

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. KERANG

2.1.1. Definisi Kerang

Keberadaan seafood ini sudah dikenal sejak zaman purba. Pemanfaatan makanan laut sebagai sumber protein bahkan sudah dikenal oleh bangsa Mesir kuno. Pada masa itu, umumnya diperoleh dari Sungai Nil dan juga Laut Mediterania.

Kerang merupakan jenis invertebrate moluska, yaitu hewan bertubuh lunak yang dagingnya tersembunyi di balik sepasang cangkangnya yang keras.

Bentuk tubuh kerang terdiri dari kulit luar yang keras, disebut cangkang. Lapisan penutup tubuh kerang (mantel) yang terdiri dari tiga lapisan, yaitu lapisan dalam, lapisan luar, dan pedal. Kaki kerang dapat melipat ketika kerang menggulung ke dalam cangkangnya, serta dapat memanjang ketika kerang berpindah tempat.

Kerang dapat hidup di laut dan di dataran pasir pantai. Tubuhnya memiliki sifon untuk memasukkan air, sehingga plankton dalam air ikut masuk. Plankton merupakan sumber makanan utama bagi kerang. Bentuk tubuh kerang simetris dan memiliki ukuran cangkang yang seimbang di tiap sisinya. Keberadaan kerang dapat ditemukan di setiap pantai hampir di seluruh dunia. Saat ini di dunia diperkirakan terdapat 200 spesies, walau tidak semua jenis kerang layak dikonsumsi.

Kerang merupakan bahan pangan asal laut yang kaya akan berbagai zat gizi. Sayangnya, tidak semua orang menyadari hal tersebut, bahkan menghindarinya karena mengira kerang mengandung kolesterol tinggi. Padahal, hasil penelitian menunjukkan, kerang merupakan bahan yang aman untuk dikonsumsi dan bermanfaat bagi tubuh.

Kerang merupakan sumber protein hewani yang lengkap. Mengandung semua jenis asam amino esensial yang dibutuhkan tubuh. Asam amino esensial adalah asam amino yang tidak dapat dibuat di dalam tubuh, sehingga mutlak harus berasal dari makanan. Yang termasuk dalam kelompok asam amino esensial adalah isoleusin, leusin, lisin, metionin, fenilalanin, treonin, triptofan, dan valin.

Hal terpenting yang berkaitan dengan protein adalah kemampuannya untuk dicerna dan diserap tubuh setelah dikonsumsi. Kemampuan tubuh mencerna protein kerang adalah sekitar 85-95 persen. Hal ini berarti kerang dapat digunakan sebagai sumber protein yang baik bagi semua kelompok usia.

Kerang juga kaya akan vitamin larut lemak (A, D, E, dan K), serta vitamin larut air (B1, B2, B6, B12, dan niasin). Selain itu, kerang merupakan sumber utama mineral yang dibutuhkan tubuh, seperti iodium (I), besi (Fe), seng (Zn), selenium (Se), kalsium (Ca), fosfor (P), kalium (K), flour (F), dan lain-lain. Bahkan, mineral dari makanan laut lebih mudah diserap tubuh daripada kacang-kacangan dan sereal (padi-padian).

2.1.2. Jenis Kerang

Dari jenis kerang yang dijelaskan diatas, skripsi ini hanya mengambil jenis kerang yang umum dikonsumsi di daerah Jawa Timur. Berikut ini adalah beberapa contoh kerang yang ada, antara lain :

1. Kerang Pasir (*Anadara Polii*)

Seperti kerang pada umumnya, kerang Pasir merupakan jenis bivalvia yang hidup pada dasar perairan dan mempunyai ciri khas yaitu ditutupi oleh dua keping cangkang (valve) yang dapat dibuka dan ditutup karena terdapat sebuah persendian berupa engsel elastis yang merupakan penghubung kedua valve tersebut.



Gambar 2.1 Kerang *Anadara Polii*

Kerang Pasir mempunyai dua buah cangkang yang dapat membuka dan menutup dengan menggunakan otot aduktor dalam tubuhnya. Cangkang pada bagian dorsal tebal dan bagian ventral tipis. Cangkang ini terdiri atas 3 lapisan, yaitu:

1. periostrakum adalah lapisan terluar dari kitin yang berfungsi sebagai pelindung.
2. lapisan prismatic tersusun dari kristal-kristal kapur yang berbentuk prisma.
3. lapisan nakreas atau sering disebut lapisan induk mutiara, tersusun dari lapisan kalsit (karbonat) yang tipis dan paralel.

Puncak cangkang disebut umbo dan merupakan bagian cangkang yang paling tua. Garis-garis melingkar sekitar umbo menunjukkan pertumbuhan cangkang. Mantel pada pelecypoda berbentuk jaringan yang tipis dan lebar, menutup seluruh tubuh dan terletak di bawah cangkang.

Beberapa kerang ada yang memiliki banyak mata pada tepi mantelnya. Banyak diantaranya mempunyai banyak insang. Umumnya memilikikelamin yang terpisah, tetapi diantaranya ada yang hermaprodit dan dapat berubah kelamin.

