

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Pohon Kelapa Sawit

2.1.1. Sejarah perkembangan industry *Pohon Kelapa Sawit*

Kelapa sawit (*elaeis*) adalah tumbuhan Industri penting penghasil minyak masak, minyak industri maupun bahan bakar (biodiesel). Perkebunan kelapa sawit menghasilkan keuntungan besar sehingga banyak hutan dan perkebunan lama dikonversi menjadi perkebunan kelapa sawit. merupakan salah satu tanaman penghasil minyak nabati yang sangat penting. Indonesia adalah salah satu penghasil minyak kelapa sawit terbesar di dunia. Kelapa sawit didatangkan ke Indonesia oleh pemerintah Hindia Belanda pada tahun 1848, dan beberapa bijinya ditanam di Kebun Raya Bogor. Pada saat yang bersamaan meningkatlah permintaan minyak nabati akibat revolusi Industri pertengahan abad ke-19. Di Indonesia penyebarannya di daerah Aceh, pantai timur Sumatera, Jawa, dan Sulawesi.

Menurut penelitian bahwa Ca'da Mosto memperkenalkan kelapa sawit pada tahun 1435-1460. Terdapat cubaan untuk menanam kelapa sawit di India dan Kepulauan Maurutius pada tahun 1836. Pada tahun 1870 benih Deli Dura dibawa ke Asia Tenggara dan ditanam di Taman Botani Singapura. Pada tahun 1890 minyak kelapa sawit mula digunakan untuk membuat margarine. Lord Leverholme memperkenalkan milling dan pemrosesan minyak kelapa sawit. Tahun berikutnya kilang pemrosesan minyak kelapa sawit dibina di Belgium, Congo.

Pada tahun 1848 orang Belanda membawa kelapa sawit ke Indonesia yang kemudiannya ke Singapura dan Tanah Melayu. Kelapa sawit datang ke Tanah Melayu melalui Taman Botani Singapura sebagai Tanaman Hias. M.A.Hallet menanam pokok kelapa sawit Deli untuk pengeluaran komersial di Sumatera. Kemudian M. H. Fauconnire menanam pokok kelapa sawit Deli di Rantau Panjang, Selangor. Pada tahun 1917 bermulalah penanaman

kelapa sawit secara komersial di Estet Tannamaran, Kuala Selagor. Seterusnya di Estet Elmina, Kuala Selangor.

Industri sawit Malaysia dan Indonesia bermula apabila empat anak benih dari Afrika ditanam di Taman Botani Bogor, Indonesia pada tahun 1848. Benihnya dari Bogor ini kemudiannya ditanam di tepi-tepi jalan sebagai tanaman hiasan di Deli, Sumatera pada dekad 1870-an dan di Rantau Panjang, Kuala Selagor pada tahun 1991-1912.

Di Taman Botani Bogor terdapat pohon kelapa sawit yang tertua di Asia Tenggara yang berasal dari Afrika. Taman botani ini yang seluas 87 hektar dibina pada tahun 1817, dan merupakan usaha Prof. Dr. Reinwadt, ahli botani Belanda. Terdapat 20,000 tanaman di sini yang tergolong dalam 6,000 spesies.

Industri sawit Malaysia bermula pada tahun 1917 apabila Ladang Tenmaran di Kuala Selagor ditanam dengan benih dura Deli dari Rantau Panjang. Apabila pewarisan bentuk buah difahami, penanaman komersil beralih daripada bahan dura kepada kacukan dura x pisifera (D x P). Kacukan D x P menghasilkan buah tenera. Penanaman ladang yang menggunakan bahan D x P berlaku secara mendadak pada awal dekad 1960-an apabila Felda membuka tanah rancangan secara besar-besaran.

2.1.2. Manfaat dan Keunggulan Tanaman Kelapa Sawit

Bagian yang paling utama untuk diolah dari kelapa sawit adalah buahnya. Bagian daging buah menghasilkan minyak kelapa sawit mentah yang diolah menjadi bahan baku minyak goreng. Kelebihan minyak nabati dari sawit adalah harga yang murah, rendah kolesterol, dan memiliki kandungan karoten tinggi. Minyak sawit juga dapat diolah menjadi bahan baku minyak alkohol, sabun, lilin, dan industri kosmetika. Sisa pengolahan buah sawit sangat potensial menjadi bahan campuran makanan ternak dan difermentasikan menjadi kompos. Tandan kosong dapat dimanfaatkan untuk mulsa tanaman kelapa sawit, sebagai bahan baku pembuatan pulp dan

pelarut organik, dan tempurung kelapa sawit dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar dan pembuatan arang aktif.

