

MODEL KONSEPTUAL AUDIT TEKNOLOGI ALAT UTAMA SISTEM SENJATA (STUDI KASUS RUDAL C-705)

CONCEPTUAL MODEL OF MAIN WEAPON SYSTEM TECHNOLOGY AUDIT (CASE STUDY MISSILE C-705)

Dorothea Sthallhani Jasi¹, Romie Oktovianus Bura², Jupriyanto³

Program Studi Industri Pertahanan, UNIVERSITAS PERTAHANAN
(dorothea.jasi@gmail.com, romiebura@idu.ac.id, jupriyanto@idu.ac.id)

Abstrak – Indonesia harus mampu mengembangkan kapasitas teknologi pertahanan yang bergantung pada kemampuan untuk memperkuat industri pertahanan nasional. Peran audit teknologi sangat penting bagi kemajuan industri pertahanan Indonesia untuk memberikan penilaian terhadap kualitas produk hasil industri pertahanan dalam negeri. Penting untuk dipahami bahwa audit teknologi berperan disemua bagian dari awal hingga akhir daur hidup Alutsista. Tetapi saat ini Indonesia belum memiliki tools yang secara khusus diperuntukkan bagi pengembangan teknologi Alutsista yang sesuai dengan karakteristik sistem pertahanan negara. Penelitian ini bertujuan melakukan pengembangan terhadap model dasar TRL dan MRL yang telah digunakan pada audit teknologi Rudal C-705 dan kemudian melalui proses konseptualisasi membentuk suatu model konseptual audit teknologi alutsista yang relevan dengan sistem pertahanan negara dan kondisi kebijakan di Indonesia. Data dalam pengembangan komponen audit diperoleh dari data primer dan sekunder melalui proses observasi, wawancara dan diskusi serta telaah dokumen yang kemudian dianalisis sesuai kebutuhan dan kondisi pengembangan Alutsista. Proses konseptualisasi ini menghasilkan suatu tools baru yaitu *Main Weapon System Readiness Level (MWSRL)* dengan tambahan komponen penilaian seperti Permintaan, HAKI, IDKLO, Standar, Anggaran, Prospek Bisnis dan MRO sebagai indikator penilaian. Dengan adanya pemikiran dan penelitian ini diharapkan dapat mendukung dan mengakselerasi proses pengembangan teknologi Alutsista menuju kemandirian industri pertahanan nasional melalui inovasi dibidang audit teknologi.

Kata Kunci: Audit Teknologi Alutsista, Rudal C-705, TRL, MRL, MWSRL

Abstract - Indonesia must be able to develop a defense technology capability that depends on the ability to strengthen the national defense industry. The role of technology audits is crucial to the progress of the Indonesian defense industry in providing a quality assessment of products produced in the domestic defense industry. It is important to understand that technology audits play a role from the beginning to the end of the life cycle of the defense equipment. But at this time Indonesia does not yet have the tools specifically for the development of the main weapon system technology by the characteristics of the national defense system. This study aims to develop a basic model of TRL and MRL that has been used in the C-705 Missile technology audit and then through the conceptualization process form a conceptual model of the main weapon system technology audit which is relevant to the national defense systems and policy conditions in Indonesia. Data of the audit component were obtained from primary and secondary data through a process of observation, interviews, and discussion as well as a review of documents which were then analyzed according to the needs and conditions of the development of the main weapon system technology audit. This conceptualization process produces a new tool namely the *Main Weapon System Readiness Level (MWSRL)* with additional assessment components such as Demand, Intellectual Property Rights, LOCT, Standards, Budget, Business Prospects, and MRO as an assessment indicator. This research, hopefully, can support

and accelerate the process of developing the main weapon system technology towards the independence of the national defense industry through innovation in the field of technology audits.

Keywords: *Main Weapon System Technology Audit, Missile C-705, TRL, MRL, MWSRL*

Pendahuluan

Indonesia adalah negara yang lahir dari suatu perjuangan melepaskan diri dari kolonialisme negara lain. Bangsa Indonesia dalam perjuangannya untuk mencapai kemerdekaan tidak hanya melalui jalur diplomasi, tetapi juga perang bersenjata. Latar belakang sejarah inilah yang kemudian memberikan pengaruh besar dalam sistem pertahanan negara yang digunakan Indonesia saat ini (Karim, 2014). Sesuai dengan Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2002 tentang Pertahanan Negara, Pasal 1 Ayat 1 yang menyatakan bahwa pertahanan negara adalah segala usaha untuk mempertahankan kedaulatan negara, keutuhan wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI), dan keselamatan segenap bangsa dari segala bentuk ancaman dan gangguan terhadap keutuhan bangsa dan negara.

Mengacu pada peraturan perundang-undangan tersebut, dapat dipahami bahwa aspek pertahanan secara signifikan memegang peranan penting dalam menentukan eksistensi bangsa dan negara, kedaulatan, dan

integritas teritorial suatu negara. Dengan demikian, selalu ada ancaman terhadap eksistensi, kedaulatan, dan integritas, yang kemudian memerlukan adanya suatu sistem pertahanan yang melibatkan berbagai sumber daya yang ada, baik yang masih potensial untuk ditingkatkan kapasitasnya menjadi kekuatan nyata yang siap digunakan, maupun kekuatan yang ada untuk ditingkatkan lagi kemampuannya (Supriyatno, 2014).

Montrama dan Yani (2016) menjelaskan bahwa pengamanan melalui kekuatan militer bertujuan untuk memaksa perilaku dari pihak yang menjadi ancaman pada keamanan negara. Dengan demikian, pembangunan kekuatan militer ditujukan supaya memiliki kemampuan menangkal dan membuat kerusakan pada pihak musuh agar lawan dapat berperilaku sesuai dengan kehendak negara yang memiliki kemampuan lebih tinggi. Tanpa adanya kemampuan penangkalan dan pengrusakan, maka suatu negara rentan berada pada situasi terancam oleh lawan. Seperti peristiwa pada tahun 1990-an, kekuatan pertahanan Indonesia

mendapat ujian dimana terjadi embargo senjata oleh Amerika Serikat karena masalah-masalah terkait Hak Asasi Manusia (HAM).

Kondisi ini telah membuka mata Pemerintah Indonesia untuk menyadari bahwa kemandirian industri pertahanan strategis sangat penting untuk menghadapi ketergantungan pada negara lain, khususnya pada produk pertahanan (Indrawan, 2015).

