

KLASIFIKASI KAPAL PADA PERAIRAN INDONESIA DENGAN MENGGUNAKAN METODE K-NEAREST NEIGHBOUR

SHIP CLASSIFICATION AT INDONESIA AREA USING K-NEAREST NEIGHBOUR METHOD

Nizhar Arya Hamitha¹, Jangkung Raharjo, Ir., M.T.², Inung Wijayanto, S.T., M.T.³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹nizhararya@students.telkomuniversity.ac.id ²jkr_btp@yahoo.com ³iwijayanto@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Negara Kesatuan Republik Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki daerah laut yang sangat luas. Laut yang luas ini bisa dimanfaatkan sumber daya alamnya dan juga merupakan jalur perdagangan global. Karena potensi yang sangat besar ini, perairan Indonesia merupakan salah satu daerah perairan dengan jumlah kapal yang banyak. Dengan jumlah kapal yang banyak ini, tentunya harus dapat dipantau untuk mengetahui jalur maupun kegiatannya. Untuk saat ini, kapal-kapal di perairan Indonesia dapat dipantau menggunakan perangkat *Automatic Identification System (AIS)*. Untuk menambah variasi dan pengembangan cara identifikasi kapal inilah maka dilakukan simulasi klasifikasi kapal dengan berbasis *image* menggunakan metode ekstraksi ciri filter Gabor dan metode klasifikasi *K-Nearest Neighbour*. Pada sistem ini, akan dilakukan klasifikasi kapal ke 3 kelas, yaitu kapal Bulk, Crude, dan LCT menggunakan *image* dari kapal tersebut. *Image* tersebut kemudian akan dibandingkan dengan *database* yang dibuat sebelumnya untuk proses klasifikasinya. Simulasi dilakukan menggunakan *software* MATLAB dengan 60 data latih dan 30 data uji. Dari hasil simulasi ini didapatkan tingkat keakuratan sebesar 93.3%, waktu komputasi minimum 0,55 detik dan waktu komputasi maksimum 3,6 detik.

Kata kunci : Klasifikasi Kapal, Filter Gabor, K-Nearest Neighbour

Abstract

Republic of Indonesia is an archipelago with very large sea area. This wide sea has so much natural resources that can be exploited, beside that indonesia's sea area is also a global trade lanes. Because of that, there are so many ship that sail at indonesia's sea area. With that many ship, the ships sail path and activities must be monitored. For now, the ships in Indonesia's sea area can be monitored using a system called Automatic Identification System (AIS). To develop the identification system of ship, then a classification of ship based on image using K-Nearest Neighbour Method will be made. This system will classify the ships based on the ship's image with Gabor Filter as the feature extraction method alongside K-Nearest Neighbour as classification method. The ship will classified into 3 classes, Bulk, Crude, and LCT. The image will be classified using the data in system database made earlier. The software used by the simulation is Matlab. The result of the system have a good classification accuracy and a fast computational time. Accuracy at 99.3%, minimum computational time at 0.55 second and maximum computational time at 3.6 second.

Keywords : Ship Classification, Gabor Filter, K-Nearest Neighbour

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Laut merupakan salah satu faktor penting dan dominan dalam mengantar kemajuan suatu negara. Begitu banyak kekayaan yang tersimpan di laut. Laut sendiri luasnya mencapai 70 persen dari luas bumi sehingga merupakan sumber daya yang sangat besar. Indonesia secara geografis merupakan sebuah negara kepulauan dengan dua pertiga luas lautan lebih besar daripada daratan. Hal ini bisa terlihat dengan adanya garis pantai di hampir setiap pulau di Indonesia (± 81.000 km) yang menjadikan Indonesia menempati urutan kedua setelah Kanada sebagai negara yang memiliki garis pantai terpanjang di dunia. Kekuatan inilah yang merupakan potensi besar untuk memajukan perekonomian Indonesia. Data *Food and Agriculture Organization* di 2012, Indonesia pada saat ini menempati peringkat ketiga terbesar dunia dalam produksi perikanan di bawah China dan India. Selain itu, perairan Indonesia menyimpan 70 persen potensi minyak karena terdapat kurang lebih 40 cekungan minyak yang berada di perairan Indonesia. Hal ini menunjukkan potensi laut Indonesia sangat besar. Selain itu, laut Indonesia juga menjadi salah satu jalur perdagangan yang penting karena lokasinya yang strategis. Tercatat dari 9 *choke points* atau titik perdagangan utama yang ada didunia, 4 berada di Indonesia sebagai jalur pelayaran internasional, yaitu Selat Malaka, Selat Makassar, Selat Sunda dan Selat Lombok.