Kelapa sawit mempunyai produktivitas lebih tinggi dibandingkan tanaman penghasil minyak nabati lainnya (seperti kacang kedele, kacang tanah dan lain-lain), sehingga harga produksi menjadi lebih ringan. Masa produksi kelapa sawit yang cukup panjang (22 tahun) juga akan turut mempengaruhi ringannya biaya produksi yang dikeluarkan oleh pengusaha kelapa sawit. Kelapa sawit juga merupakan tanaman yang paling tahan hama dan penyakit dibandingkan tanaman penghasil minyak nabati lainnya. Jika dilihat dari konsumsi per kapita minyak nabati dunia mencapai angka rata-rata 25 kg / th setiap orangnya, kebutuhan ini akan terus meningkat sejalan dengan pertumbuhan penduduk dan meningkatnya konsumsi per kapita.



Gambar 2.1 Pohon Kelapa Sawit

[www.tanaman-kelapa-sawit.com]

2.1.3. Ciri-ciri Fisiologi Kelapa Sawit

Pohon Kelapa Sawit mampu tumbuh hingga ketinggian mencapai 24 meter. Pohon Kelapa Sawit terbentuk atas bagian-bagian yang meliputi daun, batang, akar, buah, dan bunga.

a. Daun

Daun kelapa sawit tersusun secara majemuk dan menyirip. Warna Daunnya hijau tua dengan pelapah berwarna sedikit lebih muda. Sekilas daun kelapa sawit tampak persis layaknya daun salak, hanya saja dengan duri yang tidak terlalu keras dan tajam.



Gambar 2.2 Daun Kelapa Sawit

[www.tanaman-kelapa-sawit.com]

b. Batang

Batang kelapa sawit ketika muda, batang tanaman tersebut diselimuti oleh bekas peleah daun. Pelepah yang mengering lantas akan terlepas sendiri. Batang sawit yang berumur lebih dari 12 tahun terlihat menyerupai batang pohon kelapa.



Gambar 2.3 Batang Kelapa Sawit

[www.tanaman-kelapa-sawit.com]

c. Akar

Kelapa Sawit mempunyai sistem perakaran berupa akar serabut. Pertumbuhan akar tersebut ada yang mengarah ke bawah dan ke samping. Selain akar utama, kelapa sawit juga memiliki akar napas yang tumbuh secara menyamping ke atas untuk mengambil oksigen dari udara.



Gambar 2.4 Akar Kelapa Sawit

[www.tanaman-kelapa-sawit.com]

d. Bunga

Bunga jantan dan betina terpisah, namun masih berada di dalam satu pohon. Hal ini menyebabkan masing-masing bunga tersebut matang pada waktu yang berbeda-beda. Oleh sebab itu, sangat jarang terjadi penyerbukan sendiri. Bunga jantan berbentuk lancip dan panjang sedangkan bunga betina akan terlihat lebih besar terutama saat mekar.



Bunga Betina

Bunga Jantan

Gambar 2.5 Bunga Kelapa Sawit

[www.tanaman-kelapa-sawit.com]

e. Buah

Buah kelapa sawit memiliki kulit berkelir merah, ungu, atau hitam tergantung dari jenisnya. Buah ini mencul secara bergerombol dalam tandan dari keiak pelapah daun.

Buah kelapa sawit tersusun atas 4 lapisan, yaitu:

- a) Eksoskarp, bagian kulit buah berwarna kemerahan dan licin.
- b) Mesoskarp, serabut buah
- c) Endoskarp, cangkang
- d) Endosperm, inti



Gambar 2.6 Buah Kelapa Sawit

[www.tanaman-kelapa-sawit.com]

2.1.4 Manfaat Lain Minyak Kelapa Sawit

Manfaat lain dari proses industri minyak kelapa sawit antara lain:

- a. Sebagai bahan bakar alternatif Biodisel
- b. Sebagai nutrisi pakan ternak (cangkang hasil pengolahan)
- c. Sebagai bahan pupuk kompos (cangkang hasil pengolahan)
- d. Sebagai bahan dasar industri lainnya (industri sabun, detergent, industri kosmetik, industri makanan)
- e. Sebagai obat karena kandungan minyak nabati berprospek tinggi
- f. Sebagai bahan pembuat particle board (batang dan pelepah).
- g. Sebagai bahan pengganti oli samping pada mesin dua tak

2.2. Satelit Ikonos

IKONOS adalah satelit komersial beresolusi tinggi pertama yang ditempatkan di ruang angkasa. IKONOS dimiliki oleh Sapce Imaging, sebuah perusahaan Observasi Bumi Amerika Serikat. Sejak diluncurkan pada September 1999, Citra Satelit Bumi Space Imaging's IKONOS menyediakan data citra yang akurat, dimana menjadi standar untuk produk-produk data satelit komersial yang beresolusi tinggi. IKONOS memproduksi citra 1-meter hitam dan putih (pankromatik) dan citra 4-meter multispektral (red, blue, green dan near-infrared) yang dapat dikombinasikan dengan berbagai cara untuk mengakomodasikan secara luas aplikasi citra beresolusi tinggi. [Mardin, R. 2009].