Kemampuan suatu negara untuk mandiri dalam pengadaan dan pengembangan industri pertahanan melalui penggunaan teknologi tinggi akan mampu meningkatkan posisi tawar negara tersebut dalam dunia internasional. Hal ini tidak hanya berimbas pada martabat bangsa, namun juga kedaulatan. Negara dengan kemandirian industri pertahanannya tentu akan diperhitungkan, bahkan dapat mempengaruhi stabilitas ekonomi, perdagangan, dan politik. Oleh sebab itu, ketergantungan terhadap negara lain harus dihilangkan melalui target pemenuhan kebutuhan Alutsista dalam negeri oleh industri pertahanan nasional.

Sementara itu, fenomena globalisasi pertahanan menunjukkan bahwa persepsi ancaman dan keamanan baik internasional maupun nasional telah

berubah karena kompleksitas yang terbentuk dari relasi industri dan berkembang sejalan dengan perkembangan teknologi (witarti, dan armandha, 2015).

Teknologi pertahanan dianggap dapat menggambarkan kondisi saat ini karena didorong oleh fungsi penangkalan yang akan menjawab tuntutan pengguna dan merespon dinamika ancaman global. Hal ini mengakibatkan produk pertahanan selalu menjadi *State of the Art*. Sehingga tidak dapat dipungkiri bahwa keberadaan Alutsista dalam konteks pertahanan modern menjadi ujung tombak upaya mempertahankan kedaulatan negara. Keberadaan Alutsista merupakan elemen penentu supremasi kekuatan militer suatu negara. Adanya Alutsista yang tercukupi dan modern, akan berimbas pada eksistensi sebuah negara (Rachmat, 2014).

Diketahui bersama bahwa karakteristik utama dari Alutsista adalah berteknologi tinggi dan rahasia sehingga perlu pengendalian dan penguasaan.⁴ Dengan demikian, kemampuan penguasaan teknologi pertahanan ini perlu dipetakan secara jelas dan sistematis untuk mengetahui batas kemampuan dan pengembangan yang

perlu dilakukan melalui proses audit teknologi.

Mengacu pada Pedoman Audit Teknologi yang diterbitkan oleh BPPT, yang menyebutkan bahwa audit teknologi adalah evaluasi secara sistematis dan obyektif yang dilakukan terhadap aset teknologi secara menyeluruh dalam rangka memperoleh manfaat yang sebesar-besarnya dari aset teknologi, melalui peningkatan kinerja, peningkatan efisiensi biaya dan proses, peningkatan produktifitas, penciptaan tata kelola yang baik, dan perwujudan sistem perbaikan yang berkesinambungan. Oleh sebab itu, peran audit teknologi sangat penting bagi kemajuan industri pertahanan Indonesia untuk memberikan penilaian terhadap kualitas produk hasil industri pertahanan dalam negeri.

Negara Kesatuan Republik Indonesia yang memiliki daratan, lautan, dan udara yang sangat luas memerlukan sistem pertahanan negara yang efektif dan berdaya tangkal tinggi. Indonesia sendiri menganut Sistem Pertahanan Keamanan Rakyat Semesta atau dikenal dengan Sishankamrata, yaitu suatu sistem pertahanan keamanan yang melibatkan partisipasi rakyat serta mengintegrasikan segenap potensi dan

kekuatan politik, ekonomi, sosial budaya, dan militer, yang diatur dalam Undang-Undang Dasar 1945 Pasal 30 Ayat (2) dan Undang – Undang Nomor 3 Tahun 2002 tentang Pertahanan Negara, Pasal 1 Ayat (2).

Widiyanto dan Indrawan (2016) mengungkapkan, berdasarkan berbagai kemungkinan ancaman yang akan dihadapi di masa depan, penting bagi Indonesia untuk menentukan konsep pertahanan, jenis kekuatan dan kualitas kemampuan pertahanan untuk mampu menangkal dan mengatasi ancaman yang datang dengan tepat. Tidak hanya membangun kekuatan yang semata-mata untuk kepentingan bertahan, tetapi kekuatan yang dibangun berdasarkan pada konsep pertahanan dapat berfungsi untuk kekuatan tangkal yang efektif.

Sistem pertahanan semesta membentuk sebuah konsep pertahanan Republik Indonesia yang memiliki tiga fungsi utama pertahanan yaitu fungsi penangkalan, fungsi penindakan, dan fungsi pemulihan. Doktrin pertahanan negara menjabarkan fungsi penangkalan sebagai suatu upaya dari seluruh kekuatan nasional dengan efek psikologis untuk mencegah dan juga meniadakan setiap ancaman dari internal maupun eksternal negara, melalui pembangunan

dan juga pembinaan kemampuan secara militer maupun nirmiliter.

Teknologi menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia merupakan suatu metode ilmiah untuk mencapai tujuan praktis seperti ilmu pengetahuan terapan dan keseluruhan sarana untuk menyediakan barang-barang yang diperlukan bagi kelangsungan dan kenyamanan hidup manusia. Keterkaitannya dengan pertahanan, yang memiliki nilai teknologi tinggi didefinisikan sebagai teknologi yang dianggap bertaraf tinggi dan belum ada teknologi yang menandingi kelebihanannya.

Sedangkan menurut Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2001 tentang Sistem Nasional Penelitian, Pengembangan dan Penerapan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, mendefinisikan teknologi sebagai cara atau metode serta proses atau produk yang dihasilkan dari penerapan dan pemanfaatan berbagai disiplin ilmu pengetahuan yang menghasilkan nilai bagi pemenuhan kebutuhan, kelangsungan, dan peningkatan mutu kehidupan manusia.

Teknologi dapat dipahami sebagai sistem pengetahuan abstrak, sikap terhadap kehidupan dan suatu metode untuk memecahkan masalah-masalahnya

(Crevelde, 1991). Teknologi pertahanan merupakan satu kesatuan bagian dari Alutsista. Teknologi militer atau yang lebih dikenal dengan teknologi pertahanan seringkali merefleksikan sistem pertahanan yang berbeda dari tiap negara. Sistem pertahanan nasional yang berbeda ditentukan oleh berbagai hal seperti asumsi politik, trade-off dari berbagai fitur hardware, proses interaksi, teknologi yang tak terlihat (*invisible technology*), sistem teknologi, dan pencarian akan tepi dari teknologi (Gray, Wirtz, 2019). Saat ini, seperti juga dalam revolusi di masa lalu, teknologi sangat mempengaruhi kedaulatan pemerintah, ekonomi dunia, dan strategi militer (Lonsdale, 2004).

