

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Menentukan Kesegara Ikan

2.1.1. Penelitian Terdahulu Ditaria Panjaitan (2014)

Penelitian ini diambil kesimpulan yaitu pengolahan citra warna terbukti dapat mendeteksi nilai RGB pada Polyanilina dengan nilai hijau 82-184 dan nilai biru 67174. Perangkat lunak klasifikasi kesegaran ikan bandeng ini mempunyai empat kondisi, yaitu sangat busuk dengan nilai prosentase 0%-25%, busuk dengan nilai prosentase 26%-50%, masih segar dengan nilai prosentase 51%-75%, dan segar dengan nilai prosentase 76%-100%. Rata-rata kesegaran ikan bandeng di Pasar Tanjung Jember pada siang hari sebesar 65% dan ikan bandeng akan bertahan selama 10-12 jam dengan kondisi awal 100%. Grafik kesegaran ikan dengan perangkat lunak ini ($y = -5,944x + 98,22$) lebih linear daripada grafik penelitian terdahulu ($y = -12,83x + 167,1$).

2.1.2. Perbedaan Ikan Segar, Tidak Segar, dan Busuk

Menurut data Organisasi Pangan dan Pertanian PBB (FAO) pada tahun 2012, produksi perikanan tangkap dunia sekitar 91.3 juta ton, produksi perikanan budidaya sekitar 90 juta ton. Pasokan produk perikanan terus bertambah dari tahun ke tahun, dan sekitar dari dua per tiganya masih berasal dari penangkapan. Indonesia merupakan salah satu negara yang berpotensi sebagai sumber daya perairan untuk pengembangan usaha budidaya ikan yang cukup tinggi.

Ikan yang baik untuk dikonsumsi adalah ikan yang masih segar, sehingga nutrisi yang didapatkan juga cukup banyak untuk kesehatan jaringan tubuh. Penanganan dan sanitasi yang baik sangat diperlukan untuk tetap menjaga kesegaran ikan, makin lama berada di udara terbuka maka makin menurun kesegarannya. Kesegaran ikan merupakan tolak ukur ikan itu baik atau tidak baik.

Ikan dikatakan segar apabila perubahan – perubahan biokimiawi, mikrobiologik, dan fisikawi belum menyebabkan kerusakan berat pada ikan. Dalam menentukan kesegaran ikan yang layak untuk di jual, produksi, ataupun untuk dikonsumsi, ada 4 pe 4 gian kelas mutu ikan :

- 1) Prima (kesegaran ikan masih baik sekali).
- 2) Advanced (kesegaran ikan masih baik).
- 3) Sedang (kesegaran ikan sudah mulai mundur).
- 4) Mutu Rendah / Jelek (ikan sudah tidak segar lagi / busuk).

Parameter-parameter Fisikawi

1. Kenampakan Luar

- 1) Cerah, tidak suram (segar) karena perubahan biokimiawi belum terjadi, metabolisme dalam tubuh ikan masih normal.
- 2) Makin lama menjadi suram warnanya, berlendir sebagai akibat berlangsungnya proses biokimiawi lebih lanjut dan berkembangnya mikrobia.

2. Kelenturan Daging Ikan

Ikan segar dagingnya cukup lentur, apabila dibengkokkan akan kembali ke bentuk semula. Kelenturan ini disebabkan belum terputusnya benang-benang daging. Pada ikan yang telah busuk, sudah banyak benang-benang daging yang sudah putus dan dinding-dinding selnya banyak yang rusak.

3. Keadaan Mata

- 1) Ikan Segar, biasanya menonjol ke luar, cerah.
- 2) Ikan Busuk, cekung, masuk ke dalam rongga mata.

4. Keadaan Daging

- 1) Ikan segar, dagingnya kenyal, jika ditekan dengan jari telunjuk/ibu jari, maka bekasnya akan segera kembali.
- 2) Daging ikan masih banyak cairan, sehingga daging masih kelihatan basah, permukaan tubuh belum terdapat lendir.
- 3) Setelah beberapa jam daging ikan menjadi kaku.
- 4) Kerusakan terjadi pada benang-benang daging, timbul tetes-tetes air akhirnya daging kehilangan tekstur kenyalnya.

