

## Interoperability of civilian medical teams and TNI CBRN units to strengthen public health protection during CBRNE emergencies

Faonaso Harefa<sup>1</sup>, Cecilia F. Harsono<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Kesehatan Pertahanan, Universitas Pertahanan Jakarta, Indonesia

<sup>2</sup>Fakultas Keamanan Nasional, Universitas Pertahanan Jakarta, Indonesia

Article Info	Abstrak
<p><i>Article history</i></p> <p>Received : Dec 10, 2025            Revised : Dec 13, 2025            Accepted : Jan 08, 2026</p>	<p><i>Latar Belakang:</i> Secara global, ancaman Chemical, Biological, Radiological, Nuclear, and Explosive (CBRNE) diakui sebagai enduring threat terhadap keamanan dan kesehatan publik. Namun, di Indonesia ancaman CBRNE belum dipersepsikan sebagai isu strategis yang secara langsung memengaruhi kesehatan publik dan pertahanan negara. <i>Tujuan:</i> Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas koordinasi dan kolaborasi antara sektor kesehatan sipil, Satuan Nubika TNI, dan Kesehatan Pertahanan dalam merespons potensi ancaman CBRNE di Indonesia. <i>Metode:</i> Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif. Data diperoleh melalui kajian pustaka terhadap regulasi dan dokumen kebijakan, serta data sekunder dari media massa daring yang relevan. Analisis data dilakukan dengan model analisis kualitatif Creswell (2014), meliputi pengorganisasian data, pengkodean, penarikan tema, dan interpretasi temuan. <i>Temuan:</i> Hasil penelitian menunjukkan bahwa respons terhadap ancaman CBRNE di Indonesia belum menjadi prioritas nasional. Belum terdapat perjanjian kerja sama permanen antara sektor kesehatan sipil dan otoritas terkait seperti BAPETEN, BNPB, BNPT, dan Brimob Polri dengan Kesehatan Pertahanan dan Satuan Nubika TNI. Pola kolaborasi lintas sektor yang berjalan selama ini masih bersifat reaktif dan insidental. <i>Kesimpulan:</i> Efektivitas respons ancaman CBRNE di Indonesia hanya dapat ditingkatkan melalui penegasan pemerintah terhadap status CBRNE sebagai ancaman serius, yang diinstitutionalisasi dalam regulasi serta diperkuat melalui kolaborasi lintas sektor berbasis perjanjian kerja sama permanen.</p>
<p><b>Key words:</b></p> <p>CBRNE,            Coordination,            Defense,            Health,            Indonesia.</p>	<p><b>Abstract</b></p> <p><i>Background:</i> Globally, Chemical, Biological, Radiological, Nuclear, and Explosive (CBRNE) threats are recognized as enduring risks to security and public health. In Indonesia, however, CBRNE threats have not yet been perceived as strategic issues that directly affect public health and national defense. <i>Objective:</i> This study aims to analyze the effectiveness of coordination and collaboration among the civilian health sector, the Indonesian National Armed Forces (TNI) CBRN units (Satuan Nubika TNI), and the Defense Health system in responding to potential CBRNE threats in Indonesia. <i>Methods:</i> This study employed a descriptive qualitative approach. Data were collected through a literature review of relevant regulations and policy documents, as well as secondary data from credible online mass media sources. Data analysis followed Creswell's (2014) qualitative analysis framework, including data organization, coding, theme development, and interpretation. <i>Findings:</i> The findings indicate that CBRNE threat response has not yet become a national priority in Indonesia. There are no permanent cooperation agreements between the civilian health sector and relevant authorities such as the Nuclear Energy Regulatory Agency (BAPETEN), the National Disaster Management Agency (BNPB), the National Counterterrorism Agency (BNPT), and the Mobile Brigade of the National Police (Brimob Polri) and the Defense Health system and TNI CBRN units. Existing cross-sectoral collaboration remains largely reactive and ad hoc. <i>Conclusion:</i> Effective CBRNE threat response in Indonesia can only be achieved through firm government recognition of CBRNE as a serious national threat, institutionalized through regulatory frameworks and strengthened by permanent, formalized cross-sectoral cooperation agreements.</p>

**Corresponding Author:**

Faonaso Harefa,  
 Fakultas Kesehatan Pertahanan  
 Universitas Pertahanan Jakarta, Indonesia



## PENDAHULUAN

Secara global, kajian mengenai kesiapsiagaan CBRNE menunjukkan pola kegagalan yang berulang, terutama lemahnya koordinasi antar lembaga, fragmentasi struktur komando, serta belum terinstitusionalisasinya integrasi sipil–militer secara permanen. Berbagai peristiwa internasional, seperti kecelakaan nuklir, pandemi biologis, dan insiden bahan kimia berbahaya, menunjukkan bahwa kegagalan interoperabilitas antara otoritas kesehatan sipil, lembaga penanggulangan bencana, dan unit CBRN militer berdampak langsung pada keterlambatan respons dan meningkatnya risiko kesehatan publik (Adeyeri & Abroshan, 2024). Sebaliknya, praktik terbaik di sejumlah negara menekankan pentingnya kerangka kerja kolaborasi yang dilembagakan melalui regulasi, sistem komando terpadu, latihan bersama, dan pembagian kewenangan yang jelas. Konteks Indonesia berbeda karena hingga saat ini belum memiliki kerangka kelembagaan permanen yang mengintegrasikan sektor kesehatan sipil dengan Kesehatan Pertahanan dan Satuan Nubika TNI, sehingga kolaborasi lintas sektor masih bersifat insidental dan berbasis respons terhadap kejadian tertentu (Andriollo et al., 2021).