Undang-Undang Nomor 16 tahun 2012 tentang Industri Pertahanan menjelaskan Alutsista sebagai produk berupa Alat Utama Sistem Senjata untuk tujuan sistem pertahanan dan keamanan negara. Hal ini diperjelas kembali dalam Peraturan Menteri Pertahanan Nomor 46 Tahun 2016 yang menyebutkan bahwa Alutsista adalah alat peralatan utama beserta pendukungnya yang merupakan suatu sistem senjata yang memiliki kemampuan untuk pelaksanaan tugas pokok Tentara Nasional Indonesia.

Buku Kebijakan Strategis Pembangunan dan Pengembangan Industri Pertahanan Tahun 2015-2045 mendefinisikan rudal atau peluru kendali sebagai senjata strategis sejenis roket dengan sistem pengendali dan pengarah. Rudal yang digunakan oleh setiap negara mempunyai karakteristik yang berbeda-beda, sesuai dengan kebutuhan pertahanan negara.

Oleh karena itu, pengembangan rudal nasional disesuaikan dengan kebutuhan postur TNI, kondisi geografis, dan potensi ancaman yang dihadapi Indonesia. Dalam program pengembangan rudal ini, Pemerintah Indonesia sedang melakukan peninjauan dengan beberapa negara untuk produksi dan alih teknologi diantaranya adalah China dan Swedia.

Peluru Kendali Jenis C-705 sebagai salah satu senjata pemukul yang digunakan di KRI merupakan peluru kendali yang memiliki kemampuan untuk serangan sasaran kapal permukaan (*anti-ship*) maupun sasaran darat (*fixed/land*). Untuk Indonesia TNI AL merilis kapal perang yang mengusung Rudal C-705 yakni KRI Clurit (641), jenis kapal patroli (KCR) dalam negeri yang dibuat oleh PT.Palindo Marine di Batam.

Cara pemenuhan rudal yang dilakukan selama ini adalah melalui proses pengadaan dari luar negeri, karena Industri dalam negeri belum mampu untuk memproduksi rudal sejenis, rudal produksi dalam negeri dengan segala kekurangannya apabila industri nasional telah sanggup untuk memproduksinya. Namun, Kemhan dan TNI AL berkomitmen untuk memenuhi Rudal jenis C-705 melalui kerjasama produksi (BPPT, 2013).

Menurut Tarek M. Khalil (2000) dalam bukunya *Management of technology: The Key to Competitiveness and Wealth Creation* menyebutkan bahwa audit teknologi adalah sebuah analisis yang dilakukan untuk mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan dari aset teknologi dari suatu organisasi yang bertujuan menilai posisi perusahaan dalam teknologi dalam kaitannya dengan pesaing dan *State of the Art*.

Tujuan dilakukannya audit teknologi adalah untuk mengembangkan basis bagi strategi teknologi dan rencana pengembangan teknologi terkait yang dapat dirumuskan secara sistematis.

Di Indonesia mengacu pada Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2014 tentang Perindustrian, mendefinisikan Audit Teknologi Industri sebagai cara

untuk melaksanakan identifikasi kekuatan dan kelemahan aset teknologi (*tangible and intangible asset*) dalam rangka pelaksanaan manajemen teknologi sehingga manfaat teknologi dapat dirasakan sebagai faktor yang penting dalam meningkatkan mutu kehidupan umat manusia dan meningkatkan daya saing Industri.

Setiap kegiatan inovasi yang dilakukan baik itu berkaitan dengan pengembangan pesawat jet tempur tercanggih atau perangkat elektronik populer yang akan datang, dapat dicapai melalui penerapan teknologi baru. Tetapi, penggunaan teknologi baru tentunya membawa ketidakpastian dan resiko dengan konsekuensi kemungkinan untuk gagal dikembangkan (Amperiawan, 2017).

Oleh karena itu, dibutuhkan suatu metode penilaian dari kesiapan teknologi sehingga penggunaan dan implementasi teknologi baru tersebut dapat tercapai sesuai tujuan dan harapan. Terdapat beberapa metode penilaian kesiapan teknologi yang telah digunakan secara global, diantaranya adalah *Technology Readiness Level* dan *Manufacturing Readiness Level*.

Pengukuran TRL dapat memberikan informasi tentang tingkat kesiapan

teknologi pada waktu tertentu (*snapshot*) dan pencapaian dalam jangka waktu tertentu (*historical*). Informasi TRL berguna untuk keputusan program pengembangan dan pemanfaatan teknologi. Tetapi untuk pendeskripsian dan penentuan komponen indikator setiap tingkatan TRL untuk bidang teknologi tertentu (konsensus) masih perlu dikembangkan melalui suatu kajian spesifik.¹²

Manufacturing Readiness Level dikembangkan oleh US *Department of Defense* yang dimaksudkan untuk mengetahui kesiapan dan resiko atas kegiatan manufaktur yang dihasilkan dari program pengembangan suatu teknologi. Metode pengukuran MRL dapat memberikan gambaran yang tepat tentang tingkat kesiapan manufaktur sebuah sistem manufaktur untuk memproduksi peralatan terkait keperluan militer hingga mencapai tingkat *full production rate*. Pada tingkat ini sistem manufaktur yang dibuat dapat memproduksi peralatan tertentu dengan kapasitas sesuai dengan yang ditentukan.

