di dalam maupun luar negeri di bidang produksi. Bantuan teknis disediakan untuk memandu proses produksi agar menghasilkan pasokan produk yang optimal.

Divisi ini juga telah mendapat sertifikat ISO 9001 dari SGS Yearly-International Certification Services Ltd, Inggris pada tahun 1994. Semua proses produksi harus memenuhi standar ini. Salah satu unsur penting dalam menerapkan standar ini adalah menyediakan penggunaan sistem *Statistical Process Control (SPC)*.

Divisi Senjata memiliki fasilitas produksi yang berlokasi di Bandung, Jawa Barat. Fasilitas yang ada tersebut membuat mereka dapat melakukan semua aktivitas desain, manufaktur, pengembangan, pengujian dan bantuan teknis kepada pemakai semua produknya. Kegiatan desain dilakukan dengan bantuan alat-alat modern. Perangkat lunak *CAD (Computer Aided Design)* dan simulasi dilakukan oleh komputer tersendiri dalam sebuah laboratorium sebagai bagian dari kegiatan desain itu sendiri. Kekuatan dan kinerja produk diteliti secara terus-menerus untuk mendapatkan peningkatan kualitas dan keandalan produk. Proses manufaktur dengan standar yang tinggi sesuai dengan tuntutan yang ada dimungkinkan dengan adanya tenaga kerja yang berkeahlian tinggi yang didapat melalui perjalanan dan pengalaman yang panjang. Tenaga kerja di Divisi Produk Militer memiliki keahlian khusus seperti desain produk, balistik, sistem inventarisasi, pemeliharaan senjata dan lain-lain. Divisi ini juga melakukan investasi yang besar dalam pengadaan mesin perkakas yang modern. Sistem penjadwalan dan pengendalian produksi yang dibantu komputer memungkinkan dilakukan penyerahan produk sesuai dengan waktu yang ditentukan.

Tabel 2 : Tahap Pembentukan Kemampuan dasar

Tahap I	Pembentukan Kemampuan Dasar
Periode Waktu	(1808 – 1950)
Produk yang dihasilkan	<ul style="list-style-type: none"> • Pemeliharaan, Perbaikan dan Penggantian Komponen Senjata Artileri • Pembuatan Senjata Artileri, Senapan Laras Panjang dan Pendek, Amunisi dan Bahan Eksplosif lainnya
Kemampuan Produksi	<ul style="list-style-type: none"> • Kegiatan Investasi <ul style="list-style-type: none"> ○ Membangun fasilitas produksi ○ Membeli peralatan standar • Organisasi Proses dan Produksi <ul style="list-style-type: none"> ○ Melakukan kegiatan rutin dan pemeliharaan ○ Meningkatkan efisiensi kegiatan yang ada • Kegiatan yang berorientasi Produk <ul style="list-style-type: none"> ○ Membuat produk dengan spesifikasi dan desain yang telah ada ○ Melakukan pengawasan kualitas secara rutin • Suplai Barang Modal <ul style="list-style-type: none"> ○ Membuat peralatan dan mesin dengan spesifikasi dan desain yang telah ada ○ Mengganti suku cadang asli dengan buatan sendiri • Suplai Input <ul style="list-style-type: none"> ○ Membeli input dari penyuplai yang telah ada • Orientasi kepada Konsumen <ul style="list-style-type: none"> ○ Menjual produk kepada konsumen lama dan baru
Kemampuan Teknologi	<ul style="list-style-type: none"> • Kegiatan Investasi <ul style="list-style-type: none"> ○ Mencari, mengevaluasi dan memilih teknologi dan sumbernya untuk proyek produksi baru • Organisasi Proses dan Produksi <ul style="list-style-type: none"> ○ Meningkatkan tata letak fasilitas produksi ○ Meningkatkan prosedur pemeliharaan ○ Mengadaptasi dan meningkatkan proses produksi ○ Mendesain perubahan organisasi • Kegiatan yang berorientasi Produk <ul style="list-style-type: none"> ○ Mengadaptasi produk sesuai dengan kebutuhan pasar yang berubah ○ Meningkatkan kualitas produk ○ Mendesain produk baru • Suplai Barang Modal <ul style="list-style-type: none"> ○ Membuat peralatan dan mesin dengan tipe yang baru ○ Mengadaptasi desain dan spesifikasi yang ada ○ Mendesain peralatan dan mesin dengan desain sendiri (asli) • Suplai Input <ul style="list-style-type: none"> ○ Mencari dan menyerap informasi baru mengenai faktor produksi dari penyuplai maupun lembaga-lembaga lokal • Orientasi kepada Konsumen <ul style="list-style-type: none"> ○ Mencari dan menyerap informasi baru dari konsumen maupun lembaga-lembaga lokal ○ Mencari pasar baru yang potensial dan jalan untuk mendapatkannya

Tabel 3 : Akuisisi dan Asimilasi Kegiatan Produksi Senjata Militer Berkaliber Kecil

Tahap 2	Akuisisi dan Asimilasi Kegiatan Produksi Senjata Militer Berkaliber Kecil
Periode Waktu	(1950 – 1983)
Produk yang dihasilkan	<ul style="list-style-type: none"> • Senjata kaliber kecil seperti Pistol P1, Sniper, Peluru kaliber 12.7, 7.62, 9, 5.56 mm • Piatu Air, Pompa Air, Mobil Jeep (VW Banteng)
Kemampuan Produksi	<ul style="list-style-type: none"> • Kegiatan Investasi <ul style="list-style-type: none"> ◦ Membangun fasilitas produksi ◦ Membeli peralatan standar • Organisasi Proses dan Produksi <ul style="list-style-type: none"> ◦ Melakukan kegiatan rutin dan pemeliharaan ◦ Meningkatkan efisiensi kegiatan yang ada • Kegiatan yang berorientasi Produk <ul style="list-style-type: none"> ◦ Membuat produk dengan spesifikasi dan desain yang telah ada ◦ Melakukan pengawasan kualitas secara rutin • Suplai Barang Modal <ul style="list-style-type: none"> ◦ Membuat peralatan dan mesin dengan spesifikasi dan desain yang telah ada ◦ Mengganti suku cadang asli dengan buatan sendiri • Suplai Input <ul style="list-style-type: none"> ◦ Membeli input dari penyuplai yang telah ada • Orientasi kepada Konsumen <ul style="list-style-type: none"> ◦ Menjual produk kepada konsumen lama dan baru
Kemampuan Teknologi	<ul style="list-style-type: none"> • Kegiatan Investasi <ul style="list-style-type: none"> ◦ Mencari, mengevaluasi dan memilih teknologi dan sumbernya untuk proyek produksi baru • Organisasi Proses dan Produksi <ul style="list-style-type: none"> ◦ Meningkatkan tata letak fasilitas produksi ◦ Meningkatkan prosedur pemeliharaan ◦ Mengadaptasi dan meningkatkan proses produksi ◦ Mendesain perubahan organisasi • Kegiatan yang berorientasi Produk <ul style="list-style-type: none"> ◦ Mengadaptasi produk sesuai dengan kebutuhan pasar yang berubah ◦ Meningkatkan kualitas produk ◦ Mendesain produk baru • Suplai Barang Modal <ul style="list-style-type: none"> ◦ Membuat peralatan dan mesin dengan tipe yang baru ◦ Mengadaptasi desain dan spesifikasi yang ada ◦ Mendesain peralatan dan mesin dengan desain sendiri (asli) • Suplai Input <ul style="list-style-type: none"> ◦ Mencari dan menyerap informasi baru mengenai faktor produksi dari penyuplai maupun lembaga-lembaga lokal • Orientasi kepada Konsumen <ul style="list-style-type: none"> ◦ Mencari dan menyerap informasi baru dari konsumen maupun lembaga-lembaga lokal ◦ Mencari pasar baru yang potensial dan jalan untuk mendapatkannya

