BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gulma Pada Tanaman Jagung

Gulma adalah tumbuhan yang keberadaannya tidak dikehendaki dalam suatu kegiatan budi daya pertanian. Mayoritas gulma sangat mudah berkembang biak melalui biji-bijian dengan gerak merambat. Biji gulma tersebut bertransformasi lewat berbagai komoditas mulai dari tanaman padi, gandum, kedelai, jagung, sorgum, kacang-kacangan, benih sayuran, serta berbagai jenis tanaman lainnya.

Persebaran biji gulma dalam lahan pertanian juga tersalurkan oleh alat-alat pertanian seperti cangkul atau alat berat lainnya yang menyimpan benih-benih gulma saat proses pengolahan lahan. Oleh karena itu, Kementerian pertanian menetapkan gulma sebagai organisme yang merugikan tanaman serta keberadaannya perlu di hindarkan dari lahan pertanian. Keadaan itu terpilih karena sebagian besar gulma tumbuh pada habitat seragam yang memiliki risiko penularan gulma ke dalam produk-produk pertanian (Kementan, 2010).

Berikut klasifikasi tanaman jagung menurut (Tjitrosoepomo, 2007):

Regnum : Plantae

Divisio : Spermatophyta

Subdivisio : Angiospermae

Classis : Monocotyledoneae

Ordo : Poales

Familia : Poaceae

Genus : Zea

Species : Zea mays

Ragam tumbuhan seperti gulma memiliki manfaat yang signifikan dalam membantu manusia mengidentifikasi serta memahami berbagai karakteristik gulma. Kondisi ini memungkinkan pengendalian gulma lebih efektif dan sesuai dengan jenis gulma. Pemisahan gulma bisa tempuh dengan mengetahui kriteria mulai dari siklus hidup, lingkungan tempat tumbuh, taksonomi, ekologi, asal-usul geografis, morfologi (sifat botani), respons terhadap herbisida, pola pertumbuhan, sifat gangguan serta kondisi lahan. Terdapat beberapa jenis gulma yang memiliki kemampuan alelopati, Berarti mereka dapat mengeluarkan senyawa bersifat racun yang bisa mengganggu pertumbuhan tanaman. Contohnya, *Imperata cylindrica* menimbulkan *senyawa fenol*, *Juglans nigra* mengeluarkan *hidroksi juglon*, serta *Artemisia absinthium* mengandung zat *absinthin* yang bisa menghambat pertumbuhan vegetatif (Ratnawati, 2017).

Terdapat kumpulan jenis gulma yang berperan sebagai induk hama serta penyakit, Sebagaimana disebutkan dalam penelitian DaLopez & Djaelani (2020) Bahwa harendong (*Melastoma sp*.) menjadi habitat bagi hama teh *Helopeltis antonii*. Gulma jajagoan (*E. crus-galli*) berperan sebagai tempat hidup bagi penggerek padi (*Tryporyza innotata*). Gulma babadotan (*Ageratum conyzoides*) menjadi habitat bagi lalat bibit kedelai (Agromyza sp.). *Eupatorium adenophorum* berperan sebagai induk penyakit *pseudomozaik* virus dalam tumbuhan tembakau Deli, sementara Ciplukan (*Physalis angulate*. *L*) Berfungsi sebagai induk penyakit virus dalam tumbuhan kentang.

2.1.1 Morfologi Gulma

1. Gulma rumput (*grasses*)

Gulma rumput merupakan tumbuhan berdaun pita yang termasuk dalam keluarga *Graminae*. Gulma ini menempati komponen terbanyak dalam perkembangan populasi gulma, Hal itu disebabkan karena gulma ini memiliki kemampuan adaptasi yang sangat baik serta kemampuan distribusi cepat meluas. Tidak hanya itu, Gulma rumput ini mampu tumbuh baik pada lahan kering maupun lahan tergenang. Batang gulma rumput biasanya berbentuk silindris, meskipun ada juga yang agak pipih atau berbentuk persegi, Batangnya dapat berongga atau berisi. Daunnya tunggal dan terletak pada batang dalam bentuk garis, dengan tulang daun sejajar dan berada di tengah helaiannya, serta terdapat ibu tulang daun.

Rumput Aur-aur (*Commelina diffusa Burm.F*.) Bisa dijumpai hampir di semua jenis habitat. Mulai dari daerah yang lembab, berkembang dalam air, mengapung bebas di atas air, Bahkan muncul di permukaan air. Daunnya tumbuh dalam bentuk melingkar dengan batang yang berbentuk lanset dan ujungnya meruncing. Bunga ini umumnya terpisah antara satu dengan lainnya, berbentuk simetris atau bersifat *hermafroditik* serta kadang-kadang memiliki kelamin tunggal. Buahnya dapat berbentuk buah buni atau buah kendaga yang pecah serta membelah. Bentuk bijinya bisa lurus atau bahkan sedikit bengkok. Tumbuhan ini banyak ditemukan di wilayah tropika-subtropika, Rumput tersebut sering kali difungsikan sebagai tanaman hias.

Gambar 1 Gulma Rumput Aur-aur
(Sumber: Mangoensoekarjo, & soejono 2015)

Rumput Belulang (*Eleusine indica*) Adalah salah satu jenis tumbuhan yang tumbuh berumpun melalui akar serabut. Daunnya berwarna hijau di bagian atas, sementara di bagian dasar, warnanya lebih ke perak. Daunnya berbentuk memanjang seperti pita dan memiliki helaian daun yang melipat. Bunganya berbentuk malai dengan wujud bergerigi. Biji-bijinya tumbuh tersusun bagaikan tandan tangkai bunga.

Gambar 2 Gulma rumput belulang
(Sumber: Mangoensoekarjo, soejono 2015)

Rumput Grinting (*Cynodon dactylon*) Tumbuhan ini adalah jenis rumput yang bersifat tahunan yang memiliki stolon, Pertumbuhannya bergerak menjalar dengan rimpang yang terletak di bawah tanah dan dapat menembus tanah hingga kedalaman kurang lebih 1-2 meter. Rupa daun ini berbentuk memanjang dengan lapisan tipis berwarna putih keabu-abuan di bagian

bawahnya dan memiliki sedikit rambut di bagian atasnya. Pelepah daunnya panjang, halus, dan botak (tanpa rambut). Bunga-bunganya tumbuh tegak dan tergabung bagai tandan. Bijinya berbentuk bulat telur dan warnanya bisa berupa kuning hingga merah.

Gambar 3 Gulma Grinting Sumber
(Sumber: Mangoensoekarjo, soejono 2015)

Timunan (*Leptochloa chinensis*) Tanaman ini dapat mencapai tinggi hingga 120 cm, dengan batang yang ramping serta tumbuh tegak ke atas. Bagian bawah batangnya dilapisi oleh daun-daun yang melekat padanya. Daun pada tumbuhan timunan atau *Leptochloa chinensis* memiliki panjang sekitar 10-30 cm yang menyerupai menjari atau sirip, Posisi atas tumbuhan ini memiliki bunga.

Gambar 4 Gulma Timunan
(Sumber: Caton, dkk 2010)

Rumput Sarang Buaya (*Ischaemum timorense Kunth*) Ini adalah tumbuhan tahunan. Rumput ini memiliki batang yang merayap pada bagian

pangkalnya dan mampu membentuk akar. Tingginya berkisar antara 0,4 hingga 1 meter. Batangnya pipih di beberapa bagian dengan rambut putih yang tersusun dalam bentuk garis. Tangkainya menjalar, memiliki panjang antara 15 hingga 60 cm, kadang-kadang dengan akar di bawah nodusnya, dan memiliki ciri stoloniferous. Pelepah daunnya memiliki ukuran sempit dan sering kali memiliki rambut yang panjang, Lidahnya pendek, panjang sekitar 1-2 mm. Daunnya berbentuk seperti lanset atau garis, dengan tepi yang kasar dan berambut. Panjang bulirnya berkisar antara 2 hingga 8 cm, dan anak bulirnya berujung jarum, serta memiliki rambut dan panjang sekitar 5-8 mm. Terdapat tiga benang sari. Tangkai putiknya berjumlah 2, dengan kepala putik berwarna ungu. Susunan bunganya tersusun dalam bentuk racemosa dengan dua buah spikelet, di mana satu spikelet merupakan tandan tunggal. Pediselnya berbentuk linear dengan panjang sekitar 3,5 mm.

Gambar 5 Gulma Sarang Buaya
(Sumber: Sukman dan Yakup, 2002)

2. Gulma Tekian (*seedges*)

Gulma tekian (seedges) adalah jenis gulma yang termasuk dalam keluarga *Cyperaceae.* Ciri khas utama dari gulma ini adalah batangnya memiliki penampang berbentuk segitiga, meskipun kadang-kadang juga berbentuk bulat, Kedua bentuk itu tidak berongga. Helai daunnya tersusun

dalam tiga deretan yang mencapai total 37 daun, serta tidak mempunyai lidah-lidah daun (ligula). Sedangkan ibu tangkai karangan bunganya tidak memiliki buku-buku. Bunganya sering ditemukan dalam wujud anak bulir, Biasanya tertutupi oleh suatu daun pelindung, Diantaranya ialah jenis tumbuhan tekian (*Cyperus rotundus*).

Teki (*Cyperus rotundus*) adalah tanaman yang memiliki batang sepanjang 25 cm, berwujud segi tiga dan Kedudukan daunnya tumpang tindih. Daun-daunnya memiliki panjang antara 5 hingga 20 cm dengan warna hijau tua yang biasa tumbuh dari pangkal tanaman (Hana dan Hifzul, 2018). Kemudian bunga-bunganya menempati ujung batang (inflorescences) dengan tangkai yang berjumlah tiga hingga sembilan, memiliki warna degradasi merah-kecoklatan yang ujung tangkainya berwarna ungu (spikelets).

Setiap *spikelets* memiliki 10-40 bunga, tidak memiliki daun bunga, tetapi terdapat bract kering dengan wujud oval yang dikenal dengan istilah *glumes*. Gulma teki mempunyai rimpang yang menjalar, yang dilapisi oleh modifikasi daun-daun yang berlapis, Awalnya berwarna putih tetapi lama kelamaan menjadi keras dan berwarna cokelat. Rimpang ini juga memiliki kemampuan merubah umbi yang dapat menyimpan makanan serta dapat menghasilkan rimpang baru. Panjang umbinya berkisar antara 1 hingga 3,5 cm berwarna putih, saat masih muda berisi air, namun seiring berjalannya waktu, umbi tersebut mengeras dan berubah warna menjadi cokelat (Al-Snafi, 2016).