Metode Penelitian

Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2002 mendefinisikan Pengembangan sebagai suatu kegiatan ilmu pengetahuan

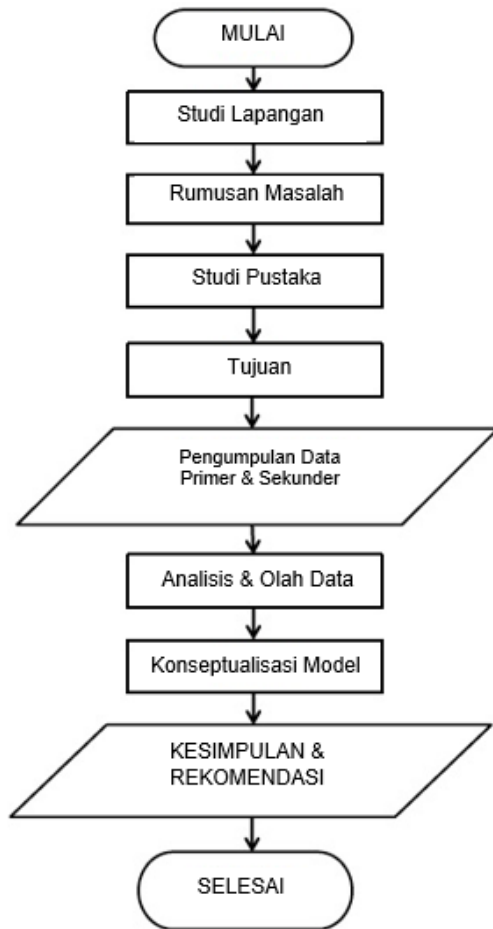
dan teknologi yang bertujuan memanfaatkan kaidah dan teori ilmu pengetahuan yang telah terbukti kebenarannya guna meningkatkan fungsi, manfaat, dan aplikasi ilmu pengetahuan dan teknologi yang telah ada, atau menghasilkan teknologi baru. Pengembangan secara umum diartikan sebagai pola pertumbuhan, perubahan secara perlahan (*evolution*) dan perubahan secara bertahap.

Seels dan Richey mendefinisikan pengembangan sebagai suatu proses menterjemahkan atau menjabarkan spesifikasi rancangan kedalam bentuk fitur fisik, yang dalam arti khusus dipahami sebagai suatu proses untuk menghasilkan bahan pembelajaran (Sumarno, 2012). Di sisi lain, Tessmer dan Richey dalam Sumarno menyatakan bahwa fokus perhatian dalam suatu pengembangan adalah isu-isu yang luas tidak hanya tentang analisis kebutuhan tetapi juga analisis awal hingga akhir proses secara kontekstual. Pengembangan seringkali dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh suatu output berupa produk, baik *tangible* maupun *intangibile* berdasarkan temuan di lapangan.

Dengan demikian, pada hakekatnya pengembangan merupakan

suatu upaya yang dilakukan secara sadar, terarah, terencana dan teratur juga bertanggungjawab dalam rangka membuat atau memperbaiki sebuah produk untuk menjadikan produk tersebut lebih bermanfaat dalam usaha memproduksi produk berkualitas melalui mutu yang lebih baik.

Konseptualisasi penting untuk dipahami sebagai rangkaian kegiatan pemodelan yang merupakan suatu proses untuk menciptakan ide baru, kata ini dirancang untuk membuat suatu tindakan ilmiah dan berulang (Mass,1986). Proses mengklarifikasi sesuatu yang disebut konsep termasuk penyediaan sebuah teori atau defisini konsetual dari konsep tersebut merupakan suatu konseptualisasi. Konsep sendiri merupakan suatu istilah yang merepresentasikan sebuah ide yang akan dikaji. Berikut ini disajikan desain penelitian pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain Penelitian

Sumber: diolah peneliti

Tahapan dalam konseptualisasi meliputi pemilihan variabel yang relevan, pembentukan konsep terhadap perubahan dan interaksi variabel, menentukan struktur model, dan eksplorasi sifat-sifat umum model diantaranya: keseimbangan, kestabilan, sensitivitas.

Pemodelan sistem adalah gabungan aktivitas dalam pembentukan model dimana model merupakan abstraksi objek atau situasi nyata suatu penyederhanaan realitas atau sistem yang kompleks (Arif, 2017). Pemahaman

akan pemodelan sebagai suatu pendekatan yang dapat digunakan dalam memahami suatu sistem kompleks, memiliki beberapa latar belakang yang menjadi alasan yang mendasarinya, antara lain untuk memastikan bahwa semua pemangku kepentingan yang terlibat dalam sistem mengetahui keterbatasan model; menyoroti kebutuhan untuk mempelajari perubahan perilaku sistem dengan memodifikasi perkiraan dan asumsi ini jika memungkinkan; dan untuk memastikan bahwa, jika model ditinjau kembali pada suatu waktu di masa depan dengan maksud untuk melakukan modifikasi, peneliti sepenuhnya menyadari setiap perkiraan dan asumsi yang dimuat di dalamnya (Daellenbach, McNickle and Dye, 2012).

Pengelompokkan model dapat mempermudah proses memahami makna dan kepentingannya, dimana suatu model dapat berupa ikonik, analog atau simbolik. Model ikonik merupakan hasil dari suatu objek fisik yang biasanya memiliki skala berbeda dan kurang detail. Model analog adalah representasi yang menjadi substitusi atau pengganti fitur dari suatu model yang ingin ditiru / dimodifikasi dalam ketertarikan si pembuat model.

Sedangkan model berupa simbol adalah representasi hubungan antara berbagai jenis entitas atau konsep yang dijelaskan melalui simbol. Akan tetapi, hal yang paling umum dari suatu model simbolis adalah suatu hasil pemikiran manusia atau deskripsi yang disampaikan secara lisan atau tulisan akan suatu hal seperti sebuah objek, entitas, operasi, proses atau suatu konsep abstrak yang saling berhubungan satu sama lain, seperti halnya argumen logis atau teori.

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian pengembangan yang dilakukan dengan pendekatan kualitatif dengan penilaian yang dilakukan tidak hanya pada satu sumber data. Salah satu pendekatan yang digunakan adalah pendekatan konseptual, yaitu pendekatan yang mengarah pada upaya pembentukan model pengembangan berupa Model Konseptual Audit Teknologi Alutsista, dalam hal ini mengangkat studi pengembangan pada kasus Rudal C-705.

Richey dan Klien (2007) mengemukakan bahwa penelitian pengembangan merupakan suatu studi sistematis, proses pengembangan serta evaluasi yang bertujuan membangun suatu dasar empiris untuk menciptakan produk. Sementara itu, Gay et al (2009)

menyatakan penelitian pengembangan adalah proses meneliti kebutuhan pelanggan yang kemudian mengembangkan produk yang tepat untuk memenuhi kebutuhan tersebut.

