

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

Ramdhan (2021) menjelaskan yang dimaksud dengan teori merupakan kumpulan konsep yang bertujuan mendefinisikan atau menjelaskan suatu fenomena tertentu. Sedangkan menurut Sugiyono (2019), landasan teori diperlukan untuk memberikan fondasi yang kuat pada penelitian, sehingga tidak hanya berdasarkan metode coba-coba (*trial and error*). Ini berfungsi sebagai kerangka acuan untuk memahami objek yang sedang diteliti. Dasar teori akan membantu dalam mengembangkan konsep maupun hipotesis yang akan bersinggungan dengan penelitian utama yang sedang dikerjakan. Landasan teori memiliki peranan penting diantaranya dapat membantu dalam mengarahkan penelitian, menyediakan konteks, mengembangkan hipotesis, mengidentifikasi celah pengetahuan serta mengembangkan kerangka konseptual. Landasan teori dapat diambil dari teori-teori yang sudah ada, prinsip-prinsip umum maupun konsep-konsep yang relevan dengan topik yang sedang dijajah.

Sesuai dengan pendapat Ayu & Budiasih (2014), bahwa tujuan utama dari penelitian adalah untuk memperoleh pengertian yang lebih mendalam mengenai suatu subjek atau isu melalui pengumpulan dan analisis data yang relevan. Dalam prosesnya hal yang paling penting adalah bagaimana kita dapat menganalisa dari hasil penelitian yang kita lakukan untuk mendapatkan jawaban daripada tujuan penelitian yang telah dilakukan. Penelitian harus memiliki "*state of the art*" dimana penelitian tersebut merujuk pada perkembangan terbaru, teori, metodologi, dan perkembangan terkini yang relevan (Wijayanti, 2022). Sehingga penelitian akan dapat mendapatkan konteks dan relevansi yang jelas, menghindari redudansi dengan pengembangan metode yang tepat. Pada dasarnya,

teori memiliki tiga peran, yaitu untuk memberikan penjelasan (*explanation*), membuat ramalan (*prediction*), dan pengendalian (*control*) fenomena yang diamati (Sugiyono, 2019).

2.1.1 Ilmu Pertahanan

Seperti yang disebutkan oleh Makmur, Supriyatno (2014), ilmu pertahanan memfokuskan pada studi persiapan sumber daya nasional suatu negara di masa damai dan penerahan sumber tersebut untuk mengatasi ancaman terhadap integritas dan kedaulatan teritorial dari suatu Negara, baik ancaman dari dalam negeri maupun dari luar negeri. Pertahanan adalah rangkaian tindakan, strategi, dan upaya yang diambil untuk melindungi suatu negara, wilayah, atau entitas dari ancaman, serangan, atau bahaya yang mungkin timbul. Tujuan pertahanan adalah menjaga keamanan, kedaulatan, dan integritas suatu entitas dari segala potensi ancaman baik dari dalam maupun dari luar.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2022 tentang Pertahanan Negara Pasal 3 ayat (1) menyatakan bahwa:

"Pertahanan negara disusun berdasarkan prinsip demokrasi, hak asasi manusia, umum, lingkungan hidup, ketentuan hukum nasional, hukum internasional serta prinsip hidup berdampingan secara damai".

Syarifudin (2012) mengatakan bahwa pertahanan merupakan kebutuhan esensial bagi sebuah negara dan menjadi prioritas sejak negara tersebut diakui kedaulatannya. Setiap negara memerlukan pertahanan yang kuat sebagai kebutuhan dasar. Pertahanan harus ditopang dengan kekuatan militer yang dilengkapi dengan persenjataan berteknologi tinggi dan menggunakan strategi modern untuk dapat mempertahankan kedaulatannya. Perang modern menuntut kekuatan militer dapat melaksanakan operasi militer didasari pada prinsip-prinsip taktis, strategi

dan teknologi yang berkembang dan konsep perang modern. Beberapa karakteristik operasi militer modern yaitu teknologi canggih, integrasi informatika, mobilitas dan fleksibilitas, serangan presisi, serangan jarak jauh dan perang hibrida dan non konvensional. Dalam hal ini, ilmu pertahanan sebagai *grand* teori menjadi dasar keilmuan bagi industri pertahanan untuk dapat mewujudkan kemandiriannya dalam memproduksi alat peralatan pertahanan keamanan dan pendukungnya, termasuk penguasaan teknologi dan produksi *drone* yang diintegrasikan dengan jaringan GSM untuk membangun *platform* komunikasi darurat bagi TNI dalam melaksanakan OMSP, khususnya dalam situasi darurat atau bencana.

2.1.2 Teknologi Pertahanan

Penguasaan teknologi sangat bergantung pada peran institusi pendidikan, baik formal maupun non formal, dalam mencetak sumber daya manusia berkualitas (Purwantoro et al., 2021). Untuk menghasilkan SDM yang ahli dalam teknologi pertahanan dan keamanan, pengembangan institusi pendidikan sangat diperlukan. Meskipun SDM memiliki potensi dalam mengembangkan produk teknologi, keterbatasan dalam pengembangan kemampuannya, akibat kurangnya kesempatan, menuntut peluang lebih luas di masa depan. Perkembangan teknologi militer berlangsung paralel dengan evolusi ilmu pengetahuan dan teknologi. Rachmat (2016) di tulisannya mengatakan teknologi dan industri pertahanan mengalami perkembangan pesat, terutama setelah era perang dingin, sejalan dengan meningkatnya kompetisi pasar yang mendorong industri pertahanan mencari konsumen untuk produknya. Perkembangan ini dipengaruhi oleh dua faktor utama. Yang pertama adalah liberalisasi industri pertahanan, terutama di negara-negara Barat. Yang kedua adalah adanya perubahan signifikan dalam cara perang diadakan, di mana inovasi teknologi diintegrasikan ke dalam perubahan doktrin, operasional, dan struktur organisasi militer. Fenomena ini dikenal

sebagai *Revolution in Military Affairs (RMA)* sebagaimana disebutkan oleh Sloan (2002). Sebagai respons, negara-negara besar berlomba-lomba mengembangkan persenjataan dengan teknologi canggih sebagai bagian dari produk industri pertahanannya. Teori teknologi pertahanan sangat relevan sebagai dasar untuk mengembangkan penguasaan teknologi alpalhankam seiring dengan semangat kemandirian industri pertahanan. Dengan kemajuan teknologi pertahanan dapat dikembangkan dalam meningkatkan teknologi dan kemampuan *drone* yang diintegrasikan dengan jaringan GSM sebagai *platform* komunikasi darurat dalam mendukung OMSP.

2.1.3 Industri Pertahanan

Berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2012 tentang Industri Pertahanan pasal 3 ayat (1) bahwa:

“Industri Pertahanan (Indhan) merupakan industri nasional terdiri dari badan usaha milik negara (BUMN) dan badan usaha milik swasta (BUMS) secara sendiri atau berkelompok ditetapkan pemerintah sebagian maupun seluruhnya menghasilkan alat utama sistem persenjataan (alpalhankam) atau alat peralatan pertahanan dan keamanan (alpalhankam), jasa perawatan dan pemeliharaan guna memenuhi kepentingan strategis di bidang pertahanan dan keamanan berlokasi di wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI)”.

Kemampuan pertahanan tidak hanya esensial untuk menjaga keamanan bangsa tetapi juga sebagai representasi kekuatan dan alat untuk mencapai aspirasi serta tujuan nasional. Kekuatan pertahanan sebuah negara bergantung pada kapabilitas industri pertahanannya untuk secara otonom memenuhi permintaan dan pemeliharaan alat peralatan pertahanan keamanan (alpalhankam). Oleh sebab itu, perlu adanya

revitalisasi dalam industri pertahanan yang dapat mendukung kemampuan angkatan perang. Banyak negara yang membangun industri pertahanannya dalam rangka memperkuat angkatan perangnya sebagai *deterrent effect* bagi negara lain.

Pelaksanaan revitalisasi industri pertahanan Indonesia,—dimana Kementerian Pertahanan berperan sebagai pembuat regulasi dan kebijakan industri pertahanan, TNI berperan sebagai pengguna dan para pelaku industri pertahanan sebagai produsen—dengan menerapkan 3 pilar, yaitu mewajibkan pengguna dalam negeri menggunakan produksi dalam negeri untuk kebutuhan alpalhankam dan non alpalhankam, jika menggunakan produksi dari luar negeri harus memenuhi syarat bahwa produksi dalam negeri belum mampu memenuhi spesifikasi teknis dan operasional yang berteknologi tinggi dari pengguna dengan pemberian *transfer of technology* dan *offset*, pembelian dari luar negeri tidak boleh mendikte secara politik terhadap negara dalam membeli peralatan militer.

