

## **Pengaruh Pelatihan Dan Teknologi Penginderaan Jauh Terhadap Kualitas Salah Satu Komponen Intelijen Geospasial (Studi Kasus Foto Udara Pangkalan Militer)**

**Sony Setiawan<sup>1</sup>, Pujo Widodo<sup>2</sup>, Djoko Andreas Navalino<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Doktor Universitas Pertahanan Republik Indonesia, Jl. Salemba Raya, Paseban, Kota Jakarta Pusat, Daerah Khusus Ibukota Jakarta.

<sup>2</sup>Dosen Universitas Pertahanan Republik Indonesia, Jl. Salemba Raya, Paseban, Kota Jakarta Pusat, Daerah Khusus Ibukota Jakarta.

\*E-mail: [sonysetiaw76@gmail.com](mailto:sonysetiaw76@gmail.com)

Received: 08 01 2024 / Accepted: 29 01 2024 / Published online: 30 01 2024

### **ABSTRAK**

Pemanfaatan teknologi kecerdasan informasi spasial atau dikenal dengan geospasial intelijen menjadi populer digunakan dalam mencari informasi komponen strategis salah satunya adalah informasi mengenai pangkalan militer. Penelitian ini memiliki tujuan mengetahui dan menganalisis dampak pengaruh pelatihan dan teknologi penginderaan jauh terhadap kualitas salah satu komponen intelijen geospasial (foto udara pangkalan militer). Populasi penelitian ini adalah seluruh personel khusus pemotretan udara di salah satu unit militer di Jakarta yang berjumlah 86 orang. Adapun teknik pengambilan sampel menggunakan teknik sensus, dengan mengambil 100% jumlah populasi yang ada di unit tersebut, yaitu sebanyak 86 responden. Pada pengumpulan data digunakan metode dengan melakukan studi dokumentasi literature dan kuisisioner. Model analisis data yang digunakan adalah regresi linier berganda dengan menggunakan software Ms Excel dan SPSS 24. Kuisisioner sebagai instrumen penelitian divalidasi dengan korelasi Pearson (*Product Moment*) sementara reliabilitas instrumen diukur dengan Cronbach Alpha. Hasil penelitian menunjukkan nilai koefisien determinasi (R) sebesar 83.70%, disimpulkan bahwa kemampuan variabel independen (pelatihan dan teknologi penginderaan jauh) menjelaskan pengaruhnya terhadap variabel dependen (kualitas foto udara pangkalan militer) sebesar 83.70%, sedangkan sisanya merupakan variabel yang tidak terungkap. Temuan penelitian adalah (1) pelatihan memiliki pengaruh positif terhadap hasil kualitas foto udara; (2) teknologi penginderaan jauh memiliki dampak pengaruh positif terhadap kualitas foto udara; (3) pelatihan dan penginderaan jauh memiliki dampak pengaruh positif terhadap hasil kualitas foto udara secara simultan. Kualitas foto udara lebih ditingkatkan oleh teknologi penginderaan jauh daripada pelatihan. Oleh karena itu, penggunaan sensor harus mengikuti kaidah fotogrametri dan tujuan pemetaan, sehingga dapat menghasilkan informasi foto udara yang lebih akurat dan presisi.

**Kata Kunci:** Teknologi Penginderaan Jauh, Foto Udara, dan Intelijen Geospasial

### **ABSTRACT**

*The use of spatial information intelligence technology as known geospasial intelligence has become popular to looking strategic information, one component of which is information about military bases. This research aims to analyze and find out the effect of training and remote sensing technology on the quality of one component of geospasial intelligence (aerial photo of a military base). The population of this study consists of all specialized aerial photography personnel in one of the Indonesian military units in Jakarta, totaling 86 individuals. As for the sampling technique using census, taking 100% of the population that is in the unit, namely 86 respondents. Data collection methods were carried out using documentation studies and*

questionnaires. The data analysis model utilized is multiple linear regression, using Ms Excel and SPSS 24. The questionnaire as a research instrument was validated with the Pearson correlation (Product Moment) while the reliability of the instrument was measured with the Cronbach Alpha. The research results show that the coefficient of determination (R) is 83.70%, which means that the ability of the independent variables (training and remote sensing technology) to explain its influence on the dependent variable (quality of aerial photo of a military bases) is 83.70%, with the remaining percentage representing unexplained variables. The research findings are (1) training has a positively direct effect on the quality of aerial photo; (2) remote sensing technology has a positively direct effect on the quality of aerial photo; (3) training and remote sensing have a simultaneously positive effect on the quality of aerial photo. The quality of aerial photographs is improved by remote sensing technology rather than training. Therefore, the use of sensors should adhere to photogrammetric principles and mapping purposes to produce more accurate and precise aerial photo information.

**Keywords:** Remote Sensing Technology, Aerial Photo, and Geospatial Intelligence

## PENDAHULUAN

Akuisisi foto udara pada awalnya digunakan untuk keperluan militer pada perang dunia pertama, untuk mendapatkan informasi intelijen melalui udara dengan penggunaan kamera konvensional (analog) non metrik. Teknik untuk mendapatkan informasi intelijen militer dengan menggunakan pesawat udara yang dilengkapi kamera dan alat-alat penginderaan jauh lain dikenal dengan istilah pengintaian potret (Avery, 1990). Pemotretan untuk kepentingan pengintaian dilakukan tanpa persetujuan dari yang mengawasi daerah-daerah sasaran dengan ketinggian terbang yang aman dari jangkauan senjata *ground to air* yang dimiliki pihak musuh. Pihak militer juga melakukan pemotretan udara untuk pembuatan peta topografi dan informasi lainnya yang berhubungan dengan fenomena di permukaan bumi dalam perspektif militer.