Gambar 2.7 Perkebunan Kelapa Sawit Melalui Foto Satelit

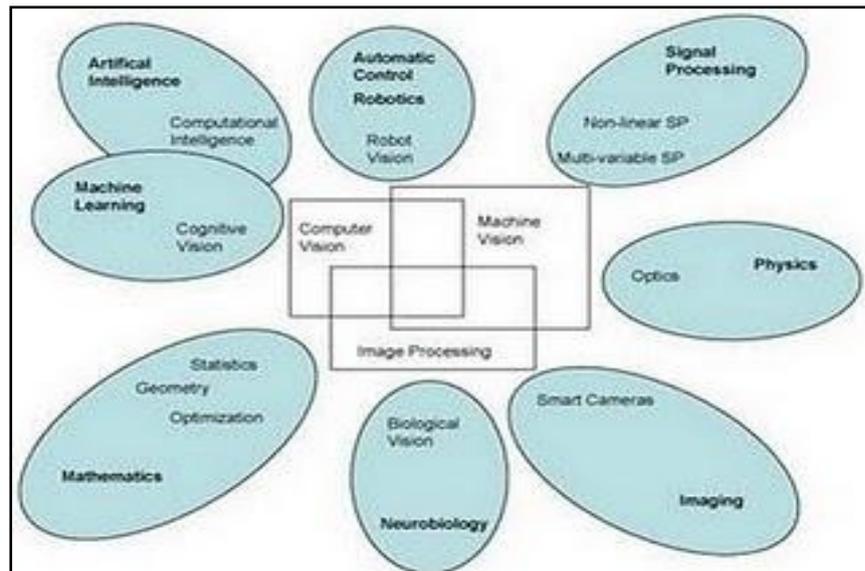
[www.resellercitrasatelit.files.wordpress.com]

2.3. Computer Vision

Computer Vision sering didefinisikan sebagai salah satu cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari bagaimana komputer dapat mengenali obyek yang diamati atau diobservasi. Arti dari *Computer Vision* adalah ilmu dan teknologi mesin yang melihat, di mana mesin mampu mengekstrak informasi dari gambar yang diperlukan untuk menyelesaikan tugas tertentu. Sebagai suatu disiplin ilmu, visi komputer berkaitan dengan teori di balik sistem buatan bahwa ekstrak informasi dari gambar. Data gambar dapat mengambil banyak bentuk, seperti urutan video, pandangan dari beberapa kamera, atau data multi-dimensi dari

scanner medis. Sebagai disiplin teknologi, *ComputerVision* berusaha untuk menerapkan teori dan model untuk pembangunan sistem.

Pada *Computer Vision* terdapat kombinasi antara Pengolahan Citra dan Pengenalan Pola yang hubungannya dapat dilihat pada gambar 2.8. [3]



Gambar 2.8 Kombinasi Pengolahan Citra dan Pengenalan Pola

Pengolahan Citra (Image Processing) merupakan bidang yang berhubungan dengan proses transformasi citra atau gambar. Proses ini bertujuan untuk mendapatkan kualitas citra yang lebih baik. Sedangkan Pengenalan Pola (Pattern Recognition), bidang ini berhubungan dengan proses identifikasi obyek pada citra atau interpretasi citra. Proses ini bertujuan untuk mengekstrak informasi atau pesan yang disampaikan oleh gambar atau citra.

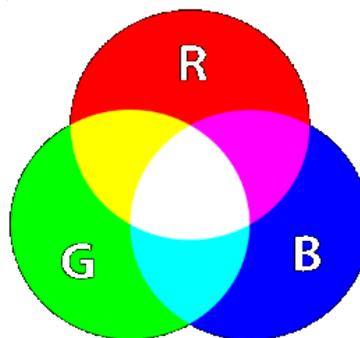
2.4. Jenis Citra

Nilai suatu *pixel* memiliki nilai dalam rentang tertentu, dari nilai minimum sampai nilai maksimum. Jangkauan yang berbeda-beda tergantung dari jenis warnanya. Namun secara umum jangkauannya adalah 0 – 255. Citra dengan penggambaran seperti ini digolongkan kedalam citra integer. Berikut adalah jenis-jenis citra berdasarkan nilai *pixel*-nya. [Putra, D. 2010]

2.4.1. Citra RGB

RGB sering disebut sebagai warna additive. Hal ini karena warna dihasilkan oleh cahaya yang ada. Beberapa alat yang menggunakan color model RGB antara lain; mata manusia, projector, TV, kamera video, kamera digital, dan alat-alat yang menghasilkan cahaya. Proses pembentukan cahayanya adalah dengan mencampur ketiga warna tadi. Skala intensitas tiap warnanya dinyatakan dalam rentang 0 sampai 255.

Ketika warna Red memiliki intensitas sebanyak 255, begitu juga dengan Green dan Blue, maka terjadilah warna putih. Sementara ketika ketiga warna tersebut mencapai intensitas 0, maka terjadilah warna hitam, sama seperti ketika berada di ruangan gelap tanpa cahaya, yang tampak hanya warna hitam. Hal ini bisa dilihat ketika menonton di bioskop tua di mana proyektor yang digunakan masih menggunakan proyektor dengan 3 warna dari lubang yang terpisah, bisa terlihat ketika film menunjukkan ruangan gelap, cahaya yang keluar dari ketiga celah proyektor tersebut berkurang [Novi, D.E.2012].



