

Transformation of the research and development agency become a defense policy and technology development agency

Ignatius Eko Djoko Purwanto¹, Cecilia F. Harsono², Faonaso Harefa³, Sapta Baralaska Utama Siagian⁴

¹Kepala Badan Pengembangan Kebijakan dan Teknologi Pertahanan Kementerian Pertahanan RI

^{2,3}Mahasiswa Program Doktor Ilmu Pertahanan, Universitas Pertahanan, Matraman, Jakarta, Indonesia

⁴Dosen Sekolah Tinggi Teologi Biblika Jakarta, Indonesia

Article Info	Abstrak
<p><i>Article history</i></p> <p>Received : May 18, 2025 Revised : May 28, 2025 Accepted : May 31, 2025</p>	<p><i>Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor penentu efektivitas riset pengembangan kebijakan dan teknologi pertahanan di Badan Pengembangan Kebijakan dan Teknologi Pertahanan (Batekhan) Kementerian Pertahanan, serta merumuskan kontribusi masing-masing faktor terhadap optimalisasi kinerja satuan ke depan. Metode yang digunakan adalah pendekatan kualitatif deskriptif dengan teknik analisis Fishbone dan perangkat lunak NVivo 12 untuk analisis tematik. Hasil analisis Fishbone menemukan 6 faktor utama yang memengaruhi efektivitas Batekhan, yaitu; manusia, metode, material, mesin, pengukuran, dan lingkungan dan pentingnya hilirisasi hasil riset, kompetensi personel, dan tata kelola riset yang unggul. Sementara itu, hasil NVivo 12 menemukan dominasi tema "manpower, goal, dan environment" yang menjadi kunci keberhasilan transformasi kelembagaan Batekhan unggul. Temuan sejalan dengan teori manajemen strategis, inovasi teknologi, dan pendekatan sistemik dalam perumusan kebijakan riset pertahanan. Penelitian ini memberikan kontribusi praktis dan teoritis dalam mendukung transformasi kelembagaan riset yang adaptif, inovatif, dan responsif terhadap tantangan teknologi pertahanan masa depan. Implikasi penelitian ini adalah diperlukan optimalisasi dan peningkatan kompetensi sumber daya guna mewujudkan Badan Pengembangan Kebijakan dan Teknologi Pertahanan yang unggul dan kompetitif dalam memberikan kontribusi signifikan dalam sektor pertahanan nasional guna menghadapi tantangan lingkungan strategis domestik, regional dan global yang dinamis dan multidimensi.</i></p>
<p>Kata Kunci:</p> <p>Fishbone; Inovasi; Manajemen Pertahanan; NVivo 12; Teknologi Pertahanan.</p>	<p>Abstract</p> <p><i>This study aims to identify the determinants of the effectiveness of defense technology research in the Defense Defense and Technology Development and Defense Technology Development Agency, as well as formulate the contribution of each factor to the optimization of future unit performance. The method used is a descriptive qualitative approach with Fishbone and NVivo 12 software analysis techniques for thematic analysis. The results of the Fishbone analysis found 6 main factors that affect the effectiveness of the battery, namely, humans, methods, materials, machines, measurements, and the environment, and the importance of downstreaming research results, personnel</i></p>

competencies, and superior research governance. Meanwhile, NVivo 12 results found the dominance of the theme "Manpower, Goal, and Environment," which was the key to the success of the Batekhan Superior Institutional Transformation. Findings are in line with strategic management theory, technological innovation, and a systemic approach in the formulation of defense research policies. This study provides a practical and theoretical contribution in supporting the transformation of research institutions that are adaptive, innovative, and responsive to the challenges of future defense technology. The implication of this research is that it is necessary to optimize and improve the competency of resources in order to realize the Development and Technology Development Agency that is superior and competitive in making a significant contribution in the national defense sector in order to face the challenges of the strategic, regional, and global strategic environment that is dynamic and multidimensional.

Corresponding Author:

Faoanso Harefa,
Managemen Pertahanan
Universitas Pertahanan
Matraman, Jakarta Timur, Jakarta, Indonesia
Faonaso.harefa@doktoral.idu.ac.id

This is an open access article under the CC BY-NC license.



PENDAHULUAN

Transformasi kelembagaan Kementerian Pertahanan Indonesia dari Badan Penelitian dan Pengembangan menjadi Badan Pengembangan Kebijakan dan Teknologi Pertahanan menunjukkan suatu strategi smart dalam merespon dinamika global yang multidimensi seperti Hybrid Warfare guna penguatan peran dan fungsi lembaga riset sebagai aktor strategis dalam pengembangan kebijakan dan teknologi pertahanan yang mendukung kinerja pertahanan negara. Fenomena serupa juga terjadi di beberapa negara maju seperti Amerika Serikat melalui Defense Advanced Research Projects Agency dan Inggris melalui Defence Science and Technology Laboratory, dimana riset dan inovasi teknologi secara sistematis diintegrasikan ke dalam strategi pertahanan negara. Di Indonesia, menunjukkan tipologi tersendiri, antara lain dalam hal kapasitas kelembagaan, kualitas sumber daya manusia, sinergi antarunit kerja dan stakeholder, serta keberlanjutan ekosistem inovasi dan dukungan anggaran yang masih perlu ditingkatkan. Walaupun arah transformasi kelembagaan ini sejalan dengan praktik internasional dan dinamika global yang multidimensi, efektivitas implementasinya sangat bergantung pada kemampuan institusi dalam mengelola faktor-faktor berpengaruh secara berkelanjutan dan berbasis pada kepentingan nasional (Li et al., 2023)

Transformasi merupakan suatu proses perubahan kelembagaan yang bersifat strategis dan adaptif, yang mencerminkan adanya pengembangan tugas dan fungsi dari sekadar pelaksana riset menuju entitas penggerak kebijakan berbasis penelitian dan inovasi teknologi pertahanan untuk mendukung kemandirian dan daya saing sistem pertahanan negara. Perubahan nomenklatur dari Badan Penelitian dan Pengembangan (Balitbang) Kementerian Pertahanan menjadi Badan Pengembangan Kebijakan dan Teknologi Pertahanan (Batekhan) mencerminkan transformasi kelembagaan yang tidak sekadar bersifat administratif, melainkan adanya pergeseran mandat, fokus, dan orientasi strategis kelembagaan (Sarjito, 2024). Perubahan ini mengindikasikan bahwa fungsi penelitian dan pengembangan di lingkungan Kementerian Pertahanan saat ini diarahkan secara lebih tegas pada penguasaan, pengembangan, dan pemanfaatan teknologi pertahanan yang aplikatif dan strategis, selaras dengan kebutuhan pertahanan negara di era modern (Scharre & Riikonen, 2016). Fenomena yang melatarbelakangi penelitian ini adalah transformasi kelembagaan Kementerian Pertahanan dari Balitbang menjadi Badan Pengembangan Kebijakan dan Teknologi Pertahanan

(Batekhan), yang mencerminkan pergeseran fokus dari riset murni menuju pengembangan dan hilirisasi teknologi pertahanan yang aplikatif dan strategis. Namun, efektivitas sistem penelitian yang ada belum optimal, ditandai oleh tantangan dalam integrasi kelembagaan, kualitas SDM, sinergi antar unit, hingga keterbatasan ekosistem inovasi dan dukungan anggaran. Di tengah kebutuhan mendesak akan teknologi pertahanan yang adaptif terhadap ancaman multidimensi, terdapat kesenjangan antara arah strategis kelembagaan dengan realitas implementasi di lapangan. Oleh karena itu, diperlukan kajian sistematis untuk mengidentifikasi faktor-faktor penentu efektivitas penelitian teknologi pertahanan di Batekhan.(Corazza, 2018). Dalam konteks ini, nomenklatur baru membawa implikasi terhadap struktur organisasi, sistem kerja, indikator kinerja, serta pola hubungan antar unit kerja, yang menjadi objek penting dalam penelitian efektivitas kelembagaan tersebut (Puhovichová & Jankelová, 2021). Pada tataran pertahanan negara, penguasaan dan pengembangan teknologi strategis menjadi aspek fundamental dalam membangun sistem pertahanan yang mandiri dan adaptif terhadap dinamika ancaman multidimensi (Zheng et al., 2022). Penelitian dan pengembangan teknologi pertahanan berperan sebagai motor inovasi, yang menghasilkan solusi teknologi yang dapat memperkuat kapabilitas alat utama sistem persenjataan (Alutsista), sistem komando, dan unsur pendukung lainnya (Efthymiopoulos, 2019).

