



Kolaborasi Penerapan *Quadruple Helix* TNI Angkatan Udara dan PT. Dirgantara Indonesia Dalam Penguatan Industri Pertahanan Nasional (Studi Kasus Pengadaan Pesawat NC-212 di PTDI)

Collaboration in the Application of the Quadruple Helix Model Between the Indonesian Air Force (TNI AU) and PT Dirgantara Indonesia in Strengthening the National Defense Industry (Case Study of the Procurement of the NC-212 Aircraft at PTDI)

Bima Darmawanto¹, Yusuf Ali², Marsono³

¹²³ Universitas Pertahanan

Pandamand5113@gmail.com

Abstract. *The national defense industry plays a strategic role in safeguarding the sovereignty and technological independence of a nation. As an archipelagic country, Indonesia requires indigenous and adaptive main weapon systems (Alutsista) that meet national defense needs. This study aims to analyze the collaboration between the Indonesian Air Force (TNI AU) and PT Dirgantara Indonesia (PTDI) within the framework of the Quadruple Helix model, which involves government, industry, academia, and society in strengthening the national defense industry. Employing a qualitative methodology with a case study approach on the procurement of the NC-212 aircraft, this research explores the mechanisms of synergy, challenges, and the effectiveness of technology transfer among actors. The findings indicate that the TNI AU–PTDI collaboration is not yet fully structured systemically; limitations in coordination, communication, and policy integration remain the primary obstacles to achieving defense technology independence. Nevertheless, the application of the Quadruple Helix concept has been shown to enhance innovation, the effectiveness of technology transfer, and public participation in supporting national defense policies. This study provides recommendations for strengthening cross-actor coordination, optimizing collaborative research, and establishing integrated policy mechanisms as strategic steps toward achieving Indonesia’s defense industry independence.*

Keywords: *Quadruple Helix, strategic collaboration, national defense industry, Indonesian Air Force (TNI AU), PT. Dirgantara Indonesia, NC-212.*

Abstrak. Industri pertahanan nasional memiliki peran strategis dalam menjaga kedaulatan dan kemandirian bangsa. Sebagai negara kepulauan, Indonesia memerlukan alat utama sistem persenjataan (Alutsista) yang mandiri dan adaptif terhadap kebutuhan pertahanan nasional. Penelitian ini bertujuan menganalisis kolaborasi antara TNI

Angkatan Udara (TNI AU) dan PT Dirgantara Indonesia (PTDI) dalam konteks penerapan model *Quadruple Helix*, yang melibatkan pemerintah, industri, akademisi, dan masyarakat dalam memperkuat industri pertahanan nasional. Menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan studi kasus pada pengadaan pesawat NC-212, penelitian ini mengeksplorasi mekanisme sinergi, hambatan, dan efektivitas transfer teknologi antaraktor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kolaborasi TNI AU–PTDI belum sepenuhnya terstruktur secara sistemik; keterbatasan koordinasi, komunikasi, serta ketidakterpaduan kebijakan menjadi hambatan utama dalam mewujudkan kemandirian teknologi pertahanan. Namun, penerapan konsep *Quadruple Helix* terbukti dapat memperkuat inovasi, efektivitas transfer teknologi, dan partisipasi masyarakat dalam mendukung kebijakan pertahanan nasional. Penelitian ini memberikan rekomendasi penguatan koordinasi lintas aktor, optimalisasi riset kolaboratif, dan pembentukan mekanisme kebijakan terpadu sebagai langkah strategis menuju kemandirian industri pertahanan Indonesia.

