

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Jeruk

2.1.1 Sejarah Jeruk

Tanaman Jeruk adalah tanaman buah tahunan yang berasal dari Asia. Cina dipercaya sebagai tempat pertama kali Jeruk tumbuh. Sejak ratusan tahun yang lalu, Jeruk sudah tumbuh di Indonesia baik secara alami atau dibudidayakan. Tanaman Jeruk yang ada di Indonesia adalah peninggalan orang Belanda yang mendatangkan Jeruk manis dan keprok dari Amerika dan Itali [<http://wartabepe.staff.ub.ac.id>].

2.1.2 Kandungan dari Jeruk

Jeruk manis telah lama dikenal sebagai buah dengan rasa segar dan bergizi. Selain kaya vitamin dan mineral, buah ini juga mengandung serat makanan yang esensial bagi pertumbuhan dan perkembangan tubuh normal. Dengan rasanya yang asam-asam manis, buah jeruk manis dapat dikonsumsi dalam berbagai bentuk, baik segar maupun dibuat sari buah / jus.

Jeruk manis dengan nama latin *citrus aurantium* adalah buah yang populer di masyarakat. Tanamannya kini tersebar luas karena pembudidayaannya tidak terlalu sulit. Yang dibutuhkan hanyalah tanah dengan tingkat kesuburan dan kandungan air yang cukup. Biasanya, tanaman jeruk manis diperbanyak dengan cara dicangkok atau okulasi, namun bisa juga melalui bijinya.

Kandungan senyawa dalam jeruk manis yang kaya vitamin C, potassium, dan folid acid, dapat berfungsi untuk menghambat sel-sel kanker. Selain kaya serat, buah berwarna kuning ini juga mengandung hesperidin yang mampu menurunkan resiko penyakit jantung, mencegah kolesterol, serta menurunkan tekanan darah. Dalam satu buah jeruk manis ukuran sedang terdapat 16

gram karbohidrat yang mengandung 70 kalori. Karbohidrat ini penting sebagai sumber energi tubuh, terutama untuk otak.

Nilai serat dalam sebuah jeruk manis setara dengan 12 persen yang dibutuhkan per hari. Fungsi serat jelas sangat penting antara lain membantu proses pencernaan. Serat dalam jeruk manis bisa membantu menurunkan kadar kolesterol dalam darah dan juga menurunkan resiko penyakit jantung.

Kandungan lain dalam buah ini dapat mempengaruhi aktivitas enzim Glutathione S-Transferase (GTS), untuk menghambat terjadinya kanker, bekerjasama dengan senyawa limonoida seperti limonin dan nomilin. GTS sendiri merupakan enzim utama sistem detoksifikasi yang dapat menetralkan karsinogen [<http://khasiatbuah.com>].

2.1.3 Manfaat pada Jeruk

Beberapa khasiat buah jeruk manis lainnya di antaranya:

- Dapat memperbaiki jaringan sel-sel kulit yang mati sehingga bagus untuk kulit.
- Dagingnya apabila dimakan dapat mengurangi panas perut, menyembuhkan penyakit empedu, serta penyakit wasir.
- Mengandung kadar gula dan vitamin C yang tinggi sehingga dapat meningkatkan pertahanan tubuh, mengobati panas dalam, dan menyembuhkan sariawan.
- Merupakan sumber enzim pektin yang berfungsi menurunkan LDL (kolesterol jahat), memperkecil penyumbatan pembuluh darah dan memperkecil resiko serangan jantung.
- Apabila digunakan sebagai campuran makanan dapat membantu proses pencernaan.
- Perasan kulit jeruk dapat digunakan sebagai pembalut luka. Selain itu abu dari kulitnya merupakan obat gosok yang baik terhadap lepra.

- Merupakan sumber alami asam folik yang mengurangi resiko wanita hamil melahirkan bayi dengan down syndrome. Asam folik juga membantu mencegah penyakit fatal yang berkaitan dengan usia, seperti penyakit jantung dan alzheimer.
- Sari jeruk manis bermanfaat untuk menyembuhkan gangguan pendarahan karena wasir, menyembuhkan demam, mengurangi keasaman darah, memperlancar pembentukan air seni, serta mengatur pengeluaran cairan empedu.
- Air jeruk manis yang ditambah dengan sedikit lada dan garam bermanfaat mengobati gangguan pencernaan. Sementara itu, air jeruk manis yang ditambah sedikit garam dan madu berkhasiat mengatasi gangguan bronkhitis, asma, tuberculosis (TBC), dan masuk angin.
- Kulit jeruk manis berkhasiat melembutkan kulit dan mengusir bintik hitam pada raut wajah. Caranya, rebus kulit jeruk hingga mendidih, lalu saring. Minum airnya dalam kondisi hangat segelas per hari selama 3 bulan [<http://khasiatbuah.com>].

2.1.4 Macam-macam Jeruk

Jeruk mempunyai banyak macam, ada jenis Jeruk lokal dan juga *Jeruk impor*. Saat ini semakin sulit menemukan buah-buahan lokal di pasaran. Di Indonesia dipenuhi berbagai jenis buah impor, salah satunya yaitu Jeruk. Berikut ini ada beberapa macam jenis jeruk, yaitu *Jeruk besar* (*Citrus grandis*), *Jeruk Sitrun* (*Citrus medica*), *Jeruk mandarin* (*Citrus reticulate*), *Jeruk Sunkist* (*Citrus sinensis*) dan masih banyak yang lain. Dibawah ini akan membahas lebih lanjut tentang *Jeruk impor* jenis *Mandarin* dan *Sunkist*.

2.1.4.1 Jeruk Mandarin (*Citrus reticulate*)

Jeruk Mandarin memiliki rasa juicy, manis, segar dan kaya vitamin C. Menurut kepercayaan orang – orang di daratan Cina,

warna kuning, termasuk warna kuning jeruk Mandarin sebagai warna kemakmuran seperti warna emas.