Pentingnya penelitian ini terletak pada upaya inovatif untuk membangun ekosistem penelitian pertahanan yang tangguh, responsif, unggul, dan berbasis pada kebutuhan strategis nasional. Pada era persaingan teknologi global dan kompleksitas ancaman hibrida, ketergantungan terhadap teknologi dari luar negeri tidak lagi menjadi pilihan ideal bagi kemandirian teknologi pertahanan. Namun, untuk mencapai kemandirian tersebut, diperlukan kajian mendalam terhadap sistem penelitian teknologi pertahanan yang sudah ada, khususnya dalam hal efektivitas proses dan hasil penelitian (Longshore, 2024). Badan Teknologi Pertahanan Kementerian Pertahanan sebagai institusi penelitian strategis perlu memiliki peta jalan guna peningkatan efektivitas yang berbasis data dan pemahaman terhadap faktor-faktor penentu keberhasilan. Dengan pendekatan campuran yang memadukan analisis kualitatif tematik dan diagram Fishbone, penelitian ini akan memberikan gambaran yang menyeluruh dan dapat dipertanggungjawabkan secara akademik maupun praktis (Budden & Murray, 2019).

Rumusan masalah adalah “faktor-faktor apa saja yang menentukan efektivitas penelitian teknologi pertahanan di Badan Teknologi Pertahanan Kementerian Pertahanan dan bagaimana kontribusi masing-masing faktor tersebut terhadap optimalisasi kinerja unit kerja di Badan Teknologi Pertahanan Kementerian Pertahanan”? (Chen et al., 2023).

Landasan teori meliputi; Pertama, teori manajemen strategis (Fred R. David), digunakan untuk menilai kesesuaian antara tujuan institusional, sumber daya internal, dan dinamika eksternal dalam pencapaian efektivitas organisasi (Siegel & Leih, 2018). Kedua, teori inovasi teknologi (Schumpeter dan Rogers) yang menjelaskan bagaimana proses adopsi dan difusi teknologi dalam organisasi, serta pentingnya penelitian dalam mendorong inovasi (Bergek, 2019). Ketiga, Fishbone Analysis (Ishikawa Diagram) sebagai alat bantu visual untuk mengidentifikasi dan mengelompokkan akar penyebab dari diperlukan efektivitas penelitian berdasarkan kategori; manusia, metode, sarana, organisasi, dan lingkungan kerja (Doskočil & Lacko, 2019). Keempat, pendekatan analisis tematik dalam kualitatif melalui perangkat lunak NVivo 12 yang memungkinkan eksplorasi pola-pola tematik dari data wawancara atau dokumen internal yang relevan.

Penelitian terdahulu meliputi; penelitian Wibowo (2020) menunjukkan bahwa “efektivitas penelitian pertahanan lebih banyak dipengaruhi oleh kualitas Sumber daya manusia dan sinergi antar lembaga. Penelitian Nurhadi (2019) menekankan “pentingnya ekosistem inovasi dan dukungan anggaran riset dalam mempercepat hasil penelitian menjadi prototipe siap pakai”(Gagnon & Remmen, 2018).

Novelty dari penelitian ini terletak pada pendekatan metodologis yang digunakan yaitu menggabungkan analisis tematik berbasis perangkat lunak NVivo 12 dengan Fishbone analysis untuk memetakan faktor-faktor penentu efektivitas output dan outcome penelitian teknologi pertahanan secara sistematis dan visual (Smith, 2022).

Tujuan penelitian untuk merumuskan faktor-faktor yang menentukan efektivitas penelitian teknologi pertahanan dalam konteks kelembagaan di Badan Pengembangan Kebijakan dan Teknologi Pertahanan (Batekhan) Kementerian Pertahanan, dan memahami kontribusi konseptual masing-masing faktor dalam kerangka manajemen strategis dan inovasi teknologi (Lu & You, 2018). Secara praktis, merumuskan secara sistematis kontribusi setiap faktor penentu terhadap optimalisasi kinerja unit kerja di lingkungan Badan Pengembangan Kebijakan dan Teknologi Pertahanan.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif (Turale, 2020). Pendekatan ini memungkinkan peneliti mengeksplorasi realitas sosial, persepsi, serta pengalaman aktor kelembagaan melalui analisis tematik terhadap data hasil wawancara dan dokumen internal (Seixas et al., 2018). Teknik pengumpulan data melalui forum diskusi pada jam Pimpinan Kepala Badan Teknologi Pertahanan (Kabatekhan) Kementerian Pertahanan. Dalam hal ini, pemilihan informan melalui forum diskusi pimpinan atau fokus grup diskusi (FGD) bersama Kabatekhan dilakukan secara purposif sampling untuk memastikan adanya keterwakilan struktur dan fungsi utama dalam proses transformasi kelembagaan, sehingga olehnya mencerminkan ide, gagasan, dan pandangan dari pengambil kebijakan, perancang program, dan pelaksana teknis. Teknik analisis data diawali dengan analisis menggunakan Fishbone analysis (Ishikawa), dengan tahapan utama; mengidentifikasi permasalahan utama, kategorisasi faktor yang meliputi; Manusia, Metode, Material, Lingkungan, dan Manajemen. Selanjutnya, penguraian sebab-akibat dari masing-masing faktor, dan penyusunan peta akar masalah secara visual (Suárez-Barraza & Rodríguez-González, 2018). Selanjutnya, analisis data kualitatif lanjutan menggunakan perangkat lunak NVivo 12, dengan tahapan; *data coding*, identifikasi *nodes*, analisis tematik, visualisasi pola dan keterkaitan antar topik (Dhakal, 2022).

Pemilihan analisis data *Fishbone* dan NVivo 12 dalam penelitian ini didasarkan pada pertimbangan ilmiah bahwa kedua metode tersebut saling melengkapi dalam mengidentifikasi, mengelompokkan, dan memvisualisasikan faktor-faktor kompleks yang memengaruhi efektivitas dalam mewujudkan penelitian teknologi pertahanan yang unggul (Reis et al., 2021). Kemudian, NVivo 12 sebagai perangkat lunak analisis kualitatif memungkinkan eksplorasi mendalam terhadap data teks hasil jam pimpinan dan fokus group diskusi (FGD) yang dilaksanakan, melalui proses *coding* tematik, visualisasi *word cloud*, *tree map*, dan *hierarchy chart*. Kombinasi kedua metode analisis ini memperkuat validitas temuan karena menggabungkan pendekatan struktural-kausal dengan analisis tematik berbasis bukti empiris, sehingga mampu memberikan gambaran menyeluruh dan terukur (Lara, 2022). Penelitian ini di laksanakan pada bulan April 2025 di Jakarta, Indonesia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Integrasi antara analisis Fishbone dan analisis menggunakan perangkat lunak NVivo 12 dalam penelitian ini berguna sebagai landasan konseptual untuk merancang kerangka evaluatif yang bersifat kualitatif-struktural terhadap proses transformasi organisasi dari Badan Penelitian dan Pengembangan (Balitbang) menjadi Badan Pengembangan Kebijakan dan Teknologi Pertahanan (Batekhan). Analisis Fishbone berguna untuk mengidentifikasi hubungan sebab-akibat dari berbagai faktor determinan yang dikategorikan. Untuk Analisis tematik menggunakan perangkat lunak NVivo 12 untuk memungkinkan pendalaman secara detail terhadap narasi, persepsi, dan dinamika internal yang dilakukan melalui proses coding data, case and cas classification data, memo, dan visualisasi keterkaitan antartema, dan eksplorasi kecenderungan tematik berdasarkan data dari hasil diskusi pimpinan. Kombinasi kedua metode analisis data kualitatif tersebut dapat menghasilkan sebuah kerangka evaluasi yang tidak hanya bersifat eksploratif dan berbasis bukti empiris, namun lebih dari itu mampu untuk mengonstruksi indikator-indikator kualitatif yang relevan dan terukur secara konseptual, pembahasan sebagai berikut:

Hasil Analisis Data Kualitatif Fish Bone

Analisis Fishbone (Ishikawa) dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan sistematis, tahap awal dengan mengidentifikasi permasalahan prioritas yang menjadi pusat perhatian analisis, dilanjutkan dengan pengelompokan penyebab ke dalam kategori utama. Kemudian, setiap kategori dianalisis guna mengidentifikasi faktor-faktor penyebab secara spesifik (sub-kasus) yang dapat berkontribusi terhadap permasalahan utama. Langkah atau tahapan berikutnya adalah dengan penyusunan struktur diagram Fishbone secara visual, untuk menggambarkan hubungan sebab-akibat antar faktor secara hierarkis. Tahap terakhir adalah, dilakukan interpretasi hasil terhadap pola penyebab mendasar guna memperoleh pemahaman mendalam mengenai akar permasalahan dan dasar rekomendasi peningkatan output dan outcome tugas, fungsi, dan perbaikan kelembagaan yang lebih Profesional, Respon, Integritas, Modern, dan Adaptif (PRIMA).