Pusat Penelitian Kebijakan Inovasi (2008) mendeskripsikan pengertian penelitian pengembangan sebagai suatu metode penelitian yang memuat 3 komponen utama yaitu model pengembangan, prosedur pengembangan dan uji coba model atau produk pengembangan.

Selanjutnya Pusat Penelitian Kebijakan Inovasi²¹ juga mengemukakan bahwa model pengembangan dapat berupa model prosedural, model konseptual dan model teoritik. Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan suatu model konseptual yaitu model yang bersifat analitis, yang menyebutkan komponen dari suatu produk yang kemudian dianalisis secara rinci untuk menunjukkan hubungan antar komponen yang akan dikembangkan.

Penelitian terdahulu menguraikan berbagai penelitian yang relevan dengan penelitian yang sedang dilakukan diantaranya penelitian oleh Amperiawan. Penelitian ini mencoba melakukan pengukuran tingkat kesiapan teknologi

dan manufaktur untuk digunakan sebagai data awal mitigasi risiko bisnis pada PT. Dirgantara Indonesia sebagai *leading sector* pengembangan teknologi pesawat tempur tersebut. Pengukuran dilakukan pada objek elemen teknologi yang pengembangannya menjadi kewajiban Indonesia. Pengukuran tingkat kesiapan manufaktur dilakukan dengan menggunakan metode MRL. Pengukuran tingkat kesiapan manufaktur ini dilakukan pada sistem yang digunakan untuk memproduksi, elemen teknologi yang menjadi tugas Indonesia untuk mengembangkannya.

Kemudian penelitian oleh *Herriot-Watt University* mengembangkan kerangka kerja untuk mengukur kesiapan teknologi untuk investasi berdasarkan Tingkat Kesiapan Teknologi (TRL) dan Tingkat Kesiapan Manufaktur (MRL) yang ada. Kemudian mengintegrasikan skala TRL dan MRL, mengklarifikasi dan meningkatkan definisi konsep yang mendasarinya, dan mengembangkan metodologi penilaian melalui tiga tahap. Kerangka kerja diuji dan disempurnakan dengan menggunakannya untuk menilai 14 teknologi berbeda yang mengkonfirmasi proses untuk memberikan suatu alat penilaian yang hasilnya yang dapat diulang dan

diandalkan serta nilai yang konsisten (Herriot,2017).

Selanjutnya Alsanad (2013), melakukan penelitian mengaudit manajemen inovasi di salah satu perusahaan petrokimia terbesar di Arab Saudi untuk mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan perusahaan dari perspektif inovasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa adanya pengaruh dari komitmen pada manajemen puncak dan dukungan untuk inovasi; Kemauan untuk pengelolaan yang baik; komitmen perusahaan untuk peningkatan SDM karyawan; pada proses inovasi perusahaan dan perencanaan sistem inovasi yang fleksibel agar memungkinkan proyek-proyek kecil dapat dilaksanakan dengan tepat. Melalui proses audit yang rutin dan merespons temuan secara tepat, dapat secara progresif meningkatkan kemampuan inovasi perusahaan.

Kematangan inovasi menjadi sangat penting dalam beberapa tahun terakhir ini, dimana inovasi menjadi kekuatan pendorong utama untuk pertumbuhan dan kesuksesan bisnis. Namun, masih banyak tantangan dalam teori dan praktik, yang menuntut peningkatan pendekatan secara manajerial. Penelitian ini fokus pada pengembangan konsep

tingkat kesiapan inovasi, model eksplisit untuk mengelola proses inovasi tambahan dan untuk menyediakan kontraktor dan bisnis konstruksi yang akan meningkatkan program inovasi. Penelitian bertujuan untuk meneliti bagaimana teknologi, pasar dan aspek-aspek lain dari kesiapan inovasi dapat digambarkan selama siklus hidup teknologi produk dan penyediaan kerangka kerja untuk Tingkat Kesiapan Inovasi (IRL) (Lee, et al, 2011).

Kerangka berpikir ini dibagi ke dalam lima tahapan, secara berurutan yaitu Tahap Inisialisasi dan Identifikasi; Tahap Pengumpulan dan Pemrosesan Data; Tahap Analisis Data; Tahap Pembahasan dan Perumusan Konsep; dan Tahap Akhir.

Pada tahap pertama penelitian yang dilakukan untuk mampu mengidentifikasi masalah yang ditemukan hingga latar belakang kondisi masalah tersebut terjadi yang kemudian dipaparkan bersamaan dengan hasil dari studi literatur. Di tahap kedua, dilakukan identifikasi proses audit melalui observasi, wawancara dan diskusi, juga penelusuran dokumen.

Memasuki tahap ketiga dimana data audit teknologi yang pernah dilakukan telah diperoleh yang kemudian dilakukan studi evaluasi dokumen untuk

bisa menentukan komponen yang akan diangkat dalam pengembangan instrumen audit teknologi dengan pondasi alat ukur TRL dan MRL. Selanjutnya pada tahap keempat dilakukan perumusan konsep model audit teknologi pertahanan melalui pendefinisian masing-masing komponen yang berhasil diidentifikasi dan dijabarkan hubungan keterkaitan antar komponen.

Hasil dan Pembahasan

Sesuai dengan alur dalam proses audit teknologi yaitu *Planning, Implementation, Evaluation,* dan *Improvement*, maka alur pengembangan model konseptual *Main Weapon System Readiness Level* merupakan bagian integral dari keempat proses ini.

Proses penentuan komponen dalam Audit Teknologi Alutsista ini berdasarkan berbagai literatur ilmiah dan kebijakan di Indonesia yang diuraikan satu per satu pengertian dan nilai kepentingan aspek tersebut dalam pengembangan teknologi pertahanan, yang juga berkaitan satu sama lain.

Inovasi dilakukan berdasarkan permintaan dan kebutuhan pelanggan yang telah diidentifikasi sehingga lokasi pasar yang dituju telah terdefinisi dengan jelas. Rencana Strategis Kebutuhan

Alpalhankam jangka panjang memberikan pedoman bagi pengguna dan industri pertahanan mengenai rencana pembangunan kekuatan dan kebutuhan modernisasi jangka panjang, hal ini juga berpengaruh terhadap aspek lain dalam perancangan konsep kesiapan Alutsista yaitu standarisasi dimana pedoman ini akan memberikan informasi mengenai produk Alutsista yang sudah tidak laik pakai atau berada dibawah kondisi standar (Tomascehk,2016).