Gambar 6 Gulma Teki
(Sumber: Al-Snafi, 2016)

Jukut Pedul (Kyllingia monocephala Rottb.) merupakan tanaman berjenis perennial yang mampu tumbuh sampai mencapai ketinggian kurang lebih 20 cm, Tanaman ini beraroma harum. Pertumbuhannya bisa bergerak optimal jika bertempat di dataran rendah dengan tanah yang lembab, rata-rata ketinggian tumbuhan ini berada 2.600 meter di atas permukaan laut. Jukut Pedul tersebar di seluruh dunia dan dapat ditemukan di wilayah-wilayah tropis dengan suhu yang hangat. Tanaman ini tumbuh berkerumun serta memiliki rimpang pendek yang merayap di bawah permukaan tanah. Daun-daunnya terletak di pangkal batang dan biasanya berjumlah 2-4 helai dengan urutan tulang daun yang simetris (Astari, 2017). Batang Jukut Pedul berwujud segi tiga tajam, sedangkan daunnya hanya berjumlah 2-4 helai pada posisi pangkal batang, berbentuk seperti garis sempit, berwarna hijau tua, serta ukuran lebarnya sekitar 2-4 mm (Jumiarni dan Komalasari,2017).

Gambar 7 Gulma Jukut Pendul
(Sumber: Jumiarni dan Komalasari, 2017)

3. Gulma Berdaun Lebar (*broad leaves*)

Gulma berdaun lebar (broadleaf) sebagian besar tergolong dalam tumbuhan dikotil, walaupun ada beberapa kelompok yang termasuk dalam monokotil. Karakteristik umum dari gulma berdaun lebar dengan tulang daun yang berbentuk jaringan memiliki tunas-tunas tambahan disekitaran daun. Umumnya batang tersebut bercabang seperti berkayu dengan sifat sukulen. Jenis tumbuhan dalam kelompok ini memiliki bunga-bunga bervariasi, ada yang berkomunal (terdiri dari banyak bunga) maupun tunggal (terdiri dari satu bunga).

Wedusan (Ageratum conyzoides): Tumbuhan ini memiliki ciri-ciri berakar tunggang yang berasal dari keluarga dikotil. Batangnya berwujud bulat dengan menjulai tegak, bercabang, serta terdapat rambut di seluruh sisi batangnya. Wujud daunnya lebar meruncing yang masing-masing sisinya dipenuhi gerigi. Warna bunga ini meliputi putih, biru muda, serta ungu, dengan mahkota menyerupai lonceng yang rata-rata diameternya berukuran 5 hingga 15 mm. Bunga-bunga ini hidup berkomunal yang jumlah masing-masing kelompok terdiri dari 30 bunga.

Gambar 8 Gulma Wedusan
(Sumber: Akbar.,2016)

Kremah (Alternanthera sessilis): Kremah adalah tanaman herba mempunyai batang-batang yang tidak sedikit, Rata-rata ketinggiannya dapat mencapai 1 meter. Tanaman ini juga bisa tumbuh secara merambat dan mengapung. Akarnya berwarna putih kecokelatan dengan akar tunggang panjang, Sementara batangnya memiliki ukuran sekitar 30 cm memanjang. Kedudukan batangnya berbentuk bulat dipenuhi ruas-ruas dengan degradasi warna hijau kekuningan. Daun ini senang berkomunal serta saling berhadapan satu sama lain, kemudian ujung pangkalnya meruncing dengan ukuran 1 sampai 15 cm serta berwarna hijau yang diselimuti rambut-rambut lembut. Struktur daun bertulang model sirip, serta bunganya menyerupai bulir-bulir kecil yang berkelompok di sisi daun pada ujung batang. Batang ini dipenuhi warna putih keunguan yang bagiannya berbentuk silindris. Batang ini bisa berubah warna dan bentuk jika terus bertumbuh, perubahan bentuk itu akan menyerupai lingkaran serta berwarna coklat gelap.

Gambar 9 Gulma Kremah
(Sumber: GISD, 2005)

Bayam Duri (Amaranthus spinosus): merupakan tumbuhan yang daunnya bersifat tunggal serta tumbuh secara bergantian dengan warna corak kehijauan. Bentuk daunnya hampir menyerupai lingkaran sedikit lonjong, Tumbuhan ini berukuran tinggi 1,5-1,6 cm dengan lebar 1 hingga 3 cm. Pucuk daunnya tumpul dengan inang meruncing, kemudian pada bagian sampingnya bergerigi. Struktur tulang daun nampak menonjol, sedangkan tangkai daunnya tidaklah pendek. Di sisi samping daun terdapat duri-duri keras yang mudah lepas. Bunga dari tanaman ini bersifat unisex. Spesies Bunga betina bersanding dalam tukan yang padat serta menyerupai lingkaran tidak sempurna. Sedangkan bunga jantan berwujud bulir-bulir dengan cabang-cabang menghunus dari pangkalnya. Warna tumbuhan ini terdiri dari corak hijau dan putih, Perkembang biakan dimulai melalui biji.

Gambar 10 Gulma Bayan Duri
(Sumber: Aisyah dan Nugroho. 2019)

Krokot (Portulaca oleracea): Tanaman ini memiliki batang berbentuk bulat dengan corak cokelat keunguan, berdaun tunggal yang tumbuh tegak lurus. Batang beserta daunnya berdaging, memiliki wujud bulat seperti telur, dan permukaan daunnya berwarna hijau tua, sementara bagian bawahnya berwarna merah tua. Ujung daunnya berbentuk bulat yang melengkung ke dalam dengan tangkai yang tidak panjang.

Gambar 11 Gulma Krokot
(Sumber: Dalimartha, 2009)

2.2 Pengendalian Gulma

Pengendalian gulma bertujuan untuk mengatur investasi gulma agar tidak menyebabkan kerugian secara ekonomis maupun ekologis. Pilihan metode pengendalian gulma harus mempertimbangkan pengaturan lingkungan agar populasi gulma dapat ditekan seefisien mungkin, tetapi sekaligus tidak sampai membawa dampak negatif secara ekologis yang serius seperti pencemaran lingkungan dan erosi.

1. Pengendalian secara Kimiawi

   Dalam upaya pengendalian gulma di lahan pertanian, salah satu metode yang umum digunakan ialah penggunaan herbisida. Sembodo (2014) mengemukakan bahwa herbisida merupakan senyawa kimia atau organisme

biologis yang mampu menghambat pertumbuhan atau bahkan membunuh tumbuhan. Penggunaan herbisida kimia masih menjadi pilihan populer karena efektivitasnya. Meskipun demikian, penggunaan herbisida kimia secara berkelanjutan dan tidak terkendali dapat memiliki dampak negatif pada perkembangan resistensi gulma, kesehatan manusia, dan lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan alternatif yang lebih ramah lingkungan.

2. Pengendalian secara mekanis

Pemberantasan mekanis adalah metode pemberantasan yang melibatkan penggunaan alat-alat, mulai dari yang sederhana hingga yang canggih. Metode ini mencakup tindakan seperti membabat, mencabut, menginjak, mengerjakan tanah, dan penggunaan api. Perlu diperhatikan bahwa metode ini tidak termasuk penggunaan serasa dan penggenangan, karena kedua metode ini masuk ke dalam kategori pengendalian melalui teknik budi daya. Dengan demikian, dalam pemberantasan mekanis yang dijelaskan, fokusnya adalah pada tindakan-tindakan seperti mencabut, membabat, menginjak, pengerjaan tanah, dan penggunaan api.

2.3 Teknologi Berbasis Unmanned Aerial Vehicle (UAV)

Citra merujuk pada kombinasi elemen-elemen seperti titik, garis, bidang, serta warna yang digunakan untuk membuat representasi visual dari objek fisik atau manusia. Citra juga merupakan representasi gambar yang menyerupai objek aslinya. Kemajuan dalam dunia Citra memungkinkan berbagai jenis data Citra untuk diolah dan dimanipulasi. Sebagai contoh, salah satu kemajuan teknologi komputer yang signifikan yakni pengolahan gambar, yang juga dikenal sebagai

pengolahan Citra. Teknologi kendaraan udara tanpa awak (UAV) atau yang dikenal dengan sebutan *Unmanned Aerial Vehicle*. Pemanfaatan UAV berdampak besar pada produktivitas pertanian di Indonesia, Keberadaan nya bisa mempermudah aktivitas pengolahan lahan dengan lebih efektif dan efisien (Pérez-Ortiz et al., 2016).

Selama tiga dekade terakhir, penggunaan penginderaan jauh telah berpengaruh signifikan pada sektor pertanian global. Namun, sebagian besar penerapan teknologi ini terutama difokuskan pada pemantauan pertumbuhan tanaman. Banyak usaha telah telah ditempuh guna memanfaatkan citra berbasis foto udara dengan resolusi tinggi untuk berbagai tujuan, Diantaranya mengukur parameter seperti indeks vegetasi, tinggi tanaman, hasil budidaya, ukuran luas daun, karakteristik permukaan tanah, biomassa tanah, tingkat stres air, dan bahkan pembuatan model tinggi tajuk tanaman (Pham & Yoshino, 2017).