Untuk memenuhi kebutuhan nasional dan juga ekspor Divisi Senjata melengkapi fasilitas produksi dengan beberapa produk dan juga fasilitas pendukung lainnya seperti :

- Rifles
 - Senapan Serbu : SS1-V1, SS2-V2, SS1-V3, SS1-V5
 - Senapan Sniper : SPR-1
- Pistol
 - Pistol : P-1, P-2
 - Revolver : R1-V1, R1-V2, RG-1

- (type A), RG-1 (type C)
- Penegakan Hukum
 - Senapan Sabhara/Polisi : Sabhara V1 and Sabhara V2
 - Senjata Penjaga Hutan
 - Pistol Profesional Magnum
 - Peluncur Granat
 - Pelindung Tubuh (*Personal body protection*)

Divisi Mekanik terbentuk sebagai unit bisnis pada tanggal 1 Januari 1996.

Keputusan untuk mendirikannya sebenarnya merupakan salah satu usaha untuk meningkatkan kinerja dan produktivitas bisnis utama PT PINDAD secara integral dan sinergis. Aktivitas utamanya adalah melakukan bisnis di bidang alat dan peralatan industri secara fleksibel dan independen untuk mendapat laba yang pantas dan pertumbuhan industri melalui keunggulan teknologi dan efisiensi. Produk yang dihasilkan dari Divisi ini di antaranya adalah mesin perkakas, mesin pengolah kayu, sistem rem udara kereta api dan permesinan dek kapal laut.

Divisi Listrik (Divtrik) yang didirikan pada tanggal 1 January 1996 ini sekarang dikenal sebagai salah satu penghasil peralatan energi dan transportasi terbaik di Indonesia. Mereka juga menyediakan pelayanan pemeliharaan dan perbaikan alat-alat tersebut. Divtrik ini juga memproduksi konstruksi baja dan berbagai jenis produk fabrikasi. Produk yang dibuat saat ini adalah synchronous generators, motor traksi, panel kontrol, gear cases, jib cranes, peralatan mesin dek kapal laut dan komponen mesin perkakas. Divtrik terdiri dari dua departemen produksi yaitu fabrikasi dan perakitan yang menempati areal seluas 48,000 meter persegi.

Departemen Fabrikasi menempati areal seluas 5,200 meter persegi (indoor) dan 2,000 meter persegi (outdoor). Konstruksi logam dari generator, motor, *pressure vessels*, *gear cases*, *jib cranes*, *deck machineries* dan mesin perkakas dibuat di sini. Sementara Departemen Perakitan yang menempati areal seluas 8,025 meter persegi melakukan kegiatan perakitan, pemeliharaan dan perbaikan mesin dan alat listrik (generator, motor, trafo) and VCB. Fasilitas produksi Divtrik sekarang ini adalah yang terlengkap peralatannya di Indonesia.

Unit Bisnis *Tool Shop* memiliki kemampuan untuk memproduksi berbagai produk dengan akurasi yang tinggi mencapai .1 mikrometer. Kemampuan ini didukung oleh fasilitas mesin dan tenaga kerja yang terlatih dan berkeahlian tinggi. Produk yang dikeluarkan antara lain alat pemotong, *jigs & fixtures*, komponen berpresisi tinggi dan *gauges*.

Unit Bisnis Stamping sudah memiliki kemampuan yang unggul seperti untuk

Tabel 4 : Akuisisi Kegiatan Produksi Senjata dan Produk Komersial dengan Lisensi

Tahap 3	Akuisisi Kegiatan Produksi Senjata dan Produk Komersial dengan Lisensi
Periode Waktu	(1983 – 1988)
Produk yang dihasilkan	<ul style="list-style-type: none"> • Senapan Serbu FNC, Mortar, Tank Scorpion • Generator tegangan tinggi, Vacuum Circuit Breaker (VCB)
Kemampuan Produksi	<ul style="list-style-type: none"> • Kegiatan Investasi <ul style="list-style-type: none"> ◦ Membangun fasilitas produksi ◦ Membeli peralatan standar • Organisasi Proses dan Produksi <ul style="list-style-type: none"> ◦ Melakukan kegiatan rutin dan pemeliharaan ◦ Meningkatkan efisiensi kegiatan yang ada • Kegiatan yang berorientasi Produk <ul style="list-style-type: none"> ◦ Membuat produk dengan spesifikasi dan desain yang telah ada ◦ Melakukan pengawasan kualitas secara rutin • Suplai Barang Modal <ul style="list-style-type: none"> ◦ Membuat peralatan dan mesin dengan spesifikasi dan desain yang telah ada ◦ Mengganti suku cadang asli dengan buatan sendiri • Suplai Input <ul style="list-style-type: none"> ◦ Membeli input dari penyuplai yang telah ada • Orientasi kepada Konsumen <ul style="list-style-type: none"> ◦ Menjual produk kepada konsumen lama dan baru
Kemampuan Teknologi	<ul style="list-style-type: none"> • Kegiatan Investasi <ul style="list-style-type: none"> ◦ Mencari, mengevaluasi dan memilih teknologi dan sumbernya untuk proyek produksi baru • Organisasi Proses dan Produksi <ul style="list-style-type: none"> ◦ Meningkatkan tata letak fasilitas produksi ◦ Meningkatkan prosedur pemeliharaan ◦ Mengadaptasi dan meningkatkan proses produksi ◦ Mendesain perubahan organisasi • Kegiatan yang berorientasi Produk <ul style="list-style-type: none"> ◦ Mengadaptasi produk sesuai dengan kebutuhan pasar yang berubah ◦ Meningkatkan kualitas produk ◦ Mendesain produk baru • Suplai Barang Modal <ul style="list-style-type: none"> ◦ Membuat peralatan dan mesin dengan tipe yang baru ◦ Mengadaptasi desain dan spesifikasi yang ada ◦ Mendesain peralatan dan mesin dengan desain sendiri (asli) • Suplai Input <ul style="list-style-type: none"> ◦ Mencari dan menyerap informasi baru mengenai faktor produksi dari penyuplai maupun lembaga-lembaga lokal • Orientasi kepada Konsumen <ul style="list-style-type: none"> ◦ Mencari dan menyerap informasi baru dari konsumen maupun lembaga-lembaga lokal ◦ Mencari pasar baru yang potensial dan jalan untuk mendapatkannya

proses cutting seperti *blanking, piercing, nothcing, cropping, parting, lanzing, semi nothcing, shaving dan trimming*. Sementara untuk forming plat logam mereka dapat melakukan *bending, flanging, coining, semi pierching, deep drawing, crimping, curling, forming dan collar drawing*. Produk yang telah dihasilkan antara lain *internal / external gear*, komponen otomotif, kotak meter listrik, *rat duster*, komponen senjata, *tool box, food plate*, komponen salon,

komponen mesin tekstil dan *blade knife*. Unit Bisnis Laboratorium dapat melakukan berbagai macam pengujian dan pelayanan kalibrasi baik untuk produk militer maupun komersial. Tenaga ahlinya sudah memiliki kualifikasi dan sertifikasi dan untuk menjaga keabsahan hasil pengujian dan kalibrasi PT PINDAD senantiasa mengikuti prosedur yang ditetapkan organisasi APLAC (Asia Pacific Accreditation Committee). Laboratorium

kalibrasi PT PINDAD adalah anggota Calibration National Network dan memiliki akreditasi dari ISO.IEC Guide 25 (DSN 01-1991). PT PINDAD juga mengikuti persyaratan industri yaitu dengan memiliki sertifikat standar ISO 9001, ISO 9002, and ISO 9003.