Kakinya berbentuk seperti kapak pipih yang dapat dijulurkan keluar. Kaki kerang berfungsi untuk merayap dan menggali lumpur atau pasir. Kerang bernafas dengan dua buah

insang dan bagian mantel. Insang ini berbentuk lembaran-lembaran (lamela) yang banyak mengandung batang insang. Antara tubuh dan mantel terdapat rongga mantel yang merupakan jalan keluar masuknya air.

Kerang ini menghuni kawasan Indo-Pasifik dan tersebar dari pantai Afrika timur sampai ke Polinesia. Hewan ini gemar memendam dirinya ke dalam pasir atau lumpur dan tinggal di mintakat pasang surut. Panjang dewasanya berukuran 5 sampai 6 cm dan lebar 4 sampai 5 cm.

2. Kerang Darah (*Anadara Granosa*)

Kerang darah (*Anadara Granosa*) adalah sejenis kerang yang biasa dimakan oleh warga Asia Timur dan Asia Tenggara. Anggota suku Arcidae ini disebut kerang darah karena ia menghasilkan hemoglobin dalam cairan merah yang dihasilkannya.

Budidaya kerang darah sudah dilakukan dan ia memiliki nilai ekonomi yang baik. Meskipun biasanya direbus atau dikukus, kerang ini dapat pula digoreng atau dijadikan satai dan makanan kering ringan. Seperti dijadikan kripik kerang yang biasanya menjadi makan khas dari sebuah wilayah. Namun ada pula yang memakannya mentah.



Gambar 2.2 Kerang *Anadara Granosa*

Kerang darah merupakan salah satu jenis kerang yang mempunyai nilai ekonomis penting dan disukai masyarakat. Kerang darah mempunyai rasa yang guring karena mengandung lemak dan kadar protein yang tinggi. Komposisi kimia kerang dara (*Anadara* sp.) adalah air 83%, lemak 0.91%, protein 10.33% dan kadar abu 1.84%. Kerang darah yang telah dewasa yang berukuran diameter 4 cm dapat memberikan sumbangan energi sebesar 59 kalori serat mengandung 8 gram protein, 1.1 gram lemak, 3.6 gram karbohidrat, 133 mg kalsium, 170 mg fosfor, 300 SI vitamin A dan 0.01 mg vitamin B1.

Kerang ini menghuni kawasan Indo-Pasifik seperti negara India, Srilangka, negara Asia Tenggara seperti Indonesia, Malaysia, Philipina dan Thailand. Panjang dewasanya berukuran 5 sampai 6 cm dan lebar 4 sampai 5 cm.

3. Kerang Bulu (*Anadara Antiquata*)

Kerang *anadara antiquata* merupakan salah satu spesies penting di Indonesia dan juga di Asia Tenggara. Kerang ini hidup berasosiasi dengan beberapa spesies kerang lainnya antara lain *A. granosa* (LINNAEUS, 1758), *A. indica* (GMELIN, 1791) dan *A. inequivalvis* (BRUGUIERE, 1784). Pengetahuan mengenai biologi jenis kerang ini sangat terbatas karena kerang ini kurang populer dibandingkan dengan kerang *anadara* yang lainnya. Ciri khas dari kerang ini adalah mempunyai bentuk cangkang yang hampir membulat dengan ukuran panjang 3–4 cm dengan banyak bulu.

Kedua keping cangkang pada bagian dalam ditautkan oleh sebuah otot aduktor anterior dan sebuah otot aduktor posterior, yang bekerja secara antagonis dengan *hinge ligament*. Ketika otot aduktor rileks, ligament berkerut maka kedua keping cangkang akan terbuka, demikian sebaliknya. Guna mempererat sambungan keping cangkang, di bawah *hinge ligament* terdapat gigi atau tonjolan pada keping yang satu.



Gambar 2.3 Kerang *Anadara Antiquata*

Kerang *Anadara Antiquata* dapat tumbuh dengan baik pada zona perairan litoral dan sublitoral dengan tipe perairan yang tenang, terutama di teluk berpasir dan berlumpur sampai pada kedalaman 30 m tetapi yang biasa dijadikan tempat hidup adalah daerah litoral dimana daerah tersebut masih terkena pasang surut.

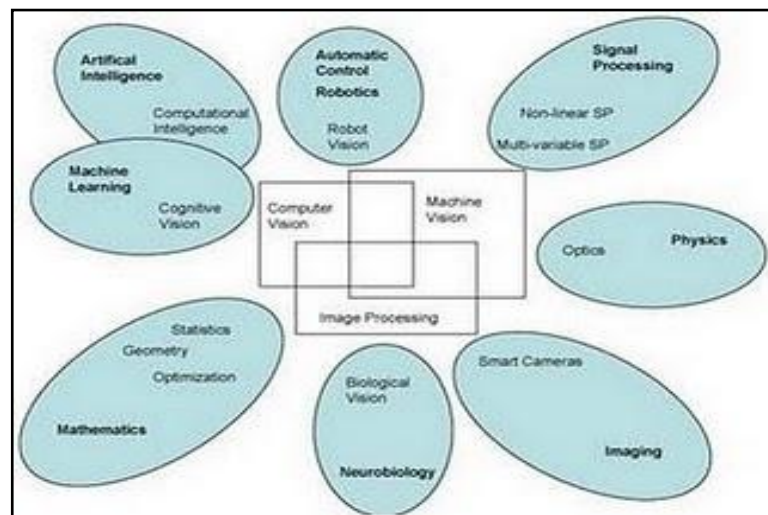
Anadara Antiquata atau sering disebut kerang bulu adalah jenis kerang yang termasuk ke dalam famili *Arcidae*. Distribusi *A. pilula* tersebar di wilayah pantai Indo-Pasifik seperti negara India, Srilangka, negara Asia Tenggara seperti Indonesia, Malaysia, Philipina dan Thailand hingga Selatan Queensland. Distribusi kerang ini bergantung pada jenis sedimen yang terdapat pada dasar dan zona perairan.