Salah satu produk dari kegiatan pemotretan udara yang dilakukan oleh instansi militer adalah foto udara pangkalan militer. Foto udara yang dapat juga disebut citra foto merupakan salah satu komponen dari intelijen geospasial. Informasi foto udara mempunyai nilai yang sangat strategis sehingga harus dapat mewakili objek yang dipetakan secara akurat tanpa ada unsur-unsur yang hilang. Foto udara yang dibahas

pada penelitian ini berupa foto udara pangkalan udara (Lanud), yang diperoleh melalui pemotretan udara dengan menggunakan tiga jenis kamera, pertama kamera format kecil, kedua kamera format sedang dan kamera dengan format besar. Kamera format kecil yang digunakan adalah Nikon D-2X dan Nikon D-3X. Kamera format sedang yang digunakan adalah *digital camera* Leica RCD 30, sedangkan kamera udara format besar yang diaplikasikan hingga sekarang yaitu *digital camera* Leica ADS 80 dan *digital mapping camera* Leica DMC III.

Mengingat nilai strategis dari informasi foto objek vital (Lanud), dalam pengolahannya harus memenuhi kaidah-kaidah fotogrametri maupun kartografi, agar menghasilkan informasi yang bernilai guna. Lanud merupakan sub sistem dari alat utama sistem senjata (alutsista) udara yang merupakan faktor yang tidak dapat ditinggalkan dan dirancang untuk mendukung pengoperasian kekuatan udara lainnya, khususnya untuk pendaratan, penempatan dan pengendalian pesawat udara, pelayanan cuaca, penyiapan serta dukungan dalam rangka operasi (Mabesau, 2002).

Diperlukan kondisi wilayah Lanud yang aman, stabil dan kondusif tanpa

gangguan dan ancaman sehingga dapat dioperasionalkan secara optimal, baik dalam keadaan damai maupun perang untuk melaksanakan tugas pokok pengoperasian.

Kualitas atau kondisi informasi foto udara dinilai kurang sesuai dengan faktor skala dan peruntukannya, ditandai dengan adanya pergeseran letak, perubahan bentuk objek, ketidakseragaman warna dan ketidakutuhan objek yang tergambar pada data tersebut. Fenomena tersebut dapat terjadi dikarenakan kesalahan dari personel editor foto udara dan kesalahan alat survei atau kamera. Kesalahan personel pengolah data terjadi karena kurangnya kemampuan atau keterampilan memproses foto udara secara fotogrametri, yang dipengaruhi oleh faktor pelatihan. Penelitian ini bertujuan mengetahui dan menganalisis dampak pengaruh pelatihan dan teknologi penginderaan jauh terhadap kualitas salah satu komponen intelijen geospasial (foto udara pangkalan militer).

Intelijen geospasial menggali dan menganalisis citra data geospasial lainnya dimaksudkan untuk mengaktualkan, dan menilai secara visual kenampakan fisiografis dan gejala aktivitas secara geografis direferensikan di permukaan bumi (Clarke, 2020). Intelijen geospasial merupakan pengembangan suatu ilmu, teknik, dan seni yang mencakup citra, *imagery intelligence* (Imint), dan informasi geospasial. Perkembangan teknologi intelijen geospasial pada sensor perekam citra mengalami peningkatan yang pesat, hal ini ditunjukkan oleh berbagai peningkatan resolusi spasial, spektral, radiometrik dan resolusi temporal, yang dimiliki oleh masing-masing satelit.

Citra sebagai salah satu komponen intelijen geospasial harus dapat memberikan informasi yang sesuai dengan kenampakan sebenarnya di lapangan. Citra satelit merupakan aktualisasi dua dimensi pada suatu objek di bumi. Intelijen geospasial tidak terlepas dari ilmu penginderaan jauh, yang oleh Prahasta (2008), citra didefinisikan sebagai kenampakan bagian

fisik bumi sebagaimana terlihat dari orbit di ruang angkasa (satelit) atau dari udara (pesawat terbang). Citra atau image dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu citra foto dan citra non foto (satelit). Foto udara yang dipergunakan pada penelitian ini dapat memiliki jenis dalam citra penginderaan jauh yang dihasilkan melalui perekaman atau akuisisi serentak menggunakan sensor kamera.

Spesifikasi teknis foto udara yang digunakan sebagai bahan penelitian digolongkan dalam foto udara format besar digital, dengan skala 1 : 10.000, pertampalan depan 60 – 80%, pertampalan samping 30 – 40%, luas area 7 km x 5 km, dan tutupan awan yang terpotret dalam satu lembar foto kurang dari 10 %. Foto udara selanjutnya diolah sedemikian rupa untuk mendapatkan gambaran daerah sasaran secara lengkap dengan membentuk mosaik dan menghaluskan garis-garis penggabungan dan menyamakan warnanya sehingga tidak nampak perbedaan antara foto satu dengan foto lainnya. Pada dasarnya *image processing* atau pengolahan citra adalah cara mengambil *file* digital dari foto atau citra satelit dan membuat gambaran atau dimanipulasi agar mudah dianalisis (Prost, 2014).

Kualitas foto udara yang dihasilkan dapat dilihat secara langsung pada hasil cetakan produk tersebut. Keseragaman warna, pergeseran letak dan bentuk objek serta keutuhan objek yang disajikan merupakan faktor yang mempengaruhi kualitas informasi foto. Linder (2003) menjelaskan bahwa prinsip geometrik pada foto udara digital terletak pada posisi kamera (jarak), panjang fokus kamera, orientasi citra, dan posisi relatif kamera (stereo). Semakin jauh jarak kamera ke objek dan semakin lebar sudut liputan lensa, maka akan semakin besar pergeserannya. Sebaliknya, jika semakin dekat jarak kamera ke objek dan semakin sempit sudut liputan lensa, maka akan semakin kecil pergeserannya.