5. Keadaan Insang dan Sisik

- 1) Ikan segar, insang berwarna merah cerah, sisik melekat.
- 2) Ikan tidak segar, insang menjadi coklat gelap, dan sisiknya mudahlepas dari tubuhnya.
- 3) Insang merupakan pusat darah mengambil O_2 dari dalam air. Kematian ikan dapat menyebabkan peranan darah (*hemoglobin*) berhenti, darah teroksidasi sehingga warnanya berubah menjadi merah gelap.

Metode Penentuan Kesegaran ikan Secara Fisikawi Secara Fisikawi kesegaran ikan dapat ditentukan dengan mengamati tanda-tanda Visualnya dengan menggunakan parameter-parameter tertentu seperti table berikut :

Parameter	Ikan Segar	Ikan Tidak Segar
Kenampakan	Cerah, Terang, Mengkilat, Tak Berlendir	Suram, Kusam, Berlendir
Mata	Menonjol Keluar	Cekung, Masuk Kedalam Rongga Mata
Mulut	Terkatup	Terbuka
Sisik	Melekat Kuat	Mudah Terlepas
Insang	Merah Cerah	Merah Gelap, Coklat, Pucat
Daging	Kenyal, Lentur	Tidak Kenyal, Lunak
Anus	Merah Jambu, Pucat	Merah, Menonjol Keluar
Bau	Segar, Normal Seperti Rumput Laut	Busuk, Bau Asam
Lain-lain	Tenggelam Dalam Air	Terapung Dalam Air

Tabel 2.1 Parameter Kesegaran Ikan

Karena melihat kesegaran ikan melalui insang ada pada parameter dan metode penentu kesegaran ikan seperti yang terlihat pada gambar diatas, maka dari itu insang merupakan salah satu bagian dari tubuh yang bisa digunakan untuk acuan menentukan kualitas kesegaran ikan.

2.1.2. Beberapa Penelitian Terdahulu

2.1.2.1. Penelitian Fadhil Muhammad Hadini (2016)

Dalam pannelitian yang dilakukan Fadhil Muhammad Hadini membangun sebuah system untuk mendeteksi ikan berformalin berdasarkan image mata dengan metode Naïve Bayes Classifier dengan tujuan bisa membedakan ikan berformalin atau tidak. Data traning yang digunakan sebanyak 120 data, terdiri dari 60 data ikan berformalin dan 60 data ikan tidak berformalin. Sedangkan untuk data testing fadhil menggunakan 120 data, 30 data ikan segar, dan 90 data ikan berformalin.

Dalam kasus ini terdapat 6 langkah yaitu cropping, resize, grayscale, Ekstrksi fitur, Estimasi parameter, Naïve bayes classifier. Cropping adalah proses pemotongan gambar untuk area foreground, sedangkan area diluar foreground atau disebut dengan background tidak diikutkan dalam proses selanjutnya karena akan mempengaruhi kecepatan proses. Sedangkan Resize adalah proses pengubahan ukuran piksel yang telah di tentukan dengan ukuran piksel seberas 700x700. Maka dengan begitu ukuran gambar akan berubah pada ukuran piksel sebesar 700x700 setelah melalui proses resize ini.