Dari informasi mengenai perairan Indonesia tersebut dapat dipastikan bahwa di perairan Indonesia banyak kapal yang berlayar. Kapal-kapal tersebut tentunya harus diawasi oleh pemerintah Indonesia. Untuk saat ini, pemantauan dilakukan menggunakan perangkat bernama *Automatic Identification System (AIS)* dengan cara mengirim data elektronik dari kapal ke pemantau untuk mendapatkan informasi tersebut. Semakin lengkap informasi mengenai kapal maka akan semakin berkualitas juga pengawasan kapal tersebut. Oleh karena itu, dilakukanlah klasifikasi kapal menggunakan metode *K-Nearest Neighbour*.

2. Dasar Teori

2.1 Citra

Citra atau yang lebih sering kita dengar dengan sebutan gambar merupakan sebagai fungsi intensitas cahaya dua dimensi. Pada digital, citra digambarkan dengan matriks dua dimensi $f(x,y)$ yang berisi nilai-nilai warna yang menyusun sebuah citra. Nilai terkecil yang mengandung nilai warna dari citra tersebut disebut piksel

2.2 Kapal

Di negara Indonesia yang merupakan negara dengan wilayah laut yang sangat luas tentu saja memiliki banyak jenis kapal di perairannya. Kapal-kapal ini bermacam-macam ukurannya dari yang paling kecil seperti perahu hingga yang sangat besar seperti kapal tanker. Beberapa jenis kapal yang tergolong kapal besar adalah sebagai berikut:

1. Kapal Muatan Curah (*Bulk Carrier*)

Kapal ini memiliki spesifikasi mengangkut muatan curah. Dikatakan curah karena cara meletakkan muatan dengan cara mencurahkan atau menuangkan butiran biji-bijian. Berdasarkan spesifikasinya yang khusus, kapal *bulk carrier* memiliki karakteristik umum yang menonjol. Beberapa ciri kapal *bulk carrier* adalah sebagai berikut :

- Memiliki *single deck*. Kapal muatan curah tidak memerlukan *deck* tambahan di ruang muat karena muatannya ditimbun begitu di atas pelat alas dalam kapal hingga pada batas tertentu. Untuk itu konstruksi alas pada kapal *bulk carrier* harus lebih diperkuat.
- Posisi kamar mesin di belakang kapal.
- Memiliki *top side tank* dan *hopper side tank*. Dipakai untuk mengurangi pergeseran muatan.
- Orientasi perencanaan kapal adalah kapasitas muatan sebesar-besarnya. Namun ukuran kapal dibatasi kedalaman pelabuhan.

2. Kapal LCT

Kapal LCT (*Landing Craft Tank*) adalah sebuah jenis kapal laut yang pada mulanya dirancang untuk keperluan militer. Kini kapal LCT dipergunakan untuk mengangkut kargo, alat-alat berat dan bahan-bahan konstruksi. Dengan LCT, alat-alat dan bahan bahan itu dapat diangkut hingga ke daerah-daerah terpencil yang sulit dicapai kapal pengangkut biasa. Kapal jenis ini memiliki *deck* yang luas dan rata sehingga cocok untuk mengangkut tank, prajurit atau bahan logistik.

3. Kapal Crude

Kapal Crude atau *Crude Oil* merupakan jenis kapal tanker yang digunakan untuk mengangkut minyak mentah, terdapat pipa-pipa di bagian tengah palka kapal.

Sedangkan, beberapa ukuran utama kapal (Irwan, 2015) yang diketahui adalah sebagai berikut:

1. *Length Overall*: panjang keseluruhan dari kapal yang diukur dari ujung haluan hingga buritan
2. *Length Perpendicular*: panjang antara kedua garis tegak buritan dan garis tegak haluan yang diukur pada garis air muat
3. *Breadth*: Lebar Kapal
4. *Height*: Tinggi Kapal
5. *Draft*: sarat kapal yang diukur dari garis dasar sampai garis air muat
6. *Deadweight Tonnage*: Jumlah bobot yang dapat ditampung oleh kapal untuk kapal terbenam sampai batas yang diperbolehkan
7. *Gross Tonnage*: perhitungan volume semua ruang yang ada di kapal baik yang berada di bawah geladak, di atas geladak, maupun ruangan tertutup lainnya