Kata Kunci: *Quadruple Helix*, kolaborasi strategis, industri pertahanan nasional, TNI AU, PT. Dirgantara Indonesia, NC-212

1. Pendahuluan.

Industri pertahanan nasional memiliki posisi strategis sebagai tulang punggung sistem pertahanan negara yang berdaulat, karena melalui penguasaan dan kemandirian industri ini, negara dapat memastikan kesiapan tempur sekaligus mengurangi ketergantungan pada pihak asing. Undang-Undang Nomor 16 Tahun 2012 tentang Industri Pertahanan serta Rencana Induk Industri Pertahanan (RIIP) secara eksplisit menegaskan bahwa kemandirian alat utama sistem persenjataan (Alutsista) merupakan bagian integral dari strategi pembangunan pertahanan nasional jangka panjang. Ketergantungan terhadap impor Alutsista bukan hanya menghambat pengembangan kemampuan teknologi dalam negeri, tetapi juga berpotensi menimbulkan risiko strategis berupa kerentanan pasokan komponen vital saat terjadi krisis geopolitik dan menambah beban ekonomi negara karena biaya pengadaan yang tinggi (Widyatmoko, 2022). Dengan demikian, pembangunan industri pertahanan yang mandiri dan berdaya saing menjadi

keharusan untuk menjamin kedaulatan nasional dan efektivitas pertahanan negara di era globalisasi keamanan yang semakin kompleks.

Pengembangan industri pertahanan nasional di Indonesia masih menghadapi berbagai tantangan struktural dan sistemik, terutama terkait dengan keterbatasan penguasaan teknologi canggih, kurangnya tenaga ahli yang kompeten di bidang industri strategis, serta minimnya kapasitas riset dan produksi dalam negeri. Kondisi ini menimbulkan kesenjangan antara kebutuhan operasional pertahanan dan kemampuan industri nasional untuk memenuhinya. Dalam konteks tersebut, kolaborasi antara TNI Angkatan Udara (TNI AU) dan PT. Dirgantara Indonesia (PTDI) dalam pengadaan pesawat NC-212 menjadi contoh konkret dari upaya membangun sinergi lintas sektor antara pemerintah, industri, akademisi, dan masyarakat, sebagaimana digariskan dalam pendekatan *Quadruple Helix*. Namun, hasil empiris menunjukkan bahwa belum adanya integrasi kebijakan yang kuat serta lemahnya koordinasi dan komunikasi antaraktor menghambat efektivitas implementasi program. Akibatnya, proses pengadaan menjadi tidak efisien dan target kemandirian industri pertahanan nasional sulit tercapai sesuai arah kebijakan strategis negara (Kemendikti, 2025).

Model *Quadruple Helix* merupakan kerangka konseptual yang menekankan pentingnya kolaborasi dinamis antara empat aktor utama pemerintah, industri, akademisi, dan masyarakat dalam menciptakan ekosistem inovasi yang berkelanjutan dan adaptif terhadap perubahan lingkungan strategis. Pendekatan ini memandang inovasi bukan semata hasil dari proses teknologis, melainkan produk dari interaksi sosial, ekonomi, dan kebijakan yang saling memperkuat (Carayannis & Campbell, 2009). Dalam konteks pengadaan alat utama sistem persenjataan (Alutsista), penerapan model *Quadruple Helix* memungkinkan terwujudnya inovasi partisipatif, di mana setiap aktor berperan aktif sesuai fungsi strategisnya: pemerintah sebagai regulator dan fasilitator kebijakan, industri sebagai pelaksana dan pengembang teknologi, akademisi sebagai sumber pengetahuan ilmiah dan riset terapan, serta masyarakat sebagai penopang legitimasi sosial. Dengan sinergi keempat unsur tersebut, proses transfer teknologi dapat

berlangsung lebih efektif, transparan, dan berorientasi jangka panjang, sehingga tidak hanya memperkuat kapasitas teknologis pertahanan, tetapi juga memastikan keberlanjutan pembangunan nasional di bidang industri strategis (Widjajani, 2020).