Meskipun Indonesia belum mengalami bencana CBRNE berskala besar yang secara resmi dinyatakan, terdapat sejumlah insiden aktual maupun *near-miss* yang memperlihatkan urgensi penelitian ini. Kasus kebocoran bahan kimia industri, pengelolaan material radioaktif yang belum optimal, serta ancaman biologis seperti pandemi menunjukkan adanya potensi risiko CBRNE yang nyata (Abbas et al., 2022). Pandemi COVID-19 dapat dipahami sebagai *biological near-miss* yang mengungkap keterbatasan kesiapsiagaan, kapasitas respons, dan koordinasi sipil–militer di sektor kesehatan. Selain itu, karakteristik Indonesia sebagai negara dengan kawasan industri luas, kepadatan penduduk tinggi, serta risiko terorisme dan bencana alam yang kompleks semakin memperbesar kemungkinan eskalasi ancaman CBRNE apabila tidak ditangani melalui pendekatan yang terintegrasi dan proaktif (Prem, 2021).

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa kegagalan interoperabilitas paling dominan terjadi pada tingkat kelembagaan dan regulasi. Ketiadaan perjanjian kerja sama permanen, ketidakjelasan pembagian peran dan kewenangan, dan belum adanya standar operasional bersama antara otoritas sipil dan unsur pertahanan menyebabkan koordinasi berjalan tidak optimal. Kelemahan pada level ini kemudian berdampak pada aspek operasional, seperti keterlambatan pertukaran informasi, lemahnya komando dan kendali, serta pemanfaatan kapabilitas Nubika TNI yang belum terintegrasi secara sistematis dalam respons kesehatan publik. Permasalahan utama interoperabilitas tidak semata-mata terletak pada kapasitas teknis, tetapi pada desain kelembagaan dan tata kelola kolaborasi lintas sektor (Eriksson et al., 2020).

Secara teoretis, kesenjangan yang dikaji dalam penelitian ini berada dalam kerangka kolaborasi antarorganisasi, hubungan sipil–militer, serta tata kelola keamanan dan kesehatan publik. Literatur sebelumnya telah banyak membahas koordinasi dalam manajemen bencana dan kedaruratan kesehatan, namun sebagian besar masih berfokus pada konteks negara maju dan aspek operasional semata. Aspek institusionalisasi kolaborasi sipil–militer dalam kesiapsiagaan CBRNE, khususnya di negara berkembang dengan fragmentasi tata kelola yang kuat, masih relatif kurang dieksplorasi (De Rezende & Blackwell, 2020).

Penelitian ini berupaya mengisi kesenjangan tersebut dengan menekankan pentingnya pendekatan berbasis tata kelola yang mengintegrasikan Kesehatan Pertahanan dan Satuan Nubika TNI ke dalam sistem kesiapsiagaan kesehatan nasional secara permanen dan berkelanjutan.

Permasalahan utama berupa belum optimalnya interoperabilitas dan kolaborasi antara sektor kesehatan sipil, Kesehatan Pertahanan, dan Satuan Nubika TNI dalam kesiapsiagaan dan respons terhadap ancaman CBRNE di Indonesia, yang ditandai oleh lemahnya kerangka kelembagaan, regulasi, dan mekanisme kerja sama permanen (Bhakti et al., 2024).

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis bentuk, tingkat, dan faktor penyebab kegagalan interoperabilitas lintas sektor dalam respons CBRNE, serta merumuskan kebutuhan penguatan tata

kelola kolaborasi sipil–militer berbasis regulasi dan integrasi kelembagaan guna meningkatkan efektivitas sistem kesiapsiagaan kesehatan nasional secara berkelanjutan(Andrew, 2017).

## **METODE PENELITIAN**

Metode Yang digunakan: Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif(Hall & Liebenberg, 2024). Pendekatan kualitatif deskriptif dipilih karena penelitian ini bertujuan memahami secara mendalam dinamika koordinasi, tata kelola, dan interoperabilitas sipil–militer dalam respons CBRNE, bukan menguji hubungan kausal atau mengukur variabel secara kuantitatif. Kompleksitas ancaman CBRNE dan keterlibatan banyak aktor lintas sektor menuntut pendekatan yang mampu menangkap konteks kebijakan dan kelembagaan secara komprehensif.

Sumber Data: Data sekunder berupa kajian Pustaka meliputi; Undang-Undang No. 3 Tahun 2025 tentang Perubahan atas Undang-Undang No. 34/2004 tentang TNI. Undang-Undang No. 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana. Undang-Undang No. 10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran. Undang-Undang No. 17 Tahun 2023 tentang Kesehatan Nasional. Undang-Undang No. 5 Tahun 2018 tentang Pidana Terorisme dan dari sumber media online tentang kejadian CBRNE yang pernah terjadi. Keandalan data media daring dijaga dengan membatasi sumber pada media nasional yang kredibel serta melakukan verifikasi silang dengan dokumen resmi dan regulasi pemerintah. Bias media dikendalikan melalui perbandingan antar sumber dan dengan menempatkan data media sebagai informasi kontekstual, bukan sebagai satu-satunya dasar temuan.