Selain itu laboratorium juga melakukan tes seperti terlihat dalam tabel 1.

Saat ini PT PINDAD telah melakukan kerjasama membentuk perusahaan *joint venture* antara lain dengan :

- PT. Fanuc GE Automation Indonesia, yang produk dan layanannya adalah mesin CNC, rekayasa otomatisasi pabrik dan PLC.
- PT. Siemens Indonesia, yang produk dan layanannya adalah MV/LV Switchgear dan Machinery.
- PT. GHH Borsig South East Asia, yang produk dan layanannya adalah konstruksi dan pemeliharaan turbin uap dan gas.
- PT. Lucas-PINDAD Aerospace Indonesia, yang produk dan layanannya adalah pembuatan dan perakitan komponen pesawat terbang.

Tahapan Pengembangan Kemampuan Teknologi di PT PINDAD

Pembelajaran dan inovasi teknologi adalah proses besar yang dinamis, butuh waktu, biaya dan tidak terjadi secara otomatis. Pengalaman PT Pindad sebagaimana akan diuraikan berikut ini setidaknya memberikan gambaran tentang dinamika itu.

A. Pembentukan Kemampuan Dasar (1808 – 1950)

Dilihat dari sejarahnya PT PINDAD adalah warisan dari Pemerintah Kolonial Belanda. Awalnya adalah bengkel persenjataan tentara Belanda yang bertokasi di Surabaya. Pada masa itu kegiatan yang dominan adalah pemeliharaan senjata artileri mereka. Aktivitas ini terus berlangsung sampai selesai Perang Dunia Pertama. Dari aktivitas ini, sedikit demi sedikit pengetahuan yang bersifat *tacit* dan teknologi senjata dan artileri dapat diakuisisi. Pada perkembangan selanjutnya lokasi pabrik kemudian berpindah ke Bandung. Pada tahun 1924 dimulailah kegiatan produksi amunisi untuk pertama kali. Sebagaimana yang telah disebutkan di atas setelah Perang Dunia pertama pabrik

ini digabung menjadi dengan pabrik amunisi ringan dan berat dan juga bahan eksplosif. Pada saat itu pula dimulailah tahap pembuatan senjata dengan tingkat teknologi yang ada pada waktu itu.

Untuk menunjang kemampuan manufaktur senjata diadakanlah investasi alat-alat produksi. Pengecoran merupakan kemampuan yang utama pada saat itu karena pembuatan senjata banyak melibatkan proses ini. Sebut saja misalnya senjata laras panjang maupun pendek, meriam dan pelurunya yang berbentuk bulat. Ini semua membutuhkan keahlian pengecoran yang akurat. Dengan pembelajaran terus-menerus melalui proses maka sedikit demi sedikit kemampuan pengecoran yang baik dimiliki oleh PT Pindad.

Setelah itu fasilitas produksi tersebut diambil alih oleh Pemerintah Indonesia. Sebagian pekerjanya terutama warga pribumi tetap bekerja di sana. Hal ini menyebabkan akumulasi teknologi baik yang eksplisit maupun *tacit* yang terjadi selama ini sebagian tetap terjaga.

B. Akuisisi dan Asimilasi Kegiatan Produksi Senjata Militer Berkaliber Kecil (1950 – 1983)

Pada tahun 1950an dimulailah kegiatan produksi senjata militer berkaliber kecil dengan fasilitas produksinya diimpor dari Italia. Pembuatan amunisi dimulai juga pada tahap ini. Sejarahnya dimulai dengan pengambilalihan *Cassava Factory* (Pabrik Tepung Ubi Kayu) di Turen, Malang, dari Pemerintah Kolonial Belanda oleh Pemerintah Indonesia pada tahun 1960. Pabrik ini tidak didirikan di Bandung karena faktor keamanan yang mengharuskan pembuatan mesiu jauh dari pemukiman penduduk. Aktivitasnya dimulai dengan memproduksi peluru kaliber 12.7 mm pada tahun 1968, diikuti dengan kaliber 7.62 mm dan kaliber 9 mm pada tahun 1970 serta kaliber 5.56 mm pada tahun 1973.

Pertumbuhan dan perkembangan fasilitas produksi ini tidak tetap dan terhambat oleh banyaknya perubahan status legalitas dan juga oleh kondisi keuangan yang tidak stabil selama berada di bawah pengelolaan Angkatan Darat. Hal ini karena lembaga ini bukan berstatus bisnis tetapi di bawah badan pemerintah yang pendanaannya tergantung pada anggaran APBN.

Pada tahap ini mereka mulai membuat Pistol P1 yang di-*reverse engineering* dari model yang telah ada seperti Colt. Dengan kemampuan yang dimiliki, terwujudlah prototipnya. Dengan serangkaian uji coba, PT Pindad melakukan *learning by trying* dan *by failing*. Akhirnya Pistol P1 ini memenuhi persyaratan dan menjadi senjata standar (organik) TNI. Senjata jenis *Sniper* juga mereka buat dengan cara yang sama.

Pindad juga mengembangkan produk non militer. Jadi sejak awal (sebelum bergabung dengan industri strategis) ia juga telah memproduksi produk komersial. Di antara produknya adalah mobil *Jeep* (yang dikenal dengan nama VW Banteng), pintu air bendungan dan juga pompa air yang dipakai di pertambangan timah di Pulau Bangka. Untuk pintu dan pompa air proses pembuatannya lebih banyak melibatkan pengecoran. Dengan kemampuan yang ada, mereka membuat cetakan dari semen biasa. Hasilnya kemudian di-*machining* agar sesuai dengan bentuk desainnya. Mobil *Jeep* ini dipakai oleh TNI dan juga sebagian dijual untuk umum.

