

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Teori Ilmu Pertahanan

Berdasarkan “Keputusan Menteri Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia Nomor 257/M/KPT/2017 tentang Nama Program Studi pada Perguruan Tinggi disebutkan bahwa Pertahanan termasuk dalam Rumpun Ilmu Sosial (*Social Sciences*).” Hakikat keberadaan (aspek ontologi) ilmu pertahanan terkait dengan konsep Bela Negara sebagai *grand theory* serta konsep OMP dan OMSP sebagai *applied theory*. Secara epistemologi ilmu pertahanan merupakan metode transdisiplin dan secara aksiologi nilai moralnya sangat berguna dalam kehidupan berbangsa dan bernegara (Tippe, 2016, p.178).

Menurut Tippe (2016 : xii) “Pertahanan ditinjau dari ilmu Politik adalah sebuah konsepsi yang menyatu dengan suatu kehidupan.” Dalam rangka mempertahankan *survivalities*, setiap makhluk hidup membutuhkan rasa aman, yang didalamnya bisa terjadi karena dua hal. Pertama, bagi yang memiliki kekuatan atau haus akan kekuasaan, hidup adalah *struggle for power*. Kedua, bagi yang lemah kekuatannya (*weak states*), pertahanan sebagai cara untuk meraih rasa aman.

“Ilmu dan seni pertahanan adalah suatu ilmu antar bidang merupakan ilmu terapan, yang mempelajari suatu cara mempersiapkan sumber daya nasional yang dimiliki suatu Negara pada masa damai dan mengerahkan sumber daya nasional tersebut dalam rangka menghadapi ancaman terhadap keutuhan dan kedaulatan teritori dari suatu Negara, baik ancaman dari dalam negeri maupun ancaman luar negeri” (Supriyatno, 2014, 38).

“Pertahanan adalah upaya sedangkan keamanan adalah hasil (*outcome*) dari semua upaya itu. Konsep keamanan nasional memiliki empat dimensi yaitu : (a) pertahanan Negara; (b) stabilitas dalam negeri;

(c) ketertiban publik; dan (d) keamanan insani” (Supriyatno, 2014 p.43 - 44). “Keamanan (*security*) merupakan gambaran khusus dari politik. Berbagai hal terkait keamanan merupakan masalah politik. Tetapi semua konflik politik bukan selalu masalah keamanan. Isu mendasar dari sengketa politik terkait keamanan yang terjadi saat pelaku politik tertentu mengintimidasi atau memakai *power* yang dimiliki untuk meraih apa yang mereka kehendaki dari pihak lain (Kolodziej, 2005)” dalam (Susetyo, 2008, p.2).

Konsep hubungan pertahanan dari sudut pandang geografi dijelaskan oleh Supriyatno (2014, p.64-66) bahwa suatu keniscayaan untuk memahami lokasi atau posisi spasial dari suatu Negara. “Geografi adalah penyusun utama dari pengumpulan keputusan dan aksi politik.” Didalam geografi dibahas tentang batas wilayah Negara, areal sumber daya alam, jalan ke dan dari pelabuhan, pembagian wilayah Provinsi dan Kabupaten. Geografi pertahanan tidak hanya mencakup masalah taktik dan militer saja. Geografi pertahanan mempengaruhi kebijakan dan strategi pertahanan, seperti pembelian senjata, strategi pertahanan, gelar pertahanan dan aspek pertahanan lainnya.

Mengingat kegagalan pada waktu Clash I, kondisi geografis, peralatan, persenjataan dan kekuatan militer RI maka, sistem linier diganti dengan sistem *Wehrkreise* yang pada hakekatnya membagi daerah pertempuran menjadi kantong-kantong gerilya. Sistem perang gerilya. ini secara resmi dicantumkan dalam “Perintah Panglima Besar APRI tanggal 9 November 1948 - yang sering disebut dengan nama Perintah Siasat No. 1 tahun 1948 yang menegaskan : (1) Tidak akan melakukan pertahanan yang linier; (2) Perlu memperlambat kelajuan serbuan Belanda, pengungsiaan total, serta bumi hangus; (3) Pembentukan kantong-kantong gerilya di setiap onder distrik yang berlokasi di beberapa pegunungan; dan (4) *Wingate* (penyusupan ke belakang garis musuh) pasukan yang berasal dari daerah federal untuk membentuk kantong-kantong. Sehingga, seluruh Pulau Jawa akan menjadi medan gerilya.” (Siahaan, 1979, p.8).

Penggunaan metode Perang Gerilya dalam mengalahkan penjajah didasari “pola relasi antara Rakyat-TNI saat perang menegakkan kembali kemerdekaan (1945-1949). TNI bahu-membahu dan bersama-sama dibantu oleh rakyat (SDM) pada sektor logistik-ekonomi-sumberdaya/kondisi geografi atau wilayah pertahanan (Wilhan) menghasilkan “Perang Wilayah” (*Territorial Warfare*).” Doktrin Pembinaan Teritorial/Binter menjadi Pertahanan Keamanan Rakyat Semesta terakhir menjadi Sistem Pertahanan Semesta (Sishanta) (Supriyatno & Ali, 2018, p.35-36). Berdasarkan “Keputusan Menteri Pertahanan tentang Kebijakan Pertahanan Negara Tahun 2020 Nomor : KEP / 104 / M / I / 2020 kembali menjadi Sistem Pertahanan dan Keamanan Rakyat Semesta (Sishankamrata).”

Pembinaan Teritorial (Binter) TNI apabila “ditinjau dari fungsinya yaitu menyelenggarakan unsur-unsur geografi ,demografi dan kondisi sosial menjadi ruang, alat dan kondisi (RAK) juang yang tangguh. Indikator keberhasilan binter dari ketiga unsur yaitu : (1) Tingkat keberhasilan pemberdayaan unsur geografi (wilayah dengan sumber daya alam dan sumber daya buatan yang terkandung didalamnya) menjadi ruang juang yang tangguh.” Diantaranya diukur dari sejauh mana kemajuan/peningkatan dari kesiapan rencana wilayah nasional/prov/kab/kota, kesiapan logistik wilayah dan implementasinya untuk kepentingan pertahanan; (2) Tingkat keberhasilan pemberdayaan demografi (penduduk/masyarakat setempat) sebagai komponen pendukung pertahanan Negara. Diantaranya dapat diukur berdasarkan indikator keberhasilan pembinaan kesadaran bela Negara di lingkungan pemukiman, pendidikan dan pekerjaan, dengan kelima nilainya yaitu : cinta tanah air, kesadaran berbangsa dan bernegara, keyakinan Pancasila sebagai ideologi bangsa, rela berkorban untuk bangsa dan Negara, serta memiliki kemampuan awal bela Negara. Indikator-indikator tersebut tercantum di dalam “Buku Tataran dasar Bela Negara yang diterbitkan oleh Ditjen Potan Kemhan pada tahun 2014, dan (3) Tingkat

keberhasilan pemberdayaan kondisi sosial, misalnya kearifan lokal, untuk dapat dieksploitasi menjadi kondisi juang yang kondusif bagi pertahanan Negara. Diantaranya dapat diukur melalui tingkat partisipasi tokoh masyarakat/tokoh adat/tokoh agama, intensitas dukungan media setempat dan sebagainya” (Puslitbang Strahan Balitbang Kemhan, 2018).

Kekuatan Sishanta terletak pada kemampuan Binter dalam membangun geografi, sarana dan prasarana, demografi dan semangat juang rakyat atau seluruh potensi nasional menjadi kekuatan nasional. Tugas Binter memerlukan waktu yang lama dan terus-menerus. Tugas ini sangat terbantu dengan perkembangan sains dan teknologi. Diantaranya adalah intelijen geospasial atau *Geospatial Intelijen (Geoint)* (Rajab & Supriyanto, 2019).

Dalam Jakhanneg 2020 juga menegaskan “Terjaganya kedaulatan dan keutuhan Wilayah NKRI serta terlindunginya keselamatan segenap bangsa dari segala bentuk ancaman salah satunya dengan media monitoring dan penginderaan jarak jauh yang menggunakan satelit di areal pertahanan, terutama daerah perbatasan dan pulau-pulau kecil terluar dengan aplikasi radar dan PTTA/*drone* untuk memperoleh data dan informasi secara *up to date*.”

Dalam Dokumen Strategis : "Sistem Pertahanan dan Keamanan Rakyat Semesta (Sishankamrata) Abad ke-21 yang dikeluarkan oleh Kementerian Pertahanan Republik Indonesia pada tahun 2021) dijelaskan Sistem Pertahanan dan Keamanan Rakyat Semesta (Sishankamrata) terdiri atas 3 kata kunci : Kerakyatan, Kesemestaan dan Kewilayahan.” *GEOINT* harus mampu berperan dalam ketiga kata kunci ini. Khusus terkait kewilayahan, peran *GEOINT* dalam memberikan data yang akurat dan terbaru akan berperan penting dalam menjaga keutuhan wilayah kita. Interpretasi data *GEOINT* juga dibutuhkan untuk perencanaan pembangunan yang tentunya beda wilayah akan berbeda pula penanganannya.

Sun Tzu sendiri telah mengingatkan “Kita dapat yakin sukses saat penyerangan jika menyerang daerah-daerah yang tidak dipertahankan. Kita dapat memprediksi keamanan pertahanan jika telah menguasai posisi yang tidak dapat diserang” (Sun Tzu and Lionel Giles (Translator), 1910). Carl von Clausewitz menjelaskan bahwa “Apa konsep pertahanan? Menangkis sebuah pukulan. Apa ciri khasnya? Menunggu pukulan.” Dijelaskannya lebih lanjut bahwa pertahanan bukan hanya menunggu serangan namun selalu bersiap dalam kondisi defensif dan ofensif (Clausewitz, 1832).

2.1.2 Kebijakan Pertahanan

Dalam “Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2021 tentang Kebijakan Umum Pertahanan Negara Tahun 2020-2024 dijelaskan bahwa pertahanan negara menggambarkan semua kegiatan untuk menjaga kedaulatan negara, kebulatan wilayah NKRI, dan keamanan seluruh bagian bangsa dari ancaman dan rintangan terhadap kepaduan bangsa dan negara. Indonesia dalam mengaplikasikan pertahanan negara merujuk pada sistem pertahanan yang berkarakter semesta yang menyertakan semua warga negara, wilayah, dan sumber daya nasional lainnya, serta dirancang sejak awal oleh pemerintah dan dilakukan secara keseluruhan, sistematis, tertuju, dan berurut untuk meneguhkan kedaulatan negara, integritas wilayah, dan ketenteraman seluruh bangsa dari semua wujud ancaman.”

“Untuk target pencapaian tujuan nasional dan melindungi kepentingan nasional, Kementerian Pertahanan (Kemhan) menganalisis sejumlah faktor yang dapat dicirikan sebagai ancaman. Pelaksanaan kajian strategis dalam menganalisis ancaman dikerjakan secara simultan terhadap data, kejadian lapangan dan kemungkinan situasi pada tatanan global, regional dan nasional. Perkembangan lingstra secara global memperlihatkan kondisi semakin meningkat dan rumit di beberapa bagiandunia. Kondisi ini memperlihatkan gambaran kelanjutan dari masalah sebelumnya yang dihasilkan oleh berbagai faktor yang

menyebabkannya. Beberapa peristiwa penting yang menghangat di beberapa kawasan membuatnya perlu diwaspadai karena intensitasnya semakin dinamis. Berdasarkan hal tersebut, pengetahuan mengenai perubahan lingkungan strategis merupakan faktor utama dalam membuat kebijakan dan strategi pertahanan negara dalam hal pengembangan kebijakan pemerintah terkait PMD” (Postur Pertahanan Negara, 2015, p.5).

Ketahanan nasional adalah konsep untuk menjamin eksistensi bangsa dan Negara serta prasyarat bagi penyelenggaraan pembangunan nasional untuk mencapai tujuan nasional (Sitorus, 2015, p.16-17). Doktrin ketahanan nasional melingkupi wadah dan penjabaran dari suatu kesetimbangan antara keamanan dan kesejahteraan dalam aktivitas berbangsa, yang secara menyeluruh terdiri atas semua hal yang berasaskan aturan bangsa, falsafah negara, undang-undang dan ciri-ciri nasional melalui metode ASTAGATRA (Susetyo, 2008, p.5).

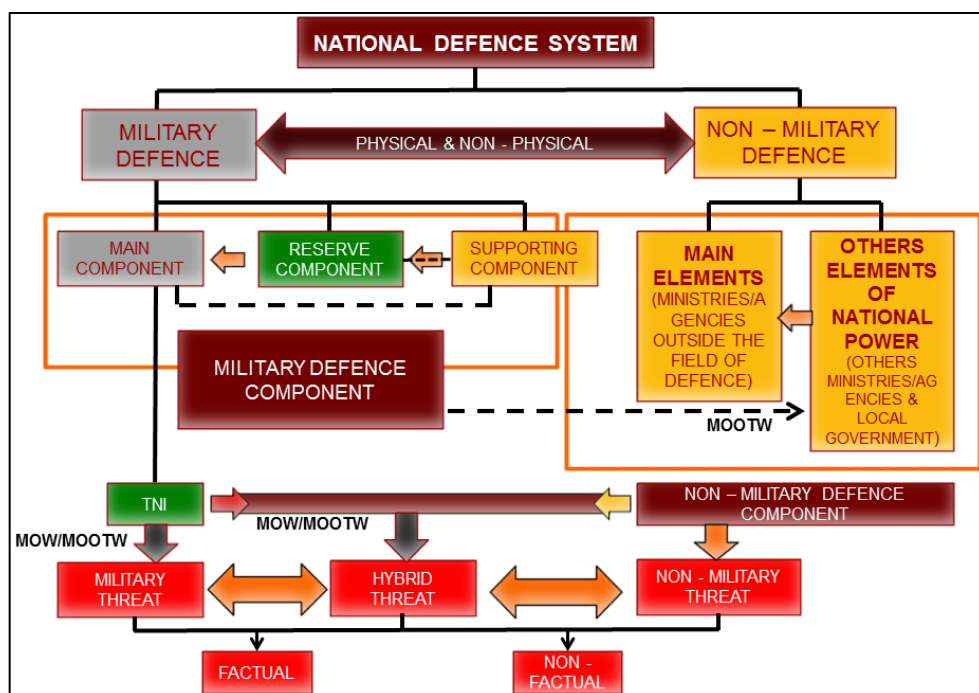
Dijelaskan lagi bahwa “Astagatra terdiri dari delapan aspek yang terbagi atas Pancagatra (lima aspek sosial) dan Trigatra (tiga aspek alamiah). Pancagatra adalah integrasi dari faktor-faktor dinamis : (1) ideologi (2) politik (3) ekonomi (4) sosial budaya dan (5) pertahanan dan keamanan. Trigatra berfokus pada relasi antara tiga aspek alamiah Indonesia yaitu: (1) keistimewaan geografis Indonesia; (2) sumber daya alam; (3) potensi dan kemampuan rakyat. Doktrin ketahanan nasional lebih memandang ke dalam (*inward-looking*), atau tertuju pada bangsa Indonesia sendiri. Tujuan utamanya adalah pencapaian identitas dan karakter nasional melalui ketahanan pribadi.”

Keamanan nasional, bagi ahli geografi, dapat lebih luas, dan bisa dibilang lebih akurat, dikonseptualisasikan sebagai keamanan geopolitik; sebagai serangkaian proses dan narasi yang membenarkan dan memberlakukan sekuritisasi geografi tertentu. Dalam wacana geopolitik, perubahan iklim sering digambarkan sebagai 'pengganda ancaman' (Farbotko, 2018, p.2). Kesadaran geografi warga negara menjadi pondasi

untuk menumbuhkan rasa cinta tanah air untuk menjaga keamanan nasional (Martha et al., 2021).

Menghadapai berbagai ancaman yang selalu mengintai bangsa kita maka diperlukan teknologi pertahanan yang tepat sasaran. Berbagai ancaman baik itu ancaman militer, ancaman non-militer, ancaman *hybrid*, ancaman nyata dan ancaman belum nyata memerlukan kehati-hatian dalam menyikapinya. Teknologi *RMA* akan membantu pasukan untuk beroperasi secara simultan di berbagai bidang, dibantu oleh jaringan sensor pengumpulan-intelijen untuk mendeteksi setiap ancaman yang akan datang.

Sloan, Maloney dan Robertson menyatakan bahwa *RMA* dapat dilihat mencakup lima karakteristik: (1) lebih memetakan; (2) peningkatan volume dan ketepatan api; (3) kebersamaan; (4) peningkatan penggunaan unit kecil untuk memiliki dampak strategis (mis. Pasukan khusus); (5) dan peningkatan kemampuan deteksi dan visibilitas medan perang (Futter, 2015, p.5).



Gambar 2.1 Sistem Pertahanan Nasional
Sumber : Buku Putih Pertahanan Indonesia (2015)

Sistem Pertahanan Nasional yang bersifat Semesta untuk mencapai tujuan Nasional dengan pelibatan seluruh warga negara sesuai peran dan fungsinya dengan Melaksanakan Pertahanan Militer dan Nir Militer. Tiga hal utama yang digunakan sebagai daya tangkal ancaman kedepan yaitu : teknologi otomatisasi, sensor dan teknologi informasi (Maarif, 2020). Terlihat pada Gambar 2.1 dijelaskan bahwa ancaman akan semakin banyak dan semakin menipis batasan antara ancaman nyata dan tidak nyata. GEOINT dapat berperan untuk menangkal dengan data kewilayahan.

Berdasarkan Keputusan Menteri Pertahanan Nomor : KEP/ 487 / M / V /2020 Tentang Kebijakan Pertahanan Negara Tahun 2021 bahwa sasaran kebijakan Kebijakan pertahanan negara (Jakhanneg) tahun 2020 disambung Jakhanneg 2021 diantaranya perwujudan wilayah pertahanan yang bertumpu pada pulau-pulau besar, pembangunan sistem logistik yang terdesentralisasi, dan penguatan pertahanan di wilayah selat-selat strategis.

Selanjutnya agar menjamin terciptanya visi dan misi Pemerintah di bidang pertahanan, dirumuskan tujuan strategis pertahanan negara sebagai berikut: (a) Terjaganya kedaulatan dan keutuhan Wilayah NKRI serta terlindunginya keselamatan segenap bangsa dari segala bentuk ancaman; (b) Terbangunnya Sistem Pertahanan dan Keamanan Rakyat Semesta (Sishankamrata) yang terintegrasi dan modern; (c) Terwujudnya Pengelolaan Sumber Daya Nasional (PSDN), untuk Pertahanan Negara; dan (d) Terselenggaranya pengelolaan wilayah pertahanan.

2.1.3 Penataan wilayah pertahanan

Ruang merupakan sebuah tempat yang mengalami proses perubahan yang terus menerus. Ruang tersusun atas seperangkat sistem atas objek-objek dimana memiliki hubungan yang bebas seluruhnya dari sifat asli objek tersebut (Chadwick, 1978, p.89). Persepsi ruang

mengalami perubahan baik dalam skala maupun wujudnya. Hubungan antar jaringan sedemikian kompleks (Pulselli & Tiezzi, 2009, p.56).

Ruang mampu memiliki dua sisi sebagai pemersatu sekaligus memisahkan antar individu dan lingkungannya. Ruang memiliki peran yang sangat vital, memiliki kemampuan menyampaikan komunikasi antar individu. Ruang mampu memberikan variasi budaya, mampu mengumpulkan orang dalam satu tujuan yang sama (Lawson, 2001, p.6).

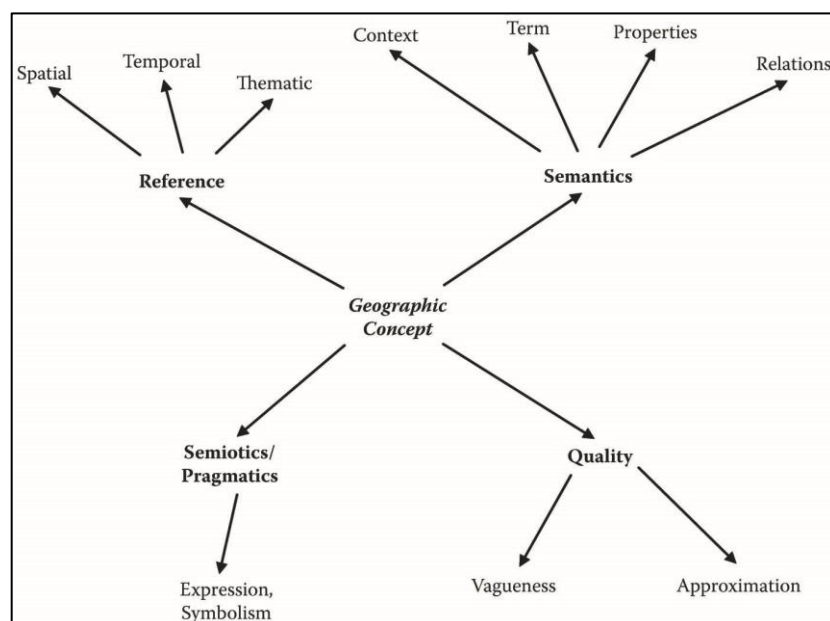
Dalam Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang menjelaskan definisi tata ruang terkait rupa struktur dan pola ruang. Penataan ruang merupakan sebuah prosedur sistem perencanaan tata ruang, pemanfaatan ruang, dan pengendalian pemanfaatan ruang. Perencanaan tata ruang adalah suatu proses untuk menentukan struktur ruang dan pola ruang yang meliputi penyusunan dan penetapan rencana tata ruang. Penataan ruang berdasarkan nilai strategis kawasan terdiri atas penataan ruang kawasan strategis nasional, penataan ruang kawasan strategis provinsi, dan penataan ruang kawasan strategis kabupaten/kota.

Kota merupakan hasil cipta, rasa, karsa dan karya manusia yang paling rumit dan muskil sepanjang peradaban. Begitu banyak masalah bermunculan silih berganti, akibat pertarungan kepentingan berbagai pihak yang latar belakang, visi, misi dan motivasinya berbeda satu sama lain (Budihardjo, 1997, p.xi).

Proses perencanaan kota berdasarkan prosedur tertentu dalam pengumpulan informasi, pembuatan rekomendasi, dan proses tindakan. Proses tersebut berdasarkan sistem analisis untuk penentuan kebutuhan kota, sasaran, dan arahan terbaik. Prosedur tersebut akan berbeda antara satu negara dengan negara lain. Situasi politik, budaya, dan sejarah di masing-masing Negara menjadikan adanya Perbedaan tersebut. Amerika Serikat lebih mudah mengatur kotanya karena partai politik dominan sedikit serta didukung finansial yang baik untuk pengembangan kota (Branch, 1996, p.107).

Dalam merencanakan ruang kota berpedoman pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Penataan Ruang pada Pasal 56 ayat (5) RDTR kabupaten/kota dituangkan ke dalam peta dengan tingkat ketelitian skala 1:5.000. Menurut Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar pada Pasal 2 (1) Syarat dan ketentuan dalam standar ketelitian peta dasar sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 meliputi: a. Ketelitian geometri; dan b. Ketelitian atribut/semantik.

Dalam penelitian ini yang nantinya akan dihasilkan berbagai peta tematik terkait pertahanan sumber data berasal dari BIG. Sehingga secara geometri tidak dilakukan koreksi lagi karena data telah berbentuk vektor. Namun untuk ketelitian atribut/semantik dilakukan kembali koreksi karena penelitian ini menitikberatkan pada atribut yang penting buat pertahanan seperti perairan. Semantik geospasial sendiri dijelaskan oleh Kavouras & Kokla (2008, p.115) terlihat pada Gambar 2.2 adalah fokus penelitian interdisipliner, yaitu filsafat, linguistik, kognisi, ilmu komputer, GIScience, dll.



Gambar 2.2 Dimensi konsep geografi

Sumber : Kavouras & Kokla (2008, p.9)

Ketentuan untuk standar ketelitian geometri Peta RBI yang dihasilkan tertera pada tabel 2.1 dan tabel 2.2.

Tabel 2.1 Ketelitian atribut/semantik/tematik unsur rupabumi

Uji Ketelitian Atribut	Ketelitian
a. Garis pantai	Sesuai Ketelitian Geometri Peta
b. Hipsografi	Sesuai Ketelitian Geometri Peta
c. Perairan	85%
d. Nama rupabumi	90%
e. Batas wilayah	90%
f. Transportasi dan utilitas	90%
g. Bangunan dan fasilitas umum	85%
h. Penutup lahan	85%

Sumber : Perka BIG Nomor 15 Tahun 2014, p.15

Nilai ketelitian di setiap kelas diperoleh melalui ketentuan seperti tertera pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Matriks Uji Ketelitian Atribut / Semantik

Data Terklasifikasi	Data			Total Baris	Ketelitian Pembuat
	a	b	c		
A	$X_{1,1}$	$X_{1,2}$	$X_{1,3}$	X_{1+}	X_{11}/X_{11}
B	$X_{2,1}$	$X_{2,2}$	$X_{2,3}$	X_{2+}	X_{22}/X_{12}
C	$X_{3,1}$	$X_{3,2}$	$X_{3,3}$	X_{3+}	X_{33}/X_{13}
Total Kolom	X_{+1}	X_{+2}	X_{+3}	X_{k+}	
Ketelitian Pengguna	X_{11}/X_{11}	X_{22}/X_{12}	X_{33}/X_{13}		

Sumber : Jensen (2005, p.499), Perka BIG Nomor 15 Tahun 2014, p.18

Keterangan:

A,B,C = Atribut objek pada peta

a,b,c = Atribut objek di lapangan

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2014 Tentang Penataan Wilayah Pertahanan Negara bahwa

Rencana Rinci Wilayah Pertahanan yang selanjutnya disingkat RRWP adalah jabaran dari perencanaan wilayah yang mengindikasikan lokasi Wilayah Pertahanan, sesuai matra TNI Angkatan Darat, TNI Angkatan Laut, dan TNI Angkatan Udara yang dibuat secara rinci untuk kepentingan pertahanan negara.