2.3 Filter Gabor

Gabor Wavelet atau Filter Gabor adalah metode ekstraksi ciri yang menggunakan *filter* sebagai media ekstraksi cirinya. Tujuan digunakannya *Gabor Wavelet* adalah untuk memunculkan ciri-ciri khusus dari citra yang telah dikonvolusi terhadap kernel. Sebagai *filter* digunakan *Gabor Wavelet kernel 2D* yang diperoleh dengan memodulasi gelombang *sinus 2D* pada frekuensi dan orientasi tertentu dengan *Gaussian envelope*.

Jika semua *Gabor filter* dengan variasi frekuensi (f) dan orientasi (θ) diterapkan pada satu titik tertentu (x,y), maka didapatkan banyak respon *filter* untuk titik tersebut, misal: digunakan lima frekuensi ($f = 3, 5, 7, 8, 10$) dan delapan orientasi (θ), maka akan dihasilkan 40 respon *filter* untuk tiap titik citra yang dikonvolusikan dengan

filter tersebut. Citra *database* dan citra yang akan dikenali dikonvolusi lebih dahulu dengan *Gabor Filter*. Konvolusi tersebut akan menghasilkan titik-titik dengan nilai tertentu yang disebut sebagai *gabor jet response*. Titik-titik *gabor jet response* dari citra *database* dan citra yang akan dikenali dibandingkan dengan menerapkan prosedur *K-Nearest Neighbour* pada citra yang akan dikenali, yaitu dengan memaksimalkan kemiripan *magnitude Gabor* antara citra latih yang sudah ditransformasi dengan representasi dari citra yang akan dikenali tersebut.

2.4 K-Nearest Neighbour

Algoritma *K-Nearest Neighbour* (k-NN atau KNN) adalah sebuah metode untuk melakukan klasifikasi terhadap objek berdasarkan data pembelajaran yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut. *K-Nearest Neighbour* berdasarkan konsep '*learning by analogy*'. Data *learning* dideskripsikan dengan atribut numerik n-dimensi. Tiap *data learning* merepresentasikan sebuah titik, yang ditandai dengan c, dalam ruang n-dimensi. Jika sebuah *data query* yang labelnya tidak diketahui diinputkan, maka *K-Nearest Neighbour* akan mencari k buah *data learning* yang jaraknya paling dekat dengan *data query* dalam ruang n-dimensi. Jarak antara *data query* dengan *data learning* dihitung dengan cara mengukur jarak antara titik yang merepresentasikan *data query* dengan semua titik yang merepresentasikan *data learning* dengan rumus *Euclidean Distance*.

Diberikan 2 buah titik P dan Q dalam sebuah ruang vektor n-dimensi dengan P(p1, p2,..., pn) dan Q(q1, q2,...,qn), maka jarak antara P dan Q dapat diukur dengan menggunakan persamaan *Euclidean Distance* sebagai berikut:

$$D(P, Q) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (p_i - q_i)^2} \tag{1}$$

dimana P dan Q adalah titik pada ruang vektor n dimensi sedangkan pi dan qi adalah besaran skalar untuk dimensi ke i dalam ruang vektor n dimensi.

2.5 Regresi Linear

Regresi Linear Sederhana adalah metode statistik yang berfungsi untuk menguji sejauh mana hubungan sebab akibat antara variabel faktor penyebab (X) terhadap variabel akibatnya. Faktor penyebab pada umumnya dilambangkan dengan X atau disebut juga dengan *Predictor* sedangkan variabel akibat dilambangkan dengan Y atau disebut juga dengan *Response*. Regresi Linear Sederhana atau sering disingkat dengan SLR (*Simple Linear Regression*) juga merupakan salah satu metode statistik yang dipergunakan dalam produksi untuk melakukan peramalan ataupun prediksi tentang karakteristik kualitas maupun kuantitas.

Model Persamaan Regresi Linear Sederhana adalah seperti berikut ini :

$$y = ax + b \tag{2}$$

Dimana :

y= Variabel *Response* atau Variabel Akibat (*Dependent*)

x= Variabel *Predictor* atau Variabel Faktor Penyebab (*Independent*)

a konstanta

b = koefisien regresi (kemiringan); besaran *Response* yang ditimbulkan oleh *Predictor*.