Pengembangan industri pertahanan memerlukan pengelolaan manajemen yang memiliki visi ke depan dengan meningkatkan daya cipta, pembaharuan serta mengandalkan sumber daya manusia yang berwawasan (Purwantoro et al., 2021). Untuk memajukan kemandirian Industri Pertahanan Nasional yang mencangkup kapabilitas sendiri, otonomi dan kemandirian diperlukan kolaborasi antara pemakai teknologi, institusi riset dan pengembangan, institusi pendidikan tinggi, dan sektor industri. Rachmat (2016) mengatakan Industri pertahanan dalam negeri merupakan salah satu pilar utama dalam menciptakan sistem pertahanan yang otonom. Aspek ini berkaitan dengan pemenuhan kebutuhan alpalhankam, baik dari segi kualitas maupun kuantitas, yang disesuaikan dengan karakteristik geografis suatu negara dan bertujuan mengurangi ketergantungan politik pada negara lain. Pengembangan industri pertahanan dalam negeri menjadi dasar penting bagi perkembangan sistem pertahanan dan pemodernan alpalhankam China dan India yang saat ini berkembang menjadi potensi militer dominan di Asia. Mengamati

tren tersebut, Indonesia yang saat ini tengah mengakselerasi program untuk memenuhi kebutuhan minimum kekuatan militernya mengeluarkan dasar hukum bagi pengembangan industri pertahanan dalam negeri melalui Undang-Undang Nomor 16 Tahun 2012 tentang Industri Pertahanan. Dalam penulisan tesis ini, teori industri pertahanan sebagai *middle theory* mempunyai relevansi dengan pembahasan potensi inovasi dan pengembangan teknologi *drone* yang dapat diintegrasikan dengan jaringan GSM untuk digunakan sebagai *platform* komunikasi darurat di lokasi bencana atau kecelakaan.

2.1.4 Konsep Desain Integrasi

Pengertian Desain adalah sebuah perancangan dalam menciptakan objek, sistem, elemen, atau struktur. *Design* juga mempunyai arti sebagai seni terapan dan rekayasa yang berintegrasi dengan teknologi. Soetam (2017) menyatakan bahwa perancangan merupakan tahapan mendefinisikan apa yang akan dilakukan dengan memanfaatkan beragam metode, yang di dalamnya mencakup uraian mengenai arsitektur, rincian komponen, serta hambatan yang mungkin dihadapi selama pelaksanaannya.

Desain atau perancangan dalam bidang teknik yang telah dilakukan para ahli teknik yang selama ini sudah berhasil meningkatkan kesejahteraan dan kualitas hidup manusia baik secara fisik, kemakmuran dalam hal materi serta memudahkan manusia dalam melakukan aktivitasnya. Dalam bukunya Dieter & Schmidt (2009) mengklasifikasikan *engineering design* sebagai berikut:

- a. *Original Design*. Dapat disebut juga dengan desain inovatif yang menggunakan konsep asli untuk mencapai suatu kebutuhan. Desain ini membutuhkan jangka waktu lama untuk benar-benar dapat dilempar di pasaran.

- b. *Adaptive Design*. Bentuk desain ini terjadi ketika tim desain beradaptasi atau mencari solusi untuk memenuhi kebutuhan yang berbeda untuk menghasilkan aplikasi baru.
- c. *Redesign*. Bentuk desain ini sering digunakan khususnya dalam mendesain ulang produk yang salah atau gagal produksi di pasaran. Sehingga dapat memperoleh hasil yang lebih baik lagi.
- d. *Selection Design*. Dalam hal ini tugas desain terdiri dari pemilihan komponen dengan kinerja, kualitas, dan biaya yang dibutuhkan dari katalog vendor yang potensial.
- e. *Industrial Design*. Merupakan bentuk desain yang bertujuan untuk meningkatkan daya tarik produk kepada lapisan masyarakat yang membutuhkan. Desain ini lebih artistik secara teknis termasuk menyesuaikan bagaimana pengguna memperoleh *interface* terbaik dalam penggunaan produk.

Suatu sistem tidak hanya merupakan kumpulan komponen individual, tetapi keseluruhan yang memiliki karakteristik sendiri, sehingga dibutuhkan cara berpikir yang holistik, komprehensif dan dinamis untuk memahami dan memecahkan masalah kompleks dengan melihat hubungan antara berbagai elemen yang membentuk suatu sistem yang dapat diintegrasikan. Dalam konteks ini, *drone* dan jaringan GSM bukan hanya dua teknologi yang berdiri sendiri, tetapi bagian dari sistem komunikasi terintegrasi yang lebih luas dan dapat dimanfaatkan untuk mendukung OMSP oleh TNI. Interdependensi setiap bagian dari sistem memiliki hubungan dengan bagian lain, sehingga *drone* yang diintegrasikan dengan jaringan GSM tetap dapat beroperasi ketika ada gangguan pada jaringan GSM dalam kondisi darurat atau bencana. Struktur dari integrasi *drone* dan jaringan GSM akan mempengaruhi bagaimana sistem ini berfungsi dalam situasi darurat pasca bencana atau

pencarian korban kecelakaan. Pertimbangan seperti *bandwidth*, daya tahan baterai *drone*, dan kapasitas jaringan GSM di area operasi akan menentukan keefektifan sistem yang kompleks dan seringkali menghadirkan ketidakpastian, sehingga diperlukan sinkronisasi untuk dapat menyelaraskan kinerjanya. Pemahaman ini penting dalam konteks OMSP oleh TNI, di mana kondisi medan, cuaca dan gangguan dari pihak lawan bisa mempengaruhi *platform* komunikasi yang direncanakan.

Buku "Dieter's *Engineering Design*" merupakan penyegaran yang signifikan dari buku teks klasik yang digunakan dalam kursus desain tingkat senior (Dieter & Schmidt, 2009). Buku ini memberikan wawasan yang lebih luas daripada banyak buku teks desain lainnya dan menyediakan panduan yang lebih konkret mengenai pelaksanaan proses desain. Dieter berfokus pada pemilihan material dan bagaimana mengimplementasikan langkah-langkah dalam proses desain. Buku ini memberikan mahasiswa teknik mesin tingkat senior pemahaman yang lebih realistis tentang proses desain. Pendekatan buku ini menekankan bahwa desain adalah inti dari profesi teknik, dan lebih menitikberatkan pada pengembangan sikap dan pendekatan daripada sekadar memberikan teknik dan alat desain.

"Desain Rekayasa" memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang proses desain teknik. Metode yang dijelaskan oleh Dieter dan Schmidt secara rinci menjelaskan delapan langkah dalam proses desain, memberikan panduan yang sangat terperinci mulai dari merumuskan masalah hingga merancang detail. Buku ini juga memberikan penanganan yang lebih mendalam untuk topik tertentu. "Desain Rekayasa" sangat cocok digunakan dalam kursus teknik tingkat junior atau senior yang mengintegrasikan proyek desain secara langsung.

Dalam metode *engineering desain* yang disampaikan oleh Dieter & Schmidt (2009), terdapat beberapa tahap dalam *engineering desain* yang harus dikerjakan sebelum hasil dari rancangan/desain itu dijadikan produk, sebagai berikut:

- a. *Conceptual design* dimana dalam tahapan ini dibutuhkan kreatifitas tinggi dan pemikiran dalam membaca atau menganalisa keadaan yang ditemukan dalam kehidupan nyata. Dalam tahap ini juga diharapkan kreatifitas, ide yang ada juga didukung dengan adanya koordinasi antara beberapa pihak terkait yang diharapkan mengerti tentang ide tersebut.
- b. *Embodiment design* merupakan tahapan yang dimulai dengan bagaimana memilih jenis material yang tepat, melakukan konfigurasi desain komponen/bagian yang dibutuhkan, dan parameter apa yang sesuai dalam pemenuhan kebutuhan tersebut.
- c. *Detail design*, dimana dalam tahapan ini merupakan pelaksanaan pengecekan dan verifikasi dari perancangan sebelum menuju proses manufaktur dan produksi.