2.1.3.1 Daya Dukung dan Daya Tampung Lahan

Penentuan lokasi calon IKN telah dilakukan oleh instansi yang berwenang dalam hal ini instansi perencana yaitu Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional (PPN) / Badan Perencanaan. Konsep *Green Building* akan diterapkan berdasarkan informasi dari Hayu Parasati dari Bappenas untuk perumahan ASN, TNI dan POLRI. Dalam *Grand Design* belum muncul dan akan diperjelas dalam kajian tapak (DDPI Kaltim, 2021).

Dijelaskan oleh selaku Direktur Pencegahan Dampak Lingkungan Kebijakan Wilayah dan Sektor (PDLKWS) Direktorat Jenderal Planologi Kehutanan dan Tata Lingkungan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) Republik Indonesia, Erik Teguh Primiantoro, S.Hut, MES dalam FGD dengan tema “Perlindungan Keanekaragaman Hayati dalam Rangka Mendukung Implementasi Pembangunan Hijau di Wilayah IKN” kawasan IKN sebaiknya hanya dihuni kurang dari 2 juta orang mengingat ketersediaan airnya (DDPI Kaltim, 2021).

Sebagai pembanding bahwa Tiongkok perlu menemukan lebih banyak air untuk memenuhi permintaan pertanian dan energi, tetapi proyek bendungan besar (mis., Bendungan Tiga Ngarai) telah menggosok populasi besar yang bertentangan dengan keinginan mereka. Pertanyaan dalam dunia intelijen meliputi : Bagaimana pertanian dan produksi energi dan konsumsi berubah seiring waktu? Bagaimana dan di mana populasi akan, termasuk masyarakat pedesaan, bergeser? (The National Geospatial-Intelligence Agency, 2016, p.3).

Menurut Maarif (2011) salah satu upaya dalam penanganan kebutuhan air minum khususnya di masa kemarau adalah dengan pemberdayaan masyarakat lokal. Pengembangan kapasitas masyarakat dalam meminimalisir risiko bencana akibat kemarau akan berdampak pada pengurangan kemiskinan. Program embung misalnya selain dapat menyimpan air hujan untuk kebutuhan minum, mencegah banjir dan dapat digunakan untuk kebutuhan lainnya. Sehingga pemanfaatan lahan dengan bijak akan mengurangi kerusakan lahan itu sendiri.

Adapun rumus yang digunakan dalam menentukan daya dukung lahan berkaitan dengan penentuan *Building Coverage* (BC) pada suatu lokasi. Prinsip dasarnya adalah menghitung berapa besar daerah yang tetap terbuka atau dilestarikan menurut Mock (1983) dalam (Ridha et al., 2016), pada rumus 2.1 yaitu:

$$BC = \frac{(A - OS)}{A} \times 100\% \quad (2.1)$$

Keterangan :

BC = Building Coverage / Daya Dukung Lahan
 A = Area (Luas Lahan)
 OS = *Open Space* (Lahan tidak terbangun)

Hal yang pokok dalam upaya perlindungan fungsi-fungsi lahan (baik ekologis maupun produksi), adalah dengan evaluasi sumber daya lahan. Dalam konteks evaluasi sumber daya lahan dikenal ada dua macam istilah, yaitu kemampuan lahan (*land capability*) dan kesesuaian lahan (*land suitability*). Kemampuan lahan menggambarkan kapasitas inherent dari sumber daya lahan untuk mendukung penggunaannya secara umum (Baja, 2012, p.39-40). Kebijakan spasial tata guna lahan yang berkelanjutan yang ditargetkan untuk mencapai keseimbangan pembangunan suatu wilayah pada prinsipnya dipengaruhi oleh tiga unsur : (i) masyarakat (sosial); (ii) ekonomi; dan (iii) lingkungan.

Salah satu metode dalam mengevaluasi perencanaan penggunaan lahan yang sesuai dengan daya dukung lahan adalah melalui evaluasi

kemampuan lahan (Kasus et al., 2017). Kemampuan lahan calon lokasi IKN di Prov. Kaltim juga akan bersinggungan dengan kawasan hutan. Dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 105 Tahun 2015 Tentang Perubahan Kedua Atas Peraturan Pemerintah Nomor 24 Tahun 2010 Tentang Penggunaan Kawasan Hutan bahwa hutan juga berfungsi untuk pertahanan seperti kegiatan pertahanan dan keamanan misalnya pusat latihan tempur, stasiun radar, dan menara pengintai. Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Klasifikasi Penggunaan Lahan

Unit Analisis	Komponen Kajian	Indikator
1) Sawah	1) Pertanian lahan basah	1) Sawah
	2) Kawasan Pertanian Pangan Berkelanjutan	2) Ladang
2) Ladang	3) Kawasan Pertanian Lahan Kering	3) Kebun Campuran
3) Perkebunan	4) Kawasan Pertanian Lahan Kering	
4) Perkebunan Campuran		4) Perkebunan Campuran
5) Tanaman Campuran		5) Tanaman Campuran
6) Hutan lahan kering	5) Hutan Lindung	5) Hutan Lindung
	6) Hutan Suakaalam	6) Hutan Suakaalam
	7) Hutan Budidaya	7) Hutan Budidaya
7) Hutan lahan basah	8) Hutan lahan basah	8) Hutan lahan basah
8) Hutan bakau	9) Hutan bakau	9) Hutan bakau
9) Hutan Campuran	10) Hutan Campuran	10) Hutan Campuran
	11) Permukiman	11) Permukiman
11) Bangunan industri	12) Kawasan Perdagangan dan Jasa	12) Kawasan Perdagangan dan Jasa
	13) Kawasan perkantoran	13) Kawasan perkantoran
	14) Kawasan fasum fasos	14) Kawasan fasum fasos
	15) Kawasan aneka industri	15) Kawasan aneka industri
	16) Kawasan industri dan pergudangan	16) Kawasan industri dan pergudangan
	17) Kawasan Militer	17) Kawasan Militer
12) Bandar Udara	18) Bandar Udara	18) Bandar Udara
13) Pelabuhan Laut	19) Pelabuhan Laut	19) Pelabuhan Laut
14) Danau	20) Danau	20) Danau
15) Rawa	21) Rawa	21) Rawa
16) Sungai	22) Sungai	22) Sungai

17)Anjir Pelayaran	23) Anjir Pelayaran
18)Terumbu Karang	24) Padang Lamun
19)Gosong Pantai	25) Gosong Pantai

Sumber : Badan Standardisasi Nasional (2010) dan (Lamidi, 2018)

Dalam menghitung daya tampung lahan menggunakan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.20/PRT/M/2007 Tentang Pedoman Teknik Analisa Aspek Fisik Dan Lingkungan, Ekonomi Serta Budaya Dalam Penyusunan Rencana Tata Ruang tahun 2007 yaitu dengan rumus 2.2 :

$$\text{Daya tampung (n)} = \frac{50\% \times \{n\% \times \text{luas lahan (m}^2\)}}{100} \times 5 \quad (2.2)$$

Keterangan :

Mengukur daya tampung mengikuti pedoman rasio tutupan lahan dengan perkiraan tiap-tiap pedoman rasio tersebut dipenuhi tertinggi, dan dengan tafsiran luas lahan yang dipakai untuk permukiman tidak lebih dari 50% dari luas lahan yang boleh tertutup (30% untuk fasilitas dan 20% untuk jaringan jalan dengan fungsi lainnya). Kemudian dengan asumsi 1KK yang berisi 5 orang membutuhkan lahan seluas 100 m² (Dep. PU Dirjen Penataan Ruang, 2007).

2.1.3.2 Aspek Spasial Wilayah Pertahanan

Dihadapkan dengan kompleksitas dalam perencanaan kota, pengambil keputusan membutuhkan perangkat yang memadai untuk lebih memahami dan mengevaluasi dampak intervensi kebijakan di wilayah perkotaan. Tekanan seperti itu telah mengarah pada pengembangan berbagai model yang mencakup bidang-bidang disiplin ilmu yang berbeda. karakter manusia dan sistem alam yang saling berhubungan, seperti demografi, transportasi, infrastruktur, ekonomi, pertanian, tutupan lahan, iklim, udara, dan air, memerlukan pendekatan terintegrasi dalam pengambilan keputusan dan penilaian dampak kebijakan, dan konsekuensinya dalam pemodelan (Shahumyan & Moeckel, 2017).

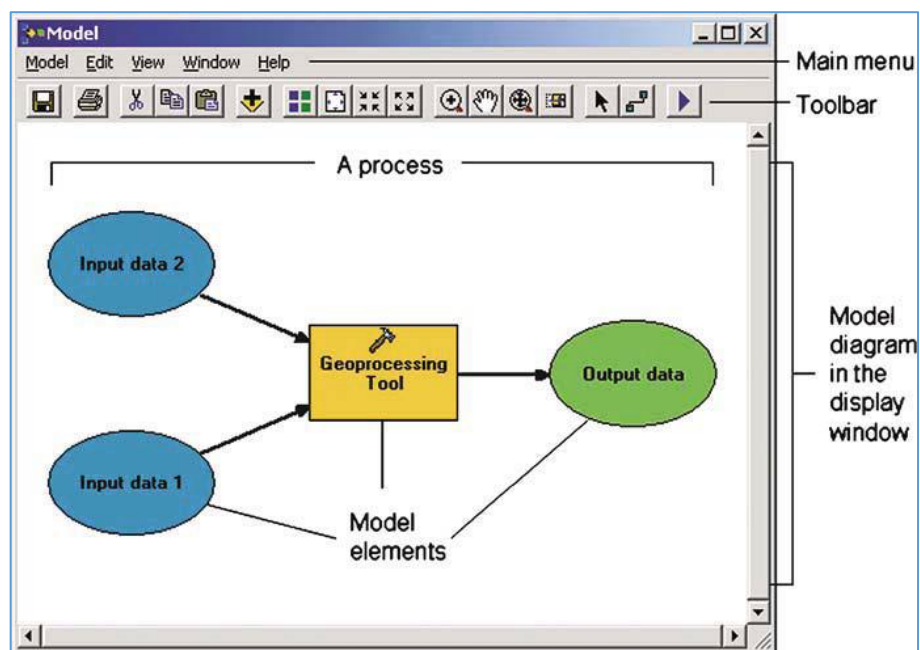
Sebuah kota disimulasikan karena model perkotaan dan simulasi yang dibangun menyediakan cara yang murah dan efektif untuk mencegah desain perkotaan yang buruk. Model dibuat untuk mengantisipasi masalah seiring pertumbuhan kota dan perubahan penggunaan lahan agar berkelanjutan. Pemodelan perkotaan memang semakin berkembang seiring perkembangan komputasi computer. Simulasi memiliki peran luar biasa di masa depan untuk perencanaan dan geografi perkotaan (Clarke, 2014).

Geosimulasi berbeda dari simulasi perkotaan konvensional dalam 'elemen' penyusunnya. Model geosimulasi beroperasi dengan individu manusia dan entitas infrastruktur, yang direpresentasikan pada skala spasial yang tidak dapat dimodifikasi seperti rumah tangga, rumah, atau kendaraan. Dalam model geosimulasi objek-objek ini berperilaku. Model geosimulasi sering dikembangkan untuk merepresentasikan fenomena yang terjadi di perkotaan. Misalnya, hubungan dapat diekspresikan secara kualitatif, dalam bentuk topologis sebagai persimpangan, kedekatan, atau konektivitas; alternatifnya, hubungan antara automata dapat direpresentasikan sebagai atribut kuantitatif dari hubungan ini, seperti area persimpangan atau panjang batas yang sama (Benenson & Torrens, 2004).

Dijelaskan dalam Haining (2004, p.4-5) bahwa analisis spasial memiliki tiga elemen utama. Pertama, mencakup pemodelan kartografi. Setiap kumpulan data direpresentasikan sebagai peta dan operasi berbasis peta (atau menerapkan aljabar peta) menghasilkan peta baru. Misalnya *buffering* adalah operasi mengidentifikasi semua area pada peta dalam jarak tertentu dari beberapa objek spasial seperti klinik rumah sakit, sumur, atau fitur linier seperti jalan. *Overlay* mencakup operasi logika (.AND .; .OR .; .XOR.) Dan operasi aritmatika (+; -; x; /). *Overlay* logis dilambangkan dengan .AND. mengidentifikasi area pada peta yang secara bersamaan memenuhi serangkaian kondisi pada dua atau lebih variabel (Arbia et al., 1998). Operasi *overlay* aritmatika penjumlahan

menjumlahkan nilai dari dua atau lebih variabel area dengan area (Arbia et al., 1999).

Dilanjutkan oleh Haining untuk yang Kedua, analisis spasial mencakup bentuk-bentuk pemodelan matematis di mana keluaran model bergantung pada bentuk interaksi spasial antar objek dalam model, atau hubungan spasial atau posisi geografis objek dalam model. Misalnya, konfigurasi sungai dan geografi persimpangannya dalam model hidrologi akan berpengaruh pada pergerakan air melalui daerah tangkapan yang berbeda. Distribusi geografis dari kelompok populasi yang berbeda dan distribusi kepadatan mereka di suatu wilayah mungkin memiliki pengaruh pada penyebaran penyakit menular sementara lokasi penghalang topografi mungkin memiliki pengaruh pada kolonisasi suatu wilayah oleh spesies baru. Terakhir, analisis spasial mencakup pengembangan dan penerapan teknik statistik untuk analisis data spasial yang tepat dan sebagai konsekuensinya, menggunakan referensi spasial dalam data. Ini adalah area analisis spasial yang kami sebut di sini sebagai analisis data spasial.



Gambar 2.3 Jendela Kerja *ModelBuilder*

Sumber : Schaller et al., 2009, p.245

Teknologi *ModelBuilder* membuka ruang kerja di mana pengguna dapat merencanakan pekerjaan *GIS* yang akan dilakukan, dan akhirnya menjalankannya. Parameter dan data masukan dapat diubah lagi kapan saja, dan model dapat dijalankan kembali dengan pengaturan baru ini dengan satu klik mouse. Oleh karena itu, tidak perlu membuka seluruh model pemrosesan data *GIS* sebelum menjalankan model. Karena semua tugas didokumentasikan secara grafis, maka pekerjaan tersebut dapat direncanakan oleh sebuah tim, karena semua langkah kerja dapat dilacak (Schaller et al., 2009). Jendela kerja *ModelBuilder* pada Gambar 2.3.

Jendela *ModelBuilder* (Gambar 2.3) terdiri dari jendela tampilan tempat pengguna membuat diagram model pemrosesan, menu utama, dan toolbar yang dapat mereka gunakan untuk berinteraksi dengan elemen dalam diagram model. Mereka dapat menjalankan model dari dalam jendela *ModelBuilder* atau dari kotak dialognya (Schaller et al., 2009).

ModelBuilder adalah alat pemrograman yang dikembangkan oleh *ESRI*. Pertama, *Shapefile* dikonversikan ke dalam format grid, dilanjutkan dengan beberapa proses spasial buffer, klasifikasi, reklasifikasi dan overlay. Terakhir, pemberian bobot pengaruh pada masing-masing faktor, dilakukan penjumlahan pembobotan untuk menggabungkan faktor-faktor tersebut dalam bentuk proses overlay pembobotan (Jayarathna et al., 2017).

2.1.3.3 Aspek Geografi Wilayah Pertahanan

Strategic Plan bidang pertahanan untuk rencana relokasi IKN merupakan otoritas Kemhan selaku instansi politik memperantarai pemerintah berperan sebagai pemangku untuk menyusun kebijakan pengelolaan pertahanan negara yang mengikuti kepada kebijakan umum pertahanan negara yang disahkan oleh Presiden (Y. Ali, 2019, p.17). Diperlukan perencanaan dengan memadukan ilmu pertahanan dengan

ilmu perencanaan kota dan wilayah agar tercipta kota yang aman dan nyaman.

Dalam studi geografi, informasi tentang letak, posisi, variabel, dan faktor geografis sangatlah penting. Geograf mengenal lima tema utama dalam geografi (*the five themes of geography*), yaitu: lokasi (*location*), interaksi manusia dan lingkungan (*human/environmental interaction*), wilayah (*region*), tempat (*place*), dan pergerakan (*movement*). Tidak ada satupun kajian geografi manusia yang benar-benar dapat dimulai tanpa pemahaman saling-cakup (*overlapping*) kelima tema ini (Priyono & Yusgiantoro, 2017, p.9). Collins sendiri membaginya menjadi dua faktor seperti terlihat pada Tabel 2.4.

Pendekatan geografis melakukan ini melalui pemahaman tentang perang, konflik bersenjata, militerisme, militerisasi, kegiatan militer, dan institusi, organisasi, dan kemampuan militer sebagaimana ditentukan secara geografis dan diekspresikan secara geografis (Rech et al., 2015).

Tabel 2.4 Faktor Geografis

Faktor Fisik	Faktor Budaya
Hubungan spasial	Akar Ras dan Etnis
Topografi dan Drainase	Pola Populasi
Geologi dan Tanah	Struktur Sosial
Vegetasi	Bahasa dan Agama
Lautan dan Pantai	Industri dan Penggunaan Lahan
Cuaca dan iklim	Jaringan Transportasi
Siang dan Keigelapan	Telekomunikasi
Gravitasi dan Magnet	Instalasi Militer

sumber : Collins (1998, p.4)

Geopolitik adalah salah satu komponen dari *human geography*. Untuk memahami geopolitik maka kita harus memahami *human geography* (Flint, 2006, p.1). Geopolitik adalah kata yang memunculkan

gambar. Di satu sisi, kata itu memprovokasi gagasan perang, kekaisaran, dan diplomasi: geopolitik adalah praktik negara yang mengendalikan dan bersaing untuk wilayah. Geopolitik menciptakan gambar: geopolitik, dalam teori, bahasa, dan praktik, mengklasifikasikan petak-petak wilayah dan massa orang. Misalnya, Perang Dingin, adalah konflik atas kendali wilayah yang diprovokasi dan dibenarkan melalui gambar berdasarkan Komputasi dan Visualisasi Tirai Besi untuk Memahami Dinamika dalam Domain Geografis (Flint, 2006, p.13).

Konsepsi dasar geostrategi Indonesia adalah Ketahanan Nasional, berdimensi Astagatra, maksudnya seluruh kehidupan nasional yang multisektor digambarkan secara sederhana, tetapi konsisten merefleksikan kehidupan nasional yang faktual (Suradinata, 2001, p.81).

Di dalam bukunya Geostrategi Sarundajang (2011, p.173) menyebutkan bahwa untuk mengetahui subsektor unggulan, andalan, prospektif dan tertinggal suatu kawasan maka dapat dicari dengan menggunakan analisis *Location Quotien* (LQ) baik *Static* LQ maupun *Dynamic* LQ (DLQ). Karena daerah penelitian ini berfokus di kecamatan Sepaku sehingga sesuai dengan rumus 2.3 yaitu :

$$LQ \text{ Pendekatan tenaga kerja} = \frac{\frac{L_i}{N_i}}{\frac{L_t}{N_t}} \quad (2.3)$$

Keterangan :

LQ = Location Quotient

L_i = jumlah tenaga kerja sektor i pada Kec. Sepaku

L_t = total tenaga kerja pada Kec. Sepaku

N_i = jumlah tenaga kerjan sektor i pada Kab. PPU

N_t = total tenaga kerja pada Kab. PPU

LQ adalah indeks yang mengukur seberapa terkonsentrasi kategori pekerjaan tertentu di unit area dibandingkan dengan negara induknya

(atau konteks resolusi geografis yang lebih kasar lainnya) (Griffith & Paelinck, 2018, P.61).

Bentuk ideal sebuah kota merupakan visi spasial yang didambakan semua yang akan menghuninya. Bentuk ideal kota tidak harus sama antara satu wilayah dengan wilayah yang lain. Upaya mewujudkan kota yang ideal harus memperhatikan keterbatasan lingkungan. (Yunus, 2005,p.282). Model rencana lokasi IKN baru dari sisi pertahanan yang diharapkan adalah (1) Aman dari Serangan musuh; (2) Aman dari bencana; (3) Ramah lingkungan; (4) Tidak berpotensi konflik; dan (5) Hemat biaya pembangunan. Kesemuanya dapat terwujud dengan memperhatikan keseimbangan dengan alam sekitarnya.

Faktor keamanan dan kenyamanan memang menjadi pilihan utama setiap IKN. Keduanya tidak bisa dibatasi satu sama lain karena satu sama lain saling membutuhkan. Visi spasial kota kedepan selain kedua faktor tersebut juga harus diperhatikan adalah kesejahteraan penduduk kotanya. Perumusan sebuah IKN menurut Yunus (2005) harus berpedoman pada slogan meminimalkan dampak lingkungan yang timbul akibat dari eksploitasi sumber daya, dan selalu mengacu pada konsep pembangunan berkelanjutan. Untuk menjaga keamanan dalam konteks kehidupan warga negara secara luas, peran TNI dan POLRI saling mengisi di Indonesia.

Salah satunya diwujudkan dengan adanya gelar kekuatan TNI, khususnya Angkatan Darat. Melalui “Komando Teritorial (Koter) yang membentang mengikuti struktur hirarki pemerintahan dan meliputi seluruh wilayah/daerah. Koter sangat dibutuhkan dalam memperkokoh sistem pertahanan nasional” (Ma’arif, 2015, p.261-262). Wujud Koter dalam mendukung IKN di Pulau Kalimantan akan digambarkan dengan lebih rinci dalam pembahasan.

Kapan sebuah desa memenuhi syarat untuk ditetapkan sebagai kota? Di Kanada, definisi resmi sebuah desa dibatasi hingga 1000 jiwa; apa pun yang lebih besar adalah kota. Di Amerika Serikat, batasnya

adalah 2.500. Namun di India, suatu tempat dapat dihuni hingga 5.000 penduduk dan masih ditetapkan sebagai desa. Dan di Jepang, pemukiman berkerumun tidak dapat secara resmi ditetapkan sebagai "perkotaan" sampai memiliki 30.000 penduduk atau lebih. Contoh kriteria yang berbeda ini menunjukkan mengapa generalisasi tentang urbanisasi global sulit dilakukan (Blij, 2009, p.185).

Kota-kota besar (> 10 juta orang) adalah instrumen utama pembangunan sosial dan ekonomi, dan mempengaruhi kemakmuran dan stabilitas dunia di masa depan. Pertanyaan intelijen yang luas adalah Bagaimana tren urbanisasi di seluruh dunia akan mempengaruhi lingkungan politik, ekonomi, dan keamanan regional? Tugas intelijen meliputi: (1) Indikator perubahan apa dari intelijen geospasial dan sumber lain yang paling baik diukur untuk menilai kondisi atau peristiwa ini ?; (2) Model seperti apa yang paling cocok untuk memprediksi atau meramalkan perubahan urbanisasi yang dapat memicu masalah politik, ekonomi, atau keamanan ?; (3) Dapatkah model kota besar saat ini membantu kita memahami masalah keamanan nasional di kota besar saat ini dan di masa depan?

Enam jenis kontinjensi telah diidentifikasi: bantuan bencana kemanusiaan; dukungan militer untuk otoritas sipil dalam pemulihan ketertiban; intervensi untuk alasan apa pun di kota strategis (juga disebut kota kritis atau alfa); keterlibatan militer di kota dalam konteks kontra-pemberontakan; penggunaan kekuatan militer di kota dalam konflik antarnegara; dan penahanan atau karantina pandemi perkotaan. Banyak perdebatan muncul mengenai apakah fokus yang tepat harus didominasi pada kota-kota besar atau pada kota-kota yang lebih kecil, tetapi mungkin lebih penting, atau mungkin keduanya. Jika Angkatan Darat A.S. memiliki kapasitas untuk melakukan intervensi militer dalam megacity, kemungkinan besar mereka dapat melakukan hal yang sama di kota yang

lebih kecil. Karenanya, penulis monograf ini berfokus pada kota besar dan sub-kota besar (Williams & Selle, 2016, p.xi).