C. Akuisisi Kegiatan Produksi Senjata dan Produk Komersial dengan Lisensi (1983 – 1988)

Pada tanggal 29 April 1983 industri militer ini dimasukkan ke dalam industri strategis dengan nama PT PINDAD (Persero) yang berada di bawah kendali BJ. Habibie. Pada masa inilah proses alih dan akumulasi teknologi dilakukan secara sistematis, dinamis dan terprogram. Dengan empat tahap transformasi teknologi, Habibie memulai dengan tahap pertama yaitu produksi senjata dengan lisensi. PT PINDAD kemudian melakukan program manufaktur senjata baru yaitu senapan serbu FNC dengan lisensi dari *Fabrique Nationale Herstal* (FNH), Belgia. Senapan serbu ini lebih maju dari yang pernah dibuat Pindad karena memenuhi standar NATO. Di dalamnya diaplikasikan teknologi balistik yang baru yaitu bentuk ulir dalam larasnya. Bentuk ulir ini memungkinkan ketepatan yang lebih baik serta memungkinkan untuk dibuat *semi-* atau *fully automatic*. Untuk mencapai kesempurnaan dalam tahap pertama trans-

formasi teknologi yaitu produksi di bawah lisensi maka diterapkanlah Dengan menerapkan apa yang disebut *progressive manufacturing plan* (PMP) dengan empat fase yaitu *introduction, assembling, partial manufacturing* dan terakhir *full manufacturing*. Personil PT PINDAD dengan dibantu oleh tenaga ahli dari Belgia melakukan program retrofit FNC dimulai dari produksi masal. Pengalaman produksi ini menambah pengetahuan mereka tentang teknologi senjata baik eksplisit maupun *tacit*. Dengan proses yang diawali lisensi pula, mortar kemudian diproduksi.

Dengan perjanjian lisensi dengan perusahaan Inggris, Pindad melakukan perakitan 10 unit tank *Scorpion*. Hal ini menambah pengetahuan baik *tacit* maupun eksplisit di bidang kendaraan tempur yang kelak kemampuan ini digunakan untuk mendesain dan membuat *water canon* dan *tactical combat vehicle*. Perbaikan dan pemeliharaan tank *Scorpion* juga dilakukan di Pindad. Dalam proses retrofitnya diperlukan waktu 6 bulan untuk tank *Scorpion* yang pertama. Hal ini karena mereka perlu mempelajari desain dan prinsip-prinsipnya dari tank tersebut. Dengan bantuan pihak Inggris akhirnya proses retrofit dapat diselesaikan. Setelah itu proses retrofit berlangsung cepat. Pengalaman ini menambah *tacit knowledge* Pindad dalam pembuatan dan desain kendaraan tempur. Kemampuan ini pulalah yang menyebabkan mereka mampu mereparasi 3 unit tank buatan Rusia.

Untuk menekan biaya produksi, Habibie sebagai dirut menetapkan bahwa hanya 20% kekuatan produksi ditujukan untuk produk-produk militer sementara sisanya untuk produk-produk komersial sipil. Namun dalam kondisi darurat, fasilitas produksi militer harus mampu meningkat sampai 80%, bahkan kalau diperlukan sampai 100%.

Investasi fasilitas produksi juga dilakukan besar-besaran. Pindad melakukan melakukan pengkajian selama setahun dari tahun 1983 untuk menentukan barang modal apa yang dibutuhkan. Untuk tungku cor, mereka mendapat jasa konsultan dari IPTN yang telah berpengalaman. Dari tahun 1984 sampai tahun 1993 nilai investasi diperkirakan sekitar 350 juta dolar Amerika. Puncak kegiatan investasi

terjadi pada tahun 1987 sampai 1989, di mana dilakukan aktivitas yang sifatnya pengembangan kemampuan teknologi seperti pembelian barang modal yang dilengkapi dengan kegiatan pelatihan bagaimana cara mengoperasikannya di supliernya. Untuk mesin bubut vertikal yang dimiliki PT Pindad mencapai dimensi 3.5 meter, sedangkan mesin bubut horizontal mencapai dimensi 6 meter. Semua kegiatan ini meningkatkan dasar kemampuan produksi dan teknologi karyawan Pindad. Dengan semua investasi ini Pindad menempatkan dirinya pada bisnis yang menghasilkan produk yang berpresisi tinggi.

Produk komersial yang dibuat antara lain adalah generator. Ini merupakan lisensi dari Siemens yang berlaku selama 10 tahun dari tahun 1984 sampai 1994. Pada tahun 1994 karena alasan pasar perjanjian lisensi ini kemudian diperpanjang lagi sampai tahun 2004. Selama masa lisensi, karyawan Pindad mendapatkan pelatihan baik di Jerman maupun di Pindad sendiri, bantuan teknis yang menyangkut proses manufaktur maupun *quality assurance* (QA). Generator dengan tegangan 6 kVolt dan daya 1 sampai 12 MWatt ini berhasil dibuat dengan tingkat pembuatan komponen *in-house* mencapai 90%. Dengan lisensi Siemens pula, Pindad memproduksi sekering VCB dengan tegangan tinggi (*Vacuum Circuit Breaker* untuk tegangan 20 kVolt) yang dipakai pada instalasi pembangkit listrik dan *substation*-nya.

Pada awalnya, bagian produksi baik militer maupun komersial digabungkan menjadi satu dalam direktorat produksi. Namun dalam perjalanannya, akhirnya diubah menjadi dua direktorat terpisah yang berada di bawah pembinaan dirut. Hal ini dilakukan karena *nature* dari dua produk ini berbeda. Produk militer sementara ini hanya berorientasi kepada satu konsumen yaitu TNI dan Polri dan ini bersifat *order-based*. Perlu diketahui bahwa setiap produk militer harus memenuhi syarat yang ditetapkan oleh penggunanya yaitu TNI dan Polri. Sementara untuk produk komersial, pasarnya lebih luas dan banyak di mana PT Pindad lebih punya banyak kebebasan dalam mengembangkan produknya sehingga bisa membuat dan mempengaruhi pasar (*demand creation*).

Sumberdaya manusia (SDM) adalah modal yang tidak ternilai dan rekan kerja yang strategis bagi perusahaan. Hal sama juga berlaku di PT PINDAD. Pengembangan SDM dilakukan melalui pendidikan formal dan pelatihan yang dilakukan sendiri dan juga lembaga pendidikan baik di dalam maupun luar negeri dengan tujuan mendapatkan kualifikasi profesional untuk mendukung proses pengembangan perusahaan. Pada waktu bergabung kedalam kelompok industri strategis, karyawan PT Pindad terdiri dari 3

kelompok status yaitu pegawai negeri sipil Dephankam, pegawai negeri yang diperbantukan (seperti pegawai BPPT) serta pegawai PT Pindad sendiri. Pada awalnya ini membuat pengelolaan PT Pindad sebagai institusi bisnis berjalan lambat. Dengan berjalannya waktu akhirnya, suasana bisnis seperti layaknya perusahaan swasta lainnya dapat dirasakan.