Penginderaan jauh telah mengubah model pengujian lapangan dalam sektor pertanian di seluruh dunia. Untuk memantau populasi tanaman, *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) telah menjadi alat yang sangat berguna. UAV dilengkapi dengan kamera multispektral yang memungkinkan pengambilan gambar lewat jalur udara yang nantinya diolah menjadi orthomosaic. Penggunaan UAV bertujuan untuk memantau produktivitas tanaman dan mengambil gambar dari ketinggian, kemudian gambar-gambar tersebut disimpan untuk analisis lebih lanjut. Kondisi itu ditempuh karena pengamatan manusia terbatas hanya pada indikator tertentu, sehingga tidak dapat mencangkup referensi sepenuhnya. Oleh karena itu, pengambilan citra foto dilakukan untuk mendapatkan gambar-gambar

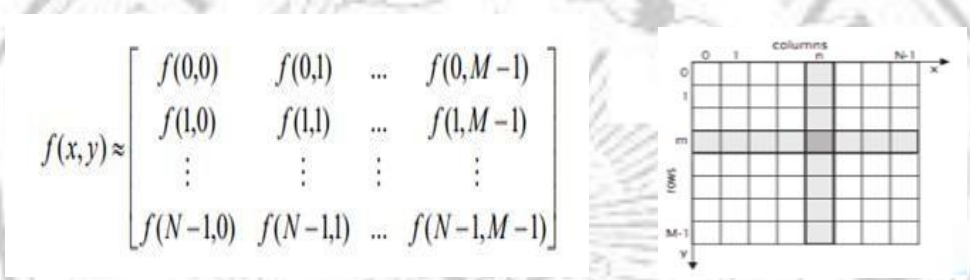
yang sesuai dengan prinsip ilmiah. Analisis gambar ini memberikan kemudahan dan menghasilkan banyak informasi metrik tentang posisi, ukuran, dan hubungan antar objek. Mata manusia seringkali melibatkan presisi subjektif, sehingga penilaian tentang tingkat penutupan tanah dalam sistem pertanian hanya bisa diperkirakan secara relatif dibandingkan dengan penggunaan citra (Gnädinger & Schmidhalter, 2017).

Penting untuk memberikan perhatian khusus pada sistem *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) karena sistem ini memiliki dampak besar pada gambar yang dihasilkan. *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) dan sensor yang digunakan akan difokuskan pada pengambilan objek, yang nantinya akan digunakan sebagai bahan mentah untuk membuat *orthomosaic*. *Orthomosaic* adalah gabungan dari beberapa gambar yang digabungkan menjadi satu gambar berdimensi dua, yang juga dikenal sebagai sistem pemetaan dua dimensi. Aplikasi pemetaan dua dimensi adalah aplikasi premium yang mampu mengolah data dan gambar yang diambil oleh *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) untuk menghasilkan produk digital fotogrametri seperti model 3D dan *orthophoto* yang dapat digunakan untuk visualisasi dan analisis. Gambar *orthomosaic* ini kemudian dianalisis menggunakan perangkat lunak aplikasi yang disebut Metasift (Pham & Yoshino, 2017).

1. Pixel

   Pixel, singkatan dari *"picture element,"* sering disebut juga sebagai "pel." Pixel adalah titik individual dalam grid berbentuk persegi panjang atau dalam jumlah ribuan yang, ketika digabungkan, membentuk suatu gambar atau

citra yang ditampilkan di layar komputer atau dicetak oleh printer (Rinaldi Munir, Dalam Ardiansyah, 2018). Pada citra berwarna, setiap pixel mewakili kombinasi tiga warna dasar, yaitu Merah (Red), Hijau (Green), dan Biru (Blue), yang biasa disingkat sebagai RGB. Setiap warna dasar tersimpan sebanyak 8 bit, menerangkan bahwa masing-masing warna memiliki 255 tingkat kecerahan atau corak warna. Dengan demikian, setiap pixel dalam citra berwarna ini dapat memiliki hingga 256 x 256 x 256 = 16 juta lebih variasi warna. Oleh karena itu, format ini dikenal sebagai *"true color"* karena mampu mereproduksi sebagian besar warna di alam bebas.



Gambar 12 Ilustrasi koordinat suatu piksel dari sebuah gambar (Sumber : Rinaldi Munir, Dalam Ardiansyah, 2018).

Sebuah potret digital bisa merepresentasikan dalam bentuk matriks dua dimensi f(x, y), yang terdiri dari M kolom dan N baris. Dalam matriks ini, perpotongan antara kolom dan baris disebut piksel, yang merupakan elemen terkecil dari citra tersebut (pixel adalah singkatan dari picture element). Untuk menggambarkan koordinat piksel dalam sebuah gambar, biasanya menggunakan x untuk menyatakan baris dan y untuk menyatakan kolom. Suatu citra f(x, y) dalam bahasa matematis dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$0 \leq x \leq M-1$$

$$0 \leq y \leq N-1$$

2. Kontras

Contrast Stretching, dikenal juga sebagai normalisasi, yaitu sebuah metode yang sangat berguna dalam meningkatkan kontras citra, terutama pada citra yang memiliki kontras rendah (Putra, 2010). Teknik *Contrast Stretching*, yang biasa dikenal sebagai normalisasi, iyalah cara untuk meningkatkan kualitas citra dengan merentangkan rentang nilai intensitas citra sehingga cocok dengan rentang intensitas yang diinginkan, seperti mengatur nilai piksel agar mencakup seluruh rentang yang dimungkinkan sesuai dengan jenis citra (Fisher, dalam Nurliadi, 2016).

Kontras dalam sebuah citra merujuk pada sebaran piksel yang mencakup tingkat kecerahan dan kegelapan dalam gambar tersebut. Citra dapat diklasifikasikan ke dalam tiga kategori kontras, yaitu citra dengan kontras rendah *(low contrast),* citra dengan kontras baik atau normal (*good contrast* atau normal contrast), dan citra dengan kontras tinggi *(high contrast)*. Ketiga kategori ini biasanya dapat dibedakan dengan mudah secara intuitif. Pada teknik *Contrast Stretching,* Persepsi awalnya menyatakan bahwa citra memiliki rentang nilai keabu-abuan yang berkisar antara 0 hingga 255. Pada gambar 2.2, r merujuk pada tingkat keabu-abuan citra sebelum proses, sedangkan s merujuk pada tingkat keabu-abuan citra setelah proses. Titik (r1, s1) dan (r2, s2) digunakan untuk mengatur transformasi yang akan membentuk sebaran tingkat keabu-abuan dalam citra yang dihasilkan. Apabila r1=s1 dan r2=s2, maka transformasi tersebut akan berupa garis lurus, yang berarti tidak ada perubahan pada tingkat keabu-abuan pada citra yang dihasilkan.

Kontras citra mengacu pada sebaran antara tingkat kecerahan ataupun kegelapan. Suatu citra berwarna abu-abu dikatakan memiliki kontras rendah jika sebaran warnanya cenderung terbatas dalam jangkauan tingkat kecerahan yang sempit. Sebaliknya, citra memiliki kontras tinggi jika tingkat kecerahan lebih merata dan tersebar secara luas. Pengukuran kontras dapat dilakukan dengan membandingkan perbedaan antara nilai kecerahan tertinggi dan nilai kecerahan terendah yang terdapat dalam piksel-piksel citra tersebut (Abdul Kadir & Adhi Susanto, 2013).

3. Resolusi

Resolusi adalah ukuran yang mengindikasikan seberapa banyak titik yang terdapat dalam setiap satuan panjang pada suatu citra. Tingkat resolusi citra mencerminkan tingkat detail yang terdapat dalam citra tersebut, dan semakin tinggi resolusi citra, maka tingkat detail atau ketajamannya akan semakin tinggi pula. Resolusi tinggi memungkinkan pengambilan informasi yang lebih rinci dalam analisis citra, namun juga akan menghasilkan ukuran data citra yang lebih besar. Sebagai contoh, citra drone dengan resolusi 5cm akan memiliki ukuran data yang 20 kali lebih besar dibandingkan dengan citra satelit beresolusi 50 cm (Ruwaimana, 2016).

2.3.1 Foto Citra Digital

Terdapat beberapa item format citra yang dipakai guna pengolahan citra foto udara, yang meliputi:

1. RGB (*Red, Green, Blue*): Citra warna RGB terdiri dari tiga saluran warna utama, yaitu merah (Red), hijau (Green), dan biru (Blue). Setiap piksel pada

citra ini memiliki nilai warna dalam rentang 0 hingga 255 untuk masing-masing saluran warna. Dengan kombinasi saluran ini, citra RGB memiliki lebih dari 16 juta variasi warna yang berbeda, sehingga cocok untuk merepresentasikan gambar dengan warna-warna yang beragam.

2. *Panchromatic*: Citra pankromatik merupakan citra yang memakai banyak spektrum dan umumnya menampilkan gambar dalam spektrum yang dapat dilihat oleh mata manusia, mulai dari warna merah hingga ungu. Citra ini bermanfaat dalam mendeteksi pencemaran air, penyerapan air tanah, kerusakan banjir, dan penelitian air permukaan. Misalnya, pada satelit Landsat, citra pankromatik terletak pada Band 8 dengan spasial 15 meter dari permukaan bumi.
3. *Multispectral*: Citra multispektral terdiri dari lebih dari satu saluran atau spektrum. Berbeda dengan citra beresolusi tinggi yang biasanya memiliki satu saluran spektrum yang lebar, citra multispektral memiliki saluran yang lebih sempit dan sensitif terhadap objek tertentu. Citra multispektral digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik dan kenampakan objek yang berbeda dalam citra.
4. *Infrared*: Citra Infrared adalah citra yang merekam panjang gelombang cahaya yang tidak terlihat oleh mata manusia. Citra ini digunakan untuk mengekstrak informasi dari objek yang tidak terlihat dalam citra warna, seperti vegetasi atau kondisi tanah.
5. *Hyper-spectral*: Citra hiperspektral adalah pengembangan dari teknologi multispektral yang memiliki ratusan saluran spektrum yang sempit. Citra ini

mampu menyajikan informasi spektral yang kontinu pada setiap objek yang diamati, memberikan detail yang sangat tinggi dalam menghitung variabel-variabel biofisik tanaman dan objek lainnya.

6. Thermal: Citra termal menyajikan informasi tentang suhu permukaan dalam wilayah yang heterogen, termasuk wilayah perkotaan. Ini memungkinkan pengamatan suhu yang tidak mungkin dilakukan dengan mata manusia atau citra konvensional.
7. LiDAR (*Light Detection and Ranging*): LiDAR adalah metode non-kontak yang menggunakan sinar laser berdetak untuk mengukur jarak dan properti lain dari target. Citra LiDAR digunakan untuk mengukur ketinggian objek dalam citra dan menciptakan model 3D dari permukaan bumi. Ini sering digunakan dalam bidang arkeologi untuk mendeteksi struktur di bawah lapisan tanah.