Apa pun kontingensinya, memahami kota sebagai sistem atau organisme yang kompleks sangatlah penting dan memberikan dasar bagi perubahan dalam intelijen, rekrutmen, pelatihan, peralatan, operasi, dan taktik (Williams & Selle, 2016, p.xi-xii). Analisis dan produksi *GEOINT* perkotaan terdiri dari perolehan data dan pengembangan produk yang difokuskan pada aspek individual area perkotaan antara lain : (1) Medan (komposisi fisik, kerentanan, aksesibilitas); (2) Kapasitas produktif; (3) Sumber daya militer; (4) Jaringan jalan dan komunikasi; (5) Sistem air dan saluran pembuangan; (6) Struktur dan tata letak bangunan; (7) Pusat budaya; (8) Dimensi fisik; (9) Lokasi geografis; dan (10) Pentingnya ekonomi dan politik dalam struktur nasional (U.S. Marine Corps, 2000, p.4-11). Terlihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Tingkat Tantangan Intelijen

Level 1	Di bawah tanah
Level 2	Topografi — jalan raya, chokepoint, dll.
Level 3	Pemandangan Kota — gedung-gedung
Level 4	Layanan Infrastruktur
Level 5	Rakyat — medan manusia
Level 6	Jaringan - modal sosial atau kejahatan
Level 7	Arus — orang dan benda
Level 8	Bentuk dan Ruang Pemerintahan
Level 9	Irama Kota
Level 10	Lapisan Cyber dan Elektronik

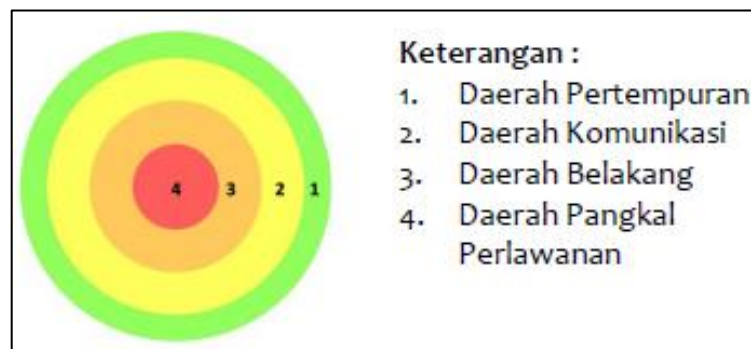
Sumber : Williams & Selle (2016, p.41)

Program peta vektor perkotaan / *urban vector map* (UVMAP) dirancang untuk menyediakan data geospasial berbasis vektor dengan

konten grafik kota. Program VMAP memisahkan data menjadi 10 lapisan tematik dengan setiap lapisan berisi data yang konsisten secara termal. Data dikumpulkan dengan kerapatan detail yang mendekati grafik kota *National Imagery and Mapping Agency* (NIMA) dan produk peta kota militer. Cakupan data meliputi batas, ketinggian, hidrografi, industri, fisiografi, populasi, transportasi, utilitas, vegetasi, dan kualitas data (U.S. Marine Corps, 2000, p.A-4).

Rekomendasinya adalah sebagai berikut: Kota-kota besar harus menjadi fokus analisis yang berbeda untuk intelijen. Kota harus dipahami sebagai rangkaian sistem adaptif kompleks yang berlapis dan saling berinteraksi, yang digariskan dengan kecerdasan medan perang yang lebih halus. Beroperasi di kota-kota ini membutuhkan pemahaman tentang sistem ini dan kemampuan untuk memanfaatkan, daripada mengganggu, dinamika mereka (Williams & Selle, 2016, p.xii). Selain itu, dalam pendekatan perkotaan ini, prajurit yang cerdas akan menunjukkan kualitas berikut: (1) Pemahaman yang canggih tentang medan perang perkotaan; (2) Kesadaran multimedia dan media sosial; (3) Kemampuan untuk bertindak sebagai pengumpul dan penerima intelijen; dan (4) Respon cepat baik di dalam perintah (Williams & Selle, 2016, p.xiv).

Atribut kelima dalam tipologi Angel adalah "kekompakan, atau sejauh mana tapak kota mendekati lingkaran daripada bentuk seperti tentakel." Hal ini penting karena berdampak pada "aksesibilitas" dengan melingkari kota, semakin dekat lokasinya ke pusat dan satu sama lain". Pengertian struktur ruang merupakan dimensi penting dari topografi perkotaan (Williams & Selle, 2016, p.49. Dijelaskan dalam Rahmawati, Swastanto, & Supriyatno (2019) seperti terlihat pada Gambar 2.4. jika bentuk pertahanan di DKI Jakarta yang merupakan IKN mengikuti tata ruang wilayah serta aturan pertahanan udara yang ada dalam melindungi objek vital nasional, dipilah menjadi 4 lapisan pertahanan. Lapisan dibuat melingkar sejauh 18 kilometer dengan masing-masing lapisan sejauh kurang lebih 5 kilometer.



Gambar 2.4 Konsep Zone Pertahanan

Sumber : Rahmawati et al. (2019)

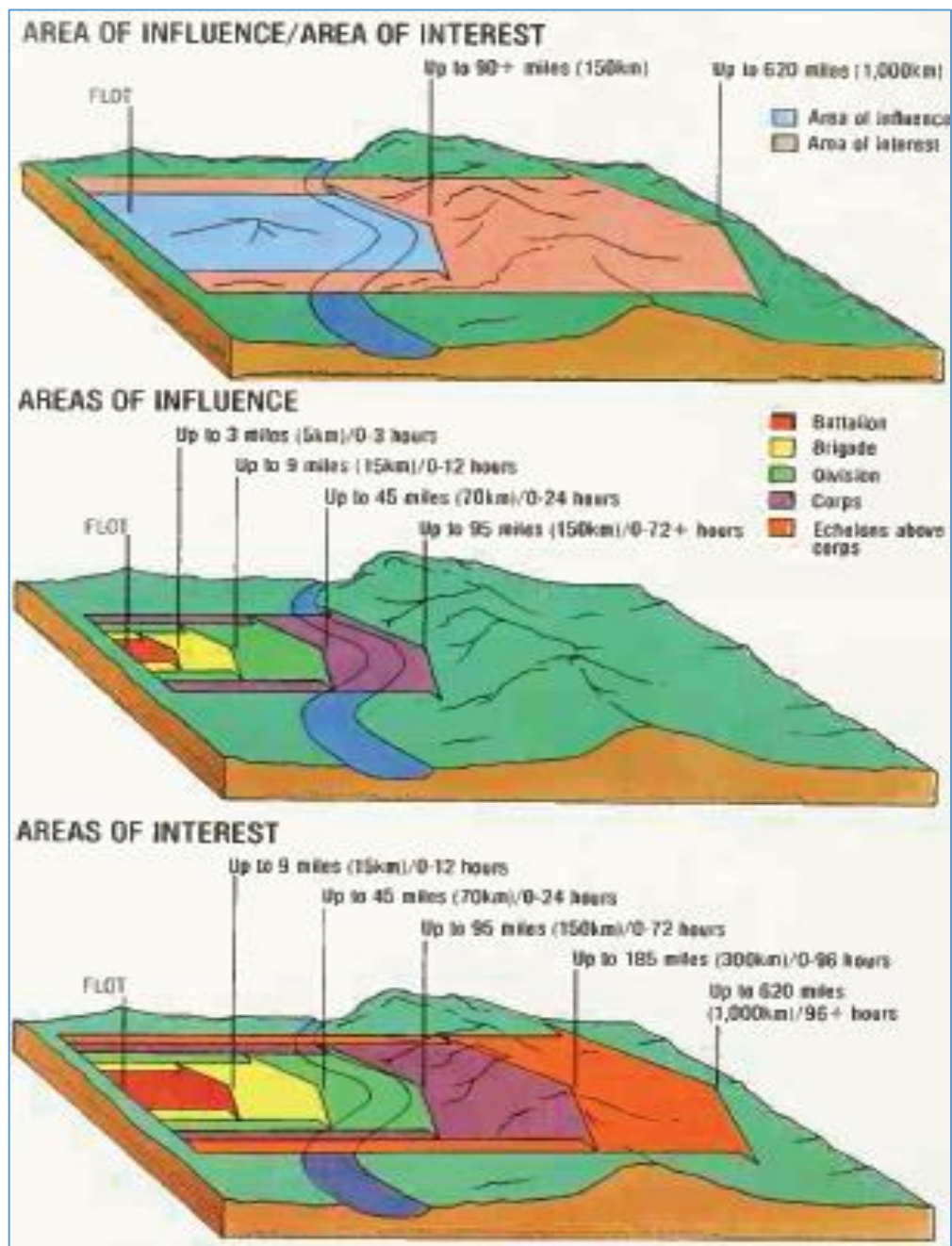
Karena komandan taktis harus berpikir dalam kerangka waktu dan ruang dan melakukan operasi di area yang ditentukan, oleh karena itu, mereka harus memvisualisasikan medan perang mereka dalam istilah area. Kepentingan utama komandan adalah area di mana dia harus segera menggunakan pengaruhnya. Pada saat yang sama ada daerah lain yang menuntut perhatian atau kepentingannya, karena kekuatan musuh di daerah ini dapat mempengaruhi operasinya di masa depan. Sederhananya, bidang pengaruh (*Area of Influence / AI*) dan bidang kepentingan (*Area of Interest / AoI*) inilah yang menentukan kebutuhan informasi dan intelijen seorang komandan. Tabel 2.6 menggambarkan AoI dan AI dari batalion hingga eselon di atas korps (Kennedy, 1983, p.150).

Tabel 2.6 Areas of Interest dan Areas of Influence

Level of Command	<i>Areas of Interest</i>		Level of Command	<i>Areas of Influence</i>	
	Time	Distance		Time	Distance
	Beyond FLOT*	Beyond FLOT* mil (Km)		Beyond FLOT*	Beyond FLOT* Mil (Km)
Batalion	0-12 Jam	9 (15)	Batalion	0-3 Jam	9 (15)
Brigade	0-24 Jam	43 (70)	Brigade	0-12 Jam	43 (70)
Divisi	0-72 Jam	93 (150)	Divisi	0-24 Jam	93 (150)
Korps	0-96 Jam	186 (300)	Korps	0-72 Jam	186 (300)
EAC	96 + Jam	621+ (1.000)+	EAC	72 + Jam	621+ (1.000)+

*FLOT *Forward Line of Own Troops*

Sumber : Kennedy (1983, p.150)



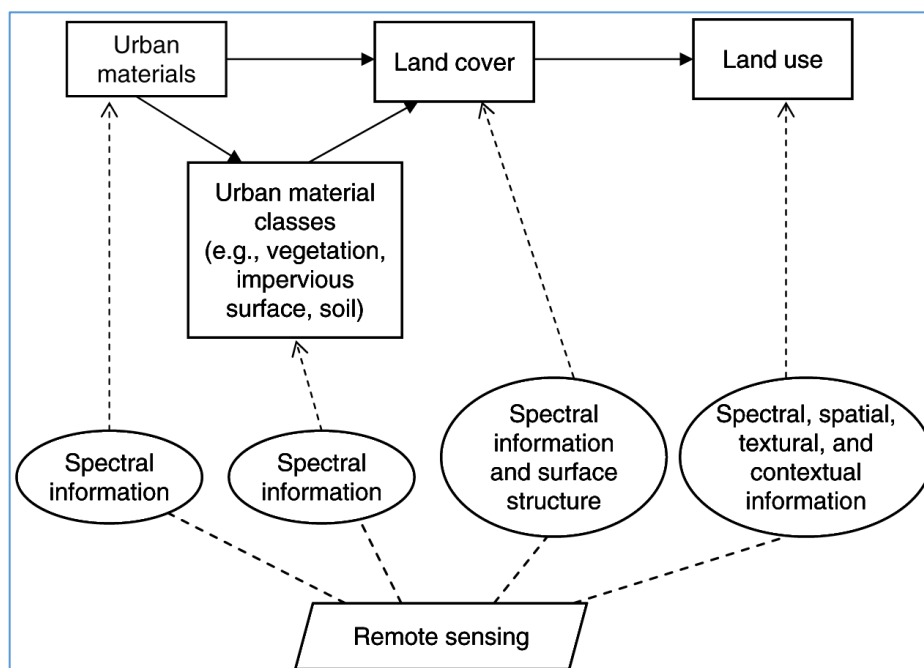
Gambar 2.5 Area of Influence / Area of Interest

Sumber : Kennedy (1983, p.150)

Gambar 2.5 menampilkan faktor waktu dan ruang dan diambil dari perspektif komandan melihat ke depan ke arah musuh di luar garis depan pasukannya sendiri (FLOT). (Ini, kebetulan, belum tentu merupakan tepi depan area pertempuran / *the forward edge of the battle area* (FEBA). Dan menjadi semakin signifikan di zaman senjata nuklir dan "neutron".)

Membandingkan tabel 2-5 dan gambar 2-9 di sini dengan informasi yang ditunjukkan pada Bagan 1 di atas. halaman 152 membantu membangun gambaran lengkap tentang medan perang dari sudut pandang komandan dan perwira intelijen stafnya di eselon dari batalion hingga korps dan di atasnya (Kennedy, 1983, p.150).

Wilayah perkotaan terdiri dari berbagai bahan, termasuk berbagai jenis bahan buatan (misalnya, beton, aspal, logam, plastik, kaca, dll.), Tanah, bebatuan, mineral, dan vegetasi hijau dan nonfotosintetik. Teknologi penginderaan jauh sering diterapkan untuk memetakan penggunaan lahan atau tutupan lahan sebagai pengganti material. Setiap jenis tutupan lahan mungkin memiliki sifat permukaan (material) yang unik, tetapi pemetaan tutupan lahan dan material memiliki persyaratan yang berbeda (Weng, 2010, p.118). Terlihat pada gambar 2.6.

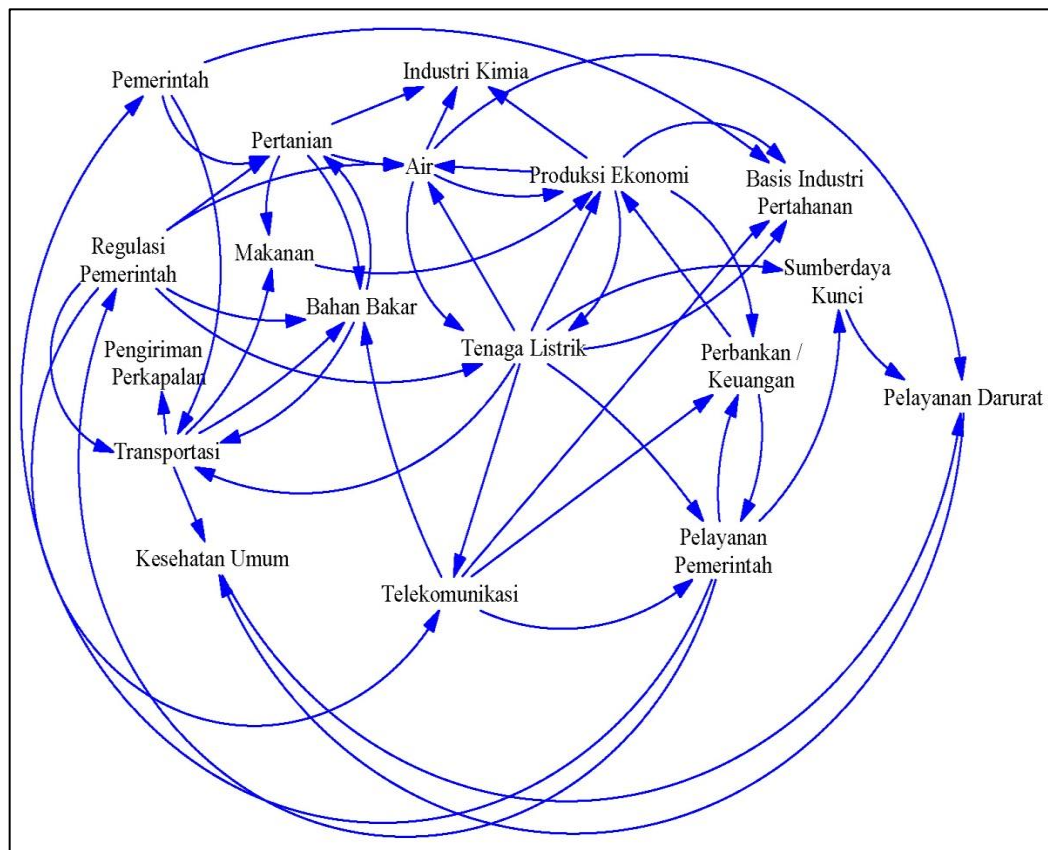


Gambar 2.6 Hubungan antara penginderaan jauh material perkotaan, tutupan lahan, dan penggunaan lahan, kerangka konseptual.

sumber : Weng (2010, p.119)

Sistem perkotaan (yaitu kota) tertarik untuk mengurangi tapak lingkungan mereka melalui metode pembangunan berkelanjutan (NATO,

2014, p.4). Lebih dari setengah abad pengalaman dan penelitian telah menunjukkan bahwa keberlanjutan infrastruktur tidak dapat dipahami dengan mempertimbangkan setiap infrastruktur secara individual. Infrastruktur saling berhubungan secara intens dan saling bergantung sehingga keberlanjutannya berakar pada “sistem sistem,” tunduk pada dampak berjenjang karena gangguan dari satu infrastruktur menyebar ke infrastruktur lain melalui jaringan interkoneksi. Dampak berjenjang tersebut dapat mengakibatkan efek yang tidak terduga tetapi sangat serius pada sektor komunikasi, air, dan infrastruktur kesehatan masyarakat, setidaknya dalam jangka pendek. Terlihat pada gambar 2.7. Interkoneksi ini, misalnya antara energi dan komunikasi, menjadi alasan diperlukannya perspektif yang terintegrasi ketika menilai infrastruktur yang berkelanjutan untuk kota dan instalasi militer.



Gambar 2.7 Interkoneksi antar infrastruktur

sumber : NATO (2014, p.303)

Tabel 2.7 Klasifikasi Penggunaan Lahan

SNI 7645-2010	Peta Rencana Pola Ruang	Padanan/Untuk penelitian
1) Sawah	1) Pertanian lahan basah	1) Sawah
	2) Kawasan Pertanian Pangan Berkelanjutan	2) Ladang
2) Ladang	3) Kawasan Pertanian Lahan Kering	3) Kebun Campuran
3) Perkebunan	4) Kawasan Pertanian Lahan Kering	
4) Perkebunan Campuran		4) Perkebunan Campuran
5) Tanaman Campuran		5) Tanaman Campuran
6) Hutan lahan kering	5) Hutan Lindung	5) Hutan Lindung
	6) Hutan Suakaalam	6) Hutan Suakaalam
	7) Hutan Budidaya	7) Hutan Budidaya
7) Hutan lahan basah	8) Hutan lahan basah	8) Hutan lahan basah
8) Hutan bakau	9) Hutan bakau	9) Hutan bakau
9) Hutan Campuran	10) Hutan Campuran	10) Hutan Campuran
10) Permukiman	11) Permukiman	11) Permukiman
	12) Kawasan Perdagangan dan Jasa	12) Kawasan Perdagangan dan Jasa
	13) Kawasan perkantoran	13) Kawasan perkantoran
	14) Kawasan fasum fasos	14) Kawasan fasum fasos
11) Bangunan industri	15) Kawasan aneka industri	15) Kawasan aneka industri
	16) Kawasan industri dan pergudangan	16) Kawasan industri dan pergudangan
	17) Kawasan Militer	17) Kawasan Militer
12) Bandar Udara	18) Bandar Udara	18) Bandar Udara
13) Pelabuhan Laut	19) Pelabuhan Laut	19) Pelabuhan Laut
14) Danau	20) Danau	20) Danau
15) Rawa	21) Rawa	21) Rawa
16) Sungai	22) Sungai	22) Sungai
17) Anjir Pelayaran		23) Anjir Pelayaran
18) Terumbu Karang	23) Padang Lamun	24) Padang Lamun
19) Gosong Pantai		25) Gosong Pantai

Sumber : Badan Standardisasi Nasional (2010) dan (Lamidi, 2018)

Untuk memudahkan dalam mengidentifikasi dan mendeliniasi kawasan maka diperlukan klasifikasi lahan. Klasifikasi lahan memudahkan seorang analis ruang untuk pelaksanaan digitasi dari raster ke vektor.

Data raster seperti foto udara dan citra satelit dapat dilakukan proses klasifikasi seperti otomatis atau manual. Dalam mengidentifikasi menggunakan acuan pada Tabel 2.7.

Dalam Supriyatno (2018) terkait analisis pemindahan ibu kota negara disebutkan unsur-unsur geografi fisik dan sosial-budaya yang menjadi pertimbangan dalam pemilihan suatu wilayah menjadi IKN yaitu :

a. Geografi Fisik terdiri dari : (1) Relasi spasial (*spatial relationship*); (2) Topografi dan drainase (*topography and drainage*); Geologi, geomorfologi dan tanah (*geology and soil*); (3) Vegetasi atau tumbuhan (*vegetation*); (4) Air dan perairan (*in land water*); (5) Lautan dan pantai (*oceans and seashore*); (6) Cuaca dan iklim (*weather and climate*); (7) Cahaya pada siang hari dan malam hari (*daylight and darkness*); dan (8) Gravitasi dan medan magnet (*gravitation and magnetism*).

b. Geografi Sosial-budaya terdiri dari : (1) Dekat dengan garis batas internasional; (2) Pola Populasi (*Population pattern*); (3) Struktur sosial (*Social structures*); (4) Pasokan Logistik.; (5) Industri dan penataan lahan (*Industries and Land Use*); (6) Jaringan Transportasi (*Transportation Network*); (7) Telekomunikasi (*Telecommunication*); dan (8) Instalasi militer (*Military Instalation*).

Dalam perencanaan sebuah IKN juga harus memperhatikan demokrasi warga yang telah mendiami wilayah tersebut terlebih dahulu. Dalam menyusun tapak IKN harus menyesuaikan dengan adat-istiadat yang telah berkembang di tempat tersebut. Menurut Dr. Otto Scharmer pakar MIT bahwa “demokrasi baru memiliki daya tahan dan resistan adalah demokrasi yang mengaplikasikan unsur keterbukaan, pengikutsertaan masyarakat, melibatkan lapisan terbawah, dan digital.”

Mengkaji hal tersebut maka dalam pembuatan rencana tata ruang pertahanan IKN harus mempersiapkan kawasan permukiman untuk menghadapi berbagai serangan yang datang. Penataan kawasan permukiman selain memperhatikan aspek kenyamanan juga harus memperhatikan aspek pertahanan (Setiadji, 2020, p.237).

Rencana Pemindahan Ibu Kota (Perspektif Aspek Pertahanan) dijelaskan oleh Panglima TNI Republik Indonesia (2019) dengan model IKN yang diharapkan adalah :

1. Memiliki buffer zone / benteng pertahanan
 - a. Lokasi ibu kota negara harus terlindung, tidak berada di depan atau belakang territorial Negara;
 - b. Ibu kota negara harus memiliki akses darat, laut dan udara jika menghadapi situasi kontinjensi.

Buffer merupakan salah satu operasi matematika yang bisa dilakukan pada aplikasi SIG. *Buffer* sendiri didefinisikan sebagai zona dengan lebar tertentu di sekitar fitur geografis geometris, sesuai dengan jarak *buffer* yang ditentukan (Ma et al., 2019, p.1).

2. Memiliki akses transportasi dan komunikasi yang baik.
Memiliki jalur pendekat dalam mobilisasi kekuatan militer aspek, darat, laut, dan udara sebagai persiapan rencana.
3. Posisi geografis
Berada di tengah Indonesia, sehingga mampu menjembatani ketimpangan sosial ekonomi khususnya Pusat dan Daerah.
4. Ketersediaan Lahan
Tersedianya lahan yang luas untuk pembangunan infrastruktur pemerintah.
Untuk mengetahui ketersediaan lahan akan dilakukan menggunakan rumus 2.2 dan 2.3 serta proses *overlay* (tumpang susun) data. Untuk mencari luasan agar dapat dihitung dengan rumus tersebut juga dilakukan proses SIG yang lain yaitu clip (pemotongan), *erase*, *intersect* dan *Union*.
5. Demografi
Jumlah penduduk yang masih sedikit. Jumlah penduduk didapatkan dari BPS dan juga sebarannya bisa dilihat melalui data geospasial.
6. Aman dari bencana alam

Lokasi ibu kota tidak berada pada jalur *Ring of Fire*, sehingga rentan terhadap bencana gempa bumi, erupsi gunung berapi dan bencana alam lainnya.

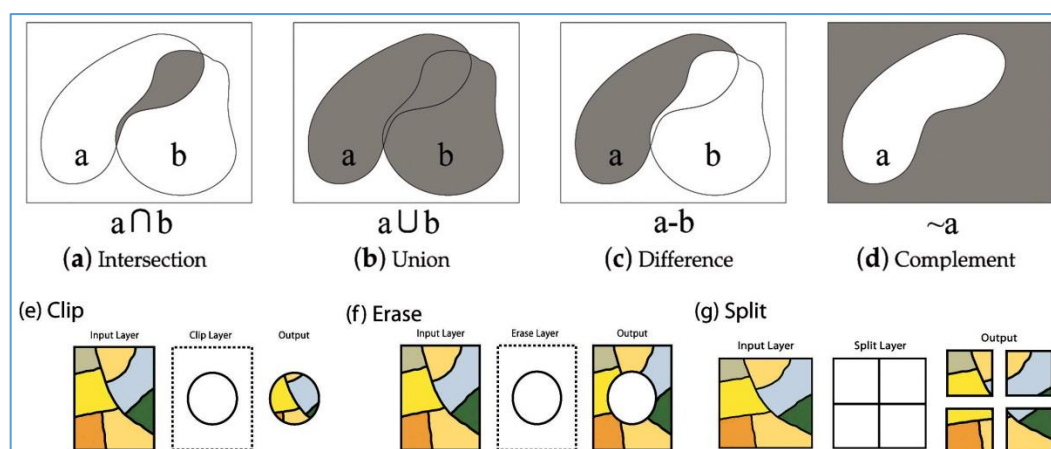
7. Pemindahan pusat pertahanan

Pemindahan IKN sekaligus akan memindahkan pusat pertahanan yang saat ini masih berada di Jawa;

Pembangunan pusat pertahanan dengan konsep modern (*smart office – digital approach*) untuk manajemen terintegrasi dengan satuan di daerah lain (Pusat Komando dan Pengendalian / Puskodal, *Network Centric Warfare / NCW, The Missile Defense Agency / MDA*).