Teknik Analisis Data: Pada Penelitian ini menggunakan analisis data menggunakan Landasan Teori yang meliputi: Sociotechnical Systems Theory oleh Trist dan Emery (1951) (Sony & Naik, 2020). Interagency Coordination Theory oleh Bardach (1998) (Bjurstrøm, 2021). Incident Command System (ICS) Framework oleh FIRESCOPE (1970) (Article, 2020). Civil-Military Cooperation (CIMIC) Theory (2000)(Usman et al., 2024). Complex Adaptive Systems (CAS) Theory oleh Holland (1992)(Scharte, 2025). ICS dan CIMIC dianalisis pada tingkat kebijakan, kelembagaan, dan operasional dengan menelaah regulasi, pembagian kewenangan antarinstansi, serta praktik respons yang terdokumentasi dalam konteks Indonesia. Analisis data dilakukan melalui tahapan pengorganisasian dokumen, pengkodean tematik, identifikasi pola koordinasi dan kelembagaan, serta interpretasi temuan berdasarkan kerangka teori yang digunakan, mengacu pada model analisis kualitatif Creswell.

Validasi Data. Validitas dijaga melalui triangulasi antarjenis dokumen, yaitu regulasi, dokumen kebijakan, dan pemberitaan media, sehingga konsistensi dan perbedaan informasi dapat diuji meskipun seluruh data bersifat dokumenter. Akurasi dan relevansi temporal regulasi dipastikan dengan menggunakan peraturan yang masih berlaku, dianalisis berdasarkan hierarki, tahun penerbitan, dan konteks implementasinya, serta dikaitkan dengan kebijakan terbaru terkait kesiapsiagaan CBRNE.

Batasan Penelitian. Penelitian ini dibatasi oleh akses terhadap informasi sensitif terkait operasi Nubika TNI dan dokumen strategis tertentu, serta keterbatasan observasi insiden CBRNE nyata yang jarang terjadi. Namun, triangulasi data dan penggunaan dokumen resmi memperkuat validitas temuan.

Proposisi: Secara teori bahwa Interoperabilitas komando kendali antara tim medis sipil dan satuan NUBIKA TNI berpengaruh secara signifikan dalam respon tanggap darurat CBRNE.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Hasil Penelitian**

#### **Temuan Berdasarkan Kajian Pustaka**

Temuan penelitian menunjukkan bahwa interoperabilitas komando dan kendali antara tim medis sipil dan Satuan Nuklir, Biologi, dan Kimia (Nubika) Tentara Nasional Indonesia (TNI) belum terbentuk secara efektif dalam respons kedaruratan Chemical, Biological, Radiological, Nuclear, and Explosive (CBRNE). Penyebab utama dari kondisi ini adalah ketiadaan kerangka hukum nasional yang secara spesifik mengatur tata kelola dan mekanisme koordinasi lintas-sektor dalam penanganan ancaman CBRNE. Walaupun terdapat beberapa undang-undang yang memuat mandat umum bagi instansi seperti BNPB, Kemenkes, Polri, BAPETEN, BNPT, dan TNI, tidak ada regulasi turunan berupa perjanjian kerja sama (*memorandum of understanding* atau *letter of agreement*) maupun SOP terpadu yang mendefinisikan struktur komando, alur komunikasi, pembagian tugas, dan mekanisme interoperabilitas yang harus dijalankan dalam situasi kedaruratan CBRNE. Dalam teori *multi agency emergency response*, ketiadaan kerangka operasional bersama menyebabkan setiap instansi bertindak berdasarkan persepsi mandat sektoral masing-masing, sehingga memunculkan fragmentasi

kewenangan, respon yang tumpang tindih, dan kesenjangan informasi dalam situasi yang membutuhkan respons cepat dan presisi tinggi.

Ketiadaan SOP terstandarisasi yang disepakati dan diujicobakan secara nasional, tim medis sipil dan Satuan Nubika TNI tidak memiliki pedoman operasional yang mengatur prosedur identifikasi kontaminasi, zonasi panas-dingin, rantai komando klinis, triase massal berbasis CBRNE, mekanisme rujukan korban, pelaksanaan dekontaminasi, serta koordinasi keamanan biologis dan radiologis. Interoperabilitas tidak dapat terwujud hanya dengan kerangka regulasi makro, tetapi membutuhkan dokumen operasional rinci dan latihan gabungan yang memastikan keselarasan kapasitas, *situational awareness*, dan respons teknis antarinstansi. Tanpa SOP bersama dan perjanjian kerja sama formal, alur komando berjalan ad hoc, komunikasi antarinstansi menjadi lambat, dan integrasi respons baik dari sisi medis, militer, maupun keamanan tidak dapat dicapai.