Prosedur yang juga harus dilakukan untuk membentuk mosaik terkontrol yang memiliki keseragaman warna dan kenampakan sambungan antar foto tidak terlihat (*seemless*) adalah dengan penerapan teknik *color balancing*, *cutline* dan *feathering*. Namun apabila mosaik foto yang dihasilkan masih terdapat objek yang tidak menyambung, maka diperlukan *editing cutline* secara manual pada setiap foto yang tidak menyambung tersebut. Selanjutnya proses *feathering* secara manual juga diperlukan untuk mengatasi gradasi warna yang kontras pada daerah sambungan. Hasil informasi foto/mosaik foto udara secara umum menyajikan lokasi planimetrik secara relatif bagi sejumlah besar obyek, mudah untuk dipahami dan diinterpretasi siapapun tanpa harus memiliki latar belakang pemahaman fotogrametri atau keteknikan, karena objek yang ditampilkan dalam bentuk gambar. Namun demikian untuk mengetahui objek-objek yang spesifik dan khusus seperti instansi militer, diperlukan suatu pengetahuan lokal (*local knowlegde*) pada proses interpretasinya.

Pelatihan merupakan tahapan dan cara utama yang dilakukan oleh para kepala bagian atau komandan untuk mengembangkan kemampuan staf dan anggotanya. Pelatihan bertujuan menghasilkan perubahan tata laku dari orang-orang yang menjalani pelatihan. Perubahan tata laku yang dimaksud disini seperti bertambahnya pengetahuan yang dimiliki, keahlian yang dapat dilakukan, keterampilan, dan perubahan sikap serta perilaku (Rivai & Sagala, 2011). Dalam rangka mendapatkan hasil pelatihan yang optimal, perlu dirancang konsep pembelajaran dan pelatihan Bangun (2012) mendeskripsikan terdapat beberapa faktor penting yang perlu diperhatikan dalam merancang pelatihan, yang pertama kesiapan peserta pelatihan, kedua kemampuan unsur pelatih, dan ketiga dasar kurikulum materi pelatihan. Pelatihan adalah aktivitas-aktivitas yang didesain untuk menyelenggarakan para peserta didik dengan pemahaman dan pengetahuan serta keahlian yang diperlukan

guna kebutuhan perkerjaan-pekerjaan mereka saat ini (Mondy, 2008).

Pelatihan sebagai usaha yang direncanakan oleh organisasi untuk memberikan tambahan pelajaran kepada staf tentang berbagai macam kompetensi, yang mencakup pengetahuan dan keterampilan dalam hubungannya dengan pekerjaan yang sedang maupun akan dihadapi (Noe et al., 2010). Pelatihan mengacu pada metode-metode yang digunakan untuk memberikan bekal pada staf baru dan tetap, keahlian-keahlian yang diperlukan dalam melakukan pekerjaannya (Dessler, 2011).

Siagian (2004) menyatakan bahwa hal yang menjadi penilaian atau indikator pelatihan kerja meliputi : pengetahuan, cara berpikir, sikap (*attitude*), dan kecakapan pelaksanaan. Pengetahuan merupakan hasil proses dari usaha manusia, sehingga dengan adanya pengetahuan yang cukup akan membantu pekerjaan yang dilakukan lebih cepat dan hasilnya lebih baik. Kemampuan berpikir adalah kegiatan dan upaya penalaran yang reflektif, kritis, dan kreatif, upaya ini berorientasi pada suatu proses intelektual yang menyertakan pembentukan konsep (*conceptualizing*), aplikasi, analisis, menilai informasi yang terkumpul (sintesis) atau dihasilkan melalui pengamatan, pengalaman, refleksi, komunikasi sebagai landasan kepada suatu keyakinan (kepercayaan) dan tindakan. Sikap (*attitude*) merupakan tingkah laku sebagai pernyataan evaluatif, baik yang menyenangkan maupun tidak menyenangkan terhadap obyek, individu, atau kejadian peristiwa. Kecakapan merupakan suatu keterampilan yang memungkinkan seseorang untuk mendapatkan pekerjaan atau untuk dapat tetap bekerja, meliputi *personal skills*, *interpersonal skills*, *attitudes*, *habits* dan *behaviors* (Siagian, 2004).

Lillesand & Kiefer (1990) menjelaskan bahwa penginderaan jauh adalah suatu ilmu atau seni untuk memperoleh informasi tentang objek, daerah atau gejala, dengan jalan menganalisis data yang diperoleh atau diakuisisi dengan menggunakan media alat, tanpa kontak langsung terhadap objek yang dituju, daerah atau dinamika yang perlu dikaji. Penginderaan jauh merupakan upaya guna memperoleh, menaksir dan

mengidentifikasi serta menganalisis objek melalui sensor pada posisi pengamatan daerah kajian (Avery, 1990). Penginderaan jauh adalah teknik dan cara yang dikembangkan untuk memperoleh data informasi dan menganalisis gejala atau fenomena yang terjadi di bumi. Informasi yang didapat berbentuk radiasi elektromagnetik yang dipantulkan atau dipancarkan dari permukaan bumi (Lindgren, 1985).