2.3.2 Jenis-Jenis Citra

Jenis-jenis foto udara dibagi berdasarkan sensitivitas filmnya, yang terdiri dari delapan komponen yakni. Pertama, Foto ultraviolet, yaitu foto udara yang sensitif terhadap sinar ultraviolet, yang berada di luar spektrum cahaya terlihat oleh mata manusia. Kedua, Foto ortokromatik, yakni foto udara yang sensitif terhadap seluruh spektrum cahaya terlihat, kecuali sinar merah. Ketiga foto pankromatik hitam putih, yakni foto udara yang sensitif terhadap seluruh spektrum cahaya terlihat dan dihasilkan dalam skala abu-abu. Keempat, Foto pankromatik berwarna, yaitu foto udara yang sensitif terhadap seluruh spektrum cahaya terlihat dan dihasilkan dalam warna. Kelima, Foto inframerah hitam putih,

yakni foto udara yang sensitif terhadap sinar inframerah dan dihasilkan dalam skala abu-abu. Keenam, Foto inframerah berwarna, yaitu Foto udara yang sensitif terhadap sinar inframerah dan dihasilkan dalam warna. Ketujuh, Foto multispectral, yakni foto udara yang menggunakan beberapa saluran spektrum untuk mendapatkan informasi yang lebih kaya tentang objek dan permukaan yang diamati. Delapan, Foto-foto lainnya, Jenis foto udara lainnya yang dapat memiliki karakteristik sensitivitas yang berbeda sesuai dengan kebutuhan pengambilan gambar.

1. Foto Ultraviolet

   Sebagian besar energi elektromagnetik yang berasal dari matahari terhalangi oleh atmosfer. Dari seluruh energi matahari yang mencapai permukaan bumi, hanya sekitar 10% yang merupakan bagian dari spektrum ultraviolet. Sebagian besar, sekitar 50%, adalah bagian dari spektrum tampak, dan 40% sisanya terdispersi dalam berbagai lapisan atmosfer. Perlu dicatat bahwa spektrum ultraviolet bereaksi berhamburan lebih besar dari pada spektrum tampak dan inframerah. Namun, ada keterbatasan dalam penggunaan spektrum ultraviolet dalam penginderaan jauh, terutama pada panjang gelombang yang lebih panjang, yaitu pada spektrum ultraviolet lebih dekat dengan ruas gelombang antara 0,3 μm sampai 0,4 μm..

2. Foto Ortokromatik

   Foto ortokromatik menggunakan film ortokromatik memiliki sensor terhadap panjang gelombang mulai dari 0,4 μm hingga 0,56 μm. Sensor ini berbeda dengan film pankromatik maupun film inframerah. Perbedaan ini

terletak pada tingkatan sensor yang berguna untuk lebih mudah mengidentifikasi melalui penggunaan foto yang direkam pada frekuensi gelombang tersebut. Terdapat dua manfaat utama dari foto ortokromatik, yang pertama adalah dalam pengambilan gambar pada wilayah pantai, penggunaan film ini peka terhadap objek di bawah permukaan air hingga kedalaman yang lebih jauh dibandingkan dengan jenis film yang memiliki kepekaan berbeda. Manfaat kedua adalah kemampuannya untuk mengidentifikasi objek di dasar perairan pantai atau laut yang dangkal.

3. Foto pankromatik hitam putih

   Foto pankromatik yang sangat kontras, sekali lagi, direkam menggunakan rentang semu dengan frekuensi antara 0,4 µm hingga 0,7 µm. Khasiat dan keunggulannya antara lain:

   a. Foto-foto ini menghasilkan berbagai kesan yang serupa dengan yang dilihat oleh mata alami, mengingat kesadaran terhadap film berada pada tingkat yang sama dengan kesadaran mata alami.
   b. Memiliki jangkauan spasial yang tinggi, sehingga dapat melihat benda-benda kecil.
   c. Kestabilan lapisannya sangat bagus, sehingga sering digunakan dalam fotogrametri.
   d. Film jenis ini telah maju dan umumnya digunakan dalam berbagai aplikasi.

4. Foto pankromatik berwarna

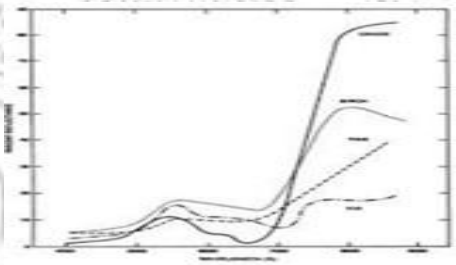
Keterbatasan kemampuan manusia untuk membedakan objek berwarna hitam-putih sekitar 200 tingkat warna (rona), Namun kemampuan panca indera kita bisa membedakan sekitar 20.000 warna saat melihat objek atau gambar berwarna, maka perbandingannya adalah 1:100. Inilah mengapa foto pankromatik berwarna memiliki keunggulan, karena mampu menyampaikan lebih banyak informasi daripada foto pankromatik hitam putih. Hal ini disebabkan karena gambar berwarna lebih mendekati penampilan asli objek, sehingga lebih mudah dikenali.

5. Foto Inframerah Hitam Putih

Foto inframerah hitam putih dikerjakan melalui spektrum inframerah dekat dengan besar frekuensi gelombang antara 0,9 µm hingga 1,2 µm.

Keunggulan Foto inframerah hitam putih sebagai berikut

a. Karakteristik pantulan khas pada objek vegetasi. (perhatikan gambar 5)



Gambar 13 Kurva Pantulan Rumput
(Sumber: Borangasser et al., 2008)

b. Daya masuknya yang sangat tinggi untuk kabut tipis ternyata sangat terlihat ketika dikontraskan dan dalam kisaran yang terlihat. Dengan teknik ini, Proses memotret dalam iklim atmosfer yang buruk masih bisa

dikerjakan, Bahkan bisa menghadirkan film inframerah kontras tinggi atau menciptakan gambaran item bagus.

c. Semakin besar kemampuan retensi air berarti gambaran objek air dalam foto inframerah yang sangat kontras maka akan terlihat sangat kusam. Manfaat ini sering dimanfaatkan dalam bidang hidrologi.

d. Film inframerah memiliki tingkat respons yang mencakup saluran hingga mendekati terang, sehingga dapat digunakan dalam pengambilan gambar hanya dengan saluran inframerah.

e. Berbagai foto inframerah dibuat menggunakan frekuensi hingga 0,9 µm. Foto variasi inframerah sering disinggung sebagai foto variasi yang menyesatkan karena variasi yang terekam dari produk tidak sama dengan warna produk aslinya. Pemanfaatan utama berbagai foto inframerah adalah untuk memisahkan tanaman yang sehat dari tanaman yang tidak sehat, yang seharusnya terlihat pada lengkungan reflektansi tanaman yang sehat dan yang sakit seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.

Gambar 14 Kurva Pantulan Padi Sehat dan Padi Terserang Penyakit
(Sumber gambar: http://www.rsacl.co.uk/rs.html)

Selain manfaat mengenali tanaman keras dan mati, foto inframerah variasi memiliki tiga manfaat dalam penggunaannya, yaitu:

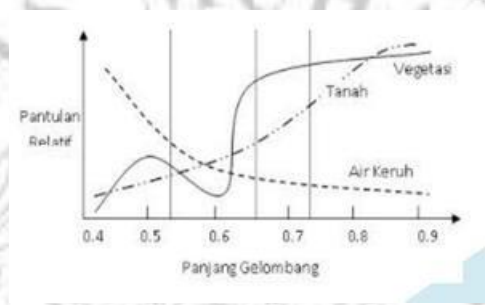
1) Lebih merepresentasikan informasi kota, karena dapat memberikan informasi yang lebih pasti, misalnya denah bangunan, bentuk atap, bahan bangunan, kondisi jalan, dan keadaan permukaan tanah.
2) berguna untuk memusatkan perhatian pada sifat permukiman, khususnya untuk menilai tujuh faktor ekologi, khususnya: pemberhentian jalan, lebar jalan, kelas jalan, kemacetan, akses ke pekarangan, tanah jalan, dan anomali jalan serta kantor pemberhentian.
3) Dalam mengevaluasi rumah pribadi, jenis dan kondisi atap, konstruksinya, luas ruangan dan keberadaan vegetasi di iklim pribadi juga dapat disurvei.

6. Foto Multispektral

Foto multispektral adalah hasil deteksi jarak jauh multispektral. Menurut Rehder (dalam Patterson dan Rehder, 1985) pendeteksian jarak jauh multispektral adalah pendeteksian jarak jauh yang menggunakan lebih dari satu rentang dimana pendeteksian dilakukan secara bersamaan dan dari tempat dan tingkat yang sama. Sensornya adalah kamera multi-fokus atau kamera soliter dengan titik fokus berbeda. Foto multispektral menggunakan empat kumpulan saluran yaitu: (a) saluran biru (0.4 µm-0.5 µm), (b) saluran hijau (0.5 µm) -0,6 µm), (c) saluran merah (0,6 µm - 0,7 µm), dan (d) saluran inframerah (0,7 µm-1,1 µm).

Manfaat utama fotografi multispektral terletak pada kemampuannya untuk mempertajam perbedaan variasi antara setidaknya dua objek. Pengasahan nada pada foto multispektral dapat dimanfaatkan untuk: (a) persepsi visual tanpa perubahan, (b) persepsi visual dengan persepsi ulang, dan (c) persepsi visual dengan saksi mata yang luar biasa.

Perhatikan gambar 7 yang terdiri dari saluran 0,4 µm hingga 1,1 µm (multispektral) untuk pengenalan objek air, tanah, dan vegetasi.



Gambar 15 Kurva pantulan tanah, Air dan Vegetasi sehat
(Sumber: raharjabayu.wordpress.com)

7. Foto Lain

Pada materi ini akan diperkenalkan tiga jenis foto, yaitu: foto strip, foto keseluruhan, serta foto satelit.

a. Strip Foto ini diambil menggunakan pesawat yang terbang rendah dengan kecepatan terbang tinggi, ini direncanakan untuk mengumpulkan data untuk keperluan militer dengan cepat.

b. Semua foto di sekelilingnya Semua foto di sekelilingnya Semua foto di sekelilingnya juga dibuat untuk tujuan militer. Foto diambil dengan kamera yang terus ke segala arah pesawat serta posisi berlawanan dengan pesawat.

c. Foto satelit Foto satelit Foto diambil dari satelit, termasuk satelit Merkurius, Gemini, Apollo, Universe, dan Skylab, khususnya dari tahun 1957 hingga tahun 1970 an, lebih dari 1.000.000 foto satelit telah dibuat.