2.1.2.2. Penelitian Yufika Agustyani, Sri Setyaningsih dan Arie Qur'ania

Dalam pannelitian yang dilakukan Yufika Agustyani (dkk) membangun sebuah system untuk mendeteksi ikan berformalin dengan citra HSV menggunakan K-Nearest Neighbor dengan metode klasifikasi menggunakan K-nearest neighbor dan ekstraksi ciri menggunakan warna dan tekstur. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan validasi tetinggi didapatkan sebesar 91,67% pada ekstraksi ciri warna dan tekstur, sedangkan validasi terendah sebesar 67,67% pada ekstraksi ciri tekstur. Jika dihitung validasi berdasarkan bagian citra ikan, didapatkan

validasi tertinggi sebesar 86,67% pada citra bagian insang, sedangkan validasi terendah pada citra ikan utuh dengan persentase 81,67%. Berdasarkan uji coba yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa deteksi dengan menggunakan ekstraksi ciri warna dan tekstur lebih akurat dibandingkan hanya dengan ekstraksi ciri warna ataupun hanya dengan ekstraksi ciri tekstur. Penelitian yang dilakukan juga menunjukkan bahwa semakin besar nilai K (tetangga) akan semakin kecil terjadinya kesalahan.

Berdasarkan uji coba yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa deteksi dengan menggunakan ekstraksi ciri warna dan tekstur lebih akurat dibandingkan hanya dengan ekstraksi ciri warna ataupun hanya dengan ekstraksi ciri tekstur. Validasi tertinggi didapatkan sebesar 91,67% pada ekstraksi ciri warna dan tekstur, sedangkan validasi terendah sebesar 67,67% pada ekstraksi ciri tekstur. Uji coba yang dilakukan juga menunjukkan bahwa semakin besar nilai K (tetangga) akan semakin kecil terjadinya kesalahan. Jika dihitung validasi berdasarkan bagian citra ikan, didapatkan validasi tertinggi sebesar 86,67% pada citra bagian insang, sedangkan validasi terendah pada citra ikan utuh dengan persentase 81,67%.

2.2. Pengolahan Citra Digital

2.2.1. Dasar Teori

Pengolahan citra merupakan proses pengolahan dan analisis citra yang banyak melibatkan persepsi visual. Proses ini mempunyai ciri data masukan dan informasi keluaran yang berbentuk citra. Istilah pengolahan citra digital secara umum didefinisikan sebagai pemrosesan citra dua dimensi dengan komputer. Dalam definisi yang lebih luas, pengolahan citra digital juga mencakup semua data dua dimensi. Citra digital adalah barisan bilangan nyata maupun kompleks yang diwakili oleh bit-bit tertentu.

Umumnya citra digital berbentuk persegi panjang atau bujur sangkar (pada beberapa sistem pencitraan ada pula yang berbentuk segienam) yang memiliki lebar dan tinggi tertentu. Ukuran ini biasanya dinyatakan dalam banyaknya titik atau piksel sehingga ukuran citra selalu bernilai bulat. Setiap titik memiliki koordinat sesuai posisinya dalam citra. Koordinat ini biasanya dinyatakan dalam bilangan bulat positif, yang dapat dimulai dari 0 atau 1 tergantung pada sistem yang digunakan. Setiap titik juga memiliki nilai berupa angka digital yang merepresentasikan informasi yang diwakili oleh titik tersebut.

Format data citra digital berhubungan erat dengan warna. Pada kebanyakan kasus, terutama untuk keperluan penampilan secara visual, nilai data digital merepresentasikan warna dari citra yang diolah. Format citra digital yang banyak dipakai adalah Citra Biner (monokrom), Citra Skala Keabuan (gray scale), Citra Warna (true color), dan Citra Warna Berindeks. Ada dua jenis kegiatan pengelompokan citra :

- a) Memperbaiki kualitas sebuah gambar, sehingga lebih mudah untuk diinterpretasi oleh mata manusia.
- b) Mengolah informasi yang terdapat pada sebuah gambar untuk keperluan pengenalan objek secara otomatis.

Pada umumnya istilah “citra” digunakan dalam bidang pengolahan citra diartikan sebagai suatu fungsi kontinu dari intensitas cahaya $f(x,y)$ dalam bidang dua dimensi, dengan (x,y) menyatakan suatu koordinat dan nilai f

pada setiap titik (x,y) yang menyatakan intensitas atau tingkat kecerahan (brightness).