D. Adaptasi Desain Senjata dan Produk Komersial (1988 – 1992) Dengan produksi di bawah lisensi

Tabel 5 : Adaptasi Desain Senjata dan Produk Komersial

Tahap 4	Adaptasi Desain Senjata dan Produk Komersial
Periode Waktu	(1988 – 1992)
Produk yang dihasilkan	<ul style="list-style-type: none"> • Senapan Serbu SS1, Pistol P1 dan P2, Senapan Jagawana, Pistol Isyarat, Senjata Bulb Up, Peluru Latih • Rail Fastening KA Clip, Pompa Angguk, Pompa Kuningan
Kemampuan Produksi	<ul style="list-style-type: none"> • Kegiatan Investasi <ul style="list-style-type: none"> ◦ Membangun fasilitas produksi ◦ Membeli peralatan standar • Organisasi Proses dan Produksi <ul style="list-style-type: none"> ◦ Melakukan kegiatan rutin dan pemeliharaan ◦ Meningkatkan efisiensi kegiatan yang ada • Kegiatan yang berorientasi Produk <ul style="list-style-type: none"> ◦ Membuat produk dengan spesifikasi dan desain yang telah ada ◦ Melakukan pengawasan kualitas secara rutin • Suplai Barang Modal <ul style="list-style-type: none"> ◦ Membuat peralatan dan mesin dengan spesifikasi dan desain yang telah ada ◦ Mengganti suku cadang asli dengan buatan sendiri • Suplai Input <ul style="list-style-type: none"> ◦ Membeli input dari penyuplai yang telah ada • Orientasi kepada Konsumen <ul style="list-style-type: none"> ◦ Menjual produk kepada konsumen lama dan baru
Kemampuan Teknologi	<ul style="list-style-type: none"> • Kegiatan Investasi <ul style="list-style-type: none"> ◦ Mencari, mengevaluasi dan memilih teknologi dan sumbernya untuk proyek produksi baru • Organisasi Proses dan Produksi <ul style="list-style-type: none"> ◦ Meningkatkan tata letak fasilitas produksi ◦ Meningkatkan prosedur pemeliharaan ◦ Mengadaptasi dan meningkatkan proses produksi ◦ Mendesain perubahan organisasi • Kegiatan yang berorientasi Produk <ul style="list-style-type: none"> ◦ Mengadaptasi produk sesuai dengan kebutuhan pasar yang berubah ◦ Meningkatkan kualitas produk ◦ Mendesain produk baru • Suplai Barang Modal <ul style="list-style-type: none"> ◦ Membuat peralatan dan mesin dengan tipe yang baru ◦ Mengadaptasi desain dan spesifikasi yang ada ◦ Mendesain peralatan dan mesin dengan desain sendiri (asli) • Suplai Input <ul style="list-style-type: none"> ◦ Mencari dan menyerap informasi baru mengenai faktor produksi dari penyuplai maupun lembaga-lembaga lokal • Orientasi kepada Konsumen <ul style="list-style-type: none"> ◦ Mencari dan menyerap informasi baru dari konsumen maupun lembaga-lembaga lokal ◦ Mencari pasar baru yang potensial dan jalan untuk mendapatkannya

dengan FN Herstal, PT PINDAD melakukan pembelajaran. Dari sini mereka memperoleh kesempatan untuk mempelajari karakteristik senjata tersebut. Mereka juga dapat melakukan perbandingan dari segi desain khususnya dengan senapan buatan Amerika Serikat yang terkenal, M-16. Sehingga pada tahap ini PT PINDAD sudah mampu melakukan adaptasi desain senjata FNC menjadi senapan serbu SS1 berkaliber 5.56 mm yang sekarang menjadi salah satu senjata organik TNI. Senapan SS1 tentu saja bukan senapan biasa karena kemampuan operasinya bisa sekali dan dua kali tembakan. Berdasarkan hasil pengujian SS1 masih optimal beroperasi pada jarak 600 meter. Beratnya sekitar 4,71 kg dalam keadaan kosong, sementara kalau peluru terisi penuh sekitar 5,07 kg. SS1 juga terbukti memiliki sedikit impact dan kebisingan. Meskipun tim penguji terdiri dari orang sipil SS1 terbukti dapat diandalkan apalagi dioperasikan oleh tentara yang terlatih. Pembuatan SS1 mempunyai tingkat kesulitan yang tinggi karena spesifikasi senjata ini mengharuskan ia dapat dioperasikan dalam segala posisi dengan tingkat akurasi tembakan yang tinggi. Bandingkan misalnya dengan *sniper* atau senjata yang lain.

Program produksi dengan sistem lisensi seperti itu juga memberikan pengetahuan bagaimana meningkatkan kualitas dan kinerja senjata. Dari sini mereka melakukan adaptasi desain disesuaikan dengan kondisi pemakaiannya yaitu TNI dengan karakteristik keindonesiaannya. Sehingga diproduksi senjata serbu SS1 dengan versi 1, 2, 3 dan 5. Program ini akhirnya terbukti memberikan pelajaran yang berharga bagi PT PINDAD dalam memproduksi senjata dan granat, demikian pengakuan Ir. Bambang Anggoro MM salah satu direktur waktu itu.

Dari pengalaman di atas PT PINDAD kemudian memproduksi versinya sendiri atau modifikasinya baik itu pistol P1 maupun Revolver (R1) dengan menggunakan teknologi balistik berupa laras berulir. Pistol P1 dan P2 kaliber 9 mm dibuat lebih sesuai dengan ergonomik orang Indonesia dan juga dengan memperhatikan dan luar pistol tersebut. Pistol ini dirancang beroperasi

pada jarak 25 meter dengan sistem semi-otomatis. Berat pistol ini sekitar 900 gram atau sekitar 1 kg jika lengkap dengan 13 pelurunya dengan panjang pistol sekitar 118 mm. Modifikasi terhadap SS1 juga dilakukan yaitu dengan pembuatan senjata *jagawana* yang diperuntukkan untuk Polisi Hutan (di bawah koordinasi Dephut) dan juga pistol isyarat yang dipakai untuk memberi tanda keadaan bahaya. Desainnya dibuat sendiri tanpa bantuan dari manapun. Mereka juga mencoba membuat prototip senjata *bulb up* (mirip UZI) yang digunakan untuk Kopassus dalam misi-misi anti teroris. Senjata ini juga dimodifikasi dari SS1. Namun ia tidak memenuhi persyaratan Kopassus, beratnya masih sama dengan SS1 dan tidak bisa dimasukkan dibalik jaket.

Setelah proyek akuisisi senapan serbu FNC, PT Pindad memiliki kemampuan teknologi yang cukup baik di bidang pengecoran. Atas permintaan TNI Angkatan Udara, mereka kemudian mencoba membuat peluru latihan, yang dulu buatan Spanyol. Proses yang dipakai dalam pembuatannya adalah pengecoran dan sedikit *machining*. Dari model yang sudah ada, mereka melakukan *reverse engineering*. Mereka pelajari dan mencoba membuat desainnya secara langsung, sesuai dengan dimensi yang ada. Setelah itu dibuatlah prototipnya yang kemudian diujicobakan. Tentu saja terjadi banyak penyimpangan dalam kinerjanya. Mereka kemudian melakukan *learning by system performance feedback*. Aspek-aspek seperti *Contour*, ukuran, efek vibrasi serta faktor aerodinamisnya juga diperhatikan dan dipelajari. Dari sisi proses pembuatannya, mereka juga memperhatikan posisi waktu pengecoran. Hal ini penting karena sistem gravitasi sangat berpengaruh terhadap hasil pengecoran. Kualitas bahan material juga diperhatikan. Dengan menggunakan spektrometer, mereka memeriksa komposisi bahan material cernya agar sesuai dengan spesimen cor yang diinginkan. Pemilihan bahan baku juga diperhatikan agar tidak banyak zat aditifnya. Mereka lebih suka menggunakan bahan baku ST37 (logam sisa-sisa perakitan otomotif). Setelah beberapa lama akhirnya peluru latihan tersebut mampu memenuhi persyaratan yang diminta TNI AU.