2. Tinjauan Pustaka.

Menurut Carayannis dan Campbell (2009), konsep *Quadruple Helix* merupakan pengembangan dari model *Triple Helix* dengan menambahkan masyarakat sebagai aktor keempat, sehingga inovasi tidak hanya digerakkan oleh interaksi pemerintah, industri, dan akademisi, tetapi juga responsif terhadap kebutuhan dan aspirasi publik. Model ini menekankan pentingnya keterlibatan masyarakat dalam membentuk ekosistem inovasi yang inklusif, partisipatif, dan berkelanjutan, sehingga setiap solusi teknologi atau kebijakan yang dikembangkan lebih sesuai dengan konteks sosial dan kebutuhan nyata. Dalam konteks sektor pertahanan, penerapan *Quadruple Helix* menjadi relevan untuk memperkuat sinergi antara TNI AU, PTDI, pemerintah, akademisi, dan masyarakat, sehingga proses inovasi dan transfer teknologi pertahanan dapat berlangsung lebih efektif, adaptif, dan mendukung kemandirian industri Alutsista nasional (Widjajani, 2020).

Menurut Saleh (2022), kolaborasi merupakan proses kerja sama yang melibatkan pemahaman bersama, koordinasi, dan sinergi antar pihak untuk mencapai tujuan yang telah disepakati. Dalam konteks pengadaan Alutsista, kolaborasi strategis antara pemerintah dan industri pertahanan menjadi sangat krusial, karena memungkinkan terciptanya mekanisme terintegrasi untuk transfer teknologi, peningkatan kapasitas produksi, serta pengembangan sumber daya manusia yang kompeten. Melalui kolaborasi ini, proses perencanaan, produksi, dan pemeliharaan Alutsista dapat dijalankan secara lebih efisien, selaras dengan kebutuhan operasional TNI, dan berkontribusi terhadap kemandirian industri pertahanan nasional, sekaligus mengurangi ketergantungan pada impor dan meningkatkan daya saing teknologi strategis domestik. Industri pertahanan

berfungsi tidak hanya sebagai produsen Alutsista, tetapi juga sebagai pusat inovasi dan diplomasi strategis.

Menurut Danugroho (2022), penguatan industri pertahanan menuntut sinergi yang erat antara pemerintah, sektor industri, dan lembaga riset untuk memastikan pengembangan teknologi, kapasitas produksi, dan kesiapan operasional yang berkelanjutan. Sinergi ini menjadi fondasi bagi tercapainya kemandirian Alutsista serta daya saing strategis nasional. Di sisi lain, Susetyo et al. (2022) menekankan pentingnya kerja sama internasional sebagai mekanisme percepatan transfer teknologi, yang memungkinkan industri pertahanan domestik mengadopsi pengetahuan, standar produksi, dan inovasi dari mitra global. Contoh nyata terlihat pada kolaborasi antara PT Pindad dan FNSS Turki, yang tidak hanya meningkatkan kapasitas produksi medium tank, tetapi juga memperkuat jaringan diplomasi pertahanan dan mempercepat akuisisi teknologi strategis bagi kebutuhan nasional.

Menurut Rahmafritri et al. (2023), indikator keberhasilan kolaborasi tidak hanya diukur dari pencapaian output akhir, tetapi juga dari kualitas proses yang melibatkan sinergi antaraktor, efektivitas transfer teknologi, kapasitas inovasi, dan kemandirian produksi. Dalam konteks industri pertahanan, keberhasilan kolaborasi juga sangat bergantung pada efisiensi birokrasi, kemampuan koordinasi antar lembaga, tingkat partisipasi publik, serta konsistensi dan kesinambungan kebijakan nasional yang mendukung penguatan kapasitas industri. Dengan demikian, evaluasi kolaborasi di sektor pertahanan harus bersifat multidimensional, memperhitungkan interaksi antara faktor teknis, sosial, dan kebijakan untuk memastikan pengembangan Alutsista yang mandiri, efisien, dan berkelanjutan.

3. **Metode Pendekatan.**

Penelitian ini menerapkan metode kualitatif dengan pendekatan studi kasus pada pengadaan pesawat NC-212 di PTDI, guna memperoleh pemahaman yang mendalam dan kontekstual mengenai dinamika kolaborasi antaraktor. Pendekatan studi kasus dipilih

karena memungkinkan analisis holistik terhadap interaksi kompleks antara TNI AU, PTDI, akademisi, dan masyarakat dalam upaya penguatan industri pertahanan nasional. Metode ini memfasilitasi eksplorasi faktor-faktor yang mendukung maupun menghambat proses kolaborasi, transfer teknologi, serta pengembangan kapasitas produksi dan inovasi, sehingga temuan penelitian dapat memberikan wawasan strategis dan rekomendasi kebijakan yang aplikatif (Sugiyono, 2012; Moleong, 2007).