Dalam menggambarkan rencana tapak lokasi IKN maka nantinya ada beberapa variable yang akan muncul dan menjadi acuan dalam melakukan proses permodelan di aplikasi seperti : poin / titik seperti titik 0 IKN, garis seperti jalan, sungai, kontur, serta polygon / area seperti luasan sawah, hutan, permukiman, kolam, dan lain-lain.

Dari gambaran diatas maka dapat dibuat sebuah rumusan model dalam menggambarkan kekuatan pertahanan di kawasan lokasi calon IKN beserta celah kawasan yang masih belum terlindungi. Dengan menggunakan proses *geoprocessing* yang tersedia di ArcGIS. Beberapa proses yang bisa dilakukan terlihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 teknik geoprocessing dengan aplikasi geospasial

Sumber : Ma et al. (2019, p.7) dan <https://saylordotorg.github.io/>

Dari proses diatas dapat dibuat sebuah formula untuk model intelijen geospasial penentuan lokasi calon IKN yaitu pada rumus 2.4.

$$DBTP = (PK - \text{Buffer}(GP, D)) - ((\sum \text{Buffer}(SP, D) + \text{Buffer}(SR, D))) \dots \dots (2.4)$$

Keterangan :

DBTP = Daerah Belum Tercover Pertahanan (Ha)

PK = Pulau Kalimantan (Km)

GP = Garis Pantai (Km)

SP = Satuan Pasukan (Km)

SR = Satuan Radar (Km)

D = Diameter Buffer (Km)

2.1.4 Intelijen Geospasial

Intelijen adalah (1) Pengetahuan dan pengetahuan awal dunia yang memungkinkan para pemimpin sipil dan komandan militer untuk mempertimbangkan pilihan dan hasil alternatif dalam membuat keputusan; (2) Bukti dan kesimpulan yang diambil darinya yang diperoleh dan dilengkapi sebagai respons terhadap persyaratan pengguna, seringkali berasal dari informasi yang tidak dimaksudkan untuk tersedia untuk digunakan oleh pihak pengakuisisi. Jenis intelijen antara lain : *signals intelligence; imagery intelligence; human intelligence; other technical intelligence*, dan *open source intelligence* (O'Leary, 2006, p.258).

Dalam bukunya *Intelligence Analysis : A Target-Centric Approach*, Robert M.Clark (2013) menjelaskan bahwa kita harus mampu memprediksi masa depan salah satunya dengan *predictive analysis*. *Predictive analysis* adalah metode yang menggabungkan data untuk memperkirakan keadaan entitas saat ini dan mengevaluasi kekuatan yang bekerja pada entitas untuk memprediksi keadaannya di masa depan.

Intelijen sebagai bagian dari upaya-upaya untuk mempertahankan keberadaan Negara. Intelijen diperlukan untuk kepentingan nasional (*national interest*), keamanan nasional (*national security*), acuan dalam proses pengambilan kebijakan dan keputusan (*policy and decision*) dalam

ranah politik ataupun ekonomi, sosial-budaya, strategi (*strategy*), dalam menentukan kebijakan pertahanan serta dalam menentukan kepentingan militer lainnya (A. R & Supriyanto, 2019, p.34).

Intelijen adalah tentang mengurangi ketidakpastian dalam konflik. Karena konflik dapat terdiri dari tindakan kompetitif atau tindakan menentang apa pun yang dihasilkan dari divergensi dua atau lebih ide atau kepentingan pihak, konflik tidak harus berupa pertempuran fisik. Karena intelijen adalah tentang konflik, ia mendukung operasi seperti perencanaan dan pertempuran militer, negosiasi diplomatik, negosiasi perdagangan dan kebijakan perdagangan, dan penegakan hukum. Tujuan tipikal intelijen adalah untuk menetapkan fakta dan kemudian mengembangkan kesimpulan yang tepat, andal, dan valid (hipotesis, estimasi, kesimpulan, atau prediksi) untuk digunakan dalam pengambilan keputusan strategis atau perencanaan operasional (R. M. Clark, 2013a).

Intelijen biasanya dianggap sebagai saluran untuk penipuan - saluran informasi. Jadi peran awal intelijen adalah memberikan analisis peluang: mengidentifikasi potensi untuk menerapkan penipuan dalam rencana operasi. Intelijen dianggap memiliki kredibilitas lebih oleh pihak lain jika mereka harus bekerja keras atau menghabiskan banyak biaya untuk mendapatkannya. Jadi, idenya adalah untuk membuat Intelijen sulit didapat, sulit ditembus oleh lawan (R. M. Clark & Mitchell, 2019)

Ilmu pengetahuan dan teknologi yang mendukung dunia intelijen disebutkan dalam A. R & Supriyanto (2019, p.35-36) antara lain : (1) Komputer; (2) Signal; (3) Elektronik; (4) Komunikasi; (5) Radar; (6) Laser; (7) Media sosial; (8) Penginderaan : citra (*imagery*); (9) Pemetaan (kartografi dan fotogrametri); (10) Akustik; dan (11) Radiasi. Kesemuanya melahirkan satu disiplin intelijen yaitu intelijen geospasial (*Geospatial Intelligence/GEOINT*).

Intelijen Geospasial / *Geospatial Intelligence* (*GEOINT*) adalah eksploitasi dan analisis citra dan informasi geospasial untuk

menggambarkan, menilai, dan secara visual menggambarkan fitur fisik dan aktivitas yang direferensikan secara geografis di bumi. (Clarke, 2020).

Model kombinasi yang paling banyak digunakan dalam analisis intelijen adalah model geospasial. Pemodelan geospasial menggabungkan citra, informasi geospasial (mis., Peta dan bagan), dan informasi lokasi dari berbagai sumber untuk menggambarkan, menilai, dan menggambarkan secara visual fitur fisik dan aktivitas yang dirujuk secara geografis di Bumi. Tapi itu lebih dari menggabungkan peta dengan citra. Kadang-kadang dianggap sebagai disiplin pengumpulan dan pemrosesan, tetapi itu benar-benar merupakan aplikasi dari pendekatan target-sentris untuk analisis. Menggunakan peta yang disimpan secara elektronik (dunia, wilayah, kota) untuk menampilkan data yang berorientasi geografis. Pajangan ini berharga untuk memvisualisasikan hubungan spasial yang kompleks. Jaringan sering dapat dipahami dengan memeriksa mereka dalam istilah geospasial (R. M. Clark, 2013a).

Ini adalah teknik analitik yang sangat tua. Sun Tzu, dalam *Art of War*-nya, menerbitkan sekitar 500 M., menganjurkan ketergantungan pada model geospasial dalam merencanakan gerakan militer. Dia mengamati, "Kami tidak layak memimpin pasukan di pawai kecuali jika kami terbiasa dengan wajah Negara, gunung dan hutannya, jebakan dan tebingnya, dan rawa-rawa." Sherlock Holmes sering menggunakan pemodelan geospasial di investigasi kriminal (R. M. Clark, 2013a).

Intelijen geospasial adalah disiplin intelijen yang relatif baru yang mempromosikan analisis data terperinci dan penilaian lingkungan operasional, dan sarana untuk menyelidiki masalah dalam menangani lingkungan itu. Ini memanfaatkan dan mensintesis tradisi panjang pengetahuan geografis strategis dan taktis seperti pemetaan, studi regional, dan penilaian sumber daya (Clarke, 2020, p.127).

Geospatial Intelligence (GEOINT) adalah disiplin intelijen dan *tradecraft* (teknik, metode dan teknologi yang digunakan dalam spionase modern (mata-mata) dan umumnya, sebagai bagian dari kegiatan intelijen)

yang telah berevolusi dari integrasi citra, kecerdasan citra / *imagery intelligence* (IMINT), dan informasi geospasial (National Geospatial-Intelligence Agency, 2006, p.7).

National Geospatial-Intelligence Agency (NGA) di dalam Departemen Pertahanan memiliki misi utama untuk menyediakan pencitraan, intelijen pencitraan, dan informasi geospasial yang tepat waktu, relevan, dan akurat yang secara kolektif dikenal sebagai *GEOINT* dalam mendukung keamanan nasional. Untuk mendukung misinya, NGA mensponsori penelitian yang membangun landasan ilmiah untuk kecerdasan geospasial dan yang memperkuat basis akademik, sehingga melatih generasi berikutnya analis NGA sambil mengembangkan pendekatan baru untuk masalah analitis. Secara historis, NGA telah mendukung penelitian di lima bidang inti: (1) fotogrametri dan geomatika, (2) penginderaan jauh dan ilmu pencitraan, (3) geodesi dan geofisika, (4) ilmu kartografi, dan (5) sistem informasi geografis (SIG) dan analisis geospasial. Lima tema lintas sektoral yang kemungkinan akan menjadi semakin penting bagi NGA: (1) melampaui fusi; (2) prediksi; (3) medan manusia; (4) penginderaan partisipatif; and (5) analisis visual (National Geospatial-Intelligence Agency, 2010, p.1). Siklus *GEOINT* terlihat pada Gambar 2.9.

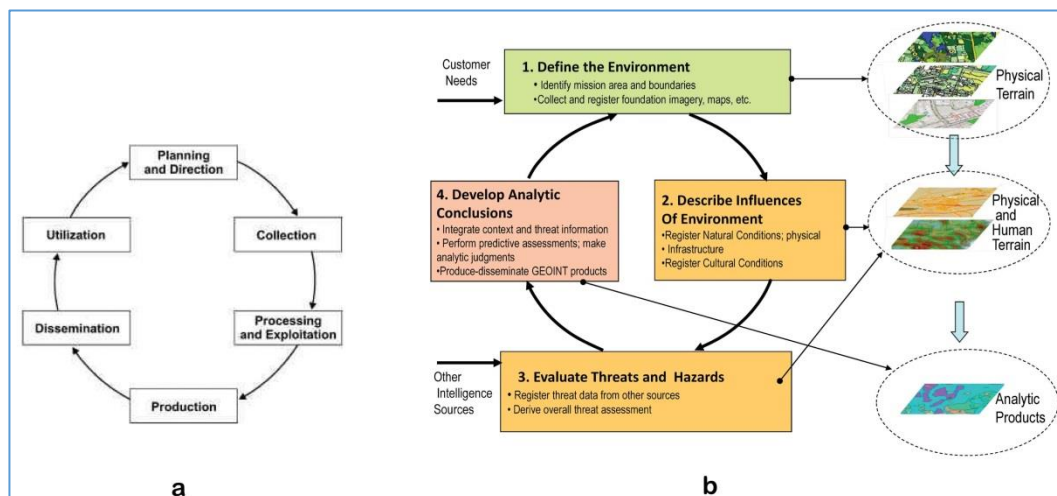
Menurut *National Geospatial-Intelligence Agency* elemen *GEOINT* antara lain :

- *Imagery / Gambar*: Suatu kemiripan atau presentasi dari fitur alami atau buatan manusia atau objek atau aktivitas terkait dan data posisi yang diperoleh pada saat yang sama kemiripan atau representasi diperoleh, termasuk produk yang dihasilkan oleh sistem pengintaian intelijen nasional berbasis ruang, dan rupa atau presentasi yang diproduksi oleh satelit, platform udara, kendaraan udara tak berawak, atau sarana serupa lainnya (kecuali bahwa istilah tersebut tidak termasuk fotografi genggam atau klandestin yang diambil oleh atau atas nama organisasi pengumpulan intelijen manusia).

- *Imagery Intelligence* / Kecerdasan Citra: Informasi teknis, geografis, dan intelijen yang diperoleh melalui interpretasi atau analisis bahan citra dan collateral materials (produk yang berlisensi).
- *Geospatial Information* / Informasi Geospasial: Informasi yang mengidentifikasi lokasi geografis dan karakteristik fitur dan batas alami atau dibangun di bumi, termasuk: data statistik; informasi yang berasal dari, antara lain, penginderaan jauh, pemetaan, dan teknologi survei; dan pemetaan, pembuatan bagan, data geodetik, dan produk terkait.

Spesialisasi atau ahli yang berkompeten dalam bidang *GEOINT* menurut National Geospatial-Intelligence Agency meliputi:

- *Cartography* / Kartografi: Seni dan ilmu membuat peta dan grafik.
- *Geodetic Sciences* / Ilmu Geodetik: Ilmu geodesi dan geofisika yang berhubungan dengan informasi atau data Bumi yang berkaitan dengan gravitasi, penentuan posisi titik, datum, dll.
- *Geospatial Analysis* / Analisis Geospasial: Ilmu yang menggali makna dari data geospasial dan menggunakan sistem informasi geografis untuk mengungkap dan menyelidiki hubungan dan pola dalam semua bentuk data geospasial untuk menjawab masalah intelijen atau militer.
- *Imagery Analysis* / Analisis Citra : Ilmu yang mengubah informasi, diekstraksi dari pencitraan, menjadi kecerdasan tentang aktivitas, masalah, objek, instalasi, dan / atau bidang yang diminati.
- *Imagery Sciences* / Ilmu Pencitraan: Aplikasi teknis penginderaan jauh ke arah produksi produk dan layanan *GEOINT*.
- *Regional Analysis* / Analisis Regional: Analisis geografis, geopolitik, atau intelijen dari negara atau wilayah tertentu di dunia (National Geospatial-Intelligence Agency, 2006, p.9).



Gambar 2.9 (a) Siklus Geoint dan (b) Proses Badan Intelijen Geospasial Nasional untuk menganalisis informasi geospasial

sumber : U.S. Marine Corps (2000, p.1-11) dan National Research Council (2013, p.14).

Dalam *American Intelligence Journal*, dalam tulisannya Bacastow & Bellafiore (2009) yang berjudul “*Redefining Geospatial Intelligence*” mendefinisikan Intelijen Geospasial sebagai pengetahuan yang dapat diwujudkan, proses, dan profesi. Sebuah kemampuan untuk menggambarkan, memahami, dan menafsirkan untuk mengantisipasi dampak terhadap manusia dari suatu peristiwa atau tindakan dalam lingkungan spatiotemporal. Intelijen Geospasial merupakan kemampuan untuk mengidentifikasi, mengumpulkan, menyimpan, dan memanipulasi data untuk membuat penalaran geospasial, dan teknik analisis. Akhirnya, menurut mereka Intelijen Geospasial adalah kemampuan untuk menyajikan pengetahuan dengan cara yang sesuai dengan lingkungan pengambilan keputusan.

ESRI selaku perusahaan Perangkat lunak GIS terkemuka dunia turut andil dalam mengembangkan *GEOINT*. Definsi *GEOINT* menurut *ESRI* adalah eksploitasi dan analisis citra dan informasi geospasial untuk menggambarkan, mengakses, dan secara visual menggambarkan fitur fisik dan aktivitas yang bereferensi geografis di bumi. Arsitektur *ESRI ArcGIS* memungkinkan eksploitasi dan analisis *GEOINT* dengan

rangkaian produk yang dapat diskalakan untuk desktop, server, Internet, dan platform seluler (ESRI, 2005).

Kecerdasan gambar sebagai metode klasifikasi dimungkinkan menggunakan jaringan saraf dengan *cluster fuzzy* dan algoritma genetik dengan teknik *deep learning*. *Convolutional* (CNNs) dan *fully convolutional neural networks* (FCNs) banyak digunakan dalam klasifikasi dengan akurasi hampir 80%- 90% dari akurasi global (Abderrahim et al., 2021, p.32). ESRI mendukung pemanfaatan kecerdasan gambar menggunakan beberapa perangkat lunak yang telah disediakan. Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Alat untuk Ekstraksi Fitur dari Citra di ArcGIS

sumber : Sill et al., (2020)

Menurut ahli geospasial dari Dr. Todd Bacastow dan kawan-kawan dari *Penn State* bahwa *GEOINT* adalah disiplin kecerdasan yang unik. Sebagai metadisiplin, ini mencakup geodesi, geofisika, fotogrametri, penginderaan jauh, geografi manusia, geografi fisik, GIS, analisis geospasial, kartografi, fusi data, *crowdsourcing*, analisis visual, dan peramalan (USGIF, 2019, p.19). Menggunakan *Artificial Intelligence* (AI) untuk Membantu Analisis *GEOINT*. Penyisipan teknik AI ke dalam proses dan produk data *GEOINT* menghasilkan kecerdasan yang lebih luas dan lebih tertata di masa depan (J. D. Clark, 2017).

Setelah data 3D diaktifkan secara geospasial, data tersebut menjadi lebih dari sekadar data simulasi; itu menjadi GEOINT yang dapat sangat berguna. Data ini kemudian dapat dimanfaatkan oleh komandan Angkatan Darat, perencana militer, insinyur, dan praktisi untuk perencanaan dan latihan misi, pembuatan medan, pemetaan dan pembersihan rute, tata letak dan desain pangkalan, perencanaan infrastruktur, pemodelan IED dan penilaian pasca-ledakan, mencakup /penyembunyian, dan banyak lagi. Untuk upaya pemulihan pascaserangan, praktisi dapat dengan cepat mengirim UAV untuk merekam kondisi yang terbaru, kemudian memodelkan kerusakan dan memetakan persenjataan yang tidak meledak untuk menilai situasi dan mengembangkan rencana pemulihan sambil meminimalkan jumlah pasukan yang dikerahkan. Unit operasional seperti infanteri dan operator khusus dapat menghasilkan model untuk memetakan ruang pertempuran dan untuk meningkatkan upaya persiapan pertahanan atau memodelkan tujuan penyerangan (USGIF, 2020, p.2).

Perang dunia maya di masa depan dapat diluncurkan secara independen atau sebagai pendahuluan atau untuk mendukung konflik dunia nyata. Serangan dunia maya yang tidak terstruktur, berdasarkan metodologi target yang tepat (seperti yang saat ini dipraktikkan), dapat menjadi kontra-produktif terhadap tujuan misi. Untuk mengontrol ruang lingkup, kecepatan, dan intensitas perang cyber dengan benar, perlu melakukan geolokasi IP host target. Oleh karena itu, geolokasi IP target musuh merupakan prasyarat untuk meluncurkan serangan cyber yang efektif. Agar setiap serangan atau serangan balik dalam perang dunia maya harus difokuskan terutama menggunakan intelijen geospasial (Alexander, 2014).

2.1.5 Teknologi Geospasial untuk Pertahanan

Geospasial adalah kelas data yang memiliki sifat geografis atau spasial. Geografis berkaitan dengan geografi, ilmu tentang tempat, yaitu,

studi tentang permukaan bumi, lokasi dan distribusi fitur fisik dan budayanya, dan keterkaitan fitur-fitur ini karena memengaruhi manusia. Layanan informasi geospasial adalah metode dalam koleksi data yang men ekstrakasi, menyimpan, menyebarkan dan men eksploitasi data geodetik (sumber komersial dan nasional), gravimetri, data topografi dan budaya yang akurat merujuk ke lokasi yang tepat di permukaan bumi (O'Leary, 2006, p.203).

Dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2011 tentang Informasi Geospasial pada Pasal 1 ayat 2 menjelaskan bahwa Geospasial atau disebut juga ruang kebumian memperlihatkan site, tempat dan posisi dari suatu benda atau hal yang berada di bumi baik posisinya di atas, pada atau bawahnya, dimana posisi tersebut memiliki suatu sistem koordinat yang disepakati. Sedangkan pada ayat 3 nya UU ini menjelaskan terkait Data Geospasial (DG). Data ini menjelaskan posisi geografis suatu objek atau kejadian yang memiliki ukuran dan dimensi serta posisi di bumi baik di atas, pada dan dibawahnya.

Pengetahuan terkait posisi sangat penting dalam penanggulangan bencana, dimana sangat memudahkan dalam menyajikan fakta, kajian dan strategi dalam membantu penanggulangan bencana. Informasi Geospasial sendiri sangat membantu para pengambil kebijakan dan perumusan masalah. Menyediakan data khususnya dalam kegiatan yang berhubungan dengan penataan ruang dan unsur-unsur penyusunnya (Maarif, 2012).

2.1.5.1 Teknologi positioning

Untuk penentuan posisi statis dengan akurasi tinggi, terutama untuk menetapkan titik kontrol baru, pengguna *GPS* dapat menggunakan salah satu jaringan stasiun referensi *GPS* permanen yang sangat presisi yang dibuat oleh beberapa organisasi di seluruh dunia. Layanan ini saat ini tersedia secara gratis di tingkat global [misalnya, jaringan Layanan *GPS* Internasional untuk Geodinamika / *International GPS Service for*

Geodynamics (IGS)] serta di tingkat regional [misalnya, jaringan Stasiun Referensi Operasi Berkelanjutan / *Continuously Operating Reference Station (CORS)* di Amerika Serikat. Sistem Kontrol Aktif Kanada / *Canadian Active Control System (CACS)* adalah layanan GPS regional lainnya, yang tersedia untuk pengguna dengan biaya nominal. Stasiun referensi dalam sistem ini beroperasi secara terus menerus, dan menyediakan akses ke kerangka referensi modern, seperti *ITRF* dan *NAD 83* yang ditingkatkan (El-Rabbany, 2002, p.91-92).

Untuk mendapatkan akurasi kualitas kontrol 2-cm menggunakan *Global Navigation Satellite System (GNSS) RTK RTN*, pengguna diharuskan menggunakan penerima frekuensi ganda dan tripod ketinggian tetap, melakukan pengamatan dengan durasi waktu tertentu (5 detik hingga 1 menit), melakukan beberapa set pengamatan pada waktu yang berbeda sepanjang hari (dua kali, pada dua hari yang berbeda, adalah optimal, untuk memanfaatkan perubahan dalam geometri satelit), mengatur topeng elevasi pada receiver ke 13° , dan memastikan bahwa nilai *VDOP* untuk konstelasi satelit berada pada 2 atau di bawah sebelum pendudukan stasiun. Penggunaan *GPS* menyebabkan pemikiran ulang tentang konsep jaringan kontrol. *NGS* telah menemukan bahwa dengan penambahan *CORS* ke dalam Sistem Referensi Spasial Nasional / *National Spatial Reference System (NSRS)*, akurasi horizontal jarak jauh dalam rentang 1 hingga 2 cm dan akurasi vertikal dalam rentang 2- hingga 4- kisaran cm dimungkinkan. Dengan *CORS*, akurasi jaringan dan lokal telah meningkat menjadi 1 cm (Dewberry, 2008, p.240).

Kemajuan teknologi untuk mengetahui posisi menggunakan satelit mengharuskan adanya sistem titik kontrol dasar aktif sebagai acuan dalam penetapan posisi. Sistem titik kontrol dasar aktif tersebut adalah *CORS*. Stasiun *CORS* memberikan kemudahan secara cepat dan data yang dapat di proses lanjutan. Data juga dapat diproses lanjut untuk mendapatkan ketelitian yang lebih baik dengan cara mengambil data yang

telah diambil oleh stasiun CORS . Data dapat diunduh melalui situs yang telah dibuat oleh BIG. Untuk mendapatkan data dapat mengajukan permohonan ke bagian data di BIG (Hardianto et al., 2018).

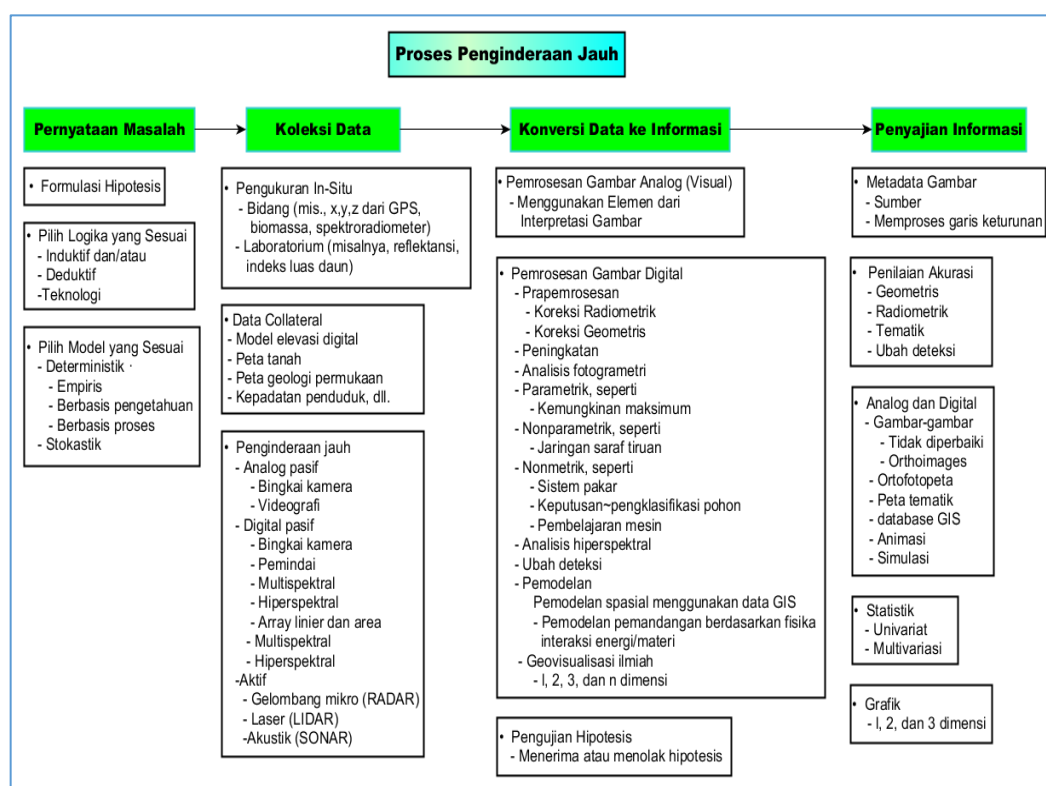
InaCORS merupakan CORS dimiliki oleh BIG sebagai stasiun yang menyediakan data geodetik tetap secara simultan. Meningkatnya kebutuhan data CORS di Indonesia sebagai bagian dari pengembangan teknologi di BIG (dahulu bernama Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional / BAKOSURTANAL) untuk mendefinisikan dan merawat acuan geospasial yang sangat dibutuhkan dalam kegiatan survei, pemetaan, serta penyelenggaraan IG lainnya. Dalam mempertahankan level akurasi dan presisi dari kerangka dasar geodetik di seluruh wilayah Indonesia, maka diperlukan aplikasi GPS dalam pengukuran JKG untuk mendefinisikan datum baru bernama Datum Geodetik Nasional 1995 (DGN95) yang menggantikan ID74. Pengambilan data JKG secara terus menerus akan menghasilkan data yang berkesinambungan. Stasiun InaCORS difungsikan untuk melakukan pengambilan dan penyebaran data geodetik ini (Bidang Geodinamika - Pusat Jaring Kontrol Geodesi dan Geodinamika, 2018).