Jeruk keprok atau dalam perdagangan internasional disebut jeruk Mandarin. Jeruk ini memiliki ciri berkulit tebal dan buahnya agak besar. Jeruk ini awalnya ditemukan di China dan Asia Tenggara. Jeruk ini dibawa ke Eropa dan Amerika sekitar tahun 1800 an. Jadilah jeruk ini mendunia. Sementara di Indonesia ada lebih dari 5 jenis jeruk yang populer, salah satunya yaitu jeruk Mandarin. Beberapa Jenis Jeruk Mandarin (*Citrus reticula*) buahnya kecil menyerupai orange yang ramping. Kulitnya mudah dikupas dan dagingnya sangat sedap rasa harumnya disertai rasa yang manis.

Jeruk Mandarin adalah sumber vitamin C yang sempurna dan juga menyediakan kalium. Vitamin A dan folicacid, jeruk ini digunakan untuk menghias kue, puding, pai atau ice cream dan juga sebagai pelengkap rasa ayam dan seafood. Kupasan kulit Mandarin memiliki aroma yang tidak lazim harumnya karena itu Mandarin dikupas lebih tipis dari orange [<http://satujalantabulampot.com>].

1. Manfaat dan Kandungan Kimia

Kulit *jeruk mandarin* mempunyai berbagai macam senyawa diantaranya Tangeraxanthin, Tangeritin, Terpinen-4-ol, Terpeneolene, Tetradecanal, Threonine, Thymol, Thymyl-methyl-ether, Tryptophan, Tyrosine, Cis-3-hexenol, Cis-carveol, Citric-acid, Citronellal, Citronellic-acid, Citronellyl-acetate, Cystine, Decanal, Decanoic- acid, Decanol, Nobiletin. Salah satu senyawa dalam kulit jeruk Keprok (*Citrus reticulata*) yang telah dilakukan penelitian mengenai aktivitas antikankernya adalah tangeritin. Tangeritin dan nobiletin merupakan senyawa methoxyflavone yang mempunyai potensi sebagai agen antikanker. Tangeritin dapat menghambat aktivitas sel kanker pada fase G1 sehingga siklus selnya terhambat. Pan et al.,(2002) melaporkan bahwa polimetoksi flavonoid (tangeretin) yang

terdapat pada kulit jeruk, dapat menginduksi G1 arrest dengan adanya peningkatan ekspresi CDK inhibitors seperti p27, p21 pada colon cancer cell line (COLO 205). Nobiletin dapat menghambat kerja COX-2 dengan cara inhibisi pada murine macrophage [<http://www.obatherbalalternatif.info>].

2. Jenis Jeruk Mandarin

Jenis buah yang tergolong jenis Jeruk Mandarin salah satunya adalah Santang dan Ponkam.

a. Santang



Gambar 2.1 Buah Jeruk Santang

Jeruk santang sudah muncul di Cina sejak 400 tahun yang lalu. Mungkin karena bentuknya yang unik, rasanya yang manis dan warna oranye cemerlang, hasil kebun ini masuk ke wilayah religi sebagai simbol kemakmuran . Bahkan pada Dinasti Ming (tahun 1573-1619), jeruk Santang ditunjuk sebagai salah satu upeti rakyat kepada kerajaan. Jeruk santang sendiri punya banyak khasiat. Digunakan orang untuk merawat kecantikan dan meningkatkan kesehatan. Mengonsumsi lebih sering jeruk yang kulitnya amat getas ini bisa mencegah pengerasan arteri pembuluh darah, menurunkan kolesterol, memecah lemak, mengurangi akumulasi logam non-ferrous dalam tubuh serta

membantu mencegah penyakit kanker
[<http://kebunjerukkeprok.blogspot.com>].

b. Ponkam



Gambar 2.2 Buah *Jeruk Ponkam*

Jeruk ponkam asal China ini pasukannya ada terus, jadi tidak mengenal musim. Jeruk impor tersebut juga lebih tahan lama sehingga risiko pedagang tidak terlalu tinggi. Tidak seperti jeruk lokal yang pasokannya tidak menentu. Selain itu, berjualan jeruk ponkam juga sangat menguntungkan karena konsumen lebih menyukai jeruk ini dibandingkan dengan jeruk lokal dikarenakan harganya yang lebih murah [<http://bisniskeuangan.kompas.com>].

2.1.4.2 *Jeruk Sunkist (Citrus sinensis)*

Salah satu jenis jeruk yang sedang populer saat ini adalah jeruk sunkist. Mulai dari gerai buah di supermarket hingga pasar tradisional dan pinggir jalan, jeruk ini selalu mendominasi karena memang tersedia sepanjang tahun. Penggila jeruk ini biasanya mengonsumsi sunkist dengan cara dimakan langsung atau dibuat menjadi jus.

Tanaman buah asal California, Arizona ini tidak terlalu menuntut banyak hal untuk rajin berbuah. Temperatur optimal untuk pertumbuhan berkisar 25-30 °C. Sementara kelembaban optimum untuk pertumbuhan tanaman ini sekitar 70-80%. Jenis tanah yang

disukai adalah lempung sampai lempung berpasir dengan fraksi liat 7-27%, debu 25-50%, dan pasir < 50%; cukup humus; serta memiliki tata air dan udara baik. Jenis tanah Andosol dan Latosol sangat cocok untuk bertanam jeruk. pH yang diinginkan adalah 5,5-6,5 [www.agrikaindoraya.com].

1. Manfaat Jeruk Sunkist

- meningkatkan kekebalan tubuh
- memperkuat limfa
- menurunkan kolesterol
- mengobati infeksi dan demam

Melihat manfaat yang besar dari jeruk ini, maka disarankan untuk mengonsumsi jeruk sunkist ini [www.infojajan.com].