Permasalahan yang dihadapi oleh industri pertahanan antara lain keterlibatan dalam penguasaan teknologi kunci dan kemampuan integrasi sistem. Kedua hal ini merupakan syarat penting agar industri pertahanan dapat meningkatkan kontribusi untuk pemenuhan Alutsista dengan kemampuan daya saing yang kuat dalam *global supply chain* (Bappenas, 2019).

Daya kreasi dan inovasi intelektual dalam bidang teknologi pertahanan merupakan kemampuan yang perlu diraih oleh industri pertahanan nasional yang ingin mencapai kemandirian sebagai faktor pembentuk kemampuan daya saing industri. Oleh karena itu, karya dan temuan dalam teknologi pertahanan perlu didaftarkan untuk dilindungi

sebagai bentuk pengakuan akan Hak Atas Kekayaan Intelektual.

Tujuan adanya kandungan lokal dan ofset yang wajib ada dalam setiap produk dari industri pertahanan agar menciptakan peluang bisnis bagi setiap industri yang terkait dengan industri pertahanan Indonesia, bagi sebagai supplier maupun supporter dalam proses produksi yang dilakukan sekaligus membangun industri pertahanan dalam negeri yang mandiri.

Alutsista yang digunakan untuk pertahanan menuntut teknologi tinggi, spesifik dan bersifat rahasia, sehingga memerlukan suatu tingkat standarisasi tertentu yang dapat memastikan spesifikasi teknis dan persyaratan operasional yang digunakan mampu melakukan tugas secara optimal. Dengan demikian, standarisasi produk industri pertahanan khususnya Alutsista menjadi sangat penting untuk memiliki standar baku dalam mendukung terwujudnya pembangunan dan pengembangan industri pertahanan yang mandiri dan berdaya saing.

Pembangunan industri pertahanan nasional Indonesia harus dimaknai sebagai investasi strategis yang memerlukan konsentrasi sumber daya nasional termasuk sistem pendanaan dan

atau permodalan yang memadai. Pembangunan industri pertahanan nasional yang berdaulat, mandiri dan unggul harus didukung oleh kebijakan anggaran dan sumber daya finansial yang memadai dan berkelanjutan.

Prospek pengembangan bisnis ini berkaitan erat dengan *Manufacturing Readiness Level* yang menilai tingkat kematangan suatu industri. Bagi industri pertahanan Indonesia yang memiliki pasar yang jelas dari Tentara Nasional Indonesia sebagai pengguna utama dan karakteristik permintaan yang dinamis sesuai dengan kondisi ancaman negara perlu memikirkan lebih dari sekedar kesiapan manufaktur. Industri pertahanan Indonesia juga harus mempersiapkan prospek pengembangan bisnisnya agar terus berlanjut dan mampu bertahan dalam dinamika globalisasi.

Hubungan antar komponen perlu dideskripsikan dengan jelas untuk memastikan bahwa perancangan ini berangkat dari hulu ke hilir menuju pada kemampuan penguasaan teknologi yang optimal. Komponen pertama yaitu permintaan dan kebutuhan pengguna, aspek ini penting untuk diperhatikan sejak riset dasar dilakukan agar pengembangan yang dilakukan sesuai dengan kebutuhan TNI dilapangan. Data

dan kondisi permintaan dari pengguna ini memang tidak mudah untuk diketahui mengingat keterkaitannya dengan rahasia pertahanan negara.

Permintaan dan kebutuhan pengguna ini kemudian akan menentukan teknologi yang harus dikembangkan, sehingga teknologi pertahanan ditempatkan sebagai komponen kedua. Ketika suatu teknologi ditemukan atau diadopsi dari negara lain, penting untuk menjamin perlindungan hukum terhadap kekayaan intelektual yang ditemukan. Seperti yang telah diketahui secara luas bahwa salah satu upaya industri pertahanan nasional untuk meningkatkan kemampuan penguasaan teknologi dengan melakukan kerjasama atau lebih dikenal dengan *Transfer of Technology*.

Dalam proses ToT ini kedua belah pihak melakukan musyawarah yang nantinya dalam riset dan pengembangan teknologi akan ada jaminan perlindungan hukum dari hasil kegiatan intelektual, yang perlu disetujui oleh kedua belah pihak. Selain untuk menghindari konflik Hak Cipta, hal ini juga penting untuk meningkatkan produktivitas dan daya saing. Oleh sebab itu, berada pada komponen ketiga yaitu Hak Atas Kekayaan Intelektual yang sangat

penting untuk diidentifikasi saat melakukan proses Audit Teknologi Alutsista. Hal ini tercantum juga dengan tujuan bahwa perencanaan tingkat kesiapan Alutsista ini dapat menjangkau dan menggambarkan kondisi sistem kompleks produk pertahanan secara holistik.

Produk pertahanan dalam negeri sudah tentu harus mengandung komponen lokal untuk turut meningkatkan kemampuan industri material dan komponen melalui penggunaan yang bersumber dari dalam negeri. Sehingga komponen keempat yang didesain adalah Imbal Dagang, Komponen Lokal dan Ofset (IDKLO) sesuai Undang-Undang Nomor 16 Tahun 2012. Hal critical lainnya adalah memastikan bahwa produk yang dikembangkan telah memenuhi Standar Militer Indonesia sebagai prasyarat utama. Standarisasi ini bermanfaat untuk meningkatkan daya saing dan bekal untuk bisa berperan serta dalam *Global Supply Chain*. Dengan demikian, standarisasi menempati posisi komponen kelima.

Selanjutnya, komponen keenam yang juga berpengaruh terhadap keberhasilan pengembangan teknologi pertahanan yaitu Anggaran Pertahanan. Anggaran Pertahanan termasuk dalam

Belanja Pemerintah Pusat dalam pos Belanja Negara pada Anggaran Pendapatan Belanja Negara (APBN). Dari anggaran pertahanan ini perlu ditelusuri secara jelas alokasi dana untuk pengembangan teknologi yang sedang diaudit (Dewan Riset Nasional, 2018). Selain untuk menjamin bahwa riset yang dilakukan tidak berhenti karena keterbatasan dana, aspek anggaran pertahanan juga akan selaras dengan permintaan dan kebutuhan pengguna. Sehingga pemeriksaan ketersediaan anggaran dari pemerintah ini dapat dijadikan sebagai check list pengembangan teknologi yang sesuai kebutuhan TNI.