Analisis Fishbone (Ishikawa) dalam penelitian ini disusun untuk mengidentifikasi secara sistematis berbagai akar permasalahan yang memengaruhi optimalisasi kinerja penelitian di Badan

Teknologi Pertahanan (Batekhan) Kementerian Pertahanan ke depan. Pendekatan ini digunakan sebagai alat bantu analisis visual guna mengelompokkan faktor-faktor penyebab ke dalam beberapa kategori utama, sehingga memudahkan pemahaman terhadap kompleksitas persoalan yang ada serta menjadi dasar dalam merumuskan solusi yang tepat sasaran menuju penguatan kelembagaan teknologi pertahanan yang unggul (Ershadi et al., 2018).

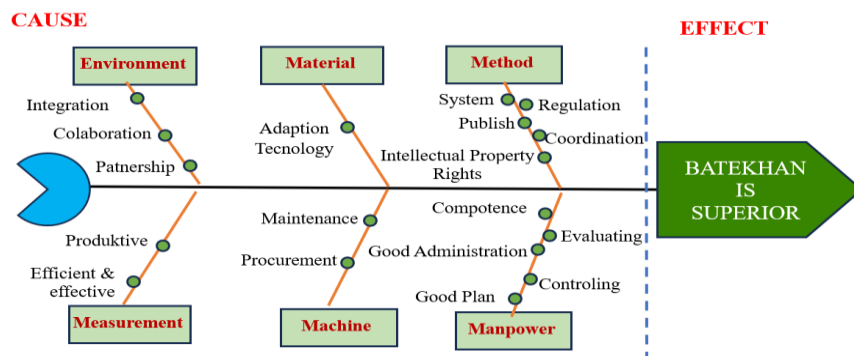
Tabel 1. Hasil Brainstorming - Menuju Badan Teknologi Pertahanan (Batekhan) Unggul

Case	Influential Factors	Reason					
		Why -1	Why -2	Why- 3	Why- 4	Why -5	
Realizing Batekhan Superior	Environment	Integration	Colaboration	Patnership	Public	Import	
	Material	Adaptation	Accessibility	Maitenance	Availability	Infrastructure	
	Method	Techonology	System	Article	Mechanism	Right Riches	Operational
		Integrated	Integreated	Publish	Research flow	Intellectual (HAKI)	Standards Procedure (SOP) & Coordination
	Measurement	Produktivitive		Efisiensi	Effective	Can Compete	Wise
	Manpower	Good Plan	Good Adminstrative	Good Technology	Competence	Controlling	Evaluation
Mechine	Laboratory			Hardware	Automation	Digital system	

Berdasarkan tabel 1 diatas, menunjukan faktor-faktor transformasi Badan Penelitian dan Pengembangan menuju Badan Teknologi Pertahanan (Batekhan) yang unggul memerlukan identifikasi faktor-faktor kunci yang memengaruhi kinerja kelembagaan. Tabel ini menyajikan hasil brainstorming berbasis pendekatan 5 *Whys*, yaitu metode bertanya “mengapa” secara berurutan untuk menemukan akar penyebab dari sebuah permasalahan atau tujuan. Dalam konteks ini, case yang dikaji adalah bagaimana mewujudkan Batekhan sebagai lembaga teknologi pertahanan yang unggul, dengan memetakan faktor lingkungan, material, metode, pengukuran, sumber daya manusia, dan mesin sebagai elemen utama (Shinde et al., 2018). Lingkungan eksternal dan internal memainkan peran sentral dalam pembentukan keunggulan Batekhan. Dalam tabel, terlihat bahwa integrasi, kolaborasi, kemitraan, keterlibatan publik, dan ketergantungan pada impor menjadi rantai penyebab utama dalam dimensi lingkungan. Hal ini mengindikasikan bahwa keberhasilan transformasi lembaga sangat dipengaruhi oleh sejauh mana institusi mampu membangun jejaring strategis, mengurangi ketergantungan pada pihak luar, serta mendorong keterlibatan aktor publik dan swasta dalam ekosistem pertahanan (Wieczerniak et al., 2017). Kategori material menyoroti aspek adaptasi terhadap kemajuan teknologi, aksesibilitas, pemeliharaan sarana, ketersediaan sumber daya, dan infrastruktur. Hal ini menunjukkan bahwa institusi riset pertahanan tidak dapat berfungsi optimal tanpa dukungan sarana fisik dan logistik yang memadai. Ketersediaan laboratorium canggih dan modern, akses terhadap perangkat teknologi, dan infrastruktur pendukung menjadi landasan krusial untuk mendukung riset dan inovasi pertahanan. Pada aspek metode, tabel mencatat pentingnya sistem yang terintegrasi, publikasi artikel ilmiah, mekanisme alur riset yang jelas, perlindungan kekayaan intelektual (HAKI), serta keberadaan standar operasional prosedur (SOP) dan koordinasi lintas unit. Hal ini menekankan pentingnya tata kelola riset yang terdokumentasi dan terstandarisasi, yang tidak hanya mendukung transparansi dan akuntabilitas, tetapi juga menjadi dasar dalam mendorong inovasi yang dapat diterapkan dan dilindungi secara hukum (Han et al., 2023).

Efektivitas transformasi kelembagaan juga tergantung pada sistem pengukuran kinerja yang produktif, efisien, efektif, kompetitif, dan bijaksana. Ukuran-ukuran ini mencerminkan bahwa Batekhan harus mampu menunjukkan capaian nyata berbasis output dan outcome yang dapat diukur kualitasnya. Sistem evaluasi yang tajam menjadi alat kontrol penting dalam menjaga arah transformasi agar tetap sejalan dengan visi kelembagaan. Dua faktor terakhir, yakni manpower dan machine, menegaskan pentingnya perencanaan sumber daya manusia (SDM) yang baik, kemampuan administratif, kompetensi teknis, serta sistem pengawasan dan evaluasi. Selain itu, aspek teknologi dan digitalisasi yang tertuang dalam kategori mesin (meliputi laboratorium, perangkat keras, otomatisasi, dan sistem digital) menunjukkan bahwa transformasi tidak akan berhasil tanpa penguatan kapasitas manusia yang sejalan

dengan pemanfaatan teknologi mutakhir. Sinergi antara sumber daya manusia yang kompeten dan perangkat mesin modern menjadi kombinasi kunci dalam mewujudkan Batekhan sebagai pusat unggulan teknologi pertahanan nasional (Ledwaba, 2022).



Gambar 1. Diagram Fish Bone (Ishikawa) - Badan Teknologi Pertahanan Unggul

Sesuai gambar 1 fishbone diagram di atas, menggambarkan secara sistematis hubungan cause-effect dari berbagai faktor yang memengaruhi transformasi Badan Penelitian dan Pengembangan menuju lembaga teknologi pertahanan yang unggul. Diagram ini mengidentifikasi enam kategori utama penyebab, yaitu; *Environment*, *Material*, *Method*, *Manpower*, *Machine*, dan *Measurement*, yang secara kolektif berkontribusi pada pencapaian tujuan utama, yaitu "Badan Teknologi Pertahanan is Superior". Setiap kategori dirinci dengan sub-faktor spesifik yang mencerminkan komponen kunci dalam proses transformasi kelembagaan berbasis inovasi dan teknologi pertahanan (Lee & Park, 2019). Faktor *Environment* menyoroti pentingnya integrasi, kolaborasi, dan kemitraan sebagai strategi adaptif dalam menghadapi dinamika lingkungan strategis. Lingkungan yang produktif, efisien, dan efektif menjadi landasan bagi institusi untuk merespons tantangan global dan regional dalam bidang pertahanan. Transformasi Batekhan membutuhkan lingkungan organisasi yang mampu memfasilitasi interaksi lintas sektor, termasuk dengan industri pertahanan, lembaga riset, dan mitra internasional. Pada aspek *Material*, fokus utama adalah pada kemampuan adaptasi terhadap teknologi modern, pemeliharaan yang berkelanjutan, dan sistem pengadaan yang akuntabel. Ketersediaan dan pengelolaan material riset yang memadai akan menentukan kualitas dan keberlanjutan inovasi teknologi pertahanan. Dengan penguatan kapasitas ini, Batekhan dapat memastikan daya saing teknologinya dalam menghadapi revolusi industri pertahanan global (Puckett, 2022).