2.3.3 Proses Perekaman Citra Digital

Deteksi jarak jauh merupakan suatu gerakan untuk membedakan dan memecah objek atau penampakan dengan melibatkan sensor pada posisi persepsi pada wilayah peninjauan. Perencanaan penggunaan UAV dilakukan dengan menggunakan kombinasi pengontrol dan lewat suatu program yang dimasukkan pada internal pesawat.

1. Persiapan

   Pengaturan yang perlu dilakukan antara lain penentuan lokasi dan musim perekaman. Waktu perekaman yang disarankan adalah pada hari yang cerah dengan matahari tepat di atas untuk membatasi bayangan. Hal-hal yang harus diperhatikan sebelum mengambil gambar antara lain:

   a. Posisi kamera harus menghadap ke atas (berlawanan dengan permukaan dunia)
   b. Ketinggian terbang pesawat pasti mempengaruhi rincian item-item yang berhasil diidentifikasi.
   c. Cross-over antar foto, yang dibedakan menjadi front cross-over (antara foto-foto di jalur terbang) dan side cross-over (antara foto-foto antar flight way)
   d. Aksesibilitas sumber tenaga selama pengambilan gambar sistem yang sudah dimodifikasi secara lugas.

2. Kalibrasi dan Pengaturan Kamera

Penyelarasan kamera adalah metode yang terlibat untuk mendapatkan batas-batas yang melekat pada sisi luar kamera. Batasan karakteristik mencakup geometri bagian dalam kamera dan batas optik, misalnya, panjang pusat, koefisien puntiran titik fokus, faktor skala yang tidak dapat dinilai, dan arah gambar yang dimulai pada PC. Batas pembengkokan, termasuk liuk spiral dan puntiran asing (decentring), serta batas titik fokus. Lainnya, termasuk jarak utama (c), serta titik fokus fidusia foto. Dalam Pemrograman Austalis, model penyesuaian terdiri dari komponen arah dalam (xo, yo, c), koefisien tekuk titik fokus (K1, K2, K3, P1 dan P2) serta koefisien untuk penskalaan kontras dan non-simetri antara X dan dan tomahawk (b1, b2). Memutar titik fokus dapat membuat fokus pada foto bergeser dari posisi aslinya. Batasan luar mencakup perbandingan arah posisi kamera dengan kerangka arah dunia. Ini mencakup tiga poin Euler dan tiga batasan interpretasi. Ada berbagai macam prosedur penyesuaian kamera, secara fungsional metode penyelarasan kamera dilakukan dengan 3 model (Stensaas, 2007):

a. Penyesuaian di Lapangan: Penyesuaian di Lapangan adalah metodologi lapangan yang memerlukan pergerakan target/penanda yang berada pada posisi yang telah ditentukan dan sesuai dengan stasiun kamera untuk diperkirakan secara tepat dan tepat. Dalam desain ini, kamera harus diatur dengan perlengkapan yang luar biasa seperti kompartemen yang layak, sehingga arah stasiun kamera seharusnya tepat dengan arah objektif. Hal

ini memungkinkan panjang pusat yang disesuaikan (CFL) dan area langsung utama yang masih berada di udara serta titik fokus yang memutar batas berfungsi dengan baik.

b. *In-Flight Adjustment*: teknik ini memanfaatkan metodologi saat pesawat yang membawa kamera sedang mengambil foto. Strategi ini menjadi lebih membumi karena kemajuan dalam prosedur GPS udara yang memungkinkan petunjuk arah di stasiun kamera menjadi tepat setiap kali pengambilan gambar diambil. Teknik In-Fligt juga dapat disimpulkan menjadi fokus-fokus yang batas-batas penyelarasannya belum sepenuhnya ditetapkan sebelumnya, sehingga cenderung digabungkan dengan foto-foto yang diambil pada saat pekerjaan sebenarnya.

c. Penyelarasan fasilitas penelitian: Penyelarasan lab adalah kelas laboratorium pengujian. Pengujian adalah tindakan khusus untuk menentukan sifat atau kualitas suatu perangkat. Fasilitas penelitian pengujian merupakan tempat untuk melakukan pengujian agar diperoleh sifat dan kualitas suatu gadget (Hadi, 2018)

3. Penentuan GCP dan ICP

Ground Control Point (GCP) merupakan titik kontrol tanah, titik awal area yang diketahui atau dibedakan dalam ruang nyata (di atas tanah), dan GCP difungsikan untuk memeriksa tempat titik pandu. Kemampuan GCP sebagai titik tipikal antara kerangka koordinat panduan dan kerangka koordinat foto. Dalam proses orthorektifikasi citra satelit ini, digunakan fokus kendali tanah atau Ground Control Focuses (GCP) untuk rektifikasi matematis

posisi x dan y. GCP berperan penting dalam menyesuaikan informasi dan mengerjakan gambaran umum. Tingkat ketepatan titik kontrol di darat sangat tergantung pada jenis GPS yang digunakan dan jumlah contoh langsung relatif terhadap wilayah dan musim pengambilan (Hasyim 2009). Fokus pengangkutan atau kendali darat GCP. Titik ini merupakan titik kendali tanah yang digunakan dalam rektifikasi gambar orthorektifikasi. Keadaan untuk memutuskan penyebaran fokus pengendalian darat adalah sebagai berikut:

a. Di sisi tepi wilayah gambar
b. Sekitar/tempat kejadian
c. Di wilayah garis/silang pada adegan gambar
d. Tersebar merata di wilayah gambar
e. Mengubah kondisi wilayah

Free Designated Spot (ICP) merupakan titik uji ketepatan pengendalian kualitas suatu barang dengan membedakan arah model dan arah asli. Pemilihan GCP dan ICP sendiri dilakukan dengan melihat letak item-item yang memiliki highlight teratur yang jelas, misalnya konvergensi sawah, sudut bangunan, dll. Item tersebut harus terlihat jelas di gambar, atau di lapangan tanpa pencegah, misalnya ditutupi oleh pepohonan. Titik uji dispersi atau ketepatan ICP merupakan titik kontrol tanah yang akan digunakan sebagai titik uji hasil orthorektifikasi. Pentingnya peredaran ICP adalah bahwa benda-benda yang digunakan sebagai titik uji harus mempunyai distribusi yang merata di seluruh area yang akan diuji.

4. Perekaman Kamera

Penanganan gambar terkomputerisasi (Computerized Picture Handling) adalah bidang ilmu yang berkonsentrasi pada bagaimana sebuah gambar dibingkai, ditangani, dan diselidiki untuk menghasilkan data yang dapat dipahami masyarakat. Gambar yang terkomputerisasi adalah gambaran kemampuan gerak cahaya dalam struktur diskrit pada bidang dua lapis. Gambar dibuat dari bermacam-macam piksel (komponen gambar) yang memiliki fasilitas (x, y) dan kecukupan f(x, y). Arah (x, y) menunjukkan luas atau posisi piksel dalam suatu gambar, sedangkan kelimpahan f(x, y) menunjukkan nilai variasi nilai gambar tersebut.

5. Kecepatan Terbang

Kecepatan terbang mempengaruhi sifat gambar yang diambil karena menentukan nilai kecepatan layar yang akan digunakan untuk menghindari nilai Poin (Gerakan Gambar Jelas) yang besar. Nilai AIM yang sangat besar dapat membuat objek dalam foto menjadi kabur dan hasil ortofoto menjadi sulit diuraikan karena perkembangan, sehingga mempersepsikan item dalam foto ternyata lebih merepotkan. Untuk menjauhkan diri dari nilai AIM yang besar, penting untuk menetapkan kecepatan penerbangan yang konsisten antara 10 m / s hingga 15 m / s (Rosaji et al., 2015)

6. Ketinggian Terbang

Ketinggian terbang diubah sesuai dengan kualitas hasil rekaman yang bagus. Ketinggian terbang robot sangat mempengaruhi hasil perekaman karena jarak antara sensor perekam (kamera) dengan objek bisa semakin jauh,

hal ini membuat target spasial menjadi lebih rendah. Selain itu ketinggian terbang juga mempengaruhi wilayah yang dapat diambil oleh sensor, semakin tinggi maka semakin luas wilayah yang diambil, misalnya robot DJI Ghost 4 Ace terbang pada ketinggian 100 m di atas. Di permukaan, sensor dapat mencakup area seluas 15-20 m. ha (Ikhwan et al, 2021).

Ketinggian terbang tersebut bergantung pada alasan pengumpulan informasi, jika syarat pengumpulan informasi adalah untuk mendapatkan wilayah seluas mungkin maka robot dapat diterbangkan pada ketinggian lebih dari 150 m dengan izin terbang dari yang bersangkutan. Namun apabila syarat pengumpulan informasi adalah untuk mendapatkan kualitas gambar yang paling ideal, maka ketinggian terbangnya ditentukan di bawah 120 m (Syauqani et al., 2017).

7. Cuaca

Pola cuaca di wilayah perekaman sangat mempengaruhi hasil perekaman. Drone pada dasarnya adalah kendaraan terbang yang dapat terbang di bawah kabut, namun di wilayah tertentu drone dapat tertutup kabut dan asap. Di wilayah tertentu dapat terjadi angin kencang yang dapat mempengaruhi pengambilan foto dan dapat membahayakan robot. Kesempatan terbaik untuk merekam gambar dari ketinggian adalah saat cuaca cerah dengan posisi matahari tegak untuk menghindari bayangan (Meiarti dkk., 2019).

8. Topografi Area Penerbangan

Pentingnya memperhatikan geografi wilayah pengambilan gambar karena wilayah yang tinggi membuat akses sulit untuk mencapai wilayah penerbangan yang ideal. Area penerbangan di geografi yang curam mengharuskan sorotan penerbangan pesawat berada pada panduan terdekat guna mengurangi resiko hambatan yang dialami robot. Selain itu, daerah yang curam dapat menyebabkan liuk-liuk wilayah pada hasil ortofoto. Mutilasi lanskap disebabkan oleh perbedaan tingkat yang tajam antara satu tempat dengan tempat lainnya. Hal ini dapat dihindari dengan memperluas cross-over, memperluas ketinggian terbang untuk mendapatkan wilayah yang lebih luas, dan menurunkan kecepatan terbang untuk meningkatkan kuantitas foto yang diambil (Radiansyah, 2017).