Media memberi banyak informasi tentang para pelaku industri pertahanan dalam negeri yang kini menuntut keberpihakan pemerintah untuk mendorong penyerapan produk dalam negeri. Hal ini berkaitan erat dengan komponen ketujuh yaitu prospek pengembangan bisnis. Ketika suatu pengembangan teknologi pertahanan telah siap secara teknologi dan manufaktur, juga sesuai dengan kebutuhan TNI, juga perlu digambarkan secara jelas bagaimana penerimaan pasar dan peluang keberlanjutan bisnis dikemudian hari. Industri pertahanan dapat memberikan

multiplier effect bagi pertumbuhan ekonomi negara hanya bila bisnis yang dilakukan berkembang secara *sustainable* (Dirwan, 2011).

Tentu hal ini tidak bisa lepas dari peran pemerintah sebagai regulator dan pelanggan utama, sehingga dalam proses Audit Teknologi Alutsista penting untuk dinilai bagaimana rencana dan implementasi penyerapan produk dalam negeri yang telah dikembangkan oleh industri pertahanan nasional. Karena tingkat permintaan domestik yang kuat merupakan salah satu kekuatan utama ekonomi negara berkembang seperti Indonesia.

Selain penyerapan produk dalam negeri oleh TNI, tantangan yang dihadapi industri pertahanan dalam negeri adalah proses perawatan, perbaikan juga pemeliharaan. Ketika suatu industri pertahanan telah mampu memproduksi Alutsista, maka concern selanjutnya adalah persiapan pelayanan MRO (*Maintenance, Repair, and Overhaul*) sebagai komponen terakhir yang diajukan dalam pengembangan model konseptual ini. Tanpa adanya kemampuan merawat, memperbaiki dan memelihara, maka seluruh produk pertahanan dan Alutsista yang dikembangkan dan diproduksi tidak akan memberi banyak manfaat karena

lemahnya kemampuan untuk menjaga keberlanjutan siklus hidup suatu teknologi pertahanan (Vieira, et al, 2016).

Kesimpulan dan Rekomendasi

Konseptualisasi Model Audit Teknologi Alutsista dituangkan dalam pengembangan instrumen pengukuran dan penilaian kesiapan Alutsista yang didesain oleh peneliti sebagai *Main Weapon System Readiness Level* (MWSRL) dan dinyatakan sebagai Model Konseptual Audit Teknologi Alutsista.

MWSRL atau *Main Weapon System Readiness Level* dimaksudkan untuk mengakomodasi kebutuhan dalam pengembangan industri pertahanan nasional menuju kemandirian. Seperti yang telah diketahui bahwa Alutsista yang dimiliki tiap negara berbeda sesuai dengan relevansinya terhadap keberadaan negara tersebut dengan lingkungan strategisnya dan sistem pertahanan yang dianut. Oleh sebab itu, Model Konseptual Audit Teknologi Alutsista ini didesain untuk bisa memberikan gambaran kepada pemerintah selaku pemberi anggaran, industri selaku pelaksana dan perguruan tinggi selaku konseptor / pengembang terkait informasi yang holistik tentang kondisi dari suatu Alutsista.

Dalam perancangan MWSRL ini dimuat berbagai komponen yang terkait tidak hanya dari aspek teknologi dan inovasi yang bisa dilakukan pada suatu Alutsista, tetapi juga kondisi kebijakan dan fokus pengembangan dari pemerintah Indonesia untuk industri pertahanan nasional. Karenanya, di dalam model penilaian ini terdapat aspek IDKLO hingga parameter teknologi dan kematangan manufaktur.

Keterkaitan antara tingkat kesiapan Alutsista dengan audit teknologi yang sering digaungkan adalah memastikan bahwa audit yang dilakukan oleh pihak yang memiliki kewenangan yaitu BPPT tidak hanya fokus pada kondisi spesifik dari teknologi dan mengabaikan informasi lainnya yang juga sangat bermanfaat bagi penguasaan teknologi pertahanan. Melalui instrumen penilaian ini diharapkan, kesempatan untuk melakukan audit yang dimiliki oleh BPPT ke berbagai industri pertahanan dalam negeri baik itu BUMN maupun BUMS juga dimanfaatkan untuk menilai perkembangan dari Alutsista tersebut dari berbagai aspek. Hal ini akan membantu proses integrasi informasi untuk terlaksananya sinergi pengembangan teknologi pertahanan nasional.

Lebih jauh mengenai audit teknologi dan pengembangan yang telah dilakukan, peneliti menilai bahwa peran audit teknologi pertahanan sangat penting bagi pembangunan kemandirian industri pertahanan nasional. Audit teknologi pertahanan yang bertujuan meningkatkan performansi sistem industri juga meningkatkan sinergi dari keberadaan *Triple Helix* pertahanan.

Untuk itu waktu pelaksanaan audit ini tidak hanya diakhir pelaksanaan suatu program pengembangan, tetapi sebaiknya dilakukan sejak awal beriringan dengan pengembangan teknologi di industri pertahanan. Alasan logis yang mendasari pemikiran ini adalah pentingnya mitigasi dini akan semua persiapan dan rencana suatu pengembangan yang akan lebih mudah dilakukan bila seluruh pihak yang terkait berkumpul untuk memusyawarahkan bersama rencana tersebut.

Saat itu BPPT selaku lembaga negara yang berwenang untuk melakukan audit akan menyampaikan arahan terkait kualitas dan standar yang harus dicapai untuk bisa berdaya saing bukan hanya dalam negeri tetapi juga dalam lingkup *Global Supply Chain*. Dalam hal ini BPPT juga perlu menyampaikan secara transparan mengenai alat ukur,

indikator dan parameter penilaian seperti yang telah didesain dalam model konseptual ini sebagai suatu sistem terpadu Audit Teknologi Alutsista.

Dalam rangka melengkapi rangkaian penelitian ini, maka ditahap penelitian selanjutnya dapat dilakukan uji validitas dan reliabilitas model untuk bisa digunakan dilingkungan industri pertahanan Indonesia.

Main Weapon System Readiness Level (MWSRL) dapat digunakan oleh lembaga dan instansi yang mengembangkan teknologi pertahanan sebagai konsep awal integrasi pengembangan Alutsista.