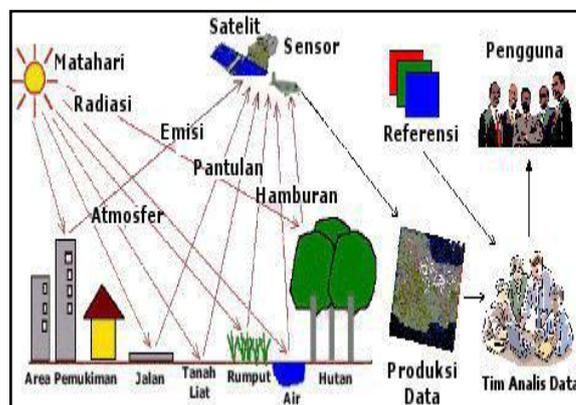
Perkembangan teknik penginderaan jauh sebagai salah satu sumber data semakin dirasakan manfaatnya oleh para ahli dalam berbagai bidang karena memiliki beberapa kelebihan dibanding data yang lain. Pesatnya perkembangan telah ditandai dengan perkembangan sensor, wahana, alat sensor dan analisis data, kuantitas data, kualitas data, jumlah pengguna dan penerapannya di dalam berbagai bidang. Perekaman data dari citra penginderaan jauh berupa pengenalan objek dan unsur yang tergambar pada citra serta penyajiannya ke dalam bentuk tabel, grafik atau peta dapat digunakan untuk analisis bidang tertentu seperti geografi, oseanografi, lingkungan hidup, dan sebagainya (Lillesand & Kiefer, 1990).

Penginderaan jauh dalam terapannya memerlukan data rujukan sebagai referensi untuk memperkuat hasil interpretasinya. Perolehan data acuan dasar meliputi inventarisir hasil survei atau pengamatan atas objek sasaran, daerah dan fenomena tertentu. Data tersebut dapat berupa satu diantara ragam data yang berbeda-beda dan dapat pula diperoleh dari berbagai jenis sumber. Data rujukan dapat digunakan untuk membantu sebagian atau seluruh maksud berikut (Lillesand & Kiefer, 1990):

1. Untuk membantu melakukan analisis dan interpretasi data penginderaan jauh.
2. Untuk membantu kalibrasi sensor
3. Untuk menguji validitas informasi yang diperoleh dari data penginderaan jauh.

Komponen dasar suatu sistem penginderaan jauh meliputi: sumber energi, atmosfer, interaksi tenaga dengan obyek, sensor pada wahana, sistem pengolahan data dan penggunaan data. Penjelasan sistem penginderaan jauh sebagai suatu ilmu, seni

dan teknik dalam penerapannya secara umum dapat dilihat pada Gambar 1.



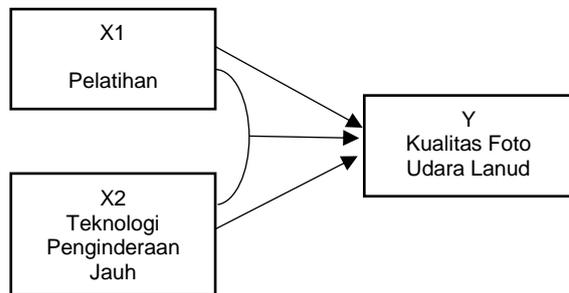
**Gambar 1.** Sistem Penginderaan Jauh  
Sumber: Sutanto dalam Lillesand & Kiefer (1990)

Pada penelitian ini variabel difokuskan pada teknologi penginderaan jauh yang berupa sensor (kamera). Analisis dilakukan hanya terhadap sensor/kamera sebagai bagian yang penting dalam sistem penginderaan jauh. Sedangkan untuk komponen penginderaan jauh lainnya yaitu: sumber tenaga, objek dan wahana tidak dibahas dalam penelitian ini.

## METODE PENELITIAN

Pada penelitian yang dilakukan, digunakan metode penelitian kuantitatif berdasarkan metode survei. Pekerjaan survei dilakukan di salah satu unit militer Indonesia yang berlokasi di Jakarta. Penelitian dilakukan dengan cara memperoleh informasi yang telah ditentukan, dengan tujuan untuk menjelaskan dan menerangkan fenomena yang terjadi melalui proses meneliti hubungan pengaruh antar variabel. Kuisisioner dikembangkan dari konstruk variabel yang diteliti, yaitu pelatihan (X1) dan teknologi penginderaan jauh (X2) sebagai variabel *independen* (bebas), dan kualitas foto udara (Y) sebagai variabel *dependen* (terikat). Pelatihan diukur dengan indikator keterampilan dan pengetahuan. Teknologi penginderaan jauh diukur dengan indikator kalibrasi kamera dan kekuatan cahaya. Kualitas foto udara diukur dengan akurasi geometrik, akurasi

radiometrik, dan ketepatan interpretasi (Gambar 2).



**Gambar 2.** Model Penelitian. Variabel X1 dan X2 sebagai indicator hasil Y Sumber: Sugiyono (2013) dengan perubahan

Jumlah responden adalah 86 orang, yang terdiri dari prajurit dengan golongan perwira dan bintara. Penyebaran kuesioner dilakukan dengan cara mendatangi lokasi penelitian, menjelaskan maksud penelitian sampai dengan menjaga kerahasiaan data responden. Selanjutnya dilakukan analisis data dengan teknik analisis jalur (*path analysis*).

Uji validitas dan reliabilitas kuesioner diterapkan pada 86 responden. Metode *Pearson Correlation* digunakan untuk menguji validitas, sementara reliabilitas diukur dengan rumus *Cronbach Alpha* dengan bantuan perangkat lunak SPSS 24. Uji validitas untuk kuesioner pelatihan menemukan terdapat 3 item pernyataan yang tidak valid dari 11 item pernyataan yang sudah ditentukan. Nilai *Cronbach Alpha* dari kuesioner pelatihan yang valid ini adalah 0,791, yang berarti kuesioner pelatihan memiliki keandalan yang baik. Uji validitas untuk kuesioner teknologi penginderaan jauh menemukan 1 item yang tidak valid dari 9 item pernyataan. Nilai *Cronbach Alpha* dari kuesioner teknologi penginderaan yang valid ini adalah 0,805, yang berarti kuisisioner teknologi penginderaan memiliki keandalan yang baik. Uji validitas untuk kuesioner kualitas foto udara menghasilkan seluruh item (12 pernyataan) adalah valid. Nilai *Cronbach Alpha* dari kuesioner kualitas foto udara sebesar 0,708, yang berarti kuisisioner

kualitas foto udara memiliki keandalan yang baik.