Kondisi ini menempatkan masyarakat pada risiko lebih tinggi karena insiden CBRNE memiliki karakteristik bahaya yang berkembang cepat, bersifat kontaminatif, dan dapat menimbulkan dampak massal dalam hitungan menit. Tanpa respons terpadu, setiap keterlambatan atau kesalahan koordinasi misalnya kegagalan menetapkan zonasi panas-dingin, lambatnya dekontaminasi, atau miskomunikasi antara tim medis sipil dan Satuan Nubika TNI dapat berujung pada meningkatnya jumlah korban, meluasnya paparan bahan berbahaya, serta runtuhnya sistem layanan kesehatan lokal. CBRNE menuntut integrasi penuh antara respons klinis, dekontaminasi teknis, keamanan radiologis/biologis, dan pengendalian situasi di lapangan. Karena itu, absennya komando terpadu dan SOP bersama menciptakan *systemic vulnerability* yang secara langsung mengancam keselamatan publik dan efektivitas penanggulangan darurat nasional.

### Temuan Penelitian yang bersumber dari Media Online

**Tabel 1.** Daftar Kejadian CBRNE di Indonesia

Jenis Ancaman	Kejadian	Tahun
Chemical	Kebocoran amonia PT PIM Aceh	2016
Chemical	Kebocoran amonia PT KFI Cilegon	2020
Chemical	Kebocoran amonia Gresik	2022
Chemical	Ledakan Depo Pertamina Plumpang	2023
Biological	Wabah antraks Kulon Progo-Yogyakarta	2019
Biological	Covid-19	2019-2022
Biological	Wabah antraks Gunungkidul	2023
Biological	Kasus antraks Papua	2022
Radiological	Paparan Cesium-137 Perum Batan Indah	2020
Radiological	Temuan radioaktif Cekadane-Tangerang	2021
Radiological	Temuan radioaktif Lampung	2018
Radiological	Kehilangan sumber radiografi industri	2016-2022
Nuclear	Anomali fasilitas riset nuklir BATAN	2014-2020
Explosive	Ledakan pabrik kembang api Tangerang	2017
Explosive	Ledakan gudang amunisi Cimahi	2023
Explosive	Berbagai Rangkaian aksi terorisme di Indonesia	2016-2021
Explosive	Penggunaan Bom Molotov di Indonesia	2025

Sumber data: Media Online

Berbagai kejadian CBRNE di Indonesia yang masih terjadi seperti ditunjukkan pada tabel 1 di atas menunjukkan bahwa insiden *Chemical, Biological, Radiological, Nuclear, and Explosive* terjadi berulang di berbagai wilayah dan lintas sektor, mulai dari industri, pemukiman, fasilitas riset, hingga kasus wabah dan terorisme. Pola kejadian ini mengindikasikan bahwa Indonesia menghadapi spektrum ancaman CBRNE yang kompleks dan terus berkembang, sehingga menuntut respons kedaruratan yang terkoordinasi dan memiliki interoperabilitas tinggi antara tim medis sipil dan Satuan Nuklir, Biologi, dan Kimia (Nubika) TNI. Namun, daftar kejadian tersebut juga memperlihatkan tidak adanya sistem komando terpadu yang mampu menyatukan respon klinis, dekontaminasi, keamanan radiologis, investigasi teknis, dan penindakan berbasis OMSP secara simultan. Setiap insiden ditangani secara sektoral oleh instansi masing-masing, sehingga alur komando, pertukaran informasi, dan pembagian peran tidak berjalan sebagai satu kesatuan sistem.

## Dikusi

### a. Ditinjau dari *teori Sociotechnical Systems*

Ditinjau dari teori *Sociotechnical Systems*, rangkaian kejadian CBRNE di Indonesia menunjukkan adanya ketidakseimbangan antara subsistem teknis (teknologi deteksi, dekontaminasi, sistem peringatan dini, protokol keamanan nuklir/biologis) dan subsistem sosial (struktur organisasi, alur komando, koordinasi lintas lembaga, dan kapasitas sumber daya manusia). Daftar insiden CBRNE yang berulang mengindikasikan bahwa sistem teknis di berbagai sektor industri, kesehatan, dan pertahanan tidak didukung oleh sistem sosial yang mampu mengelola, mengintegrasikan, dan merespons kejadian secara terpadu. Ketidakhadiran SOP bersama, tidak adanya komando terpadu, serta minimnya interoperabilitas antara tim medis sipil dan Satuan Nubika TNI menunjukkan kegagalan *joint optimization*, yaitu prinsip utama STS bahwa keselamatan dan efektivitas hanya tercapai bila komponen sosial dan teknis bekerja harmonis dalam satu sistem. Karena respons CBRNE menuntut koordinasi kompleks antara dekontaminasi teknis, respons medis, investigasi radiologis, dan tindakan OMSP militer, maka fragmentasi ini menciptakan *system vulnerability* yang signifikan. Dengan demikian, temuan penelitian menegaskan bahwa Indonesia belum memiliki *sociotechnical system* yang utuh dalam penanganan CBRNE, karena interaksi antara sistem teknis dan sosial belum diatur, disinergikan, ataupun diuji secara bersama-sama dalam struktur komando terintegrasi.