Citra digital dapat didefinisikan sebagai fungsi dua variabel, $f(x,y)$, dimana x dan y adalah koordinat spasial dan nilai $f(x,y)$ adalah intensitas citra pada koordinat tersebut, hal tersebut diilustrasikan pada gambar 2.1. Teknologi dasar untuk menciptakan dan menampilkan warna pada citra digital berdasarkan pada penelitian bahwa sebuah warna merupakan kombinasi dari tiga warna dasar, yaitu merah, hijau, dan biru (*Red, Green, Blue* - RGB).

Sensor optik yang terdapat di dalam sistem pencitraan disusun sedemikian rupa sehingga membentuk bidang dua dimensi (x, y) . besar intensitas yang diterima sensor di setiap titik (x, y) disimbolkan oleh $f(x, y)$ dan besarnya tergantung pada intensitas yang dipantulkan oleh objek. Ini berarti $f(x, y)$ sebanding dengan energi yang dipancarkan oleh sumber cahaya. Konsekuensinya, besar intensitas $f(x, y)$ tidak boleh nol dan harus berhingga, yaitu:

$$0 < f(x, y) < \dots\dots(2.1)$$

Fungsi $f(x, y)$ dapat dipisahkan menjadi dua komponen, yaitu:

1. Jumlah cahaya yang berasal dari sumbernya disimbolkan oleh $i(x, y)$ (*illumination*), nilainya antara 0 dan

2. Derajat kemampuan objek memantulkan cahaya $r(x, y)$ (*reflection*), nilainya antara 0 dan 1 Besar $f(x, y)$ merupakan kombinasi perkalian dari keduanya,

$$f(x, y) = i(x, y).r(x, y).\dots\dots (2.2)$$

di mana

$$0 < i(x, y) < \dots\dots\dots(2.3)$$

dan

$$0 < r(x, y) < 1\dots\dots\dots (2.4)$$

Nilai $i(x, y)$ ditentukan oleh sumber cahaya, sedangkan $r(x, y)$ ditentukan oleh karakteristik objek di dalam gambar. Nilai $r(x, y) = 0$ mengindikasikan penyerapan local, sedangkan $r(x, y) = 1$ menyatakan pemantulan total. Jika permukaan mempunyai derajat pemantulan nol maka fungsi intensitas cahaya $f(x, y)$ juga nol. Sebaliknya, jika permukaan

mempunyai derajat pemantulan 1 maka fungsi intensitas cahaya sama dengan iluminasi yang diterima oleh permukaan tersebut. Intensitas $f(x, y)$ di titik (x, y) disebut derajat keabuan (*gray level*), yang dalam hal ini derajat keabuan bergerak dari hitam ke putih, sedangkan citranya disebut citra skala keabuan (*grayscale image*). Derajat keabuan memiliki rentang nilai dari $I_{\min} < f(x, y) < I_{\max}$ atau bisa ditulis dalam bentuk (I_{\min}, I_{\max}) . Rentang nilai ini sering digeser untuk alasan-alasan praktis menjadi selang $[0, L]$ yang dalam hal ini intensitas 0 menyatakan hitam, nilai intensitas L menyatakan putih[1].

2.2.2. Ruang Warna

2.2.2.1. RGB (Red Green Blue)

RGB adalah suatu model warna yang terdiri atas 3 buah warna: merah (Red), hijau (Green), dan biru (Blue), yang ditambahkan dengan berbagai cara untuk menghasilkan bermacam-macam warna.

Kegunaan utama model warna RGB adalah untuk menampilkan citra / gambar dalam perangkat elektronik, seperti televisi dan komputer, walaupun juga telah digunakan dalam fotografi biasa. Sebelum era elektronik, model warna RGB telah memiliki landasan yang kuat berdasarkan pemahaman manusia terhadap teori trikromatik.

RGB merupakan model warna yang bergantung kepada peranti: peranti yang berbeda akan mengenali atau menghasilkan nilai RGB yang berbeda, karena elemen warna (seperti fosfor atau pewarna) bervariasi dari satu pabrik ke pabrik, bahkan pada satu peranti setelah waktu yang lama.