2. Jenis Jeruk Sunkist

Jeruk yang tergolong jenis Sunkist salah satunya adalah Navel dan Valencia.

a. Navel



Gambar 2.3 Buah Jeruk *Navel*

jeruk Navel adalah salah satu buah *jeruk* yang paling dikenal di seluruh dunia karena unik, manis dan menyegarkan. Jeruk ini memiliki banyak manfaat kesehatan penting untuk tubuh manusia. Jeruk *Navel* juga dikenal dengan *jeruk Pesar* yang panjang, Jeruk ini salah satu yang paling dikenal dalam

varietals buah Jeruk dan juga salah satu yang memiliki bentuk paling unik.

Jeruk *Navel* adalah buah Jeruk tanpa biji dan memiliki kulit yang tebal sehingga bila kulinya rusak, daging di dalamnya masih akan tetap manis dan berair. Antioksidan dan vitamin C adalah bahan gizi utama Jeruk *Navel*. Jutaan orang minum jus jeruk dari Jeruk *Navel* sebagai sumber vitamin C. Vitamin C bukan hanya membantu menjaga sistem kekebalan tubuh manusia, tetapi juga membantu tubuh menyerap zat besi, bekerja untuk menyembuhkan luka, dan bahkan dapat membantu mencegah penyakit jantung. Tubuh manusia tidak alami menghasilkan vitamin C sendiri, sehingga salah satu cara terbaik untuk mendapatkan jumlah yang tepat nutrisi penting ini adalah minum jus segar diperas dari jeruk pusa Jeruk *Navel* atau memakannya langsung.

Nutrisi lain dalam Jeruk *Navel* juga diketahui membantu mencegah kanker, seperti: kanker lambung dan kanker kerongkongan. Kandungan serat yang tinggi didalam buah Jeruk *Navel* dapat membantu meningkatkan rasio kolesterol di dalam tubuh, yang penting dalam mengendalikan diabetes.

Beta-karoten merupakan antioksidan yang ditemukan dalam Jeruk *Navel* yang membantu mencegah kerusakan sel. Jeruk *Navel* juga mengandung kalsium, kesehatan tulang dan vitamin B6 untuk meningkatkan produksi hemoglobin dalam aliran darah. Kandungan kalium tinggi didalam buah Jeruk ini membantu menjaga keseimbangan elektrolit dalam sel, dan magnesium-nya membantu menjaga tekanan darah [Qomariyah,2012].

b. Valencia



Gambar 2.4 Buah Jeruk Valencia

Buah jeruk *valencia* merupakan jeruk yang berbuah saat musim panas datang, biasanya jeruk ini tumbuh pada bulan-bulan tertentu yaitu bulan Februari sampai Oktober, dengan pasokan puncak pada bulan Mei, Juni dan Juli jeruk *Valencia* hanya memiliki beberapa biji karena jeruk *Valencia* jarang sekali ditemui biji didalam buah dan buah ini biasanya berkulit tebal [Qomariyah,2012].

2.2 Computer Vision

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. Sedangkan sebagai disiplin teknologi, computer vision berusaha untuk menerapkan teori dan model untuk pembangunan sistem computer vision.

Computer Vision didefinisikan sebagai salah satu cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari bagaimana komputer dapat mengenali obyek yang diamati. Cabang ilmu ini bersama Artificial Intelligence akan mampu menghasilkan Visual Intelligence System. Perbedaannya adalah Computer

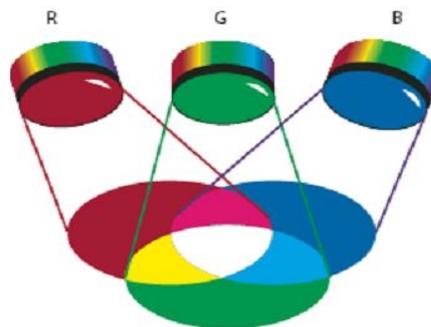
Vision lebih mempelajari bagaimana komputer dapat mengenali obyek yang diamati. Namun komputer grafik lebih ke arah pemanipulasian gambar (visual) secara digital. Bentuk sederhana dari grafik komputer adalah grafik komputer 2D yang kemudian berkembang menjadi grafik komputer 3D, pemrosesan citra, dan pengenalan pola. Grafik komputer sering dikenal dengan istilah visualisasi data. Computer Vision adalah kombinasi antara :

- Pengolahan Citra (Image Processing), bidang yang berhubungan dengan proses transformasi citra/gambar (image). Proses ini bertujuan untuk mendapatkan kualitas citra yang lebih baik.
- Pengenalan Pola (Pattern Recognition), bidang ini berhubungan dengan proses identifikasi obyek pada citra atau interpretasi citra. Proses ini bertujuan untuk mengekstrak informasi/pesan yang disampaikan oleh gambar/citra [<http://eziekim.wordpress.com>].

2.3 Jenis Citra

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

2.3.1 Citra RGB



Gambar 2.5 Struktur Warna RGB

Model warna RGB adalah model warna berdasarkan konsep penambahan kuat cahaya primer yaitu Red, Green dan Blue. Dalam suatu ruang yang sama sekali tidak ada cahaya, maka ruangan

tersebut adalah gelap total. Tidak ada signal gelombang cahaya yang diserap oleh mata kita atau RGB (0,0,0). Apabila kita menambahkan cahaya merah pada ruangan tersebut, maka ruangan akan berubah warna menjadi merah misalnya RGB (255,0,0), semua benda dalam ruangan tersebut hanya dapat terlihat berwarna merah. Demikian apabila cahaya kita ganti dengan hijau atau biru. Apabila kita melanjutkan percobaan memberikan 2 macam cahaya primer dalam ruangan tersebut seperti (merah dan hijau), atau (merah dan biru) atau (hijau dan biru), maka ruangan akan berubah warna masing-masing menjadi kuning, atau magenta atau cyan. Warna-warna yang dibentuk oleh kombinasi dua macam cahaya tersebut disebut warna sekunder.