### b. Ditinjau dari *Interagency Coordination*

Ditinjau dari perspektif *Interagency Coordination*, temuan penelitian menunjukkan bahwa respons terhadap kejadian CBRNE di Indonesia masih sangat terfragmentasi karena tidak adanya mekanisme koordinasi formal, struktur komando terpadu, serta protokol operasional bersama antara lembaga-lembaga kunci seperti BNPB/BPBD, Kemenkes, BAPETEN, Polri, BNPT, dan Satuan Nubika TNI. Daftar insiden CBRNE yang berulang di berbagai sektor dan wilayah mengindikasikan bahwa setiap instansi bergerak berdasarkan mandat sektoral tanpa integrasi lintas-lembaga, sehingga alur komando, pertukaran informasi, dan pembagian peran tidak berjalan sebagai satu sistem respons yang menyeluruh. Dalam kerangka teori *Interagency Coordination*, kondisi ini mencerminkan lemahnya tiga pilar utama *communication*, *role clarity*, dan *joint decision-making*. Tidak adanya SOP terpadu dan perjanjian kerja sama formal menyebabkan respons klinis, dekontaminasi, investigasi teknis, dan penegakan keamanan berjalan tidak sinkron. Dampaknya, interoperabilitas antara tim medis sipil dan Satuan Nubika TNI tidak pernah terbentuk, padahal respons CBRNE secara inheren menuntut kolaborasi real-time dan koordinasi lintas-instansi yang kuat agar penanganan dapat berlangsung cepat, aman, dan efektif.

### c. Ditinjau dari *Incident Command System (ICS) Framework*

Ditinjau dari *Incident Command System (ICS) Framework*, temuan penelitian menunjukkan bahwa respons terhadap kejadian CBRNE di Indonesia belum memenuhi prinsip dasar ICS, yaitu adanya struktur komando tunggal (*unity of command*), koordinasi lintas fungsi, pembagian peran yang jelas, dan sistem komunikasi terpadu. Berbagai insiden CBRNE yang tercantum dalam tabel menunjukkan bahwa setiap kejadian ditangani oleh instansi berbeda tanpa mekanisme *Unified Command*, sehingga respons klinis, dekontaminasi, investigasi radiologis/biologis, dan tindakan keamanan berjalan secara sektoral dan tidak terintegrasi. Ketiadaan SOP nasional, tidak adanya pusat komando CBRNE yang menyatukan BNPB, Kemenkes, BAPETEN, Polri, BNPT, serta Satuan Nubika TNI, serta absennya jalur komunikasi real-time menyebabkan *command and control* tidak terbentuk sebagaimana standar ICS. Akibatnya, fungsi-fungsi utama *ICS operations*, *planning*, *logistics*, dan *public information* tidak dapat berjalan sebagai satu kesatuan sistem. Dengan demikian, Indonesia belum mengimplementasikan ICS dalam konteks CBRNE, sehingga respons yang dihasilkan lambat, tidak sinkron, dan rentan menimbulkan kesalahan penanganan pada situasi yang secara inheren membutuhkan komando terpadu dan koordinasi lintas-instansi yang ketat.

### d. Ditinjau dari *Civil-Military Cooperation Theory*

Ditinjau dari perspektif *Civil-Military Cooperation (CIMIC) Theory*, temuan penelitian menunjukkan bahwa kerja sama antara instansi sipil dan militer dalam respons CBRNE di Indonesia belum memenuhi prinsip fundamental CIMIC, yaitu *coordination*, *mutual support*, dan *shared situational awareness*. Berbagai insiden CBRNE yang terjadi secara berulang di sektor industri, kesehatan, radiologi, dan keamanan memperlihatkan bahwa institusi sipil seperti BNPB, Kemenkes, BAPETEN, Polri, serta pemerintah daerah cenderung bekerja secara sektoral, sementara kapasitas teknis

dekontaminasi dan mitigasi CBRNE yang dimiliki Satuan Nubika TNI tidak terintegrasi ke dalam sistem respons sipil. Ketiadaan SOP bersama, tidak adanya mekanisme *joint planning*, dan minimnya pertukaran informasi operasional menyebabkan kedua entitas tidak dapat membangun pemahaman situasi bersama (*common operating picture*) yang sangat penting dalam penanganan ancaman CBRNE. Dalam kerangka CIMIC, kondisi ini menunjukkan bahwa *civil-military interface* belum terbentuk secara fungsional baik dalam aspek komando, logistik, maupun respons medis sehingga tidak tercapai sinergi operasional yang dibutuhkan untuk menghasilkan respons cepat, aman, dan efektif pada insiden CBRNE yang berisiko tinggi.