2.2 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, *Computer Vision* 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 berikut [Aristandi, J.B, 2010]:



Gambar 2.4 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.

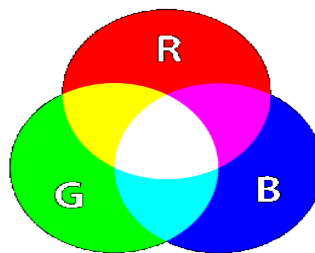
2.3 Jenis Citra

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].

2.3.1. 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].

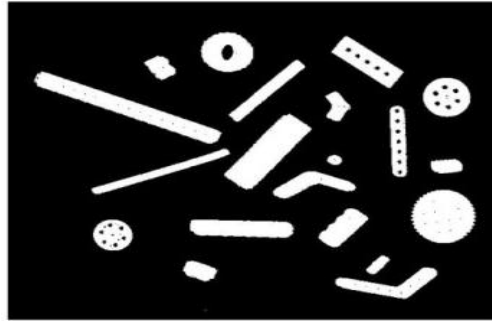


Gambar 2.5 Warna RGB

2.3.2. Citra Biner

Citra biner adalah citra digital yang hanya memiliki dua kemungkinan nilai pixel yaitu hitam dan putih. Citra biner juga disebut sebagai citra B&W (black dan white) atau citra monokrom. Hanya dibutuhkan 1 bit untuk mewakili nilai setiap pixel dari citra biner.

Citra biner sering kali muncul sebagai hasil dari proses pengolahan seperti segmentasi, pengambangan, morfologi, ataupun dithering. [Putra, D. 2010].



Gambar 2.6 Citra Biner

2.3.3. 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 2.7 Citra *Grayscale*

2.3.4. Konversi Gambar Array ke Gambar Grayscale

Merubah citra 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 sebagai berikut :

$$\text{Citra Abu-Abu} = 0,2989 * R + 0,587 * G + 0,114 B$$

2.3.5. Ekualisasi Histogram

Ekualisasi histogram adalah suatu tehnik perbaikan citra yang cara memanipulasi masing-masing piksel citra. Oleh karena itu histeq (histogram Equalisasi) disebut bekerja dibidang spasial.

Dengan histogram equalisasi kontras citra di stretch (diregangkan), sehingga titik atau pixel yang gelap semakin gelap sedangkan yang terang semakin terang.



Gambar 2.8 Perbandingan Image sebelum dan setelah dilakukan Ekualisasi Histogram

2.3.6. Inversi Citra

Inverse citra adalah proses negative pada citra, misalkan citra, dimana setiap nilai citra dibalik dengan acuan threshold yang diberikan. Proses ini banyak digunakan pada citra-citra medis seperti usg dan X-Ray. Untuk citra dengan derajat keabuan 256, proses inverse citra didefinisikan dengan :

$$X_n = 255 - x$$

2.3.7. Median Filtering

Metode median filter merupakan filter non-linear yang dikembangkan Tukey, yang berfungsi untuk menghaluskan dan mengurangi *noise* atau gangguan pada citra. Dikatakan nonlinear karena cara kerja penapis ini tidak termasuk kedalam kategori operasi konvolusi. Operasi nonlinear dihitung dengan mengurutkan nilai intensitas sekelompok *pixel*, kemudian menggantikan nilai *pixel* yang diproses dengan nilai tertentu.

Pada *median filter* suatu *window* atau penapis yang memuat sejumlah *pixel* ganjil digeser titik per titik pada seluruh daerah citra. Nilai-nilai yang berada pada *window* diurutkan secara *ascending* untuk kemudian dihitung nilai mediannya. Nilai tersebut akan menggantikan nilai yang berada pada pusat bidang *window*.

Jika suatu *window* ditempatkan pada suatu bidang citra, maka nilai *pixel* pada pusat bidang *window* dapat dihitung dengan mencari nilai median dari nilai intensitas sekelompok *pixel* yang telah diurutkan. Secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$g(x, y) = \text{Median}\{f(x-i, y-j), (i, j) \in w\}$$

Dimana $g(x,y)$ merupakan citra yang dihasilkan dari citra $f(x,y)$ dengan w sebagai *window* yang ditempatkan pada bidang citra dan (i,j) elemen dari *window* tersebut.

2.3.8. Morfologi

Morfologi adalah teknik pengolahan citra digital dengan menggunakan bentuk (*shape*) sebagai pedoman dalam pengolahan. Nilai dari setiap *pixel* dalam citra digital hasil diperoleh melalui proses perbandingan antara *pixel* yang bersesuaian pada citra digital masukan dengan *pixel* tetangganya. Operasi morfologi bergantung pada urutan kemunculan dari *pixel*, tidak memperhatikan nilai numeric dari *pixel* sehingga teknik morfologi sesuai apabila digunakan untuk melakukan pengolahan *binary image* dan *grayscale image*.