Persyaratan selanjutnya yang perlu dipenuhi dalam regresi linear ganda sebagai bagian alat analisis adalah pengukuran dalam skala interval. Penelitian ini menggunakan skala pengukuran model Likert yaitu skala yang memiliki sifat data ordinal, sehingga data dalam angket harus dikonversikan menjadi data interval. Data yang telah berbentuk interval kemudian akan diuji normalitasnya menggunakan metode Kolmogorov-Smirnov.

Uji normalitas sampel pada data menggunakan metode rumus Kolmogorov-Smirnov dimana data yang dianalisis menghasilkan besaran statistik dan taraf kepercayaannya (*Significance Level*) ditemukan sebesar antara 0.000 – 0.002 (kolom 2 dan 4 Asymp. Sig.) atau jauh lebih kecil dari taraf kepercayaan yang ditentukan ( $0.000 < 0.05$ ). Besaran signifikansi 0.000 ini menunjukkan bahwa data sampel tersebut berdistribusi normal (Lubis, 2008). Hasil ini diperkuat juga dengan probabilitas (*test statistic*) yang menghasilkan angka lebih besar dari 0.05, sehingga distribusi data memenuhi asumsi normalitas. Hasil uji persyaratan analisis secara lengkap ditampilkan dalam Tabel 1.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Statistik Deskriptif

Hasil penelitian menunjukkan bahwasanya tanggapan responden terhadap setiap pernyataan pada indikator keterampilan yang direpresentasikan dengan jawaban setuju dan sangat setuju sebesar 69%. Dari perhitungan secara statistik menunjukkan nilai yang diperoleh 612 atau 70,8% dari skor ideal skala Likert 4 pernyataan yaitu 864. Dengan demikian pelatihan dari segi keterampilan berada pada kategori baik dan responden setuju bahwa dengan adanya pelatihan akan meningkatkan keterampilan. Indikator pengetahuan menunjukkan bahwasanya tanggapan responden terhadap setiap pernyataan yang diberikan jawaban setuju dan sangat setuju sebesar 73%. Dari perhitungan di Tabel 1

diperoleh nilai 619 atau 71,6% dari skor ideal yaitu 864, yang berarti pelatihan dari segi pengetahuan berada pada kategori baik.

**Tabel 1.** Hasil Uji Normalitas

Tes One-Sample Kolmogorov-Smirnov				
		Pelatihan	Teknologi	Kualitas
N		86	86	86
Normal Parameters	Mean	22,80	25,11	34,11
	Std Dev	3,688	3,357	3,980
Most Extreme Differences	Absolute	,169	,230	,184
	Positive	,100	,230	,184
	Negative	-,169	-,157	-,114
Test Statistic		-,169	,230	,184
Asymp. Sig (2-tailed)		,001 <sup>c</sup>	,000 <sup>c</sup>	,000 <sup>c</sup>
a. Hasil Distribusi Normal				
b. Perhitungan berdasarkan data				
c. Koreksi signifikan Liliefors				

Pada Tabel 2 menggambarkan rekapitulasi nilai tanggapan responden terhadap variabel pelatihan (X1) yang memperoleh nilai 1231 atau 71,2%, sehingga dapat dinyatakan bahwa variabel pelatihan yang tercermin dari alat ukur yang digunakan berada pada kategori baik.

**Tabel 2.** Rekap Variabel X1

No	Indikator	Skor Total
1	Keterampilan	612
2	Pengetahuan	619
<b>Jumlah Skor Total</b>		1231
<b>Persentase Skor</b>		71,2%

Indikator kalibrasi kamera menunjukkan bahwasanya tanggapan responden terhadap setiap pernyataan yang diberikan jawaban setuju dan sangat setuju sebesar 92%. Dari perhitungan diperoleh nilai 730 atau 84,5%, yang berarti bahwa teknologi penginderaan jauh dari segi kalibrasi kamera berada pada kategori sangat baik. Indikator kekuatan cahaya menunjukkan bahwasanya tanggapan responden terhadap setiap pernyataan yang diberikan jawaban setuju dan sangat setuju sebesar 70%. Dari perhitungan diperoleh nilai 629 atau 72,8%, yang berarti bahwa teknologi penginderaan jauh dari segi

kekuatan cahaya berada pada kategori baik (Tabel 3).

**Tabel 3.** Rekap Variabel X2

No	Indikator	Skor Total
1	Kalibrasi kamera	730
2	Kekuatan cahaya	629
<b>Jumlah Skor Total</b>		1231
<b>Persentase Skor</b>		71,2%

Berdasarkan Tabel 3 menggambarkan rekapitulasi nilai tanggapan responden terhadap variabel teknologi penginderaan jauh yang memperoleh nilai 1231 atau 71,2%, sehingga dapat dinyatakan bahwa variabel pelatihan yang tercermin dari alat ukur yang digunakan berada pada kategori baik.

Indikator akurasi geometrik, akurasi radiometrik, dan ketepatan interpretasi menunjukkan bahwasanya tanggapan responden terhadap setiap pernyataan yang diberikan jawaban setuju dan sangat setuju antara 62%-84%. Dari perhitungan diperoleh nilai bahwa kualitas foto udara dari segi akurasi geometrik, akurasi radiometrik, dan ketepatan interpretasi berada pada kategori baik (Tabel 4). Tabel tersebut menggambarkan rekapitulasi nilai tanggapan responden terhadap variabel kualitas foto udara yang memperoleh nilai 1828 atau 70,5%, sehingga dapat dinyatakan bahwa variabel pelatihan yang tercermin dari alat ukur yang digunakan berada pada kategori baik.