Nilai-nilai a dan b dapat dihitung dengan menggunakan Rumus dibawah ini :

$$a = \frac{(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{(\sum x^2) - (\sum x)^2} \tag{3}$$

$$b = \frac{N(\sum y) - (\sum x)(\sum y)}{(\sum x^2) - (\sum x)^2} \tag{4}$$

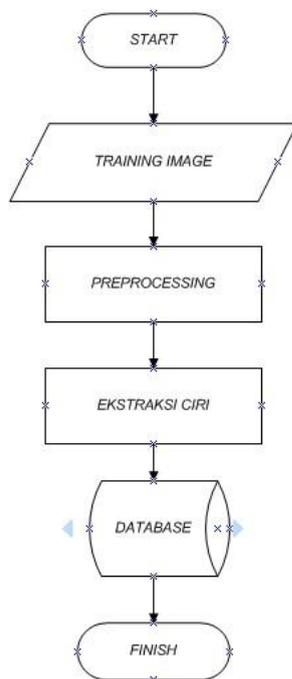
2.6 Perancangan Sistem

Secara garis besar, sistem klasifikasi kapal ini dibagi menjadi 4 tahap utama, yaitu akuisisi atau pengambilan gambar, pembuatan *database* menggunakan data latih, klasifikasi kapal menggunakan data uji, dan menghitung perkiraan spesifikasi kapal menggunakan persamaan hasil *regresi linear*. Diagram blok dari sistem klasifikasi ini bisa dilihat pada gambar 1

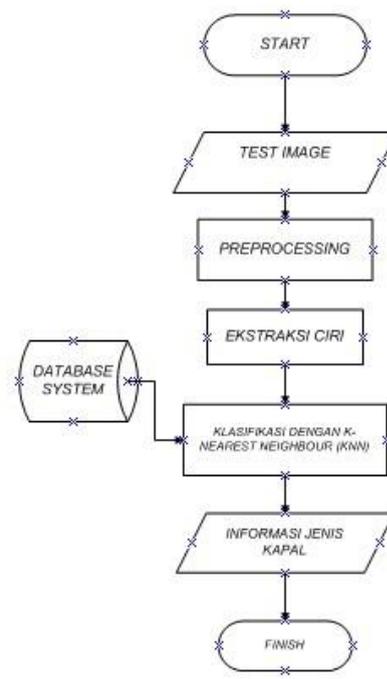


Gambar 1 - Diagram Blok Sistem

Tahap pertama adalah mengambil gambar kapal yang kemudian akan dijadikan sebagai data latih maupun data uji. Gambar kapal ini diambil menggunakan Google Earth dengan bantuan *print screen* atau *snipping tool*. Kemudian setelah mendapatkan data latih dan data uji, maka tahap kedua adalah membuat *database* sebagai dasar sistem klasifikasi kapal menggunakan data latih yang diperoleh. *Flowchart* database bisa dilihat pada gambar 2, sedangkan *flowchart* klasifikasi dapat dilihat pada gambar 3



Gambar 2 - Flowchart Pembuatan Database



Gambar 1 - Flowchart Klasifikasi

Dari *flowchart* database dapat dilihat bahwa pembuatan *database* melewati tahap *preprocessing*. Pada tahap *preprocessing* ini gambar akan diperhalus menggunakan *median filter* dan diubah ke format warna yang lebih sederhana yaitu *grayscale* dan *black white*. Setelah itu dilakukan rotasi menggunakan bantuan *hough transform*. Ekstraksi ciri dilakukan menggunakan filter *Gabor* yang nantinya akan menghasilkan ciri berupa 1×40 *magnitude* gambar. Kemudian cirinya dikelompokkan sesuai dengan jenis kapalnya dalam *database*. *Database* yang dibuat inilah yang akan menjadi dasar dalam proses klasifikasi kapal ini.

Tahap yang berikutnya adalah tahap klasifikasi. Pada tahap ini akan ditentukan jenis kapal dari data uji. *Flowchart* dari proses klasifikasi jenis kapal ini dapat dilihat pada gambar

Dari *flowchart* klasifikasi dapat dilihat bahwa proses klasifikasi jenis kapal melewati tahap *preprocessing* dan ekstraksi ciri sama seperti saat membuat *database*. Klasifikasi menggunakan metode *K-Nearest Neighbour* dengan $k=1$ untuk mencari data dengan nilai ciri paling dekat dengan data uji dengan menggunakan informasi ciri dari *database* yang telah dibuat, baru kemudian mendapatkan informasi berupa jenis kapal dari data uji yang digunakan.