Dengan mengatur atau memilih ukuran dan bentuk dari matrik kernel (*structuring element*) yang digunakan maka kita dapat mengatur sensitivitas operasi morfologi terhadap bentuk tertentu (*spesifik*) pada citra digital masukan. Operasi morfologi standar yang dilakukan adalah proses erosi dan dilatasi. Dilatasi adalah proses penambahan *pixel* pada batas dari suatu objek pada citra digital masukan, sedangkan erosi adalah proses pemindahan/pengurangan *pixel* pada batas dari suatu objek. Jumlah *pixel* yang ditambahkan

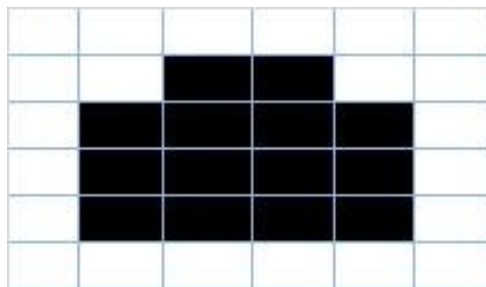
atau yang dihilangkan dari batas objek pada citra digital masukan tergantung pada ukuran dan bentuk dari structuring element yang digunakan.

2.3.8.1. Dilasi

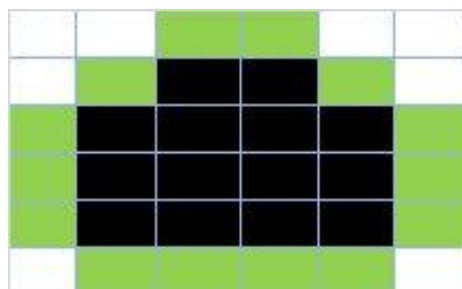
Dilasi adalah operasi morfologi yang akan menambahkan pixel pada batas antar objek dalam suatu citra digital. Atau secara rinci Dilasi merupakan suatu proses menambahkan piksel pada batasan dari objek dalam suatu image sehingga nantinya apabila dilakukan operasi ini maka image hasilnya lebih besar ukurannya dibandingkan dengan image aslinya.

Contoh:

Di bawah ini merupakan hasil image setelah dilakukan proses Dilasi dari Original Image dengan Structuring Element yang telah ditentukan di atas. Warna hijau merupakan pixel tambahan setelah dilakukan Dilasi.(mochyagi, 2012).



Gambar 2.9 Gambar Asli Citra

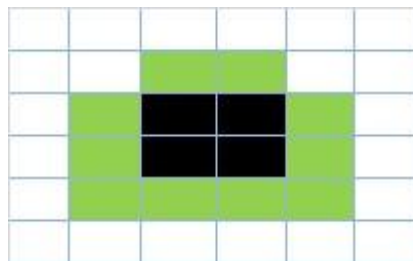


Gambar 2.10 Hasil citra setelah dilakukan dilasi

2.3.8.2. Erosi

Erosi merupakan kebalikan dari Dilasi. Proses ini akan membuat ukuran sebuah citra menjadi lebih kecil. Berbeda dengan dilatasi, apabila erosi dilakukan maka yang dikerjakan adalah memindahkan piksel pada batasan-batasan objek yang akan di erosi. Jumlah dari piksel yang ditambah atau dihilangkan bergantung pada ukuran dan bentuk dari structuring element yang digunakan untuk memproses image tersebut.

Di bawah ini merupakan hasil image setelah dilakukan proses Erosi dari Original Image dengan Stucturing Element yang telah ditentukan di atas. Warna hijau merupakan pixel dihilangkan setelah dilakukan proses Erosi, sehingga pixel hasilnya hanya yang berwarna hitam.

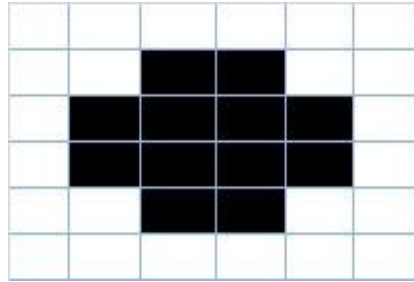


Gambar 2.11 Hasil Citra setelah dilakukan Erosi

2.3.8.3. Opening

Opening merupakan kombinasi proses dimana suatu citra digital dikenai operasi erosi dilanjutkan dengan dilasi. Operasi opening pada citra mempunyai efek memperhalus batas-batas objek, memisahkan objek-objek yang sebelumnya bergandengan, dan menghilangkan objek-objek yang lebih kecil daripada ukuran structuring.

Di bawah ini merupakan hasil image setelah dilakukan proses Opening dari Original Image dengan Stucturing Element yang telah ditentukan di atas. Proses yang dilakukan untuk mendapatkan opening adalah dengan cara melakukan operasi erosi, lalu hasil erosi tersebut di dilasi lagi.



Gambar 2.12 Hasil Citra setelah dilakukan Opening

2.3.8.4. Closing

Closing merupakan kombinasi dimana suatu citra dikenai operasi dilasi dilanjutkan dengan erosi. Operasi closing juga cenderung akan memperhalus objek pada citra, namun dengan cara menyambung pecahan-pecahan (*fuses narrow breaks and thin gulf*) dan menghilangkan lubang-lubang kecil pada objek.