Seluruh stasiun *InaCORS* baik yang memiliki komunikasi data online maupun offline disebarluaskan informasinya melalui <http://srgi.big.go.id/srgi2/jkg> (web SRGI), sedangkan stasiun yang memiliki komunikasi data online untuk layanan RTK disajikan informasi status real-time-nya melalui <http://nrtk.big.go.id/> (Bidang Geodinamika - Pusat Jaring Kontrol Geodesi dan Geodinamika, 2018).

Menurut seeber (1993) dalam (Abidin et al., 2002, p7) dijelaskan bahwa untuk kategori survei topografi ketelitian relatif yang dibutuhkan adalah 10 ppm sedangkan ketelitian dalam cm adalah 20 – 100 cm (bergantung jarak) sedangkan untuk survei kadaster 1-5 ppm dan 1-20 cm.

2.1.5.2 Teknologi Penginderaan

Penginderaan sebagai kegiatan dan prosedur untuk pengambilan data objek yang memanfaatkan wahana penginderaan atau sensor (seperti indera perasa pada manusia). Misalnya kita melihat ada objek bergerak-gerak, makan, dan minum. Kita pastikan objek itu berupaya makhluk hidup. Kalau Bergeraknya menggunakan empat kaki, berarti objek itu binatang. Makin banyak ciri objek yang diketahui oleh pengindera, makin baik hasil pengindraannya (Sutanto, 2016, p.6).



Gambar 2.11 Proses Penginderaan Jauh

Sumber : Jensen (2005, p.6)

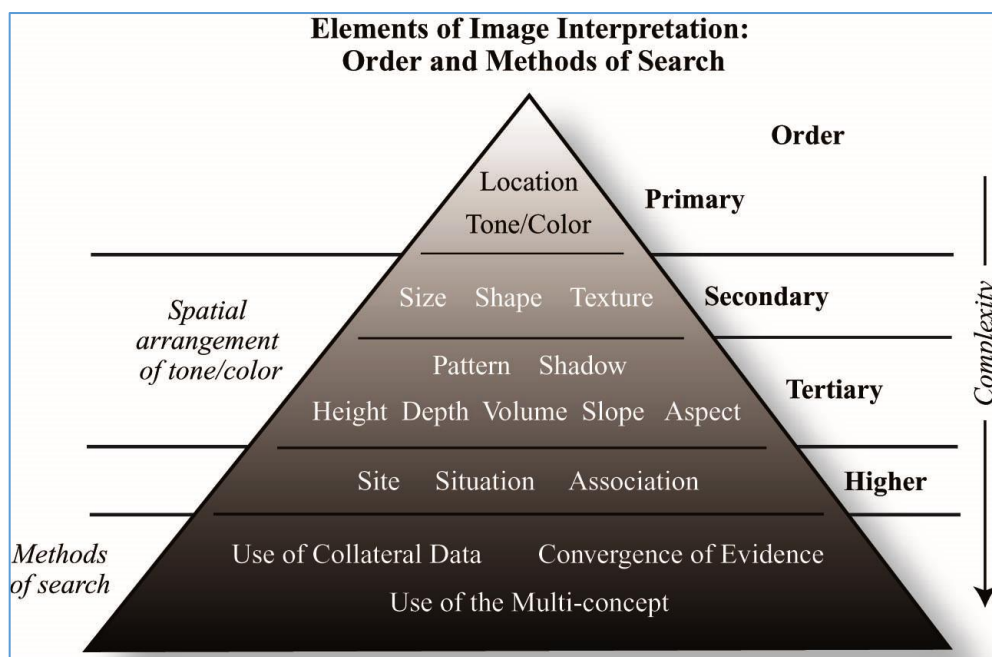
Penginderaan jauh adalah ilmu pengetahuan dan seni untuk mendapatkan informasi tentang sebuah objek, areal atau fenomena melalui analisis data yang didapatkan dengan menggunakan alat tanpa berhubungan langsung dengan objek, area atau fenomena yang diinvestigasi (Lillesand, 2015, p.1). Proses penginderaan diuraikan oleh Jensen (2005) pada gambar 2.11.

Fotogrametri didefinisikan sebagai seni, ilmu pengetahuan, dan teknologi untuk memperoleh informasi yang dapat dipercaya tentang objek fisik dan lingkungan melalui proses perekaman, pengukuran, dan interpretasi gambar fotografi (Montgomery & Schuch, 1993, p.113).

Baik fotogrametri dan penginderaan jauh berasal dari fotografi udara. Sebelum disebut penginderaan jauh, bidang ini difokuskan untuk mengidentifikasi apa yang terekam dalam sebuah foto. Sebaliknya, fotogrametri berkaitan dengan di mana objek yang direkam berada dalam ruang geografis. Oleh karena itu, fotogrametri memerlukan lebih banyak informasi tentang fotografi, seperti karakteristik kamera (misalnya, panjang fokus, distorsi lensa) dan lintasan pesawat (misalnya, ketinggian, posisi kamera). Istilah penginderaan jauh diperkenalkan dengan munculnya sistem di beberapa spektrum elektromagnetik. Selama beberapa dekade, penginderaan jauh melibatkan banyak kegiatan yang sama seperti fotogrametri pada resolusi yang lebih kasar, tetapi penginderaan jauh kontemporer dapat mencitrakan pada resolusi yang setara dengan yang digunakan dalam fotogrametri. Dalam fotogrametri, seseorang berurusan dengan pemodelan matematis yang ketat tentang hubungan antara objek yang diindera dan representasinya oleh sensor. Melalui model tersebut, berbagai jenis informasi dapat diekstraksi dari citra, seperti posisi yang tepat, lokasi relatif, dimensi, ukuran, bentuk, dan semua jenis fitur. Akurasi tinggi sangat penting. Misalnya, pemodelan yang akurat digunakan dalam registrasi multiband dari citra multispektral. Dalam penginderaan jauh, tujuannya biasanya untuk mengubah gambar sehingga cocok untuk memetakan beberapa properti permukaan bumi secara sinoptik, seperti kelembaban tanah atau tutupan lahan (National Research Council, 2013, p.23).

Dijelaskan dalam Jensen (2014, p.108-109) untuk melakukan analisis regional menggunakan prinsip interpretasi gambar dengan menggunakan elemen interpretasi ketika menafsirkan foto secara visual. Elemen interpretasi citra meliputi *location* (lokasi), *tone* (nada) dan *color*

(warna), *size* (ukuran), *shape* (bentuk), *texture* (tekstur), *pattern* (pola), *shadow* (bayangan), *height* (tinggi) dan *depth* (kedalaman), *volume*, *slope* (kemiringan), *aspect* (arah kemiringan lereng), *site* (tapak), *situation* (situasi), dan *association* (asosiasi). Elemen urutan yang lebih tinggi dari situs, situasi, dan asosiasi sering kali didasarkan pada metode pencarian yang berbeda, termasuk: penggunaan informasi kolateral, konvergensi bukti, dan penggunaan multikonsep. Terlihat pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12 Elemen Interpretasi Gambar

Sumber : Jensen (2014, p.110)

Berbagai macam sensor digunakan untuk pengamatan bumi penginderaan jauh. Mereka dapat secara luas dikelompokkan menjadi tiga kategori: kamera fotografi, sensor elektronik pasif, dan sensor elektronik aktif (radar, lidar, dan sonar). Resolusi dan cakupan sistem penginderaan jauh bervariasi menurut teknologi dan platform. Dalam memilih data citra, empat komponen resolusi (spasial, spektral, radiometrik, dan temporal) harus dipertimbangkan. Fotografi udara dapat memberikan citra dengan resolusi spasial tertinggi sementara sistem satelit menawarkan cakupan terluas. Pemindai udara dapat menghasilkan citra multispektral resolusi tinggi dalam bentuk digital, beberapa sistem mengumpulkan data dalam

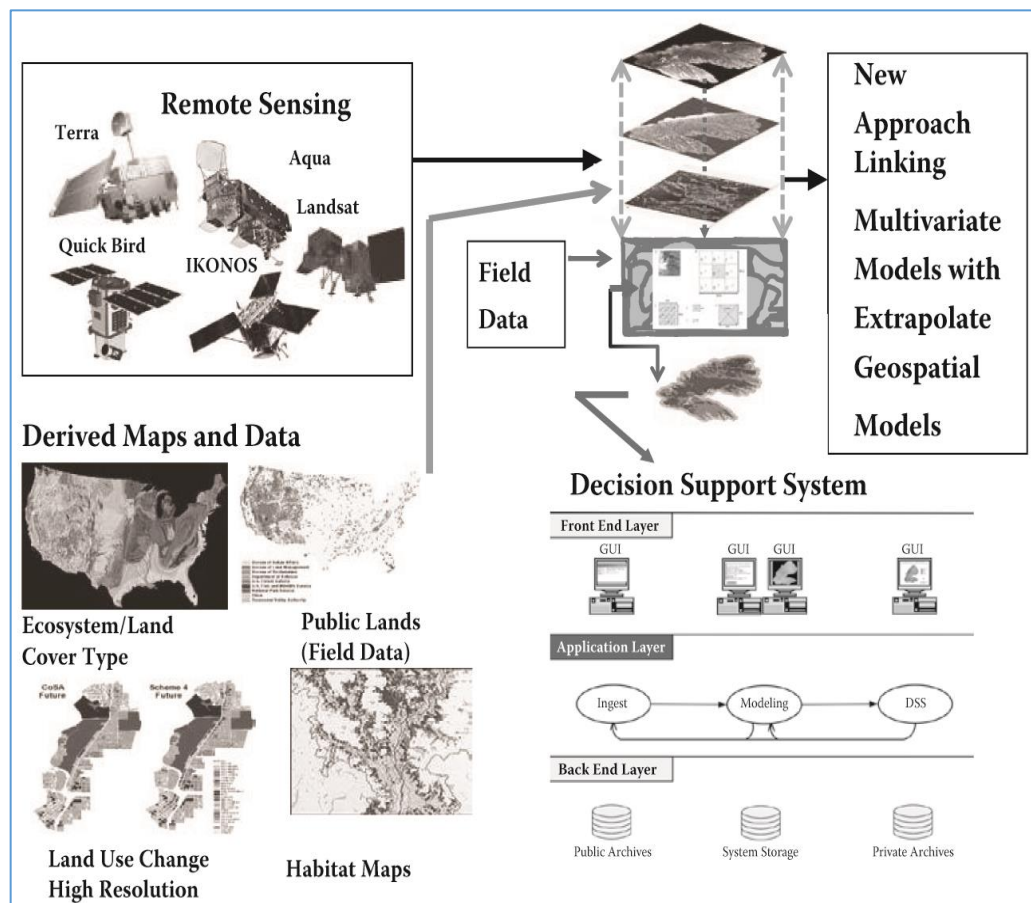
ratusan pita spektral secara bersamaan. Sistem radar berbasis satelit dan udara menawarkan akuisisi gambar siang dan malam semua cuaca (penembusan awan). Sistem lidar dapat menghasilkan data elevasi digital dengan akurasi sangat tinggi di atas daratan dan perairan dangkal. Sistem sonar mampu melakukan pencitraan jauh di bawah permukaan air, memberikan citra dan data elevasi digital dari dasar laut. Secara umum, semakin terlokalisasi wilayah studi, semakin tinggi resolusi spasial yang sesuai. Jika fitur yang akan diekstraksi dapat dibedakan berdasarkan respon spektralnya, pemindai multispektral harus dipertimbangkan. Dimana cakupan berulang sering diperlukan, sistem satelit biasanya lebih hemat biaya daripada sensor udara. Untuk area yang sering tertutup awan atau di mana akses yang andal ke citra bebas awan penting, seperti untuk tanggap darurat, sistem radar mungkin paling tepat (Stan Aronoff, 2005, p.66).

Instrumen penginderaan jauh dioperasikan dari berbagai platform mulai dari kendaraan berbasis darat hingga pesawat ruang angkasa. Platform berbasis darat seperti boom yang dipasang di truk, gedung tinggi, menara air, atau bahkan tangga sering digunakan untuk menguji instrumen penginderaan jauh dan untuk mengumpulkan pengukuran spektral terperinci dari fitur yang diketahui untuk menguji atau mengkalibrasi citra. Istilah citra udara mengacu pada data yang dikumpulkan dari pesawat terbang, helikopter, dan kendaraan lain yang beroperasi di atmosfer bumi. Sistem di udara menawarkan fleksibilitas penempatan instrumen di mana pun dan kapan pun diperlukan, jika cuaca memungkinkan, dan selama ada area pementasan yang sesuai dan jangkauan sumber bahan bakar. Mereka bisa terbang di ketinggian rendah untuk mendapatkan citra yang sangat detail dan dengan gangguan atmosfer yang lebih sedikit daripada platform berbasis ruang angkasa. Namun, ketika diterpa angin, mereka adalah platform yang kurang stabil dibandingkan pesawat ruang angkasa. Instrumen penginderaan jauh di ruang angkasa biasanya berbasis satelit, meskipun stasiun ruang angkasa

yang mengorbit di bumi rendah atau kendaraan yang dapat digunakan kembali, seperti pesawat ulang-alik, juga digunakan. Platform luar angkasa lebih stabil daripada pesawat, dan operasinya tidak bergantung pada kondisi kendaraan di darat. Meskipun beberapa sistem satelit memiliki sensor yang dapat diarahkan, waktu dan frekuensi akuisisi citra dibatasi oleh parameter orbitnya. Keuntungan utama dari sensor berbasis satelit adalah konsistensi. Mereka dapat menawarkan cakupan berulang terus menerus menggunakan sensor yang sama dalam jangka waktu yang lama, menyediakan sumber data yang berharga untuk pemantauan lingkungan. Sensor AVHRR pada satelit seri NOAA telah memberikan catatan harian yang berkesinambungan dari citra multispektral dari tahun 1979 hingga sekarang (Stan Aronoff, 2005, p.66).

Sistem penginderaan jauh hanya dapat menawarkan hubungan berikut antara resolusi spasial dan spektral: Resolusi spasial yang tinggi dikaitkan dengan resolusi spektral rendah dan sebaliknya. Itu berarti bahwa sistem dengan resolusi spektral tinggi hanya dapat menawarkan resolusi spasial sedang atau rendah. Oleh karena itu, perlu ditemukan kompromi antara resolusi yang berbeda sesuai dengan aplikasi individu atau untuk memanfaatkan metode alternatif akuisisi data. Untuk mengeksplorasi dan menjelaskan bagaimana seseorang dapat mengekstrapolasi data lapangan (yaitu, vegetasi, tanah, dan lingkungan) di seluruh skala lanskap menggunakan data tambahan informasi geospasial seperti data penginderaan jauh (misalnya, Landsat, SPOT, Ikonos), data raster sistem informasi geografis (GIS), dan model elevasi digital (*DEM*) untuk menggambarkan variabilitas spasial yang diamati pada data lapangan. Untuk mengembangkan model geospasial ini, dapat diekstrak informasi yang di butuhkan dari citra penginderaan jauh, *GIS*, dan sistem penentuan posisi global (*GPS*), kemudian menggabungkan informasi ini dengan data lapangan untuk melakukan pemodelan yang menarik. (Gambar 2.13). Setelah kita menyelesaikan tahap pemodelan, hal terakhir yang perlu kita lakukan adalah

merekonstruksi model spasial di *ArcGIS* untuk ditampilkan. Berikut ini adalah beberapa informasi berguna tentang data dan prosedur informasi geospasial yang akan membantu kami mencapai tujuan ini (Kalkhan, 2011, p.1).



Gambar 2.13 Berbagai langkah yang dapat digunakan untuk mengintegrasikan ilmu informasi geospasial, sistem peramalan geospasial, dan pemetaan dengan sistem pendukung keputusan untuk pengelolaan sumber daya alam, peramalan ekologi, dan aplikasi kelestarian lingkungan.

Sumber : Kalkhan (2011, p.2)

Citra satelit salah satu alat dasar untuk penginderaan jauh, yang mencakup berbagai metode untuk menentukan sifat suatu material dari jarak jauh. Penginderaan jauh dapat mencakup beragam subjek seperti seismologi, interpretasi citra satelit, dan magnet. Jenis-jenis gambar satelit yang tersedia untuk ahli geologi berkembang pesat, dan hanya yang

paling umum digunakan yang dibahas di sini. (Kusky, 2005). Dengan bantuan aplikasi pengolahan citra mampu memudahkan para ahli penginderaan untuk mendeliniasi sebuah citra. Dengan mengetahui jenis saluran pada citra seperti pada Tabel 2.8 dapat memudahkan analisisnya.

Model elevasi digital atau *Digital Elevation Models* (DTM), representasi digital dari topografi permukaan bumi yang digunakan secara luas dalam sistem informasi geografis (*GIS*) untuk analisis dan visualisasi, dihasilkan dari foto udara, citra digital udara, dan data lidar dan radar (Stan Aronoff, 2005, p.4).

Tabel 2.8 Saluran Spektral Landsat-8

Saluran	Nilai Spektral	Lebar Saluran	Resolusi Spasial	Sensor	ETMp
					Lebar Saluran
	Lokasi	(mm)	(m)		Saluran: (mm)
1	Coastal/Aerosol	0.433–0.453	30	OLI	
2	Biru	0.450–0.515	30	OLI	1: 0.450–0.515
3	Hijau	0.525–0.600	30	OLI	2: 0.525–0.605
4	Merah	0.630–0.680	30	OLI	3: 0.630–0.690
5	NIR	0.845–0.885	30	OLI	4: 0.775–0.900
6	SWIR 1	1.560–1.660	30	OLI	5: 1.550–1.750
7	SWIR 2	2.100–2.300	30	OLI	7: 2.090–2.350
8	Pankromatik	0.500–0.680	15	OLI	8: 0.520–0.900
9	Cirrus	1.360–1.390	30	OLI	
10	TIR 1	10.6–11.2	100	TIRS	6: 10.4–12.5
11	TIR 2	11.5–12.5	100	TIRS	

sumber : Lillesand (2015, p.314)

Selain didapatkan dari citra satelit, data citra atau foto dapat dihasilkan dari pemotretan udara menggunakan wahan pesawat atau drone. *The Merriam-Webster Dictionary* mendefinisikan drone sebagai "pesawat atau kapal tak berawak yang dipandu oleh remote control atau

komputer onboard ". Drone juga disebut sebagai kendaraan udara tak berawak / *unmanned aerial vehicles* (UAV), sistem udara tak berawak / *unmanned aerial systems* (UAS), pesawat tak berawak / *unmanned aircrafts* (UA), atau pesawat udara berawak jarak jauh / *remotely piloted aircrafts* (RPA). Kadang-kadang istilah UAV sengaja diubah menjadi UAS untuk mencerminkan sistem kompleks yang terlibat dalam operasi drone. Istilah RPA biasanya digunakan oleh militer. Bentuk awal drone dikembangkan pada awal abad ke-20. Sejak 1950-an, misi utama drone adalah pengintaian udara. Sampai tahun 2005, pengembangan drone untuk keperluan militer masih mendominasi industri drone. Selama beberapa dekade terakhir, drone dengan berbagai bentuk, ukuran, dan kemampuan telah dikembangkan dengan sangat cepat sehingga potensinya untuk aplikasi sipil sangat besar (Tang & Shao, 2015).

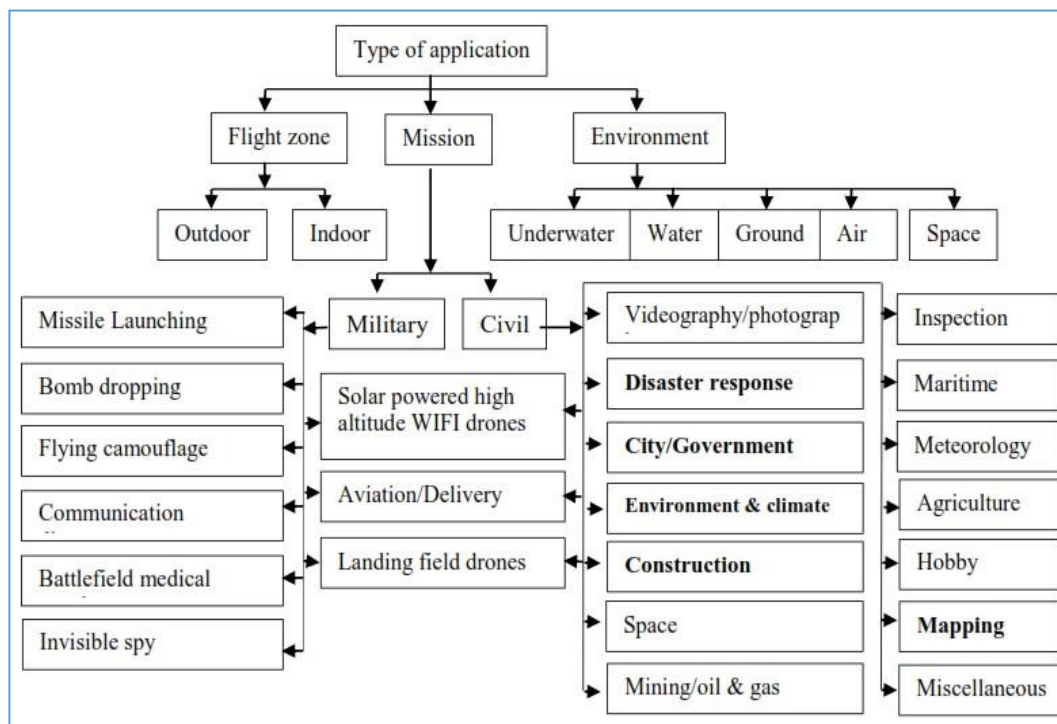
Drone dengan berbagai bentuk, ukuran, dan fungsi telah muncul selama beberapa dekade terakhir, dan aplikasi sipilnya menjadi semakin menarik. Sistem penginderaan jauh yang fleksibel, berbiaya rendah, dan resolusi tinggi yang menggunakan drone sebagai platform penting untuk mengisi celah data dan melengkapi kemampuan pesawat berawak / berawak dan sistem penginderaan jarak jauh satelit. Manfaat dari penginderaan jauh dengan wahana drone termasuk biaya material dan operasional yang rendah, kontrol yang fleksibel atas resolusi spasial dan temporal, pengumpulan data dengan intensitas tinggi, dan tidak adanya risiko bagi kru (Tang & Shao, 2015).

Selama akhir abad kedua puluh, fotografi udara format kecil / *small-format aerial photography* (SFAP) merupakan teknik penginderaan jauh khusus yang semakin digemari. SFAP telah memulai kebangkitannya menggunakan wahan layang-layang, balon, dan model pesawat terbang. Sejak saat itu, perkembangan sistem udara tak berawak (UAS), baik profesional dan tingkat konsumen, bersama dengan teknik pemrosesan gambar fotogrametri baru telah merevolusi akuisisi geodata berbasis

gambar bahkan melebihi harapan sebelumnya. Survei *small-format aerial photography* / *SFAP* dan *unmanned aerial systems (UAS)* telah berkembang menjadi metode penginderaan jauh dengan sendirinya. Manfaat dan daya tarik pemandangan dari ketinggian rendah telah menjadi memberikan kemudahan bagi masyarakat umum juga, karena gambar dan video drone sekarang menjadi bagian dari kehidupan sehari-hari dari Instagram hingga drama TV (Aber et al., 2019, p.ix).