e. Ditinjau dari *Complex Adaptive Systems*

Ditinjau dari perspektif *Complex Adaptive Systems* (CAS), rangkaian insiden CBRNE di Indonesia menunjukkan bahwa sistem penanggulangan darurat nasional belum mampu beradaptasi terhadap dinamika ancaman yang bersifat tidak linear, saling berkaitan, dan berubah cepat. Dalam kerangka CAS, setiap elemen tim medis sipil, Satuan Nubika TNI, BNPB, Kemenkes, BAPETEN, Polri, BNPT, serta pemerintah daerah seharusnya berfungsi sebagai *interdependent agents* yang membentuk respons adaptif melalui mekanisme pembelajaran, koordinasi spontan, dan pertukaran informasi real-time. Namun temuan penelitian memperlihatkan bahwa masing-masing aktor bekerja dalam silo sektoral tanpa integrasi pengetahuan atau kemampuan beradaptasi, sehingga respons tidak mengalami *self-organization* yang diperlukan dalam situasi darurat kompleks seperti CBRNE. Ketiadaan SOP terpadu, tidak adanya *feedback loop* antarinstansi, dan lemahnya komando terpadu menghambat terbentuknya adaptasi sistem secara kolektif. Akibatnya, keseluruhan sistem justru berperilaku sebagai entitas kaku dan tidak responsif terhadap eskalasi ancaman, sehingga meningkatkan risiko kegagalan sistemik dalam penanganan kedaruratan yang membutuhkan koordinasi fleksibel, lintas-sektor, dan berkecepatan tinggi.

f. Perbandingan Dengan Penelitian Terdahulu

Temuan penelitian ini memperluas dan memperdalam hasil penelitian terdahulu dengan menunjukkan bahwa ketidaksiapan Indonesia dalam menghadapi ancaman CBRNE tidak hanya berasal dari ketiadaan kebijakan nasional sebagaimana disampaikan Sarjito (2025), maupun dari absennya kesiapan institusi kesehatan pertahanan seperti yang ditemukan Harefa (2025), tetapi lebih jauh disebabkan oleh tidak berfungsinya interoperabilitas komando kendali lintas-sektor secara sistemik. Penelitian ini mengungkap bahwa ketiadaan SOP nasional, tidak adanya struktur *Unified Command*, lemahnya mekanisme komunikasi, serta fragmentasi peran antarinstansi menyebabkan respons CBRNE berjalan sektoral dan ad hoc, sehingga memperkuat kesimpulan penelitian terdahulu namun juga menambahkan temuan baru bahwa akar masalah utamanya adalah absennya arsitektur koordinasi terpadu antara tim medis sipil dan Satuan Nubika TNI dalam kerangka manajemen kedaruratan CBRNE.

g. Praktik internasional

Praktik internasional menunjukkan bahwa sejumlah negara telah berhasil membangun interoperabilitas komando kendali antara institusi sipil dan militer dalam respons CBRNE. Italia, sebagaimana ditunjukkan oleh penelitian Rossodivita et al. (2023), mengembangkan *civilian-military cooperation teaching model* di mana unit CBRN militer secara sistematis melatih tenaga kesehatan rumah sakit sipil, menyusun prosedur bersama, serta menguji struktur komando operasional melalui *joint training* dan simulasi insiden bahan berbahaya (Rossodivita et al., 2023). Studi ini menegaskan bahwa integrasi pelatihan, protokol dekontaminasi, dan alur komando lintas lembaga dapat diwujudkan secara efektif dalam konteks pelayanan medis darurat (Bacchus et al., 2021). Sementara itu, Swedia, melalui penelitian Bacchus et al. (2021), menunjukkan bentuk operasionalisasi kerja sama sipil-militer yang lebih maju. Dalam studi tersebut, National CBRN Defence Centre, Public Health Agency of Sweden, dan Uppsala University Hospital berkolaborasi dalam *rapid deployment* laboratorium mobile berkemampuan tinggi untuk menghadapi ancaman biologis berkonsekuensi tinggi (Nadasi, 2024). Kolaborasi ini membuktikan bahwa struktur komando bersama, komunikasi real-time, serta *shared situational awareness* dapat mempercepat respons diagnostik dan meningkatkan kesiapsiagaan nasional terhadap ancaman biologis bagian dari spektrum CBRNE (*National Guard Should Be Considered during Future Govern- Mental Disaster Preparedness Planning Efforts, and Can Be Extrapolated to International Military Disaster Relief*, 2023) (Castellheim et al., 2025).

h. Interoperabilitas Sipil–Militer Respons CBRNE Indonesia

Setiap teori dalam penelitian ini menghasilkan *insight* yang berbeda dan saling melengkapi, bukan sekadar memperkuat satu kesimpulan umum. Teori kolaborasi antarorganisasi menjelaskan ketiadaan mekanisme komitmen dan aturan formal sebagai penyebab utama kerja sama yang bersifat ad hoc. Perspektif hubungan sipil–militer mengungkap batas kewenangan, sensitivitas sektoral, dan isu legitimasi peran yang menghambat integrasi permanen. Kerangka tata kelola keamanan dan kesehatan publik menempatkan persoalan CBRNE sebagai *governance gap* antara tingkat risiko dan desain kelembagaan nasional. Sementara itu, konsep interoperabilitas menguraikan kegagalan koordinasi ke dalam level kebijakan, kelembagaan, dan operasional, serta kerangka kesiapsiagaan darurat (ICS/CIMIC) menyoroti kebutuhan komando terpadu, SOP bersama, dan latihan lintas sektor sebagai prasyarat respons efektif.

Penelitian ini tidak hanya membandingkan kondisi Indonesia dengan standar normatif internasional, tetapi juga mengevaluasi implementasi ICS dan CIMIC sejauh dapat ditelusuri melalui bukti dokumenter. Evaluasi dilakukan dengan menelaah keberadaan dasar regulasi, kejelasan pembagian peran, mekanisme komando dan kendali, serta indikasi koordinasi dan latihan bersama yang terdokumentasi. Standar internasional digunakan sebagai *benchmark*, sementara fokus analisis diarahkan pada kesenjangan implementasi dan faktor tata kelola yang menghambat penerapan ICS/CIMIC di Indonesia.