Gambar 2.9 Warna RGB

2.4.2. Citra Gray

Citra grayscale merupakan citra digital yang hanya memiliki satu nilai kanal pada setiap pixelnya, dengan kata lain nilai bagian RED=GREEN=BLUE. Nilai tersebut digunakan untuk menunjukkan tingkat

intensitas. Warna yang dimiliki adalah warna dari hitam, keabuan dan putih. Tingkat keabuan disini merupakan warna abu dengan berbagai tingkatan dari hitam hingga mendekati putih. Citra grayscale berikut memiliki kedalaman warna 8 bit (256 kombinasi warna keabuan) [Putra,D.2010].



Gambar 2.10 Citra *Grayscale*

2.5 Pemrosesan Data Awal (*Pre-Processing*)

2.5.1 Konversi Citra RGB ke Grayscale

Merubah citra RGB menjadi citra grayscale adalah salah satu contoh proses pengolahan citra menggunakan operasi titik. Untuk mengubah citra RGB menjadi citra grayscale adalah dengan menghitung rata-rata nilai intensitas RGB setiap pixel penyusun tersebut. Rumusan matematis yang digunakan adalah:

$$\text{Citra Abu-Abu} = \text{rgb2gray}(a) \dots \dots \dots (2.1)$$

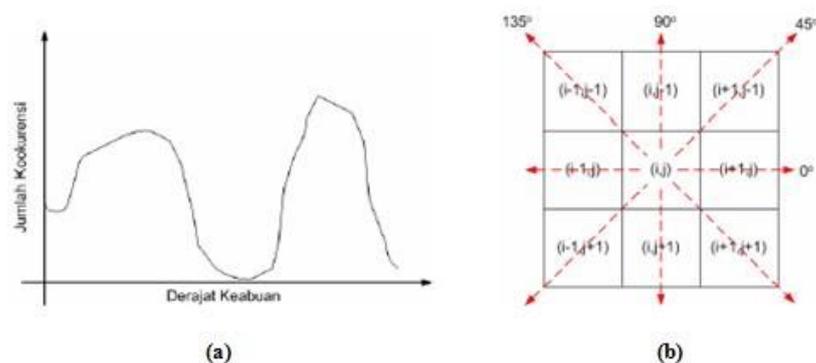
Dimana :

a = gambar yang di konversi ke *gray*

2.6 Analisis Tekstur

Tekstur merupakan karakteristik intrinsik dari suatu citra yang terkait dengan tingkat kekasaran (roughness), granularitas (granulation), dan keteraturan (regularity) susunan struktural piksel. Aspek tekstural dari sebuah citra dapat dimanfaatkan sebagai dasar dari segmentasi, klasifikasi, maupun interpretasi citra.

Analisis tekstur lazim dimanfaatkan sebagai proses antara untuk melakukan klasifikasi dan interpretasi citra. Suatu proses klasifikasi citra berbasis analisis tekstur pada umumnya membutuhkan tahapan ekstraksi ciri, yang terdiri dari tiga macam metode yaitu metode statistik, metode spektral dan metode struktural. Metode *Co-occurrence Matrix*, termasuk dalam metode statistik dimana dalam perhitungan statistiknya menggunakan distribusi derajat keabuan (histogram) dengan mengukur tingkat kekontrasan, granularitas, dan kekasaran suatu daerah dari hubungan ketetanggaan antar piksel di dalam citra. Paradigma statistik ini penggunaannya tidak terbatas, sehingga sesuai untuk tekstur-tekstur alami yang tidak terstruktur dari sub pola dan himpunan aturan (mikrostruktur). Metode statistik dilakukan dengan matriks kookurensi, yaitu suatu matriks antara yang merepresentasikan hubungan ketetanggaan antar piksel dalam citra pada berbagai arah orientasi dan jarak spasial. Ilustrasi ekstraksi ciri statistik ditunjukkan pada gambar 2.11 ^[4]