Sebelum melakukan proses fotogrametri udara, seseorang harus memilih beberapa tolok ukur di permukaan tanah yang dikenal sebagai titik kontrol tanah / *ground control points (GCP)*. *GCP* dibangun di atas tanah sehingga dapat dikenali dalam foto udara yang diambil. Koordinat terkait dapat dicapai melalui metode pengukuran yang diajukan. Untuk tujuan ini, awalnya kami membagi area studi kami menjadi beberapa blok dan kemudian, *GCP* dibangun dengan jarak yang telah ditentukan. Hasil survei diintegrasikan dengan peta skala yang sesuai dari area proyek sehingga jarak antara *GCP* dihitung berdasarkan skala fotografis. Untuk tujuan ini, *GCP* gambar digunakan. Pemilihan titik yang bijak, frekuensi dan distribusinya, serta keakuratan dalam pengukuran lapangan adalah penting karena dapat mempengaruhi hasil rektifikasi. Penggunaan titik kontrol sementara mungkin juga berguna untuk meningkatkan akurasi pengukuran (Al-turjman, 2020, p.129).

Drone dapat melakukan misi luar ruangan dan dalam ruangan dalam lingkungan yang sangat menantang. Drone dapat dilengkapi dengan berbagai sensor dan kamera untuk melakukan misi intelijen, pengawasan, dan pengintaian. Aplikasi drone dapat dikategorikan dalam berbagai cara. Ini dapat didasarkan pada jenis misi (militer / sipil), jenis zona penerbangan (luar ruangan / dalam ruangan), dan jenis lingkungan (di bawah air / di atas air / tanah / udara / luar angkasa) (Mohd Noor et al., 2018, p.2). Gambar 2.14.



Gambar 2.14. Klasifikasi aplikasi drone (tebal = berhubungan dengan aplikasi perkotaan)

Sumber : Mohd Noor et al., 2018, p.3

Drone dapat dikategorikan sebagai multirotor, *fixed-wing*, *single-rotor* dan *fixed-wing hybrid* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.15. Diantaranya, drone multirotor seperti *quadcopters* memiliki keunggulan yang berbeda dibandingkan dengan sistem UAV lainnya, seperti ketahanan, kemampuan manuver yang tinggi, dan biaya pembelian dan perawatan yang rendah. Drone multirotor memiliki lebih dari dua rotor dan menggunakan bilah jarak tetap. Pengendalian gerak kendaraan dicapai dengan memvariasikan kecepatan relatif masing-masing rotor untuk mengubah gaya dorong dan torsi yang dihasilkan masing-masing. Drone multirotor dapat bermanuver di ruang kecil saat melayang dan dapat dikontrol oleh berbagai perangkat seperti tablet, laptop, dan komputer desktop. Mereka juga dapat dengan mudah dilengkapi dengan instrumen deteksi dan jarak cahaya (LIDAR), kamera dan perangkat komunikasi (Harvey et al., 2016). Oleh karena itu, banyak bidang yang menunjukkan

minat yang meningkat dalam menggunakan drone multirotor untuk berbagai keperluan non-militer (Irizarry & Costa, 2016).



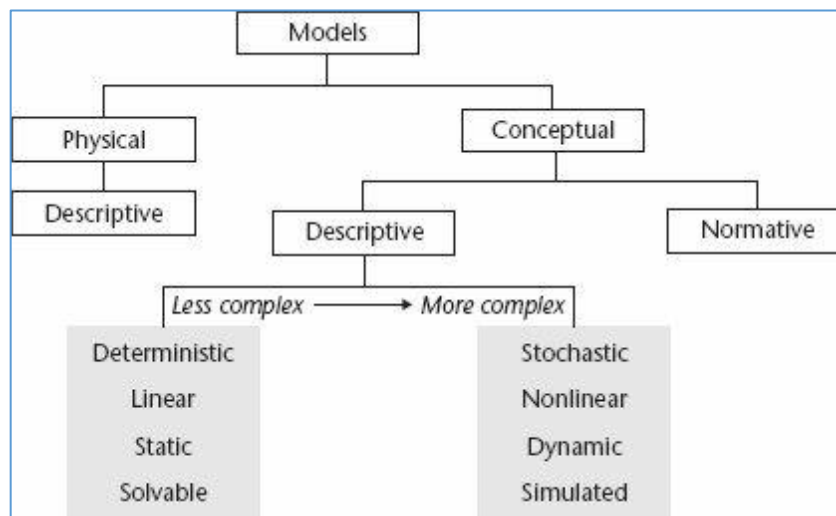
Gambar 2.15 Jenis drone

Sumber : Li & Liu, 2019, p.2

2.1.5.3 Sistem Informasi Geografis

Sistem adalah sekumpulan komponen (elemen atau unsur) yang saling berkaitan hingga (dapat) mempengaruhi (sesuai dengan fungsi masing-masing) satu sama lainnya dengan urutan/prosedur tertentu dalam mencapai suatu tujuan atau menghasilkan suatu keluaran (Prahasta, 2018, p. 3).

Dijelaskan lagi dalam Prahasta (2018) bahwa Sistem sendiri terdiri dari : (1) komponen-komponen; (2) lingkungan (entitas luar yang dibatasi oleh sistem itu sendiri); (3) batasan (berupa sistem itu sendiri serta entitas luarnya); (4) interface (media yang menghubungkan sistem dengan entitas-entitas luarnya); (5) masukan (data dan perintah / kendali); (6) keluaran (hasil pemrosesan yang berupa data/informasi, perintah/kendali, dan lainnya); (7) prosedur (sesuatu yang menentukan hubungan dan urutan kerja/peran dari masing-masing komponen); dan (8) goal (yang ingin dicapai).



Gambar 2.16 Hirarki Model

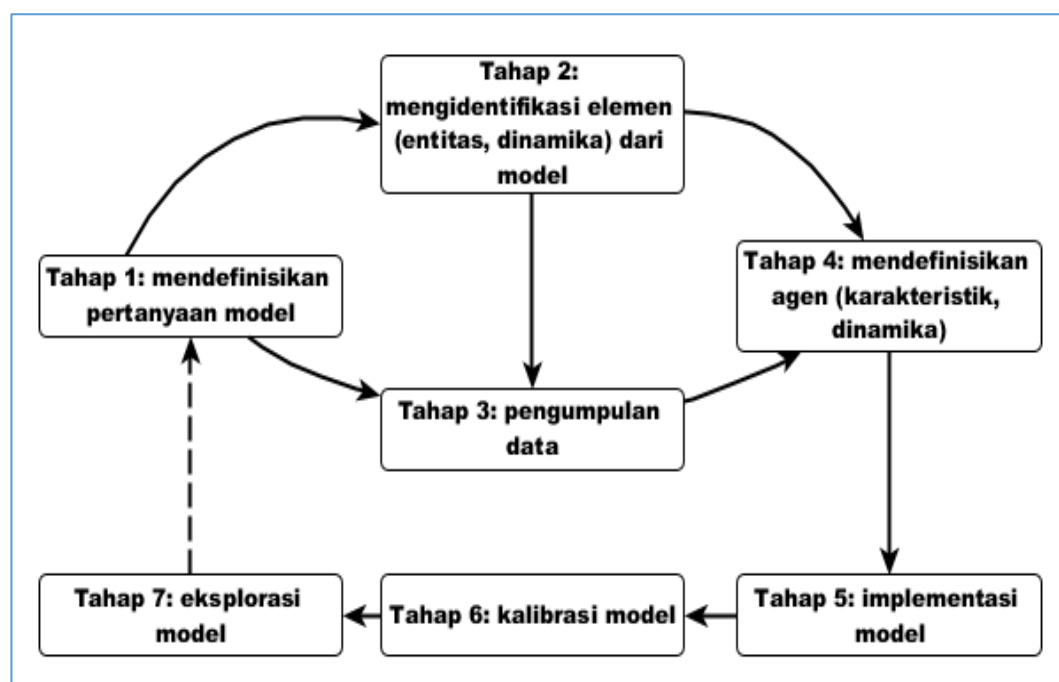
sumber : R. M. Clark (2013)

Pendekatan sistem merupakan cara pandang yang bersifat menyeluruh (holistic) yang memfokuskan pada integrasi dan keterkaitan antar komponen. Pendekatan ini dapat mengubah cara pandang dan pola berpikir dalam menangani permasalahan dengan menggunakan model yang merupakan penyederhanaan dari sebuah sistem. Model ini digunakan karena lebih mudah untuk memahami sesuatu yang lebih sederhana dibandingkan dengan sistem sesungguhnya yang lebih kompleks. Model kuantitatif menggunakan persamaan matematika untuk menggambarkan keterkaitan antar komponen sistem dapat bersifat statik maupun dinamik (Hartrisari, 2007 : 2).

Model adalah penyederhanaan sistem. Karena sistem sangat kompleks, tidak mungkin membuat model yang dapat menggambarkan seluruh proses yang terjadi dalam sistem (Hartrisari, 2007, p.13). sehingga tidak ada perbedaan antara keduanya namun keduanya saling membantu dalam menjelaskan kondisi lingkungan yang akan diteliti. Hirarki Model dijelaskan R. M. Clark (2013) pada Gambar 2.16.

Model selalu dipilih untuk menjawab pertanyaan penelitian. Ini adalah prasyarat yang diperlukan untuk identifikasi elemen-elemen penyusun sistem target. Untuk mencapai ini, perlu untuk mengungkapkan

unsur-unsur aktif, interaksi antara mereka dan unsur-unsur sekitarnya, dan untuk mengkarakterisasi entitas otonom dan perilaku mereka. Tempat ini juga sangat penting, dan topologi serta propertinya harus dipertimbangkan. Hubungan memiliki makna besar dalam prosesnya. Mereka sering merupakan kunci untuk kompleksitas sistem. Dengan demikian, model tidak perlu bertujuan untuk mencakup semua aspek dari sistem yang dimodelkan. Sebaliknya, ia dapat berkonsentrasi pada kekhasannya (Banos, Lang, & Marilleau, 2015, p.10). Gambar 2.17.



Gambar 2.17. Tahapan pemodelan

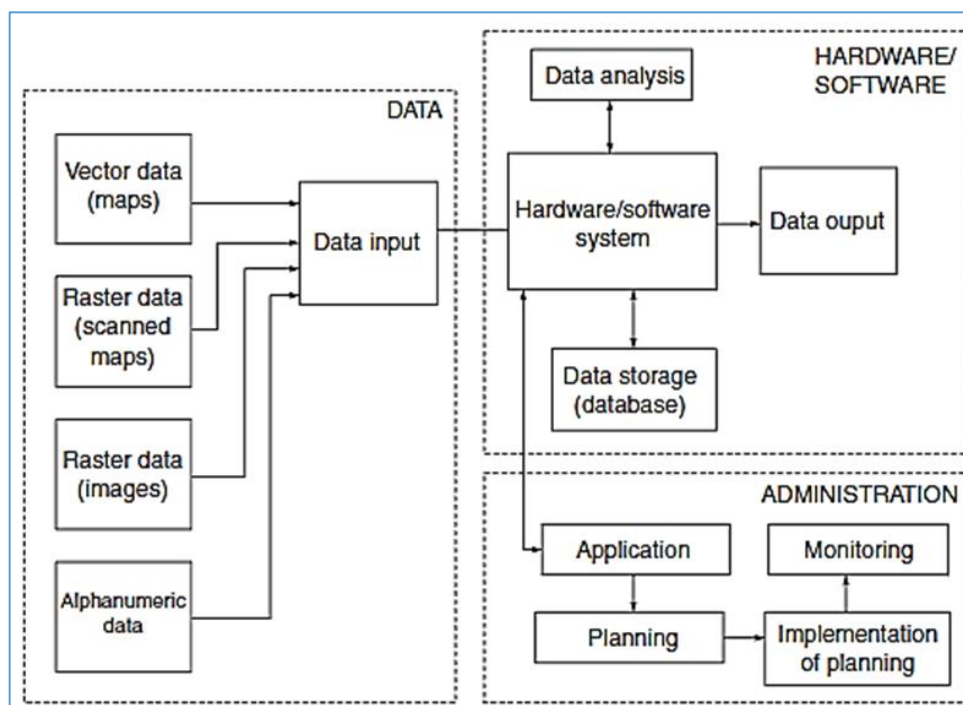
sumber : Banos et al. (2015, p.11)

Model divalidasi dengan membandingkan data yang diamati dengan apa yang diharapkan (Rogerson, 2001, p.3). Validasi model adalah tahap kompleks dalam proses ini. Bagaimana kita memastikan bahwa model tersebut mewakili sistem yang disimulasikan? Indikator yang dibangun ke dalam model dapat digunakan sebagai dasar untuk penyelidikan ini; mereka dapat dibandingkan dengan nilai-nilai eksperimental dunia nyata. Keahlian peneliti juga sangat berharga dalam mendukung tahap ini: hasil eksperimen simulasi dapat dibandingkan

dengan pengetahuan yang diperoleh di lapangan (Banos, Lang, & Marilleau, 2015, p.10).

Ahli geografi sangat cocok dan diposisikan untuk mengembangkan dan memahami aspek teknologi maupun aspek kontekstual dari kebutuhan keamanan nasional dan internasional yang sah. Teknologi geografis baru yang revolusioner adalah hasil dari disiplin yang memiliki tradisi panjang dan dalam mengintegrasikan ilmu-ilmu sosial dengan humaniora dan ilmu-ilmu alam, dan juga analisis kritis penelitian dan penerapannya dalam masyarakat (Sui, 2008, p.viii).

Sistem Informasi Geografis (SIG) atau *geographic information system (GIS)* secara praktis memiliki definisi yang berkaitan dengan entry data, memanipulasi data, koleksi dan penyebaran data objek berproyeksi bumi secara digital (Konecny, 2003). Gambar 2.18.



Gambar 2.18 Konsep SIG
sumber : Konecny (2003)

SIG sendiri dapat dibedakan dalam beberapa jenis data: (a) Data vektor berupa poin, garis dan poligon, termasuk juga data permukaan bumi baik dalam dua atau tiga dimensi; (b) Data raster. Merupakan data

yang dihasilkan dari format data gambar yang memiliki kode maupun juga berupa data ketinggian; dan (c) Data informasi / atribut yang disertakan pada data vektor dan data raster.

Meskipun SIG kuat dan memiliki aplikasi yang luas, ia tidak diadaptasi dengan baik untuk merepresentasikan waktu dan tidak dapat secara efektif menangkap dinamika model. Ini menyulitkan SIG untuk mensimulasikan nonlinier dan kompleks. Melihat hal tersebut, diperlukan untuk mengidentifikasi fenomena yang kompleks, tergantung waktu dengan mengintegrasikan *GIS* dengan model lain. Dengan model dinamik, SIG mampu menerapkan dinamika makro (Liu, Zheng, Zhang, & Wang, 2017, p.1).

2.1.6 Tapak

Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia menjelaskan tapak sebagai bekas jejak (bekas telapak) yg ditinggalkan. Tapak (*site*) merupakan pertimbangan penting yang kedua setelah geografis dalam penentuan lokasi kota. Salah satu contoh tapak yang harus diperhatikan adalah kemiringan lahan dan juga kondisi geologis (Branch, 1995, p.38).

Kegiatan militer menekankan pada perencanaan, memiliki cakupan kegiatan yang luas, meliputi beragam persoalan, dan mendapatkan dukungan keuangan guna melaksanakan penelitian dan pengembangan. Oleh karenanya prinsip-prinsip yang berlaku di bidang militer akan senantiasa meningkatkan cara-cara dan metode-metode perencanaan secara komprehensif yang dapat diterapkan bagi sebuah kota. Keberadaan pesawat dan peluru kendali menyebabkan cara pertahanan darat yang selama ini ada di kota-kota besar Eropa dan Asia sama sekali tidak berfungsi (Branch, 1995, p.257-258).

Perencanaan tapak (*site planning*) telah membantu kehidupan manusia. Perencanaan tapak berada di antara ilmu arsitektur, teknik, arsitektur lansekap, dan perencanaan kota, dan dipraktikkan oleh anggota dari semua profesi ini. Denah lokasi menempatkan struktur dan aktivitas

dalam ruang tiga dimensi dan, jika sesuai, pada waktunya. Perbedaan yang muncul dari pengaturan ruang dan waktu itu adalah inti masalahnya: perbedaan itu mencakup perbedaan dalam proporsi, kepadatan, bentuk, durasi, butir, ritme, pola, suksesi, atau keterkaitan. Aspek lain dari perencanaan tapak mengikuti pertimbangan ini. Tidak ada elemen penting yang dapat diubah tanpa efek yang meluas. Tapak bukan hanya kumpulan bangunan dan jalan tetapi sistem struktur, permukaan, ruang, makhluk hidup, iklim, dan detail (Lynch, 1962, p.4).

Menurut Lynch bahwa perencanaan tapak disiapkan setiap kali kelompok besar bangunan didirikan: rumah, pabrik, pusat perbelanjaan, institusi, pusat budaya. Tapi mereka juga bisa melibatkan pengembangan lanskap yang lebih besar: taman, pertanian, hutan, jalan raya, dan pengaturan perkotaan. Sistem ekologi terutama bagian yang merupakan sistem perilaku manusia adalah aspek kunci dari setiap *site*. Spesies hidup yang beragam, yang menangkap energi matahari, mangsa dan dimangsa, hidup seimbang dengan pengaturan langsung mereka di air, udara, dan bumi. Pada sistem ini kami juga bergantung untuk bertahan hidup. Keseimbangan dan stabilitasnya adalah indeks fundamental dari kualitas suatu tempat.

Karakter tapak bergantung pada faktor-faktor yang terus berubah: ekologi, perilaku, iklim, struktur buatan manusia. Terlebih lagi, tapak memiliki masa depan yang panjang, dan perencanaan tapak harus semakin dilihat sebagai aliran modifikasi yang berkelanjutan diterapkan pada lanskap yang berubah, bukan sebagai ciptaan sesaat pada dunia statis (Lynch, 1962, p.23). Analisis tapak harus menjadi proses berkelanjutan di mana desain berkelanjutan proses dapat didasarkan. Ekologi sendiri adalah studi tentang hubungan dinamis antara komunitas organisme dan habitatnya. Organisme yang berkembang biak sendiri, berkembang, bersaing, dan bekerja sama berinteraksi dengan lingkungan

spasial mereka yang berubah untuk membentuk komunitas yang bertahan tetapi juga berubah secara bertahap.

Tapak, atau bagian tertentu dari real estat di mana program pengembangan akan dilaksanakan, memberikan sumber daya dan peluang khusus untuk desain proyek. Setiap tapak unik dan membutuhkan pemahaman dan penghargaan atas karakteristik tertentu untuk memperoleh respons desain yang disesuaikan. Pertimbangan harus mencakup karakteristik permukaan dan bawah permukaan, serta dinamika yang terkait dengan konteks alam dan budaya yang menentukan karakter uniknya. Atribut situs yang biasanya dianggap relevan dengan kegiatan pengembangan lahan mencakup atribut yang menopang kemampuan lahan untuk menyerap elemen program pembangunan tertentu. Ini mencakup pertimbangan di lokasi dan di luar lokasi serta mencakup berbagai masalah mulai dari konfigurasi lokasi hingga penggunaan lahan yang berdekatan (Dewberry, 2008, p.12).

2.1.7 Teori *Analytic Hierarchy Process (AHP)*

AHP dikenalkan oleh Saaty (1977, 1980) sebagai model subjektif dalam proses pengambilan keputusan berdasarkan atribut berganda dalam sebuah sistem bertingkat atau *multiple attribute decision making (MADM)*. Dimana kegunaannya terus berkembang termasuk digunakan dalam proses perencanaan. Metode dan aplikasi *AHP* terlihat pada gambar 2.5. Analisis data dengan metode *AHP* dilakukan secara kuantitatif Tzeng & Huang (2011, p.16).

AHP adalah sebuah teori pada pengukuran dengan melakukan perbandingan kepentingan dan bertumpu pada keputusan para pakar/ ahli/ responden yang berkompeten untuk menurunkan skala prioritas. Skala prioritas ini yang mengukur hal-hal yang tidak nyata tersebut dalam sebuah syarat yang tidak absolut. Perbandingan dibuat menggunakan skala penilaian mutlak yang merepresentasikan seberapa besar sebuah elemen mendominasi elemen lain dengan memberikan atribut. Penilaian boleh jadi tidak konsisten, dan bagaimana menilai ketidakkonsistenan dan

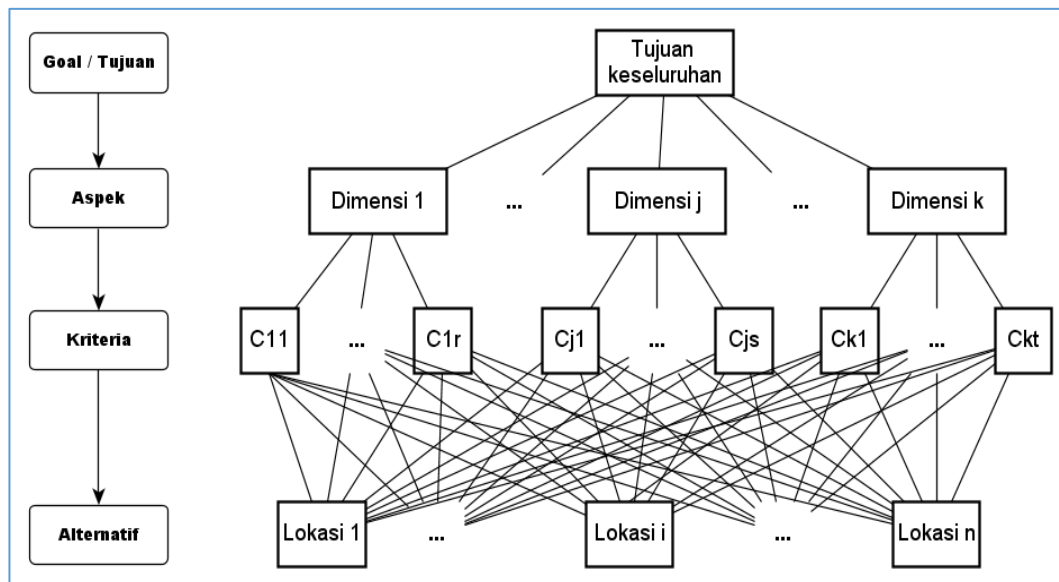
memperbaiki penilaian, agar lebih konsisten adalah dengan menggunakan *AHP* (Saaty, 2008, p.83).

AHP adalah sebuah teori pada pengukuran dengan melakukan perbandingan kepentingan dan bertumpu pada keputusan para pakar /ahli /responden yang berkompeten untuk menurunkan skala prioritas. Skala prioritas ini yang mengukur hal-hal yang tidak nyata tersebut dalam sebuah syarat yang tidak absolut. Perbandingan dibuat menggunakan skala penilaian mutlak yang merepresentasikan seberapa besar sebuah elemen mendominasi elemen lain dengan memberikan atribut. Penilaian boleh jadi tidak konsisten, dan bagaimana menilai ketidakkonsistenan dan memperbaiki penilaian, agar lebih konsisten adalah dengan menggunakan *AHP* (Saaty, 2008, p.83).

AHP dapat diterapkan pada banyak masalah pengambilan keputusan yang melibatkan sejumlah alternatif. Secara formal, dalam pengaturan ini, dalam proses pengambilan keputusan ada satu tujuan dan serangkaian alternatif yang terbatas, $X = \{x_1, \dots, x_n\}$, dari mana pembuat keputusan, biasanya diminta untuk memilih yang terbaik (Brunelli, 2015). Pakar yang menjadi responden bisa diambil dari unsur birokrasi, akademisi (perguruan tinggi), dan tokoh masyarakat (Utomo et al., 2011, p.57). Dalam menilai tingkat kebijakan penyelesaian masalah di antara desa di Kabupaten Sigi dengan Responden yang mengambil dari unsur pemerintah kabupaten, pemuka masyarakat dan unsur perguruan tinggi (Tressa, 2014, p.35).

Oleh Tzeng & Huang (2011, p.15) dijelaskan langkah dalam proses *AHP* yaitu : langkah 1: Tentukan sifat masalah; Langkah 2: Buat sistem hierarki untuk evaluasinya (Gambar 2.19); Langkah 3: Pilih model evaluasi yang sesuai; Langkah 4: Dapatkan bobot relatif dan skor kinerja setiap atribut sehubungan dengan setiap alternatif; Langkah 5: Tentukan alternatif terbaik menurut nilai utilitas sintetik, yang merupakan nilai agregasi dari bobot relatif, dan skor kinerja yang sesuai dengan alternatif.

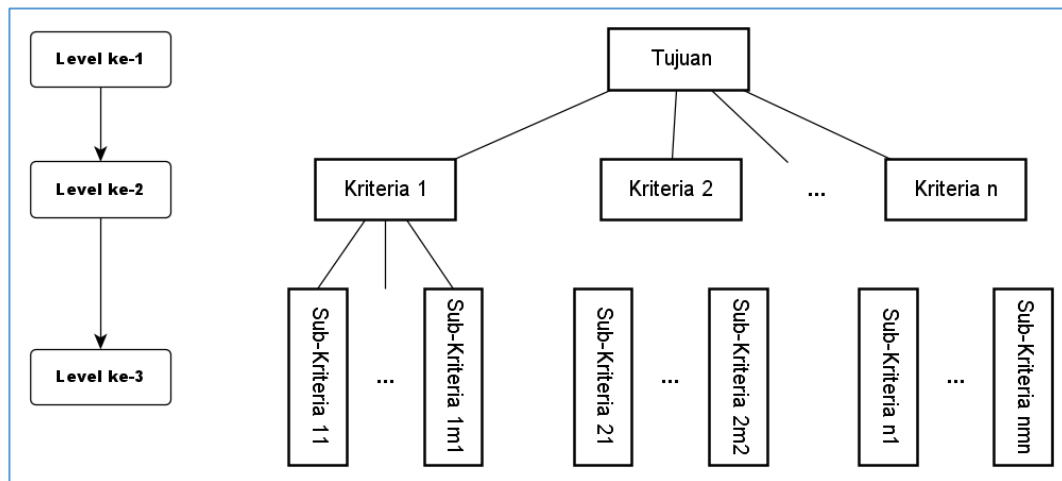
Jika skor keseluruhan dari alternatif tidak jelas, kita dapat menambahkan Langkah 6 untuk memberi peringkat pada alternatif untuk memilih yang terbaik.