Di bawah ini merupakan hasil image setelah dilakukan proses Closing dari Original Image dengan Structuring Element yang telah ditentukan di atas. Proses yang dilakukan untuk mendapatkan Closing adalah dengan cara melakukan operasi dilasi, lalu hasil dilasi tersebut dilakukan proses erosi lagi.



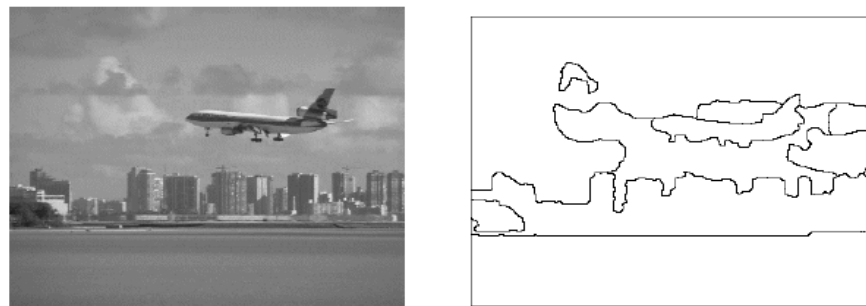
Gambar 2.13 Hasil Citra setelah dilakukan Closing

2.4. Segmentasi Citra

Terdapat dua pendekatan utama dalam segmentasi citra yaitu didasarkan pada tepi (*edge-based*) dan didasarkan pada wilayah (*region-based*). Segmentasi didasarkan pada tepi membagi citra berdasarkan diskontinuitas di antara sub-wilayah (*sub-region*), sedangkan segmentasi

yang didasarkan pada wilayah bekerjanya berdasarkan keseragaman yang ada pada sub-wilayah tersebut.

Hasil dari segmentasi citra adalah sekumpulan wilayah yang melingkupi citra tersebut, atau sekumpulan kontur yang diekstrak dari citra (pada deteksi tepi). Contoh segmentasi dapat dilihat dalam gambar 1. Tiap piksel dalam suatu wilayah mempunyai kesamaan karakteristik atau properti yang dapat dihitung (*computed property*), seperti : warna (*color*), intensitas (*intensity*), dan tekstur (*texture*). [Murinto, A.H. 2009].



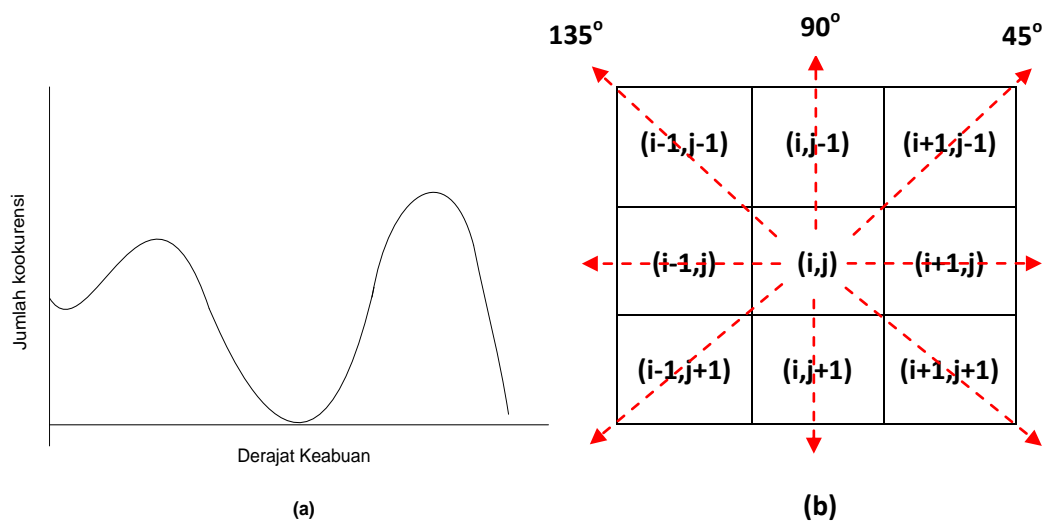
Gambar 2.14 Citra Asli dan Hasil Segmentasi

2.5. 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 GLCM termasuk dalam metode statistik dimana dalam perhitungan statistiknya menggunakan distribusi derajat keabuan (*histogram*) dengan mengukur tingkat kontras, 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 terdiri dari ekstraksi ciri orde pertama dan ekstraksi ciri orde kedua. Ekstraksi ciri orde pertama dilakukan melalui histogram citra sedangkan ekstraksi ciri statistik orde kedua dilakukan dengan matriks kookurensi, yaitu suatu matriks antara yang merepresentasikan hubungan ketetangaan antar piksel dalam citra pada berbagai arah orientasi dan jarak spasial. Ilustrasi ekstraksi ciri statistik ditunjukkan pada gambar 2.15 [Ardy, 2011].