**Tabel 4.** Rekap Variabel Y

No	Indikator	Skor Total
1	Akurasi Geometrik	572
2	Akurasi Radiometrik	686
3	Ketepatan Interpretasi	570
<b>Jumlah Skor Total</b>		1828
<b>Persentase Skor</b>		70,5%

### Analisis Jalur

Perangkat lunak SPSS 24 digunakan untuk melakukan analisis regresi variabel pelatihan (X1) dan teknologi penginderaan jauh (X2) terhadap kualitas foto udara (Y).

Nilai koefisien korelasi (R) adalah 0.915 yang tergolong kuat, seperti terlihat pada Tabel 5.

**Tabel 5. Model Summary**

Model Summary <sup>b</sup>				
Model	R	Kuadrat R	Adjusted Kuadrat R	Estimasi Kesalahan
1	,915 <sup>a</sup>	,837	,831	2,031

a. Predictor: ( Contanst), Teknologi PJ, Pelatihan  
b. Variabel dependen

Besaran kontribusi (sumbangan) variabel X1 dan X2 terhadap Y atau koefisien determinan diperoleh dengan rumus  $R^2 \times 100\%$  atau  $(0.915)^2 \times 100\%$ , sehingga didapat 83.72%. Hal ini menunjukkan kontribusi variabel independen terhadap variabel dependen sebesar 83.72%, sedangkan sisanya 16.28% ditentukan oleh variabel lain. Signifikansi korelasi ganda X1 dan X2 terhadap Y dihitung uji-F dengan Persamaan 1:

$$F \text{ hitung} = \frac{R^2/k}{(1-R^2)/(n-k-1)} = \frac{0.915^2/2}{(1-0.915^2)/(86-2-1)} = \frac{0.4186}{0.00319} = 206.493$$

(Persamaan 1)

Nilai F tabel dapat dilihat pada tabel F dengan Persamaan 2:

$$F \text{ tabel} = F(1-\alpha) \{(dk=k), (dk= n-k-1)\} = F(1-\alpha) \{(dk=2), (dk= 86-2-1)\}$$

(Persamaan 2)

Hasil perhitungan menunjukkan nilai  $F \text{ hitung} > F \text{ tabel}$ , yaitu  $206,493 > 3.11$ . Nilai tersebut menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan pada variabel independen (X1 dan X2) terhadap variabel dependen Y, yang bermakna terdapat pengaruh yang signifikan antara pelatihan dan teknologi penginderaan jauh terhadap kualitas foto udara.

Proses penafsiran terhadap pengujian hipotesis dilakukan untuk mengetahui tingkat probabilitas asumsi yang telah ditentukan. Setelah dilakukan beberapa kali proses iterasi atau perhitungan, maka diperoleh hasil analisis regresi linear ganda pada Tabel 6.

**Tabel 6. Koefisien Regresi**

Model	Koefisien			T	Sig
	Koefisien tidak standar	Koefisien standar			
	B	Kesalahan std	Beta		
1	(Constan)	15,5 26	7,454		2,0 83
	Pelatihan	,153	,116	,153	1,7 21
	Teknologi	,537	,116	,537	4,6 42

a. Variabel Depeden: Kualitas

Kolom 5 Tabel 6 menunjukkan koefisien jalur kualitas foto udara pada pelatihan adalah 0,153 dan koefisien jalur kualitas foto udara pada teknologi penginderaan jauh adalah 0,537. Nilai-nilai ini menunjukkan bahwa pengaruh pelatihan pada kualitas foto udara memiliki nilai 0,153 dan pengaruh teknologi penginderaan jauh pada kualitas foto udara memiliki nilai 0,537. Pengaruh simultan pelatihan dan teknologi penginderaan jauh pada kualitas foto udara adalah  $0,153 + 0,537 = 0,69$ . Total pengaruh pelatihan, teknologi penginderaan jauh, dan variabel lain di luar model dapat direpresentasikan oleh persamaan regresi:

$$Y = 0,153X_1 + 0,537X_2 + 0,163$$

### Uji Hipotesis

Pengujian hasil uji hipotesis dilakukan guna mendapatkan nilai pengaruh. Adapun variabel-variabel sebagai berikut:

#### a. Pengaruh Parsial Pelatihan terhadap Kualitas Foto Udara

H<sub>0</sub>: Pelatihan tidak memiliki pengaruh positif terhadap kualitas foto udara.

H<sub>1</sub>: Pelatihan memiliki pengaruh positif terhadap kualitas foto udara.

Besar nilai pengaruh antara variabel pelatihan (X1) terhadap kualitas foto (Y) berdasarkan koefisien korelasi ( $r_{X1Y}$ ) yaitu 0.510. Hal ini menunjukkan tingkat hubungan sedang antara pelatihan terhadap kualitas informasi foto udara dengan tingkat signifikan koefisien korelasi dua sisi (*2-tailed*) dari *output* (diukur dari probabilitas) menghasilkan angka 0.012 yang masih

dibawah 0.05. Uji-t dilakukan untuk menguji signifikansi konstanta dan variabel kualitas informasi foto. Nilai t hitung, diambil pada Tabel 6 yang berupa Coefficients hasil pengolahan data, dengan nilai t hitung untuk variabel pelatihan ( $X_1$ ) = 1.721. Nilai t tabel dapat dilihat pada tabel t uji satu sisi dengan tingkat signifikansi ( $\alpha$ ) = 0.05 dan dk (derajat kebebasan) = 84, yaitu 1.663. Oleh karena nilai t hitung > nilai t tabel atau 1.721 > 1.675, maka keputusannya  $H_0$  ditolak, yang berarti koefisien regresi signifikan atau pelatihan ternyata berpengaruh secara signifikan terhadap kualitas foto udara.