Gambar 2.19 Sistem Hierarki pada MADM

sumber : Tzeng, G.-H;Huang (2011, p.16), dimodifikasi peneliti

Harus di garisbawahi bahwa berbagai hal untuk mengambil kebijakan dibuat menjadi struktur tingkatan dalam *AHP*. Tingkatan awal menggambarkan tujuan dari permasalahan dalam pengambilan keputusan. Di tingkat kedua, tujuan diuraikan dari beberapa kriteria dan level yang lebih bawah dapat mengambil prinsip ini untuk dibagi ke dalam subkriteria lainnya. Oleh karena itu, bentuk umum *AHP* dapat dibuat seperti pada Gambar 2.20. Empat langkah utama *AHP* dapat diringkas sebagai berikut: Langkah 1: Menyiapkan sistem hierarki dengan menguraikan masalah menjadi hierarki elemen yang saling terkait; Langkah 2: Bandingkan bobot komparatif antara atribut elemen keputusan untuk membentuk matriks timbal balik; Langkah 3: Sintesis penilaian subjektif individu dan perkiraan bobot relatifnya; Langkah 4: Kumpulkan bobot relatif elemen untuk menentukan alternatif / strategi terbaik Tzeng & Huang (2011, p.16)



Gambar 2.20 Struktur hierarki AHP

sumber : Tzeng, G.-H;Huang (2011, p.16), dimodifikasi peneliti

Jika kita ingin membandingkan sekumpulan n atribut berpasangan sesuai dengan bobot kepentingan relatifnya, di mana atribut tersebut dilambangkan dengan a_1, a_2, \dots, a_n dan bobot dilambangkan dengan w_1, w_2, \dots, w_n , maka perbandingan berpasangan dapat diwakili oleh kuesioner dengan persepsi subjektif sebagai seperti Gambar 2.21.

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1j} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ a_{i1} & \cdots & a_{ij} & \cdots & a_{in} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nj} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix},$$

Gambar 2.21 Matriks Perbandingan AHP

sumber : Tzeng, G.-H;Huang (2011, p.17)

dimana $a_{ij} = 1 / a_{ji}$ (timbang balik positif) dan $a_{ij} = a_{ik} / a_{jk}$. Perhatikan bahwa dalam situasi realistis, w_i / w_j biasanya tidak diketahui. Oleh karena itu, masalah untuk AHP adalah menemukan a_{ij} sedemikian sehingga $a_{ij} \cong w_i / w_j$. Biarkan matriks bobot direpresentasikan pada Gambar 2.22.

$$\mathbf{W} = \begin{matrix} & w_1 & \cdots & w_j & \cdots & w_n \\ \begin{matrix} w_1 \\ \vdots \\ w_i \\ \vdots \\ w_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} w_1/w_1 & \cdots & w_1/w_j & \cdots & w_1/w_n \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ w_i/w_1 & \cdots & w_i/w_j & \cdots & w_i/w_n \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ w_n/w_1 & \cdots & w_n/w_j & \cdots & w_n/w_n \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Gambar 2.22 Matriks Pembobotan AHP

sumber : Tzeng, G.-H.;Huang (2011, p.17)

Dengan mengalikan W dengan hasil w , maka akan didapatkan hasil seperti Gambar 2.23.

$$\mathbf{W} \times \mathbf{w} = \begin{matrix} & w_1 & \cdots & w_j & \cdots & w_n \\ \begin{matrix} w_1 \\ \vdots \\ w_i \\ \vdots \\ w_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} w_1/w_1 & \cdots & w_1/w_j & \cdots & w_1/w_n \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ w_i/w_1 & \cdots & w_i/w_j & \cdots & w_i/w_n \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ w_n/w_1 & \cdots & w_n/w_j & \cdots & w_n/w_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_j \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = n \begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_j \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Gambar 2.23 Matriks hasil perkalian AHP

sumber : Tzeng, G.-H.;Huang (2011, p.17)

Untuk membuat perbandingan, kita memerlukan skala angka yang menunjukkan berapa kali lebih penting atau dominan satu elemen melebihi elemen lain sehubungan dengan kriteria atau properti yang dibandingkan dengannya. Tabel 2.9 menunjukkan skala absolut. Skala ini memiliki rentang yang lebih luas, untuk memberikan pilihan yang lebih longgar kepada responden untuk menentukan pendapatnya.

Tabel 2.9 Skala dasar bilangan absolut

Kekuatan Kepentingan	Definisi	Penjelasan
1	Sama Pentingnya	Dua aktivitas berkontribusi sama besar pada ciri tersebut
2	Lemah atau sedikit	
3	Tingkat kepentingan sedang	Pengalaman dan pertimbangan sedikit menyokong satu aktivitas atas yang lainnya
4	Lumayan sekali	
5	Sangat penting	Pengalaman dan pertimbangan dengan kuat menyokong satu aktivitas atas yang lainnya
6	Sangat penting sekali	
7	Sangat kuat atau jelas terlihat pentingnya	Satu aktivitas menyokong sangat kuat diatas aktivitas lainnya; terlihat sangat jelas dalam prakteknya
8	Sangat, Sangat kuat kepentingannya	Bukti yang menyokong elemen yang satu atas yang lain memiliki tingkat kemungkinan tertinggi dari penegasannya
Kebalikan	Jika untuk aktivitas <i>i</i> mendapat angka bukan	Sebuah asumsi yang masuk

	nol bila dibandingkan dengan aktivitas j , maka j mempunyai nilai kebalikan bila dibandingkan dengan i	akal
1.1 – 1.9	Jika aktivitas adalah sangat tertutup	kemungkinan kesulitan memindahkan nilai terbaik, tetapi ketika dibandingkan dengan aktivitas kontras lain yang berukuran angka kecil tidak akan dapat dilihat, namun masih mengindikasikan kepentingan relatif dari aktivitas

Sumber : Saaty (2008, p.86)

Penggabungan analisis spasial (*GIS*) yang dihubungkan dengan faktor lingkungan, biofisik, ekologi dan sosioekonomik dengan *AHP* atau *fuzzy multicriteria decision-making (FMCDM)* mampu menjadi alat pengambil keputusan (Chang et al., 2007).

2.2 Penelitian Terdahulu

Dari penelusuran peneliti terhadap berbagai literatur dan hasil kajian ilmiah, ditemukan beberapa peneliti yang relevan dengan topik dan masalah penelitian yang dilakukan peneliti, yaitu yang berhubungan dengan kajian IKN. Dari gambaran beberapa penelitian terdahulu tersebut maka peneliti akan melakukan beberapa perbedaan baik dari segi metode, teknik analisis dan parameter yang digunakan serta apakah penelitian tersebut terkait dengan Ilmu Pertahanan (IP), Ketahanan Nasional (Tannas) dan Keamanan Nasional (Kamnas).

Penelitian tentang Ibu Kota Negara telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Dari gambaran beberapa penelitian terdahulu tersebut maka peneliti akan melakukan beberapa perbedaan baik dari segi metode, teknik analisis, parameter yang digunakan maupun tujuan yang ingin dicapai. Beberapa penelitian tersebut antara lain : (Tabel 2.10 terkait perbandingan penelitian).

Penggunaan kecerdasan citra telah dilakukan dalam penelitian Sutisna, Sa'dianoor, Maarif dan bohari (2021) dan Agarwal, Kumar dan Singh (2019) menggunakan kombinasi citra satelit dengan wahana lain seperti *GPS* dan drone yang diolah menggunakan sistem jaringan syarat sangat membantu interpretasi lahan. Penelitian terkait kecerdasan citra juga dilakukan oleh Setiaji & Harintaka (2019) dan Dwi A. & Rokhmana (2019). Persamaan penelitian adalah penggunaan kombinasi data penginderaan jauh dan fotogrametri dengan *GPS* atau drone. Perbedaannya adalah pada penelitian ini ada unsur pemilihan lokasi oleh responden yang berkompeten dengan bantuan data intelijen geospasial. Sedangkan pada penelitian Hartono & Darmawan (2018), B. Utomo (2017) dan Pribadi et al. (2018) lebih kearah ketelitian hasil akuisisi drone untuk keperluan data dasar.

Penelitian Mutaqin et al. (2021) dengan judul Analisis Konsep Forest City dalam Rencana Pembangunan Ibu Kota Negara. Konsep IKN yang ditawarkan yang memiliki lanskap hutan dan RTH. Penelitian menggunakan metode kajian literatur. Persamaan penelitian karena menggunakan data yang sama yaitu data vektor milik BIG skala 1 : 5.000. Peneliti tidak melihat langsung kondisi lapangan sehingga kajian terlalu meluas ke kawasan bukit soeharto sehingga kurang mengkaji kawasan inti dimana hutan primer sudah berubah menjadi hutan tanaman industri. Sedangkan penelitian dari Dewi et al. (2020) masyarakat Kecamatan Sepaku dan Kecamatan Samboja masih belum siap menghadapi

pemindahan IKN, permasalahan pendidikan dan ekonomi akan menjadi hal yang penting kedepannya.

Penelitian oleh Sakhre, Dey, Vijay, & Kumar (2020) dengan judul penelitian "*Geospatial assessment of land surface temperature in Nagpur, India: an impact of urbanization*". Pokok bahasan dari penelitian ini adalah penggunaan data citra satelit untuk mengukur suhu kota. Suhu merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi fenomena meteorologi yang terjadi di perkotaan. Penelitian menyoroti penggunaan analisis citra untuk kawasan perkotaan namun tidak membahas terkait ilmu pertahanan, tannas dan kamnas. Penelitian oleh Alipbeki et al (2020) dengan judul penelitian "*A spatiotemporal assessment of land use and land cover changes in peri-urban areas: A case study of Arshaly district, Kazakhstan. Sustainability*". Dalam penelitian daerah penyangga pangan IKN Kazakhstan diteliti perubahan lahan dan penutup lahannya. Keduanya belum mempertimbangkan Ilmu Pertahanan dan Kamnas.

Penggunaan spasial dinamik juga dilakukan oleh (Cheng et al., 2020) dengan judul *Land use scenario simulation of mountainous districts based on Dinamica EGO model* yang meneliti IKN Brazil. Bird & Straub, 2020). Shimamura & Mizunoya 2020 dengan judul *Sustainability prediction model for capital city relocation in Indonesia based on inclusive wealth and system dynamics* yang meneliti IKN Indonesia sekarang. Mereka juga belum mempertimbangkan IP, Tannas dan Kamnas.

Penelitian (Kapiarsa et al., 2020) dengan judul *The Safe Indonesian Capital from the Defense Geography Perspective (Study Case: Kutai Kartanegara & Penajam Paser Utara Regency, East Borneo Province)* sudah mempertimbangkan aspek Ilmu Pertahanan, Tannas dan Kamnas namun tidak secara langsung menggunakan data citra satelit untuk memprediksi IKN dan tidak melakukan pengambilan secara langsung data di lapangan menggunakan wahana drone.

Kajian (Susanto et al., 2019) dengan judul Ibu kota Pindah diharapkan agar adanya desain lengkap Ibu Kota Negara yang baru sejak awal harus mendapat perhatian termasuk rancangan pengembangannya. Seperti misalnya: Ibu kota yang baru akan dipertahankan sampai usia berapa tahun, misalnya 50 tahun, 100 tahun, atau lebih dari 100 tahun. Dalam pemilihan lokasi IKN sebaiknya mempertimbangkan Teori Pertumbuhan (*Growth Centre Theory*) dan perlunya Rencana Detil Tata Ruang calon Ibu kota yang membutuhkan data geospasial yang lebih teliti sehingga perancangan IKN detil dan teliti. Kajian ini sudah mempertimbangkan aspek Ilmu Pertahanan, Tannas dan Kamnas namun belum membahas secara langsung penggunaan geospasial yang akan dipakai dalam menganalisis penentuan lokasi IKN.

Penggunaan drone juga semakin membantu para ahli untuk mendesain lanskap sebuah lokasi, seperti penelitian yang dilakukan oleh Kullmann (2018) Penggunaan drone konsumen otomatis generasi berikutnya untuk pencitraan dan pemetaan udara semakin umum. Sebagai bidang yang terus mencari metode pemetaan baru, aspek praktis dari pencitraan dan pemetaan drone paling jelas dapat diterapkan pada arsitektur lanskap. Namun, sebagai seni sosial, arsitektur lanskap juga memiliki kepentingan dalam implikasi budaya dari fitur drone generasi mendatang yang berorientasi pada konsumen. Artikel ini menjembatani domain profesional dan amatir penggunaan drone ini. Pertama, artikel tersebut menggunakan situs studi kasus yang secara topografis kompleks untuk membandingkan fungsionalitas drone dengan teknologi pencitraan dan pemetaan yang sudah mapan. Kedua, artikel tersebut menafsirkan implikasi potensial dari aplikasi ini pada praktik dan teori arsitektur lanskap. Artikel tersebut menyimpulkan bahwa pemetaan drone dengan ketelitian tinggi memiliki kapasitas untuk memfokuskan kembali wacana lanskap kontemporer dari sudut pandang berbasis satelit ke skala lokasi di mana lanskap dialami dan dirancang.

Dengan *AHP* dimungkinkan melakukan analisis secara kuantitatif dalam penentuan lokasi calon IKN. Dalam penentuan lokasi permukiman yang dilakukan oleh Utami et al., (2020) prioritas penanganan permukiman tangguh bencana longsor, maka metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)* adalah metode yang paling relevan digunakan. Alat yang digunakan adalah kuesioner perbandingan berpasangan. Elemen pembentuk permukiman yaitu *nature, man, society, shell* dan *network*.

Kajian dari Cahyaningrum (2021) terkait deformasi lahan dan nilai densitas batuan kawasan calon IKN di Prov. Kaltim serta rekomendasi terkait lokasi yang tepat untuk pangkalan TNI AD, AU dan AL. Kondisi topografi termasuk faktor yang sangat penting yang mempengaruhi deformasi yang akan terjadi di suatu wilayah.

Tabel 2.10 Perbandingan dengan Hasil Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti dan Tahun	Judul	Jurnal	Metode Penelitian dan Teori	Persamaan	Perbedaan
1	Sobar Sutisna, Sa'dianoor, Syamsul Maarif, Jazmi Adlan Bohari (2021)	Geospatial Analysis for Developing Agriculture of Marshlands to Support Regional Food Security in The Era of Pandemic Covid-19 In HST Regency, Kalimantan Selatan	IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, vol. 708, 1-12	Analisis geospasial menggunakan citra satelit berbasis algoritma potensi pengembangan padi di daerah rawa pada program SERASI, kerjasama TNI AD dan Kementan dalam peningkatan kesejahteraan dan ketahanan petani menghadapi pandemi	Penggunaan analisis geospasial, citra satelit, survei GPS untuk koreksi lapangan	Penelitian tidak menggunakan data drone
2	Dadang Jainal Mutaqin Muhajah Babny Muslim	<i>Analisis Konsep Forest City dalam Rencana Pembangunan Ibu Kota Negara</i>	Bappenas Working Papers, 4(1), 13-29	Metode yang dilakukan dalam kajian adalah studi literatur untuk mengetahui kondisi terkini penerapan	Secara kualitatif melihat kondisi	Penelitian tidak menggunakan data primer

	Nur Hygiawati Rahayu (2021)			Forest City atau konsep pembangunan kota yang serupa dan indikator-indikator.	lingkungan daerah lokasi IKN	
3	Saurabh Sakhre, Jaydip Dey, Ritesh Vijay, Rakesh Kumar (2020)	<i>Geospatial assessment of land surface temperature in Nagpur, India: an impact of urbanization</i>	Jurnal Environmental Earth Sciences, 79(10), 1–13	Analisis Geospasial. Citra satelit Landsat multi waktu untuk melihat perubahan lahan dan suhu di perkotaan	penggunaan Data PJ multiwaktu	Penelitian ini fokus pada perubahan lahan dan suhu tidak terkait IP, Tannas dan Kamnas
4	Onggarbek Alipbeki, Chaimgul Alipbekova, Arnold Sterenharz, Zhanat Toleubekova, Meirzhan Aliyev,	<i>A spatiotemporal assessment of land use and land cover changes in peri-urban areas: A case study of Arshaly district, Kazakhstan. Sustainability</i>	Jurnal Sustainability (Switzerland), 12(4), 1–15	Analisis Geospasial Dinamik. Peningkatan tajam di area terbangun, mengurangi lahan pertanian	penggunaan PJ multiwaktu dan penyangga pangan IKN Kazakhstan (Tannas)	Fokus pada pertanian (Tannas) tidak pada IP dan Kamnas

	Nursultan Mineyev, Kaiyrbek Amangaliyev (2020)					
5	Maulida Rachmalia Dewi, Elin Diyah Syafitri, Ajeng Nugrahaning Dewanti (2020)	<i>Analisis Kesiapan Masyarakat Kecamatan Sepaku dan Samboja terhadap Rencana Pemindahan Ibu Kota Negara Indonesia</i>	Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota, Vol.16 (4), 300-313	Analisis tingkat kesiapan masyarakat menggunakan teknik analisis <i>community readiness model</i>	Secara kualitatif melihat kondisi sosial-budaya masyarakat daerah lokasi IKN	Tidak menggunakan analisis spasial
6	Lin lin Cheng, Mei Liu, Jia qi Zhan (2020)	<i>Land use scenario simulation of mountainous districts based on Dinamica EGO model</i>	Journal of Mountain Science, 17(2), 289–303	Kombinasi model GIS dan Dinamica EGO (Geospasial Dinamik). Topografi berpengaruh sebagai faktor pendorong	Aplikasi Geospasial	Tidak menggunakan IP, Tannas dan Kamnas

6	Julia Bird, Stéphane Straub (2020)	<i>The Brasília experiment: The heterogeneous impact of road access on spatial development in Brazil.</i>	Jurnal World Development, 127, 1-13	Analisis Geospasial. Kedekatan dengan jalan sebagai faktor pendorong perkembangan kota	Penggunaan data spasial sebagai paktor penggerak seperti jalan	Tidak menggunakan IP, Tannas dan Kamnas
7	Takuya Shimamura, Takeshi Mizunoya (2020)	<i>Sustainability prediction model for capital city relocation in Indonesia based on inclusive wealth and system dynamics</i>	<i>Jurnal Sustainability</i> (Switzerland), 12(10)	Model simulasi prediksi dan Sistem Dinamik. Menggabungkan modal yang diproduksi, manusia, dan alam dalam relokasi Ibu Kota	Penggunaan sistem dinamik	Tidak menggunakan IP, Tannas dan Kamnas
8	Edi Sutoyo, Ahmad Almaarif (2020).	<i>Twitter Sentiment Analysis of The Relocation of Indonesia's Capital City</i>	<i>Bulletin of Electrical Engineering and Informatics</i> , 9(4),p. 1620-1630	Analisis algoritma. Analisis sentimen wacana relokasi ibu kota pada data twitter	Pembahasan IKN	Tidak menggunakan IP, Tannas dan Kamnas

9	Hanif Nur Azhar, Helmya Hilda Putri Fatima, Isna Nufussilma Tamas (2020)	<i>Preliminary study of Indonesia capital city relocation based on disaster mitigation principle with mental model approach</i>	<i>E3S Web of Conferences, 148, p. 1-7</i>	Pendekatan model mental. Menguji aspek lingkungan yang dipertimbangkan dalam relokasi ibu kota	Pembahasan IKN	Tidak menggunakan IP, Tannas dan Kamnas
10	Asa Bintang Kapiarsa, Fachrul Kurniawan, Yusuf Ali, Makmur Supriyatno (2020).	<i>The Safe Indonesian Capital from the Defense Geography Perspective (Study Case: Kutai Kartanegara & Penajam Paser Utara Regency, East Borneo Province)</i>	<i>IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 409 (1)</i>	Pendekatan studi literatur untuk menentukan apakah Kukar dan PPU aman sebagai ibu kota. Disimpulkan Kukar dan PPU aman sebagai IKN.	Analisis Geospasial rencana lokasi IKN	Tidak melakukan survei dan pengambilan data spasial secara langsung
11	Sri Utami,	Penggunaan	<i>Jurnal</i>	Pendekatan geospasial.	Teknologi	Tidak melakukan

	Kartika Ekasari, Ramadhan Mayzer Saputra (2020)	AHP guna penentuan prioritas penanganan permukiman tangguh bencana longsor	<i>Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan, Vol.4 (2) (2020)</i>	Pemilihan lokasi permukiman rawan longsor menggunakan AHP	geospasial untuk pembuatan peta rawan bencana	menggunakan data survei lapangan
12	Sa'dianoor, Linus Yoseph Wawan Rukmono, Edy Saptano, Moelyanto, Irdam Ahmad, Sobar Sutisna, Syamsul Maarif (2020)	<i>Geospatial and Community Participation Combination in Complete Systematic Land Registration Implementation in Hulu Sungai Tengah Regency</i>	<i>BHUMI: Jurnal Agraria dan Pertanahan, vol. 5(3), 53-59</i>			
13	Ankush Agarwal, Sandeep Kumar, Dharmendra	<i>Development of neural network based adaptive change detection</i>	<i>Defence Science Journal, vol.</i>	Penggunaan citra satelit dan drone untuk sipil dan pertahanan. Drone	Penggunaan PJ (citra satelit dan	tidak mempertimbangkan aspek kualitatif

	Singh (2019)	<i>technique for land terrain monitoring with satellite and drone images</i>	69(5) 474-480	digunakan untuk membantu identifikasi tutupan lahan dengan bantuan <i>artificial/fuzzy neural network</i> .	drone) untuk keperluan pertahanan	(informasi responden dan informan) terkait kondisi lapangan
13	Setiaji & Harintaka (2019)	<i>Ekstraksi Fitur Bangunan Secara Cepat pada Foto UAV Menggunakan Metode Deep Residual Neural Network Berbasis FCN</i>	<i>Elipsoida, 02(01), 42–49</i>	Ekstraksi otomatis menggunakan teknologi deep learning dengan Fully Convolutional Network (FCN)	Penginderaan jauh menggunakan drone	tidak mempertimbangkan aspek sosial-budaya
14	Dwi A. & Rokhmana (2019)	<i>Ekstraksi Bangunan pada Ortofoto Menggunakan Teknik Klasifikasi Citra Berbasis Objek</i>	<i>Elipsoida, Volume 02(02), 45–52</i>	Analisis citra berbasis objek (Object based Image Analysis/OBIA)	Penginderaan jauh menggunakan drone	Software eCognition merupakan software untuk menjalankan proses segmentasi

						citra dan klasifikasi objek.
15	Aloysius Susanto, Aris Poniman, Sukendra Martha (2019)	<i>Ibukota Pindah</i>	<i>Serial Kajian Geografi Edisi 15, Vol.1 (2019)</i>	Pendekatan studi literatur komprehensif. Pemilihan lokasi IKN harus memenuhi syarat agar lokasi tersebut cocok dan ideal	Teknologi geospasial untuk pembuatan peta dinamik	Tidak melakukan analisis geospasial namun membahas detil terkait IKN
16	Agus Subagyo, Udaya Madjid (2019)	<i>Kaidah Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Pertahanan pada Ibu Kota Baru Republik Indonesia</i>	<i>Jurnal Ilmu Pemerintahan Widya Praja, Vol.45 no. 2 (2019)</i>	Metode penelitian kualitatif. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah observasi, wawancara, dan studi dokumentasi atau studi pustaka / studi literatur. Analisis tentang Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Pertahanan Negara pada Ibu Kota Baru Republik Indonesia	Pembahasan RTRW Lokasi Calon IKN	Tidak melakukan analisis geospasial
17	Doris	<i>Determinants in</i>	<i>Journal of</i>	Model Logit yang	Pembahasan	Tidak melakukan

	Kokutungisa Ishenda, Shi Guoqing (2019)	<i>Relocation of Capital Cities</i>	<i>Public Administration and Governance, 9(4)</i>	Mempengaruhi Relokasi IKN. Perbandingan data untuk pemindahan IKN	IKN	analisis geospasial
18	J. Muñoz-Rojas, T. Pinto-Correia, C. Napoleone (2019)	<i>Farm and land system dynamics in the Mediterranean: Integrating different spatial-temporal scales and management approaches</i>	<i>Jurnal Land Use Policy, 88, p.1-8</i>	Modelling dan simulasi dengan DPSIR, Fuzzy dan ABM. Spasial dinamik bidang : sosial, ekonomi dan teknis	Geospasial dinamik	Tidak menggunakan IP, Tannas dan Kamnas
19	Mirela Gehlen Maria R.C. Nicola Elis R.D. Costa Vagner K. Cabral Everton L.L. de Quadros	<i>Geospatial intelligence and health analytics: Its application and utility in a city with high tuberculosis incidence in</i>	<i>Journal of Infection and Public Health Vol. 12 (2019)</i>	Menggunakan perangkat lunak QGIS 2.0 dan Google Maps API 3.0. Menggunakan Geoint untuk menilai distribusi TB dan korelasinya dengan Indeks	Geospasial Intelijen menggunakan n	Data online