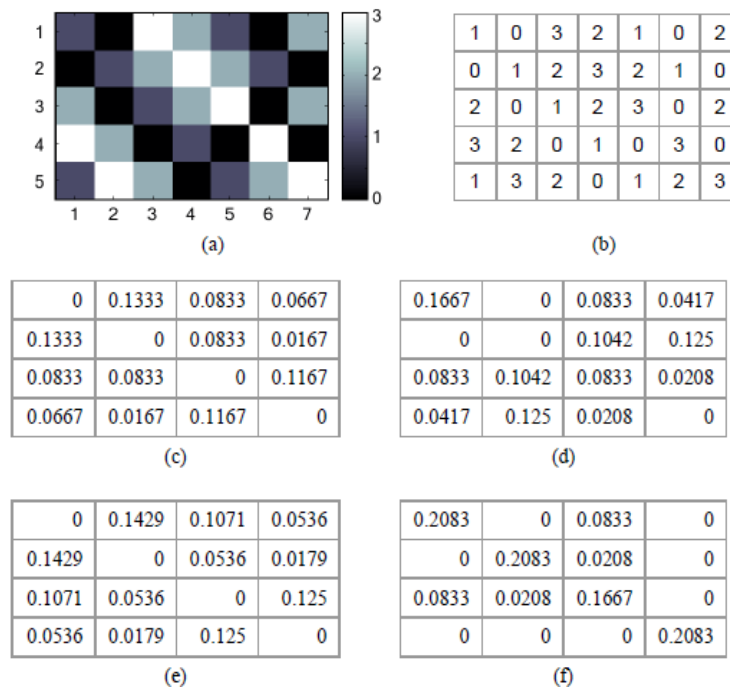


Gambar 2.15 Ilustrasi ekstraksi ciri statistik, (a) Histogram citra sebagai fungsi probabilitas kemunculan nilai intensitas pada citra, (b) Hubungan ketetangaan antar piksel sebagai fungsi orientasi dan jarak spasial.

2.5.1. 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 $(180-\theta)$. [Novi, D.E. 2012].



Gambar 2.16 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 2.26

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 2.17 Perhitungan nilai rata-rata

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

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

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

Gambar 2.18 Nilai Matriks variable, (a) Nilai Matriks Variabel i , (b) Nilai Matriks Variabel 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*. [Putra, D. 2010].

1. *Angular Second Moment (ASM)*

Menunjukkan ukuran sifat homogenitas citra.

$$ASM = \sum_i \sum_j \{p(i,j)\}^2 \quad (2.10)$$

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

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

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 perhitungan nilai CON.

$$CON = \sum_i k^2 \left[\sum_i \sum_j p(i,j) \right] |i - j| = k \quad (2.11)$$

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

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

(a)

(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 2.11 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

$$= \frac{\sum_i \sum_j (ij) \cdot p(i,j) - \mu_x \mu_y}{\sigma_x \sigma_y} \quad (2.12)$$

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 kolom $p(i,j)$

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)

μ_x	2.3865	σ_x	1.1038
μ_y	2.3865	σ_y	1.1038
$\mu_x * \mu_y$	5.6952	$\sigma_x * \sigma_y$	1.2184

(b)

$i*j$			
1	2	3	4
2	4	6	8
3	6	9	12
4	8	12	16

(c)

$(i*j)*a$			
0.0938	0.1381	0.2679	0.1619
0.1381	0.2083	0.3929	0.3190
0.2679	0.3929	0.5625	0.7875
0.1619	0.3190	0.7875	0.8333

(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 2.12 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

$$VAR = \sum_i \sum_{j-\mu_x} (i - \mu_x)(j - \mu_y)p(i,j) \tag{2.13}$$

-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 2.13 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

$$IDM = \sum_i \sum_j \frac{1}{1 + (i - j)^2} p(i, j) \quad (2.14)$$

$1+(i-j)^2$			
1	2	5	10
2	1	2	5
5	2	1	2
10	5	2	1

(a)

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

(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 2.14 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.

$$ENT_2 = - \sum_i \sum_j p(i,j) \cdot {}^2\log p(i,j) \quad (2.15)$$

$$-\sum_i p(i,j)$$

-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)

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

-3.4150	-3.8563	-3.4854	-4.6268
-3.8563	-4.2630	-3.9329	-4.6482
-3.4854	-3.9329	-4.0000	-3.9296
-4.6268	-4.6482	-3.9296	-4.2630

(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)

(d) Sehingga jika dikerjakan sesuai dengan rumus 2.15 maka nilai yang diperoleh untuk IDM = 3.9452

2.6. Square Euclidean

Square euclidean digunakan untuk menentukan perhitungan jarak terdekat nilai vektor ciri citra uji dengan citra acuan. Nilai *square euclidean* yang mendekati nilai nol, akan menunjuk pada citra tertentu. Nilai vektor ciri citra masukan yang memiliki nilai vektor ciri yang sama dengan vektor ciri citra tertentu akan memiliki nilai *square euclidean* yang mendekati nol. [Hilmy, Mohamad. 2013].