9. Overlap

Overlap dalam fotografi ketinggian adalah apa yang terjadi ketika sebuah foto mencakup bagian wilayah yang sama dengan foto lain pada jalur penerbangan yang sama. Hal ini menjamin bahwa semua aspek area yang ditangkap dalam setiap foto terlihat jelas dari beberapa sudut pandang yang unik. Sidelap, sekali lagi, adalah persilangan antara setidaknya dua foto aeronautika yang diikuti pada jalur penerbangan yang sama (Wolf et al., 2014). Merekam foto halus dengan robot pada umumnya menghasilkan cross-over yang terdiri dari sidelap dan front lap sebesar 70%. Seberapa besar manfaat cross-over untuk menghindari lubang atau ruang kosong pada hasil ortofoto terakhir (Ikhwan at al., 2021)

Elemen-elemen di atas dapat diatasi dengan beberapa prosedur pencatatan, misalnya mengatur ketinggian terbang di bawah 150 m untuk mendapatkan sasaran spasial yang bagus, kecepatan terbang berlari antara 10-15 m/s yang dapat menghindari nilai Poin yang sangat besar dan memanfaatkan cross yang sangat besar. -nilai lebih (>60%) untuk menghindari ruang kosong pada hasil ortofoto terakhir (Agustina, 2021). Selain itu, dengan memanfaatkan program pihak ketiga, misalnya, DroneDeploy dapat membuat cara yang paling umum dalam merekam gambar penerbangan menjadi lebih mudah karena DroneDeploy memiliki beberapa keunggulan, misalnya mudah digunakan, mirip dengan berbagai jenis robot, dan mempunyai pilihan untuk melakukan flight way dan penerbangan secara alami (Yulianandha Mabrur, 2019). Cara paling umum untuk merekam simbolisme tinggi dimulai dengan mengkoordinasikan perangkat lunak DroneDeploy dengan robot yang dipergunakan, membuat Nama proyek, kemudian menentukan arah, arah, dan ketinggian terbang. Setelah menempuh perjalanan dan masih di udara, barulah pada saat itu tentukan kuantitas foto yang telah dipilih.

2.3.4 Proses Pengolahan Citra Udara

Rekreasi 3D merupakan solusi menyalin benda asli dalam kenyataan ke dalam struktur komputerisasi tiga lapis. Rekreasi 3D adalah salah satu bidang utama visi PC, bagaimana strategi visual terjadi pada manusia, dan bagaimana PC mendapatkannya dan memutar data ini dalam kebijaksanaan ruang 3D sehubungan dengan volume suatu artikel atau artikel yang dilihat. Melalui 3D Remaking, PC dapat menentukan profil informasi dalam tipe tiga lapis suatu item

dan menghasilkan model jaringan segitiga yang memiliki bentuk dan volume seperti artikel sebenarnya yang sedang diperhatikan. Pembuatan ulang 3D dengan kumpulan gambar memiliki dua strategi unik dalam kaitannya dengan komunikasi dengan objek yang diperhatikan, yaitu teknik dinamis dan laten. Dalam ujian ini, kami menggunakan teknik *Construction From Movement* (SFM),

Structure From Movement (SFM) adalah suatu prosedur penilaian desain 3D dari sekumpulan gambar yang pengembangan strukturnya (gambar penutup) atau dalam artian terdapat beberapa titik fokus elemen yang cocok di antara gambar-gambar tersebut sehingga susunan gambar dapat ditangani. Tahapan ini merupakan bagian utama dalam menyelesaikan siklus reproduksi 3D untuk menghasilkan model yang presisi. SFM merupakan perkembangan dari Penanganan Gambar, misalnya Pengenalan Elemen, Koordinasi Sorotan, Triangulasi, dan Perubahan Grup. Siklus ini memerlukan batasan Natural dan Extraneous dari kamera. Batas alami biasanya terekam dalam penentuan kamera, namun dalam situasi tertentu di mana data aktris dari kumpulan gambar tidak jelas, untuk menentukan batas karakteristik kamera, siklus Penyesuaian Kamera dapat dilakukan untuk mencapai tujuan ini. Strategi Penyesuaian Kamera yang sangat terkenal adalah teknik *Chessboard Recognition*. Hal ini dapat dilakukan dengan mengenali desain kotak-kotak dalam sekumpulan gambar pada berbagai jarak dan titik. Siklus ini hanya boleh dilakukan satu kali pada batas kamera yang tidak jelas (data exif).

1. *Alignment Photo*

Arrangement Photograph, interaksi ini diselesaikan dengan menggunakan pemrograman Agisoft Metashape dan menghasilkan titik-titik pengikat yang telah dikenali sehingga menggunakan perhitungan. Perhitungan ini akan bekerja untuk melihat fokus yang memiliki nilai piksel serupa dan akan mendemonstrasikannya ke dalam model 3 (Tiga) Lapis. Dalam menangani informasi ini, Penataan Foto dilakukan dengan ketelitian sedang, mencentang kotak Agenda Pra Seleksi Non Eksklusif dan Agenda Pra Seleksi Referensi, Batas Edisi Pusat; 60.000, Titik Putus Tie Point; 0 dan centang kotak Agenda pemasangan model kamera serbaguna.

Gambar 16 Hasil *Alignment Photo pada Agisoft*
(Sumber: Aditya and Ihsan. 2020)

2. *Build Dense Clouds*

Fabrikasi Kabut Tebal, interaksi ini merupakan kelanjutan dari siklus sebelumnya, khususnya Foto Penataan. Fabrikasi Kabut Tebal menggabungkan fokus-fokus yang telah dihasilkan oleh Arrangement Photograph dengan cara menyisipkan fokus-fokus tersebut hingga membentuk objek 3 Lapis yang masih berupa titik kabut. Karena proses Form Thick Cloud, titik kabut yang menyimpang jauh dari objek utama akan dihapus menggunakan Rectangular Choice. Pengaturan yang digunakan saat

menangani Assemble Thick Mists adalah Quality; Tinggi, Kedalaman Pemisahan; Kuat dan mencentang kotak Agenda; Hitung nada titik. Akibat dari Fabrikasi Kabut Tebal yang sangat besar juga akan mempermudah penanganan pada Penampang Bentuk karena pada siklus ini kabut titik digunakan sebagai sumber informasi untuk menambah atau memperbanyaknya sehingga menjadi 3 (Tiga) Struktur Berlapis. Pembuatan Kabut Tebal yang bagus akan menghasilkan benda.

Gambar 17 Hasil pengolahan *Build Dense Clouds* dan filterisasi pada Agis*oft Metashape* (Sumber: Aditya and Ihsan. 2020).

3. Build Mesh

Construct Lattice merupakan siklus terakhir dalam pemrograman Agisoft Metashape dengan memperkenalkan dan membuat ulang berbagai macam fokus pengikat atau kabut tebal untuk membentuk suatu wilayah permukaan yang saling menutupi. Pengaturan yang digunakan dalam proses Penampang Formulir adalah Sumber informasi; Awan Tebal, Jenis Permukaan; Tidak menentu (3D), Jumlah wajah; Tinggi (7.911.137) Penambahan; Diberdayakan, Kelas Poin; Semua dan mencentang Agenda; Hitung nada titik. Pada tahap ini, 3 (Tiga) item fotogrametri terkomputerisasi berlapis dapat diakses.

Gambar 18 Hasil pengolahan *Build Mesh* pada *Agisoft Metashape*
(Sumber: Aditya and Ihsan. 2020).

4. Build Texture

Fabrikasi Permukaan, tahap ini membentuk model 3 (Tiga) Lapis dari seluruh wilayah yang disimpan dalam kamera, khususnya item yang akan didemonstrasikan dalam 3 (Tiga) Aspek. Selain itu, Form Surface, pengaturan yang digunakan adalah mode Perencanaan; Ortofoto, Mode Pencampuran; Mosaik, Ukuran/Jumlah Permukaan; 4096x1, kotak agenda; Pengisian pembuka yang diberdayakan dan saluran Ghosting yang Diberdayakan. Hal ini direncanakan untuk menjamin bahwa variasi dan permukaan pada model 3 (Tiga) Lapis tersebut mendekati warna benda nyata yang ada di permukaan dunia.

Gambar 19 Hasil pengolahan *Build Texture* pada *Agisoft Metashape*
(Sumber: Aditya and Ihsan. 2020)

5. Segmentasi

Pembagian dilakukan dalam pemrograman Cloud Contrast dengan mengumpulkan 3 (Tiga) item fotogrametri terkomputerisasi berlapis sehingga saat memotret item menggunakan Expanded Reality (AR) memiliki kualitas yang baik. Akibat dari pembagian dalam penanganan foto adalah soal fotogrametri yang terkomputerisasi 3 (Tiga) Lapis. Butir fotogrametri tingkat lanjut 3 (Tiga) Lapis seperti pada Gambar 8 dibawah ini.

Gambar 20 Hasil pengolahan *Segmentation* pada *Cloud Compare*
(Sumber: Aditya and Ihsan. 2020)

2.3.5 Proses Pengolahan Data

1. Transformasi Data

Perubahan informasi adalah suatu proses mengubah kredit informasi menjadi informasi baru yang dianggap berasal dari struktur lain yang sesuai (Meilina, 2015). Dalam menentukan kelas/nama informasi kedalaman kebutuhan, Anda dapat memanfaatkan proses perubahan informasi. Model karakterisasi yang digunakan dalam menentukan kelas/nama pada kedalaman catatan kemiskinan adalah sebagai berikut (Hendayanti dan Nurhidayati, 2020):

Tabel 1 Penentuan Label/Kelas

Label/Kelas	Indeks Kedalaman Kemiskinan (IKK)
Kelas 0	IKK < Rata-rata
Kelas 1	IKK >= Rata-rata

Berikut merupakan rumus yang dapat digunakan untuk menentukan nilai rata-rata:

$$Rata - rata = \frac{total\ indeks\ kedalaman\ kemiskinan}{banyak\ data}$$

2. Standarisasi Data

Satuan estimasi dalam informasi yang digunakan dapat mempengaruhi pemeriksaan informasi. Misalnya, jika variabel konsumsi per kapita dalam persen dan variabel lama bimbingan belajar dalam tahun, hal ini dapat memberikan hasil yang berbeda. Untuk menghindari masalah ini, penting untuk menyelesaikan siklus normalisasi data yang digunakan. Normalisasi informasi dilakukan dengan mengubah kredit informasi ke skala yang sama (Han dan Kamber, 2013). Berikut resep yang digunakan dalam melakukan normalisasi informasi dengan persamaan:

$$x_{i'} = \frac{x_i - x_{min}}{x_{max} - x_{min}}$$

Keterangan:

xi' : data standarisasi ke-i

xi : data aktual ke –i

$xmax$: nilai maksimal dari data x

$xmin$: nilai minimal dari data x

3. K-Fold Cross Validation

K-Fold Cross Validation merupakan standar penilaian yang dilakukan untuk mengukur kesalahan pameran suatu perhitungan atau model (Sumarlin, 2018). K-*Overlay Cross Approval* adalah metode persetujuan silang yang sering digunakan untuk menentukan nilai k terbaik dalam karakterisasi. Persetujuan Silang K-Overlay diselesaikan dalam proses karakterisasi informasi mendasar yang dipisahkan secara sewenang-wenang menjadi k subset dengan ukuran yang sama berdasarkan kasus per kasus. Ada persetujuan silang, proses persiapan dan pengujian selesai k kali. Pada siklus ke-i, segmen yang diberikan menjadi informasi pengujian dan bagian sisanya menjadi informasi persiapan (Han dan Kamber, 2013). Tingkat presisi tertinggi dijadikan nilai k dalam menentukan k terbaik atau k-ideal (Banjarsari dkk, 2015).