Bekerjasama dengan Perusahaan Kereta Api (Perumka), Pindad kemudian mendesain *rail fastening*. Hal ini mengantisipasi proyek pemerintah dalam pembuatan jalur rel baru dan juga pemeliharaan jalur rel yang lama. *Rail fastening* yang dipakai selama ini adalah tipe penroll (lisensi dari Inggris) dan DE Clip (lisensi dari Swiss). Dengan bekal kemampuan yang dimiliki serta masukan dari Perumka, Pindad mendesain rail fastening jenis baru yang dinamai KA Clip lengkap dengan dudukannya (*shoulder*). *Fastening* ini dapat digunakan baik untuk bantalan dari beton maupun kayu. Dengan kemampuan pengecoran yang dimilikinya, Pindad juga mendesain dan membuat pompa anggur yang dipakai oleh perusahaan pengeboran minyak serta pompa kapasitas kecil terbuat dari kuningan yang dipakai oleh rumah tangga.

E. Membuat Senjata Sendiri dan Konsentrasi pada Pengembangan Produk Komersial (1992 – 1996)

Dengan kemampuan yang dimiliki dan teknologi terakumulasi selama ini PT Pindad sudah menguasai teknik pengerjaan logam mulai dari pengecoran, pemotongan, forming, forging, pengelasan dan sebagainya. Kemampuan ini kemudian lebih dapat dimanfaatkan untuk membuat produk baru baik militer maupun komersial. Produk yang dihasilkan antara lain komponen mesin, transmisi, roda dan komponen kapal laut. Alih teknologi dilakukan secara terus-menerus. Khusus untuk produk pengecoran PT PINDAD melakukan kerjasama dengan Thyssen Rheinstahl Technik dari Jerman. Sedangkan untuk produksi mesin perkakas bekerjasama dengan DIAG Group, juga dari Jerman.

Atas permintaan pemerintah, pada tahun 1994, PT Pindad diminta untuk memproduksi revolver (R1). Dengan melakukan *reverse engineering* dari produk yang telah ada (Thomson dan Smith&Wetson), mereka mulai mendesain sendiri tanpa bantuan teknis sama sekali. Kemampuan desain mereka sudah memadai terbukti mereka telah menggunakan perangkat lunak CAD/CAM. Setahun kemudian 10 buah prototip yang sama berhasil dibuat. Setelah melalui serangkaian uji coba

yang dilakukan oleh Polri, 8 dari 10 dinyatakan memenuhi syarat. Sementara yang dua lagi dinyatakan tidak memenuhi syarat. Ini menjadi sarana bagi Pindad untuk melakukan pembelajaran. Mereka mencoba mencari kesalahan dan mencoba mengoreksi proses produksinya. Dengan kemampuan di bidang balistik baik dalam maupun luar, akhirnya setahun kemudian mereka berhasil membuat revolver yang memenuhi syarat Polri dan kemudian sekarang menjadi salah satu senjata organik Polri. Revolver tersebut diproduksi dalam dua jenis, laras pendek dan panjang. Revolver ini melakukan tembakan satu kali dan mempunyai sistem pengunci otomatis.

Pindad juga pada tahap ini berhasil melakukan desain bersama dengan CSI (Perusahaan milik Singapore yang juga memiliki kemampuan *reverse engineering*) dalam membuat *automatic grenade launcher* (AGL) kaliber 40. Mereka melakukan perjanjian untuk berbagi hasil dalam penjualan. Dengan pertemuan yang singkat (kurang lebih seminggu), Pindad berhasil memproduksi AGL sesuai dengan spesifikasi yang diminta TNI.

Pada awal tahun 1992, PT Pindad yang telah memiliki kemampuan produksi dan teknologi yang memadai kemudian melakukan berbagai upaya untuk meningkatkan kinerja perusahaan. Pada tahap ini, berbagai pengkajian dilakukan bagaimana agar PT Pindad dapat meningkatkan efisiensinya baik dari aspek produksi maupun organisasi. Dengan menyewa beberapa konsultan, akhirnya disimpulkan bahwa PT Pindad harus mengubah paradigma dan organisasinya. Diperlukan waktu yang cukup lama untuk merealisasikan rekomendasi konsultan tadi. Di antaranya adalah pembentukan unit bisnis yang mandiri dari segi manajemen dan produksi dan direktorat yang bersifat sentralistik seperti unit litbang dilikuidasi (pada tahun 1998) dan statusnya hanyalah unit kecil yang tugasnya membantu. Divisi-divisi yang ada di PT Pindad dianggap sebagai unit bisnis yang memiliki produk yang khas. Dan merekalah yang bertanggung jawab terhadap pemasaran, penjualan dan peningkatan kualitas dari produk tersebut. Di satu sisi hal ini sangat menguntungkan karena adanya desen-

tralisasi pengambilan keputusan bisnis dan setiap divisi dapat menghitung biaya produksinya secara cermat sehingga dapat dilakukan efisiensi.

Di produk komersial, mereka mencoba membuat *connecting rod* pada sistem piston Mazda Vantrend. Dengan berbagai modifikasi dan juga bantuan teknis dari Pabrik Mazda di Hiroshima akhirnya mereka mendapat pengakuan untuk memproduksinya. Sayangnya proyek Mazda Vantrend akhirnya berhenti sebelum Pindad memasok produk *conrod*-nya. Kepada Federal Motor, Pindad juga sudah menyuplai *foot step* pada mobil yang diproduksinya.

PT Pindad dalam rangka meningkatkan kemampuan teknologi komersialnya juga melakukan diversifikasi bisnis dengan melakukan kerjasama dengan perusahaan asing seperti :

- PT. Fanuc GE Automation Indonesia, yang produk dan layanannya adalah mesin CNC, rekayasa otomatisasi pabrik dan PLC.
- PT. Siemens Indonesia, yang produk dan layanannya adalah MV/LV Switchgear dan Machinery.
- PT. GHH Borsig South East Asia, yang produk dan layanannya adalah konstruksi dan pemeliharaan turbin uap dan gas.
- PT. Lucas-PINDAD Aerospace Indonesia, yang produk dan layanannya adalah pembuatan dan perakitan komponen pesawat terbang.

Meskipun bisnis di atas hanya merupakan penyertaan modal saja tetapi yang diharapkan adalah adanya *spillover knowledge* dan teknologi.

F. Pengembangan Produk Baru dengan Kegiatan Riset, Desain dan Rekayasa (1996 - Sekarang)

Dari kemampuan membuat mesin yang cukup memadai dan didorong akibat krisis ekonomi yang kemudian menyebabkan perubahan politik nasional, PT Pindad kemudian mencoba melirik pasar baru. Mereka mengembangkan dan membuat mesin kayu Equator yang dapat melakukan 5 jenis pekerjaan seperti memotong, membubut, menyerut, membor dan lain-lain. Mesin sebanyak 35 buah ini dijual ke industri rumah tangga. Krisis ekonomi

ternyata merupakan berkah bagi Pindad dan juga BUMNIS pada umumnya karena mereka menjadi lebih rasional dalam perhitungan ekonomisnya. Segala kegiatan perusahaan terutama produksi

Dilihat dari teknologi yang *ter-embodied* di dalam barang modal, Pindad termasuk memiliki tingkat teknologi yang tinggi. Apalagi hal ini ditunjang oleh SDM yang berpengalaman mengoperasikannya. Sebenarnya fasilitas produksi hanya memberikan kontribusi sebesar 40% terhadap nilai produksi. Sedangkan sisanya terletak pada kemampuan SDM di mana yang diperlukan adalah kecerdasan untuk melihat peluang yang ditawarkan oleh pasar. Dalam rangka menangkap peluang inilah, Divisi Rekayasa Industri (Rekin) yang baru berumur satu tahun, namun sudah memiliki kemampuan *engineering, procurement* dan *construction* ini (EPC), mencoba mengembangkan pabrik kelapa sawit (*CPO Plant*) yang berkapasitas 30 ton. Sedangkan prototip yang sedang dibangun sekarang yang berkapasitas 2 ton.