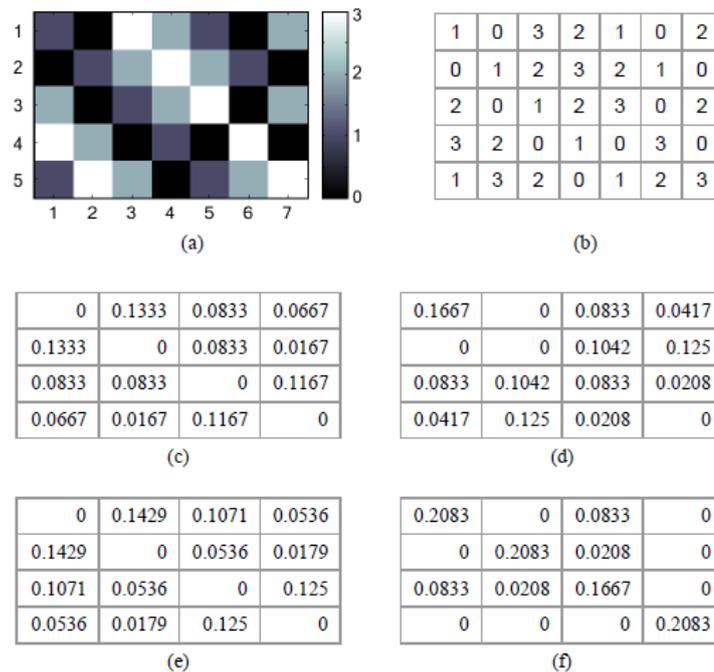


Gambar 2.11. Ilustrasi ekstraksi ciri statistik, (a) Histogram citra sebagai fungsi probabilitas kemunculan nilai intensitas pada citra, (b) Hubungan ketetanggaan antar piksel sebagai fungsi orientasi dan jarak spasial

2.6.1 Co-occurrence Matrix

Co-occurrence berarti kejadian bersama, yaitu jumlah kejadian satu level nilai piksel bertetangga dengan satu level nilai piksel lain dalam jarak (d) dan orientasi sudut (θ) tertentu. Jarak dinyatakan dalam piksel dan orientasi dinyatakan dalam derajat. Orientasi dibentuk dalam empat arah sudut dengan interval sudut 45° , yaitu 0° , 45° , 90° , dan 135° . Sedangkan jarak antar piksel biasanya ditetapkan sebesar 1 piksel.

Co-occurrence Matrix merupakan matriks bujursangkar dengan jumlah elemen sebanyak kuadrat jumlah level intensitas piksel pada citra. Setiap titik (p, q) pada co-occurrence matrix berorientasi θ berisi peluang kejadian piksel bernilai p bertetangga dengan piksel bernilai q pada jarak d serta orientasi θ dan $(180-\theta)$ [DNE12].



Gambar 2.12 Ilustrasi pembuatan matriks kookurensi

- (a) Citra Masukan
- (b) Nilai Intensitas Citra masukan
- (c) Hasil Matriks kookurensi 0°
- (d) Hasil Matriks kookurensi 45°
- (e) Hasil Matriks kookurensi 90°
- (f) Hasil Matriks kookurensi 135°

Setelah memperoleh matriks kookurensi tersebut, Langkah selanjutnya yakni mencari nilai rata-rata dari sudut 0° , 45° , 90° , dan 135° , hasil perhitungan dapat dilihat pada gambar 2.13

0.0938	0.0690	0.0893	0.0405
0.0690	0.0521	0.0655	0.0399
0.0893	0.0655	0.0625	0.0656
0.0405	0.0399	0.0656	0.0521

Gambar 2.13 Perhitungan nilai rata-rata

Berikut adalah nilai matriks i dan j yang nantinya akan digunakan sebagai pelengkap perhitungan.

i				j			
1	2	3	4	1	2	3	4
1	2	3	4	1	2	3	4
1	2	3	4	1	2	3	4
1	2	3	4	1	2	3	4

(a)

(b)

Gambar 2.14 (a) nilai Matriks variable i (b) nilai matriks variable j

Setelah memperoleh nilai rata-rata, kita dapat menghitung ciri statistik orde dua yang merepresentasikan citra yang diamati. Haralick et al mengusulkan berbagai jenis ciri tekstural yang dapat diekstraksi dari matriks kookurensi. Dalam modul ini dicontohkan perhitungan 6 ciri statistik orde dua, yaitu *Angular Second Moment*, *Contrast*, *Correlation*, *Variance*, *Inverse Difference Moment*, dan *Entropy* [PCD4].

1. Angular Second Moment (ASM)

Menunjukkan ukuran sifat homogenitas citra.

$$ASM = \sum_i \sum_j \{p(i,j)\}^2 \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana :

$p(i,j)$: merupakan menyatakan nilai pada baris i dan kolom j pada matriks kookurensi.

Berikut adalah perhitungan nilai ASM

0.0938	0.0690	0.0893	0.0405
0.0690	0.0521	0.0655	0.0399
0.0893	0.0655	0.0625	0.0656
0.0405	0.0399	0.0656	0.0521

(a)

0.0088	0.0048	0.0080	0.0016
0.0048	0.0027	0.0043	0.0016
0.0080	0.0043	0.0039	0.0043
0.0016	0.0016	0.0043	0.0027

(b)

Keterangan:

- (a) Adalah nilai dari penjumlahan masing-masing sudut dibagi dengan banyaknya sudut (nilai rata-rata)
- (b) Adalah nilai dari masing-masing *pixel* yang sudah dipangkat 2
- (c) Jika nilai (b) dijumlahkan, maka hasil yang diperoleh yakni nilai $ASM = 0.0672$