### **b. Pengaruh Parsial Teknologi Penginderaan Jauh terhadap Kualitas Foto Udara**

$H_0$ : Teknologi penginderaan jauh tidak memiliki pengaruh positif terhadap kualitas foto udara.

$H_1$ : Teknologi penginderaan jauh memiliki pengaruh positif terhadap kualitas foto udara.

Besar nilai pengaruh antara variabel teknologi penginderaan jauh ( $X_2$ ) terhadap kualitas foto ( $Y$ ) yang dihitung dengan koefisien korelasi ( $r_{X_2Y}$ ) adalah 0.914. Hal ini menunjukkan pengaruh yang sangat kuat diantara teknologi penginderaan jauh terhadap kualitas foto udara. Nilai t hitung, diambil pada Tabel 6 dengan nilai untuk variabel teknologi penginderaan jauh ( $X_2$ ) sebesar 4.642. Nilai t tabel dapat dilihat pada tabel t uji satu sisi dengan tingkat signifikansi ( $\alpha$ ) = 0.05 dan dk (derajat kebebasan) = 84, yaitu 1.663. Oleh karena nilai t hitung > nilai t tabel atau 4.642 > 1.675, maka keputusannya  $H_0$  ditolak, artinya koefisien regresi signifikan atau teknologi penginderaan jauh ternyata berpengaruh secara signifikan terhadap kualitas informasi foto.

### **c. Pengaruh Simultan Pelatihan dan Teknologi Penginderaan Jauh terhadap Kualitas Foto Udara**

$H_0$ : Pelatihan dan teknologi penginderaan jauh tidak memiliki pengaruh positif terhadap kualitas foto.

$H_1$ : Pelatihan dan teknologi penginderaan jauh memiliki pengaruh positif terhadap kualitas.

Hasil perhitungan menandakan bahwa nilai F hitung > F tabel, yaitu 206,493 > 3.11, sehingga dapat dinyatakan bahwa  $H_0$  ditolak. Kesimpulannya adalah bahwa pelatihan dan penggunaan teknologi penginderaan jauh memiliki dampak pengaruh pada hasil kualitas foto udara secara simultan.

### **Upaya Peningkatan Kualitas Citra**

Berdasarkan nilai acuan Linder (2003) menyampaikan bahwa prinsip geometrik pada foto udara digital terletak pada posisi kamera (jarak), panjang fokus kamera, orientasi citra, dan posisi relatif kamera (stereo). Semakin jauh jarak kamera ke objek dan semakin lebar sudut liputan lensa, maka akan semakin besar pergeserannya. Kualitas foto udara yang ingin dicapai adalah sesuai dengan standarisasi pemetaan nasional yang mengacu pada ketentuan produk peta Badan Informasi Geospasial (BIG). BIG merupakan institusi yang bertugas sebagai walidata informasi geospasial (IG) penjamin ketersediaan akses terhadap informasi geospasial yang dapat dipertanggungjawabkan. Seluruh penggunaan IG dalam penyelenggaraan pemerintahan harus mengacu kepada Standar Nasional Indonesia (SNI) Peta produksi BIG.

Berdasarkan hasil penelitian yang menunjukkan bahwasanya setiap variabel dan indikatornya mempunyai hubungan yang bersifat linear, sehingga berpengaruh juga terhadap korelasi antar variabel. Guna menghasilkan produk informasi foto udara yang sesuai SNI, maka diperlukan upaya-upaya perbaikan dengan memperhitungkan berbagai kendala yang ada di lapangan. Optimalisasi terhadap kedua variabel independen dapat lebih diutamakan melalui pelatihan yang telah terjadwal dan penggunaan teknologi penginderaan jauh yang dimiliki. Selain itu, upaya yang dapat lebih dioptimalkan pada masa mendatang adalah dengan: (1) memanfaatkan kerjasama;

(2) melakukan kalibrasi kamera; dan (3) melaksanakan uji ketelitian produk foto udara.

Upaya memperbanyak kesempatan penugasan personel dengan memanfaatkan kerjasama yang telah terjalin menjadi hal logis yang dapat dilakukan. Melalui frekuensi penugasan yang lebih intensif dimungkinkan personel menjadi lebih memahami algoritma dasar dalam *software* yang digunakan secara total. Pengaruh langsung lainnya adalah menjadi lebih terampil dalam memperbaiki *system failure* yang terjadi selama melakukan pekerjaan melalui kemampuan *adjustment* yang terbentuk.

Hasil penelitian menunjukkan pengaruh pelatihan terhadap kualitas informasi objek vital hanya sebesar 54,76 %, sehingga pengaruh faktor lainnya yang tidak diteliti cukup besar yaitu 46,24 %. Oleh karena itu strategi yang dinilai tepat adalah dengan memperbanyak keterlibatan personel dalam tugas-tugas yang dilaksanakan oleh instansi lain. Hal yang perlu direalisasikan adalah menyertakan atau menugaskan personel dalam pekerjaan survei, pemetaan dan pemotretan udara yang dilakukan oleh unit militer lainnya dan atau K/L.

Pada prakteknya, proses untuk mencapai kualitas informasi yang baik diperlukan kerjasama oleh sumberdaya manusia atau subjek secara individu maupun organisasi secara keseluruhan. Apabila serangkaian kerjasama tersebut dapat dilakukan oleh organisasi, maka cepat atau lambat akan meningkatkan keterampilan personelnnya. Hal yang menguntungkan ini dapat terus dipertahankan dan dibina menuju profesionalisme dalam bidang tugasnya.