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



Gambar 2.6 Citra Biner

2.3.3 Citra Grayscale (*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,2010].



Gambar 2.7 Citra Grayscale

2.4 Pemrosesan Data Awal

2.4.1. Konversi Gambar Array ke Double Precision

Im2double mengambil gambar sebagai masukan, dan mengembalikan sebuah gambar ganda. Jika gambar input adalah ganda kelas, output gambar identic dengan itu. Jika gambar input kelas *uint8* atau *uint16*, *uint32*, *double* mengembalikan citra ganda setara kelas, *rescaling* atau pemindahan data yang diperlukan [Qomariyah,2012].

Tabel 2.1 Type Data

Nama	Penjelasan
Double	Double-precision, floating-point numbers dalam jangkauan kira-kira -10^{308} sampai 10^{308} (8 byte per elemen)
uint8	Unsigned 8-bit integer dalam jangkauan [0, 255] (1 byte per elemen)
uint16	Unsigned 16-bit integer dalam jangkauan [0, 65535] (2 byte per elemen)
uint32	Unsigned 32-bit integer dalam jangkauan [0, 4294967295] (4 byte per elemen)

2.4.2. Normalisasi Warna

Normalisasi warna dilakukan untuk meminimalisir pengaruh pencahayaan yang berbeda pada pengambilan citra buah. Normalisasi warna tiap *pixel* pada semua *channel* warna R, G, dan B dengan rumus :

$$\begin{aligned}
 r(p) &= \frac{R_{(p)}}{R_{(p)} + G_{(p)} + B_{(p)}} \\
 g(p) &= \frac{G_{(p)}}{R_{(p)} + G_{(p)} + B_{(p)}} \\
 b(p) &= \frac{B_{(p)}}{R_{(p)} + G_{(p)} + B_{(p)}} \dots\dots\dots(2.1)
 \end{aligned}$$

2.4.3. Mean Warna

Rata-rata (*average*) adalah nilai yang mewakili sehimpunan atau sekelompok data (*a set of data*). Nilai rata-rata pada umumnya mempunyai kecenderungan terletak ditengah-tengah dalam suatu kelompok data yang disusun menurut besar kecilnya nilai. Berikut rumus dari perhitungan nilai *mean*

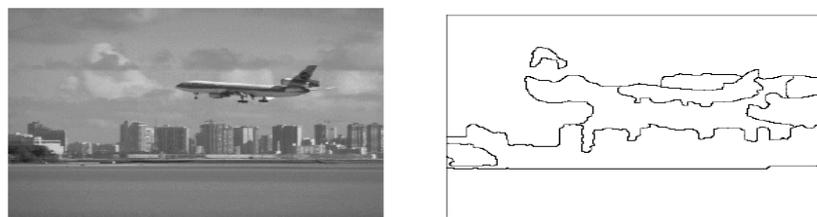
$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \dots\dots\dots(2.2)$$

2.5 *Image Enhancement* (Perbaikan Kualitas Citra)

Teknik *image enhancement* digunakan untuk meningkatkan kualitas suatu citra digital, baik dalam tujuan untuk menonjolkan suatu ciri tertentu dalam citra tersebut, maupun untuk memperbaiki aspek tampilan. Proses ini biasanya didasarkan pada prosedur yang bersifat eksperimental, subjektif, dan amat bergantung pada tujuan yang hendak dicapai. Ada beberapa proses *image enhancement* seperti *inhest*, *adaptive histeq*, *histogram equalisasi*, dan juga *log*.

2.6 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 2.8. Tiap piksel dalam suatu wilayah mempunyai kesamaan karakteristik atau properti yang dapat dihitung (*computed property*), seperti : warna (*color*), intensitas (*intensity*), dan tekstur (*texture*).



Gambar 2.8 Citra Asli dan Hasil Segmentasi

Segmentasi wilayah merupakan pendekatan lanjutan dari deteksi tepi. Dalam deteksi tepi segmentasi citra dilakukan melalui identifikasi batas-batas objek (*boundaries of object*). Batas merupakan lokasi dimana terjadi perubahan intensitas. Dalam pendekatan didasarkan pada wilayah, maka identifikasi dilakukan melalui wilayah yang terdapat dalam objek

tersebut. Salah satu cara untuk mendefinisikan segmentasi citra adalah sebagai berikut. Sekumpulan wilayah $\{R_1, R_2, \dots, R_n\}$ merupakan suatu segmentasi citra R ke dalam n wilayah jika:

1. $\bigcup_{i=1}^n R_i = R$
2. $R_i \cap R_k = \emptyset, i \neq k$
3. R_i terhubung, $i=1,2,\dots,n$
4. Terdapat suatu predikat P yang merupakan ukuran homogenitas wilayah
 - (a) $P(R_i) = TRUE, I=1,2,\dots,n$
 - (b) $P(R_i \cup R_k) = FALSE, i \neq k$ dan R_i adjacent R_k (2.3)

[Murinto,2009].