Salah satu keuntungan menggunakan pendekatan konsep desain integrasi adalah untuk memudahkan memahami sistem yang adaptif dan cenderung lebih tangguh guna mengatasi gangguan, seperti kehilangan sinyal atau gangguan dari pihak lawan. Sementara solusi jangka pendek mungkin menawarkan keuntungan segera, namun konsep desain integrasi mengenali pentingnya merencanakan untuk jangka panjang. Ini merupakan investasi dalam penelitian dan pengembangan untuk meningkatkan integrasi teknologi atau pelatihan untuk operator. Konsep desain integrasi dibutuhkan sebagai dasar pemikiran dalam memecahkan dan menganalisa persoalan dalam penelitian serta dasar dalam tahapan pembuatan desain integrasi *drone* dengan jaringan BTS sebagai penyangga komunikasi darurat di lokasi bencana dan kecelakaan dalam upaya pencarian dan penyelamatan korban dalam rangka mendukung OMSP oleh TNI.

2.1.5 Drone

Menurut Setiati et al. (2018) Pesawat Tanpa Awak atau *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* adalah sebuah mesin terbang yang berfungsi untuk kendali jarak jauh oleh pilot atau memiliki kemampuan untuk mengoperasikan dirinya sendiri, bisa digunakan untuk membawa muatan baik barang, kamera, maupun muatan lainnya. Seorang pilot UAV menginstruksikan dan memantau penerbangan dari suatu stasiun yang disebut *Ground Control Station (GCS)*. UAV berkomunikasi dengan GCS melalui transmisi udara yaitu gelombang radio. Untuk menjalankan misi penerbangan dengan sukses, diperlukan komunikasi yang stabil dan konsisten agar tidak ada gangguan sinyal selama komunikasi berlangsung. Istilah *drone* menurut *Federal Aviation Administration (FAA)* disebut sebagai "*Unmanned Aerial System*" (*UAS*) dan Angkatan Udara Amerika menyebutnya sebagai "*Remotely Piloted Aircraft*" (*RPA*), dimana organisasi tersebut memasukkan kata "Pilot" yang berperan sebagai operatornya dalam posisi jauh karena memerlukan juga pelatihan yang signifikan (Kreps, 2016). Kesemua pengertian tersebut mengarah kepada kesatuan pengertian bahwa *drone* dioperasikan tanpa pilot di dalamnya melainkan dikendalikan dari jarak jauh. Menurut tulisan Al Fawwaz & Wirawan (2022) *Unmanned Aerial Vehicles (UAV)* atau secara umum dikenal sebagai *drone* saat ini sedang mengalami evolusi pesat pada pengaplikasiannya dikarenakan meningkatnya kapasitas muatan dan juga daya.

Pesawat nirawak, atau lebih dikenal sebagai *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)*, telah mendapatkan banyak perhatian dan penerapan di berbagai sektor, mulai dari sipil hingga militer. Meskipun digunakan luas dalam layanan sipil dan pemerintahan, kenyataannya penggunaan utamanya adalah sebagai alat militer. Negara-negara seperti Eropa, Kanada, dan Amerika Serikat terus-menerus mengembangkan UAV untuk kepentingan militer, terutama sebagai alat peperangan. Adanya insiden 11 September 1990 mendorong penggunaan pesawat tanpa awak untuk

kepentingan militer di luar wilayah negara. Awalnya, UAV dikembangkan untuk tujuan militer seperti pengawasan dan pengintaian. Namun, dengan berjalannya waktu, aplikasinya telah meluas ke sektor sipil, termasuk produksi film, pengawasan pertanian, pengembangan kota pintar, dan lainnya. Dengan kemajuan teknologi jaringan nirkabel, UAV yang dilengkapi dengan transceiver kini mampu berfungsi sebagai *relay node* dalam jaringan seluler. Dengan ketinggian operasi yang rendah, UAV ini dapat terintegrasi dengan arsitektur jaringan yang ada, seperti yang dijelaskan dalam 3GPP Technical Report 22.829. Keunggulan lain dari UAV adalah kemudahannya dalam pemasangan dan infrastrukturnya yang relatif sederhana, menjadikannya pilihan ideal sebagai titik akses sementara saat terjadi kerusakan pada infrastruktur komunikasi darat atau saat ada peningkatan permintaan layanan secara tiba-tiba, seperti saat parade, konser, atau di stadion. Pada dasarnya *drone* menggunakan software yang terinstal pada sistem di dalamnya secara terintegrasi. Sistem *drone* dapat melaksanakan fungsinya dengan menggunakan *Global Positioning System (GPS)* terutama dalam penentuan lokasi hingga melacak atau mendeteksi lokasi pergerakan objek yang diamati oleh sensor kamera atau *laser range finder* yang teinstal pada *drone* tersebut. *Drone* memiliki ukuran dari yang sangat kecil/*Micro Air Vehicle* (lebih kecil dari 1 gram), berukuran sedang/*Small Unmanned Aircraft System* (antara 1 gram hingga kurang dari 25 kilogram), hingga ukuran terbesar merupakan *drone* (lebih besar dari 25 kilogram) yang sebagian besar digunakan untuk keperluan militer seperti *drone/UAV Predator*. Selain itu terdapat jenis UAV berbentuk pesawat tak berawak dengan menggunakan *fix wings* dan membutuhkan landasan pacu pendek.

Lesmana et al. (2021) menjelaskan bahwa sistem komputer dengan kecepatan pemrosesan yang impresif, memiliki kapasitas untuk mengeksekusi beragam tugas yaitu dalam melakukan *processing* meliputi *image rendering*, *location detection*, *data transferring*, dan lain-lain hingga melakukan eksekusi dari beberapa perintah program. Keunggulannya ini

memungkinkan komputer untuk diimplementasikan dalam simulasi peperangan, memberikan kesempatan kepada para strategi untuk menguji teori dan taktik perang tanpa konfrontasi musuh yang sesungguhnya. Selain dapat difungsikan sebagai simulator pertempuran, komputer juga berfungsi sebagai alat komunikasi strategis yang memungkinkan komandan untuk memantau dan mengarahkan pasukan secara real-time. Salah satu contoh nyata yang dapat diterapkan adalah untuk melihat pergerakan pasukan secara nyata melalui komputer, kemudian menyampaikan alur komando melalui sebuah alat yang dimiliki oleh masing-masing prajurit ataupun komandan batalyon di lapangan. Dengan fungsionalitas seperti ini, sistem tersebut dikenal sebagai *Battlefield Management System (BMS)*, yaitu sebuah sistem informasi berbasis komputer yang dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan *decision-making*, simulasi perang, analisis, prediksi, pelatihan taktik dan strategi. Penggunaan UAV sebagai *platform* komunikasi darurat memiliki arsitektur yang berbeda-beda seperti karakterisasi kanal, analisa penggunaan daya, penempatan, pengiriman data awal (*fronthauling*), pengiriman data balik (*backhauling*), dan penyempurnaan mobilitas. Perbedaan tersebut secara otomatis menghasilkan keunggulan dan kelemahan yang spesifik pada setiap *platform*. Salah satu hal yang menentukan performansi dari *platform* tersebut adalah model sistem yang akan diterapkan. Setiap jaringan komunikasi akan berpengaruh pada parameter performansi *Quality of Service (QoS)*. Pengukuran dilaksanakan akan mencermati jumlah perangkat yang dapat dilayani pada suatu daerah bencana. Hasil yang didapatkan dari tesis ini diharapkan dapat membuat desain integrasi sistem *drone* dengan jaringan *Global System for Mobile Communications (GSM)* sebagai *platform* komunikasi darurat dalam mendukung Tentara Nasional Indonesia (TNI) pada operasi militer selain perang, sehingga nantinya dapat dilakukan pengaplikasiannya saat keadaan darurat.