Apabila berhasil, *CPO Plant* ini akan mengandung komponen lokal sebanyak 80%, harga jualnya hanya sepertiga dari yang ada sekarang dan pasar yang akan diambil adalah koperasi yang para anggotanya memiliki lahan kelapa sawit seluas puluhan sampai ratusan hektar. Dalam pembuatan *CPO Plant* ini, Pindad banyak melakukan inovasi dengan membuat sendiri komponen-komponen pentingnya. Mereka membuat *screw press* ukuran besar sendiri (kapasitas 10 ton dengan panjang 6 meter). Sebelumnya mereka mencoba membelinya dari Malaysia, India dan Belgia. Tetapi harganya mahal dan pasokannya lama, sekitar 6 bulan. Mereka memutuskan untuk membuat sendiri dengan mempelajari desain yang telah ada. Dengan modifikasi sedikit desainnya, mereka berhasil membuatnya dan dipasang di *plant* tersebut. Selain itu mereka juga mendesain sendiri komponen yang dipakai untuk memotong dan menghancurkan kelapa sawit yang kemudian oleh *screw press* yang berbentuk ulir kelapa sawit didorong masuk ke dalam proses penggilingan dan pemerasan yang hasil akhirnya adalah CPO. Komponen lain yang juga dikembangkan dan dibuat sendiri

adalah *purifier*. Komponen ini yang biasanya dibuat oleh Westfalia dan Alva Laval ini, dengan *reverse engineering* dan sedikit modifikasi, Pindad bekerja sama dengan Jurusan Mesin ITB berhasil membuat desain sendiri dan memproduksinya.

Untuk proses selanjutnya mereka kemudian mengembangkan pabrik pengolahan CPO menjadi minyak curah (*Refined Bleaching Deodorizing Palm Oil - RBDPO*) berkapasitas 25000 liter per hari, yang kalau disaring dan diproses lebih lanjut menghasilkan Olein. Untuk pabrik gula, Pindad juga mendesain dan membuat sisir untuk mengambil ampas tebu yang telah diperas (*scraper*). Semua ini didesain sendiri tanpa bantuan teknis dari orang lain.

Setelah mendapat informasi dari salah satu eksportir, PT Pindad juga mencoba membuat prototip peti mati modern (yang ada *reclining seat*-nya) untuk konsumen di Amerika. Ternyata spesifikasi produknya sangat tinggi, PT Pindad gagal meraih order. Spesifikasinya menghendaki jenis kayu yang khusus dengan tingkat kelembaban tertentu, sambungan antar kayu tidak boleh terlihat dan diekspor dalam bentuk utuh (CBU):

Pengalaman dan kemampuan dalam pembuatan generator dengan Siemens yang terakumulasi membuat pada tahun 1998, Pindad untuk merancang dan membuat sendiri generator dengan tegangan yang lebih rendah yaitu 400 Volt dengan daya 500 kWatt yang dirancang untuk pabrik-pabrik industri. Rencananya generator tersebut akan diluncurkan tahun 2002 ini. Perlu waktu sekitar 3 tahun untuk mengembangkannya. Hal ini karena dibutuhkan modifikasi yang cukup besar dalam hal desain dari generator tegangan tinggi ke tegangan rendah. Pindad dengan kemampuan yang telah dimilikinya tersebut juga dalam waktu dekat akan membuat trafo tegangan tinggi. Hal ini karena prinsip dan proses produksi yang dilakukan hampir sama dengan generator. Pindad juga memberikan jasa reparasi generator merk lain. Hal ini memberikan sarana pembelajaran bagi mereka dalam meningkatkan kualitas produk dan teknologi dari generator yang mereka produksi.

Karena secara proses produksi

Tabel 6 : Membuat Senjata Sendiri dan Konsentrasi pada Pengembangan Produk Komersial

Tahap 5	Membuat Senjata Sendiri dan Konsentrasi pada Pengembangan Produk Komersial
Periode Waktu	(1992 - 1996)
Produk yang dihasilkan	<ul style="list-style-type: none"> • Revolver, Automatic Grenade Launcher (AGL) • Conrod Mazda Vantrend, Foot Steps Federal Motor, Deck Machinery, Komponen Mesin, Transmisi dan Roda
Kemampuan Produksi	<ul style="list-style-type: none"> • Kegiatan Investasi <ul style="list-style-type: none"> ◦ Membangun fasilitas produksi ◦ Membeli peralatan standar • Organisasi Proses dan Produksi <ul style="list-style-type: none"> ◦ Melakukan kegiatan rutin dan pemeliharaan ◦ Meningkatkan efisiensi kegiatan yang ada • Kegiatan yang berorientasi Produk <ul style="list-style-type: none"> ◦ Membuat produk dengan spesifikasi dan desain yang telah ada ◦ Melakukan pengawasan kualitas secara rutin • Suplai Barang Modal <ul style="list-style-type: none"> ◦ Membuat peralatan dan mesin dengan spesifikasi dan desain yang telah ada ◦ Mengganti suku cadang asli dengan buatan sendiri • Suplai Input <ul style="list-style-type: none"> ◦ Membeli input dari penyuplai yang telah ada • Orientasi kepada Konsumen <ul style="list-style-type: none"> ◦ Menjual produk kepada konsumen lama dan baru
Kemampuan Teknologi	<ul style="list-style-type: none"> • Kegiatan Investasi <ul style="list-style-type: none"> ◦ Mencari, mengevaluasi dan memilih teknologi dan sumbernya untuk proyek produksi baru • Organisasi Proses dan Produksi <ul style="list-style-type: none"> ◦ Meningkatkan tata letak fasilitas produksi ◦ Meningkatkan prosedur pemeliharaan ◦ Mengadaptasi dan meningkatkan proses produksi ◦ Mendesain perubahan organisasi • Kegiatan yang berorientasi Produk <ul style="list-style-type: none"> ◦ Mengadaptasi produk sesuai dengan kebutuhan pasar yang berubah ◦ Meningkatkan kualitas produk ◦ Mendesain produk baru • Suplai Barang Modal <ul style="list-style-type: none"> ◦ Membuat peralatan dan mesin dengan tipe yang baru ◦ Mengadaptasi desain dan spesifikasi yang ada ◦ Mendesain peralatan dan mesin dengan desain sendiri (asli) • Suplai Input <ul style="list-style-type: none"> ◦ Mencari dan menyerap informasi baru mengenai faktor produksi dari penyuplai maupun lembaga-lembaga lokal • Orientasi kepada Konsumen <ul style="list-style-type: none"> ◦ Mencari dan menyerap informasi baru dari konsumen maupun lembaga-lembaga lokal ◦ Mencari pasar baru yang potensial dan jalan untuk mendapatkannya

banyak produk militer yang berhimpitan dengan produk sipil seperti misalnya produk otomotif, maka divisi otomotif di PT PINDAD yang tadinya diarahkan pada program mobil nasional Maleo, telah diarahkan kepada pengembangan kendaraan taktis dan tempur (Tactical Combat Vehicle). Kendaraan ini masih pada tahap desain. Jenis kendaraan lain yang sudah melalui tahap pengembangan serta sudah layak dijual adalah water canon yang terutama digunakan untuk pencegahan huru-hara dan penegakan hukum. Badan kendar-

an ini didesain sendiri sedangkan *chasis*-nya dibeli dari Isuzu. Diharapkan Polri kebutuhan mampu menyerap produk Pindad ini.