Dari praktik Italia dan Swedia, elemen yang realistis diterapkan di Indonesia adalah aspek yang bersifat adaptif dan tidak bergantung pada desain politik atau kapasitas fiskal yang sangat spesifik, seperti pelembagaan kerja sama lintas sektor melalui perjanjian permanen, penerapan prinsip komando terpadu yang kompatibel dengan struktur BNPB dan Kementerian Kesehatan, penyelenggaraan latihan gabungan terjadwal, serta mekanisme pertukaran informasi dan perencanaan bersama. Penelitian ini tidak merekomendasikan penyalinan kelembagaan secara utuh, melainkan adopsi prinsip tata kelola dan mekanisme koordinasi yang relevan dengan konteks Indonesia.

Kontribusi teoretis penelitian ini terletak pada penegasan bahwa interoperabilitas dalam respons CBRNE merupakan persoalan tata kelola kelembagaan, bukan semata kapasitas teknis atau operasional. Studi ini memperkaya literatur dengan menunjukkan jalur keterkaitan antara kegagalan regulasi dan kelembagaan dengan kegagalan operasional dalam tata kelola kedaruratan sipil–militer. Dengan demikian, penelitian ini memperluas pemahaman teoretis tentang bagaimana ICS dan CIMIC hanya dapat berfungsi efektif apabila didukung oleh institusionalisasi kolaborasi yang permanen dan berbasis regulasi, khususnya dalam konteks negara berkembang.

i. Implikasi Penelitian

Implikasi utama penelitian ini adalah perlunya pembangunan sistem komando dan kendali CBRNE yang terintegrasi secara nasional untuk mengurangi fragmentasi respons antarinstansi. Temuan dari teori *Sociotechnical Systems* menegaskan bahwa tata kelola penanggulangan CBRNE harus mengoptimalkan harmonisasi subsistem teknis dan sosial melalui penyusunan SOP nasional, standardisasi teknologi deteksi dekontaminasi, serta penguatan struktur organisasi lintas-sektor. Dari perspektif *Interagency Coordination* dan *Incident Command System (ICS)*, penelitian ini mengimplikasikan kebutuhan mendesak akan mekanisme *Unified Command* yang menyatukan BNPB, Kemenkes, BAPETEN, Polri, BNPT, dan TNI dalam satu rantai komando dengan alur komunikasi real-time, role clarity, serta protokol bersama untuk triase, dekontaminasi, dan respons klinis. Sementara itu, temuan berdasarkan teori *Civil–Military Cooperation (CIMIC)* menuntut penguatan kerja sama sipil–militer melalui *joint planning*, *shared situational awareness*, latihan gabungan, dan pertukaran informasi operasional secara sistematis. Dalam kerangka *Complex Adaptive Systems*, penelitian ini mengimplikasikan perlunya sistem yang adaptif, fleksibel, dan mampu melakukan *self-organization* melalui *feedback loop*, pembelajaran lintas-instansi, dan peningkatan kemampuan merespons ancaman yang kompleks dan dinamis. Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa Indonesia harus membangun arsitektur manajemen kedaruratan CBRNE yang terstandarisasi, interoperabel, dan adaptif untuk memastikan respons yang cepat, aman, dan terkoordinasi dalam menghadapi ancaman berisiko tinggi.

## KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa lemahnya kesiapsiagaan dan respons CBRNE di Indonesia terutama disebabkan oleh persoalan tata kelola, bukan keterbatasan kapasitas teknis. Fragmentasi regulasi, ketidakjelasan mandat kelembagaan, dan ketiadaan mekanisme kolaborasi sipil–militer yang permanen menyebabkan interoperabilitas antara sektor kesehatan sipil, Kesehatan Pertahanan, dan Satuan Nubika TNI bersifat reaktif dan tidak berkelanjutan. Akibatnya, integrasi komando, koordinasi, dan pertukaran informasi dalam menghadapi potensi kedaruratan CBRNE belum berjalan secara optimal. Kerangka ICS dan CIMIC telah dikenal dalam kebijakan nasional, namun implementasinya masih terbatas dan lebih bersifat normatif daripada operasional. Tanpa dukungan regulasi yang mengikat, pembagian peran yang jelas, serta latihan lintas sektor yang berkelanjutan, kapabilitas Nubika TNI belum terintegrasi secara efektif dalam sistem respons kesehatan publik. Temuan ini menegaskan perlunya pergeseran dari kolaborasi berbasis kejadian menuju kolaborasi berbasis tata kelola yang terinstitusionalisasi. Penelitian ini menegaskan bahwa interoperabilitas CBRNE dalam tata kelola kedaruratan sipil–militer merupakan persoalan institusionalisasi tata kelola, bukan semata-mata kapasitas teknis. Kesiapsiagaan CBRNE dipahami sebagai sistem tata kelola terpadu di mana regulasi yang mengikat membentuk kolaborasi kelembagaan permanen yang memungkinkan integrasi komando, komunikasi, dan operasi antara sektor kesehatan sipil dan pertahanan. Penelitian ini terbatas pada data dokumenter; riset selanjutnya perlu menggunakan data primer dan pendekatan komparatif untuk menguji implementasi nyata ICS dan CIMIC serta dampaknya terhadap interoperabilitas CBRNE.