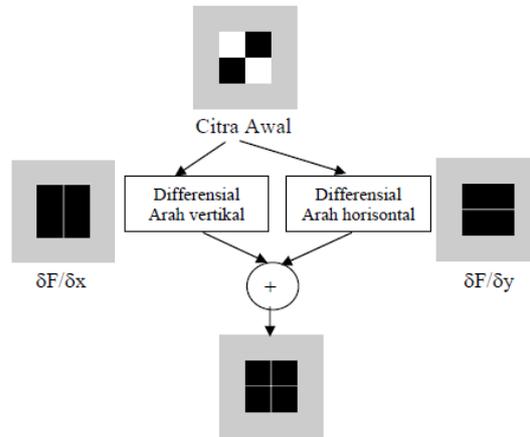
2.7 Edge Detection (*Deteksi Tepi*)

2.7.1 Prinsip-prinsip Deteksi Tepi

Deteksi tepi (*Edge Detection*) pada suatu citra adalah suatu proses yang menghasilkan tepi-tepi dari obyek-obyek citra, tujuannya adalah:

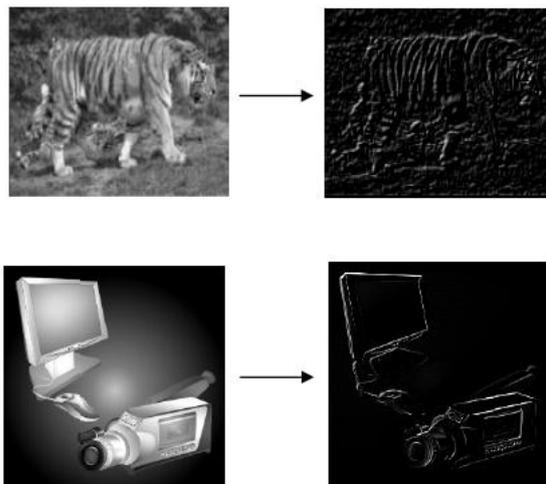
1. Untuk menandai bagian yang menjadi detail citra
2. Untuk memperbaiki detail dari citra yang kabur, yang terjadi karena error atau adanya efek dari proses akuisisi citra.

Suatu titik (x,y) dikatakan sebagai tepi (edge) dari suatu citra bila titik tersebut mempunyai perbedaan yang tinggi dengan tetangganya. Gambar 2.9 berikut ini meng-gambarkan bagaimana tepi suatu gambar diperoleh.



Gambar 2.9 Proses Deteksi Tepi Citra

Perhatikan hasil deteksi dari beberapa citra menggunakan model differensial di atas:



Gambar 2.10 Hasil Beberapa Deteksi Tepi

Pada gambar 2.10 terlihat bahwa hasil deteksi tepi berupa tepi-tepi dari suatu gambar. Bila diperhatikan bahwa tepi suatu gambar terletak pada titik-titik yang memiliki perbedaan tinggi. Berdasarkan prinsip-prinsip filter pada citra maka tepi suatu gambar dapat diperoleh menggunakan High Pass Filter (HPF), yang mempunyai karakteristik:

$$\sum_y \sum_x H(x,y) = 0 \dots\dots\dots(2.4)$$

Macam-macam metode yang banyak digunakan untuk proses deteksi tepi adalah metode Robert, Prewitt dan Sobel.

2.7.2 Metode Robert

Detektor tepi Robert menggunakan mask :

$$H = [-1 \ 1] \text{ dan } V = \begin{bmatrix} -1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

Detektor Robert adalah satu dari detector tepi yang paling tua dalam pengolahan citra digital, seperti pada mask diatas. Detector ini yang paling sederhana. Detektor ini masih sering digunakan dalam implementasi hardware dimana kesederhanaan dan kecepatan adalah faktor dominan.

2.7.3 Metode Prewitt

Metode Prewitt menggunakan mask :

$$H = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ dan } V = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Detektor tepi prewitt agak lebih mudah untuk diimplementasikan secara komputasi daripada detektor sobel. Detector ini cenderung memproduksi hasil yang lebih ber-noise (dalam sobel diatasi dengan nilai 2 untuk smoothing).

2.7.4 Metode Sobel

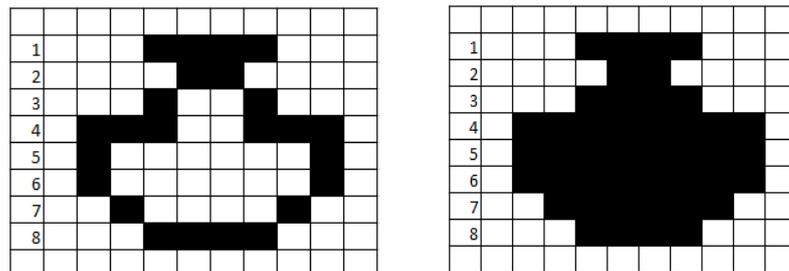
Metode Sobel menggunakan mask :

$$H = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ dan } V = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

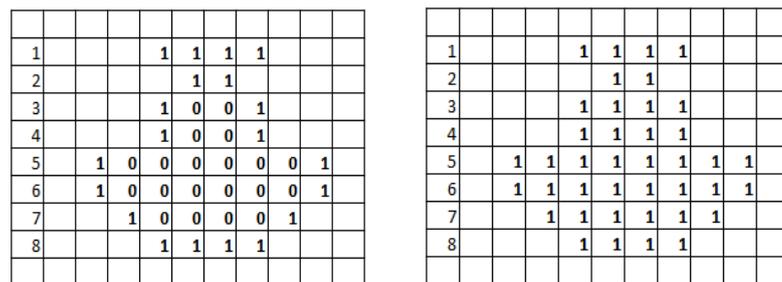
Deteksi tepi sobel dapat diimplementasikan oleh pemfilteran citra f (menggunakan imfliter). Penguadratan nilai pixel dari setiap citra terfilter, menambahkan dua hasilnya dan menghitung akar kuadratnya. Fungsi edge adalah paket fungsi beberapa operasi dan menambahkan fitur lain, seperti menerima nilai threshold, penentuan threshold secara otomatis. Fungsi edge berisi teknik deteksi tepi yang tidak diimplementasikan secara langsung dengan imfilter [Prasetyo,2011].