Data penelitian diperoleh melalui wawancara mendalam, analisis dokumen kebijakan, serta observasi langsung di lingkungan PTDI) dan instansi terkait, guna menangkap perspektif aktor kunci serta praktik operasional dalam pengadaan pesawat NC-212. Analisis dilakukan menggunakan triangulasi data untuk memastikan validitas dan reliabilitas temuan, dengan membandingkan informasi dari berbagai sumber. Selain itu, analisis kebijakan diterapkan untuk mengevaluasi kesesuaian pelaksanaan program dengan kerangka regulasi nasional, termasuk Undang-Undang No. 16 Tahun 2012 dan Rencana Induk Industri Pertahanan (RIIP), sehingga penelitian mampu menghubungkan praktik lapangan dengan tujuan strategis nasional dan kemandirian industri pertahanan.

4. Hasil dan Diskusi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kolaborasi antara TNI AU dan PTDI masih dihadapkan pada sejumlah tantangan struktural dan kultural yang signifikan, yang menghambat efektivitas implementasi program penguatan industri pertahanan nasional. Secara struktural, hambatan utama mencakup lemahnya koordinasi antaraktor kunci dalam ekosistem *Quadruple Helix*, terutama antara lembaga pemerintah, institusi militer, dan pihak industri, yang menyebabkan fragmentasi kebijakan serta tumpang tindih kewenangan dalam proses pengadaan dan inovasi teknologi. Dari aspek regulatif, ketidaksinkronan antara kebijakan pertahanan, perindustrian, dan riset teknologi memperlambat proses alih teknologi dan komersialisasi hasil riset. Sementara itu, pada tingkat kultural, perbedaan orientasi kelembagaan antara birokrasi militer dan korporasi industri menimbulkan kesenjangan dalam budaya kerja, pola komunikasi, serta

manajemen inovasi. Selain itu, keterbatasan kapasitas riset dan kemampuan teknologi di lingkungan industri pertahanan domestik, seperti di PTDI, memperkuat ketergantungan terhadap mitra asing dan menghambat upaya kemandirian Alutsista nasional (PTDI, 2025).

Implementasi *transfer of technology (ToT)* dalam pengadaan pesawat NC-212 di lingkungan kerja sama antara TNI AU, pemerintah, dan PT DI masih belum mencapai tingkat optimal karena lemahnya mekanisme komunikasi dan koordinasi antaraktor yang terlibat. Secara ideal, ToT berfungsi sebagai sarana strategis untuk mentransfer kemampuan teknis, pengetahuan desain, dan proses produksi dari mitra asing ke industri pertahanan nasional. Namun, dalam praktiknya, keterbatasan integrasi sistem manajerial dan teknis antara pemangku kepentingan menyebabkan proses alih teknologi berjalan parsial dan tidak sinkron dengan kebutuhan operasional pengguna. Akibatnya, rantai produksi menjadi tidak efisien, waktu pengerjaan proyek mengalami keterlambatan, dan biaya implementasi meningkat secara signifikan. Ketidakterpaduan ini juga mengindikasikan belum adanya mekanisme evaluasi yang terstruktur untuk memastikan keberlanjutan penyerapan teknologi dan peningkatan kapasitas sumber daya manusia di tingkat industri pertahanan nasional (Defend-ID, 2022).