Aspek-aspek teknis dari penggunaan *drone* meliputi hal-hal seperti desain, konstruksi, navigasi, kontrol, sensor, *Payload*, transmisi data,

deteksi dan penghindaran (DAA), dan integrasi dengan sistem lain. Aspek-aspek teknis ini berkaitan dengan kemampuan dan keterbatasan dari *drone* dalam melakukan tugas-tugas yang diinginkan. Aspek-aspek hukum dari penggunaan *drone* meliputi hal-hal seperti perizinan terbang, registrasi *drone* dan pilot *drone*, sertifikasi kompetensi pilot *drone*, kedaulatan negara di wilayah udara, tanggung jawab negara dan operator *drone* atas kerugian atau kerusakan yang ditimbulkan oleh *drone*, dan hukum humaniter internasional yang mengatur penggunaan *drone* dalam konteks perang. Aspek-aspek etis dari penggunaan *drone* meliputi hal-hal seperti hak asasi manusia, privasi, keadilan, akuntabilitas, transparansi, proporsionalitas, dan keselamatan. Aspek-aspek etis ini berkaitan dengan nilai-nilai moral dan prinsip-prinsip yang harus dihormati oleh operator *drone* dalam mengambil keputusan dan bertindak. Aspek-aspek sosial dari penggunaan *drone* meliputi hal-hal seperti dampak sosial-ekonomi, budaya, politik, dan psikologis dari penggunaan *drone* terhadap masyarakat dan lingkungan. Aspek-aspek sosial ini berkaitan dengan persepsi dan sikap masyarakat terhadap *drone*, serta partisipasi dan pemberdayaan masyarakat dalam penggunaan *drone*.

Era konvergensi sangat mungkin mengintegrasikan *drone* dengan berbagai fitur sesuai dengan kebutuhan, sehingga teori *drone* menjadi salah satu yang penting untuk dibahas dalam tesis integrasi sistem *drone* dengan jaringan GSM sebagai *platform* komunikasi darurat mengingat sistem yang ada pada *drone* menjadi fokus dalam mengembangkan penelitian ini. Teori ini mempertimbangkan aspek-aspek teknis dan aturan hukum dari penggunaan *drone* ketika dioperasikan tidak hanya sebagai *carrier*, namun juga menjadi satu kesatuan dengan jaringan BTS sebagai *platform* komunikasi darurat dalam mendukung OMSP. Teori ini bertujuan untuk meningkatkan efektivitas, efisiensi, dan keamanan operasi *drone* yang berfungsi sebagai *virtual* BTS di lokasi bencana atau kecelakaan dalam rangka pencarian dan penyelamatan korban.

2.1.6 Jaringan GSM (*Global System for Mobile Communications*)

GSM merupakan standar teknologi dapat mengubah lanskap komunikasi global, memungkinkan pertukaran informasi dengan cepat dan efisien, dan menjadi fondasi bagi jaringan seluler generasi berikutnya (Priyatna, H. & Fatahillah, 2023). Proses identifikasi dalam GSM sangat penting untuk memastikan bahwa hanya pengguna yang sah yang dapat mengakses jaringan, dan bahwa jaringan dapat menyediakan layanan dengan cara yang aman dan efisien. Proses otentikasi, yang memanfaatkan beberapa elemen identifikasi ini, membantu mencegah potensi serangan dan penipuan di jaringan seluler.

Menurut Parenreng et al. (2022) Jaringan GSM adalah sebuah sistem komunikasi seluler digital yang terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu:

- a. *Mobile Station (MS)* adalah ponsel yang terdiri dari transceiver, layar, dan prosesor dan dikendalikan oleh kartu SIM yang beroperasi melalui jaringan.
- b. *Base Station Subsystem (BSS)* adalah bagian yang mengontrol sinyal antara menara dan telepon. BSS terdiri dari dua komponen, yaitu *Base Transceiver Station (BTS)* dan *Base Station Controller (BSC)*. BTS bertanggung jawab untuk mengkodekan, mengenkripsi, memodulasi, dan mengirimkan sinyal radio frekuensi ke antena. BSC bertanggung jawab untuk mengelola saluran, frekuensi, kekuatan sinyal, dan *handover*.
- c. *Network Subsystem (NSS)* adalah bagian yang meluncurkan data jaringan dan menyediakan layanan telepon selular. NSS terdiri dari beberapa komponen, seperti *Mobile Switching Center (MSC)*, *Visitor Location Register (VLR)*, *Authentication Center (AUC)*, *Equipment Identity Register (EIR)*, *Message Center (MXE)*, dan *Gateway Mobile Services Switching Center (GMSC)*. MSC adalah perangkat *switching*

utama yang mengontrol panggilan yang datang dan pergi dari telepon. VLR adalah area yang menyimpan informasi sementara tentang pengguna yang berada di luar wilayah geografis asalnya. AUC adalah area terenkripsi yang berisi kunci otentikasi dan identitas pelanggan mobile. EIR adalah area yang menyimpan informasi unik tentang ponsel dan pengguna. MXE adalah area yang berkaitan dengan pengiriman dan penerimaan SMS, email, dan *voice mail*. GMSC adalah area yang menghubungkan jaringan GSM dengan jaringan seluler lainnya.

- d. OSS (*Operation and Support System*) atau Sistem Operasi dan Dukungan adalah sistem yang sangat penting dalam industri telekomunikasi. OSS memiliki peran utama dalam mengelola, mengawasi, dan mendukung operasi jaringan telekomunikasi. Salah satu fungsi terpenting dari OSS adalah manajemen jaringan. Ini mencakup pemantauan dan pengelolaan semua elemen jaringan, seperti stasiun dasar (BTS), pusat pangkalan (MSC), database pelanggan (HLR dan VLR), serta perangkat keras dan perangkat lunak lainnya. Manajemen jaringan memungkinkan operator untuk mengawasi kesehatan dan kinerja seluruh jaringan.

Frekuensi GSM adalah salah satu aspek penting dalam teknologi komunikasi seluler bersifat digital yang mengalami perkembangan seiring dengan kebutuhan dan kemajuan teknologi. Pada awalnya, GSM didesain untuk beroperasi pada band frekuensi 900 MHz, yang merupakan teknologi yang memprakarsai sebagai komunikasi bergerak. Teknologi ini menggunakan gelombang mikro, dan transmisi sinyalnya dibagi sesuai dengan durasi waktu, memastikan bahwa informasi yang ditransmisikan mencapai destinasi. Frekuensi GSM dikembangkan oleh gabungan negara-negara Eropa dan digunakan secara komersial pada tahun 1991.

Karena frekuensi 900 MHz tidak dapat memenuhi kebutuhan pasar yang semakin meningkat, maka GSM beralih ke frekuensi 1800 MHz dan 1900 MHz, yang menggunakan sistem PCS/PCN (*Personal Communication System/Network*) (Redil & Weber, 1998). Frekuensi ini memiliki cakupan wilayah yang lebih luas dan kapasitas pengguna yang lebih banyak. Frekuensi ini juga dikenal sebagai *Digital Cellular System* (DCS) atau *Personal Communication Network* (PCN). Selain itu, GSM juga mengembangkan variasi frekuensi lainnya, seperti T-GSM, P-GSM, dan E-GSM, yang berbeda dalam alokasi spektrum dan cakupan wilayah. Variasi ini bertujuan untuk meningkatkan fleksibilitas dan efisiensi penggunaan frekuensi GSM. Alokasi frekuensi adalah aspek krusial dalam industri telekomunikasi, terutama untuk komunikasi seluler di mana frekuensi dianggap sebagai sumber daya primer. Namun, ketersediaan frekuensi terbatas, terutama di Indonesia, di mana hampir semua frekuensi telah dialokasikan untuk beragam teknologi seluler.

Teori jaringan GSM dibutuhkan dalam integrasi sistem *drone* dengan jaringan GSM sebagai *platform* komunikasi darurat yang berkaitan dengan fleksibilitas GSM dalam mengikuti perkembangan teknologi komunikasi yang mempunyai fitur-fitur yang terintegrasi menjadi *platform* komunikasi darurat yang mampu menangkap sinyal-sinyal *handphone* di lokasi bencana dan kecelakaan.