2.8 Filling (*Pengisian*)

Operasi pengisian merupakan kebalikan dari operasi pencarian batas citra. Pada operasi ini, citra masukan adalah citra batas/kontur, kemudian dilakukan pengisian sehingga diperoleh segmen objek yang solid. Prosesnya dimulai dengan menentukan titik awal pengisian yang terletak di dalam objek, kemudian bergerak ke arah titik-titik tetangganya.



Gambar 2.11 Proses *Image Filling*



Gambar 2.12 *Pixel Biner* Proses *Image Filling*

2.9 Morfologi

Kata *morphology* umumnya menyatakan cabang ilmu biologi yang mempelajari bentuk dan struktur hewan dan tumbuh-tumbuhan. Istilah yang sama - dalam konteks *mathematical morphology* sebagai tool untuk mengekstrakan komponen citra yang berguna dalam representasi dan deskripsi bentuk daerah, seperti boundaries, skeletons, dan convex hull. Teknik morfologi juga digunakan untuk pre atau post-processing, seperti morfologi filtering, thinning dan pruning. Operasi dasar dalam pemrosesan morfologi adalah: Dilasi dan Erosi, yang kemudian dikembangkan menjadi Opening dan Closing.

Bahasa dalam morfologi matematika adalah teori himpunan. Morfologi menawarkan pendekatan yang menyatu dan powerfull dalam sejumlah masalah pengolahan citra. Himpunan dalam morfologi matematika mempresentasikan

obyek dalam citra. Misalnya sekumoulan semua piksel putih dalam citra biner adalah deskripsi lengkap morfologi citra.

Untuk mengolah citra dibutuhkan strel dalam bentuk array persegi panjang (bujur sangkar, tergantung strelnya). Hal ini dilakukan dengan menambahkan sejumlah background elemen (tidak diwarnai) yang dibutuhkan untuk membentuk array persegi panjang [Prasetyo,2011].

2.9.1 Operasi Dasar Marfologi

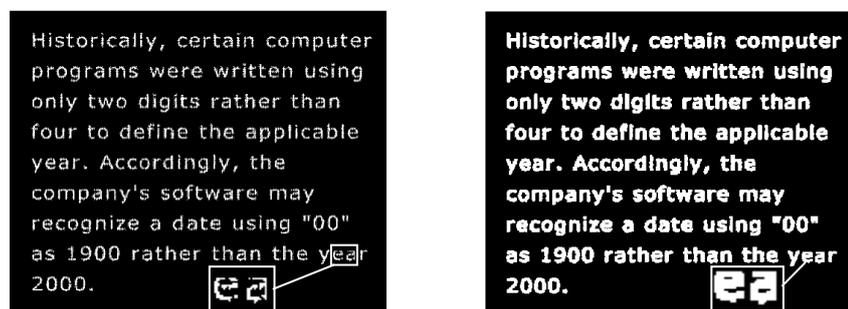
1. Dilasi

Proses dalam dilasi adalah “penumbuhan” atau “penebalan” dalam citra biner. Jika A dan B adalah anggota Z^2 , dilasi antara A dan B dinyatakan $A \oplus B$ dan didefinisikan dengan:

$$A \oplus B = \{z \mid (\hat{B})_z \cap A \neq \phi\}$$

Persamaan ini didasarkan pada perefleksian B terhadap originnya, dan penggeseran refleksi oleh z. Dilasi A oleh B adalah himpunan semua displacement z, sebagaimana B dan A overlap oleh paling sedikit satu elemen.

Dilasi ini sangat berguna ketika diterapkan dalam obyek-obyek yang terputus dikarenakan hasil pengambilan citra yang terganggu oleh noise, kerusakan obyek fisik yang dijadikan citra digital, atau disebabkan resolusi yang jelek. Contoh proses dilasi dapat dilihat pada gambar 2.13



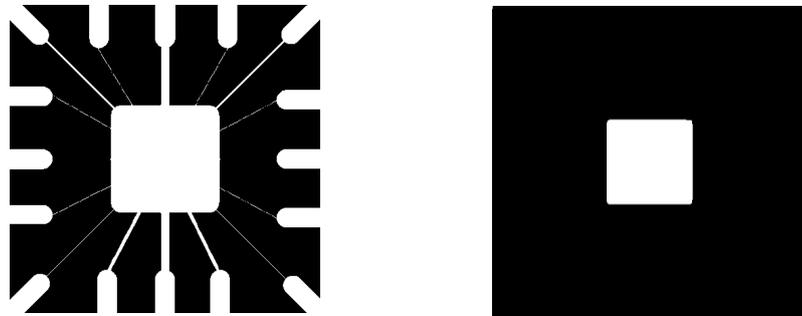
Gambar 2.13 Proses Dilasi

2. Erosi

Erosi merupakan proses mengecilkan atau menipiskan obyek citra biner. Jika A dan B himpunan dalam Z^2 , erosi A oleh B dinyatakan dengan $A \ominus B$, didefinisikan sebagai:

$$A \ominus B = \{z | (B)_z \subseteq A\}$$

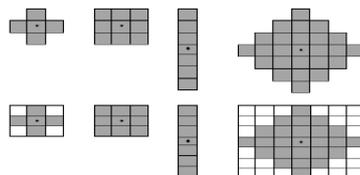
Persamaan di atas menunjukkan bahwa erosi A oleh B adalah kumpulan semua titik di mana B ditranslasikan oleh z di dalam isi A. Contoh proses erosi dapat dilihat pada gambar 2.14.