Tahap terakhir adalah proses perhitungan perkiraan spesifikasi kapal dengan menggunakan persamaan yang didapatkan dengan mencari hubungan antar variabel dengan metode *regresi linear*.

3. Pengujian Sistem

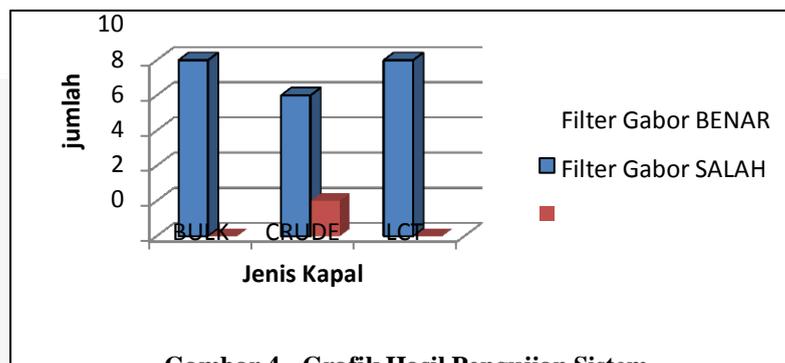
4.1 Analisis Banyaknya Data Uji yang Dapat Diklasifikasi

Berdasarkan skenario pengujian diatas, maka dilakukanlah pengujian menggunakan 30 data uji, dengan rincian masing-masing 10 per kelas. Klasifikasinya memasukkan data uji kedalam 3 kelas yaitu Crude, Bulk, dan LCT. Hasil dari klasifikasinya dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 - Pengujian Sistem

Jenis Kapal	BENAR	SALAH
BULK	10	0
CRUDE	8	2
LCT	10	0

Dari tabel diatas didapatkan bahwa pada sistem klasifikasi ini berhasil dilakukan klasifikasi. Dari 30 data yang diujikan, 28 data uji berhasil diklasifikasi dengan benar sedangkan 2 data uji tidak berhasil diklasifikasikan dengan benar. Rinciannya dari 10 data uji perkapal, 10 data uji kapal bulk berhasil diklasifikasi dengan benar, 10 data uji kapal LCT berhasil diklasifikasikan dengan benar, 8 data uji kapal crude berhasil diklasifikasikan dengan benar, dan 2 data uji kapal crude tidak dapat diklasifikasikan dengan benar. Hal ini menunjukkan walaupun sistem klasifikasi ini dapat mengklasifikasikan, namun tetap ada *error* yang muncul. *Error* ini muncul akibat adanya data latih kelas lain yang lebih mirip dengan data uji dibandingkan dengan data latih pada kelas data uji yang asli. Grafik hasil pengujian sistem ditunjukkan oleh gambar 4.



Gambar 4 - Grafik Hasil Pengujian Sistem

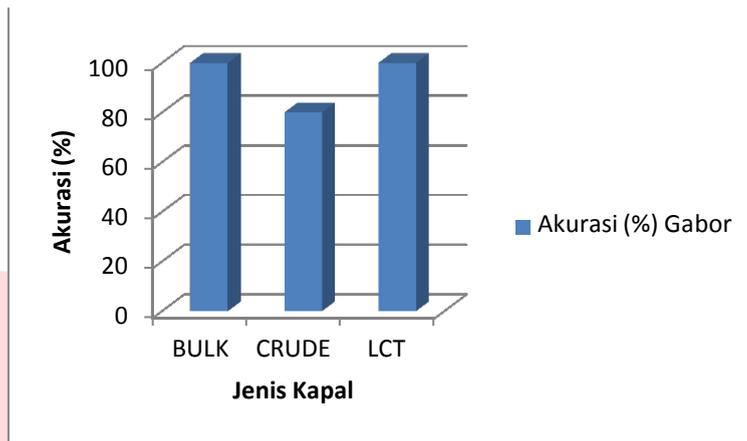
4.2 Hasil Pengujian Akurasi terhadap Klasifikasi Jenis Kapal