Komponen *Method* dan *Manpower* saling melengkapi dalam mewujudkan keunggulan organisasi. Metode yang sistematis melalui sistem kerja, regulasi, publikasi, koordinasi, serta perlindungan hak kekayaan intelektual (HAKI) mendukung tata kelola riset yang baik. Di sisi lain, personel yang kompeten, perencanaan program kerja yang baik, dan personel yang mampu menjalankan fungsi administrasi, evaluasi, serta pengendalian secara efektif menjadi aktor utama dalam mengimplementasikan kebijakan dan inovasi kelembagaan. Kemudian, kategori *Machine* dan *Measurement* merepresentasikan instrumen teknis dan metrik kinerja. Mesin yang mendukung proses pemeliharaan dan pengadaan alat utama riset serta pengukuran terhadap produktivitas dan efisiensi organisasi menjadi alat kontrol kualitas internal. Dengan sistem pengukuran yang tepat, Batekhan dapat mengkalibrasi capaian dan memperbaiki proses menuju institusi yang unggul di bidang teknologi pertahanan. Fishbone diagram ini dengan demikian menjadi alat visual yang merepresentasikan kompleksitas transformasi kelembagaan secara komprehensif dan berbasis data (Nankya et al., 2023). Berdasarkan temuan analisis Fishbone, dapat disimpulkan bahwa untuk mewujudkan satuan kerja Badan Teknologi Pertahanan sebagai lembaga yang unggul dalam penguasaan dan penerapan teknologi pertahanan, sangat dipengaruhi oleh enam faktor utama, yaitu lingkungan, material, metode, sumber daya manusia, mesin, dan pengukuran. Keenam faktor tersebut saling berinteraksi satu sama lain dalam suatu sistem dan membentuk suatu ekosistem kelembagaan yang adaptif, produktif, dan inovatif. Hal ini menunjukkan bahwa keberhasilan transformasi kelembagaan tidak dapat dicapai secara terpisah, tetapi melalui sinergi dan keterpaduan antarelemen yang mendukung (Soto Setzke et al., 2023).

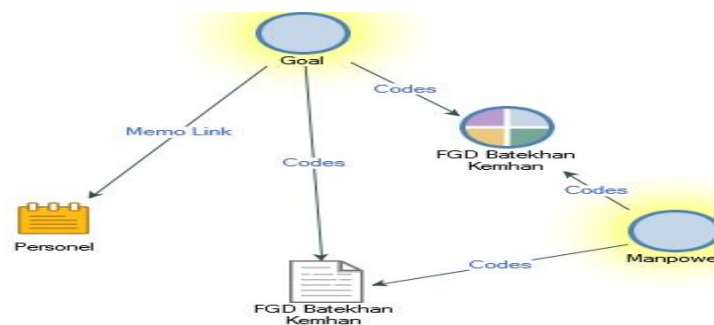
Pendorong utama keberhasilan tersebut adalah adanya strategi integratif dan kolaboratif yang melibatkan berbagai pemangku kepentingan, baik dari dalam satuan kerja maupun dari luar, termasuk industri pertahanan dan lembaga penelitian. Kompetensi sumber daya manusia yang unggul dan berdaya saing juga menjadi pilar penting dalam mendorong terjadinya inovasi dan peningkatan

produktivitas penelitian. Di samping itu, tata kelola penelitian yang akuntabel dan transparan sangat diperlukan agar proses perencanaan, pelaksanaan, hingga evaluasi hasil penelitian berjalan secara sistematis dan tepat sasaran (Alfawaire & Atan, 2021).

Faktor penunjang lain yang tidak kalah penting adalah keberadaan infrastruktur dan fasilitas yang memadai, seperti laboratorium, perangkat keras, sistem otomasi, serta teknologi digital. Semua ini dibutuhkan untuk mendukung pengembangan purwarupa dan mempercepat hilirisasi hasil penelitian ke tahap penerapan. Selain itu, sistem pengukuran dan evaluasi yang berkelanjutan perlu diterapkan untuk memantau capaian kinerja, mengidentifikasi hambatan, serta menyesuaikan strategi secara responsif terhadap dinamika kebutuhan dan ancaman strategis di masa depan (Nabi et al., 2018). Dengan pendekatan tersebut, satuan kerja Badan Teknologi Pertahanan tidak hanya mampu menghasilkan keluaran berupa produk hasil penelitian, tetapi juga capaian hasil jangka menengah dalam bentuk penguatan kapasitas institusional, serta dampak strategis jangka panjang yang mendukung kemandirian dan keunggulan sistem pertahanan nasional. Oleh karena itu, keenam faktor yang telah diidentifikasi menjadi fondasi utama dalam perumusan kebijakan dan strategi penelitian yang efektif dan berorientasi masa depan (Xi, 2017).

Hasil Analisis Data Kualitatif NVivo 12

Analisis data kualitatif dalam penelitian ini menggunakan perangkat lunak NVivo 12 sebagai alat bantu untuk mengidentifikasi, mengorganisasi, dan memvisualisasikan tema-tema utama yang muncul dari data hasil fokus group diskusi (FGD) Kabatekhan dan anggota Batekhan. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk menggali makna yang mendalam dari narasi-narasi strategis dan operasional terkait transformasi Badan Penelitian dan Pengembangan menuju Badan Teknologi Pertahanan yang unggul. Berbagai fitur analisis seperti word cloud, percentage coverage, tree map, dan hierarchy chart, analisis ini memberikan gambaran yang sistematis dan terstruktur tentang bagaimana isu-isu strategis, sumber daya manusia, kebijakan kelembagaan, dan tantangan lingkungan eksternal saling berinteraksi dalam membentuk proses transformasi tersebut. Hasil temuan dari NVivo 12 menjadi dasar interpretatif yang kuat untuk menjawab pertanyaan penelitian dan menyusun rekomendasi strategis yang berbasis temuan penelitian dalam rangka mewujudkan satuan kerja Badan teknologi pertahanan yang adaptif, inovatif, dan kompetitif (Kotila et al., 2023).

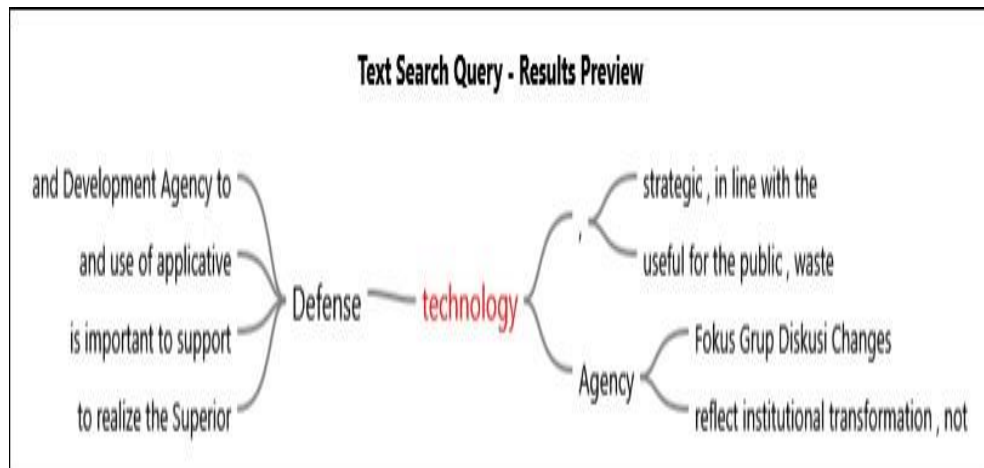


Gambar 2. Comparison Diagram NVivo 12

Gambar 2 di atas, hal ini merupakan visualisasi dari proses analisis data kualitatif Comparison Diagram menggunakan perangkat lunak NVivo 12, yang menggambarkan keterkaitan antara berbagai komponen tematik yang relevan dalam proses transformasi Badan Penelitian dan Pengembangan (Balitbang) menuju Badan Teknologi Pertahanan yang unggul. Pusat dari visualisasi ini adalah elemen "Goal" yang merepresentasikan tujuan utama transformasi kelembagaan, yaitu penguatan kapasitas teknologi pertahanan nasional secara mandiri dan strategis. Elemen ini terhubung langsung dengan sejumlah komponen pendukung yang dianalisis melalui data Focus Group Discussion (FGD). Berdasarkan Focus Group Discussion Batekhan Kemhan bahwa muncul dua kali dengan format visual berbeda yakni; sebagai dokumen dan sebagai data terkodekan, menandakan bahwa hasil diskusi ini menjadi sumber utama dalam menggali pemahaman mendalam terkait faktor-faktor pendorong dan penghambat transformasi. Korelasi dari "Goal" ke Focus Group Discussion menunjukkan bahwa informasi yang diperoleh secara langsung dikodekan untuk mendukung pencapaian tujuan tersebut. Koding ini mengindikasikan bahwa isi Focus Group Discussion telah dianalisis dan diklasifikasikan ke