Gambar 2.14 Proses Erosi

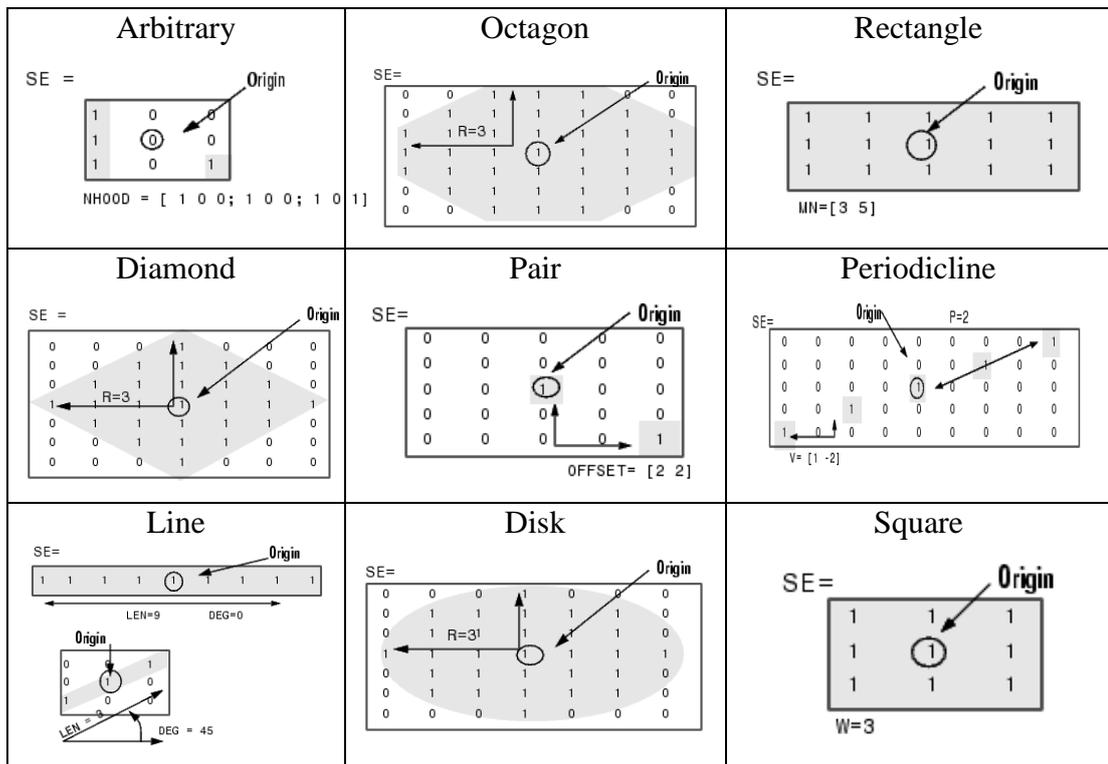
2.9.2 *Structure Element (SE)*

Struktur Element adalah himpunan sub-image kecil yang digunakan untuk meneliti citra dalam pembelajaran propertinya. Untuk elemen yang menjadi anggota strel, original strel, juga harus ditetapkan. Origin dari strel ditandai dengan tanda titik hitam. jika tidak ada titik hitam maka diasumsikan origin berada di pusat simetri. karena origin tidak harus berada di pusat, tetapi juga bisa berada di pinggir strel. Contoh gambar strel dapat dilihat pada gambar 2.15



Gambar 2.15 Contoh Gambar strel

Pada gambar 2.16 menunjukkan berbagai macam type yang dapat digunakan.



Gambar 2.16 Penjelasan dari masing-masing SE

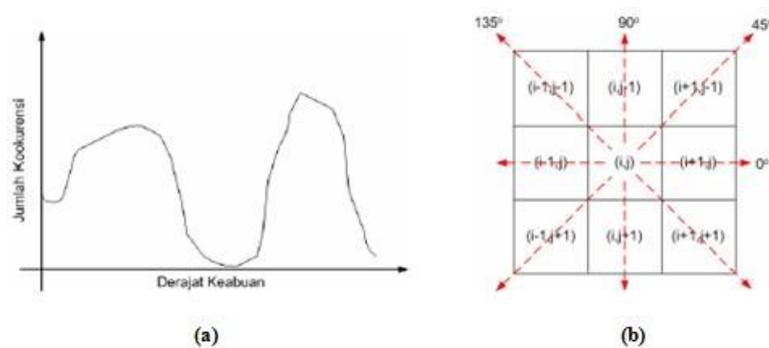
[Prasetyo,2011]

2.10 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 ketetanggaan antar piksel dalam citra pada berbagai arah orientasi dan jarak spasial. Ilustrasi ekstraksi ciri statistik ditunjukkan pada gambar 2.17.



Gambar 2.17 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

2.10.1 Co-occurrence Matrix

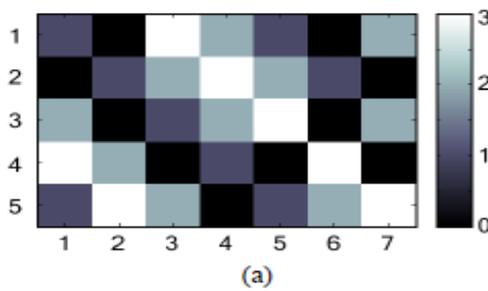
Co-occurrence berarti kejadian bersama, yaitu jumlah kejadian satu level nilai piksel bertetangga dengan satu level nilai piksel lain dalam jarak (d) dan orientasi sudut (θ) tertentu. Jarak dinyatakan dalam piksel dan orientasi dinyatakan dalam derajat. Orientasi dibentuk dalam empat arah sudut dengan 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 matriks kookurensi berorientasi θ berisi peluang kejadian piksel bernilai p bertetangga

dengan piksel bernilai q pada jarak d serta orientasi θ dan $(180 - \theta)$ [Andhika,2012].