2.1.7 BTS (*Base Transceiver Station*)

Dalam kondisi normal, peran BTS (*Base Transceiver Station*) sangat signifikan dalam jaringan GSM untuk mendukung komunikasi sistem *drone* dan seluler (Prithviraj, 2016). BTS berfungsi sebagai jembatan antara *drone* dan jaringan GSM yang memungkinkan *drone* mengirim dan menerima data dalam real-time ke pusat komando, mempercepat proses pengambilan keputusan di medan pertempuran. Melalui BTS, pusat komando dapat mengirim perintah kepada *drone*, memberikan fleksibilitas dan kontrol langsung atas operasionalnya,

menyampaikan informasi penting dari *drone* ke pihak-pihak terkait, seperti TNI, pemerintah, atau masyarakat sipil dengan menggunakan *platform* komunikasi yang berbasis GSM. Dengan demikian, *drone* dapat mengirimkan gambar, video, atau teks yang berkaitan dengan situasi darurat, seperti bencana alam, konflik bersenjata, atau ancaman terorisme. Walaupun jaringan GSM memiliki potensi kerentanan seperti situasi di mana komunikasi primer terganggu, dengan protokol keamanan yang tepat, BTS dapat mendukung komunikasi terenkripsi antara *drone* dan pusat komando, memastikan integritas dan kerahasiaan data serta BTS dan jaringan GSM dapat berfungsi sebagai *backup*, memastikan komunikasi terus berlangsung tanpa henti. Dengan jaringan BTS yang luas, BTS bukan hanya menjadi infrastruktur, tetapi jantung dari revolusi komunikasi di medan perang masa depan dan TNI dapat mengoperasikan *drone* di berbagai wilayah dengan dukungan komunikasi yang stabil dan andal. Dalam kondisi darurat, dimana BTS tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya, maka kehadiran *drone* yang diintegrasikan dengan jaringan GSM berfungsi sebagai *virtual* BTS menjanjikan inovasi baru dalam dunia komunikasi termasuk untuk dukungan OMSP pada pencarian dan penyelamatan korban bencana dan kecelakaan. Tentara Nasional Indonesia (TNI) sebagai kekuatan pertahanan utama bangsa, terus mencari metode yang memperkuat dan memperluas kapabilitasnya. Salah satu metode ini adalah dengan memanfaatkan teknologi *drone* yang diintegrasikan dengan jaringan GSM untuk mendukung OMSP oleh TNI.

Teori BTS mempunyai relevansi untuk mendukung pembahasan tesis integrasi sistem *drone* dengan jaringan GSM yang akan berperan sebagai *virtual* BTS atau *platform* komunikasi yang efektif untuk penyangga komunikasi darurat dalam rangka mendeteksi korban di lokasi bencana dan kecelakaan. Dalam kondisi normal, BTS berperan sebagai mediator komunikasi yang dilakukan baik oleh *drone* maupun jaringan seluler.

2.1.8 Platform Komunikasi Darurat

Platform komunikasi darurat yang digunakan dalam operasi militer selain perang oleh TNI di Indonesia harus memenuhi standar militer Indonesia (SMI) yang ditetapkan oleh Direktur Jenderal Kekuatan Pertahanan Kementerian Pertahanan. SMI meliputi standar komoditi, standar proses/prosedur dan standar unjuk kerja atau *performance* dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas, efisiensi, efektivitas, interoperabilitas, dan kemandirian dalam pengembangan dan penggunaan *platform* komunikasi darurat. *Platform* Komunikasi Darurat adalah sebuah sistem yang dapat digunakan untuk berkomunikasi pada saat terjadi bencana alam atau krisis kesehatan (Wattegama, 2007). *Platform* ini bertujuan untuk menyediakan informasi yang akurat, cepat, dan relevan kepada masyarakat yang terdampak, serta memfasilitasi koordinasi antara pihak-pihak yang terlibat dalam penanggulangan bencana atau krisis. *Platform* ini dapat berupa aplikasi, website, atau perangkat khusus yang menggunakan teknologi komunikasi seperti radio, telepon seluler, internet, atau jaringan ad-hoc. *Platform* komunikasi darurat yang digunakan dalam operasi militer TNI di Indonesia adalah alat komunikasi, perangkat elektronika dan pernika yang dirancang khusus untuk pemenuhan kebutuhan TNI, khususnya untuk penyelamatan korban bencana dan pencarian orang hilang. *Platform* ini meliputi berbagai jenis alat komunikasi seperti radio, telepon, satelit, radar, sonar, dan lain-lain. *Platform* ini juga meliputi berbagai jenis alat elektronika seperti komputer, sensor, kamera, sistem navigasi, sistem kendali, dan lain-lain. *Platform* ini juga meliputi berbagai jenis pernika seperti kabel, antena, baterai, konektor, dan lain-lain. Salah satu *platform* komunikasi darurat yang dapat dikembangkan TNI dalam melaksanakan operasi militer selain perang adalah *drone* yang diintegrasikan dengan jaringan GSM sebagai penyangga *platform* komunikasi di lokasi bencana. Teori *platform* komunikasi darurat yang dibentuk dengan mengintegrasikan *drone* dan jaringan GSM mempunyai relevansi untuk menjelaskan fungsinya sebagai *virtual* BTS yang akan

digunakan menjadi penyangga komunikasi darurat di wilayah bencana dan kecelakaan.

2.1.9 OMSP (Operasi Militer Selain Perang)

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 34 Tahun 2004 tentang Tentara Nasional Indonesia pasal 7 menyebutkan bahwa:

"Tugas pokok TNI adalah menegakkan kedaulatan negara, mempertahankan keutuhan wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia yang berdasarkan Pancasila dan Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945, serta melindungi segenap bangsa dan seluruh tumpah darah Indonesia dari ancaman dan gangguan terhadap keutuhan bangsa dan negara. Tugas pokok tersebut dilakukan dengan melaksanakan Operasi Militer Untuk Perang (OMP) dan Operasi Militer Selain Perang (OMSP)".

Dijelaskan bahwa terdapat 14 tugas pokok TNI dalam OMSP yakni penanganan gerakan separatisme bersenjata; mengatasi pemberontakan bersenjata; mengatasi aksi terorisme; penanggulangan bencana alam; mengamankan wilayah perbatasan; mengamankan objek vital nasional yang bersifat strategis; melaksanakan tugas perdamaian dunia sesuai dengan kebijakan politik luar negeri Indonesia; pengamanan bagi Presiden dan Wakil Presiden beserta keluarganya; pemberdayaan wilayah pertahanan dan kekuatan pendukungnya secara dini sesuai dengan sistem pertahanan semesta; membantu tugas pemerintahan di daerah; membantu kepolisian Negara Republik Indonesia dalam rangka tugas keamanan dan ketertiban masyarakat yang diatur dalam undang-undang; membantu mengamankan tamu negara setingkat kepala dan perwakilan pemerintah asing yang sedang berada di Indonesia; membantu menanggulangi akibat bencana alam, pengungsian, dan pemberian bantuan kemanusiaan; membantu pencarian dan pertolongan dalam

kecelakaan (*search and rescue*); serta membantu pemerintah dalam pengamanan pelayaran dan penerbangan terhadap pembajakan, perompakan, dan penyelundupan.

Keputusan Panglima TNI Nomor Kep/713/VII/2019 tanggal 10 Juli 2019 tentang Doktrin Operasi Militer Selain Perang Tentara Nasional Indonesia menjelaskan bahwa:

"OMSP adalah pengerahan kekuatan TNI untuk melaksanakan operasi militer yang bukan dalam rangka perang dengan negara lain, tetapi untuk melaksanakan tugas-tugas nontempur, seperti tugas-tugas kemanusiaan, penanggulangan akibat bencana atau untuk mendukung otoritas sipil dalam mengatasi berbagai situasi darurat dan kepentingan nasional lainnya".

Tentara Nasional Indonesia masa kini bukan hanya tentang kekuatan di medan pertempuran, tetapi juga tentang adaptasi terhadap teknologi baru untuk mendukung beragam misinya. Dengan integrasi *drone* dan jaringan GSM, sebuah revolusi yang menggabungkan inovasi teknologi dengan kebutuhan strategis dan kemanusiaan di abad ke-21 berpotensi untuk mendukung pelaksanaan operasi-operasi militer selain perang oleh TNI.

Pembahasan teori OMSP berkaitan dengan pelaksanaan tugas pokok yang dilakukan oleh TNI terutama pada bantuan terhadap korban bencana atau kecelakaan. Integrasi *drone* dengan jaringan GSM sebagai *virtual* BTS sangat membantu dalam upaya pencarian dan penyelamatan korban di daerah bencana atau kecelakaan. Kemampuan yang dimiliki oleh *drone* untuk terbang di ketinggian dan mengakses area yang sulit dijangkau, bisa menjadi alat pengawasan dan *surveillance* di lokasi bencana dan kecelakaan. Melalui jaringan GSM, data dapat dikirimkan secara *real-time* ke pusat komando untuk analisis meskipun dalam situasi di mana infrastruktur komunikasi tradisional rusak atau tidak berfungsi, dan dapat menjadi titik komunikasi darurat untuk koordinasi operasi dan penyelamatan korban.