Rumus menghitung *square euclidean* sebagai berikut :

Rumus menghitung jarak euclidian

$$d_i = \sqrt{\sum_{l=1}^n (X_{ij} - P_j)^2} \quad (2.16)$$

Keterangan:

- d_i = Jarak sampel
- X_{ij} = Data sampel pengetahuan
- P_j = Data input variabel ke-j
- n = Jumlah sample

Berikut adalah contoh perhitungan menggunakan *Square Euclidean*:

$$\begin{aligned} \text{Hitung} = & (ASM_Latih - ASM_Uji)^2 + (CON_Latih - CON_Uji)^2 + \\ & (COR_Latih - COR_Uji)^2 + (VAR_Latih - VAR_Uji)^2 + \\ & (IDM_Latih - IDM_Uji)^2 + (ENT_Latih - ENT_Uji)^2 \end{aligned}$$

2.7. Metode K-Nearest Neighbor

K-Nearest Neighbor (KNN) adalah suatu metode yang menggunakan algoritma *supervised* dimana hasil dari *query instance* yang baru diklasifikasikan berdasarkan mayoritas dari kategori pada KNN. Tujuan dari algoritma ini adalah mengklasifikasikan obyek baru berdasarkan atribut dan *training sample*. *Classifier* tidak menggunakan model apapun untuk dicocokkan dan hanya berdasarkan pada memori. Diberikan titik *query*, akan ditemukan sejumlah k obyek atau (titik *training*) yang paling dekat dengan titik *query*. Klasifikasi menggunakan *voting* terbanyak diantara klasifikasi dari k obyek..

algoritma KNN menggunakan klasifikasi ketetanggaan sebagai nilai prediksi dari *query instance* yang baru.

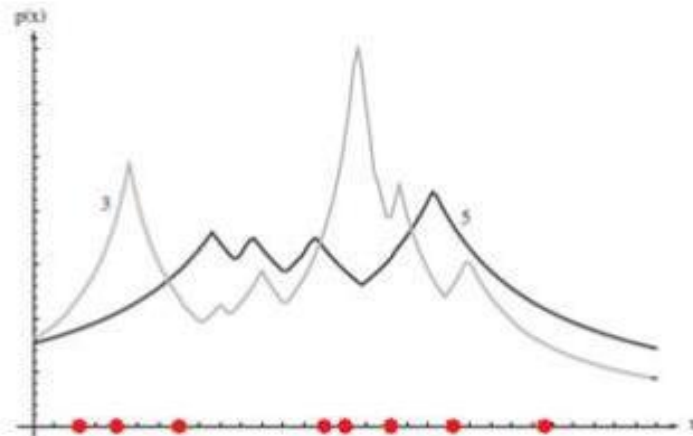
Algoritma metode KNN sangatlah sederhana, bekerja berdasarkan jarak terpendek dari *query instance* ke *training sample* untuk menentukan KNN-nya. *Training sample* diproyeksikan ke ruang berdimensi banyak, dimana masing-masing dimensi merepresentasikan fitur dari data. Ruang ini dibagi menjadi bagian-bagian berdasarkan klasifikasi *training sample*. Sebuah titik pada ruang ini ditandai kelas c jika kelas c merupakan klasifikasi yang paling banyak ditemui pada k buah tetangga terdekat dari titik tersebut. Dekat atau jauhnya tetangga biasanya dihitung berdasarkan *Euclidean Distance* yang direpresentasikan sebagai berikut :

$$D(a, b) = \sqrt{\sum_{k=1}^d (a_k - b_k)^2}, \quad (2.4)$$

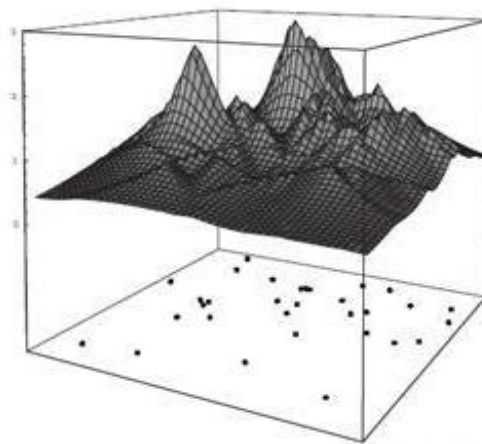
dimana matriks $D(a,b)$ adalah jarak skalar dari kedua vektor a dan b dari matriks dengan ukuran d dimensi.

Pada fase *training*, algoritma ini hanya melakukan penyimpanan vektor-vektor fitur dan klasifikasi data *training sample*. Pada fase klasifikasi, fitur-fitur yang sama dihitung untuk *testing data* (yang klasifikasinya tidak diketahui). Jarak dari vektor baru yang ini terhadap seluruh vektor *training sample* dihitung dan sejumlah k buah yang paling dekat diambil. Titik yang baru klasifikasinya diprediksikan termasuk pada klasifikasi terbanyak dari titik-titik tersebut.

Sebagai contoh, untuk mengestimasi $p(x)$ dari n *training sample* dapat memusatkan pada sebuah sel disekitar x dan membiarkannya tumbuh hingga meliputi k *samples*. *Samples* tersebut adalah KNN dari x . Jika densitasnya tinggi di dekat x , maka sel akan berukuran relatif kecil yang berarti memiliki resolusi yang baik. Jika densitas rendah, sel akan tumbuh lebih besar, tetapi akan berhenti setelah memasuki wilayah yang memiliki densitas tinggi. Pada Gambar 2.19 dan Gambar 2.20 ditampilkan estimasi densitas satu dimensi dan dua dimensi dengan KNN.