	Caroline O. Chaves Regis A. Lahm Alberto D.R. Nicolella Maria L.R. Rossetti Denise R. Silva (2019)	<i>Brazil</i>		Pembangunan Manusia (IPM) di kota dengan kejadian TB tinggi di Brasil.		
20	Mengyu Ma Ye Wu Luo Chen Jun Li Ning Jing (2019)	<i>Interactive and online buffer-overlay analytics of large-scale spatial data</i>	<i>ISPRS International Journal of Geoinformation, vol.8 no. 1 (2018)</i>	Analisis Geospasial. Penggunaan analisis buffer dan overlay untuk perencanaan lahan.	Analisis geoprocessing	
21	Dhiky Hartono Soni Darmawan (2018)	<i>Pemanfaatan Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Jenis Quadcopter untuk Percepatan</i>	<i>Reka Geomatika vol.</i>	Pendekatan geospasial. Pemetaan bidang tanah dengan penginderaan jauh	Akuisisi drone	tidak melakukan penelitian kualitatif

		<i>Pemetaan Bidang Tanah (Studi Kasus: Desa Solokan Jeruk Kabupaten Bandung)</i>				
22	Małgorzata Świąder (2018)	<i>The implementation of the concept of environmental carrying capacity into spatial management of cities: A review. Management of Environmental Quality</i>	<i>Management of Environmental Quality: An International Journal</i> , 29(6), p.1059-1074	Literature review terkait daya dukung lingkungan. Tekanan oleh manusia terhadap lingkungan khususnya di daerah perkotaan	Geopasial dinamik	Tidak menggunakan IP, Tannas dan Kamnas
23	Pahrian Ganawira Siregar Jatna Supriatna Raldi Hendro Koestoer	<i>System dynamics modeling of land use change in West Kalimantan, Indonesia</i>	<i>Jurnal Biotropia</i> , 25(2), p.103-111	pemodelan dinamika sistem. Peningkatan perkebunan mengurangi kawasan hutan	Geopasial dinamik	Tidak menggunakan IP, Tannas dan Kamnas

	Djoko Harmantyo (2018)					
24	Rakesh Malhotra Camelia Kantor Gordana Vlahovic (2018)	<i>Geospatial intelligence workforce development in a changing world – An HBCU focus</i>	<i>Southeastern Geographer vol. 58 (2018)</i>	Deskriptif Kualitatif. Peran penting Geoint dalam menangani perubahan iklim dan ketahanan air, energi, dan pangan global.	Membahas pentingnya Geoint	Tidak membahas secara langsung aplikasi geospasial
25	Alan Wilson (2018)	<i>The Future of Urban Modelling</i>	<i>Applied Spatial Analysis, Vol. 4 (2018)</i>	Deskriptif Kualitatif. Perencanaan kota dengan sistem yang menggabungkan penyusunan data, pemodelan dan perencanaan interaktif salah satunya di bidang pertahanan dan keamanan.	Berbicara terkait ancaman hankam	cenderung ke persamaan matematika
26	Karl Kullmann	<i>The drone's eye: applications and</i>	<i>Landscape</i>	Drone mendukung	Teknologi	Tidak

	(2018)	<i>implications for landscape architecture</i>	<i>Research, 43(7), p. 906-921</i>	perencanaan lanskap wilayah. Penggunaan drone untuk lanskap	Geospasial	menggunakan IP, Tannas dan Kamnas
27	Budi Utomo, (2017)	<i>Drone Untuk Percepatan Pemetaan Bidang Tanah</i>	<i>Media Komunikasi Geografi vol.18 no.2</i>	Geospasial. Ketelitian akuisi drone	Akuisisi drone	tidak menggunakan penelitian kualitatif
28	Cherie Bhekti Pribadi, Teguh Hariyanto, Atik Indra Puspita (2017)	<i>Pembuatan Peta Dasar Skala 1:5000 Menggunakan Citra Satelit Resolusi Tinggi (CSRT) Pleiades 1-A sebagai acuan pembuatan Peta RDTR pada Bagian Wilayah Perkotaan (BWP) Lumajang, Kabupaten</i>	<i>Geoid vol. 12 no. 2</i>	Analisis Penginderaan Jauh. Ketelitian Peta RDTR 1 : 5000 dengan citra Pleiades 1-A	Analisis PJ	Menggunakan Citra Pleiades 1-A

		<i>Lumajang</i>				
29	Seweit Hotroiman (2017)	<i>Penggunaan Geospatial Intelligence (Geoint) pada Program Nationwide Operational Assessment of Hazard (NOAH) di Filipina dalam Studi Peperangan Asimetris</i>	<i>Jurnal Peperangan Asimetris Vol. 3 (2017)</i>	Program NOAH yang terintegrasi. Pemanfaatan <i>Geospatial Intelligence (GEOINT)</i> yang digunakan oleh Filipina untuk sarana informasi bencana	Penggunaan data penginderaan jauh	Program online
30	David Harary (2017)	<i>Remote Sensing Satellites as a Solution Toward Anticipating Food and Water Wars</i>	<i>The Cornell International Affairs Review, Vol. 10 (2017)</i>	Inovasi dalam teknologi satelit dan penggunaannya memiliki beragam implikasi strategis bagi praktisi <i>GEOINT</i> serta pengambil keputusan. Revolusi <i>GEOINT</i> sebagai	Penggunaan <i>Geoint</i> dalam pengambilan keputusan	Literature review

				solusi untuk mengantisipasi konflik tersebut di era perubahan iklim yang akan datang.		
31	G Melillos, K Themistocleous, G Papadavid, A Agapiou, M Prodromou, S Michaelides, D Hadjimitsis (2016)	<i>Integrated use of field spectroscopy and satellite remote sensing for defence and security applications in Cyprus</i>	<i>Fourth International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment (RSCy2016)</i>	Kombinasi data fisik tanah dan penginderaan jauh. Struktur bawah tanah dapat mempengaruhi lanskap sekitarnya dengan berbagai cara seperti kadar air tanah, komposisi dan kekuatan vegetasi	Geospasial untuk pertahanan dan keamanan	menggunakan Field Spectroradiometer SVC HR-1024
32	Nataliia Kussul, Andrii Shelestov, Ruslan Basarab, Sergii Skakun (2015)	<i>Geospatial intelligence and data fusion techniques for sustainable development problems</i>	<i>ICT in Education, Research and Industrial Applications: Integration,</i>	Kombinasi big data segmentation, neural network classification dan data fusion. Penggunaan Geoint untuk mendeteksi perubahan lahan	Penggunaan citra Landsat	penggunaan big data

			<i>Harmonization and Knowledge Transfer (ICTERI 2015)</i>			
33	Roberto Mugavero, Federico Benolli, Valentina Sabato (2015)	<i>Geospatial Intelligence, Technological Development, and Human Interaction</i>	<i>Journal of Information Privacy and Security, Vol. 11 (2015)</i>	Deskriptif Kualitatif Kolaborasi. Teknologi Geoint dan Humint untuk mencegah terorisme dan konflik asimetris	Penggunaan teknologi satelit dan drone	tidak membahas model
34	Emenari Udochukwu, SUwaezuoke Ifeanyichukwu Christian, Adewale Adebayo (2014)	<i>The Application of Geospatial Intelligence in National Security for Sustainable Development to combat Terrorism Insurgence in Nigeria</i>	<i>IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology Vol. 8 (2014)</i>	Pemetaan secara Teristris. Penggunaan teknologi Geoint berupa data GPS untuk mencegah terorisme	Penggunaan GPS	Tidak menggunakan data fotogrametri
35	Amaneh Jadidi,	<i>Using geospatial business</i>	<i>Journal of</i>	Model berbasis SIG.	SIG	Spatial

	Mir Abolfazi Mostafavi, Yvan Bédard, Bernard Long, Eve Grenier (2013)	<i>intelligence paradigm to design a multidimensional conceptual model for efficient coastal erosion risk assessment</i>	<i>Coastal Conservation vol. 13 (2013)</i>	Penggunaan Geoint untuk membangun model penanganan bencana		Multidimensional Conceptual Model (SMCM)
--	--	--	--	--	--	--

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan maka ditemukan beberapa kajian yang relevan untuk dijadikan sebagai acuan. Dari beberapa penelitian tersebut teknologi geospasial dalam memprediksi perubahan lahan suatu kota baik kota di suatu wilayah maupun IKN. Ada juga penelitian yang membahas langsung terkait kawasan IKN yang telah ada. Namun kesemuanya belum menggabungkan analisis geospasial dan intelijen dengan informasi / atribut kondisi di lapangan.

Sehingga ancangan novelty dari penelitian ini dikaitkan dengan ilmu pertahanan, ketahanan nasional dan keamanan nasional adalah: kombinasi analisis kecerdasan citra/foto dan data vektor rupabumi dasar / tematik dari BIG dan Kemen PUPR ditambah berbagai informasi khususnya informasi langsung yang didapatkan dengan melakukan survei lapangan di rencana lokasi calon IKN, diperjelas dengan pengambilan data positioning dan akuisisi drone sehingga dihasilkan data GEOINT. Data GEOINT tersebut akan menghasilkan model untuk memprediksi lokasi calon IKN terbaik dikaitkan dengan pertahanan Negara.

2.3 Kerangka Pemikiran

Berdasarkan ancangan novelty yang diharapkan maka masalah pokok yang dihadapi seperti tertulis di Tabel 2.11. diperlukan data penginderaan jauh untuk bisa memberikan gambaran masa lalu dan masa sekarang untuk memprediksi masa depan. Tujuan kemudian dibagi menjadi dua sub model (Tabel 2.12) yang kemudian berdasarkan pemangku kepentingan yang dipilih dilakukan perkiraan derajat kepentingan dari masing-masing pemangku kepentingan. (Tabel 2.13).

Dari ketiga tabel diatas disusunlah sebuah kerangka pikir penelitian yang mencoba melakukan analisis spasial (fisik, sosial dan budaya) terhadap rencana lokasi calon IKN menggunakan data penginderaan jauh. Dilakukan analisis geospasial menggunakan aplikasi GIS. Mengevaluasi ancaman dan bahaya yang datang dari Dalam dan Luar Negeri. Dari berbagai informasi tersebut baik spasial maupun sosial dikembangkan

dengan analisis spasial dinamik dan kuisisioner serta wawancara di lapangan.

Mengutip pendapat Grygiel (2006) bahwa perubahan tata letak rute dan lokasi sumber daya dengan adanya realitas geopolitik baru maka geostrategi harus menyesuaikan. Berkaca dari hal tersebut adanya perubahan lingkungan strategis dunia khususnya di Laut Cina Selatan serta dimasukkannya kawasan Ambalat oleh Malaysia dalam Buku Putih Pertahanannya maka geostrategi dalam pemilihan tapak calon IKN juga harus memperhitungkannya. Karena Indonesia memiliki perbatasan darat dan laut di Pulau Kalimantan.

Maka dalam menganalisis wilayah calon IKN harus menganalisis batasan keseluruhan wilayah yang direncanakan. Daya dukung dan daya tampung lingkungan wilayah calon IKN harus diperhitungkan dengan matang sehingga kejadian pertumbuhan penduduk yang tidak seimbang dengan luas kota seperti di IKN Jakarta tidak terjadi lagi. Penggunaan data citra satelit atau foto udara mampu memberikan informasi yang lebih baik terkait perubahan lahan. Dengan membandingkan citra / foto multi waktu yang hasilnya diperbandingkan dengan para pendapat responden dengan *AHP* terkait faktor pendorong perubahan lahan, maka diharapkan hasil prediksi menggunakan ModelBuilder mampu membuat model dalam menentukan lokasi tapak calon IKN. Sehingga dapat dibuatkan model intelijen geospasialnya.

Tabel 2.11. Keterkaitan Permasalahan dan Perumusan Tujuan, Sasaran, Strategi dan Kebijakan

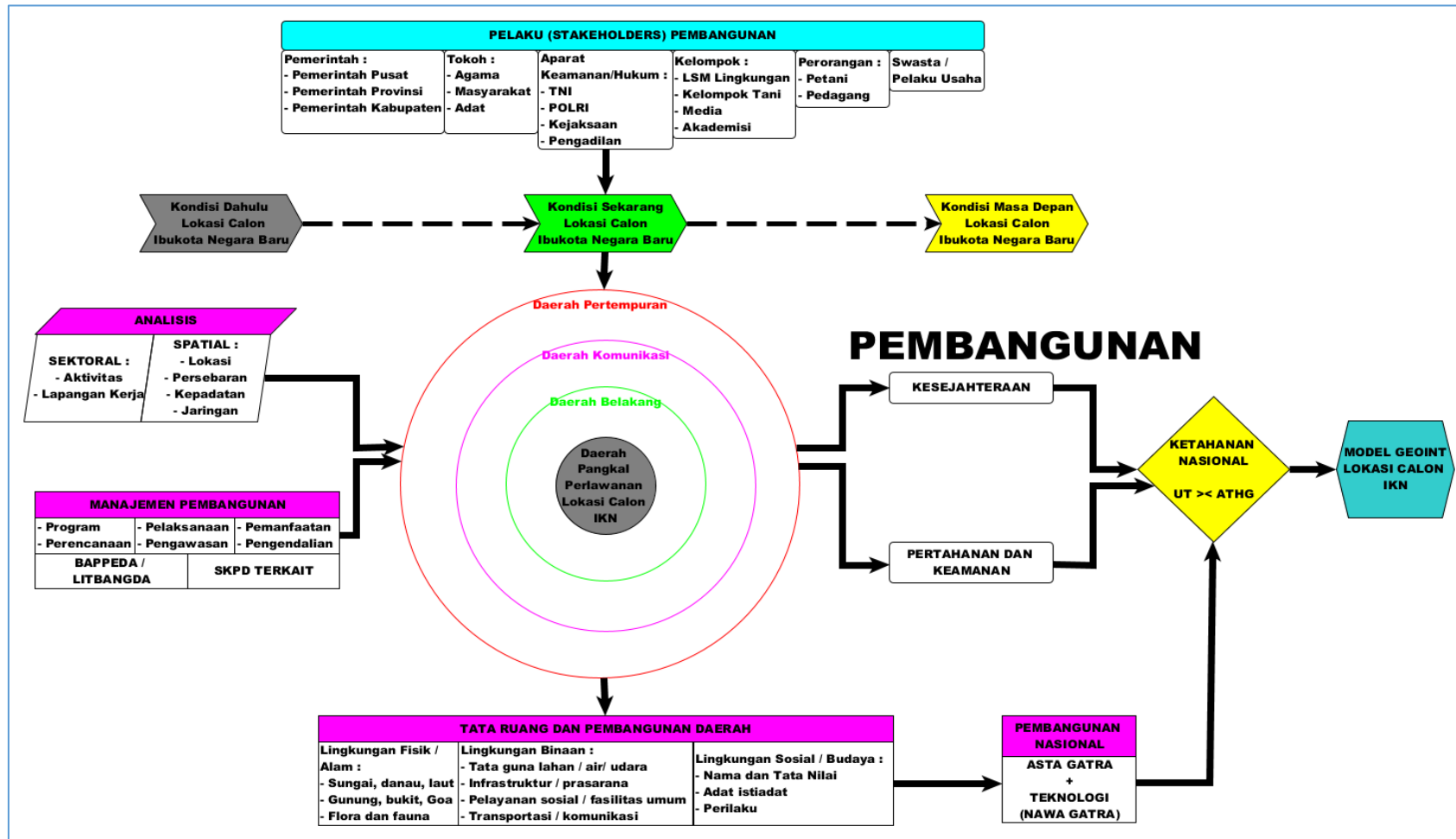
No.	Masalah Pokok	Masalah	Akar Masalah	Tujuan	Sasaran	Indikator Kinerja Sasaran	Strategi	Kebijakan	Program/ Kegiatan
1.	Belum optimalnya penggunaan Teknologi <i>GEOINT</i> untuk menghadapi ancaman pertahanan rencana lokasi calon IKN	Adanya perkembangan geostrategik lokasi calon IKN	Konflik Laut China Selatan, Konflik Batas Ambalat, Ancaman sekitar Selat Makassar	Meminimalisir potensi ancaman baik dalam negeri maupun luar negeri	Optimalnya penggunaan Teknologi <i>GEOINT</i>	Penanganan rawan masalah fisik dan sosial-budaya	Peningkatan SDM yang memenuhi kualifikasi	Penyediaan diklat teknologi berbasis <i>GEOINT</i> dan Siber (<i>Cyber</i>)	Program Pendidikan dan Pelatihan KEMHAN/TNI / Kegiatan Pendidikan dan Pelatihan Manajemen Pertahanan
Adanya permasalahan daya dukung dan daya tampung lingkungan dari aspek pertahanan calon lokasi calon IKN		Belum lengkapnya data topografi dan Sosial-budaya	Mengoptimalkan pemetaan fisik dan sosial-budaya secara bersamaan di lokasi calon IKN			Peningkatan Peralatan Teknologi <i>GEOINT</i> yang memenuhi kualifikasi	Penyediaan Peralatan Teknologi <i>GEOINT</i>	Program Potensi Pertahanan / Kegiatan Pembinaan Kesadaran Bela Negara	
Belum adanya penggunaan model intelijen geospasial untuk penentuan lokasi tapak calon IKN ditinjau dari aspek pertahanan Negara			Mengoptimalkan penggunaan Teknologi <i>GEOINT</i>					Program Potensi Pertahanan / Kegiatan Pembinaan Potensi Teknologi dan Industri Pertahanan	
									Program Modernisasi Alutsista/Non-Alutsista/ Sarpras Integratif

Tabel 2.12. Tujuan, sub model dan kriteria penelitian

Sub Model	Tujuan	Kriteria
Geografi Fisik	<p>Mengeksplorasi data intelijen geospasial sebagai input utama dalam kajian geostrategi calon lokasi inti calon IKN</p> <p>Melakukan asesmen kelayakan lokasi calon IKN berdasarkan data intelijen geospasial dan kajian lingkungan geostrategi wilayah</p> <p>Membangun model intelijen geospasial dalam penentuan lokasi calon IKN ditinjau dari aspek pertahanan Negara</p>	<p>Relasi spasial</p> <p>Topografi dan drainase</p> <p>Geologi, geomorfologi dan tanah</p> <p>Vegetasi atau tumbuhan</p> <p>Air dan perairan</p> <p>Lautan dan pantai</p> <p>Cuaca dan iklim</p> <p>Cahaya pada siang hari dan malam hari</p> <p>Gravitasi dan medan magnet</p>
Geografi Sosial-Budaya	<p>Mengeksplorasi data intelijen geospasial sebagai input utama dalam kajian geostrategi calon lokasi inti calon IKN</p> <p>Melakukan asesmen kelayakan lokasi calon IKN berdasarkan data intelijen geospasial dan kajian lingkungan geostrategi wilayah</p> <p>Membangun model intelijen geospasial dalam penentuan lokasi calon IKN ditinjau dari aspek pertahanan Negara</p>	<p>Dekat dengan garis batas internasional</p> <p>Pola Populasi</p> <p>Struktur sosial</p> <p>Pasokan Logistik.</p> <p>Industri dan penataan lahan</p> <p>Jaringan Transportasi</p> <p>Telekomunikasi</p> <p>Instalasi militer</p>

Tabel 2.13 Analisis Kebutuhan dan Pemangku Kepentingan (*Stakeholders*)

No	ANALISIS KEBUTUHAN	Pemerintah Pusat	Pemerintah Provinsi	Pemerintah Kabupaten	Tokoh Agama	Tokoh Masyarakat	Tokoh Adat	TNI	POLRI / Kejaksaan / Pengadilan	LSM Lingkungan	Kelompok Tani	Petani	Media	Akademisi	Pelaku Usaha	Pedagang	SKOR
1	Relasi spasial	vvv	vvv	vvv	v	v	v	vvv	v	vv	vv	vv	vv	vvv	vvv	vvv	33
2	Topografi dan drainase	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vv	vvv	vvv	vvv	44
3	Geologi, geomorfologi dan tanah	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vv	vvv	vvv	vvv	vvv	44
4	Vegetasi atau tumbuhan	vvv	vvv	vvv	vv	vv	vv	vvv	v	vvv	vvv	vvv	vv	vvv	vvv	vvv	39
5	Air dan perairan	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	45
6	Lautan dan pantai	vvv	vvv	vvv	v	v	v	vvv	vv	vvv	vvv	vvv	vv	vvv	vvv	vvv	37
7	Cuaca dan iklim	vvv	vvv	vvv	v	v	v	vvv	vv	vvv	vvv	vvv	vv	vvv	vvv	vvv	37
8	Cahaya pada siang hari dan malam	vvv	vvv	vvv	vv	vv	vv	vvv	vv	v	vvv	vvv	vv	vvv	vvv	vvv	38
9	Gravitasi dan medan magnet	vvv	vvv	vvv	v	v	v	vvv	v	v	v	v	vv	vv	v	v	25
10	Dekat dengan garis batas internasional	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	45
11	Pola Populasi	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vv	vvv	vvv	vvv	44
12	Struktur sosial	vvv	vvv	vvv	vv	vv	vv	vvv	vv	vvv	vvv	vvv	vv	vvv	vvv	vvv	40
13	Pasokan Logisitk.	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vv	vvv	vvv	vvv	vv	vvv	vvv	vvv	43
14	Industri dan penataan lahan Jaringan	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vv	vvv	vvv	vvv	44
15	Transportasi	vvv	vvv	vvv	vv	vv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	43
16	Telekomunikasi	vvv	vvv	vvv	vv	vv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	43
17	Instalasi militer	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	vvv	45



Gambar 2.24 Kerangka pikir penelitian (Modifikasi Peneliti)

Sumber : Budihardjo (1997, p.73)

Tabel 2.13 didapatkan berdasarkan analisis sementara keterkaitan berbagai stakeholders terhadap penentuan lokasi calon IKN. Analisis awal menggunakan pendekatan sistem agar siklus *GEOINT* pada gambar 2.10 dapat diterapkan. Dari stakeholders yang diperkirakan memiliki keterkaitan tersebut maka kemudian dapat ditentukan perkiraan responden *AHP*. Sehingga berdasarkan Budihardjo (1997, p.73) terdapat gambaran keterkaitan rencana dan pelaksanaan pembangunan kawasan perkotaan sebagai acuan pembuatan kerangka pemikiran penelitian. Menjadi salah satu acuan dalam membuat kerangka pemikiran (gambar 2.24).

2.4 Hipotesis Penelitian

Menurut H. S. Yunus (2010, p.247) bahwa hipotesis yang bertujuan untuk memperoleh jawaban mengenai keterkaitan hubungan antara elemen-elemen wilayah harus ditekankan dalam menjawab pertanyaan *how* dan *why*. Dalam penelitian *embedded* menurut (Creswell, 2009, p.214) dalam penelitian data kuantitatif membahas hasil sementara data kualitatif mengeksplorasi proses yang dialami oleh individu dalam kelompok. Pencampuran data dari dua metode sering kali untuk mengintegrasikan informasi dan membandingkan satu data sumber dengan yang lain, seperti halnya perencanaan lokasi dimana data spasial sebagai data utama yang diperkuat data kualitatif berupa wawancara dengan informan.

Dalam penelitian wilayah dimana salah satunya membahas geografi, permukiman, ruang, ekologi, perencanaan kota / wilayah, dan penggunaan lahan lazim digunakan hipotesis kerja (*working hypothesis*) seperti disebutkan dalam Mayer et al. (1952), White (1997), Chaudhuri, (2009), Moroni et al. (2020) maupun aspek pertahanan dalam (NATO Defense Research Group, 1984). Seperti dijelaskan oleh Nazir (1988) dalam H. S. Yunus (2010, p.250) bahwa hipotesis terbagi menjadi 3 macam yaitu : (1) hipotesis mengenai perbedaan vs hubungan; (2) hipotesis kerja vs hipotesis nul dan (3) hipotesis *common sense* vs ideal.

Karena kompleksitasnya perencanaan IKN akan sulit mengkuantifikasi semua permasalahan yang ada. Peneliti merumuskan tiga masalah penelitian.

Berdasarkan ketiga rumusan masalah penelitian seperti yang diejelaskan dalam BAB I Sub BAB 1.4, yang muncul dalam latar belakang penelitian maka dirumuskan tiga hipotesis kerja bahwa :

- a. Ditinjau dari penggunaan intelijen geospasial dalam menggambarkan keadaan lokasi calon IKN, data positioning dan penginderaan jauh, mampu menggambarkan keadaan lokasi calon IKN (skala peta $\geq 1:5.000$).
- b. Ditinjau dari data penggunaan lahan dan analisis LQ, calon lokasi IKN dinilai layak sebagai lokasi IKN (lokasi mampu menampung rencana jumlah penduduk ≥ 2 juta jiwa)
- c. Ditinjau dari analisis GEOINT aspek pertahanan terhadap parameter jarak istana dengan perbatasan negara baik darat maupun laut serta parameter geospasial seperti jarak pantai, elevasi dan kelerengan