2.2 Hasil Penelitian Terdahulu

Dalam rangka penelitian ini, peneliti mengkaji beberapa studi sebelumnya yang sesuai dan berfungsi sebagai pendukung untuk menjadi acuan dalam penelitian ini. Adapun penjelasan dari temuan penelitian terdahulu sesuai dengan fokus penelitian ini, antara lain:

- a. Penelitian oleh Samanth et al. (2022) dengan judul "*Security Internet of Drones: A Comprehensive Review*" memberikan tinjauan mendalam mengenai tantangan dan solusi keamanan yang dihadapi oleh sistem *Internet of Drones (IoD)*. Dengan integrasi *drone* ke dalam jaringan yang lebih luas seperti *Internet of Things (IoT)*, terdapat berbagai ancaman keamanan yang muncul, termasuk serangan fisik terhadap *drone*, serangan *cyber*, dan isu-isu privasi. Peneliti menggunakan metode PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) untuk menentukan kriteria inklusi dan eksklusi, serta proses mengidentifikasi 77 artikel yang memenuhi kriteria inklusi dari 1.134 artikel yang ditemukan di basis data *online* seperti *IEEE Xplore*, *ScienceDirect*, *SpringerLink*, dan *ACM Digital Library*. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa beberapa teknologi pendukung *IoD* dapat meningkatkan solusi keamanan *IoD*, seperti *blockchain* yang dapat menyediakan transparansi, desentralisasi, dan ketahanan terhadap serangan, *machine learning* yang dapat membantu analisis data dan deteksi intrusi, dan *fog/edge computing* yang dapat mengurangi latensi dan beban komputasi.
- b. Penelitian oleh Batubara et al. (2020) dengan judul "Desain Konseptual Integrasi Sistem *Drone/UAV* dan sensor Radar Pasif sebagai Fungsi Situasional *Blank Spot Filler* Sistem

Radar Pertahanan Udara (Studi: Satuan Radar 211 Tanjung Kait)” menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan desain konsep George E Dieter. Penelitian ini melakukan studi dan analisis lapangan di Satuan Radar 211 Tanjung Kait, salah satu satuan radar pertahanan udara nasional yang berada di bawah jajaran Kohanudnas dengan menghasilkan data uji desain sistem penginderaan *drone* dan uji dinamis radar pasif, yaitu data yang menunjukkan kinerja dan efektivitas sistem *drone/UAV* dan sensor radar pasif dalam mendeteksi target di daerah blank spot area. Data ini digunakan untuk membuat desain konsep integrasi sistem *drone/UAV* dan sensor radar pasif. Penelitian ini menunjukkan bahwa dengan adanya integrasi sistem *drone/UAV* dan sensor radar pasif, satuan radar dapat secara situasional dan mandiri melaksanakan deteksi di daerah blank spot area. Sistem *drone/UAV* dapat mengirimkan data video *intelligence, surveillance, and reconnaissance (ISR)* yang menampilkan gambar pesawat musuh secara real time. Sensor radar pasif dapat mengirimkan data target posisi pesawat musuh yang berkemampuan *stealth* dengan memanfaatkan sinyal-sinyal radio yang ada di sekitarnya.

- c. Penelitian oleh Sarah & Bw (2018) dengan judul ”Studi Kelayakan Konektivitas *Drone* Pada Jaringan LTE Sebagai Layanan 5G Masa Depan di Daerah Rural” mengevaluasi kelayakan penggunaan *drone* yang terkoneksi dengan jaringan LTE sebagai bagian dari layanan 5G di masa mendatang, khususnya di daerah rural. Dengan pertimbangan bahwa daerah pedesaan sering kali memiliki keterbatasan infrastruktur jaringan, *drone* bisa menjadi solusi

inovatif untuk meningkatkan konektivitas. Penelitian ini menggunakan metode simulasi NS-3 untuk menganalisis parameter-parameter seperti *Reference Signal Received Power (RSRP)* dan *Signal-to-Interference Ratio (SINR)* dalam dua skenario. Skenario pertama adalah menghubungkan satu *drone* ke satu *base station (BS)*, dan skenario kedua adalah menghubungkan dua *drone* ke satu BS. Penelitian ini menggunakan dua *drone* sebagai *relay*, kualitas sinyal LTE dapat ditingkatkan lebih lanjut. Dengan demikian, penelitian ini menunjukkan bahwa konektivitas *drone* pada jaringan LTE dapat menjadi layanan 5G masa depan yang efektif dan efisien di daerah rural. Penelitian ini menemukan bahwa jarak dan ketinggian *drone* berpengaruh terhadap kualitas sinyal LTE yang diterima. Semakin jauh dan semakin tinggi *drone*, semakin rendah RSRP dan SINR yang diterima. Namun, penelitian ini juga menemukan bahwa dengan menggunakan teknik *beamforming*, kualitas sinyal LTE dapat ditingkatkan secara signifikan.

- d. Penelitian oleh Lesmana et al. (2021) dengan judul "Aplikasi *Drone* Militer dengan Produk Alpalhankam Indonesia untuk *Over the Horizon Operations*" membahas aplikasi dari *drone* militer yang dibuat atau diadaptasi dari produk Alpalhankam (Alat Utama Sistem Persenjataan) Indonesia untuk operasi "*Over the Horizon*" (OTH). OTH adalah operasi yang dilakukan di luar jangkauan visual atau radar langsung, memanfaatkan teknologi canggih untuk mendeteksi, memantau, dan mengambil tindakan dalam lingkup yang lebih luas. Penelitian mengusulkan desain spesifik *drone* militer buatan Indonesia, dengan penekanan pada fitur-fitur yang mendukung operasi OTH, seperti jangkauan, daya

tahan, dan teknologi sensor. Penelitian ini menunjukkan bahwa dengan adanya integrasi *drone* dengan produk alpalhankam Indonesia, dapat meningkatkan kemampuan deteksi, pengintaian, pengawasan, dan penyerangan terhadap target musuh yang berada di luar jangkauan radar pertahanan udara aktif serta penggunaan *drone* dapat mengurangi resiko dan biaya operasional, serta meningkatkan fleksibilitas dan efektivitas dalam berbagai skenario operasi militer perang maupun operasi militer selain perang.

- e. Penelitian oleh Firzal (2019) dengan judul Integrasi *Drone* Dengan *Floating Robot* Untuk Monitoring di Sungai (Pendaratan *Drone* Secara Otomatis di Atas Sungai). Peneliti ini menggunakan metode penelitian studi literatur, analisis masalah, perancangan dan simulasi alat. Dari hasil penelitiannya, peneliti menganalisa hasil pengujian integrasi *drone* dengan *floating robot* dengan frame yang memiliki bentuk liku dan lubang lebih sedikit. Dari hasil uji coba beban, motor brushless 380kv mampu mengangkat beban hingga mencapai 2 kg dengan rata-rata waktu 10 detik dan ketinggian 5 meter. Peneliti berfokus pada integrasi teknologi *drone* dengan sistem atau *platform* lain dan bagaimana meningkatkan potensi dan kemampuan *drone* untuk tujuan tertentu. Sedangkan perbedaannya disini peneliti lebih berfokus pada integrasi *drone* dengan robot yang dapat mengapung untuk tujuan pemantauan di sungai, khususnya dengan kemampuan pendaratan otomatis di atas sungai.

- f. Penelitian oleh Azhra et al. (2021) dengan judul Perancangan Inovasi *Drone* Pencegah Penyebaran Covid19, menggunakan Integrasi Model Kano dan HOQ. Penelitian ini menggunakan metode Penelitian Kualitatif. Hasil penelitian ini mengembangkan inovasi spesifikasi teknis untuk *drone* yang dapat efektif dalam mencegah penyebaran Covid-19 berdasarkan analisis kebutuhan pelanggan dan spesifikasi teknis yang diidentifikasi. Disini peneliti membahas tentang *drone* dan inovasi atau integrasi teknologi terkait dengan *drone* dan mengeksplorasi cara-cara untuk memaksimalkan potensi *drone* pada aplikasi khusus. Peneliti menggunakan Model Kano dan HOQ sebagai metode perancangan. Model Kano digunakan untuk mengevaluasi kebutuhan pelanggan, sementara HOQ digunakan untuk menerjemahkan kebutuhan tersebut ke dalam spesifikasi teknis.
- g. Penelitian oleh Shahmoradi et al. (2020) dengan judul *A Comprehensive Review of Applications of Drone Technology in the Mining Industry*. Peneliti menggunakan metode deskriptif analisis dengan pendekatan kualitatif. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *drone* memiliki potensi untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, keselamatan, dan kualitas operasi pertambangan, baik di permukaan maupun di bawah tanah. Disini peneliti membahas dan mengakui pentingnya potensi besar dari penggunaan *drone* di berbagai sektor termasuk di bidang pertambangan. Peneliti juga mengemukakan berbagai cara *drone* digunakan dalam industri pertambangan, seperti pemetaan, pemantauan, dan lainnya serta berfokus pada peningkatan efisiensi, keselamatan, dan produktivitas dalam sektor pertambangan.