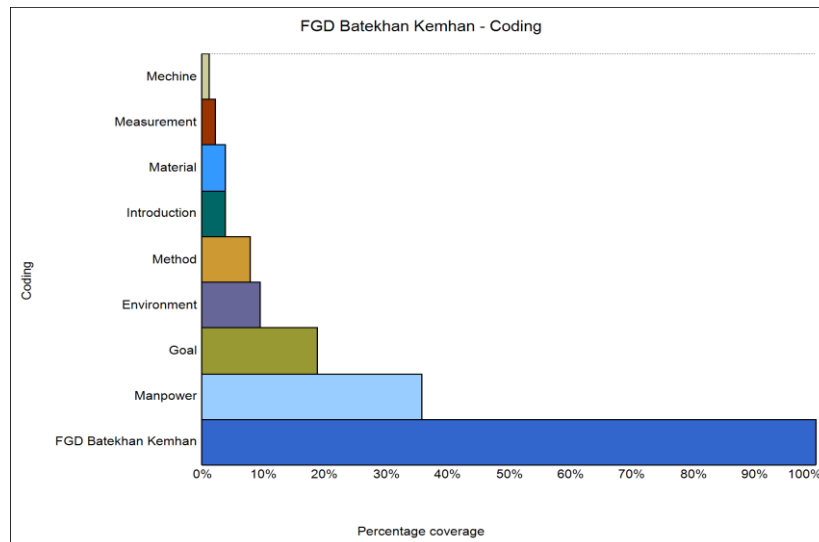
dalam tema-tema utama seperti “Manpower dan Personel,” yang menegaskan bahwa aspek sumber daya manusia sebagai elemen strategis utama dalam transformasi kelembagaan.

Manpower, dalam visualisasi menyoroti pentingnya penguatan kapasitas sumber daya manusia dalam mendukung keberhasilan transformasi Badan Teknologi Pertahanan. Elemen ini terhubung kembali ke Focus Group Discussion Badan Teknologi Pertahanan, yang menunjukkan bahwa isu-isu terkait tenaga ahli, rekrutmen, pelatihan, dan pengembangan kompetensi menjadi bagian penting dalam diskusi strategis. Oleh sebab itu, maka transformasi institusi tidak semata bersifat struktural atau administratif, namun menuntut adanya investasi jangka panjang dalam kompetensi dan kapabilitas personel untuk menghasilkan inovasi teknologi pertahanan yang berdaya saing global.



Gambar 3. Word Tree Diagram NVivo 12

Pada gambar 3 diatas menunjukkan hasil analisis tree word menggunakan perangkat lunak NVivo 12, yang menunjukkan hubungan kata kunci dalam korpus/kumpulan data teks dengan fokus utama pada istilah “defense technology”. Analisis ini menggambarkan bagaimana istilah tersebut muncul dalam berbagai konteks kalimat yang digunakan oleh narasumber atau dokumen yang dianalisis, khususnya yang berkaitan dengan transformasi Badan Penelitian dan Pengembangan (Balitbang) dalam mewujudkan Badan Teknologi Pertahanan yang unggul. Melalui pendekatan visual ini, dapat dilihat bahwa “defense technology” memiliki koneksi yang luas dan digunakan dalam berbagai ungkapan strategis. Secara ilmiah, analisis tree word ini mencerminkan frekuensi dan asosiasi kata yang memperlihatkan makna semantik dalam wacana penelitian. Terlihat bahwa “defense technology” berhubungan dengan ungkapan seperti “strategic”, “useful for the public”, serta “reflect institutional transformation”, yang menunjukkan bahwa teknologi pertahanan tidak hanya dipandang dari sisi militer semata, tetapi juga sebagai bagian dari transformasi kelembagaan yang strategis dan hasilnya dapat berdampak pada kepentingan publik atau sosial. Hal ini memperkuat argumen bahwa transformasi Balitbang menuju institusi teknologi pertahanan tidak dapat dilepaskan dari orientasi strategis dan kontribusinya terhadap kepentingan publik (Luo et al., 2018). Frasa-frasa seperti “to realize the superior, use of applicative, dan important to support” juga mengindikasikan bahwa teknologi pertahanan diposisikan sebagai elemen kunci dalam mendukung keunggulan teknologi pertahanan nasional, baik dari sisi inovasi maupun kemandirian. Dengan demikian, hasil visualisasi ini merefleksikan kesadaran aktor kelembagaan terhadap pentingnya penerapan teknologi pertahanan yang aplikatif dan relevan dengan kebutuhan pertahanan masa depan, yang selaras dengan agenda besar transformasi kelembagaan (Efthymiopoulos, 2019).



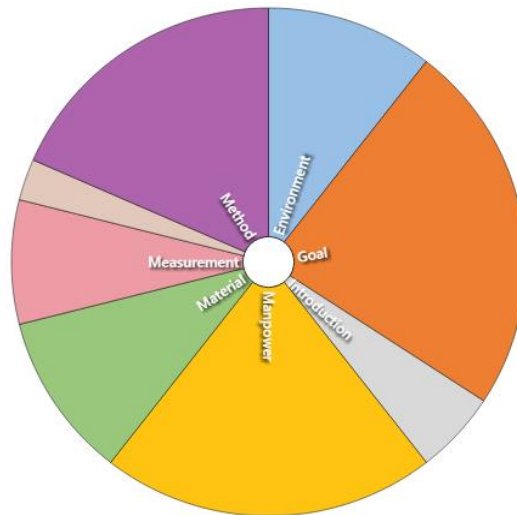
Gambar 5. Percentage Coverage NVivo 12

Pada gambar 5 diatas, merupakan hasil analisis Percentage Coverage Coding dari perangkat lunak NVivo 12 yang menggambarkan seberapa besar proporsi pembahasan setiap tema atau kategori dalam data FGD (Focus Group Discussion) Batekhan Kemhan. Visualisasi ini menampilkan distribusi tema dalam bentuk grafik batang horizontal, dimana panjang batang mewakili tingkat coverage setiap kode berdasarkan presentase total data yang telah dianalisis. Kondisi ini memberikan wawasan kuantitatif atas intensitas pembahasan terhadap aspek-aspek kunci dalam proses transformasi Badan Penelitian dan Pengembangan (Balitbang) guna mewujudkan Badan Teknologi Pertahanan unggul. Dari grafik tersebut, tampak bahwa kode “Manpower” memiliki cakupan yang sangat signifikan, mendekati 40 %. Temuan ini menegaskan bahwa aspek sumber daya manusia atau personel di satuan Kerja Badan Teknologi Pertahanan (Batekhan) ke depan menjadi perhatian utama dalam proses transformasi kelembagaan. Hal ini sejalan dengan kebutuhan institusi teknologi pertahanan untuk memiliki tenaga ahli yang kompeten, terlatih, dan adaptif terhadap perkembangan teknologi mutakhir. Keberhasilan transformasi kelembagaan sangat ditentukan oleh kesiapan sumber daya manusia dalam melaksanakan fungsi riset dan pengembangan secara strategis (Harsono & Harefa, 2025).