2. Contrast

Menunjukkan ukuran penyebaran (momen inersia) elemen-elemen matriks citra. Jika letaknya jauh dari diagonal utama, nilai kekontrasan besar. Secara visual, nilai kekontrasan adalah ukuran variasi antar derajat keabuan suatu daerah citra. Berikut adalah adalah perhitungan nilai CON

$$CON = \sum_i k^2 [\sum_j p(i, j)] \dots\dots\dots (2.9)$$

(i-j) ² = k			
0	1	4	9
1	0	1	4
4	1	0	1
9	4	1	0

(a)

k*rata-rata			
0	0.0690	0.3571	0.3643
0.0690	0	0.0655	0.1595
0.3571	0.0655	0	0.0656
0.3643	0.1595	0.0656	0

(b)

Keterangan:

- (a) Hasil pengurangan nilai dari variable *i* dengan nilai variable *j* kemudian dikuadratkan, perhitungan ini digunakan sebagai nilai dari variable *k*

- (b) Hasil perkalian dari nilai variable k dengan nilai dari variable rata-rata
- (c) Sehingga jika dikerjakan sesuai dengan rumus 2.9 maka nilai yang diperoleh untuk $CON = 2.1622$

3. Correlation

Menunjukkan ukuran ketergantungan linear derajat keabuan citra sehingga dapat memberikan petunjuk adanya struktur linear dalam citra. Berikut adalah perhitungan nilai COR

$$COR = \frac{\sum_i \sum_j (ij) \cdot p(i,j) - \mu_x \mu_y}{\sigma_x \sigma_y} \dots\dots\dots (2.10)$$

Dimana:

- μ_x : adalah nilai rata-rata elemen kolom pada matriks $p(i,j)$
- μ_y : adalah nilai rata-rata elemen baris pada matriks $p(i,j)$
- σ_x : adalah nilai standar deviasi elemen pada kolom $p(i,j)$
- σ_y : adalah nilai standar deviasi elemen pada baris $p(i,j)$

0.0938	0.0690	0.0893	0.0405	μ_x	2.3865	σ_x	1.1038
0.0690	0.0521	0.0655	0.0399	μ_y	2.3865	σ_y	1.1038
0.0893	0.0655	0.0625	0.0656	$\mu_x * \mu_y$	5.6952	$\sigma_x * \sigma_y$	1.2184
0.0405	0.0399	0.0656	0.0521				

(a)

(b)

$i*j$				$(i*j)*a$			
1	2	3	4	0.0938	0.1381	0.2679	0.1619
2	4	6	8	0.1381	0.2083	0.3929	0.3190
3	6	9	12	0.2679	0.3929	0.5625	0.7875
4	8	12	16	0.1619	0.3190	0.7875	0.8333

(c)

(d)

Keterangan:

- (a) Adalah nilai dari penjumlahan masing-masing sudut dibagi dengan banyaknya sudut (nilai rata-rata)
- (b) Adalah nilai rata-rata dan standar deviasi
- (c) Adalah nilai perkalian matriks i dengan j
- (d) Adalah nilai dari matriks (c) dikalikan dengan nilai dari matriks (a)

(e) Sehingga jika dikerjakan sesuai dengan rumus 2.10 maka nilai yang diperoleh untuk $COR = 0.1127$

4. Variance

Menunjukkan variasi elemen-elemen matriks kookurensi. Citra dengan transisi derajat keabuan kecil akan memiliki variansi yang kecil pula. Berikut adalah perhitungan nilai VAR

$$VAR = \sum_i \sum_j (i - \mu_x)(j - \mu_y)p(i, j) \dots \dots \dots (2.11)$$

$i - \mu_x$			
-1.3865	-1.3865	-1.3865	-1.3865
-0.3865	-0.3865	-0.3865	-0.3865
0.6135	0.6135	0.6135	0.6135
1.6135	1.6135	1.6135	1.6135

(a)

$j - \mu_y$			
-1.3865	-1.3865	-1.3865	-1.3865
-0.3865	-0.3865	-0.3865	-0.3865
0.6135	0.6135	0.6135	0.6135
1.6135	1.6135	1.6135	1.6135

(b)

$$(i - \mu_x) * (j - \mu_y)$$

1.9223	0.5358	-0.8506	-2.2371
0.5358	0.1494	-0.2371	-0.6236
-0.8506	-0.2371	0.3764	0.9900
-2.2371	-0.6236	0.9900	2.6035

(c)

0.1802	0.0370	-0.0760	-0.0905
0.0370	0.0078	-0.0155	-0.0249
-0.0760	-0.0155	0.0235	0.0650
-0.0905	-0.0249	0.0650	0.1356

(d)

Keterangan:

- (a) Adalah hasil pengurangan antara matriks pada variable i dengan nilai pada variable μ_x
- (b) Adalah hasil pengurangan antara matriks pada variable j dengan nilai pada variable μ_y
- (c) Adalah hasil perkalian dari (a) dengan (b)
- (d) Adalah hasil perkalian antara nilai pada hasil (c) dengan nilai rata-rata awal
- (e) Sehingga jika dikerjakan sesuai dengan rumus 2.11 maka nilai yang diperoleh untuk $COR = 0.1373$