Namun demikian, pendekatan *Quadruple Helix* menawarkan paradigma baru dalam membangun kolaborasi strategis lintas sektor guna memperkuat ekosistem inovasi nasional, khususnya dalam bidang industri pertahanan. Melalui sinergi empat aktor utama—pemerintah, industri, akademisi, dan Masyarakat pendekatan ini mampu menciptakan mekanisme kolaboratif yang saling melengkapi sesuai peran dan kapasitas masing-masing. Akademisi berkontribusi melalui penguatan riset terapan dan pengembangan teknologi yang relevan dengan kebutuhan operasional pertahanan; industri berfokus pada inovasi produk, efisiensi produksi, serta peningkatan kualitas manufaktur; pemerintah bertindak sebagai regulator dan fasilitator, menyediakan kebijakan strategis, insentif fiskal, dan dukungan pendanaan sedangkan masyarakat berperan dalam meningkatkan legitimasi sosial dan akseptansi publik terhadap program

pengadaan dalam negeri, sehingga mendorong kemandirian Alutsista berbasis partisipasi nasional. Dengan demikian, *Quadruple Helix* tidak hanya memperkuat kapasitas inovasi dan efisiensi kelembagaan, tetapi juga menumbuhkan rasa kepemilikan kolektif terhadap agenda pembangunan industri pertahanan nasional (Liputan6.com, 2024).

Kolaborasi strategis berbasis model *Quadruple Helix* berpotensi menjadi katalis bagi percepatan kemandirian teknologi dan penguatan ekosistem inovasi di sektor pertahanan Indonesia. Dengan mengintegrasikan peran pemerintah, industri, akademisi, dan masyarakat dalam satu sistem inovasi nasional yang terpadu, kolaborasi ini dapat mempercepat proses alih teknologi, mendorong sinergi riset terapan, serta menciptakan mekanisme produksi yang lebih efisien dan berkelanjutan. Pendekatan ini juga mampu memperkuat posisi industri pertahanan domestic seperti PT. Dirgantara Indonesia dalam rantai pasok global, sekaligus meningkatkan kapasitas sumber daya manusia di bidang teknik, manajemen industri, dan teknologi penerbangan militer. Dalam konteks globalisasi dan kompetisi geopolitik yang semakin kompleks, kolaborasi ini menjadi prasyarat untuk mengurangi ketergantungan terhadap impor alat utama sistem persenjataan (Alutsista) dan menciptakan daya saing nasional berbasis inovasi.

Jika model *Quadruple Helix* diterapkan secara sistemik dan konsisten dalam kebijakan industri pertahanan nasional, maka dampak strategisnya akan terasa pada peningkatan kapabilitas nasional, baik dalam aspek teknologi, produksi, maupun manajemen pertahanan. Pemerintah dapat memainkan peran sentral sebagai pengarah kebijakan dan penjamin keberlanjutan program, sementara industri dan akademisi menjadi motor penggerak inovasi serta pengembangan kapasitas teknis. Di sisi lain, keterlibatan masyarakat memperkuat legitimasi sosial dan transparansi kebijakan, yang penting untuk memastikan keberterimaan publik terhadap pengadaan Alutsista dalam negeri. Dengan demikian, industri pertahanan tidak hanya berfungsi sebagai entitas ekonomi dan manufaktur, tetapi juga sebagai instrumen strategis kedaulatan nasional, yang mampu mendukung otonomi pertahanan serta memperkuat posisi Indonesia di tengah dinamika sistem keamanan internasional.

5. Kesimpulan.

Kolaborasi antara TNI Angkatan Udara (TNI AU) dan PT. Dirgantara Indonesia (PTDI) dalam pengadaan pesawat NC-212 memberikan wawasan penting mengenai implementasi konsep *Quadruple Helix* di sektor pertahanan nasional. Temuan penelitian mengungkap bahwa, meskipun sinergi antaraktor pemerintah, industri, akademisi, dan masyarakat masih belum optimal akibat hambatan koordinasi, ketidaksinkronan regulasi, dan keterbatasan kapasitas teknologi, pendekatan *Quadruple Helix* menawarkan kerangka strategis yang mampu mengatasi keterbatasan tersebut. Dengan penerapan yang terintegrasi dan sistemik, model ini berpotensi memperkuat inovasi produk pertahanan, mempercepat transfer teknologi, meningkatkan kapasitas sumber daya manusia, dan mendorong partisipasi serta legitimasi publik. Oleh karena itu, *Quadruple Helix* tidak hanya berfungsi sebagai mekanisme kolaborasi, tetapi juga sebagai instrumen strategis untuk mewujudkan kemandirian dan daya saing industri pertahanan nasional.