Selanjutnya, kata “Goal” juga memiliki tingkat ketercakupannya yang tinggi. Hasil ini menunjukkan bahwa para peserta fokus group diskusi memberikan gagasan pemikiran terhadap arah tujuan kelembagaan ke depan. Transformasi Balitbang tidak hanya bersifat administratif atau prosedural, tetapi harus diarahkan pada pencapaian visi yang lebih besar yakni “kemandirian dan keunggulan teknologi pertahanan nasional yang kompetitif”. Perumusan tujuan yang jelas dan terukur menjadi landasan penting dalam mendesain struktur, kebijakan, dan strategi organisasi. Kata “Environment” juga muncul sebagai kategori penting, mencerminkan perhatian terhadap konteks eksternal dan internal tempat institusi ini beroperasi melaksanakan tugas dan fungsinya. Lingkungan strategis yang dinamis, baik dari sisi geopolitik, teknologi global, maupun regulasi nasional, menjadi faktor penting juga yang turut memengaruhi arah transformasi. Adaptasi terhadap lingkungan ini menjadi syarat mutlak agar Badan Teknologi Pertahanan tidak tertinggal dalam kompetisi teknologi global. Kode-kode lain seperti “Method, Material, dan Measurement” memiliki cakupan lebih kecil, namun tetap relevan secara substansial. Misalnya, “Method” menunjukkan pentingnya pendekatan riset dan tata kelola kelembagaan, sedangkan “Material” dan “Measurement” mengarah pada aspek teknis dan evaluatif yang mendukung efektivitas transformasi. Meskipun porsi-porsinya kecil, maka kategori-kategori ini berperan dalam mendukung operasionalisasi strategi kelembagaan. Menariknya, kode “Introduction” juga tercatat dalam grafik, yang mungkin mengindikasikan bagian awal dari fokus group diskusi yang memuat penjelasan konteks atau latar belakang. Sedangkan “Machine” menempati posisi paling rendah, yang menunjukkan bahwa aspek mesin atau peralatan teknologi secara spesifik belum menjadi pembahasan utama dalam diskusi, atau belum cukup eksplisit dibahas oleh peserta (Sottolare, 2024).

Secara ilmiah, analisis ini menggambarkan bahwa data fokus group diskusi tidak hanya memberikan narasi kualitatif, tetapi juga dapat dikualifikasikan secara kuantitatif untuk melihat intensitas tema tertentu. Percentage coverage coding ini memungkinkan peneliti memahami prioritas,

perhatian, serta persepsi kolektif para peserta FGD terhadap elemen-elemen penting dalam proses transformasi (Neumann et al., 2021).



Gambar 6. Hierarchi Chart NVivo 12

Pada gambar 6 diatas, di atas merupakan Hierarchi Chart dari hasil analisis kualitatif menggunakan perangkat lunak NVivo 12 yang menampilkan proporsi dan struktur hierarkis dari berbagai tema atau kode yang dihasilkan dari data fokus group diskusi Batekhan Kemhan. Visualisasi ini berbentuk pie chart bersekat dengan ukuran bidang menunjukkan seberapa besar kontribusi atau frekuensi munculnya tiap kategori dalam keseluruhan data yang dikodekan. Setiap sektor mewakili satu tema utama, yang dalam konteks ini berkaitan erat dengan proses transformasi Badan Penelitian dan Pengembangan menuju Badan Teknologi Pertahanan unggul. Dari grafik terlihat bahwa kode “Manpower” memiliki proporsi terbesar, yang mengindikasikan bahwa aspek sumber daya manusia atau kompetensi personel sebagai peneliti menjadi elemen kunci dalam proses transformasi kelembagaan. Hal ini menegaskan bahwa keberhasilan transformasi sangat ditentukan oleh kualitas dan kesiapan personel peneliti baik pejabat struktural maupun peneliti pejabat fungsional dalam mendukung visi dan misi kelembagaan. Fokus terhadap personel mencakup rekrutmen berbasis kompetensi, pelatihan berkelanjutan, dan peningkatan kapasitas inovatif (Georgy, 2019).

Goal menempati sektor signifikan lainnya, mencerminkan pentingnya penetapan arah strategis dalam proses transformasi. Arah tujuan yang jelas menjadi fondasi dalam merancang langkah-langkah kelembagaan agar sejalan dengan kebutuhan pembangunan teknologi pertahanan yang unggul. Temuan ini juga menunjukkan bahwa aktor-aktor dalam diskusi memandang visi kelembagaan sebagai hal mendasar dalam mendesain transformasi. Selanjutnya, “Environment” muncul sebagai sektor yang cukup besar, menunjukkan bahwa kondisi lingkungan strategis baik eksternal maupun internal turut diperhatikan secara serius. Lingkungan dalam konteks ini meliputi dinamika global teknologi militer, ancaman non-tradisional, serta ekosistem kolaborasi nasional antar lembaga riset. Adaptasi terhadap dinamika tersebut sangat penting agar institusi tetap relevan dan responsif terhadap perubahan. Kata “Method” juga merupakan sektor besar dalam diagram ini, menandakan pentingnya pendekatan, strategi, dan tata kelola riset dalam mendukung transformasi kelembagaan. Diskusi yang menekankan metode menunjukkan bahwa keberhasilan transformasi tidak hanya bertumpu pada kebijakan, namun juga pada teknis pelaksanaan dan pola kerja yang terukur serta berorientasi hasil (Adewumi, Bamidele J, Onamade, Akintunde O., Asaju, 2023).

Material dan Measurement dalam porsi lebih kecil mengindikasikan bahwa aspek teknis seperti sumber daya penelitian dan evaluasi kinerja juga dianggap relevan, meski belum menjadi fokus utama. Material merujuk pada sarana dan prasarana yang mendukung penelitian, sedangkan measurement mencerminkan perlunya indikator keberhasilan dalam proses perubahan organisasi. Kode atau kata “Introduction” hadir sebagai sektor yang mungkin menggambarkan konteks awal atau pendahuluan dalam proses coding. Meskipun ukurannya kecil, keberadaannya menunjukkan bahwa pembukaan diskusi atau penjabaran konteks awal tetap direkam sebagai bagian penting dari keseluruhan proses pemahaman terhadap data. Hierarki visual ini secara ilmiah mencerminkan persepsi kolektif para peserta FGD terhadap aspek-aspek esensial dalam membangun institusi riset pertahanan yang unggul.

Ukuran tiap sektor bukan hanya mencerminkan frekuensi penyebutan, tetapi juga intensitas perhatian terhadap isu-isu utama, yang dapat digunakan sebagai dasar dalam perumusan strategi kebijakan transformasi yang lebih terarah dan berbasis output (Asah et al., 2022).

Analisis NVivo 12 yang mencakup hierarchy chart, percentage coverage, word cloud, tree map, dan diagram visual koding FGD Batekhan Kemhan, ditemukan bahwa proses transformasi Badan Penelitian dan Pengembangan dalam rangka mewujudkan Badan Teknologi Pertahanan Unggul sangat ditentukan oleh dominasi isu *manpower*, *goal*, dan *environment*. Temuan ini menunjukkan bahwa keberhasilan transformasi kelembagaan tidak hanya bergantung pada visi strategis dan arah tujuan yang jelas, tetapi juga sangat dipengaruhi oleh kesiapan sumber daya manusia yang kompeten serta kemampuan institusi dalam merespons dinamika lingkungan strategis. Sementara itu, aspek *method* dan *material* turut memperkuat pentingnya tata kelola riset dan dukungan infrastruktur sebagai fondasi teknis kelembagaan. Dengan demikian, transformasi menuju badan teknologi pertahanan yang unggul mensyaratkan pendekatan yang terintegrasi antara perencanaan strategis, pengembangan kapasitas personel peneliti, dan adaptasi sistem kelembagaan terhadap kebutuhan pertahanan masa depan yang berbasis teknologi tinggi (Rao et al., 2020).

Diskusi

Penelitian teknologi pertahanan memegang peranan penting dalam menjamin kemandirian dan kesiapan pertahanan negara. Namun, efektivitas penelitian ini sangat bergantung pada berbagai faktor internal dan eksternal yang memengaruhi prosesnya. Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode Fishbone analisis dan dukungan data kualitatif dari NVivo 12, ditemukan bahwa aspek sumber daya manusia atau personel, kebijakan, anggaran, infrastruktur, serta kolaborasi lintas lembaga menjadi determinan utama yang membentuk kualitas dan hasil penelitian di lingkungan Badan Teknologi Pertahanan (Zulhafiy et al., 2025). Dari hasil fokus group diskusi yang dianalisis melalui NVivo 12, terlihat bahwa kompetensi personel sebagai peneliti yang memiliki kompetensi teknis dan pengalaman riset berdampak signifikan pada peningkatan efektivitas pelaksanaan penelitian. Di sisi lain, ketidaksesuaian antara kebijakan strategis dengan kebutuhan aktual di lapangan menyebabkan kurangnya sinkronisasi program riset dengan arah pembangunan kekuatan pertahanan. Faktor anggaran penelitian juga menjadi penting dan diperlukan, dimana keterbatasan dana riset membatasi ruang inovasi dan eksplorasi teknologi baru (Pedah et al., 2025).