Kreativitas mereka di bidang otomotif juga terlihat. Mereka sudah membuat prototip *baggage towing tractor* yaitu mobil yang menarik koper dan barang-barang kargo pesawat terbang. Kemampuan mereka juga sudah memungkinkan untuk membuat kendaraan lapis baja dan anti peluru. Untuk memenuhi pesanan PT Exxon di Aceh, mereka memodifikasi kendaraan

Range Rover menjadi kendaraan anti peluru. Mereka juga sudah mulai untuk membuat desain mobil pengangkut uang.

Produk militer berupa senjata hasil modifikasi juga dikembangkan pada tahap ini. Di antaranya adalah senapan mesin sedang (SMS) kaliber 7.62 dan senapan mesin ringan (SMR) kaliber 5.56. Kedua senjata mesin ini dimodifikasi dari senapan serbu SS1. Sekarang

ini sedang dilakukan pengujian apakah senjata tersebut dapat memenuhi persyaratan TNI atau tidak.

Potret Akumulasi Kemampuan Produksi dan Teknologi PT Pindad

Bagian ini akan melihat akumulasi kemampuan dengan mengidentifikasi produk yang dihasilkan, kemampuan produksi, kemampuan teknologi, tahap pembelajaran beserta mekanismenya,

sumber pembelajaran serta sumber teknologi dilihat dari sistem inovasi perusahaan. Semua ini disimpulkan dalam label 2, 3, 4, 5, 6, dan 7.

Kesimpulan

Dari kasus pembelajaran teknologi yang terjadi di PT Pindad nampak sekali bahwa proses pembelajaran tersebut bukanlah sebagai proses yang statis, *costless* dan *automatic*. Pembelajaran teknologi ternyata adalah proses besar yang dinamis, butuh waktu, biaya dan tidak terjadi secara otomatis. Nampak sekali dari waktu ke waktu terjadi peningkatan kemampuan produksi dan kemampuan teknologi teknologi yang semakin beragam dan semakin canggih dan disertai oleh tahap pembelajaran, mekanisme dan sumber pembelajaran yang semakin lama semakin bervariasi.

Ada usaha serius dan kesengajaan kebijakan untuk mentransformasi PT Pindad menjadi agen pembelajaran teknologi. Dan dari kasus nampak sekali bahwa pembelajaran teknologi sederhana kadang butuh waktu puluhan tahun jika tidak dilindungi oleh sistem inovasi nasional yang baik. Yang jelas kemampuan teknologi yang terakumulasi akan mendorong lahirnya kemampuan produksi dan kemampuan teknologi baru yang terus menggelinding membesar menciptakan sumberdaya baru yang memungkinkan perusahaan tumbuh dan berkembang. **U**

Tabel 7 : Pengembangan Produk Baru dengan Kegiatan Riset, Desain dan Rekayasa

Tahap 6	Pengembangan Produk Baru dengan Kegiatan Riset, Desain dan Rekayasa
Periode Waktu	(1996 – sekarang)
Produk yang dihasilkan	<ul style="list-style-type: none"> Senapan Mesin Ringan dan Sedang (SMR & SMS), Water Canon, Tactical Combat Vehicle, Kendaraan Anti Peluru Mesin Kayu Equator, CPO Plant, Pabrik Olein, Screw Press, Purifier, Scrapper, Peti Mati, Generator Tegangan Rendah, Baggage Towing Tractor
Kemampuan Produksi	<ul style="list-style-type: none"> Kegiatan Investasi <ul style="list-style-type: none"> Membangun fasilitas produksi Membeli peralatan standar Organisasi Proses dan Produksi <ul style="list-style-type: none"> Melakukan kegiatan rutin dan pemeliharaan Meningkatkan efisiensi kegiatan yang ada Kegiatan yang berorientasi Produk <ul style="list-style-type: none"> Membuat produk dengan spesifikasi dan desain yang telah ada Melakukan pengawasan kualitas secara rutin Suplai Barang Modal <ul style="list-style-type: none"> Membuat peralatan dan mesin dengan spesifikasi dan desain yang telah ada Mengganti suku cadang asli dengan buatan sendiri Suplai Input <ul style="list-style-type: none"> Membeli input dari penyuplai yang telah ada Orientasi kepada Konsumen <ul style="list-style-type: none"> Menjual produk kepada konsumen lama dan baru
Kemampuan Teknologi	<ul style="list-style-type: none"> Kegiatan Investasi <ul style="list-style-type: none"> Mencari, mengevaluasi dan memilih teknologi dan sumbernya untuk proyek produksi baru Organisasi Proses dan Produksi <ul style="list-style-type: none"> Meningkatkan tata letak fasilitas produksi Meningkatkan prosedur pemeliharaan Mengadaptasi dan meningkatkan proses produksi Mendesain perubahan organisasi Kegiatan yang berorientasi Produk <ul style="list-style-type: none"> Mengadaptasi produk sesuai dengan kebutuhan pasar yang berubah Meningkatkan kualitas produk Mendesain produk baru Suplai Barang Modal <ul style="list-style-type: none"> Membuat peralatan dan mesin dengan tipe yang baru Mengadaptasi desain dan spesifikasi yang ada Mendesain peralatan dan mesin dengan desain sendiri (asli) Suplai Input <ul style="list-style-type: none"> Mencari dan menyerap informasi baru mengenai faktor produksi dari penyuplai maupun lembaga-lembaga lokal Orientasi kepada Konsumen <ul style="list-style-type: none"> Mencari dan menyerap informasi baru dari konsumen maupun lembaga-lembaga lokal Mencari pasar baru yang potensial dan jalan untuk mendapatkannya

Referensi

- Reillon F, Indonesia 2000 : The Industrial and Technological Challenge, Chapter 11 p 157-164, CNPF-ETP & Cipta Kreatip, Paris-Jakarta, 1990
- Fathony A et.al, Industrial Technology Indicators, Case : PT Perindustrian Angkatan Darat (PINDAD), Papiptek-LIPI, Jakarta 1993
- Kim L, Imitation to Innovation : The Dynamics of Korea's Technological Learning, HBS, Boston 1997
- Makka AM, Technology, Industry and Trade In Indonesia, 4th Ed., p 66-68, LIPBI, Jakarta 1998
- Kim L, Crisis Construction and Organization Learning : Capability Building in Catching-up at Hyundai Motor, Organization Science, Vol.9/ No.4, p508-521, 1998
- Khalil TM, Management of Technology : The Key to Competitiveness and Wealth Creation, McGraw-Hill, Int. Ed., Singapore, 2000
- BPIS Annual Report "A Year of Restructuring", PT BPIS, Jakarta, 2000