5. Inverse Difference Moment

Menunjukkan kehomogenan citra yang berderajat keabuan sejenis. Citra homogen akan memiliki harga IDM yang besar. Berikut adalah perhitungan nilai IDM

$$IDM = \sum_i \sum_j \frac{1}{1+(i-j)^2} p(i,j) \dots \dots \dots (2.12)$$

$1+(i-j)^2$				$\frac{1}{1+(i-j)^2} p(i,j)$			
1	2	5	10	0.0938	0.0345	0.0179	0.0040
2	1	2	5	0.0345	0.0521	0.0327	0.0080
5	2	1	2	0.0179	0.0327	0.0625	0.0328
10	5	2	1	0.0040	0.0080	0.0328	0.0521

(a)

(b)

Keterangan:

- (a) Adalah hasil 1 ditambah dengan matriks variable i dikurang dengan matriks variable j kemudian dikuadratkan
- (b) Adalah hasil dari 1 dibagi dengan hasil (a) kemudian dikalikan dengan nilai rata-rata awal
- (c) Sehingga jika dikerjakan sesuai dengan rumus 2.12 maka nilai yang diperoleh untuk $IDM = 0.5203$

6. Entropy

Menunjukkan ukuran ketidakteraturan bentuk. Harga ENT besar untuk citra dengan transisi derajat keabuan merata dan bernilai kecil jika struktur citra tidak teratur (bervariasi). Berikut adalah perhitungan nilai ENT

$$ENT_2 = - \sum_i \sum_j p(i,j) \cdot {}^2\log p(i,j) \dots \dots \dots (2.13)$$

$- \sum_i p(i,j)$				${}^2\log p(i,j)$			
-0.0938	-0.0690	-0.0893	-0.0405	-3.4150	-3.8563	-3.4854	-4.6268
-0.0690	-0.0521	-0.0655	-0.0399	-3.8563	-4.2630	-3.9329	-4.6482
-0.0893	-0.0655	-0.0625	-0.0656	-3.4854	-3.9329	-4.0000	-3.9296
-0.0405	-0.0399	-0.0656	-0.0521	-4.6268	-4.6482	-3.9296	-4.2630

(a)

(b)

$$-\sum_i p(i,j) * {}^2\log p(i,j)$$

0.3202	0.2663	0.3112	0.1873
0.2663	0.2220	0.2575	0.1854
0.3112	0.2575	0.2500	0.2579
0.1873	0.1854	0.2579	0.2220

(c)

Keterangan:

(a) Adalah hasil dari nilai rata-rata awal dengan ditambah min

(b) Adalah hasil dari ${}^2\log p(i,j)$

(c) Adalah hasil perkalian antara nilai hasil pada (a) dengan nilai hasil pada (b)

Sehingga jika dikerjakan sesuai dengan rumus 2.13 maka nilai yang diperoleh untuk $IDM = 3.9452$

2.7 K-NN (K-Nearest Neighbor)

Algoritma Nearest Neighbor (kadang disebut juga K-Nearest Neighbor / K-NN) merupakan algoritma yang melakukan klasifikasi berdasarkan kedekatan lokasi (jarak) suatu data dengan data yang lain. K-NN merupakan algoritma yang menggunakan seluruh data latih untuk melakukan proses klasifikasi (*complete storage*). Hal ini mengakibatkan untuk data dalam jumlah yang sangat besar, proses prediksi menjadi sangat lama.

Jika K-NN melakukan prediksi secara tegas pada data uji berdasarkan perbandingan K tetangga terdekat, maka ada pendekatan lain yang dalam melakukan prediksi juga berdasarkan K tetangga terdekat tapi tidak secara tegas memprediksi kelas yang harus diikuti oleh data uji, pemberian label kelas data uji pada setiap kelas dengan memberikan nilai keanggotaan seperti halnya teori himpunan. Seperti halnya pada teori knn, sebuah data mempunyai nilai keanggotaan pada setiap kelas, yang artinya sebuah data bisa dimiliki oleh kelas yang berbeda dengan nilai derajat keanggotaan dalam interval $[0,1]$. Rumus yang digunakan :

$$u(x, c_i) = \frac{\sum_{k=1}^K u(x_k, c_i) * d(x, x_k)^{\frac{-2}{m-1}}}{\sum_{k=1}^K d(x, x_k)^{\frac{-2}{m-1}}} \dots\dots\dots (2.14)$$

Keterangan:

- $u(x, c_i)$ adalah nilai keanggotaan data x ke kelas c_i
- K adalah jumlah tetangga terdekat yang digunakan
- $u(x_k, c_i)$ adalah nilai keanggotaan data tetangga dalam K tetangga pada kelas c_i , nilainya 1 jika data latih x_k milik kelas c_i atau 0 jika bukan milik kelas c_i
- $d(x, x_k)$ adalah jarak dari data x ke data x_k dalam K tetangga terdekat
- m adalah bobot pangkat (*weight exponent*) yang besarnya $m > 1$

Nilai keanggotaan suatu data pada kelas sangat dipengaruhi oleh jarak data itu ke tetangga terdekatnya, semakin dekat ke tetangganya maka semakin besar nilai keanggotaan data tersebut pada kelas tetangganya, begitu pula sebaliknya. Penggunaan Jarak tersebut dilakukan dengan 2 cara perhitungan diantaranya jarak Euclidean dan Mean Squared Error (MSE).