Infrastruktur penelitian yang belum memadai serta akses terbatas terhadap laboratorium dan fasilitas uji coba menyebabkan hasil riset sulit untuk mencapai standar yang diharapkan. Lebih lanjut, minimnya kolaborasi antara Badan Teknologi Pertahanan dengan perguruan tinggi, industri pertahanan, dan lembaga penelitian lain juga memperlambat proses pengembangan teknologi strategis. Data menunjukkan bahwa sinergi antar pemangku kepentingan masih bersifat sporadis dan belum terlembaga secara sistematis (Murfi et al., 2024). Analisis faktor penentu ini, maka diperlukan langkah strategis berupa peningkatan kapasitas SDM atau personel peneliti melalui pelatihan dan rekrutmen berbasis kompetensi teknologi pertahanan, perumusan kebijakan riset yang lebih adaptif, alokasi anggaran riset yang proporsional dan berkelanjutan. Selain itu, pembangunan ekosistem riset yang kolaboratif dan penguatan infrastruktur menjadi prasyarat penting menuju satuan kerja Badan Teknologi Pertahanan yang unggul dan kompetitif. Upaya ini tidak hanya mendukung ketahanan nasional, tetapi juga memperkuat posisi Indonesia dalam lanskap pertahanan di kawasan ASEAN, Indo-Pasik, Asia dan global (Wicaksana, 2022).

KESIMPULAN

Hasil penelitian dengan analisis data menggunakan pendekatan Fishbone dan NVivo 12, ditemukan 6 (enam) faktor utama yang saling berkaitan secara signifikan memengaruhi efektivitas penelitian teknologi pertahanan, yaitu; *manpower*, *method*, *material*, *mesin*, *pengukuran*, dan *lingkungan*. Masing-masing faktor tersebut memiliki kontribusi spesifik terhadap pencapaian kinerja riset dan pengembangan teknologi pertahanan yang unggul dan adaptif terhadap tantangan strategis masa depan. Analisis Fishbone secara visual menunjukkan bahwa permasalahan utama berasal dari belum optimalnya tata kelola sumber daya yang kompetitif, infrastruktur pendukung yang terbatas, proses hilirisasi hasil riset yang belum berjalan secara sistemik, serta lemahnya mekanisme koordinasi dan pengawasan. Selanjutnya, hasil analisis tematik NVivo 12 terhadap dari 6 faktor yang memengaruhi terdapat 3 faktor memperlihatkan dominasi, meliputi; *manpower*, *goal*, dan *environment* yang menempati persentase coverage tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa efektivitas organisasi sangat

dipengaruhi oleh kualitas perencanaan penelitian yang dilakukan oleh pejabat terkait di lingkungan Badan Pengembangan Kebijakan dan Teknologi Pertahanan sehingga adanya kejelasan pencapaian tujuan organisasi, dan responsivitas terhadap dinamika lingkungan internal dan eksternal. Penelitian ini sejalan dengan teori Manajemen Strategis Fred R. David yang menekankan pentingnya keselarasan antara strategi institusi, kapabilitas internal, dan tekanan eksternal dalam mencapai tujuan organisasi, sejalan dengan teori inovasi teknologi dari Schumpeter dan Rogers, yang mengatakan bahwa diperlukan proses difusi dan adopsi teknologi dalam konteks pertahanan. Penelitian ini mengisi gap pada penelitian sebelumnya yang menawarkan integrasi antara hasil riset dengan kebutuhan operasional pertahanan yang menyebabkan terhambatnya adopsi teknologi. Penelitian terdahulu cenderung hanya menekankan pada output riset, namun kurang menggali aspek manajerial dan strategis dalam mendukung keberlanjutan inovasi teknologi pertahanan. Kontribusi utama penelitian ini terletak pada pendekatannya yang holistik, dengan menggabungkan analisis visual kausal dan tematik digital yang memberikan gambaran secara menyeluruh terhadap ekosistem kelembagaan riset pertahanan, mengisi kekosongan literatur dengan memetakan hubungan antara elemen kelembagaan dan efektivitas riset dalam konteks lembaga pemerintah berbasis pertahanan, suatu wilayah yang relatif kurang dieksplorasi dalam penelitian sebelumnya. Dengan mengidentifikasi dominasi faktor manpower serta urgensi adaptasi terhadap dinamika lingkungan strategis yang bersifat dinamis dan multidimensi, maka hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai dasar dalam merumuskan kebijakan pengembangan kompetensi sumber daya manusia (SDM) di Batekhan berbasis digital, khususnya dalam penguasaan teknologi kecerdasan buatan dan sistem pemerintahan berbasis elektronik (e-government), guna memperkuat peran Batekhan sebagai motor inovasi pengembangan kebijakan dan teknologi pertahanan. Secara Praktis, implikasi penelitian dimana Batekhan perlu membangun sistem pengembangan sumber daya manusia (SDM) berbasis kompetensi yang menguasai digital seperti; *e-Office* dan *Artificial Intelijen* (AI) guna memperkuat kegiatan atau bisnis Pengembangan Kebijakan dan Teknologi Pertahanan yang menjadi Tugas dan Fungsi (Tusi) Batekhan. (Secara praktis, menjadi rujukan dalam penyusunan kebijakan kelembagaan, tata kelola riset, serta evaluasi program transformasi organisasi menuju Badan Pengembangan Kebijakan dan Teknologi Pertahanan yang unggul.

Referensi

- Adewumi, Bamidele J, Onamade, Akintunde O., Asaju, O. A. (2023). Lead City University Postgraduate Multidisciplinary Serial, (Series 3)
-
- _. *Multidisciplinary Conferencetidisciplinary, Series 3*, 258–271.
- Alfawaire, F., & Atan, T. (2021). The effect of strategic human resource and knowledge management on sustainable competitive advantages at Jordanian universities: The mediating role of organizational innovation. *Sustainability (Switzerland)*, 13(15). <https://doi.org/10.3390/su13158445>
- Asah, F. N., Kaasbøll, J. J., & Anthun, K. S. (2022). Obstacles of eHealth Capacity Building and Innovation Promotion Initiative in African Countries. *Studies in Health Technology and Informatics*, 299(1), 33–43. <https://doi.org/10.3233/SHTI220961>
- Bergek, A. (2019). Technological innovation systems: a review of recent findings and suggestions for future research. *Handbook of Sustainable Innovation*, 200–218. <https://doi.org/10.4337/9781788112574.00019>
- Budden, P., & Murray, F. (2019). *Defense Innovation Report: Applying MIT's Innovation Ecosystem & Stakeholder Approach to Innovation in Defense on a Country-by-Country Basis*. May, 83. <https://innovation.mit.edu/assets/Defense-Innovation-Report.pdf>
- Chen, S., Sharma, G., & Muñoz, P. (2023). In Pursuit of Impact: From Research Questions to Problem Formulation in Entrepreneurship Research. In *Entrepreneurship: Theory and Practice* (Vol. 47, Issue 2). <https://doi.org/10.1177/10422587221111736>
- Corazza, L. (2018). Small business social responsibility: the CSR4UTOOL web application. *Journal of Applied Accounting Research*, 19(3), 383–400. <https://doi.org/10.1108/JAAR-11-2014-0122>
- Dhakal, K. (2022). NVivo. *Journal of the Medical Library Association*, 110(2), 270–272. <https://doi.org/10.5195/jmla.2022.1271>
- Doskočil, R., & Lacko, B. (2019). Root cause analysis in post project phases as application of knowledge management. *Sustainability (Switzerland)*, 11(6). <https://doi.org/10.3390/su11061667>
- Efthymiopoulos, M. P. (2019). A cyber-security framework for development, defense and innovation at NATO. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s13731-019-0105-z>