Penelitian ini dapat dilanjutkan secara lebih mendalam ke masing-masing dari 7 program prioritas Alutsista sesuai dengan karakteristik teknologi yang dimiliki.

Daftar Pustaka

Buku

- Arif, Muhammad. (2017). *Pemodelan Sistem*. Yogyakarta: Penerbit Deepublish.
- Baylis, J., Gray, C. S., & Wirtz, J. J. (2019). *Sixth Edition Strategy in the Contemporary World*. United Kingdom: Oxford University Press.
- BPPT. (2013) *Laporan Akhir Pemetaan Kemampuan Teknologi Dalam Negeri untuk ToT (Transfer of Technology) Peluru Kendali (Rudal) C-705*. Jakarta: BPPT.

Crevelde, M. v. (1991). *Technology and War From 200 B.C. to the Present - A Revised and Expanded Edition*. New York: The Free Press.

Daellenbach, H., McNickle, D., Dye, S. (2012). *Management Science Decision Making Through System Thinking – 2nd Edition*. New York: The Palgrave Macmillan.

Dewan Riset Nasional. (2018). *Bunga Rampai Inovasi – Pergulatan Pemikiran Berbagai Perspektif*. Dewan Riset Nasional.

Dirwan, A. (2011). *Laporan Akhir Tim Pengkajian Hukum Tentang Pengembangan dan Pemanfaatan Industri Strategis untuk Pertahanan*. Kementerian Hukum Dan Hak Asasi Manusia RI Badan Pembinaan Hukum Nasional.

Gay, L.R., Mills, G.E. & Airasian, P. (2009) *Educational Research Competencies for Analysis and Applications*. Pearson, Columbus.

Karim, S. (2014). *Membangun Kemandirian Industri Pertahanan Indonesia*. Jakarta: PT. Gramedia - Kepustakaan Populer Gramedia.

Kementerian PPN, Bappenas. (2019). *Rancangan Teknokratik Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2020-2024*. Kementerian PPN.

Khalil, T. (2000). *Management of Technology: The Key to Competitiveness and Wealth Creation*. New York: McGraw Hill N.Y. ISBN 0-07-336149-X.

Lonsdale, D. J. (2004). *The Nature of War in the Information Age*. London: Frank Cass.

Pusat Audit Teknologi BPPT. (2011). *Pedoman Audit Teknologi*. Jakarta: Pusat Audit Teknologi BPPT.

- Sumarno, A. (2012). "Penelitian Kausalitas Komparatif". Surabaya: Elearningunesa.
- Supriyatno, M. (2014). Tentang Ilmu Pertahanan. Jakarta: Yayasan Pustaka Obor Indonesia.
- Tim Pusat Penelitian Kebijakan dan Inovasi. 2008. Metode Penelitian Pengembangan. Jakarta.

Jurnal

- Alsanad, D.S., et al. (2013). "Auditing Technological Innovation In Developing Countries". Proceedings of the Global Conference on Business and Finance Research, volume 8, number 2, pp.167-174, ISSN 2168-0612 Flash Drive, ISSN 1941-9589 Online, May 28-31, 2013, San Jose, Costa Rica.
- Indrawan. J. (2015). "Kepemimpinan Berbasis Pemberdayaan Dalam Alih Teknologi: Sebuah Upaya Meningkatkan Kualitas Sdm Pertahanan Indonesia". Jurnal Pertahanan April 2015, Volume 5, Nomor 1, pp. 63-87.
- Indriawan, R. M. J., & Widiyanto, B. (2016). "Pertahanan Negara Offset Policy in Building State Defense Independence". Jurnal Pemillrtahanan Agustus 2016, Volume 6, pp. 29-50.
- Lee, Ming-Chang., et al. (2011). "An Approach For Developing Concept Of Innovation Readiness Levels". International Journal of Managing Information Technology (IJMIT) Vol.3, No.2, pp. 18-37.
- Mass, N. J. (1986). "Methods of conceptualization". System Dynamics Review, 2(1), 76-80. doi:10.1002/sdr.4260020108.

- Montrama, I., et al. (2016). "Quo Vadis Kemandirian Pertahanan Udara Indonesia? Antara Ilusi Dan Kenyataan". Jurnal Pertahanan Agustus 2016, Volume 6, Nomor 2, pp. 1-27.
- Rachmat, A. N. (2014). "Tantangan dan Peluang Perkembangan Teknologi Pertahanan Global Bagi Pembangunan Kekuatan Pertahanan Indonesia". Jurnal Transformasi Global, 1(2), 199-212.
- Richey, R. C., & Klein, J. (2007). Design and Development Research: Methods, Strategies, and Issues. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Tomaschek, K., et al. (2016). "A Survey of Technology Readiness Level Users". 26th Annual INCOSE International Symposium, Edinburgh, Scotland.
- Vieira, D. R., et al. (2016). "Maintenance, Repair and Overhaul (MRO) Fundamentals and Strategies: An Aeronautical Industry Overview". International Journal of Computer Applications (0975 - 8887) Volume 135 - No.12, February 2016.
- Witarti, D. I. "Di Era Globalisasi Industri Pertahanan Theoretical Study on Defense and Security in the Era of Defense Industry Globalisation". 5, 87-106.

Peraturan

- Undang-Undang Dasar Negara Kesatuan Republik Indonesia Tahun 1945.
- Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2001 tentang Sistem Nasional Penelitian, Pengembangan dan Penerapan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi.
- Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2002 tentang Pertahanan Negara.

Undang-Undang Nomor 16 tahun 2012
tentang Industri Pertahanan.

Peraturan Menteri Pertahanan Nomor 46
Tahun 2016 Penggunaan Alat Utama
Sistem Senjata pada Penyelenggaraan
Tugas Perbantuan Dalam Operasi
Militer Selain perang.

Tesis/Disertasi

Amperiawan, G. (2017). Pengukuran
Tingkat Kesiapan Teknologi dan
Manufaktur untuk Perencanaan,
Pengendalian, dan Mitigasi Resiko
Bisnis. Bandung: Institut Teknologi
Bandung.

Heriot-Watt University. (2017).
“Measuring Technology Readiness
For Investment - Accelerating
Technology Development And
Improving Innovation
Performance”. Heriot-Watt
University.