Dari pengujian yang telah dilakukan maka didapatkan hasil dengan akurasi ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2 - Akurasi Sistem

Jenis Kapal	Akurasi (%)
BULK	100
CRUDE	80
LCT	100

Dari tabel diatas dapat dilihat jika akurasi klasifikasi kapal Bulk dan LCT mencapai 100% sedangkan klasifikasi kapal Crude sebesar 80%. Keberhasilan kapal bulk dan LCT mendapatkan akurasi sebesar 100% adalah karena ciri kapalnya yang khas sehingga ekstraksi ciri menggunakan *filter gabor* ini dapat mendapatkan ciri nya dengan baik. Sedangkan, kapal crude memiliki akurasi sebesar 80% diakibatkan bentuk kapalnya yang cenderung agak berbeda tiap kapalnya dan mempunya bentuk yang mirip dengan kapal bulk sehingga 2 kali terdeteksi sebagai kapal bulk. Grafik akurasi sistem klasifikasi perkapal dapat dilihat pada gambar 5



Gambar 5 - Grafik Akurasi Sistem

Akurasi sistem total yang didapatkan dari gabungan akurasi kapal bulk, kapal crude dan kapal LCT adalah sebesar 93.3%

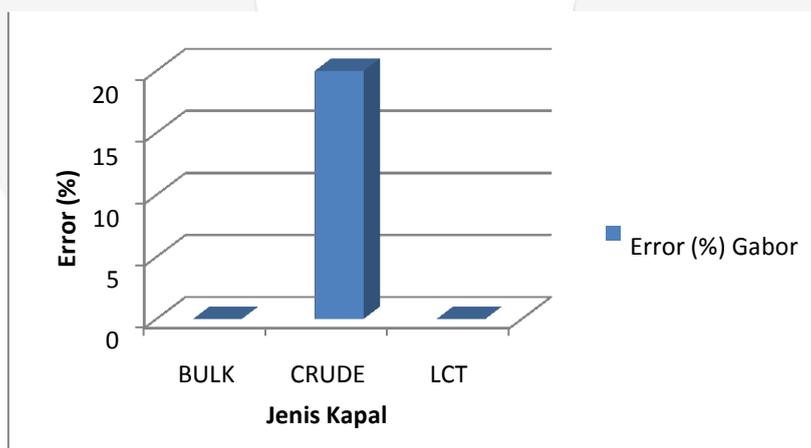
4.3 Hasil Pengujian Tingkat Kesalahan terhadap Klasifikasi Jenis Kapal

Dari pengujian yang telah dilakukan maka didapatkan hasil dengan *error* yang ditunjukkan oleh tabel 3.

Tabel 3 - Error Sistem

Jenis Kapal	Error (%)
BULK	0
CRUDE	20
LCT	0

Dari tabel diatas didapatkan untuk kapal bulk dihasilkan *error* sebesar 0%, kapal crude dihasilkan *error* sebesar 20%, dan kapal LCT dihasilkan *error* sebesar 0%. Untuk tingkat *error* sistem klasifikasi ini didapatkan *error* sebesar 6.66% yang merupakan gabungan dari *error* kapal bulk, kapal crude, dan kapal LCT. Tingkat *error* ini sendiri adalah kebalikan dari tingkat akurasi. Grafik tingkat *error* sistem perkapal dapat dilihat pada gambar 6.

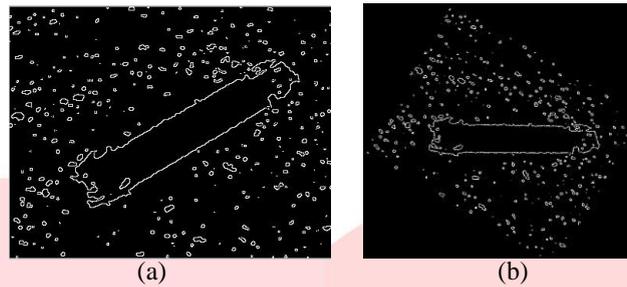


Gambar 6 - Grafik Error Sistem

Parameter-parameter lain yang dapat menyebabkan turunnya performansi sistem dan mengakibatkan *error* pada klasifikasi ini adalah sebagai berikut:

1. Penggunaan *median filter* dengan ukuran yang terlalu kecil. Penggunaan *median filter* dengan ukuran yang terlalu kecil akan mengakibatkan masih banyaknya *noise* yang terdeteksi pada saat deteksi tepi, sehingga

akan mengakibatkan kemungkinan kesalahan pada tahap deteksi tepi maupun rotasi seperti yang ditunjukkan pada gambar 7 dan 8



Gambar 7 – (a) Deteksi Tepi setelah Median Filter 3x3 (b) Rotasi setelah Median Filter 3x3

2. Menggunakan *K-Nearest Neighbour* dengan *K* yang tinggi ($K=3,5,7,\dots$) dapat mengakibatkan performansi klasifikasi menurun akibat batas antar kelas semakin hilang karena banyaknya data yang diambil untuk *vote majority*
3. Menggunakan *threshold* penentuan kelas yang terlalu kecil atau terlalu besar saat iterasi dapat mengakibatkan *error* pada saat klasifikasi. *Threshold* iterasi yang terlalu kecil seperti 0,03 dapat mengakibatkan kapal terklasifikasi sebagai kapal lain sedangkan *threshold* iterasi yang terlalu besar seperti 0,5 dapat mengakibatkan semua kapal tidak terklasifikasi

4.4 Perhitungan Waktu Komputasi Rata-rata

Dari pengujian yang dilakukan didapatkan waktu minimum komputasi dan waktu maksimum komputasi seperti yang ditunjukkan pada tabel 4

Tabel 4 - Waktu Komputasi

Data ke-	Waktu Komputasi (s)		
	BULK	CRUDE	LCT
1	2.5	0.75	0.8
2	1.329	1.41	0.88
3	1.518	0.74	0.8
4	1.3	1.4	0.55
5	1	1.92	0.9
6	0.97	3.6	0.85
7	0.7	1.02	0.8
8	1.1	1.2	0.9
9	0.8	1	0.9
10	1.22	0.9	0.66
Rata-rata	1.2437	1.394	0.804
rata-rata total	1.147233333		

Dari tabel diatas didapatkan bahwa waktu komputasi pada sistem klasifikasi ini bervariasi. Hal ini disebabkan oleh ukuran data yang tidak sama dan spesifikasi perangkat keras. Dari masing-masing 10 data uji didapatkan waktu komputasi rata-rata untuk kapal bulk adalah 1,2437 detik, waktu komputasi rata-rata untuk kapal crude adalah 1,394 detik, sedangkan waktu komputasi rata-rata untuk kapal LCT adalah 0,804 detik. Untuk waktu komputasi sistemnya, dari 30 data uji didapatkan waktu komputasi rata-rata sebesar 1,147233 detik. Waktu komputasi minimum sistem menunjukkan waktu komputasi yang paling cepat yang didapatkan dari data diatas sebesar 0,55 detik sedangkan waktu komputasi maksimum sistem menunjukkan waktu komputasi yang paling lambat yang didapatkan dari data diatas sebesar 3.6 detik.

4.5 Hasil Regresi Linear

Pada sistem klasifikasi ini dilakukan perhitungan perkiraan spesifikasi kapal dengan menggunakan persamaan hasil dari *regresi linear*. Terdapat 10 variabel yang digunakan untuk sistem klasifikasi ini yaitu luas piksel, luas kapal, length overall, length perpendicular, Breadth, Height, Draft, Velocity Service, Deadweight Tonage, dan Gross Tonage dimana menghasilkan 9 persamaan hubungan garis lurus. Adapun daftar persamaan yang didapatkan setelah melakukan regresi linear pada data yang ada bisa dilihat pada table 5

Tabel 5 - Persamaan Hasil Regresi

Daftar Persamaan	
LK	$= 0.2065 LP + 722.75$
LOA	$= 0.0269 LK + 49.338$
LPP	$= 0.9046 LOA + 3.9517$
B	$= 0.2395 LPP - 8.6546$
H	$= 0.1533 LPP - 7.6262$
T	$= 0.1215 LPP - 6.2988$
VS	$= 0.1552 LPP - 3.3897$
DWT	$= 77.944 LPP - 796.62$
GT	$= 58.17 LPP - 1340.5$

Dimana,

- LP = Luas Piksel
- LK = Luas Kapal
- LOA = Length Overall
- LPP = Length Perpendicular
- B = Breadth (lebar)
- H = Height
- T = Draft
- VS = Velocity Service
- DWT = Deadweight Tonage
- GT = Gross Tonage

Contoh:



Gambar 7 - Contoh Luas Piksel

dengan luas piksel putih LP = 2893 maka:

1. $LK = 0.2065(2893) + 722.75$
 $LK = 1320.155$
2. $LOA = 0.0269(1320.155) + 49.338$
 $LOA = 84.85$
3. $LPP = 0.9046(84.85) + 3.9517$
 $LPP = 80.70715$
4. $B = 0.2395(84.85) + 8.6546$
 $B = 11.667$
5. $H = 0.1533(84.85) - 7.6262$
 $H = 5.381329$
6. $T = 0.1215(84.85) - 6.2988$
 $T = 4.0105$
7. $VS = 0.1552(84.85) - 3.389$
 $VS = 9.78$
8. $DWT = 77.944(84.85) - 796.62$

- $\diamond = 5816.94 t$
 9. $\diamond = 58.17(84.85) - 796.62$
 $\diamond = 3595.234 t$

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang bisa didapatkan dari simulasi klasifikasi kapal menggunakan metode ekstraksi ciri *filter gabor* dan klasifikasi k-nearest neighbour adalah sebagai berikut:

1. Metode klasifikasi *K-Nearest Neighbour* dapat digunakan untuk sistem klasifikasi jenis kapal
2. Metode ekstraksi ciri *filter gabor* dapat digunakan untuk sistem klasifikasi jenis kapal
3. Kapal bulk 10 data uji berhasil diklasifikasi dengan benar sehingga akurasi sebesar 100%, kapal crude 8 data uji berhasil diklasifikasi dengan benar sehingga akurasi sebesar 80%, kapal LCT 10 data uji berhasil diklasifikasi dengan benar sehingga akurasi sebesar 100%. Akurasi total sistem sebesar 93.3%
4. Waktu komputasi rata-rata kapal bulk sebesar 1,243 detik, waktu komputasi rata-rata kapal crude sebesar 1,39 detik, waktu komputasi rata-rata kapal LCT sebesar 0,8 detik, sedangkan waktu komputasi rata-rata sistem sebesar 1,147 detik
5. Waktu komputasi minimum sistem sebesar 0,55 detik, sedangkan waktu komputasi maksimum sistem sebesar 3,6 detik

Daftar Pustaka

- [1] A. Sukma dan dkk. 2014. "K-Nearest Neighbour Information Retrieval." Universitas Airlangga, Surabaya.
- [2] A.W., A. I. .2009. *Ukuran-ukuran Utama Kapal*. Kompasiana [Online], (http://www.kompasiana.com/airmengalir/ukuran-ukuran-utama-kapal_54fffb20a33311696d50f8ae [diakses 27 Januari 2016])
- [3] Arianti, D. *Image Prossesing*. [Online], Available: http://dena-a--fst09.web.unair.ac.id/artikel_detail-44490-sistem%20cerdas-Image%20Prossesing.html [Diakses 1 Februari 2016]
- [4] Bisonerich. *Pengertian Matlab* [Online], Available: <http://bisonerich-matlab.blogspot.com/2009/02/pengertian-matlab.html> [Diakses 5 April 2015]
- [5] C. R. Gonzalez dan E. R. and Woods, 2008, *Digital Image Processing 3rd Ed*, New Jersey, USA, Pearson Prentice Hall
- [6] DDEDIARY, "Luas Laut Indonesia" [Online]. Available: <https://ddediary.wordpress.com/2013/09/25/luas-laut-indonesia/> [Diakses 3 Oktober 2015]
- [7] E. I. Putri, 2015, "Deteksi Kanker Serviks Menggunakan Metode Adaptive Thresholding berbasis Pengolahan Citra," Telkom University, Bandung.
- [8] F. Monika. [Online]. Available: <http://geostrategicpassion.blogspot.com/2011/10/choke-points-titik-sumbat.html>. [Diakses 25 Maret 2015]
- [9] Materi Perkapalan, "Macam dan Jenis Kapal" [Online]. Available: <http://materi-perkapalan.blogspot.com/2013/08/macam-dan-jenis-kapal.html>. , [Diakses 3 Oktober 2015].
- [10] Teknikelektronika. (t.thn.). *Analisis Regresi Linear Sederhana*. [Online] , available at: <http://teknikelektronika.com/analisis-regresi-linear-sederhana-simple-linear-regression/> [diakses 28 Januari 2016].