- Ershadi, M. J., Aiasi, R., & Kazemi, S. (2018). Root cause analysis in quality problem solving of research information systems: A case study. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 24(2), 284–299. <https://doi.org/10.1504/IJPPQM.2018.091797>
- Gagnon, K. J., & Remmen, P. M. Van. (2018). *Hacking the defense innovation ecosystem enterprise: A comparative analysis*. <https://apps.dtic.mil/sti/citations/AD1069574>
- Georgy, U. (2019). *The Future of Personnel Development in Libraries : An Innovation- and Competence-Oriented Approach*. August, 21–23.
- Han, Q., Pang, B., Li, S., Li, N., Guo, P. song, Fan, C. li, & Li, W. min. (2023). Evaluation method and optimization strategies of resilience for air & space defense system of systems based on kill network theory and improved self-information quantity. *Defence Technology*, 21, 219–239. <https://doi.org/10.1016/j.dt.2023.01.005>
- Harsono, C. F., & Harefa, F. (2025). *Technology adaptation as a decision-making priority in responding to the revolution in military affairs for*. 2(4), 351–364.
- Kotila, B., Drezner, J. A., Bartels, E. M., Hill, D., Hodgson, Q. E., Huilgol, S. S., Manuel, S., Simpson, M., & Wong, J. P. (2023). Strengthening the Defense Innovation Ecosystem. In *Strengthening the Defense Innovation Ecosystem*. <https://doi.org/10.7249/rra1352-1>
- Lara, V. (2022). The benefits of defense industry privatization: Markets, technology and US military supremacy since World War II. *Comparative Strategy*, 41(2), 162–188.
- Ledwaba, N. V. (2022). *Conceptualising a Personal Capacity Development Framework for Senior Management Service in the Department of Defence*. December. https://scholar.sun.ac.za/handle/10019.1/126023%0Ahttps://scholar.sun.ac.za/bitstream/10019.1/126023/1/ledwaba_personal_2022.pdf
- Lee, J. G., & Park, M. J. (2019). Rethinking the national defense R&D innovation system for latecomer: Defense R&D governance matrix. *Technological Forecasting and Social Change*, 146, 1–11.
- Li, J., Zhang, S., Cao, J., & Tan, M. (2023). Learning defense transformations for counterattacking adversarial examples. *Neural Networks*, 164, 177–185. <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2023.03.008>
- Longshore, R. (2024). *Excerpt from the Proceedings of the Twenty-First Annual Acquisition Research Symposium*. www.acquisitionresearch.net
- Lu, H., & You, H. (2018). Roadmap modeling and assessment approach for defense technology system of systems. *Applied Sciences (Switzerland)*, 8(6). <https://doi.org/10.3390/app8060908>
- Luo, Y.-Z., Zhu, Y. H., Zhu, H., Yang, Z., Sun, Z.-J., & Zhang, J. (2018). GTOC9: results from the national university of defense technology (team NUDT). *Acta Futura*, 11(1), 37–47.
- Murfi, Y., Anwar, S., Swastanto, Y., Santoso, T. I., & Djoko, R. (2024). *Strategy for Implementing the Technical Functions of the Ministry of Defense in the Regions to Realize a Strong National Defense*. 5(1), 612–619.
- Nabi, J., Horton, S., & Fleming, K. A. (2018). Erratum: Effects of teriparatide and risedronate on new fractures in post-menopausal women with severe osteoporosis (VERO): a multicentre, double-blind, double-dummy, randomised controlled trial (The Lancet (2018) 391(10117) (230–240), (S0140673617321372)). *The Lancet*, 392(10162), 2352. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)32944-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32944-1)
- Nankya, M., Chataut, R., & Akl, R. (2023). Securing Industrial Control Systems: Components, Cyber Threats, and Machine Learning-Driven Defense Strategies. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 23(21), 1–41. <https://doi.org/10.3390/s23218840>
- Neumann, W. P., Winkelhaus, S., Grosse, E. H., & Glock, C. H. (2021). Industry 4.0 and the human factor – A systems framework and analysis methodology for successful development. *International Journal of Production Economics*, 233(May 2020). <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107992>
- Pedah, F. H., Deksino, G. R., & A, I. N. P. (2025). *The Important Role of the Defense Industry in Supporting National Defense*. 4(3), 1401–1416.
- Puckett, C. (2022). Digital Adaptability: A New Measure for Digital Inequality Research. *Social Science Computer Review*, 40(3), 641–662. <https://doi.org/10.1177/0894439320926087>
- Puhovichová, D., & Jankelová, N. (2021). Leadership in Conditions of Industry 4.0. *SHS Web of Conferences*, 115, 03013. <https://doi.org/10.1051/shsconf/20211503013>
- Rao, B., Harrison, A. J., & Mulloth, B. (2020). *Defense technological innovation: Issues and challenges in an era of converging technologies*.
- Reis, J., Cohen, Y., Melão, N., Costa, J., & Jorge, D. (2021). High-tech defense industries: Developing autonomous intelligent systems. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(11). <https://doi.org/10.3390/app11114920>
- Sarjito, A. (2024). Enhancing National Security: Strategic Policy Development in Defense Management.

- Jurnal Pelita Nusantara*, 2(1), 56–68. <https://doi.org/10.59996/jurnalpelitanusantara.v2i1.524>
- Scharre, P., & Riikonen, A. (2016). *Defense Technology Strategy*. August, 1–18. <https://www.cnas.org/publications/reports/defense-technology-strategy>
- Seixas, B. V., Smith, N., & Mitton, C. (2018). The qualitative descriptive approach in international comparative studies: Using online qualitative surveys. *International Journal of Health Policy and Management*, 7(9), 778–781. <https://doi.org/10.15171/ijhpm.2017.142>
- Shinde, D. D., Ahirrao, S., & Prasad, R. (2018). Fishbone diagram: application to identify the root causes of student–staff problems in technical education. *Wireless Personal Communications*, 100, 653–664.
- Siegel, D. S., & Leih, S. (2018). Strategic management theory and universities: An overview of the Special Issue. *Strategic Organization*, 16(1), 6–11. <https://doi.org/10.1177/1476127017750776>
- Smith, K. J. (2022). *Exploring Information Technology Professional's Perspectives on Controlling Security Misconfigurations in the United States: A Generic Qualitative Inquiry*. Capella University.
- Soto Setzke, D., Riasanow, T., Böhm, M., & Krcmar, H. (2023). Pathways to Digital Service Innovation: The Role of Digital Transformation Strategies in Established Organizations. *Information Systems Frontiers*, 25(3), 1017–1037. <https://doi.org/10.1007/s10796-021-10112-0>
- Sottolare, R. A. (2024). Examining the Role of Knowledge Management in Adaptive Military Training Systems. *International Conference on Human-Computer Interaction*, 300–313.
- Suárez-Barraza, M. F., & Rodríguez-González, F. G. (2018). Cornerstone root causes through the analysis of the Ishikawa diagram, is it possible to find them? A first research approach. *International Journal of Quality and Service Sciences*, 11(2), 302–316.
- Suhardono, S., Sagara, M. R. N., & Suryawan, I. W. K. (2024). Sistem Peringatan Dini untuk Banjir Rob dan Sampah Laut: Analisis SWOT. *Journal of Marine Research*, 13(3), 419–427. <https://doi.org/10.14710/jmr.v13i3.40850>
- Turale, S. (2020). A brief introduction to qualitative description: A research design worth using. *Pacific Rim International Journal of Nursing Research*, 24(3), 289–291.
- Wibowo, E. B., Legionosuko, T., & Mahroza, J. (2020). Industry 4.0: Challenges and opportunities in competency development for defense apparatus' human resources. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 29(7), 45–60.
- Wicaksana, I. G. W. (2022). How does Indonesia exercise agency in the contested and complex regional environment? *The Pacific Review*, 35(2), 297–318.
- Wieczerniak, S., Cyplik, P., & Milczarek, J. (2017). Root cause analysis methods as a tool of effective change. *Business Logistics in Modern Management*.
- Xi, J. (2017). Secure a Decisive Victory in Building a Moderately Prosperous Society in All Respects and Strive for the Great Success of Socialism with Chinese Characteristics for a New Era Xi Jinping. *Full Text of Xi Jinping's Report at 19th CPC National Congress*, 66. http://news.xinhuanet.com/english/special/2017-11/03/c_136725942.htm
- Zheng, Y., Li, Z., Xu, X., & Zhao, Q. (2022). Dynamic defenses in cyber security: Techniques, methods and challenges. *Digital Communications and Networks*, 8(4), 422–435. <https://doi.org/10.1016/j.dcan.2021.07.006>
- Zimmerman, P., Gilbert, T., & Salvatore, F. (2019). Digital engineering transformation across the Department of Defense. *The Journal of Defense Modeling and Simulation*, 16(4), 325–338.
- Zulhafiy, M., Bahari, Z., Fajil, M., & Batau, A. (2025). *Achieving Defence Self-Reliance Principle: Challenges and Strategies for Defence Industry in Malaysia*. 10(4).