- h. Penelitian oleh Priambodo & Widyaningrum (2020) dengan judul Strategi Komando Resor Militer 043/Garuda Hitam Dalam Penanggulangan Bencana Alam di Provinsi Lampung Strategy of Military Resort Command 043/ Garuda Hitam for Natural Disaster Management in Lampung Province. Menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan studi kasus, peneliti menghasilkan hasil karya tulisan tentang Keterlibatan TNI dalam penanggulangan bencana alam dalam Operasi Militer Selain Perang (OMSP) yang telah diamanatkan di dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 34 tahun 2004 tentang TNI. Disini peneliti membahas tentang pelaksanaan tugas dan fungsi TNI dalam Operasi Militer Selain Perang (OMSP). Sedangkan peneliti berfokus pada Strategi Komando Resor Militer 043/ Garuda Hitam Dalam Penanggulangan Bencana Alam di Provinsi Lampung.

- i. Penelitian oleh Setiati et al. (2018) dengan judul Rancang Bangun Antena Sebagai Sistem *Diversity* Ruang Pada Penerima Komunikasi Data UAV memakai metode penelitian kualitatif. Dapat disimpulkan bahwa Peneliti ingin antena yang direalisasikan pada alat ini sesuai dengan fungsinya, yaitu sebagai *receiver* dengan sistem *diversity* ruang untuk penerimaan komunikasi data UAV. Penelitian ini membahas tentang rancang bangun antena untuk penerimaan komunikasi data *drone/UAV*. Sedangkan berfokus nya pada merancang antena pada sisi *receiver* sebagai sistem *diversity* ruang untuk komunikasi data UAV.

- j. Penelitian oleh Kurniawan et al. (2022) dengan judul Implementasi Kebijakan Tugas Operasi Selain Perang di Yon

Marhanlan III dalam Penanggulangan Banjir Jakarta. Jenis penelitian yang akan digunakan adalah deskriptif kualitatif dengan studi kasus. Peneliti menyimpulkan bahwa perlu adanya optimalisasi penataan dan penguatan organisasi guna meningkatnya kapasitas entitas penanganan bencana dalam melaksanakan tugas pokok dan fungsi OMSP dalam penanggulangan banjir di Provinsi DKI Jakarta. Peneliti mengimplementasikan tugas Operasi Militer Selain Perang (OMSP) dalam penanggulangan bencana. Peneliti hanya berfokus pada Kebijakan tugas Operasi Militer Selain Perang (OMSP) dalam penanggulangan bencana tanpa menggunakan teknologi *drone/UAV*.

Tabel 2.1. Hasil Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Judul	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1	(Batubara et al., 2020)	Desain Konseptual Integrasi Sistem <i>Drone/UAV</i> dan Sensor Radar Pasif sebagai Fungsi Situasi	Metode penelitian kualitatif.	Dalam pemanfaatan sistem <i>drone/UAV</i> dan sensor radar pasif yang berperan sebagai <i>blank spot filler</i> , diperlukan peningkatan sistem	Peneliti memusatkan perhatian pada <i>drone</i> atau UAV, yang merupakan teknologi yang semakin penting dalam operasi	Peneliti berfokus pada integrasi <i>drone</i> dengan Sensor Radar Pasif sebagai solusi untuk mengisi area yang tidak terdeteksi

		al <i>Blank Spot Filler</i> Sistem Radar Pertahanan Udara (Studi : Satuan Radar 211 Tanjung Kait.		komunikasi data sehingga integrasi sistem dapat berjalan dengan baik.	militer dan sipil.	blank spot pada sistem radar pertahanan udara.
2	(Samanth et al., 2022)	<i>Security in Internet of Drones : A Comprehensive Review</i>	Deskriptif analisis dengan pendekatan kualitatif.	Penelitian ini mengusulkan sebuah kerangka kerja untuk mengamankan komunikasi antara <i>drone</i> dalam jaringan <i>Internet of Drones (IoD)</i> dengan menggunakan konsep kriptografi dan <i>blockchain</i> .	Peneliti fokus pada keamanan " <i>Internet of Drones</i> " tentunya juga membahas aspek komunikasi antar <i>drone</i> dan dengan infrastruktur lain.	Peneliti fokus pada mendukung TNI mungkin ditujukan untuk pembaca di Indonesia, terutama mereka yang berkepentingan dalam operasi militer atau pertahanan nasional. Journal dengan tema

						keamanan pada " <i>Internet of Drones</i> " mungkin memiliki audiens yang lebih luas dan internasional, terutama dalam komunitas penelitian keamanan siber dan teknologi <i>drone</i> .
3	Annisa Sarah, Sandra Octaviani	Studi Kelayakan Konektivitas <i>Drone</i> Pada Jaringan LTE Sebagai Layanan 5G Masa Depan di Daerah	Studi Literatur, Perancangan Model dan Simulasi.	Penelitian ini mempelajari kelayakan konektivitas <i>drone</i> pada Jaringan LTE sebagai layanan 5G masa depan di daerah rural dengan menggunakan pendekatan	Peneliti membahas pada integrasi <i>drone</i> dengan teknologi komunikasi seluler.	Peneliti lebih berfokus pada Daerah Rural, yang menekankan pada tantangan dalam menyediakan konektivitas <i>broadband</i> di daerah-daerah

		Rural		simulasi di sistem NS-3.		terpencil atau kurang terlayani.
4	Denny Lesmana, Yudha Permana, Budi Santoso, Ardian Infantono	Aplikasi <i>Drone</i> Militer dengan Produk Alpalhankam Indonesia untuk <i>Over the Horizon Operations</i>	Metode penelitian kualitatif.	Teknologi <i>drone</i> berperan penting sebagai <i>platform</i> berbagai sistem persenjataan yang nantinya akan dikembangkan dan digunakan baik untuk keperluan Operasi Militer perang maupun operasi militer	Peneliti menekankan bagaimana teknologi <i>drone</i> dapat meningkatkan kemampuan TNI, baik dalam operasi jarak jauh atau sebagai <i>platform</i> komunikasi darurat.	Peneliti membahas bagaimana <i>drone</i> militer dapat diintegrasikan dengan produk alpalhankam yang dimiliki oleh Indonesia serta mendiskusikan tentang bagaimana <i>drone</i> dapat bekerja sama atau

				selain perang.		melengkapi kapabilitas sistem persenjataan lainnya.
5	Firzal Arland	Integrasi <i>Drone</i> Dengan <i>Floating Robot</i> Untuk Monitoring di Sungai (Pendaratan <i>Drone</i> Secara Otomatis di Atas Sungai).	Studi literatur, Analisis masalah, Perancangan dan Simulasi alat.	Analisa hasil pengujian integrasi <i>drone</i> dengan <i>floating robot</i> dengan frame yang memiliki bentuk liku dan lubang lebih sedikit. Dari hasil uji coba beban, motor brushless 380kv mampu mengangkat beban hingga mencapai 2 kg dengan rata-rata waktu 10 detik dan	Peneliti fokus pada integrasi teknologi <i>drone</i> dengan sistem atau <i>platform</i> lain dan bagaimana meningkatkan potensi dan kemampuan <i>drone</i> untuk tujuan tertentu.	Peneliti membahas integrasi <i>drone</i> dengan robot yang dapat mengapung untuk tujuan pemantauan di sungai, khususnya dengan kemampuan pendaratan otomatis di atas sungai.

				ketinggian 5 meter.		
6	Fariza Halidatsani Azhra, Nayoko Prasetyo Jati	Perancangan Inovasi <i>Drone</i> Pencegah Penyebaran Covid19 Menggunakan Integrasi Model Kano dan HOQ.	Metode penelitian kualitatif.	Pengembangan inovasi spesifikasi teknis untuk <i>drone</i> yang dapat efektif dalam mencegah penyebaran Covid-19 berdasarkan analisis kebutuhan pelanggan dan spesifikasi teknis yang diidentifikasi.	Peneliti membahas tentang <i>drone</i> dan inovasi atau integrasi teknologi terkait dengan <i>drone</i> dan mengeksplorasi cara-cara untuk memaksimalkan potensi <i>drone</i> pada aplikasi khusus.	Peneliti menggunakan Model Kano dan HOQ sebagai metode perancangan. Model Kano digunakan untuk mengevaluasi kebutuhan pelanggan, sementara HOQ digunakan untuk menerjemahkan kebutuhan tersebut ke dalam spesifikasi teknis.