Estimasi ketepatan *k-crease cross agreement* menggunakan kondisi (2.4). Misalnya, saat menguji informasi dari 38 komunitas lokal/perkotaan di Wilayah Jawa Timur, informasi tersebut akan dipisahkan menjadi 10 lipatan persetujuan silang dengan cara yang sama. Kemudian informasi tersebut dieksekusi beberapa kali untuk setiap subset informasi yang berpeluang digunakan sebagai informasi pengujian atau penyiapan informasi. Dalam pengujian dengan informasi yang telah dibagi dan diulang berkali-kali dengan berbagai posisi informasi pengujian pada setiap penekanan, posisi informasi pengujian pada siklus primer mengarah ke awal, kemudian pada penekanan kedua informasi pengujian berada pada posisi berikutnya, dan seterusnya

hingga penekanan ketiga. Berikutnya adalah penggambaran model untuk memanfaatkan persetujuan silang *10-overlay*.

Gambar 21 10-*fold Cross Validation*
(Sumber : Banjarsari dkk, 2015).

4. Confusion Matrix

Jaringan *confunsion matrix* merupakan suatu perangkat berbentuk kerangka yang digunakan untuk menguji derajat presisi pada kelas urutan suatu perhitungan (Sasongko, 2016). Intinya, *confunsion matrix* network berisi data yang menganalisis hasil urutan yang diselesaikan oleh framework dengan hasil pengaturan yang seharusnya. Kisi kekacauan diperkenalkan dalam tabel jaringan yang berisi data sehubungan dengan kelas pengelompokan informasi pertama dan kelas urutan hasil yang diantisipasi. Jenis ilustrasi kisi-kisi yang berantakan adalah sebagai berikut:

Confusion Matrix		Nilai Prediksi	
		TRUE	FALSE
Nilai Asli	TRUE	TP (True Positive)	FN (False Negative)
	FALSE	FP (False Positive)	TN (True Negative)

Dalam memperkirakan eksekusi dengan menggunakan disarray lattice, terdapat 4 (empat) term yang menggambarkan akibat dari siklus order. Keempat istilah tersebut adalah Valid Positif (TP), Asli Negatif (TN), Positif

Palsu (FP) dan Negatif Menyesatkan (FN). Nilai Genuine Negative (TN) adalah seberapa banyak informasi buruk yang dapat dibedakan secara akurat, sedangkan Bogus Positive (FP) adalah informasi negatif yang belum teridentifikasi sebagai informasi tertentu (Susanti dan Karsito, 2019).

Ketepatan karakterisasi menentukan seberapa tepat model pengaturan umum. Order berupaya membingkai suatu model dengan ketelitian yang tinggi, karena semakin tinggi tingkat ketepatannya maka semakin baik pula model selanjutnya. Berikutnya adalah perincian kualitas yang diciptakan melalui grid yang berantakan untuk memastikan ketepatan, keakuratan, dan peninjauan (Han dan Kamber, 2013):

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \; x \; 100\%$$

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \; x \; 100\%$$

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \; x \; 100\%$$

5. *Digital Elevation Model* (DEM)

Digital Elevation Model (DEM) adalah model terkomputerisasi yang menggambarkan matematis keadaan permukaan dunia atau bagiannya yang terdiri dari sekumpulan fokus arah yang diuji dari permukaan dengan perhitungan yang mencirikan permukaan menggunakan sekumpulan arah model. DEM adalah model terkomputerisasi yang memberikan data bentuk permukaan (geografis) sebagai raster, vektor, atau struktur informasi yang berbeda. DEM berisi informasi tingkat dan miring yang membuat pemahaman lebih sederhana. Jadi cenderung dimanfaatkan di berbagai bagian kehidupan.

Di bidang kegagalan, DEM dapat dimanfaatkan untuk merencanakan bahaya banjir atau longsoran salju.

2.4 Metode K-Nearest Neighbor (KNN)

Teknik *K-Naerest Neighbor* merupakan strategi non-parametrik yang dapat dimanfaatkan untuk ketertiban mengingat k-tetangga terdekat dan relaps. Perhitungan K-Closest Neighbor merupakan strategi untuk mengkarakterisasi objek yang paling dekat dengan suatu item berdasarkan informasi pembelajaran (Harun dkk, 2020). Perhitungan *K-Naerest Neighbor* bekerja dengan cara mengamati jarak antara informasi yang akan dinilai (mempersiapkan informasi) dan himpunan k tetangga terdekat pada informasi baru (informasi pengujian). Ketika informasi memasuki klasifikasi lain yang tidak jelas untuk diurutkan, klasifikasi informasi baru harus diselesaikan dengan melihat contoh yang berbeda. Atribut-atribut informasi yang akan disusun harus dihilangkan dan dikontraskan serta kualitas setiap klasifikasi informasi yang diketahui dalam informasi pengujian, kemudian pada saat itu k informasi tetangga terdekat harus diambil dari informasi pengujian untuk menghitung klasifikasi dalam yang sebagian besar informasinya terdapat (Wang et al., 2022).

Teknik ini lebih berhasil dalam mengumpulkan informasi yang sangat besar dan dapat menyampaikan informasi yang lebih tepat. Teknik KNN ini merupakan strategi yang sangat mudah, produktif dan ampuh dalam bidang pengenalan contoh, klasifikasi teks, penanganan objek dan lain-lain. Perbedaan antara teknik KNN dengan strategi lain adalah karena KNN memiliki nilai yang sama dari strategi lain dan saat ini mungkin belum ada pembagian nilai tersebut,

sedangkan teknik lain sebenarnya memiliki pembagian kualitas yang didapat dan tidak. tidak relevan dengan jumlah nilai positif (Nofita, 2021). Kombinasi nilai terdekat bergantung pada metodologi penilaian waktu normal, yang kemudian digunakan sebagai nilai normal masa depan. Prakiraan dalam pandangan *K-Naerest Neighbor* mengacu pada desain pengaturan yang terlihat berulang dalam jangka panjang (Esesiawati *et a*l., n.d.).

2.4.1 Algoritma K-Nearest Neighbor

Perhitungan *K-Nearest Neighbor* (pencarian tetangga terdekat) adalah strategi pengelompokan yang sangat menonjol. Perhitungan KNN disajikan oleh Fix dan Hodges (1951), dan telah terbukti menjadi perhitungan pengelompokan dasar yang layak *K-Nearest Neighbor* adalah prosedur yang diterapkan untuk menyelesaikan karakterisasi dengan menggunakan perhitungan yang diatur. Inti dari perhitungan ini adalah untuk mengkarakterisasi item-item baru berdasarkan jarak dari suatu item yang akan disusun untuk menguji informasi. Pengklasifikasi hanya menggunakan kemampuan jarak dari informasi baru ke informasi penyiapan (Whidhiasih dan Wahanani, 2013). Perhitungan *K-Nearest Neighbor* merupakan perhitungan yang memilih nilai jarak untuk menguji informasi dengan menyiapkan informasi yang diambil dari nilai terkecil dari nilai tetangga terdekat. Dalam eksplorasi kali ini, informasi yang digunakan adalah gambar bunga anggrek yang mekar dengan latar belakang berwarna putih. Dataset yang digunakan adalah gambar bunga anggrek yang terdiri dari 3 macam. Informasi gambar yang digunakan sebanyak 60 gambar mekarnya anggrek. Proses penataan

gambar mekarnya bunga anggrek dengan menerapkan perhitungan *K-Nearest Neighbor*.

Perhitungan *K-Nearest Neighbor*. dapat disusun sebagai berikut (Karegowda et al., 2012):

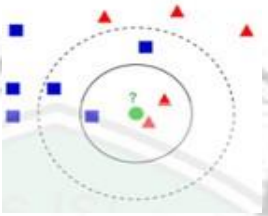
1. Tentukan nilai k tetangga terdekat
2. Hitung jarak antara informasi baru dan informasi persiapan. Ukuran jarak yang digunakan adalah kondisi jarak Euclidean (2.1)
3. Urutkan pemisahan dari yang terdekat
4. Cek kelas k tetangga terdekat
5. Kelas informasi baru = kelas tetangga terdekat yang lebih besar

Penentuan nilai k dalam perhitungan pengelompokan *K-Nearest Neighbor* dapat dilihat dengan melihat contoh nilai k terdekat $k1, k2, \dots, ks$. Semakin banyak informasi yang ada, semakin sedikit jumlah k yang diambil, sedangkan jika elemen informasi yang ada lebih besar, maka jumlah k yang diambil harusnya lebih tinggi. Dalam menentukan nilai k, lebih baik menggunakan bilangan ganjil seperti k = 1, 3, 5, … , dan seterusnya. Nilai k harus memenuhi syarat, yaitu k < N dimana N adalah jumlah dataset yang disiapkan, karena nilai k digunakan untuk mencari jumlah kelas/nilai terbanyak pada data persiapan. , nilai k tidak boleh lebih dari jumlah kumpulan data yang disiapkan. Ada 5 metode untuk mencari tetangga atau jarak terdekat dalam perhitungan K-NN, yaitu Euclidean Distance, Manhattan Distance, Cosine Distance, Relationship Distance, Hamming Distance. Jarak antara dua k-tetangga terdekat berdasarkan nilai komparabilitas dapat

ditentukan dengan menggunakan jarak Euclidean yang dicirikan sebagai berikut (Sreemathy dan Balamurugan, 2012):

$$Dist\ (X, Y) = \sqrt{\sum}\ (Xi - Yi)\ D\ 2$$

2.4.2 Cara Kerja Algoritma K-NN



Gambar 22 Contoh Klasifikasi K-NN
(Sumber : Rizal, 2013)