Gambar 2.19 Delapan titik dalam satu dimensi dan estimasi densitas KNN dengan $K=3$ dan $K=5$



Gambar 2.20 KNN mengestimasi densitas dua dimensi dengan $K=5$

Nilai k yang terbaik untuk algoritma ini tergantung pada data. Secara umum, nilai k yang tinggi akan mengurangi efek *noise* pada klasifikasi, tetapi membuat batasan antara setiap klasifikasi menjadi semakin kabur. Nilai k yang bagus dapat dipilih dengan optimasi parameter, misalnya dengan menggunakan *cross-validation*. Kasus khusus dimana klasifikasi diprediksikan berdasarkan *training data* yang paling dekat (dengan kata lain, $k = 1$) disebut algoritma *nearest neighbor*.

Ketepatan algoritma KNN sangat dipengaruhi oleh ada atau tidaknya fitur-fitur yang tidak relevan atau jika bobot fitur tersebut tidak setara dengan relevansinya terhadap klasifikasi. Riset terhadap algoritma ini sebagian besar

membahas bagaimana memilih dan memberi bobot terhadap fitur agar performa klasifikasi menjadi lebih baik.

KNN memiliki beberapa kelebihan yaitu ketangguhan terhadap *training data* yang memiliki banyak *noise* dan efektif apabila *training data*-nya besar. Sedangkan, kelemahan KNN adalah KNN perlu menentukan nilai dari parameter k (jumlah dari tetangga terdekat), *training* berdasarkan jarak tidak jelas mengenai jenis jarak apa yang harus digunakan dan atribut mana yang harus digunakan untuk mendapatkan hasil terbaik, dan biaya komputasi cukup tinggi karena diperlukan perhitungan jarak dari tiap *query instance* pada keseluruhan *training sample*.

Konsep dasar dari KNN adalah mencari jarak terdekat antara data yang akan dievaluasi dengan K tetangga terdekatnya dalam data pelatihan. Jumlah kelas yang paling banyak dengan jarak terdekat tersebut akan menjadi kelas dimana data data evaluasi tersebut berada.

Algoritma KNN :

1. Tentukan parameter K
2. Hitung jarak antara data yang akan dievaluasi dengan semua pelatihan

Jarak ini didapatkan dari data yang telah di ekstraksi metode Co-occurrence Matrix yaitu data baru yang akan di uji di kurangi dengan semua data pelatihan yang di sebut dengan jarak Euclidian.

3. Urutkan jarak yang terbentuk (urut naik)

Setelah diketahui jarak setiap data pelatihan, maka data di urutkan atau di sorting mulai dari data terkecil sampai data yang paling besar lalu cari jarak yang paling kecil (terdekat) dengan data pelatihan.

4. Tentukan jarak terdekat sampai urutan K
5. Pasangkan kelas yang bersesuaian

Setelah di tentukan K terdekatnya berapa, maka bisa di ketahui beberapa kelas yang akan di tujukan pada data uji tersebut, apakah masuk ke kelas kerang bulu, kerang dara, kerang pasir atau bukan jenis kerang.

6. Cari jumlah kelas dan tetangga yang terdekat dan tetapkan kelas tersebut sebagai kelas data yang akan dievaluasi. [Syamani, 2008].

2.8. Penelitian Sebelumnya

1. PERBANDINGAN METODE GRAY LEVEL CO-OCCURENCE MATRIX DENGAN FILTER GABOR DALAM PENENTUAN JENIS KERANG BERDASARKAN TEKSTUR CANGKANG. Pada tahun 2013 Adi Hafiduddin Yanuar dari fakultas Teknik jurusan Informatika Universitas Muhammadiyah Gresik telah melakukan penelitian tersebut sebagai Tugas Akhir (Skripsi). Penelitian ini difungsikan untuk Pengidentifikasian jenis kerang dengan metode Co-occurrence Matrix lebih akurat dari pada menggunakan metode Filter gabor. Dengan keakuratan 77.6% berbanding 58.3%.
2. KLASIFIKASI UMUR POHON KELAPA SAWIT BERDASARKAN TEKSTUR MENGGUNAKAN METODE K-NEAREST NEIGHBOR. Pada tahun 2013 Mohamad Hilmy dari fakultas Teknik jurusan Informatika Universitas Muhammadiyah Gresik telah melakukan penelitian tersebut sebagai Tugas Akhir (Skripsi). Penelitian ini difungsikan untuk Pengidentifikasian jenis kerang dengan metode K-NN (K-Nearest Neighbor). Dengan menggunakan metode KNN yang mengacu pada menggunakan *Square Euclidean* memiliki tingkat akurasi yang 85.21%.
3. PENGOLAHAN CITRA IDENTIFIKASI KUALITAS BUAH MENKUDU (*MORINDA CITRIFOLIA*) BERDASARKAN WARNA DAN TEKSTUR MENGGUNAKAN ANALISIS *CO-OCCURRENCE MATRIX*. Pada tahun 2012 Hamdan Sobri Andhika. dari fakultas Teknik jurusan Informatika Universitas Muhammadiyah Gresik telah melakukan penelitian tersebut sebagai Tugas Akhir (Skripsi). Penelitian ini difungsikan untuk mengenali kualitas buah mengkudu berdasarkan tekstur dengan penyelesaian menggunakan metode Co-occurrence Matrix. Dalam

penyelesaian menggunakan metode tersebut, tingkat keberhasilan program mencapai 71,4%.