Model warna ini merupakan model warna yang paling sering dipakai. Contoh alat yang memakai mode warna ini yaitu TV, kamera, pemindai, komputer, dan kamera digital.

Kelebihan model warna ini adalah gambar mudah disalin / dipindah ke alat lain tanpa harus di-*convert* ke mode warna lain, karena cukup banyak peralatan yang memakai mode warna ini. Kelemahannya adalah tidak bisa dicetak sempurna dengan printer, karena printer menggunakan mode warna CMYK, sehingga harus diubah terlebih dahulu.

RGB merupakan model warna *aditif*, yaitu ketiga berkas cahaya yang ditambahkan bersama-sama, dengan menambahkan panjang gelombang, untuk membuat spektrum warna akhir

2.2.2.2. HSV (Hue Value Saturation)

Pada pengolahan warna gambar, ada bermacam-macam model ruang warna seperti ruang warna RGB, ruang warna CMY/CMYK, ruang warna YIQ, ruang warna YCbCr, ruang warna HSI, HSL, HSV, ruang warna CIELAB. Sedangkan dalam penelitian ini menggunakan model HSV(Hue, Saturation, Value). Model HSV, pertama kali diperkenalkan oleh A.R Smith pada tahun 1978, HSV memiliki 3 karakteristik pokok, yaitu Hue, Saturation dan Value.

- Hue : menyatakan warna sebenarnya, seperti merah, violet, dan kuning dan digunakan menentukan kemerahan (redness), kehijauan (greeness), dsb.
- Saturation : kadang disebut chroma, adalah kemurnian atau kekuatan warna.

Value : kecerahan dari warna. Nilainya berkisar antara 0-100 %. Apabila nilainya 0 maka warnanya akan menjadi hitam, semakin besar nilai maka semakin cerah dan muncul variasi-variasi baru dari warna tersebut.

2.2.3. Segmentasi

Segmentasi adalah proses mempartisi citra digital menjadi beberapa segmen (set piksel, juga dikenal sebagai superpixels). Tujuan dari segmentasi adalah untuk menyederhanakan dan / atau mengubah penyajian gambar ke sesuatu yang lebih bermakna dan lebih mudah untuk menganalisis. Gambar segmentasi biasanya digunakan untuk menemukan obyek dan batas-batas (garis, kurva, dan lain - lain) dalam gambar . Lebih tepatnya, segmentasi citra adalah proses untuk menempatkan label untuk setiap pixel dalam sebuah gambar sehingga piksel dengan pangsa label yang sama karakteristik visual tertentu. Hasil segmentasi citra adalah seperangkat segmen yang secara kolektif mencakup seluruh gambar, atau satu set kontur diekstrak dari citra (lihat deteksi tepi). Setiap piksel dalam suatu wilayah mirip dengan memperhatikan beberapa karakteristik properti atau dihitung, seperti warna, intensitas, atau tekstur. Daerah yang berdekatan sangat berbeda sehubungan dengan karakteristik yang sama (s). Ketika diterapkan pada setumpuk gambar, khas dalam pencitraan medis, kontur yang dihasilkan setelah segmentasi citra dapat digunakan untuk membuat rekonstruksi 3D dengan bantuan algoritma interpolasi seperti biji Marching.

Ada beberapa jenis Segmentasi seperti : Metode Clustering, Kompresi Metode Berbasis, Histogram Metode Berbasis, Deteksi Tepi, dan Thresholding. Thresholding adalah Metode paling sederhana segmentasi citra disebut metode thresholding. Metode ini didasarkan pada tingkat klip- (atau nilai ambang batas) untuk mengubah citra gray-scale menjadi citra biner. Kunci dari metode ini adalah untuk memilih nilai ambang (atau nilai ketika beberapa-levels dipilih). Beberapa metode yang populer digunakan dalam industri termasuk metode entropi maksimum, metode Otsu (varians maksimum), dan dkk. k-means juga dapat digunakan.