Tes uji (titik hijau) sebaiknya disusun dalam kotak biru atau segitiga merah. Jika k =3 (lingkaran garis kuat) dialokasikan ke segitiga merah karena di dalam lingkaran dalam terdapat 2 segitiga dan hanya 1 persegi. Jika k =5 (lingkaran berbintik) maka ditetapkan ke kotak biru (3 kotak versus 2 segitiga di lingkaran luar). Model persiapan adalah vektor dalam ruang komponen kompleks, masing-masing dengan tanda kelas. Masa persiapan perhitungan pada dasarnya terdiri dari penyingkiran vektor-vektor komponen dan nama kelas tes persiapan. Pada tahap karakterisasi, k adalah klien yang berkarakteristik stabil, dan vektor yang tidak berlabel (pertanyaan atau titik tes) dikelompokkan dengan membagikan nama yang paling berkesinambungan di antara k tes persiapan yang paling dekat dengan titik pertanyaan tersebut.

Tujuan perhitungan ini adalah untuk mengkarakterisasi item-item baru berdasarkan ciri-cirinya dan mempersiapkan tesnya. Pengklasifikasi tidak menggunakan model untuk disesuaikan dan hanya bergantung pada memori. Dengan adanya titik tes, kita akan melacak berbagai k (fokus persiapan) yang

terdekat dengan titik tes. Penataan menggunakan sebagian besar pemungutan suara antara karakterisasi k item. Perhitungan k-NN melibatkan urutan tangga sebagai nilai ekspektasi dari pengujian baru. Grid jarak yang biasa digunakan untuk faktor nonstop adalah Jarak Euclidean. Untuk faktor diskrit, misalnya untuk susunan teks, grid yang berbeda dapat digunakan, seperti jaringan cross-over (Jarak Hamming).

Perhitungan K-NN melibatkan karakterisasi tetangga sebagai ekspektasi dan insentif untuk contoh inkuiri lainnya. Perhitungan ini bersifat lugas, bekerja dengan pemisahan paling singkat dari kasus soal hingga persiapan tes untuk memutuskan tetangganya (Rizal, 2013).

Pemeriksaan terakhir yang diarahkan oleh Suci Ramadona dan Muhammad Diono berjudul "Area dalam ruangan berikut pekerja berbasis Android memanfaatkan perhitungan k-tetangga terdekat" Logical Diary of Broadcast communications, Hardware and Electrical Power (2021), hasil eksplorasi ini menunjukkan bahwa memanfaatkan Strategi K-NN telah diselesaikan secara efektif dalam ujian ini. Dari pengujian penelitian diketahui bahwa kerangka kerja tersebut memiliki opsi untuk membedakan posisi pekerja dengan ketepatan informasi tipikal sebesar 86,18% yang secara umum dapat dianggap sangat baik. Tingkat ketepatan informasi pada kondisi malam hari lebih rendah dibandingkan pada kondisi pagi hari. Hal ini karena klien bergerak dengan baik meskipun menghasilkan informasi dengan tingkat presisi rata-rata yang masih di atas setengah. Sebagai peningkatan pengujian lebih lanjut, dapat digunakan AP yang lebih mantap dalam hal daya kirim dan kekuatan sinyal

sehingga dapat meningkatkan ketepatan. Ketepatan penghitungan K-NN sangat dipengaruhi oleh adanya sorotan tidak penting atau bobot elemen tersebut tidak sebanding dengan relevansinya dengan karakterisasi. Penelitian mengenai perhitungan ini umumnya membahas tentang cara memilih dan memasukkan bobot agar pelaksanaan pengaturan lebih baik.

Langkah menuju memastikan Perhitungan K-NN:

1. Tentukan Batas k (jumlah batas terdekat)
2. Pastikan jarak Euclidean Kuadrat (Contoh Pertanyaan) setiap item terhadap informasi contoh yang diberikan.
3. Urutkan barang-barang tersebut ke dalam tandan-tandan yang mempunyai jarak Euclidean sedikit.
4. Klasifikasi Kumpulan y (Pengelompokan Tetangga Terdekat)
5. Dengan memanfaatkan klasifikasi tetangga terdekat dengan bagian yang lebih besar, maka nilai kasus pertanyaan yang telah ditentukan dapat diantisipasi.

2.4.3 Perhitungan Jarak

Estimasi jarak atau distance (d), merupakan bagian penting dari perhitungan K-Closest Neighbor. Ada beberapa cara untuk menghitung jarak K-NN, antara lain:

1. Jarak Euclidean

   Euclidean Distance adalah jaringan jarak yang paling umum terlibat dalam indeks informasi berlapis rendah. Ini juga disebut standar L2. Jarak Euclidean adalah cara umum untuk memperkirakan jarak dalam kenyataan. Rumus Jarak Euclidean:

$$(x, y) = \sqrt{(\sum(xi - yi)\ 2\ n\ i=1\ )}$$

Keterangan:

xi = sampel data

yi = data uji

i = variable data

d = jarak

n = dimensi data

Ide rumus ini dari rumus Pythagoras:

$$c = \sqrt{a\ 2 + b\ 2}$$

Meskipun Jarak Euclidean berguna dalam aspek rendah, namun tidak berfungsi dengan baik dalam aspek tinggi dan untuk faktor langsung. Fakta bahwa kesamaan antar atribut diabaikan oleh Euclidean Distance adalah salah satu kelemahannya. Pendekatan berbeda diambil untuk setiap atribut.

2. *Manhattan Distance*

Seharusnya didirikan di kota Manhattan yang disusun menjadi beberapa blok, sehingga sering disebut *City Block Distance*, juga sering disebut Absolute Value. Rumusnya adalah:

$$(x, y) = \sqrt{\sum|xi - yi\ |\ n\ i=1}$$

ini melacak jarak hanya dengan memasukkan semua perbedaan jarak $\boldsymbol{xi}$ dan $\boldsymbol{yi}$.

3. *Minkowski Distance*

Merupakan spekulasi jarak *Eculidean dan Manhattan*. Persamaan ini diambil dari ide aritmatika dengan vektor aspek n dan r. Rumusnya adalah:

$$(x, y) = (\sum|xi - yi \mid r\ n\ i{=}1\ )\ 1\ r/$$

Dimana:

xi = sampel data

yi = data uji

i = variable data

d = jarak

n = dimensi data

r = parameter

4. *Chebyshev Distance*

Perhitungan ini merupakan akumulasi paling mudah dari semua perhitungan learning, persamaan ini melacak jarak terbesar antara $\boldsymbol{xi}$ dan . Rumusnya sebagai berikut:

$$(x, y) = maxi{=}1\ n\ |xi - yi\ |$$

2.4.3 Kinerja Algoritma K-NN

Perhitungan ini adalah perhitungan paling mudah dari semua perhitungan AI, persamaan ini melacak jarak terbesar ($\boldsymbol{xi}$) berikut ketentuannya:

1. Kemampuan jarak atau metrik jarak berfungsi untuk mengakumulasikan jarak ke tetangga terdekat.
2. Pedoman pilihan berguna untuk memperoleh pesanan dari K *K-Nearest Neighbor*
3. Kuantitas tetangga yang dikeluarkan untuk menyusun model baru.

K-Nearest Neighbor mempunyai kedudukan positif dan negatif sebagai berikut:

1. Manfaat K-Tetangga Terdekat
    a. Sederhana untuk di operasikan
    b. Ada alasan kuat mengapa perlu membangun model, mengkarakterisasi banyak batasan, atau membuat kecurigaan tambahan
    c. Informasi persiapan serbaguna hingga heboh
    d. Berhasil jika informasi persiapannya sangat banyak
2. Kekurangan *K-Nearest Neighbor*
    a. *K-Nearest Neighbor* perlu memastikan nilai dari k batas (jumlah tetangga terdekat)
    b. Pembelajaran berbasis jarak jauh. Namun jarak dan fitur yang digunakan kurang memuaskan dalam mendapatkan hasil terbaik.
    c. Biaya yang dikeluarkan sangat besar karena digunakan untuk menghitung jarak antara setiap tes dan keseluruhan persiapan tes

Penelitian kedua dilakukan oleh Sistria Hijrah Wardani (2016) yang berjudul "Aplikasi Klasifikasi Jenis Tumbuhan Mangrove Berdasarkan Karakteristik Morfologi Menggunakan Metode *K-Nearest Neighbor* (KNN) Berbasis Web". Jurnal Coding, Sistem Komputer Untan (2016). hasil dari penelitian tersebut menunjukkan Penelitian ini menjelaskan bahwa data diperoleh dengan cara mengakumulasikan jarak antara data uji dengan data latih menggunakan teknik KNN.

Penggunaan kumpulan informasi terkait tanaman, bentuk akar, bentuk buah, bentuk daun, susunan daun, tata letak daun, bentuk ujung daun, letak bunga, rangkaian bunga, warna mahkota bunga dan habitat tempat tumbuh. Merujuk

pengujian yang dilaksanakan, maka mendapatkan keberhasilan yakni sebesar 77, 77 %. Sebagai kumpulan informasi tumbuhan mangrove sebagaimana terdapat pada penelitian ini, tingkatan pembedaan bisa dilaksanakan sampai struktur genus.

Penelitian ketiga lakukan oleh Febri Liantoni (2015) yang berjudul "Klasifikasi Daun Perbaikan Fitur Citra Menggunakan Metode *K-Nearest Neighbor*". ULTIMATICS: Jurnal Teknik Informatika, (2015). Hasil dari penelitian tersebut menunjukan Pengujian pembeda melalui teknik K-Nearest Neighbor (KNN) diperoleh nilai akurasi sebesar 86, 67%, jumlah tersebut menerangkan teknik KNN mampu melakukan pembeda daun secara benar.