2.7.1. Euclidean Distance

Ruang Euclidean merupakan ruang dengan dimensi terbatas yang bernilai riil. Jarak Euclidean antara dua titik adalah panjang sisi miring dari sebuah segitiga siku-siku[11]. Dimana x adalah citra training, dan y adalah citra input test. Jika $x = (x_1 + x_2 + x_3 \dots x_n)$ dan $y = (x_1 + x_2 + x_3 \dots x_n)$ merupakan dua titik dalam Euclidean ruang $-n$, maka jarak Euclidean x ke y adalah:

$$d(x, y) = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2 + \dots + (x_n - y_n)^2} \quad \dots\dots\dots(2.15)$$

Keterangan :

- d = Jarak
- (x, y) = Variabel data

Euclidean distance adalah metrika yang paling sering digunakan untuk menghitung kesamaan 2 vektor. Euclidean distance menghitung akar dari kuadrat perbedaan 2 vektor (root of square differences between 2 vectors).

Rumus dari euclidean distance:

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad \dots\dots\dots(2.16)$$

Keterangan:

- y_i = Sampel Data
- x_i = Data Uji / Testing
- (x, y) = Variabel Data
- d = Jarak
- n = Dimensi Data

2.7.2. Mean Squared Error

Dalam statistik, *Mean Squared Error* (MSE) sebuah estimator adalah nilai yang diharapkan dari kuadrat *error*. *Error* yang ada menunjukkan seberapa besar perbedaan hasil estimasi dengan nilai yang akan diestimasi. Perbedaan itu terjadi karena adanya keacakan pada data atau karena estimator tidak mengandung informasi yang dapat menghasilkan estimasi yang lebih akurat. Rumus dari MSE :

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{t=h}^N (y_t - \hat{y}_t)^2 \dots\dots\dots(2.17)$$

Keterangan :

- MSE = Mean Squared Error
- N = Jumlah Sampel
- y_t = Nilai Aktual Indeks
- \hat{y}_t = Nilai Prediksi Indeks

2.8. Penelitian Sebelumnya

1. PERHITUNGAN POHON KELAPA SAWIT BERDASARKAN BENTUK MAHKOTA POHON MENGGUNAKAN CITRA FOTO UDARA. Soffiana Agustin, S.Kom., M.Kom Dosen di fakultas Teknik Informatika Universitas Muhammadiyah Gresik telah melakukan penelitian ini untuk mengetahui jumlah pohon kepala sawit dalam suatu area dengan menggunakan *Intensity Weighted Centroid (IWC)*, tingkat keakuratan mencapai 94,7%.
2. KLASIFIKASI UMUR LAHAN PERKEBUNAN KELAPA SAWIT PADA CITRA FOTO UDARA BERDASARKAN TEKSTUR MENGGUNAKAN NAÏVE BAYES. Pada tahun 2015 Elin Rosalina. dari fakultas Teknik jurusan Informatika Universitas Muhammadiyah Gresik telah melakukan penelitian tersebut sebagai Tugas Akhir (Skripsi). Penelitian ini difungsikan untuk mengklasifikasi umur lahan perkebunan kelapa sawit berdasarkan tekstur dengan penyelesaian menggunakan metode *Co-occurrence Matrix*, tingkat keakuratan mencapai 71,5%.
3. KLASIFIKASI UMUR LAHAN KELAPA SAWIT PADA CITRA FOTO UDARA BERDASARKAN TEKSTUR MENGGUNAKAN FUZZY-KNN. Pada tahun 2015 Siti Jumaidah. dari fakultas Teknik jurusan Informatika Universitas Muhammadiyah Gresik telah melakukan penelitian tersebut sebagai Tugas Akhir (Skripsi). Penelitian ini

difungsikan untuk mengklasifikasi umur lahan kelapa sawit berdasarkan tekstur dengan penyelesaian menggunakan metode Co-occurrence Matrix, tingkat keakuratan mencapai 85%.

4. IDENTIFIKASI UMUR POHON KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN METODE FCM BERDASARKAN TEKSTUR PADA CITRA FOTO UDARA. Pada tahun 2014 Fitrotul Millah. dari fakultas Teknik jurusan Informatika Universitas Muhammadiyah Gresik telah melakukan penelitian tersebut sebagai Tugas Akhir (Skripsi). Penelitian ini difungsikan untuk mengidentifikasi umur pohon kelapa sawit berdasarkan tekstur dengan penyelesaian menggunakan metode Co-occurrence Matrix. Dalam penyelesaian menggunakan metode tersebut, tingkat keberhasilan program mencapai 64%.