Diperlukan strategi nasional yang komprehensif dan terintegrasi, yang menegaskan peran koordinatif pemerintah sebagai regulator dan fasilitator kebijakan, dukungan riset dan inovasi dari akademisi, penguatan kapasitas produksi dan teknologi di sektor industri pertahanan, serta peningkatan literasi dan partisipasi masyarakat dalam isu pertahanan. Strategi ini bertujuan menciptakan ekosistem kolaboratif yang harmonis, di mana setiap aktor dapat berkontribusi secara efektif sesuai peran dan keahliannya, sehingga proses inovasi, transfer teknologi, dan produksi Alutsista dapat berlangsung secara efisien dan berkelanjutan. Implementasi model kolaboratif berbasis *Quadruple Helix* ini akan menjadi fondasi strategis bagi tercapainya kemandirian Alutsista, penguatan ketahanan nasional, dan kemampuan adaptif Indonesia dalam menghadapi dinamika globalisasi pertahanan yang semakin kompleks.

Daftar Pustaka

- Carayannis, E. G., & Campbell, D. F. J. (2009). *'Mode 3' and 'Quadruple Helix': Toward a 21st Century Fractal Innovation Ecosystem*. *International Journal of Technology Management*, 46(3-4), 201-234. <https://doi.org/10.1504/IJTM.2009.023374>
- Danugroho, T. (2022). *Penguatan Industri Pertahanan dalam Perspektif Bela Negara*. Jakarta: LIPI Press.
- Defend-ID. (2022). *Laporan Tahunan Holding BUMN Industri Pertahanan Nasional 2022*. Bandung: Defend-ID.
- Iswardani, A., & Armandha, F. (2020). *Globalisasi dan Transformasi Industri Pertahanan di Asia Tenggara*. *Jurnal Keamanan Nasional*, 6(1), 77-95.
- Kemendikti. (2025). *Laporan Kolaborasi Industri Pertahanan Nasional dan Dunia Akademik*. Jakarta: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Liputan6.com. (2024, March 10). *PTDI dan TNI AU Perkuat Sinergi Riset Teknologi Pesawat NC-212*.
- Mahdidah, R. (2022). *Kebijakan Industri Pertahanan Nasional di Era Multipolaritas*. *Jurnal Pertahanan dan Bela Negara*, 12(3), 45-60.

- Moleong, L. J. (2007). *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Rahmafriti, F., Deswita, E., Mulia, J. R., & Zulmuqim. (2023). *Analisis Indikator Keberhasilan Program Kolaborasi Lintas Sektor*. *Jurnal Administrasi Publik Indonesia*, 9(2), 134–148.
- Saleh, C. (2022). *Modul Kolaborasi dalam Pemerintahan dan Organisasi Sosial*. Universitas Terbuka.
- Sugiyono. (2012). *Metode Penelitian Kualitatif, Kuantitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Susetyo, A., Pramudya, S., & Oktaviani, I. (2022). *Transfer Teknologi dalam Kolaborasi PT Pindad dan FNSS Turki: Studi Kasus Pengembangan Medium Tank Harimau*. *Jurnal Ketahanan Nasional*, 28(1), 99–114.
- TNI-AU. (2024). *Laporan Sinergi Pengadaan Alutsista TNI AU–PTDI Tahun 2024*. Jakarta: Dinas Materiel TNI AU.
- Widjajani, N. (2020). *Quadruple Helix dan Inovasi Nasional: Integrasi Akademisi, Pemerintah, Industri, dan Masyarakat*. *Jurnal Inovasi dan Teknologi*, 5(1), 1–12.
- Widyatmoko, A. (2022). *Strategi Peningkatan Daya Saing Industri Pertahanan Nasional Melalui Inovasi Teknologi*. *Jurnal Strategi Pertahanan*, 8(2), 55–70