Teknologi penginderaan jauh yang berupa sensor atau kamera udara yang dimiliki dapat dibedakan dalam dua kelompok yaitu kamera metrik dan kamera non metrik. Kamera metrik digunakan untuk pemotretan udara dan telah dikalibrasi secara menyeluruh oleh pabrik pembuatnya, sedangkan kamera non metrik tidak

dirancang untuk foto udara dan lebih mementingkan kualitas gambar dibanding aspek geometrinya. Kalibrasi kamera bertujuan untuk meminimalkan kesalahan geometrik yang disebabkan oleh sensor, sehingga dapat lebih menghasilkan ukuran yang akurat. Oleh karena itu dalam setiap kegiatan pemotretan udara, khususnya dengan kamera non metrik diperlukan melakukan kalibrasi kamera dengan menggunakan metode *laboratory calibration*.

Kamera non metrik memiliki keterbatasan yang berupa ketidakstabilan geometrik dikarenakan lensanya tidak sempurna, panjang fokusnya tidak pasti dan titik pusat tidak presisi, sehingga mengalami kesalahan. Kamera ini seharusnya dikalibrasi dengan metode kalibrasi laboratorium untuk mengetahui acuan berbagai parameter internal yang memiliki pengaruh pada ketelitian geometrik foto. Metode kalibrasinya dilakukan di laboratorium yang terpisah dengan proses pemotretan objek. Prosesnya dapat dilakukan dengan menggunakan peralatan yang berupa komputer beserta perangkat lunaknya, tripod, papan kolimator (kertas A2), penggaris atau meteran dan alat tulis.

Ketelitian foto udara adalah nilai acuan yang menunjukkan tingkat kesesuaian antara posisi dan atribut sebuah objek di foto dengan posisi dan atribut sebenarnya. Uji ketelitian dilakukan dengan menggunakan titik cek lapangan hasil pengukuran dengan GPS Geodetik metode *static* sebanyak minimal 10 sampel sebagai acuan dalam menentukan besarnya penyimpangan pada arah koordinat sumbu X dan koordinat (sumbu) Y. Uji ketelitian posisi dilakukan hingga mendapatkan tingkat kepercayaan peta/foto 90%. Pengukuran akurasi menggunakan *root mean square error* (RMSE) yang dapat menggambarkan nilai perbedaan antara titik uji dengan titik sebenarnya. Pengujian ketelitian posisi memiliki acuan pada perbedaan koordinat (X,Y,Z) antara titik uji pada gambar atau peta dengan lokasi objek sesungguhnya dari titik uji pada permukaan tanah.

## KESIMPULAN

Mengacu pada hasil analisis dan uraian pembahasan penelitian pengaruh parsial pelatihan dan pengaruh parsial teknologi pada kualitas menghasilkan pengaruh pelatihan hanya sekitar 50 % dibandingkan aspek lainnya, maka dapat disimpulkan bahwa (1) pelatihan memiliki pengaruh baik (positif) terhadap kualitas foto udara; (2) teknologi penginderaan jauh memiliki pengaruh baik (positif) terhadap hasil kualitas foto udara; dan (3) pelatihan dan penginderaan jauh memiliki pengaruh baik (positif) terhadap hasil kualitas foto udara secara simultan.

Hal ini dapat dimaknai bahwa teknologi penginderaan jauh yang diterapkan selama ini ternyata mampu meningkatkan kualitas foto udara di unit militer ini. Selain itu, pelatihan yang diadakan sebagai program kerja juga memiliki peran yang penting untuk meningkatkan keterampilan dan pengetahuan personel terhadap pengolahan produk, yang pada akhirnya akan menghasilkan informasi foto udara yang lebih akurat dan presisi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdussamad, Zuchri Abdussamad. (2021). *Metode Penelitian Kualitatif* (1st ed.; P. Rapanna, Ed.). Makassar: syakir Media Press.
- Avery, E. (1990). *Penafsiran Potret Udara* (terjemahan Abdurochman, disunting oleh Prawirohatmodjo). Jakarta: Akademika Pressindo.
- Bangun, W. (2012). *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Erlangga: Jakarta.
- Clarke, K. C. (2020). Geospatial Intelligence. *International Encyclopedia of Human Geography* (Second Edition, Vol. 6, pp. 127–130). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102295-5.10550-5>
- Dessler, G. (2011). *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Penerbit Indeks, Jakarta.
- Lillesand T.M. & Kiefer R.W. (1990). *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra* (terjemahan oleh Dulbahri, dkk, disunting oleh Sutanto). Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.
- Linder, W. (2003). *Digital Photogrammetry : A Practical Course*. Netherlands: Springer.
- Lindgren, D.T. (1985). *Penginderaan Jauh Untuk Perencanaan Penggunaan Lahan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Lubis, K.A. (2008). *Pengaruh Pelatihan Dan Motivasi Kerja Terhadap Kinerja Karyawan PT Perkebunan Nusantara IV (Persero) Medan*. Tesis. Universitas Sumatera Utara. [http://www.repository.usu.ac.id>bitstream](http://www.repository.usu.ac.id/bitstream).
- Mabesau. (2002). *Buku Petunjuk Pelaksanaan Tentang Pedoman Pembinaan Pencegahan Kecelakaan Penerbangan dan Kerja*. Jakarta
- Mondy, R.W. (2008). *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Terj. Edisi Kesepuluh Jilid I. Erlangga: Jakarta
- Noe, R.A., Hollenbeck, J. R., Gerhart, B., & Wright, P. (2010). *Manajemen Sumber Daya Manusia Mencapai Keunggulan Bersaing*. Salemba Empat: Jakarta.
- Prahasta, E. (2008). *Model Permukaan Dijital*. Informatika. Bandung.
- Prost, G. L. (2014). *Remote Sensing for Geoscientist, Image Analysis and Integration* (3rd ed.). Taylor & Francis Group.