Table 2.2 Syarat ketentuan pada co-occurrence matrix

	0	1	2	3
0	(0,0)	(0,1)	1 (0,2)	(0,3)
1	(1,0)	(1,1)	(1,2)	(1,3)
2	(2,0)	(2,1)	1 (2,2)	(2,3)
3	(3,0)	(3,1)	0 (3,2)	(3,3)



1	0	3	2	1	0	2
0	1	2	3	2	1	0
2	0	1	2	3	0	2
3	2	0	1	0	3	0
1	3	2	0	1	2	3

(b)

0	0.1333	0.0833	0.0667
0.1333	0	0.0833	0.0167
0.0833	0.0833	0	0.1167
0.0667	0.0167	0.1167	0

(c)

0.1667	0	0.0833	0.0417
0	0	0.1042	0.125
0.0833	0.1042	0.0833	0.0208
0.0417	0.125	0.0208	0

(d)

0	0.1429	0.1071	0.0536
0.1429	0	0.0536	0.0179
0.1071	0.0536	0	0.125
0.0536	0.0179	0.125	0

(e)

0.2083	0	0.0833	0
0	0.2083	0.0208	0
0.0833	0.0208	0.1667	0
0	0	0	0.2083

(f)

Gambar 2.18 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, 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 (ASM)*, *Contrast (CON)*, *Correlation (COR)*, *Variance (VAR)*, *Inverse Difference Moment (IDM)*, dan *Entropy (ENT)* [Andhika,2012]. Dibawah ini merupakan pembahasan dari 6 ciri statistik tersebut :

1. *Angular Second Moment (ASM)*

Menunjukkan ukuran sifat homogenitas citra.

$$ASM = \sum_i \sum_j \{p(i,j)\}^2 \dots\dots\dots(2.7)$$

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

2. *Contrast (CON)*

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.

$$\sum_i k^2 \left[\sum_i \sum_j p(i,j) \right] \\ |i - j| = k \dots\dots\dots(2.8)$$

3. Correlation (COR)

Menunjukkan ukuran ketergantungan linear derajat keabuan citra sehingga dapat memberikan petunjuk adanya struktur linear dalam citra.

$$\frac{\sum_i \sum_j (i,j) p(i,j) - \mu_x \mu_y}{\sigma_x \sigma_y} \dots\dots\dots (2.9)$$

4. Variance (VAR)

Menunjukkan variasi elemen-elemen matriks kookurensi. Citra dengan transisi derajat keabuan kecil akan memiliki variansi yang kecil pula.

$$VAR = \sum_i \sum_j (i - \mu_x)(j - \mu_y) p(i,j) \dots\dots\dots(2.10)$$

5. Inverse Difference Moment (IDM)

Menunjukkan kehomogenan citra yang berderajat keabuan sejenis. Citra homogen akan memiliki harga IDM yang besar.

$$IDM = \sum_i \sum_j \frac{1}{1 + (i - j)^2} p(i,j) \dots\dots\dots(2.11)$$

6. Entropy (ENT)

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

$$ENT_2 = - \sum_i \sum_j p(i,j) \cdot {}^2\log p(i,j) \dots\dots\dots(2.12)$$

Fitur – fitur co-occurrence matrix tersebut yang nantinya digunakan untuk menghitung Fuzzy KNN. Selanjutnya yaitu menormalisasi hasil nilai tiap fitur menggunakan rumus :

$$X = \frac{X - R}{T - R} \dots\dots\dots(2.13)$$

Dimana :

X = nilai tiap fitur

R = Nilai terendah dari setiap fitur

T = Nilai tertinggi dari setiap fitur

2.11 Fuzzy KNN

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 fuzzy. Algoritma Fuzzy K-Nearest Neighbour diperkenalkan oleh Keller dengan mengembangkan K-NN yang digabung dengan teori fuzzy dalam memberikan definisi pemberian label kelas pada data uji yang diprediksi.

Seperti halnya pada teori fuzzy, sebuah data mempunyai nilai keanggotaan pada setiap kelas, yang artinya sebuah data bisa dimiliki oleh kelas yang berbeda dengan nilai derajat keanggotaan dalam interval $[0,1]$. Teori himpunan fuzzy men-generalisasi teori K-NN klasik dengan mendefinisikan nilai keanggotaan sebuah data pada masing – masing kelas. Rumus yang digunakan :

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

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. Jarak tersebut diukur dengan N dimensi(fitur) data.

$u(x_k, c_i)$ 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 , dan $d(x, x_k)$ adalah jarak dari data x ke data x_k dalam K tetangga terdekat. m adalah bobot pangkat (*weight exponent*) yang besarnya $m > 1$

Pengukuran jarak (ketidakmiripan) dua data yang digunakan dalam FK-NN digeneralisasi dengan :

$$d(x_i, x_j) = \left(\sum_{l=1}^N |x_{il} - x_{jl}|^p \right)^{\frac{1}{p}} \dots\dots\dots (2.15)$$

Dimana N adalah dimensi (jumlah fitur) data. Untuk p adalah penentu jarak yang digunakan, jika $p=1$ maka jarak yang digunakan adalah Manhattan, jika $p=2$ maka jarak yang digunakan adalah Euclidean, jika $p = \infty$ maka jarak yang digunakan adalah Chebyshev.

Meskipun FK-NN menggunakan nilai keanggotaan untuk menyatakan keanggotaan data pada setiap kelas, tetapi untuk memberikan keluaran akhir, FK-NN tetap harus memberikan kelas akhir hasil prediksi, untuk keperluan ini, FK-NN memilih kelas dengan nilai keanggotaan terbesar pada data tersebut.

Algoritma prediksi dengan F-KNN

1. Normalisasi data menggunakan nilai terbesar dan terkecil data pada setiap fitur.
2. Cari K tetangga terdekat untuk data uji x menggunakan persamaan (2.15).
3. Hitung nilai keanggotaan $u(x,y_i)$ menggunakan persamaan (2.14) untuk setiap i , dimana $1 \leq i \leq C$
4. Ambil nilai terbesar $v = u(x,y_i)$ untuk semua $1 \leq i \leq C$ C adalah jumlah kelas
5. Berikan label kelas v ke data uji x yaitu y_i [Prasetyo,2012].