7	Javad Shahmodari, Elaheh Talebi, Pedram Roghanchi & Mostafalian	A Comprehensive Review of Applications of Drone Technology in the Mining Industry.	Deskriptif analisis dengan pendekatan kualitatif.	Peneliti menunjukkan bahwa <i>drone</i> memiliki potensi untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, keselamatan, dan kualitas operasi pertambangan, baik di permukaan maupun di bawah tanah.	Peneliti mengakui pentingnya dan potensi besar dari penggunaan <i>drone</i> di berbagai sektor termasuk di bidang pertambangan	Peneliti membahas berbagai cara <i>drone</i> digunakan dalam industri pertambangan, seperti pemetaan, pemantauan, dan lainnya serta berfokus pada peningkatan efisiensi, keselamatan, dan produktivitas dalam sektor pertambangan.
---	---	--	---	--	--	--

8	Agung Priambodo, Nrangwesthi Widyaningrum & Hayatul Khairul Rahmat	Strategi Komando Resor Militer 043/ Garuda Hitam Dalam Penanggulangan Bencana Alam di Propinsi Lampung	Kualitatif dengan pendekatan studi kasus	Keterlibatan TNI dalam penanganan bencana alam dalam Operasi Militer Selain Perang (OMSP) yang telah diamanatkan di dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 34 tahun 2004 tentang TNI	Peneliti membahas tentang pelaksanaan tugas dan fungsi TNI dalam Operasi Militer Selain Perang (OMSP)	Peneliti berfokus pada Strategi Komando Resor Militer 043/ Garuda Hitam Dalam Penanggulangan Bencana Alam di Propinsi Lampung
---	--	--	--	--	---	---

9	Anik Tjandra Setiati, Sri Danaryani, Angga Nur Aris, Muhammad Said Urfi	Rancang Bangun Antena Sebagai Sistem <i>Diversity</i> Ruang Pada Penerima Komunikasi Data UAV	Metode Penelitian Kualitatif	Dapat disimpulkan bahwa Peneliti ingin antena yang direalisasikan pada alat ini sesuai dengan fungsinya, yaitu sebagai <i>receiver</i> dengan sistem <i>diversity</i> ruang untuk penerimaan komunikasi data UAV	Penelitian ini membahas tentang rancang bangun antena untuk penerimaan komunikasi data <i>drone/UAV</i>	Peneliti berfokus pada merancang antena pada sisi <i>receiver</i> sebagai sistem <i>diversity</i> ruang untuk komunikasi data UAV
---	---	---	------------------------------	--	---	---

10	Tony Kurniawan, Edi Suhardono, Budi Rianto, Sudirman, Sri Umiyati	Implementasi Kebijakan Tugas Operasi Militer Selain Perang (OMSP) di Yon Marhanlan III dalam Penanggulangan Banjir	Jenis penelitian yang akan digunakan adalah deskriptif kualitatif dengan studi kasus	Peneliti menyimpulkan bahwa perlu adanya optimalisasi penataan dan penguatan organisasi guna meningkatnya kapasitas entitas penanganan bencana dalam melaksanakan tugas pokok dan fungsi OMSP dalam penanggulangan banjir di Provinsi DKI Jakarta.	Peneliti mengimplementasikan tugas Operasi Militer Selain Perang (OMSP) dalam penanganan bencana	Peneliti hanya berfokus pada Kebijakan tugas Operasi Militer Selain Perang (OMSP) dalam penanganan bencana tanpa menggunakan teknologi <i>drone/UAV</i>
----	---	--	--	--	--	---

2.3 Kerangka Pemikiran

Disampaikan oleh Sugiyono (2015, sebagaimana dikutip oleh Sekaran, U. dalam bukunya *Business Research*, 1992) mengemukakan bahwa kerangka berfikir adalah model konseptual yang menggambarkan bagaimana teori terkait dengan faktor-faktor yang dianggap penting dan telah diidentifikasi sebagai isu. Kerangka berfikir berfungsi sebagai panduan bagi peneliti agar ada keterkaitan yang jelas

antara latar belakang, teori, dan pembahasan. Ini membantu peneliti dalam mengatur data penelitian sehingga relevan dengan isu dan sasaran penelitian yang ditargetkan. Dalam penelitian ini, kerangka berpikir diorganisir ke dalam empat elemen: input, proses penelitian, output, dan hasil.

Input dalam penelitian ini berdasarkan fenomena yang menjadi latar belakang penelitian dan dituangkan menjadi rumusan masalah dalam bentuk pertanyaan penelitian. Proses penelitian merupakan proses mengintegrasikan *drone* dengan jaringan GSM menggunakan parameter data tertentu hingga menghasilkan *platform* komunikasi darurat sebagai penyangga komunikasi di daerah bencana atau kecelakaan. Proses penelitian ini akan mengolah data yang berasal dari hasil *literature review* yang berkaitan dengan judul tesis dan hasil penelitian terdahulu. Metode penelitian yang digunakan dalam proses penelitian ini adalah metode kualitatif dengan pendekatan RnD yang disesuaikan dengan pembuatan desain integrasi sistem *drone* dan jaringan GSM. Proses ini bertujuan untuk mengaplikasikan desain integrasi menjadi output penelitian. *Output* dari hasil penelitian ini merupakan desain integrasi sistem *drone* dengan jaringan GSM yang dapat digunakan sebagai *platform* komunikasi darurat dalam OMSP. Pada akhirnya akan dihasilkan rekomendasi kebijakan pemanfaatan peralatan tersebut pada kondisi darurat untuk mendukung OMSP TNI. Ketika kebijakan tersebut dilaksanakan maka akan menghasilkan *outcome* berupa tergelarnya peralatan hasil integrasi *drone* dengan jaringan GSM sebagai *platform* komunikasi darurat yang mendukung pertahanan dan keamanan negara. Sehingga kerangka berpikir penelitian ini dapat digambarkan sebagai berikut:

INPUT

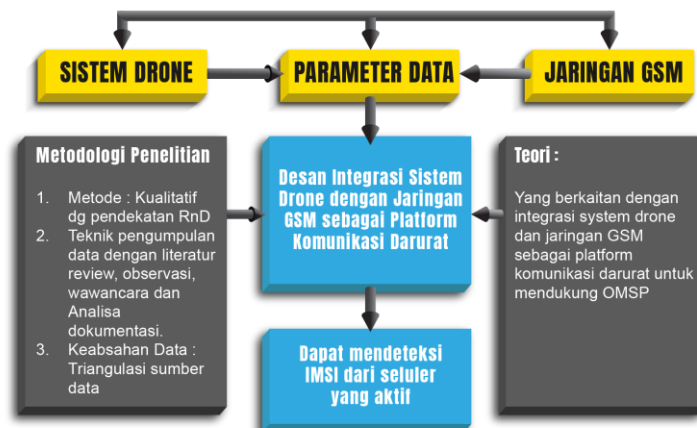
PERMASALAHAN / FENOMENA

1. Rusaknya infrastruktur sarana prasarana komunikasi akibat bencana alam.
2. Adanya platform komunikasi darurat yang dapat dimanfaatkan sebagai penyangga komunikasi pascara terjadinya bencana alam.
3. Integrasi system drone dengan jaringan GSM

RUMUSAN PERMASALAHAN

1. Bagaimana potensi pemanfaatan drone dalam mendukung komunikasi darurat pada operasi militer selain perang oleh TNI di area yang sulit terjangkau atau di daerah korban bencana atau lokasi kecelakaan yang tidak terdukung sarana komunikasi?
2. Bagaimana desain integrasi dan system transmisi data dari drone dengan jaringan GSM untuk digunakan sebagai platform komunikasi darurat?

PROSES PENELITIAN



OUTPUT

Implementasi Desain Integrasi Drone dengan Jaringan GSM sebagai virtual BTS

OUTCOME

Terdukungnya OMSP oleh TNI

Gambar 2.1. Kerangka Pemikiran

Sumber: Diolah oleh peneliti, 2023