## Referensi:

- Abbas, H. S. M., Qaisar, Z. H., Ali, G., Alturise, F., & Alkhalifah, T. (2022). Impact of cybersecurity measures on improving institutional governance and digitalization for sustainable healthcare. *PLoS ONE*, 17(11 November), 1–13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0274550>
- Adeyeri, A., & Abroshan, H. (2024). Geopolitical Ramifications of Cybersecurity Threats: State Responses and International Cooperations in the Digital Warfare Era. *Information (Switzerland)*, 15(11). <https://doi.org/10.3390/info15110682>
- Andrew, A. (2017). Employees' Commitment and Its Impact on Organizational Performance. *Asian Journal of Economics, Business and Accounting*, 5(2), 1–13. <https://doi.org/10.9734/ajeba/2017/38396>
- Andriollo, E., Caimo, A., Secco, L., & Pisani, E. (2021). Collaborations in environmental initiatives for an effective “adaptive governance” of social–ecological systems: What existing literature suggests. *Sustainability (Switzerland)*, 13(15). <https://doi.org/10.3390/su13158276>
- Article, R. (2020). Factors Affecting the Effectiveness of Hospital Incident Command System; Findings from a Systematic Review. 8(2), 62–76. <https://doi.org/10.30476/BEAT.2020.46445>Journal
- Bacchus, P., Nissen, K., Berg, J., Bråve, A., Gyll, J., Larsson, C., Muradrasoli, S., Tellström, A., & Salaneck, E. (2021). Civil–military collaboration to facilitate rapid deployment of a mobile laboratory in early response to COVID-19: a high-readiness exercise. *Health Security*, 19(5), 488–497.
- Bhakti, A., Sudirman, A., Widya Setiabudi Sumadinata, R., & Bainus, A. (2024). State Defense Strategy in Facing Cyber Threats After Hacking Incidents on Government Institutions: A Case Study in Indonesia. *Journal of Human Security*, 20(1), 109–117. <https://doi.org/10.12924/johs2024.20116>
- Bjurström, K. H. (2021). How interagency coordination is affected by agency policy autonomy. *Public Management Review*, 23(3), 397–421.
- Castellheim, A. G., Persson, G., Kuikka, J., Babinski, K., & Robinson, Y. (2025). Chemical , biological and nerve gas attacks : need for education among healthcare personnel and medical students ; a Swedish regional cross-sectional web-survey.
- De Rezende, L. B., & Blackwell, P. (2020). The Brazilian National Defence Strategy: Defence Expenditure Choices and Military Power. *Defence and Peace Economics*, 31(7), 869–884. <https://doi.org/10.1080/10242694.2019.1588030>
- Eriksson, E., Andersson, T., Hellström, A., Gadolin, C., & Lifvergren, S. (2020). Collaborative public management: coordinated value propositions among public service organizations. *Public Management Review*, 22(6), 791–812. <https://doi.org/10.1080/14719037.2019.1604793>
- Hall, S., & Liebenberg, L. (2024). Qualitative Description as an Introductory Method to Qualitative Research for Master's-Level Students and Research Trainees. *International Journal of Qualitative Methods*, 23, 1–5. <https://doi.org/10.1177/16094069241242264>
- Nadasi, T. (2024). Perceived crisis preparedness of professionals working in the Swedish Emergency Medical Services.
- National Guard should be considered during future govern- mental disaster preparedness planning efforts, and can be extrapolated to international military disaster relief. (2023). 38(May), 23000791.

<https://doi.org/10.1017/S1049023X23000778>

- Prem, B. (2021). The regulation of private military and security companies: Analyzing power in multi-stakeholder initiatives. *Contemporary Security Policy*, 42(3), 345–370. <https://doi.org/10.1080/13523260.2021.1897225>
- Rossodivita, A., Spaterna, R., Folla, L., Paganoni, C., Saporito, T., Ranghieri, M., & Guidotti, M. (2023). CBRN disaster hospital response and preparedness. An Italian civilian military cooperation teaching model. *Prehospital and Disaster Medicine*, 38(S1), s13–s13.
- Scharte, B. (2025). The need for general adaptive capacity — Discussing resilience SYSTEMS THEORY. 1443–1452. <https://doi.org/10.1111/risa.17676>
- Sony, M., & Naik, S. (2020). Industry 4.0 integration with socio-technical systems theory: A systematic review and proposed theoretical model. *Technology in Society*, 61, 101248.
- Usman, S. A., Wapmuk, S., & Ceesay, I. (2024). Global Best Practices in Civil – Military Cooperation and the Regional Case Studies conventions , norms determining the rights and obligations of states , and the procedures for resolving To acquire knowledge , skills and general competence enabling them to conduct further research , or establish scholarly positions on issues on the law of the seas . v . Develop an advanced and integrated understanding of the law of the sea , including recent developments in this field of law and. 1(1), 68–82.