2.2.4. Operasi Opening

Operasi Opening adalah operasi erosi yang diikuti dengan dilasi dengan menggunakan elemen penstruktur yang sama. Operasi ini berguna untuk menghaluskan kontur objek dan menghilangkan seluruh piksel di area yang terlalu kecil untuk ditempati oleh elemen penstruktur. Dengan perkataan lain, semua struktur latardepan yang berukuran lebih kecil dari pada elemen penstruktur akan tereliminasi oleh erosi. Kemudian, penghalusan dilakukan melalui dilasi. Definisi operasi opening seperti berikut:

$$A_oB = (A \ominus B) \oplus B$$

Operasi Opening sering dikatakan sebagai *idempotent*. Artinya, jika suatu citra telah dikenai operasi opening, pengenaan opening dengan elemen penstruktur yang sama tidak membawa efek apapun. Sifat ini dapat dituliskan secara matematis seperti berikut:

$$(A_oB)_oB = (A_oB)$$

Operator opening dapat dimanfaatkan sebagai filter lolos-rendah, filter lolos-tinggi, maupun sebagai tapis lolos-bidang apalagi elemen penstruktur yang digunakan berupa cakram (Shih, 2009). Berikut adalah rumusnya :

- Filter lolos-rendah (low-pass): A_oB^h ;
- Filter lolos-tinggi (high-pass): $A - (A_oB^h)$;
- Filter lolos-bidang (band-pass): $(A_oB^{h1}) - (A_oB^{h2})$, dengan diameter $B^{h1} < B^{h2}$.

2.2.5. Operasi Closing

Operasi 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.. Definisinya dalah seperti berikut ini :

$$A \oplus B(A \oplus B) \otimes B$$

Jadi, Operasi Closing dilaksanakan dengan melakukan operasi dilasi terlebih dahulu dan kemudian diikuti dengan operasi erosi.

2.2.6. Fuzzi Logic

Fuzzy Logic dapat dikatakan sebagai logika baru yang lama, sebab ilmu tentang logika modern dan metode baru ditemukan pada tahun 1965, padahal sebenarnya konsep tentang fuzzy logic itu sendiri sudah ada sejak lama. Salah satu contoh penggunaan fuzzy logic pada proses input-output dalam bentuk grafis.

Fuzzy logic merupakan peningkatan dari logika Boolean yang berhadapan dengan konsep kebenaran sebagian. Saat logika klasik menyatakan bahwa segala hal dapat diekspresikan dalam istilah biner (0 atau 1, hitam atau putih, ya atau tidak), logika fuzzy menggantikan kebenaran boolean dengan tingkat kebenaran.

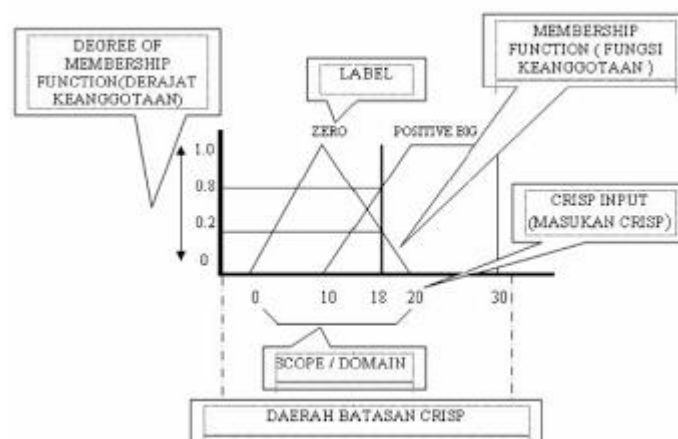
Logika Fuzzy memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1, tingkat keabuan dan juga hitam dan putih, dan dalam bentuk linguistik, konsep tidak pasti seperti "sedikit", "lumayan", dan "sangat". Logika ini berhubungan dengan set fuzzy dan teori kemungkinan. Logika fuzzy diperkenalkan oleh Dr. Lotfi Zadeh dari Universitas California, Berkeley pada 1965. Dalam penyajiannya variabel-variabel yang akan digunakan harus cukup menggambarkan ke-fuzzy-an tetapi di lain pihak persamaan-persamaan yang dihasilkan dari variable-variabel itu haruslah cukup sederhana sehingga komputasinya menjadi cukup mudah.

Karena itu Profesor Lotfi A Zadeh kemudian memperoleh ide untuk menyajikannya dengan menentukan “derajat keanggotaan” (membership function) dari masing-masing variabelnya.

Fungsi keanggotaan (membership function), Sudradjat [25] adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik input data kedalam nilai keanggotaanya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1.

Derajat Keanggotaan (membership function) adalah : derajat dimana nilai crisp dengan fungsi keanggotaan (dari 0 sampai 1), juga mengacu sebagai tingkat keanggotaan, nilai kebenaran, atau masukan fuzzy.

- Label adalah nama deskriptif yang digunakan untuk mengidentifikasi sebuah fungsi keanggotaan.
- Fungsi Keanggotaan adalah mendefinisikan fuzzy set dengan memetakan masukan crisp dari domainnya ke derajat keanggotaan.
- Masukan Crisp adalah masukan yang tegas dan tertentu.
- Lingkup/Domain adalah lebar fungsi keanggotaan. Jangkauan konsep, biasanya bilangan, tempat dimana fungsi keanggotaan dipetakan.
- Daerah Batasan Crisp adalah jangkauan seluruh nilai yang dapat diaplikasikan pada variabel sistem.



Gambar Konsep Dasar Fuzzy Logic

Fuzzy Logic dapat dikatakan sebagai logika baru yang lama, sebab ilmu tentang logika modern dan metodis baru ditemukan pada tahun 1965, padahal sebenarnya konsep tentang fuzzy logic itu sendiri sudah ada sejak lama. Salah satu contoh penggunaan fuzzy logic pada proses input-output dalam bentuk grafis seperti pada gambar di bawah, Kusumadewi [10]. Beberapa alasan digunakannya fuzzy logia : (Kusumadewi [10], Sudradjat [29] Yan, Ryan dan Power [34]), adalah

1. Konsep fuzzy logic mudah dimengerti.
2. Fuzzy logic sangat fleksibel.
3. Fuzzy logic memiliki toleansi terhadap data yang kurang tepat, Popescu, Suradjat dan Ghica [15, 16]
4. Fuzzy logic mampu memodelkan fungsi nonlinier yang kompleks.
5. Fuzzy logic didasari pada ahasa alami .

Fuzzy Logic saat ini banyak diterapkan dalam berbagai bidang, Jantzen [7], diantaranya:

- Fuzzy rule Based Systems
- Fuzzy Nonliner Simulations
- Fuzzy Decision Making
- Fuzzy Classification
- Fuzzy Pattern ecognition
- Fuzzy Control Systems

2.2.7. Pelatihan Data Citra dengan NN (Nearest Neighbor)

Algoritma *k-nearest neighbor* (k-NN atau KNN) adalah sebuah metode untuk melakukan klasifikasi terhadap objek berdasarkan data pembelajaran yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut.

Data pembelajaran diproyeksikan ke ruang berdimensi banyak, dimana masing-masing dimensi merepresentasikan fitur dari data. Ruang ini dibagi menjadi bagian-bagian berdasarkan klasifikasi data pembelajaran. Sebuah titik pada ruang ini ditandai kelas c jika kelas c merupakan klasifikasi yang paling banyak ditemui pada k buah tetangga terdekat titik tersebut. Dekat atau jauhnya tetangga biasanya dihitung berdasarkan jarak Euclidean.

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

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

Ketepatan algoritma k-NN ini 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.

Terdapat beberapa jenis algoritma pencarian tetangga terdekat, diantaranya:

- Linear scan
- Pohon kd
- Pohon Balltree
- Pohon metrik
- Locally-sensitive hashing (LSH)